

55902

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'UN SU KAYNAKLARI VE BÜYÜK MELEN SİSTEMİ'NİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Murat ALP

55902

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23 Mayıs 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Haziran 1996

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Emin KARAHAN

Emin Karahan 09.02.96

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Atıl BULU

Atıl Bulu 9.7.96

Prof.Dr. Sedat KAPDAŞLI

Sedat Kapdaşlı 9.7.96

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ SAVUNMA KURULU

HAZİRAN 1996

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, İstanbul'un mevcut ve planlanan su kaynakları içme suyu sorununun çözümü kapsamında incelenmiş ve uzun vadeli çözüm olarak görülen Büyük Melen Sistemi tekrar irdelenmiştir. Çalışmamda desteğini esirgemeyen Hocam Sayın Prof. Dr. Emin KARAHAN'a ve katkılarından dolayı DSİ XIV. Bölge Müdürü Sayın Dr. Saim EFELERLİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tezin hazırlanmasında emekleri geçen DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü Planlama ve Proje Şube Müdürü Sayın Altay ÇEKİRGE'ye ve aynı şubenin inşaat mühendislerinden Sayın Bahattin YANIK'a teşekkür ederim.

Mayıs, 1996

Murat ALP



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 İstanbul'da Suyun Tarihçesi	1
1.1.1 Tarihte İstanbul'a içme suyu temini çalışmaları	2
1.1.1.1 Roma dönemi	2
1.1.1.2 Osmanlı dönemi	2
1.1.1.3 Şirketler dönemi	4
1.1.1.4 İstanbul'da Cumhuriyet'ten evvel yapılmış tarihi bentler	5
BÖLÜM 2 İSTANBUL'A SU TEMİN EDEN MEVCUT KAYNAKLAR	6
2.1 Mevcut Su Kaynakları	6
2.1.1 Terkos Gölü	6
2.1.2 Alibeyköy Barajı	7
2.1.3 Büyükçekmece Barajı	7
2.1.4 Ömerli Barajı	7
2.1.5 Darlık Barajı	8
2.1.6 Elmalı Barajları	8
2.1.7 Istranca Dereleri üzerindeki barajlar	8
2.1.8 Şile Kuyuları	9
BÖLÜM 3 İSTANBUL'UN İÇME SUYU SORUNU	10
3.1 Su Sorununu Doğuran Nedenler	10
3.2 İstanbul'un Nüfus ve Su İhtiyacı Tahmini	10
3.3 İstanbul'un Gelecekteki Su Kaynakları	11
3.3.1 Sazlıdere Barajı	12
3.3.2 Kirazdere Barajı	12
3.3.3 Istranca Sistemi	12

3.3.4 Yeşilçay Sistemi	12
3.3.5 Büyük Melen Sistemi	13
BÖLÜM 4 MELEN ÇAYI'NIN DEBİSİNİN BELİRLENMESİ	15
4.1 Melen Regülatörü Aksındaki Debinin Hesaplanması	15
4.2 Melen Barajı'nın Hazne Hacminin Bulunması	24
4.2.1 Toplam debi çizgisi yardımıyla hazne hacminin hesabı	24
4.2.2 Ardışık tepeler yöntemiyle hazne hacminin hesabı	25
BÖLÜM 5 BÜYÜK MELEN SİSTEMİ'NİN DEĞERLENDİRİLMESİ	32
5.1 Büyük Melen Projesi	32
5.2 Derivasyon Tünellerine Ait Deşarj Eğrisinin Çıkarılması	33
5.2.1 Tünellerin serbest yüzeyli çalışması durumu	33
5.2.2 Tünellerin basınçlı çalışması durumu	38
5.2.2.1 Tünellerdeki giriş kayıpları	38
5.2.2.2 Karesel kısımda sürtünme kaybı	39
5.2.2.3 Kesit değişim bölgesindeki sürtünme kaybı	39
5.2.2.4 Tünellerde sürtünme kayıpları	39
5.2.2.5 Tünellerde kurp kayıpları	39
5.2.2.6 Tünellerin çıkışında hız yükü	40
5.2.2.7 Tünellerdeki toplam kayıplar	40
5.2.2.8 Derivasyon tünelleri deşarj eğrisi	43
5.3 Taşkın Öteleme Hesabı	48
5.4 Hazne İşletme Çalışması	52
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	59
EKLER	60
ÖZGEÇMİŞ	66

SEMBOL LİSTESİ

A	: Tünel kesit alanı
D	: Tünel çapı
d	: Tüneldeki su derinliği
F_r	: Froude sayısı
g	: Yerçekim ivmesi
H_b	: Tüneldeki kurp kaybı
H_e	: Tünel giriş kaybı
H_f	: Tüneldeki sürtünme kaybı
h_v	: Hız yükü
K_b	: Kurp katsayısı
L	: Tünel boyu
m	: Büzülme oranı
n	: Manning pürüzlülük katsayısı
P	: Islak çevre
Q	: Debi
Q_ç	: Rezervuardan çıkan debi
Q_g	: Rezervuara giren debi
Q₅₀	: 50 yıllık taşkın tekerrür debisi
Q₁₀₀	: 100 yıllık taşkın tekerrür debisi
q_T	: Toplam katı madde debisi
q	: Birim genişlik debisi

R	: Hidrolik yarıçap
S	: Eğim
S_c	: Kritik eğim
S_f	: Enerji hattı eğimi
V	: Suyun hızı
Δ	: Kurp sapma açısı
γ	: Suyun özgül ağırlığı
γ_s	: Kumun özgül ağırlığı
τ₀	: Taban kayma gerilmesi
τ_{kr}	: Kritik kayma gerilmesi

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1 Büyük Melen Çayı'nın kolları ve üzerindeki akım gözlem istasyonları	16
Şekil 4.2 Debi süreklilik çizgisi	23
Şekil 4.3 Toplam debi çizgisi	26
Şekil 4.4 Ardışık tepeler yöntemiyle hazne hacminin bulunması	31
Şekil 5.1 Daire ve atnalı kesitli tüneller için d/D ve $S_c D^{1/3}/n^2$ değerleri	34
Şekil 5.2 Tünellerin giriş yapısı	35
Şekil 5.3 Tünel kurplarında hidrolik kayıplar	40
Şekil 5.4 Tazyikli çıkışlarda efektif piyezometrik irtifa	41
Şekil 5.5 Melen Barajı derivasyon tünelleri deşarj eğrisi	44
Şekil 5.6 50 yıllık taşkın tekerrür hidrografı	45
Şekil 5.7 100 yıllık taşkın tekerrür hidrografı	46
Şekil 5.8 Melen Barajı hacim-satın eğrisi	47

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 İstanbul'da Cumhuriyet'ten evvel yapılmış tarihi bentler	5
Tablo 2.1 İstanbul'un mevcut su kaynakları	9
Tablo 3.1 İstanbul'un yıllara göre nüfus ve su ihtiyacı tahmini	11
Tablo 3.2 İstanbul'ın yıllara göre nüfus ve su ihtiyacı tahmini	11
Tablo 3.3 İstanbul'un gelecekteki su kaynakları	14
Tablo 4.1 -Tablo 4.11 1981 yılından 1991 yılına kadar 1338 ve 1340 nolu istasyonlarda gözlenen akım değerleri	17-18
Tablo 4.12 Melen Regülatörü yerindeki aylık ortalama akım değerleri	19
Tablo 4.13 Melen Regülatörü kesitinde debi süreklilik çizgisinin elde edilmesi	20-22
Tablo 4.14 Toplam debi çizgisinin elde edilmesi	25
Tablo 4.15 Ardışık tepeler yöntemiyle hazne hacminin bulunması	27-30
Tablo 5.1 Melen Barajı derivasyon tünelleri serbest yüzeyli akım sarfiyat tablosu	36
Tablo 5.2 Kısmen dolu daire kesitlerde $Q/D^{5/2}$ ve $h_v D^4/Q^2$ değerleri	37
Tablo 5.3 L=990 m boyundaki derivasyon tünelinin dolu kesit akım sarfiyat tablosu	42
Tablo 5.4 L=765 m boyundaki derivasyon tünelinin dolu kesit akım sarfiyat tablosu	42
Tablo 5.5 Melen Barajı (Q_{50}) taşkın öteleme tablosu	50
Tablo 5.6 Melen Barajı (Q_{100}) taşkın öteleme tablosu	51
Tablo 5.7 Hazne işletme çalışması	54-56
Tablo 5.8 Melen Barajı (Q_{100}) taşkın öteleme tablosu	57

ÖZET

Bugün nüfusu 10 milyonu geçen, Türkiye sanayi ve ticaretinin en önemli merkezi olan İstanbul'a içme kullanma ve sanayi suyu sağlanması her zaman kentin en büyük sorunlarından birisi olmuştur. Bu sorun kentin büyümesi ile orantılı olarak hergün biraz daha büyümektedir. İstanbul'un nüfus artış hızı 1955'ten 1990'a kadar ortalama yıllık %4.9 olmuştur. Bu büyüme hızı devam ettiği takdirde 2020 yılında nüfus 33 milyon, yıllık su ihtiyacı da 3.216 hm³/yıl olacaktır. Bu durumda İstanbul'un mevcut (704 hm³/yıl) ve planlanan (1.906 hm³/yıl) su kaynaklarının toplamı (2.610 hm³/yıl), 2020 yılında ihtiyacı karşılamayacaktır. Bu nedenle kentin nüfus artışında büyük rol oynayan göçün azaltılabilmesi için önlemler alınmalı, göç sebepleri ortadan kaldırılmalıdır.

İstanbul'a yakın gelecekte su temin etmek için Sazlıdere Barajı, Kirazdere Barajı, Istranca Dereleri üzerindeki barajlar ve Yeşilçay Regülatörleri planlanmıştır. Emniyetli verimi 55 hm³/yıl olan Sazlıdere Barajı'nın inşaatı 1996 yılında tamamlanmıştır. İzmit'in 10 km güneyinde yer alan Kirazdere Barajı'nın 2000 yılında tamamlanması ve 100 hm³/yıl suyun İstanbul'a verilmesi düşünülmektedir. Istranca Dereleri üzerinde inşa edilecek regülatör ve barajlarla 2000 yılına kadar toplam 14 dereden yılda 270 hm³ su sağlanması planlanmaktadır. Yeşilçay Regülatörleri ise İstanbul'un 60 km doğusunda yer alan Çanak ve Göksu Dereleri üzerinde inşa edilecek ve 2001 yılında 145 hm³/yıl su şehre temin edilecektir.

İstanbul'un uzun vadeli içme suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla geliştirilmesi planlanan en önemli kaynak Büyük Melen Çayı'dır. İstanbul Boğazı'nın 170 km doğusunda yer alan Büyük Melen Çayı'ndan 4 kademedeki toplam 1.190 hm³/yıl su temin edilmesi düşünülmektedir. 1. aşamada baraj yapılmadan bir regülatör (bağlama) ile 268 hm³/yıl su alınması önerilmiştir. Melen Barajı 2. aşamada inşa edilecek ve 2005 yılında 307 hm³/yıl su, 2010 yılında ek bir isale hattıyla yine 307 hm³/yıl su ve 2020 yılında da 308 hm³/yıl su şehre verilecektir. Bu çalışmada ise regülatör yapmadan, Melen Barajı'ndan önce inşa edilecek olan memba batardosundan daha fazla suyun çok daha az maliyetle alınabileceği gösterilmiştir. Ayrıca memba batardosu bir biriktirme haznesi olarak kullanılacağından suda bulunan iri daneler çökecek, suyun bulanıklığı azalacak, dolayısıyla buradan alınacak suyun kalitesi, regülatörden alınacak suyun kalitesinden daha iyi olacaktır.

SUMMARY

WATER RESOURCES OF ISTANBUL AND A STUDY ON BUYUK MELEN SYSTEM

Historical Development

Established 4500 years ago and urbanized for over 2600 years, Istanbul is the first metropolis in the world having a population over a million in the 11 th century. The city of Istanbul is located on both sides of Bosphorus and along the Sea of Marmara, and is the largest city in Turkey. It is the industrial, commercial, tourism and cultural center of Turkey. Today Istanbul's population alone is more than some European countries.

Ever since its establishment, administrators have dealt with the problem of providing a safe and healthy water to the city. Arches, cisterns and fountains were constructed for supplying water. The first facilities were Kırkçeşme and Halkalı whose construction began in the Roman and Byzantium period. Some parts of these facilities near to Cebeci Village, were built in the 4 th century (AD). Other parts near Kemerburgaz were built in the 6 th century (AD). In the Ottoman period the old facilities were repaired and the new ones were constructed by architect Sinan. Taksim water works, built in 1730, gave water to Beyoğlu and Galata regions. Some small dams like Valide Dam, Elmalı Dam, etc. which we still supply water were built in the Ottoman period. The job of bringing water from Terkos Lake was given to a French company. In 1881, when the water demand of the city could not be met, the company known as Terkos commonly among the population built a pumping station for supplying water to Istanbul. This facility is the first system of Turkey working under pressure. Providing water to Istanbul by French companies lasted until 1932. Finally, Terkos company was turned over to the Istanbul Water Administration which was established under law no: 2226 in 1933.

Existing Water Sources

The existing water sources of the Istanbul water supply system are Terkos Lake, Alibeyköy Dam, Büyükçekmece Dam, Omerli Dam, Darlık Dam, Elmalı Dams, dams on the Istranca Rivers and Şile Wells.

Terkos is Istanbul's oldest reservoir. It is situated 40 km northwest of Istanbul and has been a major source of water since late 19 th century. Terkos has a drainage area of 619 km² and its annual average yield is 142 million m³. Water of Terkos Lake is purified in the Kağıthane Treatment Plant. The Alibeyköy Dam was constructed at about 10 km northwest of Istanbul in 1972 as a back-up reservoir of Terkos. A part of the Terkos water is fed to the Alibeyköy reservoir. Alibeyköy has a drainage area of 160 km² and its annual average yield is 36 million m³. The Büyükçekmece Lake,

located at about 30 km west of Istanbul close to the Sea of Marmara, was developed in 1987 as a water source to Istanbul. The annual average yield of Büyükçekmece Dam is evaluated to be 100 million m³. The Omerli reservoir, located at about 25 km east of Istanbul, was developed in 1972 as a master reservoir on Riva River, on the Anatolian side of Istanbul. The effective capacity of the Omerli reservoir is 235 million m³ and the annual average yield is 220 million m³. Omerli has a drainage area of 634 km². Omerli water is pumped to Emirli Treatment Plant for purifying. The Darlık Dam, located at about 40 km east of Istanbul on the Black Sea side, was constructed in 1988 and put into service in 1989 as a back-up reservoir of Omerli. Darlık has a drainage area of 207 km² and the annual average yield is evaluated to be 97 million m³. Water of Yeşilvadi Weir which was constructed in 1992 and water of Şile Wells are pumped into the Darlık reservoir. All of the Darlık water is pumped up into the Omerli reservoir for water supply to Istanbul. The Elmalı reservoir, located at about 10 km northeast of Istanbul, has long been a major water source to the Anatolian side of Istanbul since its first stage development in 1893. The second stage development was made in 1956 to cope with an increasing water demand on the Anatolian side of Istanbul. Elmalı has a drainage area of 76 km² and the annual average yield is estimated to be 15 million m³. The Istranca System, located at around 40 km northwest of the Terkos Lake, has been proposed to feed Terkos with additional water through a pipeline system along the northern coast facing the Black Sea. ISKI has a plan to develop the Istranca System in four phases. Phase 1 was completed in 1995 and Düzdere, Kuzuludere and Büyükdere Dams were constructed. 44 million m³/year water is provided from these three dams.

EXISTING WATER SOURCES	AVERAGE YIELD (10 ⁶ m ³ /year)	COMPLETION YEAR
European Side		
Terkos Lake	142	1883
Alibeyköy Dam	36	1972
Büyükçekmece Dam	100	1987
Istranca Rivers (Stage 1)	44	1995
Miscellaneous Sources	10	
Sub-total	332	
Asian Side		
Elmalı Dams	15	1893,1956
Omerli Dam	220	1972
Darlık Dam	97	1988
Yeşilvadi Weir	10	1992
Şile Wells	30	1996
Sub-total	372	
TOTAL	704	

Potential Water Resources

Sazlıdere Dam, Kirazdere Dam, Yeşilçay Weirs and the second, third and fourth stages of Istranca System has been proposed as a short-term solution to the habitual water shortage in Istanbul.

The Sazlıdere Dam is located at about 6 km upstream of the Büyükçekmece Lake on the European side of Istanbul. The construction of the dam was completed in 1996 but the pipeline has not been constructed yet. The average yield of Sazlıdere is estimated to be 55 million m³/year. The Kirazdere Dam, located at about 10 km south of Izmit, is under construction with a target completion date at the end of 2000. Out of the average yield of 140 million m³/year, 40 million m³/year is planned to be consumed in Izmit and its vicinity which is out of the project area for Istanbul water supply, and the remaining 100 million m³/year is planned to be supplied to Istanbul. In the first stage of Yeşilçay System, Sungurlu and Isaköy Weirs will be constructed on the Çanak and Göksu Rivers. The annual average yield of these weirs is 145 million m³. DSI proposes Yeşilçay Dam with an average yield of 335 million m³/year to be constructed at the river mouths of two rivers in 2020. In the final three stages of Istranca System, ISKI plans to supply 226 million m³/year water from 11 rivers to Istanbul.

The Büyük Melen System has been proposed by DSI as a long-term solution to the water shortage in Istanbul. The proposed Melen damsite is located on the downstream reach of the Büyük Melen River at about 170 km east of the Bosphorus and about 7 km south of the Black Sea which the Büyük Melen River drains into. The drainage area at the damsite is 2317 km². The Büyük Melen System is proposed to be developed in five phases. In the first phase Melen intake without dam construction, and transmission line from Melen to Omerli will be constructed. In the second phase new water treatment plant receiving raw water from Omerli or directly from Melen, and transmission line from the new treatment plant to Kağıthane distribution center on the European side including Bosphorus crossing will be constructed. In the third phase Melen Dam and an additional transmission line from the Melen Dam to Kağıthane through Omerli, including expansion of the new treatment plant will be constructed. In the fourth phase another additional transmission line from the Melen Dam to Kağıthane through Omerli, including further expansion of the new treatment plant will be constructed. In the final phase another transmission line will be constructed and 1.190 million m³/year water will be supplied to Istanbul.

Supplying domestic water to Istanbul, which is Turkey's most important center of industry and commerce with a population over 10 million, has always been an important problem. This problem is continuously growing in proportion with the city's population. The total existing and proposed water resources of Istanbul will be 2.610 million m³/year in 2020. When we look at the population censuses which have been made since 1955 we can see that the growth rate of Istanbul is 4.9%. If Istanbul's population increased with 4.9% growth rate, the population would be 33 million in 2020 and the water resources would not cope with the demand. The growth rate of Istanbul is twice the Turkey's average. The emigration to Istanbul

must be prevented for solving the water problem as well as the other problems like traffic, air pollution etc.

PROPOSED WATER RESOURCES	AVERAGE YIELD (10⁶m³/year)	PROPOSED COMPLETION YEAR
European Side		
Sazlıdere Dam	55	1997
Istranca System (Stages 2,3,4)	226	1997,1998,2000
Sub-total	281	
Asian Side		
Kirazdere Dam	100	2000
Yeşilçay System (Stages 1,2)	335	2001,2020
Büyük Melen System (Stages 1,2,3,4)	1190	2002,2005,2010,2020
Sub-total	1625	
TOTAL	1906	

Büyük Melen System

The stream gauging stations on the Büyük Melen River were examined for calculating the discharge at the Melen Weir site. The stream values had been observed since 1981 till 1991 at two stations belonging to Electrical Power Resources Survey and Development Administration. Ortaköy station has a drainage area of 104.8 km². Beyler station's drainage area is 2174 km². The drainage area at the weir site is 2317 km². The stream values which had been observed at the two stations were multiplied by the ratio of drainage areas. By this way the stream values at the weir site were found. The average of the discharges is 51.78 m³/s. The discharges, from the biggest value to the smallest and the time percentages were arranged as a graph. From this graph it is seen that the average discharge, 51.78 m³/s can be observed only 44% of the time in the river. If we want to bring the average discharge 100% of the time we must construct a dam. For calculating the volume of the Melen reservoir, two methods were used. In the first method named as Ripple method, the volume of the reservoir was calculated from the total discharge graph and was found 1.020 million m³. In the second method named as Sequent Peak method, the volume of the reservoir was found 943.4 million m³. The difference between these two methods is the reading mistake of the graph. Both of these volumes were calculated for the 100% regulation.

Nippon Koei, the Japan company, made a feasibility study on Büyük Melen System in 1991. In this study the company proposed to develop the Melen System in five phases. In the first phase a weir construction was proposed. By the construction of the weir, 8.5 m³/s water will be supplied to Istanbul in 2002. In this thesis it is shown that water can be provided from upstream cofferdam of the Melen Dam instead of from the weir. Upstream cofferdam will be constructed to divert the water for

constructing the dam on a dry ground. For finding the crest elevation of the upstream cofferdam hydraulic calculations of the diversion tunnels which were proposed in the feasibility study were made. The hydraulic losses formed in the tunnels like entrance losses, friction losses and bend losses were found. Outfall curve of the two diversion tunnels, each with 7 m diameter was drawn. We can see the discharge values of the diversion tunnels at any reservoir water elevation from the outfall curve. Flood routing calculations were made for finding the water surface elevation in the cofferdam reservoir. These calculations were made by a computer program. Flood hydrographs of 50 years return period and 100 years return period, outfall curve of tunnels and area-capacity curve of the Melen Dam were used in this program. The crest elevation of the upstream cofferdam was found as 28 m. It is proposed to provide 268 million m³/year water from the Melen Weir. For supplying this water from the upstream cofferdam, a reservoir operation study was made. It was seen that if the crest elevation of the cofferdam was raised to 34.5 m, 306 million m³/year water would be supplied. The cost of raising the cofferdam elevation is estimated to be 500.000 \$, but the Melen Weir will cost 8.000.000 \$. When water is supplied from a reservoir, the quality of the water becomes well and the solid particles in the water settle down. If the water was supplied from the cofferdam there would be economy in the energy, because the normal water surface elevation of the weir is 17.40 m but in the cofferdam reservoir it is 28.10 m. So water will be pumped to a height 10.7 m less than the weir water pumping height.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 İSTANBUL'DA SUYUN TARİHÇESİ

İstanbul M.Ö. 658 yılında, Sarayburnu ve çevresinde küçük bir yerleşim merkezi olarak kurulmuş ve asırlar boyunca insanoğlunun yaşadığı en eski yerleşim merkezlerinden birisi olmuştur. Asya ile Avrupa arasında bir köprü görevi görmesi ve etrafını çevreleyen denizleri, İstanbul Boğazı ve Haliç gibi tabii limanlara sahip olması önemini daha da arttırmış, tarih boyunca askeri ve ticari yönden çok büyük bir cazibe merkezi olmuştur. Bu sebeplerden, uzak ya da yakın birçok kavim ve milletin akınlarına maruz kalmış, zaman zaman da tahrip edilmiştir.

İstanbul, Romalıların hakimiyetine girdikten sonra gelişmeye başlamıştır. Özellikle 330 yılında İmparator Konstantin'in şehri Roma İmparatorluğu'nun merkezi yapması ve kıymetli eserlerle mamur hale getirmesi, bu şehre olan alakayı daha da artırmıştır. 395 yılında İmparatorluğun ikiye bölünmesiyle, Doğu Roma'nın merkezi olmuş, V. asırda 100.000'e ulaşan nüfusuyla dünyanın en büyük şehri durumuna gelmiştir.

1453 yılında Fatih Sultan Mehmet'in şehri fethetmesiyle Osmanlı Devleti'nin başşehri olmuş ve bu hüviyetini Osmanlı Devleti'nin yıkılışına kadar devam ettirmiştir. Fatih Sultan Mehmet, Roma İmparatorluğu döneminde yapılan ve harap olan su yollarını tamir ettirmiş, yenilerini inşa ve ilave etmiştir. Diğer hükümdarlar tarafından da sürekli geliştirilen, yeni eserler ilave edilen İstanbul'a özellikle Kanuni zamanında, Mimar Sinan tarafından, eski su tesisleri tamir edildiği gibi, yeni ve büyük su tesisleri de inşa edilmiştir.

1923'e kadar Osmanlı İmparatorluğu'nun merkezi olan İstanbul, Cumhuriyet Dönemi'nde de ülkenin en büyük ve en önemli şehri olma vasfını devam ettirmiştir. Eğitim müesseseleri ve kültür eserleriyle, hastahaneleri, turistik tesisleriyle, sürekli gelişen ticareti ve sanayi kuruluşlarıyla dünyanın önde gelen metropollerinden birisi olmuştur.

1.1.1 Tarihte İstanbul'a İçme Suyu Temini Çalışmaları:

1.1.1.1 Roma Dönemi:

Tarihi kaynaklardan edinilen bilgilere göre, şehrin kuruluş dönemlerinde su ihtiyacı yeraltı kaynaklarından sağlanmaktaydı. Romalılar ve Bizanslılar şehrin çevresinde çeşitli su bendleri ve suyun taşınabilmesi için muhtelif kemerler ve şehrin içinde de sarnıçları inşa ettiler. Hadrianus tarafından (117-138) surlar dışındaki bir kaynaktan Haliç'in kenar mahallelerine kadar su yolu yaptırıldığı, Valens tarafından (368-378) Halkalı civarından Beyazıt'a kadar bir su yolu yapıldığı ve bu yol üzerinde Atışalanı Köyü civarındaki Mazul Kemer ile Bozdoğan Kemerinin bu maksatla inşa edildiği kayıtlarda mevcuttur.

Kağıthane Deresi sularının havuzlarda toplanıp vadilerden kemerlerle aşırılarak şehre isale edilmesi, İmparator Theodosius (378-395) tarafından Mazul ve Bozdoğan Kemerleri'nden geçirilmesiyle üçüncü bir su yolunun yapıldığı ve yine aynı imparator döneminde Belgrad Ormanı'ndan Sultanahmet'e kadar dördüncü bir su yolu yapıldığı bildirilmektedir. Harp hali ve kuraklık gibi durumlarda kullanılmak üzere üstü kapalı veya açık sarnıçlar inşa edilmiştir.

1.1.1.2 Osmanlı Dönemi:

Fatih Sultan Mehmet'in İstanbul'u fethinden sonra şehir nüfusu daha da artmış, mevcut su tesisleri yetmez hale gelmişti. Fatih, ilk defa Valens tarafından inşa ettirilen Marmara Bölgesindeki su tesislerini ıslah etmiş, Fatih ve Turunçlu su yolları adı altında iki su yolu bu suretle meydana gelmiştir. Halkalı Köyü civarındaki muhtelif kaynaklardan beslenen ve Halkalı Suları adını alan Marmara Bölgesi Su

Tesislerine daha sonra birçok hükümdar ve devlet adamı tarafından yeni ilaveler yapılmıştır. Toplam 18 ayrı su yolu ile şehirdeki camilere ve imaretlerle çeşmelere ve şehir dışındaki kışlalara su akıtılmıştır. Bunlardan bazıları Fatih Su Yolları, Mihrimah Su Yolları, Eb'us Suud Su Yolları'dır.

Kanuni devrinde imparatorluk üç kıtaya yayılmış, İstanbul'un nüfusu çok artmış ve su sıkıntısı başlamıştır. Kanuni, birgün Kağıthane Deresi civarında avlanırken bir kanaldan su sızdığını görmüş ve bu hususu incelemek üzere Mimar Sinan'ı görevlendirmiştir. Sadrazam Rüstem Paşa şehre bol su getirildiği takdirde Araptan, Acemden çiftini çubuğunu bırakanın İstanbul'a geleceğini ve beslenme, yerleşim gibi problemlerin çıkacağını, bu yüzden su tesislerinin yapılmasının doğru olmayacağını savunmasına rağmen; Kanuni'nin emri ile inşaatı devam edilmiştir. 1554-1563 yılları arasında tesisin su alma yerleri, isale hattı, kemerleri, dağıtım kubbeleri ve çeşmeleri tamamlanarak şehre su verilmiştir. 20 Eylül 1563 tarihinde İstanbul'da o güne kadar görülmemiş şiddette 24 saat devamlı yağın yağmurlar sonunda çıkan sellerden Mağlova Kemer, Kurt Kemer tamamen; Uzunkemer ise kısmen yıkılmış, Kovukkemer ile Güzelcekemer temeline kadar oyulmuştur. Tesisin tamiri 1564 yılında tamamlanmış ve şehre yaklaşık günde 10.000 m³ su verilmiştir. Sinan tarafından yapılan bu tesisin galerilerinin toplam uzunluğu 55 km'dir. 5 tanesi abide kemer olan çok katlı ve çok gözlü kemerlerden başka diğer 28 tane kemer ile beraber toplam 33 kemer yapılmıştır.

Helenistik devirde ve Roma devrinde yapılan bütün kemerler düşey yüzlüdür. Yüksek kemerlerde duvar kalınlığı kademeli olarak azaltılır. Ser Mimarın-ı Cihan ve Mühendisan-ı Devran diye hitab edilen Mimar Sinan, bu tesiste trapez kesitli ayaklar yaparak önemli ve yeni bir sistem geliştirmiştir. Kırkçeşme Tesis, gerek hacim gerekse sarfedilen para bakımından Mimar Sinan'ın yaptığı en büyük eserdir. Aynı tarihlerde yapılan Süleymaniye Külliyesi 35 milyon akçeye, Kırkçeşme Tesisleri ise 50 milyon akçeye mal olmuştur. Bu tesisin içerisindeki Mağlova Kemer, ise bir mühendislik şaheseridir.

Osmanlı Dönemi'nde, kalabalıklaşan Haliç'in kuzeyindeki bölgeye, çeşitli devirlerde Bahçeköy'den su getirilmesi çalışmalarında bulunulmuştur. 1. Mahmut 1750 yılında

Topuzlubendi, 3. Selim'in annesi Mihrişah Sultan 1797 yılında Validebendi, 2. Mahmut ise 1839 yılında Bend-i Cedit'i yaptırmıştır. Bahçeköy'den Taksim Meydanı'ndaki su deposuna ve bitişiğindeki makseme kadar olan isale hattının uzunluğu 25 km'dir. 2. Abdülhamit tarafından yine aynı bölgeye kaliteli içme suyu sağlamak için 1900-1902 tarihleri arasında Hamidiye Suyu denen tesis yaptırılmıştır.

1.1.1.3 Şirketler Dönemi:

Sultan Abdülaziz'in 1868 yılında yaptığı Paris, Londra ve Viyana'yı içine alan seyahat sırasında, Şen Nehri'nden tabii filtrasyon ile şehre su verilmesi kendisine gösterilmiştir. Abdülaziz bu seyahatin etkisi ile İstanbul'un su ihtiyacını çözmek için yabancı şirketlere imtiyaz verilmesi yoluna gitmiştir. İstanbul'un Avrupa yakasının suyunu sağlamak amacıyla Hariciye teşrifatçısı Kamil ile mühendis Ternau'ya, 1874 yılında, Terkos Gölü'nden su getirmek için 40 yıl müddetle imtiyaz verilmiş, sonra bu imtiyaz "Dersaadet Anonim Su Şirketi" diye anılan Fransız şirketine devredilmiş ve halk arasında Terkos Şirketi diye anılmıştır. 1887 yılında, 1882'den geçerli olmak üzere imtiyaz müddeti 75 yıla çıkartılmıştır. 1883 yılında Terkos Gölü kenarında kurulan pompa istasyonu vasıtasıyla şehre klorlanmış ham su verilmiş ve gölün seviyesi 1888 yılında bir bağlama vasıtasıyla 3.25 m kotuna kadar yükseltilmiştir. Ham su verilmesi 1926 yılına kadar devam etmiş, 1926 yılında Kağıthane'de arıtma tesisleri yapılmış ve verilen su devamlı kontrol edilmiştir. Başlangıçta yalnız Haliç'in kuzeyindeki bölgeye su verilmesi öngörülmüş, daha sonra tarihi yarımada da su verilebilmiştir. Terkos'un imtiyazı 1932 yılında Fransız şirketinden satın alınmış; işletilmesi de 1933 yılında 2226 sayılı kanunla İstanbul Sular İdaresi'ne (İSİ) devredilmiştir. Terkos Gölü'nden 1932 yılında şehre 10.521.734 m³/yıl su verilebilmiştir.

Üsküdar ve Kadıköy'ün suyunu sağlamak için 17 Ekim 1888 tarihinde Karabet Sıvacıyan adına "Üsküdar-Kadıköy Su Şirketi" adlı yabancı şirkete 65 yıl süreyle imtiyaz verilmişti. 1914 yılında anlaşma süresi 1888'den başlamak üzere 99 yıla çıkartılmıştır. Bu şirket 1893 yılında 1. Elmalı Bendi'ni inşa ederek şehre yılda 2.477.703 m³ su vermiştir. Bu şirket de 17 Haziran 1937 tarihli anlaşma ile satın alınarak 1938 tarih ve 3359 sayılı kararla İstanbul Sular İdaresi'ne devredilmiştir.

1932 yılında yabancı su şirketlerinin İstanbul Sular İdaresi'ne devredilmesinden sonra bu şirketlerin tesislerinden verilen sular arttırılmıştır. Eski sulardan Kırkçeşme ve Taksim Suyu'ndan da faydalanılmıştır. 1893 yılında yapılan 1. Elmalı Barajı'nın mansabına 1950 yılında 2. Elmalı Barajı yapılmıştır. Terkos'dan su basan buharlı tesisler 1952 yılında elektrifiye edilerek şehre verilen su miktarı arttırılmıştır. [1, s 9-14]

1.1.1.4 İstanbul'da Cumhuriyet'ten Evvel Yapılmış Tarihi Bentler:

Tablo 1.1

ADI	GÖL HACMİ (m ³)	YÜKSEKLİĞİ (m)	BİTİŞ YILI
Topuz Bendi	70.000	8.60	620
Büyük Bent	1.318.000	12.15	1724
Topuzlu Bendi	160.000	16.00	1750
Ayvat Bendi	156.000	13.45	1765
Valide Bendi	255.000	13.50	1796
Kirazlı Bendi	103.080	13.00	1818
Yeni Bent	217.500	17.00	1839
Elmalı Bendi	1.700.000	19.75	1893

BÖLÜM 2

İSTANBUL'A SU TEMİN EDEN MEVCUT KAYNAKLAR

2.1 MEVCUT SU KAYNAKLARI

İstanbul'a su sağlayan kaynaklar, Terkos Gölü, Alibeyköy Barajı, Büyükçekmece Barajı, Ömerli Barajı, Darlık Barajı, Elmalı Barajları, Istranca Dereleri üzerindeki Düzdere, Kuzuludere ve Büyükdere Barajları, Şile Kuyuları ve tarihi bentlerdir.

2.1.1 Terkos Gölü

İstanbul'un 40 km kuzeybatısında bulunan göl 19. yüzyılın sonlarından beri ana su kaynağı olarak kullanılmaktadır. En derin noktası -5.00 m olan doğal bir göldür. 1883 yılında, Istranca Deresi'nin Terkos Gölü kenarından Karadeniz'e açılan ağız bir regülatörle kapatılarak göl kotu +3.25 m'ye çıkarılmış ve İstanbul'un içme ve kullanma suyu için bir kaynak olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1962 yılında ise gölün en yüksek işletme kotunu +4.50 m'ye çıkarmak ve böylece verimini arttırmak için kapaklı bir regülatör yapılmıştır. Gölün en düşük işletme kotu ise -1.00 m dir. Bu kotta göl hacmi (ölü hacim) 42.1 milyon m³ ve göl alanı 19 km² dir. En yüksek işletme kotunda bu değerler sıra ile 186.8 milyon m³ ve 31.8 km² olmaktadır. Terkos Gölü'nün drenaj alanı 619 km² dir. Bu gölden elde edilebilecek ortalama yıllık verim 142 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Terkos Gölü'nden alınan su Kağıthane Arıtma Tesisleri'nde arıtıldıktan sonra şehre verilmektedir. Terkos Gölü'nden Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne su taşıyan üç iletim sistemi bulunmaktadır. İki adet su alma yapısı ve kondüvisi ile alınan sular iki pompa binasında yer alan pompalarla üç ayrı kota basılarak, üç iletim hattı beslenmektedir; eski galeri hattı, 1000 mm'lik boru hattı ve Alibeyköy aktarma hattı. Bunlardan eski galeri hattı ve 1000 mm'lik hat sularını Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne iletmektedir. Alibeyköy aktarma hattı ile

Alibeyköy Barajı havzasına aktarılan sular ise Alibeyköy Pompa İstasyonu'nda tekrar basılarak bir iletim hattı ile Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne taşınmaktadır.

2.1.2 Alibeyköy Barajı

Alibeyköy Barajı, Alibey Deresi üzerinde DSİ tarafından inşa edilmiş toprak dolgu bir barajdır. Temel taşıma gücü çok zayıf olan balçık, turbiyer alüvyondan meydana geldiğinden, gövde dolgusu oturmalar kontrol edilerek yaptırılmış ve 1966 yılı sonlarında başlayan inşaat 1972 yılında tamamlanmıştır. Temeldeki oturmaların hızlandırılması için kum drenler ve kum kazıklar yapılmış ve böylece inşaat süresi 30 yıldan 6 yıla indirilmiştir. Alibeyköy Baraj Rezervuarı, Alibey Deresi Havzası'nın sularını depolamanın yanında Terkos Gölü'nden aktarılan suların, Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne sevk edildiği bir ara depo vazifesini de görmektedir. Alibeyköy Barajı'nın drenaj alanı 160 km² dir. Aktif hacmi 35 milyon m³ olan barajın yıllık ortalama verimi 36 milyon m³ olarak hesaplanmıştır.

2.1.3 Büyükçekmece Barajı

Büyükçekmece Gölü'nün denizle olan bağlantısını kesmek amacıyla inşa edilen baraj, zonlu toprak dolgu barajdır. 1983 yılında DSİ tarafından inşaatına başlanan Büyükçekmece Barajı, 1987 yılında tamamlanmıştır. Barajın drenaj alanı 620 km² dir. Gölün aktif hacmi 162 milyon m³ ve yıllık ortalama verim 100 milyon m³ tür. Büyükçekmece Gölü'nde toplanan sular, Büyükçekmece İçme Suyu Tasfiye Tesisleri'nde arıtıldıktan sonra şehre isale edilmektedir.

2.1.4 Ömerli Barajı

İstanbul Anadolu Yakası'nda, Riva Çayı üzerinde 1968-1972 yılları arasında DSİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen Ömerli Barajı, önemli bir su kaynağıdır. Yılda 220 milyon m³ içme suyu temin edilebilen Ömerli Barajı aynı zamanda, Darlık Barajı'nın sularının aktarılmasında bir ara depo vazifesini görmektedir. Ömerli Barajı'nın 634 km² lik bir havzası vardır. Aktif hacmi 235 milyon m³ olan barajın yıllık ortalama verimi 220 milyon m³ tür. Ömerli Barajı'nda toplanan sular ham su

pompa istasyonu ile Emirli Arıtma Tesisleri'ne iletilmekte ve bu tesislerde arıtılan içme suyu, temiz su pompa istasyonu ile Ömerli-Dudullu-Çamlıca ve Pendik-Şihli isale hatlarına verilmek suretiyle İstanbul'a iletilmektedir.

2.1.5 Darlık Barajı

Darlık Barajı, İstanbul'a içme suyu temin etmek maksadıyla İSKİ tarafından 1986-1988 yılları arasında Darlık Çayı üzerinde inşa edilmiştir. Darlık Barajı'nın havzası 207 km² dir. Ömerli Barajı'nın yedek deposu olarak planlanan barajda toplanan sular Darlık Terfi Merkezi ile Ömerli Barajı'na aktarılmaktadır. Barajın yıllık ortalama verimi 97 milyon m³ tür. 1992 yılında inşa edilmiş olan Yeşilvadi Regülatörü ile yılda 10 milyon m³ su Darlık Barajı Rezervuarı'na terfi edilmektedir.

2.1.6 Elmalı Barajları

Göksu Nehri üzerinde ve Anadolu Hisarı'nın yaklaşık 3 km güneydoğusunda yer alan Elmalı Barajları'ndan ilki 1893 yılında inşa edilmiştir. 1916 yılındaki taşkımda barajda hasar meydana gelmiş; bu tahribat ancak 1926 yılında yapılan tamirat ile giderilebilmiştir. 1949'da baraj gövdesi 2.80 m yükseltilerek göl maksimum su seviyesi 29.6 kotundan 32.4 kotuna çıkarılmıştır. İkinci Elmalı Barajı 1956 yılında birincinin 1.5 km mansabında inşa edilmiştir. Elmalı Barajları'nın drenaj alanı 76 km² ve yıllık ortalama verimleri 15 milyon m³ tür.

2.1.7 Istranca Dereleri Üzerindeki Barajlar

Istranca Dereleri, İstanbul'un kuzeybatısında Terkos Gölü ile Bulgaristan sınırı arasında Yıldız Dağları'ndan çıkıp Karadeniz'e dökülen derelerin tamamına verilen isimdir. İSKİ, toplam 14 dereden 4 kademede 270 milyon m³/yıl suyu İstanbul'a temin etmeyi planlamaktadır. Istranca Dereleri üzerinde planlanan barajlardan, 1. kademede yer alan Düzdere, Kuzuludere, Büyükdere Barajları 1995 yılı içerisinde tamamlanmış; toplam 44 milyon m³/yıl su şehre verilmiştir. Bu barajlardan sağlanan su Terkos Gölü'ne isale edilmektedir. Büyükdere Barajı'ndan temin edilen su

miktarı 28.2 milyon m³/yıl, Kuzuludere'den sağlanan su miktarı 11.3 m³/yıl ve Düzdere'den sağlanan su miktarı 4.5 milyon m³/yıl dır.

2.1.8 Şile Kuyuları

İSKİ tarafından inşa ettirilen 4 adet keson kuyu, Ocak 1996'da tamamlanmış ve 30 milyon m³/yıl su Darlık Barajı Rezervuarı'na terfi edilmiştir. [2]

Tablo 2.1

SU KAYNAKLARI	ORTALAMA VERİM (10 ⁶ m ³ /yıl)	TAMAMLANMA YILI
Avrupa Yakası		
Terkos Gölü	142	1883
Alibeyköy Barajı	36	1972
Büyükçekmece Barajı	100	1987
Istranca Dereleri 1. Kısım	44	1995
Bentler ve Yeraltı Suları	10	
Ara Toplam	332	
Asya Yakası		
Elmalı Barajları	15	1893,1956
Ömerli Barajı	220	1972
Darlık Barajı	97	1988
Yeşilvadi Regülatörü	10	1992
Şile Kuyuları	30	1996
Ara Toplam	372	
TOPLAM	704	

BÖLÜM 3

İSTANBUL'UN İÇME SUYU SORUNU

3.1 SU SORUNUNU DOĞURAN NEDENLER

İstanbul, bugün nüfusu 10 milyon civarında olan, birçok Avrupa ülkesinden daha büyük bir kenttir. Türkiye sanayi ve ticaretinin yarısını bünyesinde bulunduran İstanbul'un nüfus artış hızı Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katıdır. Bunun en büyük sebebi göçtür. Her yıl 400.000 civarında nüfus İstanbul'a göç etmektedir. Bu rakamın Anadolu'da büyük bir şehir olduğu dikkate alınırsa İstanbul'a sırf göçten dolayı her yıl bir şehir ilave olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumda projelendirme için yapılan tahminler gerçekleşenin çok altında kalmakta ve İstanbul'da içme suyu, kanalizasyon, atıksuların arıtılması ve ulaşım gibi sorunlar çözülememekte; sürekli askıda kalmaktadır. İstanbul'a göçler ve sanayinin sağlıksız gelişmesi, çarpık şehirleşme ve alt yapı tesislerinin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır.

3.2 İSTANBUL'UN NÜFUS VE SU İHTİYACI TAHMİNİ

İstanbul için nüfus tahmin formülleri geçerli olmadığından gelecekteki nüfus için doğru ve sıhhatli bir tahminde bulunabilmek oldukça zordur. İstanbul'un 1955 yılındaki nüfusu 1.268.771, 1990 yılındaki ise 6.620.241 dir. 1955 yılından bu yana İstanbul, yıllık ortalama %4.9 büyüme hızı göstermiştir. Bu değer Türkiye ortalaması olan %2.4'ün iki katıdır. İstanbul'un su ihtiyacını tahmin edebilmek için iki ayrı kabul yapılmış; birincisinde nüfusun yıllık %4.9 büyüme hızı ile arttığı, ikincisinde ise büyüme hızının zaman içerisinde ülke ortalaması olan %2.4'e gerilediği varsayılmıştır. Buna göre tablo 3.1 ve tablo 3.2 düzenlenerek şehrin 2020 yılına kadar olan su ihtiyacı hesaplanmıştır.

Tablo 3.1

YILLAR	NÜFUS	EVSEL SU İHTİYACI (m ³ /gün)	SANAYİ SU İHTİYACI (m ³ /gün)	TOPLAM SU İHTİYACI (m ³ /gün)
1995	10.000.000	2.500.000	370.000	2.870.000
2000	12.702.156	3.175.539	450.000	3.625.539
2010	20.494.264	5.123.566	460.000	5.583.566
2020	33.066.422	8.266.606	520.000	8.786.606

Tablo 3.1 de evsel su ihtiyacı hesaplanırken kişi başına günde 250 litre su harcandığı kabul edilmiştir. Bu miktar brüt su ihtiyacı olarak düşünülmüş; %40 lara varan şebeke kayıpları da göz önüne alınmıştır. Toplam su ihtiyacı 1995 yılında yaklaşık 1.050 milyon m³/yıl, 2000 yılında 1.327 milyon m³/yıl, 2010 yılında 2.038 milyon m³/yıl, 2020 yılında ise 3.216 milyon m³/yıl olmaktadır.

Tablo 3.2

YILLAR	NÜFUS	EVSEL SU İHTİYACI (m ³ /gün)	SANAYİ SU İHTİYACI (m ³ /gün)	TOPLAM SU İHTİYACI (m ³ /gün)
1995	10.000.000	2.500.000	370.000	2.870.000
2000	12.702.156	3.175.539	450.000	3.625.539
2010	17.917.646	4.479.412	460.000	4.939.412
2020	22.713.314	5.678.329	520.000	6.198.329

1995-2000 yılları arasında büyüme hızı yıllık %4.9, 2000-2010 yılları arasında büyüme hızı yıllık %3.5, 2010-2020 yılları arasında büyüme hızı yıllık %2.4 olarak varsayılmıştır. Buna göre toplam su ihtiyacı 1995 yılında yaklaşık 1.050 milyon m³/yıl, 2000 yılında 1.327 milyon m³/yıl, 2010 yılında 1.803 milyon m³/yıl, 2020 yılında ise 2.269 milyon m³/yıl olmaktadır.

3.3 İSTANBUL'UN GELECEKTEKİ SU KAYNAKLARI

İstanbul'a yakın gelecekte su temin etmek için Sazlıdere Barajı, Istranca Sistemi'nin 2., 3., 4. kademeleri ve Kirazdere Barajı planlanmıştır. Orta ve uzun vadede su sorununu çözebilmek için de Yeşilçay Sistemi ve Büyük Melen Sistemi.

önerilmektedir. Büyük İstanbul İçme ve Kullanma Suyu Projesi ile ilgili şekil Ek A da verilmiştir.

3.3.1 Sazlıdere Barajı

Sazlıdere Barajı, Büyükçekmece Gölü'nün 6 km membasında yer almaktadır. Baraj inşaatı 1996 yılında tamamlanmış; Nisan ayında su tutulmaya başlanmıştır. 47 m yüksekliğindeki barajın emniyetli verimi, yıllık 55 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Sazlıdere'den gelen suların arıtılmasının planlandığı İkitelli Arıtma Tesisi ve isale hattı inşaatına ise henüz başlanmamıştır.

3.3.2 Kirazdere Barajı

Kirazdere Barajı, İzmit'in 10 km güneyinde yer almaktadır. Baraj inşaatı halen devam etmektedir. 140 milyon m³ yıllık verimin 40 milyon m³ lük bölümü İstanbul su temini projesi kapsamı dışında kalan İzmit ve civarında kullanılacak, geri kalan 100 milyon m³ lük bölümü ise İstanbul'a verilecektir. Kirazdere (Yuvacık) Barajı'nın 2000 yılında tamamlanması planlanmaktadır.

3.3.3 Istranca Sistemi

4 kademede toplam 14 dereden 270 milyon m³/yıl suyun Terkos Gölü'ne akıtılması öngörülmektedir. 1995 yılında, 1. kademe tamamlanarak 44 milyon m³/yıl su temin edilmiştir. 2. kademede Elmalidere, Sultanbahçedere, Kazandere ve Pabuçdere üzerine yapılacak regülatör ve barajlarla 96.4 milyon m³/yıl su, 3. kademede Panayırdere, Yavuzdere, Bulanıkdere, Madradere ve Çavuşdere üzerine yapılacak regülatör ve barajlarla 68 milyon m³/yıl su, son kademede de Balabandere üzerine yapılacak regülatör ve barajla 61.6 milyon m³/yıl su sağlanması düşünülmektedir.

3.3.4 Yeşilçay Sistemi

Yeşilçay Projesi, ilk aşamada İstanbul Boğazı'nın 60 km doğusunda yer alan Çanak ve Göksu Dereleri üzerinde, Sungurlu ve İsaköy Regülatörleri'nin inşa edilerek yılda

145 milyon m³ suyun alınmasını öngörmektedir. Sungurlu Regülatörü'nden alınacak 8 m³/s lik suyun 4 km uzunluğundaki bir kanalla İsaköy Regülatörü'ne iletilmesi, buradan toplam 12 m³/s lik suyun İsaköy Pompa İstasyonu vasıtasıyla Darlık Barajı güneyindeki mevcut tünele ve buradan da Emirli'de yapılacak arıtma tesislerine aktarılması düşünülmektedir. Regülatörlerin inşaatına 1996 yılında başlanması planlanmaktadır. DSİ Genel Müdürlüğü Yeşilçay Projesi'nin daha sonraki aşamalarında İsaköy, Sungurlu ve Kabakoz Barajları'nın inşa edilmesine veya bu üç barajın yerine Yeşilçay ve Kabakoz Barajları'nın inşaatına karar verecektir. Bu iki alternatiften 1. si yapıldığı takdirde 335 milyon m³/yıl su, 2. si yapıldığı takdirde 355 milyon m³/yıl su temin edilebilecektir.

3.3.5 Büyük Melen Sistemi

İstanbul kentinin uzun vadeli içme suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla önerilen en büyük kaynak Büyük Melen Çayı'dır. İstanbul Boğazı'nın 170 km doğusunda yer alan Büyük Melen Çayı'nın beş aşama halinde geliştirilmesi planlanmıştır. 1. aşamada baraj yapılmadan Melen Regülatörü (268 milyon m³/yıl kapasiteli) ve Melen-Ömerli ana isale hattının yapımı, 2. aşamada Melen'den gelecek ham suyu arıtacak Ömerli Arıtma Tesisleri ve Ömerli Arıtma Tesisleri ile Kağıthane Su Dağıtım Merkezi'ni birbirine bağlayan ana isale hattının inşaatı önerilmektedir. 2. aşamada İstanbul Boğazı'ndan geçen 3 km uzunluğunda 3.6 m çaplı bir tünel de planlanmıştır. 3. aşamada Melen Barajı'nın yapımı, Ömerli Arıtma Tesisleri'nin genişletilmesi ve Ömerli üzerinden Kağıthane'ye ulaşan ilave isale hattının yapımı, 4. aşamada Ömerli Arıtma Tesisleri'nin genişletilmesi dahil Melen'i Ömerli üzerinden Kağıthane'ye bağlayan yeni bir isale hattının yapılması önerilmiştir. Son aşamada ise Ömerli Arıtma Tesisleri'nin daha da genişletilmesi ve Melen'i Ömerli üzerinden Kağıthane'ye bağlayacak 4. isale hattının inşa edilmesi planlanmıştır. Büyük Melen Barajı'nın inşa edilmesi ile 2005 yılında 307 milyon m³/yıl su, 2010 yılında 3. isale hattının yapımı ile yine 307 milyon m³/yıl su alınması düşünülmüştür. 2020 yılında 4. isale hattından alınacak 308 milyon m³/yıl su ile Melen Sistemi'nden temin edilecek su miktarı yılda toplam 1.190 milyon m³'e ulaşmaktadır.

Melen'den Ömerli'ye giden iletim hattı etüd edildiğinde, bir boru hattının inşası Şile-Ömerli geçidinin topografik yapısı yüzünden uygun bulunmamıştır. DSİ, bu nedenle bir açık kanal vazifesi görececek olan Alacalı Barajı'nın inşa edilmesini uygun görmüştür. Alacalı Barajı açık bir kanal olarak kullanılacağından, kendi drenaj alanından gelecek ilave su miktarı düşük olacaktır. [2]

Tablo 3.3 İstanbul'un gelecekteki su kaynakları

SU KAYNAKLARI	ORTALAMA VERİM (10 ⁶ m ³ /yıl)	PLANLANAN DEVREYE GİRİŞ YILI
Avrupa Yakası		
Sazlıdere Barajı	55	1997
Istranca Sistemi 2,3,4	226	1997,1998,2000
Ara Toplam	281	
Asya Yakası		
Kirazdere Barajı	100	2000
Yeşilçay Sistemi 1,2	335	2001,2020
Melen Sistemi 1,2,3,4	1190	2002,2005,2010,2020
Ara Toplam	1625	
TOPLAM	1906	

Mevcut su kaynakları (704 milyon m³/yıl) ve planlanan su kaynaklarının (1.906 milyon m³/yıl) toplamı 2020 yılında 2.610 milyon m³/yıl olmaktadır. İstanbul'un nüfusu tablo 3.1 de görüldüğü gibi yıllık %4.9 büyüme hızı ile artarsa 2020 yılında su ihtiyacı 3.216 milyon m³/yıl olmakta ve mevcut su miktarı şehre yetmemektedir. İstanbul'un nüfus artışında büyük rol oynayan göç, zaman içerisinde azaltılarak büyüme hızı ülke ortalaması olan yıllık %2.4'e düşürülebilirse tablo 3.2 de görüldüğü gibi yıllık su ihtiyacı 2.269 milyon m³'e inmektedir. İstanbul'a göçün azaltılabilmesi için göç sebepleri ortadan kaldırılmalıdır. Anadolu'ya uygun yatırımlar yapılması suretiyle iş imkanları arttırılmalı, ziraat, hayvancılık, sanayi ve ticaret geliştirilmelidir.

BÖLÜM 4

MELEN ÇAYI'NIN DEBİSİNİN BELİRLENMESİ

4.1 MELEN REGÜLATÖRÜ AKSINDAKİ DEBİNİN HESAPLANMASI

Büyük Melen Çayı üzerindeki akım gözlem istasyonları incelenmiş ve regülatör aks yerine en yakın Elektrik İşleri Etüd İdaresi'nin iki istasyonunun akım değerleri dikkate alınmıştır. Büyük Melen Çayı'nın bir kolu olan Lahna Deresi üzerindeki Ortaköy İstasyonu'nun yağış alanı 104.8 km^2 ve Melen Çayı üzerindeki Beyler İstasyonu'nun yağış alanı 2174 km^2 dir. 1981 yılından 1991 yılına kadar gözlenmiş olan aylık ortalama akım değerleri, yağış alanları oranınca Melen regülatörü yerine taşınmıştır. Melen Barajı'nın yağış alanı 2317 km^2 dir. Regülatörün, barajın 650 m mansabında inşa edilmesi düşünüldüğünden regülatör ile baraj arasında kalan drenaj alanı ihmal edilmiştir.

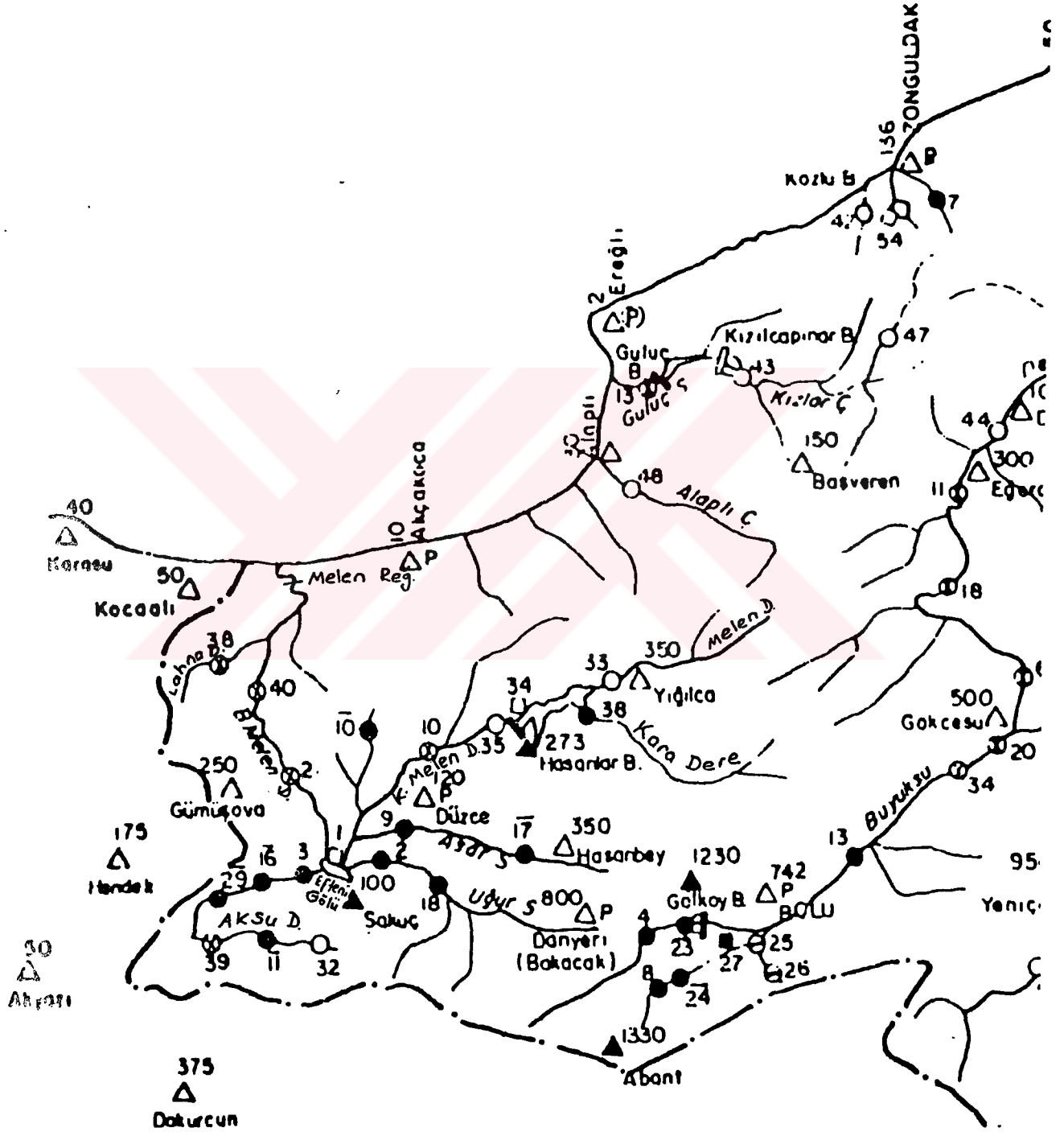
1338 nolu Ortaköy İstasyonu'nun yağış alanı: 104.8 km^2 .

1340 nolu Beyler İstasyonu'nun yağış alanı: 2174 km^2 .

Melen Regülatörü'nün yağış alanı: 2317 km^2 .

$104.8+2174=2278.8 \text{ km}^2$. $2317/2278.8=1.017$. İki istasyonun akım değerleri toplanıp 1.017 ile çarpılarak, Melen Regülatörü aks yerinde, 11 yıl süresindeki aylık ortalama akım değerleri m^3/s olarak bulunmuştur. 132 ay süresince gözlenmiş olan akımların ortalaması, $51.78 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır.

KARADENİZ



Şekil 4.1

Tablo 4.1:1981 yılında, 1338 ve 1340 nolu istasyonlarda gözlenen akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	5.19	23.65
KASIM	1.9	55.17
ARALIK	3.34	117.5
OCAK	3.55	112.5
ŞUBAT	6.11	89.2
MART	5.11	181.8
NİSAN	0.66	64.6
MAYIS	0.62	60.84
HAZİRAN	0.33	23.77
TEMMUZ	3.56	23.85
AĞUSTOS	0.4	12.87
EYLÜL	0.21	18.62

Tablo 4.2:1982 yılındaki akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	0.31	9.26
KASIM	0.57	19.81
ARALIK	2.97	93.87
OCAK	3.69	102
ŞUBAT	3.11	72
MART	3.59	82.02
NİSAN	2.19	116.4
MAYIS	0.57	30.09
HAZİRAN	0.35	21.73
TEMMUZ	0.24	16.14
AĞUSTOS	0.37	17.65
EYLÜL	0.36	32.79

Tablo 4.3:1983 yılındaki akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	0.13	12.02
KASIM	0.55	10.71
ARALIK	1.07	13.11
OCAK	4.47	56.46
ŞUBAT	2.3	117.3
MART	4.6	138.1
NİSAN	1.31	106.2
MAYIS	0.29	29.37
HAZİRAN	0.73	18.01
TEMMUZ	0.58	44.2
AĞUSTOS	0.66	48.22
EYLÜL	0.25	12.71

Tablo 4.4:1984 yılındaki akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	3.64	62.73
KASIM	6.49	102.1
ARALIK	2.7	58.25
OCAK	2.44	36.23
ŞUBAT	2.57	57.44
MART	1.63	58.75
NİSAN	4.1	118.2
MAYIS	1.15	53.63
HAZİRAN	0.59	27.03
TEMMUZ	1.48	21.46
AĞUSTOS	0.94	19.96
EYLÜL	0.3	10.95

Tablo 4.5:1985 yılındaki akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	0.29	8.78
KASIM	2.9	31.87
ARALIK	1.62	32.23
OCAK	2.92	39.55
ŞUBAT	4.09	98.79
MART	4.5	143.9
NİSAN	1.08	100.4
MAYIS	0.42	29.99
HAZİRAN	0.24	17.04
TEMMUZ	0.17	16.29
AĞUSTOS	0.1	5
EYLÜL	0.19	6.08

Tablo 4.6:1986 yılındaki akım değerleri (m^3/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	3.85	40.37
KASIM	2.19	32.44
ARALIK	2.97	78.68
OCAK	5.68	111.9
ŞUBAT	3.99	82.58
MART	2.72	54.09
NİSAN	0.64	25.71
MAYIS	0.49	19.75
HAZİRAN	0.19	14.77
TEMMUZ	0.07	11.63
AĞUSTOS	0.45	8.96
EYLÜL	0.22	6.99

Tablo 4.7:1987 yılında, 1338 ve 1340 nolu istasyonlarda gözlenen akım değerleri (m³/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	0.52	8.56
KASIM	4.11	27.54
ARALIK	2.09	33.78
OCAK	5.81	100.6
ŞUBAT	2.81	70.68
MART	7.19	97.21
NİSAN	3.81	104.2
MAYIS	1.23	60.53
HAZİRAN	0.53	31.17
TEMMUZ	0.7	20.5
AĞUSTOS	0.5	12.52
EYLÜL	0.19	8.29

Tablo 4.8:1988 yılındaki akım değerleri (m³/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	0.94	10.82
KASIM	2.93	33.98
ARALIK	5.79	106.7
OCAK	3.1	54.71
ŞUBAT	3.41	48.55
MART	2.5	84.8
NİSAN	0.98	67.2
MAYIS	0.55	36.23
HAZİRAN	0.48	38.43
TEMMUZ	0.84	31.81
AĞUSTOS	0.39	12.05
EYLÜL	0.21	12.4

Tablo 4.9:1989 yılındaki akım değerleri (m³/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	2.92	25.15
KASIM	4.59	80.22
ARALIK	3.06	81.54
OCAK	2.06	56
ŞUBAT	1.22	39.22
MART	1.15	71.87
NİSAN	0.43	18.8
MAYIS	0.59	16.61
HAZİRAN	0.35	17.14
TEMMUZ	0.19	14.89
AĞUSTOS	0.04	8.33
EYLÜL	0.1	9.41

Tablo 4.10:1990 yılındaki akım değerleri (m³/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	1.96	19.2
KASIM	4.28	68.8
ARALIK	3.55	106
OCAK	2.82	63.3
ŞUBAT	2.35	73.4
MART	1.86	66
NİSAN	0.36	62.3
MAYIS	1.63	103
HAZİRAN	1.35	27.9
TEMMUZ	1.21	16.7
AĞUSTOS	0.16	10.6
EYLÜL	0.61	19.3

Tablo 4.11:1991 yılındaki akım değerleri (m³/s).

AYLAR	1338	1340
EKİM	3.16	36.2
KASIM	2.21	19.1
ARALIK	1.63	37.9
OCAK	3.02	29
ŞUBAT	7.61	121
MART	2.67	85.7
NİSAN	2.58	79.1
MAYIS	1.55	53.6
HAZİRAN	1.78	71
TEMMUZ	1.18	61.9
AĞUSTOS	0.25	13.8
EYLÜL	0.84	20.4

Tablo 4.12 Melen Regülatörü yerindeki aylık ortalama akım değerleri (m ³ /s)												
AYLAR	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
EKİM	29.32	9.73	12.35	67.48	9.22	44.96	9.23	11.96	28.54	21.51	40.02	
KASIM	58.03	20.72	11.45	110.41	35.35	35.21	32.18	37.53	86.23	74.31	21.67	
ARALIK	122.87	98.46	14.42	61.97	34.42	83.02	36.47	114.38	86.02	111.39	40.19	
OCAK	118.00	107.46	61.95	39.32	43.18	119.55	108.19	58.78	59.03	67.23	32.56	
ŞUBAT	96.91	76.37	121.60	61.02	104.60	88.02	74.72	52.83	41.12	77.02	130.77	
MART	190.04	87.05	145.09	61.39	150.89	57.76	106.15	88.76	74.24	69.00	89.85	
NİSAN	66.35	120.58	109.31	124.35	103.18	26.79	109.82	69.32	19.55	63.71	83.05	
MAYIS	62.49	31.17	30.16	55.70	30.92	20.58	62.80	37.40	17.49	106.38	56.07	
HAZİRAN	24.50	22.45	19.05	28.08	17.57	15.21	32.23	39.56	17.78	29.74	74.00	
TEMMUZ	27.87	16.65	45.53	23.32	16.74	11.90	21.56	33.20	15.33	18.21	64.14	
AĞUSTOS	13.49	18.32	49.70	21.25	5.19	9.57	13.24	12.65	8.51	10.94	14.29	
EYLÜL	19.15	33.71	13.18	11.44	6.38	7.33	8.62	12.82	9.67	20.24	21.60	

(Tablo 4.13) Melen Regülatörü kesitinde debi süreklilik çizgisinin elde edilmesi									
DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132	DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132
190.04	1	Q ≥ 190.04	1	0.008	96.91	1	Q ≥ 96.91	23	0.174
150.89	1	Q ≥ 150.89	2	0.015	89.85	1	Q ≥ 89.85	24	0.182
145.09	1	Q ≥ 145.09	3	0.023	88.76	1	Q ≥ 88.76	25	0.189
130.77	1	Q ≥ 130.77	4	0.030	88.02	1	Q ≥ 88.02	26	0.197
124.35	1	Q ≥ 124.35	5	0.038	87.05	1	Q ≥ 87.05	27	0.205
122.87	1	Q ≥ 122.87	6	0.045	86.23	1	Q ≥ 86.23	28	0.212
121.60	1	Q ≥ 121.60	7	0.053	86.02	1	Q ≥ 86.02	29	0.220
120.58	1	Q ≥ 120.58	8	0.061	83.05	1	Q ≥ 83.05	30	0.227
119.55	1	Q ≥ 119.55	9	0.068	83.02	1	Q ≥ 83.02	31	0.235
118.00	1	Q ≥ 118.00	10	0.076	77.02	1	Q ≥ 77.02	32	0.242
114.38	1	Q ≥ 114.38	11	0.083	76.37	1	Q ≥ 76.37	33	0.250
111.39	1	Q ≥ 111.39	12	0.091	74.72	1	Q ≥ 74.72	34	0.258
110.41	1	Q ≥ 110.41	13	0.098	74.31	1	Q ≥ 74.31	35	0.265
109.82	1	Q ≥ 109.82	14	0.106	74.24	1	Q ≥ 74.24	36	0.273
109.31	1	Q ≥ 109.31	15	0.114	74.00	1	Q ≥ 74.00	37	0.280
108.19	1	Q ≥ 108.19	16	0.121	69.32	1	Q ≥ 69.32	38	0.288
107.46	1	Q ≥ 107.46	17	0.129	69.00	1	Q ≥ 69.00	39	0.295
106.38	1	Q ≥ 106.38	18	0.136	67.48	1	Q ≥ 67.48	40	0.303
106.15	1	Q ≥ 106.15	19	0.144	67.23	1	Q ≥ 67.23	41	0.311
104.60	1	Q ≥ 104.60	20	0.152	66.35	1	Q ≥ 66.35	42	0.318
103.18	1	Q ≥ 103.18	21	0.159	64.14	1	Q ≥ 64.14	43	0.326
98.46	1	Q ≥ 98.46	22	0.167	63.71	1	Q ≥ 63.71	44	0.333

Tablo 4.13'ün devamı									
DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132	DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132
62.80	1	Q ≥ 62.80	45	0.341	37.53	1	Q ≥ 37.53	67	0.508
62.49	1	Q ≥ 62.49	46	0.348	37.40	1	Q ≥ 37.40	68	0.515
61.97	1	Q ≥ 61.97	47	0.356	36.47	1	Q ≥ 36.47	69	0.523
61.95	1	Q ≥ 61.95	48	0.364	35.35	1	Q ≥ 35.35	70	0.530
61.39	1	Q ≥ 61.39	49	0.371	35.21	1	Q ≥ 35.21	71	0.538
61.02	1	Q ≥ 61.02	50	0.379	34.42	1	Q ≥ 34.42	72	0.545
59.03	1	Q ≥ 59.03	51	0.386	33.71	1	Q ≥ 33.71	73	0.553
58.78	1	Q ≥ 58.78	52	0.394	33.20	1	Q ≥ 33.20	74	0.561
58.03	1	Q ≥ 58.03	53	0.402	32.56	1	Q ≥ 32.56	75	0.568
57.76	1	Q ≥ 57.76	54	0.409	32.23	1	Q ≥ 32.23	76	0.576
56.07	1	Q ≥ 56.07	55	0.417	32.18	1	Q ≥ 32.18	77	0.583
55.70	1	Q ≥ 55.70	56	0.424	31.17	1	Q ≥ 31.17	78	0.591
52.83	1	Q ≥ 52.83	57	0.432	30.92	1	Q ≥ 30.92	79	0.598
49.70	1	Q ≥ 49.70	58	0.439	30.16	1	Q ≥ 30.16	80	0.606
45.53	1	Q ≥ 45.53	59	0.447	29.74	1	Q ≥ 29.74	81	0.614
44.96	1	Q ≥ 44.96	60	0.455	29.32	1	Q ≥ 29.32	82	0.621
43.18	1	Q ≥ 43.18	61	0.462	28.54	1	Q ≥ 28.54	83	0.629
41.12	1	Q ≥ 41.12	62	0.470	28.08	1	Q ≥ 28.08	84	0.636
40.19	1	Q ≥ 40.19	63	0.477	27.87	1	Q ≥ 27.87	85	0.644
40.02	1	Q ≥ 40.02	64	0.485	26.79	1	Q ≥ 26.79	86	0.652
39.56	1	Q ≥ 39.56	65	0.492	24.50	1	Q ≥ 24.50	87	0.659
39.32	1	Q ≥ 39.32	66	0.500	23.32	1	Q ≥ 23.32	88	0.667

Tablo 4.13'ün devamı

DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132	DEBİ (m ³ /s)	n (gün)	Q ≥ Q _t	N	N/132
22.45	1	Q ≥ 22.45	89	0.674	14.29	1	Q ≥ 14.29	111	0.841
21.67	1	Q ≥ 21.67	90	0.682	13.49	1	Q ≥ 13.49	112	0.848
21.60	1	Q ≥ 21.60	91	0.689	13.24	1	Q ≥ 13.24	113	0.856
21.56	1	Q ≥ 21.56	92	0.697	13.18	1	Q ≥ 13.18	114	0.864
21.51	1	Q ≥ 21.51	93	0.705	12.82	1	Q ≥ 12.82	115	0.871
21.25	1	Q ≥ 21.25	94	0.712	12.65	1	Q ≥ 12.65	116	0.879
20.72	1	Q ≥ 20.72	95	0.720	12.35	1	Q ≥ 12.35	117	0.886
20.58	1	Q ≥ 20.58	96	0.727	11.96	1	Q ≥ 11.96	118	0.894
20.24	1	Q ≥ 20.24	97	0.735	11.90	1	Q ≥ 11.90	119	0.902
19.55	1	Q ≥ 19.55	98	0.742	11.45	1	Q ≥ 11.45	120	0.909
19.15	1	Q ≥ 19.15	99	0.750	11.44	1	Q ≥ 11.44	121	0.917
19.05	1	Q ≥ 19.05	100	0.758	10.94	1	Q ≥ 10.94	122	0.924
18.32	1	Q ≥ 18.32	101	0.765	9.73	1	Q ≥ 9.73	123	0.932
18.21	1	Q ≥ 18.21	102	0.773	9.67	1	Q ≥ 9.67	124	0.939
17.78	1	Q ≥ 17.78	103	0.780	9.57	1	Q ≥ 9.57	125	0.947
17.57	1	Q ≥ 17.57	104	0.788	9.23	1	Q ≥ 9.23	126	0.955
17.49	1	Q ≥ 17.49	105	0.795	9.22	1	Q ≥ 9.22	127	0.962
16.74	1	Q ≥ 16.74	106	0.803	8.62	1	Q ≥ 8.62	128	0.970
16.65	1	Q ≥ 16.65	107	0.811	8.51	1	Q ≥ 8.51	129	0.977
15.33	1	Q ≥ 15.33	108	0.818	7.33	1	Q ≥ 7.33	130	0.985
15.21	1	Q ≥ 15.21	109	0.826	6.38	1	Q ≥ 6.38	131	0.992
14.42	1	Q ≥ 14.42	110	0.833	5.19	1	Q ≥ 5.19	132	1.000

DEBİ SÜREKLİLİK ÇİZGİSİ



Şekil 4.2 Debi süreklilik çizgisi

Debi süreklilik çizgisinin elde edilmesi için hazırlanan tablo 4.13 teki semboller:

n : Debinin görüldüğü günlerin sayısı.

$Q \geq Q_t$: Debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu akım.

N : Debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu günlerin sayısı.

$N/132$: Debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu zaman yüzdesi.

Melen Regülatörü kesitinde, debi süreklilik çizgisinin çizilmesiyle çeşitli zaman yüzdelerinde akarsuda mevcut olan debiler okunabilir. Debi süreklilik çizgisinin incelenmesiyle ortalama debi olan $51.78 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin, ancak zamanın yüzde 44'ünde akarsuda mevcut olduğu görülmektedir. Dolayısıyla istenen ihtiyaç debisini sağlayabilmek için biriktirme haznesi yapılması gerekmektedir.

4.2 MELEN BARAJI'NIN HAZNE HACMİNİN BULUNMASI

4.2.1 Toplam Debi Çizgisi Yardımıyla Hazne Hacminin Hesabı

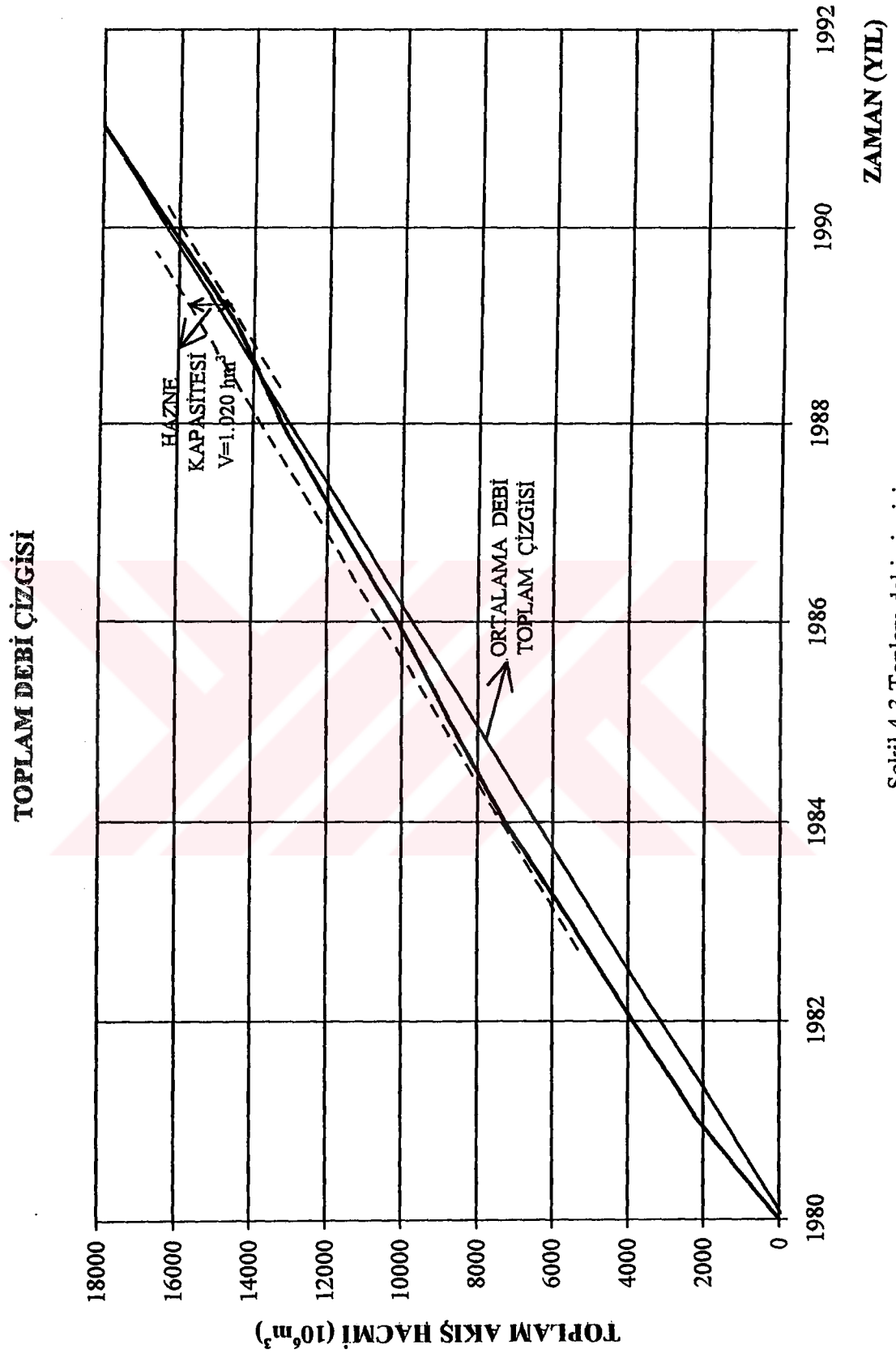
Toplam debi çizgisi elde edilirken, gözlenmiş yıllık akım hacimleri zaman içinde ardışık olarak toplanarak zamana göre noktalanmıştır. Toplam debi çizgisi zaman boyunca sürekli olarak yükselen bir çizgi olup herhangi bir noktasındaki eğimi o andaki debiyi ifade eder. Belli bir veriyi sürekli olarak sağlamak için gerekli hazne kapasitesini belirlerken toplam debi çizgisine bu veriyeye karşı gelen eğimde teğetler çizilir. Çizgiye yukarıdan değen bir teğet haznenin dolu olduğu bir noktayı gösterir. Böyle bir noktadaki teğetle daha sonraki bir anda çizgiye aşağıdan değen bir teğet arasındaki düşey uzaklık gerekli hazne kapasitesini verir. Melen Barajı için çizilen toplam debi çizgisinden hazne kapasitesi $1.020.000.000 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur. Tablo 4.14 te toplam debi grafiğinin çizilmesi için gerekli hesaplar yapılmıştır. [3]

(Tablo 4.14) Toplam debi çizgisinin elde edilmesi

YILLAR	YILLIK ORT. DEBİ (m ³ /sn)	YILLIK AKIM (m ³)	YILLIK AKIMLARIN TOPLAMI (m ³)
1981	69.08	2178506880	2178506880
1982	53.56	1693695744	3872202624
1983	52.82	1665731520	5537934144
1984	55.48	1749617280	7287551424
1985	46.47	1465477920	8753029344
1986	43.33	1366454880	10119484224
1987	51.27	1616850720	11736334944
1988	47.43	1499850432	13236185376
1989	38.63	1218235680	14454421056
1990	55.81	1760024160	16214445216
1991	55.68	1755924480	17970369696

4.2.2 Ardışık Tepeler Yöntemiyle Hazne Hacminin Hesabı

Bu yöntem ile hazne hacmi hesaplanırken aylık ortalama debiler kullanılmış; ihtiyaç debisi olarak da 51.78 m³/s alınmıştır. Aylık ortalama debiler ile ihtiyaç debileri ardarda toplanmıştır. Ardışık olarak toplanan ortalama debiler ile ihtiyaç debileri arasındaki farklar bulunmuş, daha sonra bunlar m³'e çevrilmiştir. Yapılan hesaplar tablo 4.15 te gösterilmiştir. Fark akım hacimleri zamana göre işaretlenerek ardışık tepeler grafiği çizilmiştir. Bu grafikte bir sonraki tepe bir öncekinden daha yüksek olacak şekilde ardışık tepe noktaları belirlenmiş ve iki tepe noktası arasındaki en çukur noktalarla aralarında olan farklar tespit edilmiştir. Bu farkların en büyüğü hazne hacmi olarak alınmıştır. Toplam debi çizgisi yönteminde grafik olarak yapılan işlemler, ardışık tepeler yönteminde hesapla yapıldığı için hazne kapasitesi daha hassas olarak 943.400.000 m³ bulunmuştur.



Şekil 4.3 Toplam debi çizgisi

Tablo 4.15 Ardışık Tepeler Yöntemiyle Hazne Hacminin bulunması				
AYLIK ORTALAMA DEBİLER (m ³ /s)	AYLIK ORT. DEBİLERİN TOPLAMI (m ³ /s)	İHTİYAÇ DEBİLERİNİN TOPLAMI (m ³ /s)	FARK DEBİLER (m ³ /s)	FARK AKIMLAR (m ³)
29.32	29.32	51.78	-22.46	-60156864
58.03	87.35	103.56	-16.21	-42024935
122.87	210.21	155.34	54.87	146970082
118.00	328.21	207.12	121.09	324321330
96.91	425.12	258.9	166.22	402108330
190.04	615.16	310.68	304.48	815515551
66.35	681.51	362.46	319.05	826984320
62.49	744.00	414.24	329.76	883236843
24.50	768.51	466.02	302.49	784045922
27.87	796.38	517.8	278.58	746138848
13.49	809.87	569.58	240.29	643589469
19.15	829.01	621.36	207.65	538240286
9.73	838.74	673.14	165.60	443556044
20.72	859.47	724.92	134.55	348744500
98.46	957.93	776.7	181.23	485405999
107.46	1065.39	828.48	236.91	634543874
76.37	1141.76	880.26	261.50	632622316
87.05	1228.81	932.04	296.77	794857318
120.58	1349.38	983.82	365.56	947541043
31.17	1380.56	1035.6	344.96	923934526
22.45	1403.01	1087.38	315.63	818107168
16.65	1419.66	1139.16	280.50	751297486
18.32	1437.98	1190.94	247.04	661683774
33.71	1471.69	1242.72	228.97	593490552
12.35	1484.04	1294.5	189.54	507674096
11.45	1495.49	1346.28	149.21	386758922
14.42	1509.91	1398.06	111.85	299579708
61.95	1571.86	1449.84	122.02	326822738
121.60	1693.47	1501.62	191.85	464115080
145.09	1838.56	1553.4	285.16	763768851
109.31	1947.87	1605.18	342.69	888254641
30.16	1978.03	1656.96	321.07	859948613

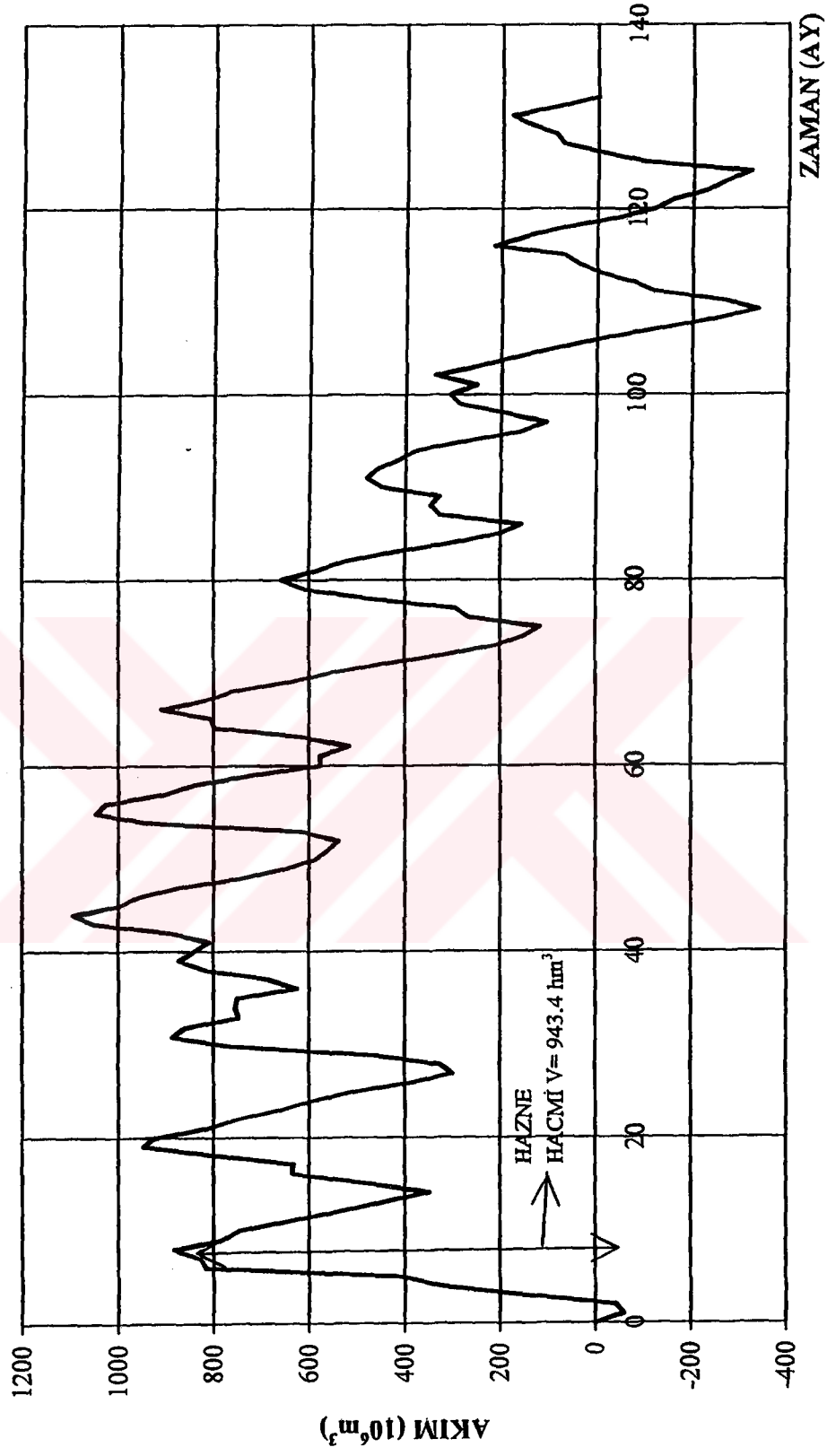
Tablo 4.15'in devamı				
AYLIK ORTALAMA DEBİLER (m ³ /s)	AYLIK ORT. DEBİLERİN TOPLAMI (m ³ /s)	İHTİYAÇ DEBİLERİNİN TOPLAMI (m ³ /s)	FARK DEBİLER (m ³ /s)	FARK AKIMLAR (m ³)
19.05	1997.08	1708.74	288.34	747382913
45.53	2042.61	1760.52	282.09	755557435
49.70	2092.31	1812.3	280.01	749984717
13.18	2105.49	1864.08	241.41	625733337
67.48	2172.97	1915.86	257.11	688648889
110.41	2283.38	1967.64	315.74	818404190
61.97	2345.35	2019.42	325.93	872981826
39.32	2384.67	2071.2	313.47	839604230
61.02	2445.69	2122.98	322.71	808577837
61.39	2507.08	2174.76	332.32	890087042
124.35	2631.43	2226.54	404.89	1049476361
55.70	2687.13	2278.32	408.81	1094953650
28.08	2715.21	2330.1	385.11	998209940
23.32	2738.54	2381.88	356.66	955268523
21.25	2759.79	2433.66	326.13	873497911
11.44	2771.23	2485.44	285.79	740755614
9.22	2780.45	2537.22	243.23	651460234
35.35	2815.80	2589	226.80	587866232
34.42	2850.22	2640.78	209.44	560957878
43.18	2893.40	2692.56	200.84	537928817
104.60	2998.00	2744.34	253.66	613664459
150.89	3148.89	2796.12	352.77	944864180
103.18	3252.07	2847.9	404.17	1047616420
30.92	3282.99	2899.68	383.31	1026664925
17.57	3300.56	2951.46	349.10	904873522
16.74	3317.30	3003.24	314.06	841173915
5.19	3322.48	3055.02	267.46	716375186
6.38	3328.86	3106.8	222.06	575576822
44.96	3373.82	3158.58	215.24	576499427
35.21	3409.03	3210.36	198.67	514954553
83.02	3492.05	3262.14	229.91	615789482
119.55	3611.60	3313.92	297.68	797307377
88.02	3699.62	3365.7	333.92	807823288
57.76	3757.38	3417.48	339.90	910398823

Tablo 4.15'in devamı				
AYLIK ORTALAMA DEBİLER (m ³ /s)	AYLIK ORT. DEBİLERİN TOPLAMI (m ³ /s)	İHTİYAÇ DEBİLERİNİN TOPLAMI (m ³ /s)	FARK DEBİLER (m ³ /s)	FARK AKIMLAR (m ³)
26.79	3784.18	3469.26	314.92	816261473
20.58	3804.75	3521.04	283.71	759902200
15.21	3819.97	3572.82	247.15	640601801
11.90	3831.86	3624.6	207.26	555130236
9.57	3841.43	3676.38	165.05	442068923
7.33	3848.76	3728.16	120.60	312596472
9.23	3857.99	3779.94	78.05	209056353
32.18	3890.17	3831.72	58.45	151510840
36.47	3926.64	3883.5	43.14	115558369
108.19	4034.84	3935.28	99.56	266657019
74.72	4109.56	3987.06	122.50	296352614
106.15	4215.71	4038.84	176.87	473729499
109.82	4325.53	4090.62	234.91	608889122
62.80	4388.33	4142.4	245.93	658688795
32.23	4420.56	4194.18	226.38	586770781
21.56	4442.11	4245.96	196.15	525376185
13.24	4455.35	4297.74	157.61	422145981
8.62	4463.97	4349.52	114.45	296663227
11.96	4475.93	4401.3	74.63	199890440
37.53	4513.46	4453.08	60.38	156503070
114.38	4627.83	4504.86	122.97	329376144
58.78	4686.61	4556.64	129.97	348122482
52.83	4739.45	4608.42	131.03	328296394
88.76	4828.21	4660.2	168.01	449993938
69.32	4897.53	4711.98	185.55	480949242
37.40	4934.93	4763.76	171.17	458456253
39.56	4974.49	4815.54	158.95	411998951
33.20	5007.69	4867.32	140.37	375960395
12.65	5020.34	4919.1	101.24	271150678
12.82	5033.16	4970.88	62.28	161423149
28.54	5061.70	5022.66	39.04	104559360
86.23	5147.93	5074.44	73.49	190485252
86.02	5233.95	5126.22	107.73	288538268

Tablo 4.15'in devamı

AYLIK ORTALAMA DEBİLER (m ³ /sn)	AYLIK ORT. DEBİLERİN TOPLAMI (m ³ /sn)	İHTİYAÇ DEBİLERİNİN TOPLAMI (m ³ /sn)	FARK DEBİLER (m ³ /sn)	FARK AKIMLAR (m ³)
59.03	5292.98	5178	114.98	307965432
41.12	5334.10	5229.78	104.32	252368583
74.24	5408.34	5281.56	126.78	339575784
19.55	5427.90	5333.34	94.56	245087675
17.49	5445.38	5385.12	60.26	161410447
17.78	5463.17	5436.9	26.27	68083923
15.33	5478.50	5488.68	-10.18	-27266822
8.51	5487.01	5540.46	-53.45	-143160365
9.67	5496.68	5592.24	-95.56	-247692917
21.51	5518.19	5644.02	-125.83	-337011901
74.31	5592.50	5695.8	-103.30	-267755606
111.39	5703.89	5747.58	-43.69	-117030986
67.23	5771.11	5799.36	-28.25	-75654036
77.02	5848.13	5851.14	-3.01	-7272522
69.00	5917.13	5902.92	14.21	38063769
63.71	5980.84	5954.7	26.14	67759457
106.38	6087.23	6006.48	80.75	216269284
29.74	6116.97	6058.26	58.71	152166015
18.21	6135.18	6110.04	25.14	67324941
10.94	6146.12	6161.82	-15.70	-42059918
20.24	6166.36	6213.6	-47.24	-122445093
40.02	6206.38	6265.38	-59.00	-158025116
21.67	6228.05	6317.16	-89.11	-230979847
40.19	6268.24	6368.94	-100.70	-269714734
32.56	6300.80	6420.72	-119.92	-321202266
130.77	6431.56	6472.5	-40.94	-99035447
89.85	6521.41	6524.28	-2.87	-7676044
83.05	6604.46	6576.06	28.40	73621385
56.07	6660.54	6627.84	32.70	87577796
74.00	6734.54	6679.62	54.92	142347014
64.14	6798.68	6731.4	67.28	180190037
14.29	6812.96	6783.18	29.78	79764830
21.60	6834.56	6834.96	-0.40	-1045026

ARDIŞIK TEPELER YÖNTEMİ



Şekil 4.4 Ardışık tepeler yöntemi

BÖLÜM 5

BÜYÜK MELEN SİSTEMİ'NİN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 BÜYÜK MELEN PROJESİ

İstanbul'a su temin etmek amacıyla, uzun vadeli bir çözüm olarak öngörülen Büyük Melen Projesi için 1991 yılında Japon Nippon Koei Firması tarafından bir fizibilite etüdü yapılmıştır. Bu etüde Melen Projesi'nin 5 aşamada geliştirilmesi önerilmiştir.

1. aşamada Melen Çayı üzerinde baraj yapılmadan önce bir su alma yapısının inşa edilmesi önerilmektedir. İlk aşamada bir regülatör inşa edilerek yılda 268 milyon m³ su temin edilmesi düşünülmektedir. [4]

Regülatör yerine Melen Barajı'nın memba batardosunun inşa edilmesi Büyük Melen Sistemi'nin yeniden değerlendirilmesi kapsamında bu çalışmada incelenmiştir. 1991 yılında yapılan fizibilite çalışmasında Melen Barajı'nın 3. aşamada inşa edilmesi düşünülmüştür. Regülatör ile sağlanması düşünülen 8.5 m³/s lik su, barajın memba batardosu yapılarak batardo haznesinden alınabilir. Fizibilite etüdünde firmanın vermiş olduğu Büyük Melen Barajı ve su alma yapısının genel planı Ek B de verilmiştir. Bilindiği gibi baraj inşaatlarında baraj gövdesinin yapılabilmesi için akarsu akımlarının, baraj yerinden önce tünele alınması ve baraj yerinden daha ileride bir yerde tekrar akarsu yatağına bırakılması gereklidir. Bunun için tünelle beraber bir de batardo gerekir. Ek B de verilmiş olan genel planda çevirme için iki tane 7 m çaplı derivasyon tüneli önerilmiştir. Bu çalışmada, derivasyon tünellerinin hidrolik hesapları yapılmıştır. Derivasyon tesislerinin hidrolik hesaplarında amaç; derivasyon tünellerinin geçireceği çeşitli debiler ve derivasyon debisi için hidrolik kayıpların hesabı ile derivasyon tünellerinin deşarj eğrisinin çıkarılması ve giriş ağzı önünde toplanan su yüksekliğini tespit ederek memba batardosu yüksekliğini bulmaktır.

5.2 DERİVASYON TÜNELLERİNE AİT DEŞARJ EĞRİSİNİN ÇIKARILMASI

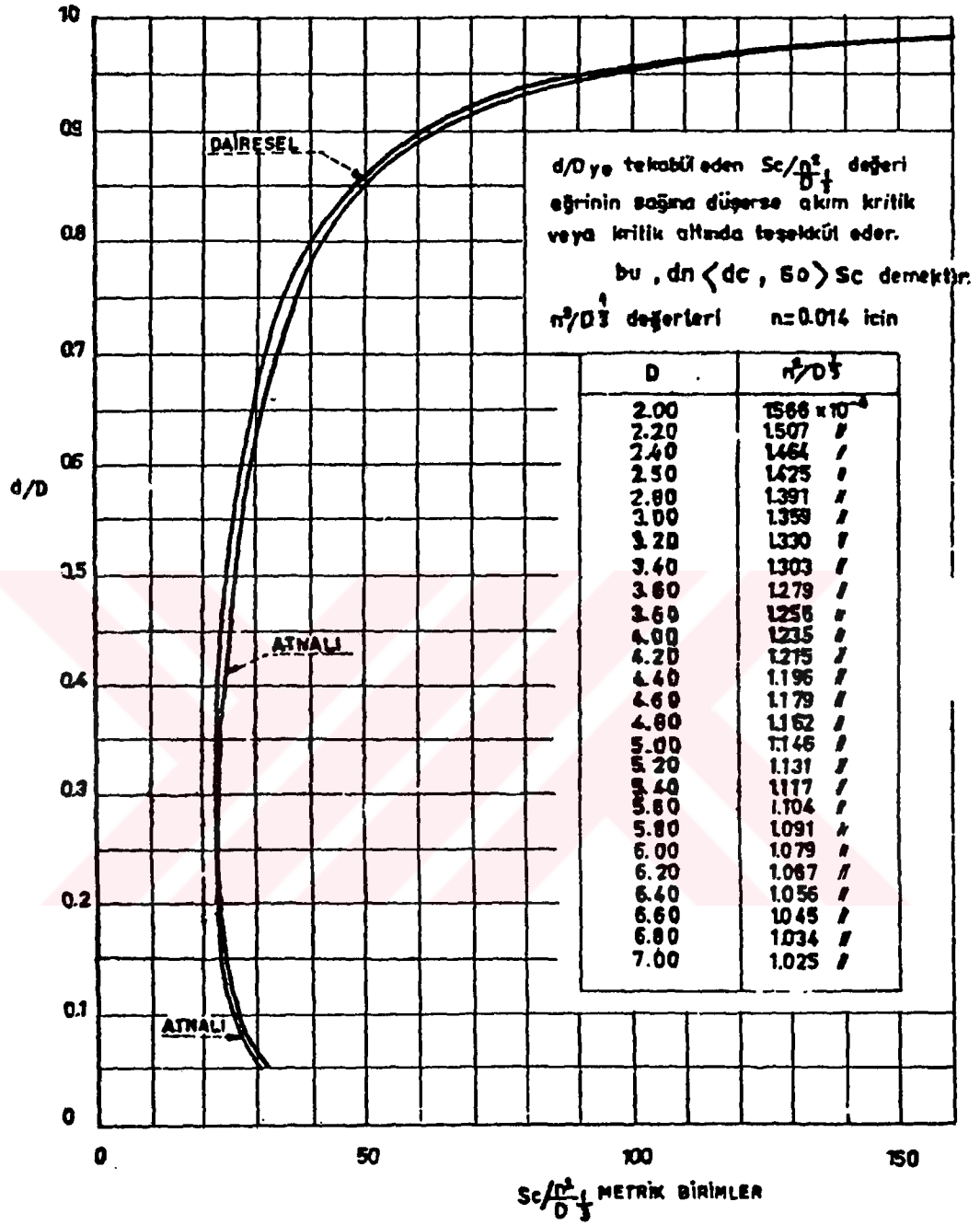
Derivasyon tünellerine ait deşarj eğrisi çıkarılırken tünellerin serbest ve basınçlı akımda çalışması durumları için hidrolik hesaplar yapılmıştır. Elde edilen serbest ve basınçlı akım deşarj eğrileri belli debilere karşılık gelen kot değerlerini gösteren koordinat sistemine yerleştirilmiştir.

5.2.1 Tünellerin Serbest Yüzeyli Çalışması Durumu

Serbest akımlı kısım, tünellerin servis müddeti boyunca genellikle serbest akması nedeniyle basınçlı kısma nazaran daha önem arz etmektedir. Şayet tünel eğimi fazla ve gerektiğinden büyük çapta ise inşaat süresince gelebilecek maksimum feyezanlarda bile tünel basınçlıya geçmez ve serbest akımda çalışır. Bunun anlamı, akım sürekli memba kontrollüdür. Tünelde serbest akım olması durumunda memba batardosu önünde toplanacak su kotu tünel giriş kotu, girişin hemen mansabındaki su yükü, hız yükü (h_v), ızgara kaybı, giriş kayıpları ve tranzisyon kayıpları toplanarak bulunur. Serbest akım halinde, öncelikle tüneldeki akım için kontrol kesitinin memba veya mansaptan olup olmadığını belirlemek gerekmektedir. Kontrol kesitinin yerinin belirlenmesi için kritik kesit belirlenmelidir. Kritik akım şartı, Froude sayısının $Fr=1$ olmasıdır. Manning formülü: $V=1/n R^{2/3} S^{1/2}$ den

$$S_c = \frac{n^2 V_c^2}{R_c^{4/3}} \quad (5.1)$$

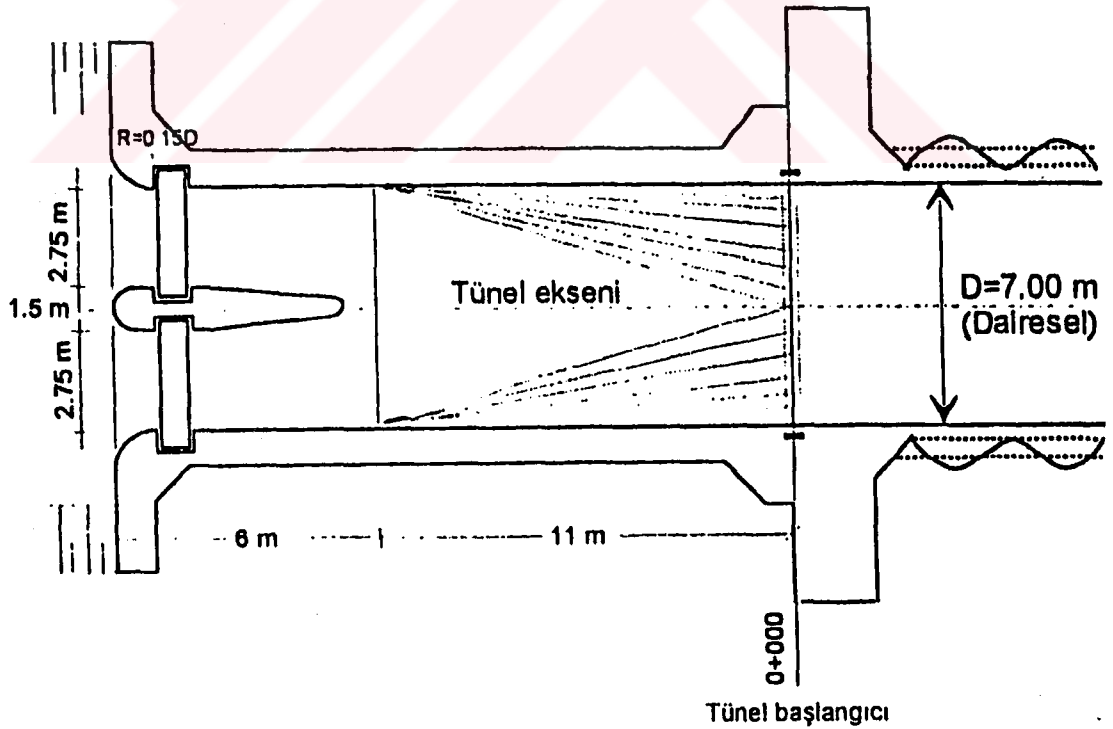
Tünel eğimi S , tünel çapı D ve Manning pürüzlülük katsayısı n olmak üzere dairesel, atnalı ve dikdörtgen tabanlı atnalı kesitler için d/D oranı ile $S_c D^{1/3}/n^2$ arasında bir abak düzenlenmiştir. Bu abak şekil 5.1 de verilmiştir. Manning pürüzlülük katsayısı, merkezi bir şantiyede imal edilerek montaj suretiyle yapılan beton kaplama için $n=0.014$ olarak alınmıştır. Ek B deki boykesitlerde görüldüğü gibi derivasyon tünellerinin çapı $D=7$ m ve eğimleri $S=1/220$ olarak planlanmıştır. Buna göre, belirlenen tünel eğimini kritik eğime eşit ($S=S_c$) kabul ederek $S_c D^{1/3}/n^2 = 004545/1.0246 \times 10^{-4} = 44.36$ olarak bulunur. Bu değere karşılık gelen d_c/D değeri şekil 5.1 deki abaktan 0.83 olarak okunur. [5]



Şekil 5.1

$d/D \leq 0.83$ için $S > S_c$, $d < d_c$ ve kontrol kesiti giriştedir. Akım sel rejimindedir. $d/D > 0.83$ için $S < S_c$, $d > d_c$ ve kontrol kesiti çıkıştadır. Akım nehir rejimindedir. Serbest akım deşarj eğrisini çıkarmak için tablo 5.1 de bir hesap tablosu düzenlenmiştir. Ek B de görüldüğü üzere her iki derivasyon tüneline de çapları ve giriş kotları birbirine eşit olduğu için sadece bir tünele ait serbest yüzeyli akım sarfiyat tablosu düzenlenmiştir. Serbest akım deşarj eğrisi çizilirken, akım sarfiyat tablosundaki rezervuar su kotu değerlerine karşı gelen debi değerleri iki ile çarpılarak koordinat sistemine yerleştirilmiştir. Tünellerin çapı $D=7$ m ve tünellerin giriş kotu=15.50 m dir. Tünellerin eğimi $S=1/220=0.004545$ dir.

Tablo 5.1 de çeşitli d/D oranlarına karşı gelen debi değerleri bulunmuştur. 2 numaralı kolondaki $Q/D^{5/2}$ değerleri ve 6 numaralı kolondaki $h_v D^4/Q^2$ değerleri için tablolar mevcuttur. Bu değerler tablo 5.2 de verilmiştir. 8 nolu kolondaki $h_v=V^2/2g$ değeri hız yüküdür. 9 nolu kolondaki h_e değeri ise giriş kaybıdır ve tünellerin giriş yapısına bağlıdır. Eğer tünellerin girişi şekil 5.2 deki gibi kenarları yuvarlatılmış kare giriş olarak seçilirse $h_e=0.22h_v$ alınabilir.



Şekil 5.2 Tünel giriş yapısı

Tablo 5.1 Melen Barajı derivasyon serbest yüzeyli akım sarfiyat tablosu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d/D	$Q/D^{3/2}$	Q (m ³ /s)	d (m)	Q^2	$h_v D^4/Q^2$	Q^2/D^4	$h_v = V^2/2g$ (m)	$h_e = 0.22h_v$ (m)	Rez. su kotu $15.5+h_e+h_v+d$ (m)
0.1	0.0334	4.33003659	0.7	18.7492169	30.5	0.00780892	0.23817206	0.05239785	16.4905699
0.2	0.1309	16.9701135	1.4	287.984751	4.08	0.11994367	0.48937017	0.10766144	17.4970316
0.3	0.2884	37.3886992	2.1	1397.91483	1.3	0.58222192	0.7568885	0.16651547	18.5234040
0.4	0.5026	65.1579758	2.8	4245.56181	0.592	1.76824732	1.04680241	0.23029653	19.5770989
0.5	0.7705	99.8890178	3.5	9977.81589	0.33	4.15569175	1.37137828	0.30170322	20.6730815
0.6	1.0917	141.529969	4.2	20030.732	0.21	8.34266222	1.75195907	0.38543099	21.8373901
0.7	1.4717	190.793858	4.9	36402.2962	0.148	15.1613062	2.24387332	0.49365213	23.1375255
0.8	1.9351	250.869875	5.6	62935.694	0.112	26.2122841	2.93577581	0.64587068	24.6816465
0.83	2.1013	272.416344	5.81	74210.6646	0.105	30.9082318	3.24536434	0.71398015	25.2693445
0.9	2.5967	336.640899	6.3	113327.095	0.092	47.1999562	4.34239597	0.95532711	27.0977231
0.95	3.2087	415.981689	6.65	173040.766	0.0858	72.0702898	6.18363086	1.36039879	29.6940297
0.99	4.873	631.744561	6.93	399101.19	0.0829	166.222903	13.7798786	3.0315733	39.2414520

Tablo 5.2 Kısmen dolu daire kesitlerde $Q/D^{3/2}$ ve $h_v D^4/Q^2$ değerleri

d/D	$Q/D^{3/2}$	$h_v D^4/Q^2$	d/D	$Q/D^{3/2}$	$h_v D^4/Q^2$	d/D	$Q/D^{3/2}$	$h_v D^4/Q^2$
0.01	0.0003	30158	0.34	0.3675	0.919	0.67	1.3506	0.163
0.02	0.0014	3723	0.35	0.3886	0.849	0.68	1.3902	0.158
0.03	0.003	1070	0.36	0.4104	0.786	0.69	1.4306	0.152
0.04	0.0054	462	0.37	0.4326	0.73	0.7	1.4717	0.148
0.05	0.0084	236	0.38	0.4554	0.679	0.71	1.5135	0.143
0.06	0.0121	138	0.39	0.4787	0.634	0.72	1.5562	0.139
0.07	0.0164	87	0.4	0.5026	0.592	0.73	1.5998	0.135
0.08	0.0215	53	0.41	0.527	0.554	0.74	1.6443	0.131
0.09	0.0271	41.6	0.42	0.5519	0.52	0.75	1.6898	0.128
0.1	0.0334	30.5	0.43	0.5774	0.489	0.76	1.7363	0.124
0.11	0.0404	23.1	0.44	0.6034	0.46	0.77	1.784	0.121
0.12	0.0497	17.9	0.45	0.63	0.434	0.78	1.8329	0.118
0.13	0.0561	14.2	0.46	0.6569	0.41	0.79	1.8833	0.115
0.14	0.0649	11.4	0.47	0.6845	0.387	0.8	1.9351	0.112
0.15	0.0744	9.33	0.48	0.7127	0.367	0.81	1.9886	0.11
0.16	0.0845	7.75	0.49	0.7413	0.348	0.82	2.0439	0.107
0.17	0.0952	6.51	0.5	0.7705	0.33	0.83	2.1013	0.105
0.18	0.1064	5.52	0.51	0.8278	0.314	0.84	2.1611	0.103
0.19	0.1184	4.72	0.52	0.8304	0.299	0.85	2.2236	0.101
0.2	0.1309	4.08	0.53	0.8612	0.285	0.86	2.2893	0.0987
0.21	0.144	3.54	0.54	0.8924	0.272	0.87	2.3586	0.0969
0.22	0.1577	3.11	0.55	0.9239	0.26	0.88	2.4323	0.0951
0.23	0.172	2.74	0.56	0.9566	0.249	0.89	2.5112	0.0935
0.24	0.1869	2.43	0.57	0.9895	0.238	0.9	2.5967	0.092
0.25	0.2024	2.16	0.58	1.023	0.228	0.91	2.6901	0.0905
0.26	0.2184	1.93	0.59	1.057	0.219	0.92	2.7937	0.0892
0.27	0.2351	1.74	0.6	1.0917	0.21	0.93	2.911	0.088
0.28	0.2523	1.57	0.61	1.1267	0.202	0.94	3.0466	0.0868
0.29	0.2701	1.43	0.62	1.1626	0.195	0.95	3.2087	0.0858
0.3	0.2884	1.3	0.63	1.1989	0.188	0.96	3.4113	0.0849
0.31	0.3074	1.18	0.64	1.2359	0.181	0.97	3.682	0.0841
0.32	0.3269	1.08	0.65	1.2735	0.174	0.98	4.089	0.0834
0.33	0.3464	0.998	0.66	1.3118	0.168	0.99	4.873	0.0829

5.2.2 Tünellerin Basınçlı Çalışması Durumu

Derivasyon tünellerinin serbest akım deşarj eğrisinin çıkarılması için gerekli hesaplar yapıldıktan sonra basınçlı akım deşarj eğrisinin çıkarılması gerekir. Basınçlı akım halinde, tüneldeki su derinliğinin tünel çapına oranı kritik derinliğin tünel çapına oranından büyüktür ($d/D > d_c/D$), yani akım nehir rejimindedir. Bu durumda batardo önünde biriken suyun kotu, tünel çıkış kotu, tünel çıkışında piyezometrik hat yüksekliği (mD), derivasyon tüneli çıkışına kadar tünel boyunca oluşan toplam yükler eklenerek bulunur.

Basınçlı akım halinde dikkate alınacak hidrolik kayıplar, tünel giriş kaybı, kurp kayıpları, sürtünme kayıpları ve çıkış kayıplarıdır. Derivasyon tünellerinin boyları ve çıkış kotları birbirinden farklı olduğundan hidrolik kayıplar her iki tünel için ayrı ayrı hesaplanmıştır. 1 numaralı tünelin boyu 990 m, çapı 7 m, giriş kotu 15.50 m, çıkış kotu 11 m, eğimi 1/220 dir. 2 numaralı tünelin boyu 765 m, çapı 7 m, giriş kotu 15.50 m, çıkış kotu 12 m, eğimi 1/220 dir.

5.2.2.1 Tünellerdeki Giriş Kayıpları

Tünel giriş yapılarına verilen şekillerden dolayı oluşan kayıplardır. Melen Barajı derivasyon tünelleri için Şekil 5.2 deki $R=0.15 D$ ile kenarları yuvarlatılmış kare seçilmiştir. Bu giriş yapısı, kare kenarları tünel çapına eşit olan kare kesitten dairesel kesite tedrici geçişi içeren bir giriş yapısıdır. Bu şekilde giriş ağzı net alanı, $A=2(2.75 \times 7)=38.50 \text{ m}^2$ dir. $V=Q/A=Q/38.5=0.02597Q \text{ m/s}$, $h_v=V^2/2g$ dir. Buradan $H_v=(0.02597Q)^2/2 \times 9.81=3.4386 \times 10^{-5} Q^2 \text{ m}$ bulunur.

$R=0.15D$ ile kenarları yuvarlatılmış kare için $h_{e1}=0.19h_v$ ve kare kısmındaki kapak yuvaları için $h_{e2}=0.03h_v$ alınırsa $h_{et}=0.19h_v+0.03h_v=0.22h_v$ bulunur. Her iki tünel için de giriş kaybı aynıdır. $H_e=0.22h_v=7.5649 \times 10^{-6} Q^2 \text{ m}$ olur.

5.2.2.2 Karesel Kısımda Sürtünme Kaybı

Şekil 5.2 de karesel kısım 6 m olarak tespit edilmiştir. $V=0.02597Q$ m/s bulunmuştur. Hidrolik yarıçap, $R=A/P=38.5/2(2.75 \times 2 + 7 \times 2)=0.987$ m dir. $S_f = (nV)^2/R^{4/3}$ den enerji hattı eğimi $S_f = (0.014 \times 0.02597Q)^2/(0.987)^{4/3}=1.345 \times 10^{-7}Q^2$ olarak bulunur. $H_f=L \times S_f=6 \times 1.345 \times 10^{-7}Q^2=8.07 \times 10^{-7}Q^2$ m olarak sürtünme kaybı tespit edilir. Bu değer her iki tünel için de aynıdır.

5.2.2.3 Kesit Değişim Bölgesindeki Sürtünme Kaybı

Şekil 5.2 de tünelin karesel kesitten dairesel kesite tedrici geçiş yaptığı bölge 11 m olarak tespit edilmiştir. Karesel kısımda $A=38.50$ m², $S_f=1.345 \times 10^{-7}Q^2$ bulunmuştur. Dairesel kısımda $A=\pi D^2/4=\pi 7^2/4=38.48$ m², $P=\pi D=21.99$ m bulunur. Hidrolik yarıçap, $R=A/P$ den $R=38.48/21.99=1.7499$ m olur. Eğim $S_f = (nV)^2/R^{4/3} = (0.014 \times 0.02599Q)^2/(1.7499)^{4/3}$ den $S_f=6.2784 \times 10^{-8}Q^2$ olursa eğimlerin ortalaması $S_{f-ort} = (1.345 \times 10^{-7}Q^2 + 6.2784 \times 10^{-8}Q^2)/2=9.8642 \times 10^{-8}Q^2$ olarak hesaplanır. $H_f=L \times S_{f-ort} = 11 \times 9.8642 \times 10^{-8}Q^2=1.085 \times 10^{-6}Q^2$ m olarak kesit değişim bölgesindeki sürtünme kaybı bulunur. Bu değer de her iki tünel için aynıdır. Kesit alanları transizyon öncesi ve sonrası yaklaşık aynı olduğu için transizyon kayıpları ihmal edilmiştir.

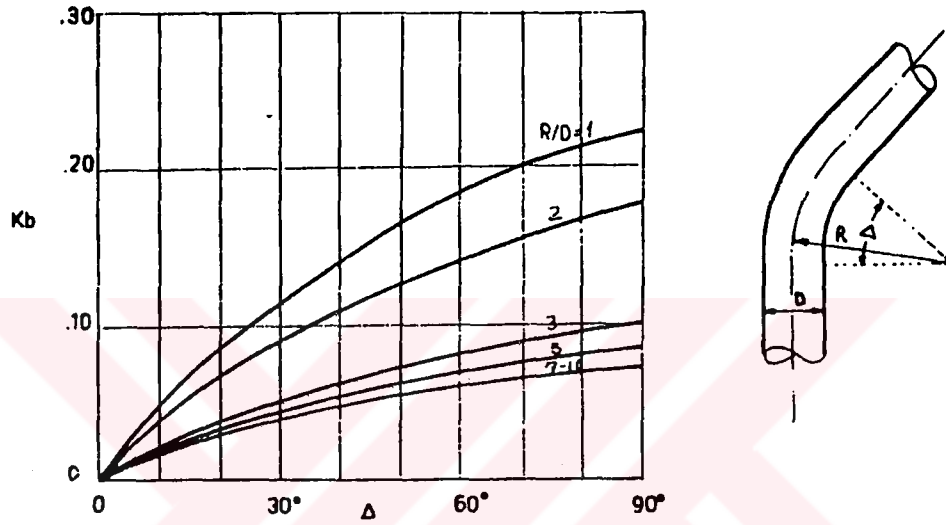
5.2.2.4 Tünellerde Sürtünme Kayıpları

1 numaralı tünelin boyu 990 m olduğu için tüneldeki sürtünme kaybı $h_f=L \times S_f=990 \times 6.2784 \times 10^{-8}Q^2=6.216 \times 10^{-5}Q^2$ m olur. 2 numaralı tünelin boyu 765 m olduğundan $h_f=L \times S_f=765 \times 6.2784 \times 10^{-8}Q^2=4.803 \times 10^{-5}Q^2$ m olur.

5.2.2.5 Tünellerde Kurp Kayıpları

Derivasyon tünellerinde yatay kurplar projelendirilirken kurp yarıçapının tünel çapına oranının minimum 5 olması ($R/D \geq 5$) kayıpların az olması ve inşa kolaylıkları açısından tavsiye edilir. Tünel kurp kaybı, kurp sapma açısı (Δ) ve kurp yarıçapının tünel çapına oranına (R/D) bağlı olarak mevcut abaklardan bulunan K_b kurp katsayısı ile tünelin hız yükü h_v 'nin çarpımıdır. Ek B deki plandan 1 numaralı tünelin kurp

yarıçapı $R=221$ m ve kurp sapma açısı $\Delta=59^\circ$ ölçülmüştür. 2 numaralı tünelin kurp yarıçapı $R=150$ m ve kurp sapma açısı $\Delta=59^\circ$ bulunmuştur. 1 numaralı tünel için $R/D=221/7=31.57$ ve 2 numaralı tünel için $R/D=150/7=21.43$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.3 deki abaktan $\Delta=59^\circ$ için K_b kurp katsayısı 0.07 olarak okunmuş; hız yükü $h_v=V^2/2g$ formülünden $h_v=V^2/2g=(0.02599Q)^2/2g=3.44 \times 10^{-5} Q^2$ m ise $h_b=k_b x h_v$ den $h_{b1}=h_{b2}=0.07 \times 3.44 \times 10^{-5} Q^2 \text{ m}=2.408 \times 10^{-6} Q^2 \text{ m}$ bulunmuştur.



Şekil 5.3

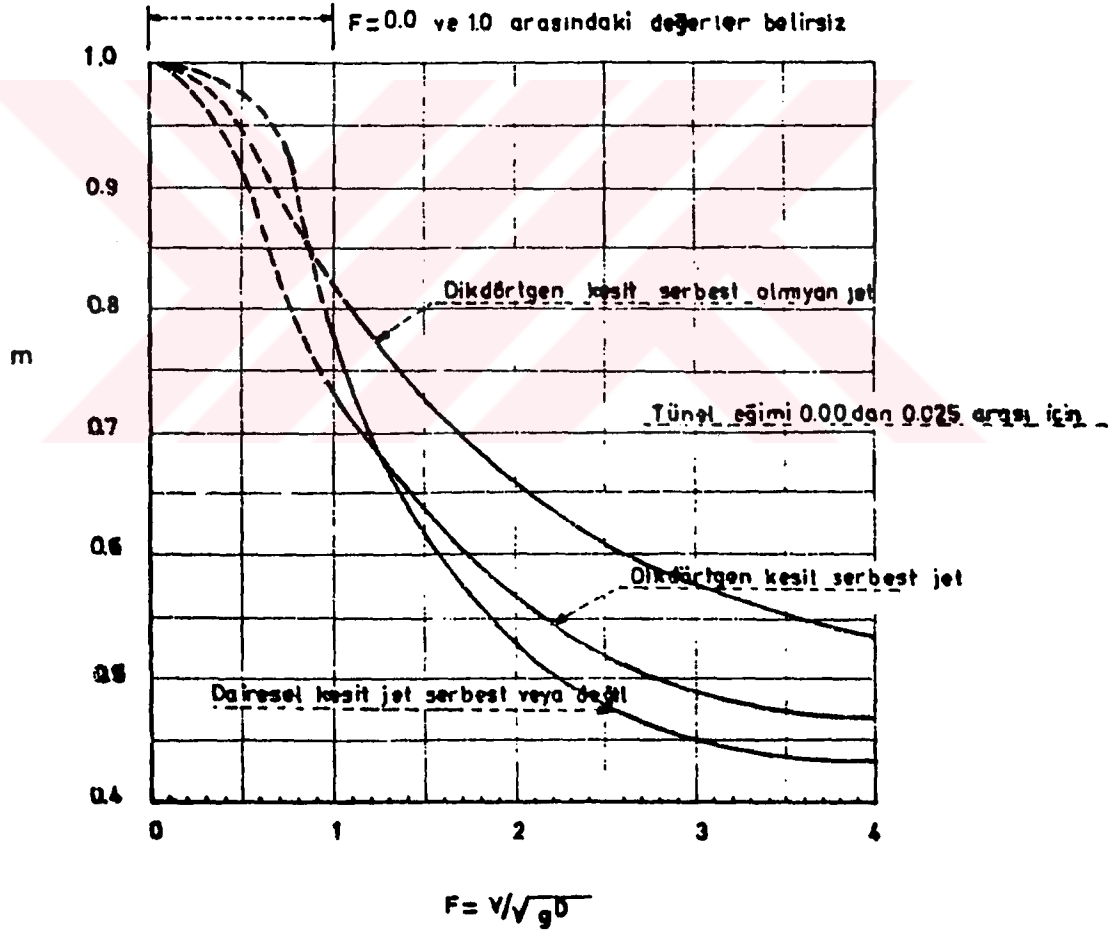
5.2.2.6 Tünellerin Çıkışında Hız Yükü

Tünellerin çapları $D=7$ m ve kesit alanları $A=38.48 \text{ m}^2$ dir. $V=Q/A=Q/38.48=0.02599Q$ m/s olur. $H_v=V^2/2g=(0.02599Q)^2/2g=0.02599Q^2/19.62=3.44 \times 10^{-5} Q^2$ m bulunur. Bu değer tünellerdeki çıkış kaybıdır.

5.2.2.7 Tünellerdeki Toplam Kayıplar

Tünellerdeki kayıplar giriş kaybı, giriş sürtünme kaybı, kesit değişim sürtünme kaybı, tünel sürtünme kaybı, kurp kaybı ve çıkış kaybıdır. 1 numaralı tüneldeki kayıplar sırasıyla $7.5649 \times 10^{-6} Q^2$, $8.07 \times 10^{-7} Q^2$, $1.085 \times 10^{-6} Q^2$, $6.216 \times 10^{-5} Q^2$, $2.41 \times 10^{-6} Q^2$, $3.44 \times 10^{-5} Q^2$ dir ve bunların toplamı $\Sigma h_i=10.843 \times 10^{-5} Q^2$ m olur. 2 numaralı tüneldeki kayıplar ise sırasıyla $7.5649 \times 10^{-6} Q^2$, $8.07 \times 10^{-7} Q^2$, $1.085 \times 10^{-6} Q^2$, $4.803 \times 10^{-5} Q^2$, $2.41 \times 10^{-6} Q^2$, $3.44 \times 10^{-5} Q^2$ dir ve bunların toplamı $\Sigma h_i=9.430 \times 10^{-5} Q^2$ m olur.

Tünellerin basınçlı çalışması durumunda oluşacak deşarj eğrisini elde etmek için iki ayrı hesap tablosu düzenlenmiştir. Bu tablolarda 1 numaralı kolona debi değerleri, 2 numaralı kolona debilerin kareleri, 3 numaralı kolona toplam kayıplar, 4 numaralı kolona $F_r = V/(gD)^{1/2}$ formülü ile bulunan Froude sayıları yazılır. 5 numaralı kolonda tünel boyunca dolu kesitte akan suyun tünel çıkışındaki büzülme oranını ifade eden m değerleri yazılır. Bu değerler şekil 5.4 den F_r sayısına bağlı olarak bulunur. 6 numaralı kolonda tünel çıkışındaki piyezometre yüksekliğini veren mD değerleri yer alır. 7 numaralı kolona tünel girişinde toplanan su yüksekliğini veren $mD + \sum h_i$ değerleri yazılır. Son kolonda tünel mansabındaki çıkış kotuna 7. kolondaki değerlerin eklenmesi ile bulunan tünel girişinde toplanan suyun kotu yazılır.



Şekil 5.4

Tablo 5.3 L=990 m boyundaki derivasyon tünelinin dolu kesit akım sarfiyat tablosu

Q (m ³ /s)	Q ² (m ³ /s)	Toplam Kayıp (m)	F _r	m	mD (m)	Toplam Kayıp+mD	Rez.Su Kotu (m)
10	100	0.01084	0.03136	1	7	7.010843	18.0108
50	2500	0.27108	0.1568	0.99	6.93	7.201075	18.2011
100	10000	1.0843	0.3136	0.98	6.86	7.9443	18.9443
150	22500	2.43968	0.4704	0.97	6.79	9.229675	20.2297
200	40000	4.3372	0.6272	0.96	6.72	11.0572	22.0572
250	62500	6.77688	0.784	0.94	6.58	13.35688	24.3569
300	90000	9.7587	0.9408	0.82	5.74	15.4987	26.4987
350	122500	13.2827	1.0976	0.77	5.39	18.67268	29.6727
400	160000	17.3488	1.2544	0.69	4.83	22.1788	33.1788
450	202500	21.9571	1.4112	0.64	4.48	26.43708	37.4371
500	250000	27.1075	1.568	0.61	4.27	31.3775	42.3775
550	302500	32.8001	1.7248	0.58	4.06	36.86008	47.8601
600	360000	39.0348	1.8816	0.54	3.78	42.8148	53.8148
650	422500	45.8117	2.0384	0.53	3.71	49.52168	60.5217
700	490000	53.1307	2.1952	0.51	3.57	56.7007	67.7007

Tablo 5.4 L=765 m boyundaki derivasyon tünelinin dolu kesit akım sarfiyat tablosu

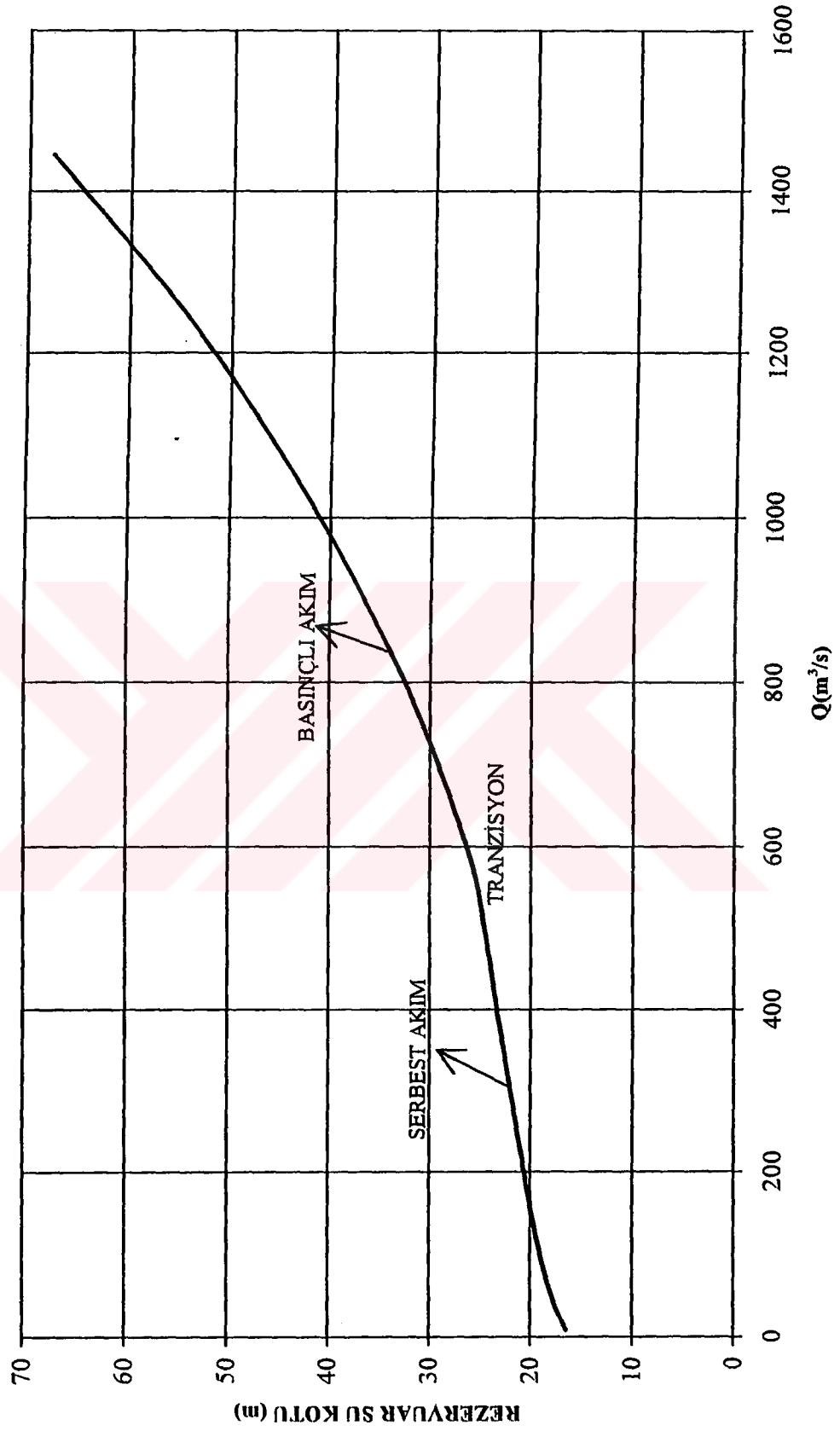
Q (m ³ /s)	Q ² (m ³ /s)	Toplam Kayıp (m)	F _r	m	mD (m)	Toplam Kayıp+mD	Rez.Su Kotu (m)
10	100	0.00943	0.03136	1	7	7.00943	19.0094
50	2500	0.23575	0.1568	0.99	6.93	7.16575	19.1658
100	10000	0.943	0.3136	0.98	6.86	7.803	19.803
150	22500	2.12175	0.4704	0.97	6.79	8.91175	20.9118
200	40000	3.772	0.6272	0.96	6.72	10.492	22.492
250	62500	5.89375	0.784	0.94	6.58	12.47375	24.4738
300	90000	8.487	0.9408	0.82	5.74	14.227	26.227
350	122500	11.5518	1.0976	0.77	5.39	16.94175	28.9418
400	160000	15.088	1.2544	0.69	4.83	19.918	31.918
450	202500	19.0958	1.4112	0.64	4.48	23.57575	35.5758
500	250000	23.575	1.568	0.61	4.27	27.845	39.845
550	302500	28.5258	1.7248	0.58	4.06	32.58575	44.5858
600	360000	33.948	1.8816	0.54	3.78	37.728	49.728
650	422500	39.8418	2.0384	0.53	3.71	43.55175	55.5518
700	490000	46.207	2.1952	0.51	3.57	49.777	61.777

5.2.2.8 Derivasyon Tünelleri Deşarj Eğrisi

Hesap tabloları neticesinde oluşturulan serbest akım ve basınçlı akım deşarj eğrileri, ordinatında Q (m^3/s) debi değerleri, apsisinde rezervuar su kotu olan bir koordinat eksenine yerleştirilmiştir. Tablo 5.1 de bulunan serbest akım hesap tablosu sadece bir tünel için hazırlanmış ve bulunan debi değerleri deşarj eğrisinde yazılırken iki ile çarpılmıştır. Tablo 5.3 ve 5.4 de yer alan basınçlı akım hesap tablolarındaki debi değerleri de deşarj eğrisine işlenirken her iki tünelin aynı rezervuar su kotundaki debi değerleri bulunmuş ve bu değerler toplanarak yazılmıştır. Serbest ve basınçlı akım deşarj eğrilerinin keşişimindeki tranzisyon bölgesi uygun bir eğri ile bağlanmıştır.

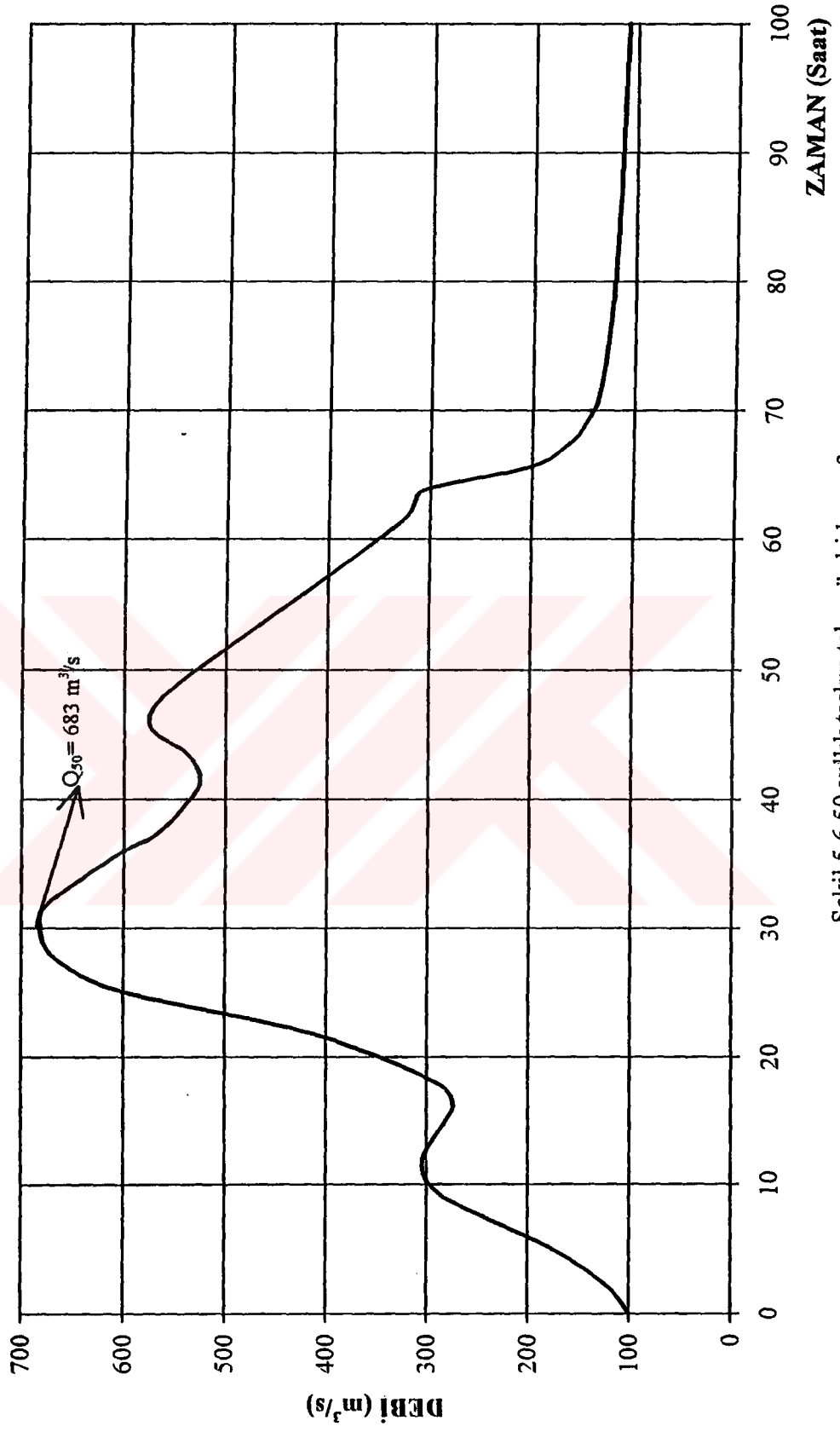
Tünel eğiminin fazla olduğu durumlarda serbest ve basınçlı akım deşarj eğrileri incelendiğinde akımı sürekli girişin kontrol ettiği görülür, eğimi çok az olan tünellerde ise bu durumun aksine akımın hemen basınçlıya geçtiği ve akımı çıkışın kontrol ettiği görülmektedir. Dikkate alınabilecek Q_{10} , Q_{25} veya Q_{50} taşkın debilerinden birisi için deşarj eğrisi üzerinden okunacak rezervuar su kotuna belli bir hava payı eklenerek memba batardosu kret kotu saptanır. Fakat bu hesap şekli memba batardosu kret kotu ile ilgili kabaca bilgi vermekle beraber, taşkın öteleme yapılmadığından dolayı oldukça global ve fazla emniyetlidir. Tekerrür eğrisindeki rezervuara giriş debisinin tünelden çıkarken ne miktara düştüğü incelenmemiş ve bu olayın rezervuar su kotuna etkisi dikkate alınmamıştır. Gerçekte, rezervuara giren debi ile çıkan debi arasındaki fark rezervuar içinde sönümlenir. Rezervuara giren debinin zamana bağlı olarak tünelden ne miktarda çıktığının bulunması ve tünel çıkışındaki deşarj sırasında rezervuar su kotunun ne olduğunun belirlenmesi gereklidir. Bu hesaba taşkın öteleme (flood routing) hesabı denir. Böylelikle rezervuarda toplanan suyun kotu ve dolayısıyla memba batardosu kotu daha gerçekçi olarak tespit edilir. Taşkın öteleme hesabının yapılabilmesi için şekil 5.5 de verilen derivasyon tünelleri deşarj eğrisinin yanında taşkın tekerrür hidrografları ve Melen Barajı hacim-satış eğrisi de gereklidir. Melen Barajı'nın yüksekliği 100 m den fazla (talvegten yüksekliği 104 m) olduğu için derivasyon debisi olarak 50 yıllık feyezan debisi kullanılmış ve 100 yıllık feyezan debisi kontrol edilmiştir. [6]

MELEN BARAJI DERİVASYON TÜNELLERİ DEŞARJ EĞRİSİ



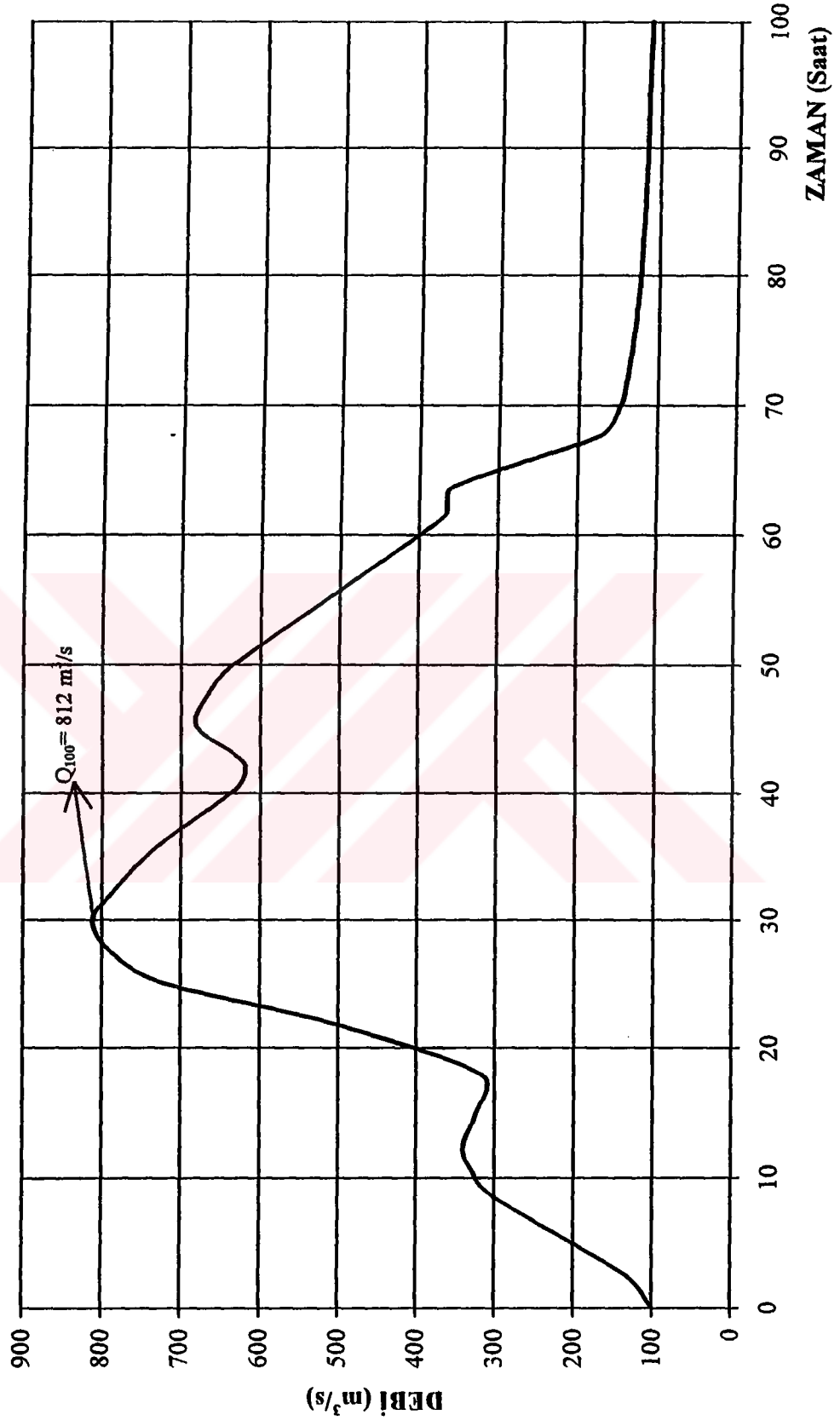
Şekil 5.5 Melen Barajı derivasyon tünelleri deşarj eğrisi

50 YILLIK TAŞKIN TEKERRÜR HİDROGRAFI

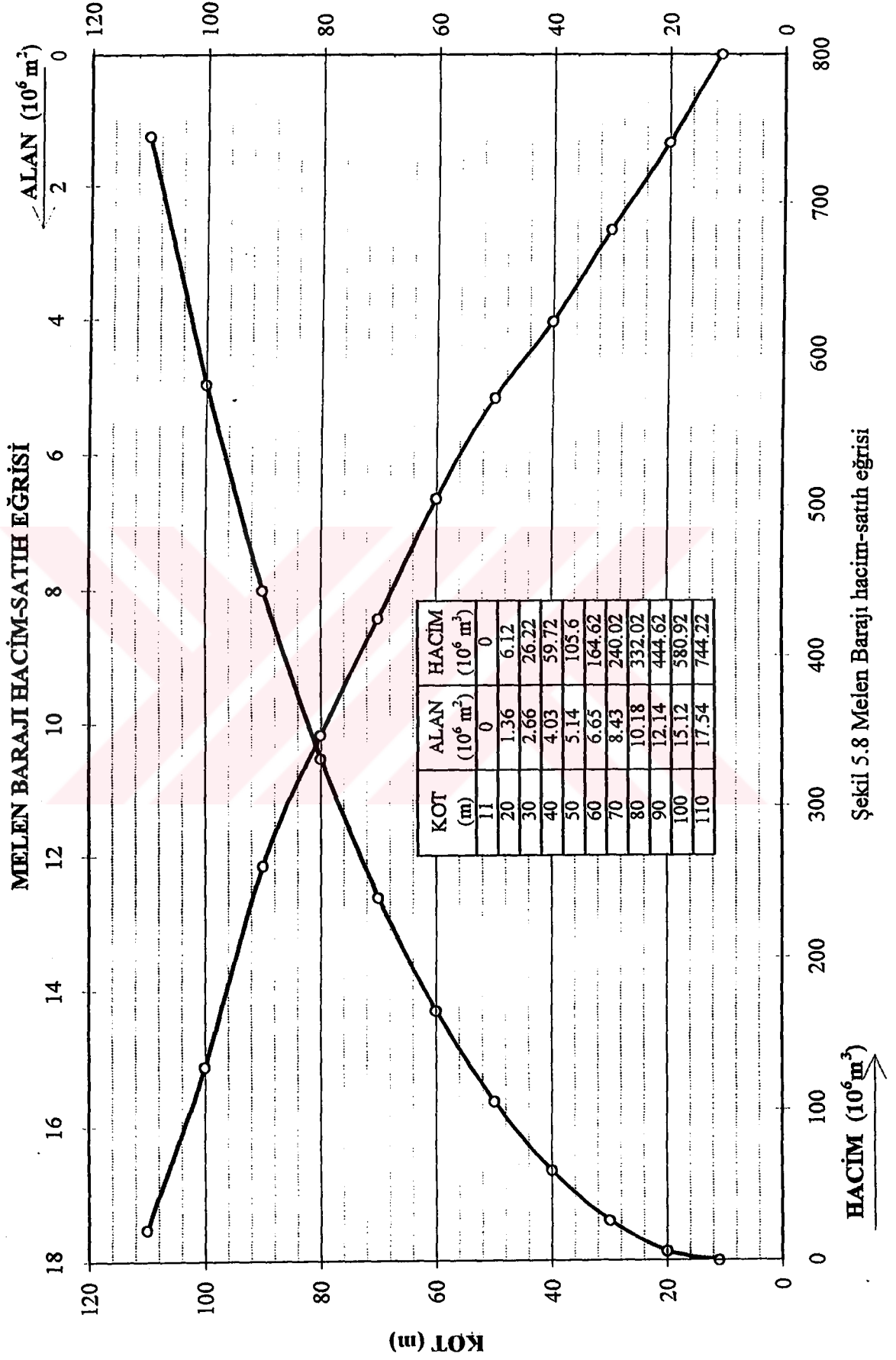


Şekil 5.6 50 yıllık taşkın tekerrür hidrografi

100 YILLIK TAŞKIN TEKERRÜR HİDROGRAFI



Şekil 5.7 100 yıllık taşkın tekerrür hidrografi



Şekil 5.8 Melen Barajı hacim-satış eğrisi

5.3 TAŞKIN ÖTELEME HESABI

Taşkın öteleme hesaplarının amacı, tünel girişinde batardo önünde biriken su yüksekliğini, tünel deşarj kapasitesini dikkate alarak bulmaktır. Taşkın öteleme hesapları için tablo düzenlenmesi gerekmektedir. Bu tablolarda izlenen yöntem şöyledir: 1 numaralı kolona kullanılan taşkın tekerrür hidrografi üzerinde verilen zaman değerleri, 2. kolona hidrograf üzerinden alınan zaman değerlerine karşılık gelen debi değerleri yazılır. Hidrografta eğer bir baz akım varsa zaman başlangıcında ($T=0$ anında) alınacak değer baz akım değeridir. Baz akım yoksa $T=0$ anında $Q_g=0$ dır. 3. kolona 2. deki taşkın değerlerinin ortalaması, 4. kolona gelen ortalama su miktarı ile zaman aralıklarının çarpımından hesaplanan gelen su hacim değerleri yazılır. 5. kolonda baz akım yoksa tünel giriş kotu, baz akım varsa baz akıma ait rezervuar su kotu yer alır. 6 numaralı kolondaki değerler tünellerden çıkan debilerdir. Gelen debi olarak baz akım alınmışsa tünellerden çıkan debi de baz akım olmalıdır. Baz akım yoksa giren ve çıkan debi $T=0$ anında sıfırdır. 7. kolona 6 daki birbirini takip eden iki satır arasındaki çıkan ortalama debinin zaman aralıkları ile çarpımı sonucunda bulunan su hacim değerleri yazılır. 8. kolonda giren su hacmi ile çıkan su hacmi arasındaki fark alınarak bulunan biriken hacim değerleri yer alır. 9. kolonda 5 te taşkın ötelemeye hangi kottan başlanmışsa söz konusu kota karşılık gelen hacimsal değer (hacim-satıh eğrisinden interpolasyon yapılarak bulunur) yazılır. Son kolonda da 9 daki hacim değerine karşı hacim-satıh eğrisinden bulunan kot değeri yazılır. Tablodaki 1. satır bu şekilde tamamlandıktan sonra 2. satırın 5. kolonundaki rezervuar su seviyesine tahmini bir kot verilir. 6, 7 ve 8. kolonda yukarıda anlatılan işlemler tekrarlanır. 8. kolondaki biriken hacim değeri hacim-satıh eğrisinden bir önceki satırda bulunan 9. kolondaki hacim değerine ilave edilerek, tahmin edilen 5. kolondaki kot için yeni bir hacim değeri bulunur ve 9. kolona yazılır. Bu hacim değerine karşılık gelen kot hacim-satıh eğrisinden okunarak son kolona yazılır. 10. kolonda okunan kot değeri 5. kolonda tahmini olarak seçilen kot değerine eşitse tahmin edilen kot doğrudur ve o satır için işlem tamamlanmış olur; eşit değilse 5. kolonda yeni bir tahmini değer seçilir ve işlem tekrarlanır. Hesaplar tamamlandıktan sonra 5. kolondaki kot değerleri içerisinde en yüksek kot değeri memba batardosu ve tünellerin girişinde toplanan su için maksimum su seviyesi olur. Bu kotta çıkan debi de derivasyon tünelleri maksimum deşarj debisidir. Bulunan

maksimum su seviyesine hava payı ilave edilerek memba batardosu kret kotu tayin edilir. Taşkın öteleme hesaplarının elle yapılması zaman aldığından, bu hesaplar için hazır bilgisayar programı kullanılmıştır. Bu programdan, Melen Barajı memba batardosu için Q_{50} ve Q_{100} taşkın tekerrür hidrograflarına göre elde edilen iki çıktı tablo 5.5 ve tablo 5.6 da verilmiştir. Tablo 5.5 de 50 yıllık taşkın yinelenme hidrografi kullanılarak taşkın öteleme hesabı yapılmış ve maksimum su seviyesi 25.91 m olarak bulunmuştur.

Memba batardosu hava payının saptanmasında kullanılan formül ve abaklar mevcut olmayıp hidrolojik hatalar veya inşaat süresinin uzaması durumuna karşı çoğunlukla tecrübeler ve mühendislik bonsansına dayanan emniyet payları hava payı olarak kullanılmaktadır. Buna göre hidrolojik verilerin güvenilirliğine, depolanan su hacminin büyüklüğüne, derivasyon giriş-çıkış hidrograflarına, baraj mansabında düşünülmesi gereken yerleşim birimleri ya da değerli tesislerin varlığına ve batardonun servis süresine bağlı olarak taşkın öteleme sonunda bulunan memba batardosu önünde depolanan hacmin %10-%20 fazlasını depolamaya izin verecek bir hava payı, taşkın öteleme sonucu bulunan hacime karşılık gelen su kotuna eklenerek memba batardosu kret kotu saptanır. Memba batardosu için minimum hava payı olarak 1 m alınması tavsiye edilmektedir.

Melen Barajı memba batardosu için Q_{50} 'ye göre bulunan depolanan su kotu (25.91 m) üzerine 1.09 m hava payı eklenerek batardo kret kotu 27 m bulunmuştur. Bu kotun kontrolü amacıyla Q_{100} taşkın tekerrür hidrografına göre tablo 5.6 da taşkın öteleme hesabı yapılmış ve memba batardosu önünde toplanan su kotunun 27.95 m olduğu görülmüştür. Dolayısıyla nihai memba batardosu kret kotu 28 m olarak seçilmiştir. 100 yıllık bir taşkın, 5 yıl ömürlü düşünülen memba batardosunda aşılması olasılığı $r = 1 - (1 - 1/T)^N$ (T =dönüş aralığı, N =proje periyodu) formülünden $r = 1 - (1 - 1/100)^5 = 0.049$ olur. Melen Barajı inşaatının 5 yıl süreceği kabul edilerek, memba batardosunun ömrü 5 yıl düşünülmüştür. [7]

TABLO 5.5 MELEN BARAJI (Q50) TASKIN ÖTELEME TABLOSU

T Saat	QG m ³ /s	QGO m ³ /s	QGO*DT *1000 m ³	Tahmini Rez.Kot	QC m ³ /s	QCO*DT *1000 m ³	Bir.Hac. *1000 m ³	Rez.Hacmi *1000 m ³	Rez.Kot m
0.0	100			19.00	100.0			5441	19.00
		111.52	897			827	71		
2.2	123			19.11	105.5			5512	19.11
		149.41	1502			1184	318		
5.0	176			19.57	130.1			5830	19.57
		228.51	3217			2186	1031		
8.9	281			20.37	180.5			6861	20.37
		291.79	1761			1147	613		
10.6	302			20.67	199.8			7474	20.67
		302.33	1824			1266	559		
12.3	302			20.95	219.7			8032	20.95
		291.79	2934			2319	615		
15.1	281			21.26	241.6			8647	21.26
		277.72	1117			981	136		
16.2	274			21.33	246.4			8783	21.32
		281.24	1697			1507	190		
17.9	288			21.42	253.2			8973	21.42
		349.79	4925			3840	1085		
21.8	411			21.96	292.3			10058	21.96
		507.99	6130			4009	2121		
25.1	605			23.01	372.2			12178	23.01
		636.31	5759			3724	2035		
27.7	668			24.03	450.8			14213	24.03
		674.98	5428			3866	1562		
29.9	682			24.80	510.6			15776	24.80
		678.49	4778			3726	1052		
31.8	675			25.33	547.6			16827	25.33
		639.82	9006			7895	1111		
35.8	605			25.88	574.2			17938	25.88
		585.33	3532			3469	63		
37.4	566			25.91	575.7			18001	25.91
		546.66	6597			6903	-306		
40.8	527			25.76	568.4			17695	25.76
		527.33	2652			2847	-195		
42.2	527			25.66	563.7			17500	25.66
		534.36	2685			2825	-139		
43.6	541			25.59	560.4			17361	25.59
		557.21	3362			3380	-18		
45.3	573			25.58	560.0			17343	25.58
		571.27	4023			3949	73		
47.2	570			25.62	561.7			17416	25.62
		551.93	4995			5075	-80		
49.7	534			25.58	559.8			17336	25.58
		430.65	18189			21327	-3139		
61.5	327			24.02	450.1			14198	24.02
		318.15	2559			3477	-919		
63.7	309			23.56	414.6			13279	23.56
		254.87	1794			2784	-990		
65.6	200			23.07	376.4			12289	23.07
		174.02	2100			4090	-1990		
69.0	148			22.08	301.4			10300	22.08
		140.62	1273			2522	-1249		
71.5	134			21.46	255.9			9050	21.46
		126.56	4327			8754	-4427		
81.0	120			0.00	256.1			4623	17.80

MAKSİMUM REZERVUAR KOTU (m) = 25.91

TABLO 5.6 MELEN BARAJI (Q100) TASKIN ÖTELEME TABLOSU

T. Saat	QG m ³ /s	QGO m ³ /s	QGO*DT *1000 m ³	Tahmini Rez.Kot	QC m ³ /s	QCO*DT *1000 m ³	Bir.Hac. *1000 m ³	Rez.Hacmi *1000 m ³	Rez.Kot m
0.0	100			19.00	100.0			5441	19.00
		113.28	911			830	81		
2.2	127			19.12	106.3			5523	19.12
		151.17	1064			816	248		
4.2	176			19.49	125.6			5771	19.49
		242.57	4147			2709	1438		
8.9	309			20.54	191.4			7208	20.54
		319.91	1930			1227	703		
10.6	330			20.89	215.4			7911	20.89
		335.73	2026			1370	656		
12.3	341			21.22	238.7			8567	21.22
		332.22	3340			2543	797		
15.1	323			21.61	267.1			9364	21.61
		319.91	3217			2766	450		
17.9	316			21.84	283.1			9814	21.84
		407.80	5742			4354	1387		
21.8	499			22.53	335.4			11202	22.53
		611.70	7381			4673	2709		
25.1	724			23.88	439.0			13911	23.88
		757.59	6856			4396	2460		
27.7	791			25.10	532.4			16371	25.10
		801.53	6446			4488	1958		
29.9	812			26.07	583.6			18330	26.07
		801.53	5644			4217	1428		
31.8	791			26.79	614.0			19757	26.78
		761.11	10713			8869	1845		
35.8	731			27.70	646.1			21602	27.70
		682.01	10972			10465	507		
40.2	633			27.95	654.9			22109	27.95
		625.76	3776			3943	-167		
41.9	619			27.87	652.0			21942	27.87
		629.27	3165			3274	-110		
43.3	640			27.82	650.1			21832	27.82
		657.40	3306			3271	35		
44.7	675			27.83	650.7			21867	27.83
		678.49	2728			2620	108		
45.8	682			27.89	652.6			21975	27.89
		674.98	4073			3944	128		
47.5	668			27.95	654.8			22104	27.95
		653.88	5261			5268	-7		
49.7	640			27.95	654.7			22097	27.95
		569.51	12599			14179	-1580		
55.9	499			27.16	627.2			20517	27.16
		434.16	8732			11932	-3200		
61.5	369			25.57	559.3			17317	25.57
		363.85	2926			4324	-1397		
63.7	359			24.88	515.9			15919	24.88
		267.18	3762			6519	-2757		
67.6	176			23.50	410.1			13162	23.50
		165.23	830			1953	-1122		
69.0	155			22.95	367.0			12040	22.95
		147.65	1336			3032	-1696		
71.5	141			22.10	303.1			10344	22.10
		131.83	4508			10367	-5859		
81.0	123			0.00	303.3			4485	17.59

MAKSİMUM REZERVUAR KOTU (m) = 27.95

5.4 HAZNE İŞLETME ÇALIŞMASI

1991 yılında Japon Nippon Koei Firması tarafından yapılan fizibilite etüdünde, Melen Sistemi'nin 1. aşaması kapsamında önerilen regülatörden alınması düşünülen 268 milyon m³ suyun Melen Barajı için inşa edilecek olan memba batardosundan alınabileceğini gösterebilmek amacıyla tablo 5.7 de verilen bir işletme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada aylık gelen debiler m³'e çevrilmiş; ay başındaki hazne hacmine göre göl su kotu, hacim-satıl eğrisinden tespit edilerek bu kota karşı gelen göl alanı bulunmuş ve mm cinsinden verilmiş olan buharlaşma değerleri göl alanı ile çarpılarak m³'e çevrilmiştir. DSİ Etüd Plan Dairesi'nden alınan aylık buharlaşma değerlerine göre Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında buharlaşma görülmemektedir. Mayıs ayındaki buharlaşma 13.6 mm, Haziran ayındaki 34.4 mm, Temmuz ayındaki 66.5 mm, Ağustos ayındaki 45.2 mm, Eylül ayındaki 8.8 mm olmaktadır. Şehre her ay sabit olarak 25.5 milyon m³ su verileceği düşünülmüştür. Bu da yılda 306 milyon m³ etmektedir. Gelen akımdan şehre verilen su ve buharlaşma miktarları çıkarıldıktan sonra geriye kalan hacim tünellerden atılmaktadır.

Melen Barajı memba batardosunun, barajı kuruda inşa etmek amacı yanında bir su haznesi olarak kullanılmasıyla, yeterli suyun alınabilmesi için yükseltilmesi gereği ortaya çıkmıştır. Haznenin aktif ve ölü hacim toplamı 25.5 milyon m³ olarak düşünülmüştür. Ölü hacimi bulabilmek için batardo haznesinde birikecek toplam katı madde miktarının hesaplanması gerekir. Toplam katı madde debisini veren çeşitli formüller bulunmaktadır. [8, s 101-119]. Bunlardan Egiazaroff metoduyla katı madde debisi şu şekilde bulunabilir:

$$q_r = \frac{\gamma \cdot \gamma_s}{\gamma_s - \gamma} S^{1/2} \cdot q \cdot K \cdot \left(\frac{\tau_0}{\tau_{kr}} - 1 \right) \quad (5.2)$$

Bu formülde γ suyun özgül ağırlığı (1 t/m³), γ_s kumun özgül ağırlığı (2.65 t/m³), S taban eğimi, q birim genişlik debisi, K=0.015, τ ise kayma gerilmesidir. $\tau_0 = \gamma \cdot h \cdot s$ ten, $\tau_{kr} = 0.06 \times (\gamma_s - \gamma) \times d$ (Shields diyagramından) bulunur. Büyük Melen Çayı için

karakteristik tane çapı $d=4$ mm, h su derinliği ortalama olarak 3 m, taban eğimi $S=0.0005$ ve birim genişlik debisi $q=51.78/20=2.59$ m³/ms olarak alınmıştır. Bu değerler Egiazaroff formülünde yerine konunca katı madde debisi 3.89 kg/ms olarak hesaplanır. 5 yıl içinde birikecek olan katı madde hacmi de şu şekilde bulunur: $3.89 \times 20 \times 86400 \times 365 / 2650 \times 5 = 4.629.247$ m³. Yapılan işletme çalışmasında, hazne hacminin 1985 Eylül ayı sonunda ölü hacime tekabül eden minimum su seviyesine düştüğü görülmektedir. 25.5 milyon m³'e karşı gelen normal su seviyesi kotu hacim-satış eğrisinden 29.64 m olarak okunmuştur. Bu kotta iken şekil 5.7 de grafiği verilmiş olan 100 yıllık taşkın gelidiği düşünölmüş ve buna göre tablo 5.8 de taşkın ötelemesi yapılmıştır. Taşkın ötelemesi neticesinde maksimum su kotu 33.07 m olarak tespit edilmiştir. 1.43 m hava payı ile birlikte memba batardosu kret kotu 34.5 m'ye çıkmaktadır. Memba batardosunun biriktirme haznesi olarak kullanılmasıyla 28 m olan kret kotu 34.5 m'ye çıkmış yani batardo 6.5 m yükselmiştir. Batardonun büyük bir kısmı baraj inşaatından sonra baraj gövdesi içinde kalacağından bu yükselme fazla bir maliyet artışı getirmez. Melen Regülatörü'nden temin edilmesi düşünölen 268 milyon m³ su, baraj inşaatından önce zaten yapılacak olan memba batardosunun 6.5 m yükseltilmesi ile 306 milyon m³'e çıkmaktadır. Memba batardosunun 6.5 m yükseltilmesinin maliyeti 500.000 \$ olarak tahmin edilirken regülatörün maliyeti 8 milyon \$ olarak hesaplanmıştır.

TABLO 5.7 HAZNE İŞLETME ÇALIŞMASI

AYLAR	AY BAŞI HAZ HACMI (m ³)	GELEN AKIM (m ³)	ŞEHRE VERİLEN (m ³)	HAZNE SU KOTU (m)	BUHARLAŞ. (m ³)	TÜNELDEN ATILAN (m ³)	AY SONU HAZ HACMI (m ³)
1981 EKİM	25500000	78530688	25500000	29.642		53030688	25500000
KASIM	25500000	150413760	25500000	29.642		124913760	25500000
ARALIK	25500000	329095008	25500000	29.642		303595008	25500000
OCAK	25500000	316051200	25500000	29.642		290551200	25500000
ŞUBAT	25500000	234444672	25500000	29.642		208944672	25500000
MART	25500000	509003136	25500000	29.642		483503136	25500000
NİSAN	25500000	171979200	25500000	29.642		146479200	25500000
MAYIS	25500000	167373216	25500000	29.642	35496	141837720	25500000
HAZİRAN	25500000	63504000	25500000	29.642	89784	37914216	25500000
TEMMUZ	25500000	74647008	25500000	29.642	173565	48973443	25500000
AĞUSTOS	25500000	36131616	25500000	29.642	117972	10513644	25500000
EYLÜL	25500000	49636800	25500000	29.642	22968	24113832	25500000
1982 EKİM	25500000	-26060832	25500000	29.642		560832	25500000
KASIM	25500000	53706240	25500000	29.642		28206240	25500000
ARALIK	25500000	263715264	25500000	29.642		238215264	25500000
OCAK	25500000	287820864	25500000	29.642		262320864	25500000
ŞUBAT	25500000	184754304	25500000	29.642		159254304	25500000
MART	25500000	233154720	25500000	29.642		207654720	25500000
NİSAN	25500000	312543360	25500000	29.642		287043360	25500000
MAYIS	25500000	83485728	25500000	29.642	35496	57950232	25500000
HAZİRAN	25500000	58190400	25500000	29.642	89784	32600616	25500000
TEMMUZ	25500000	44595360	25500000	29.642	173565	18921795	25500000
AĞUSTOS	25500000	49068288	25500000	29.642	117972	23450316	25500000
EYLÜL	25500000	87376320	25500000	29.642	22968	61853352	25500000
1983 EKİM	25500000	33078240	25500000	29.642		7578240	25500000
KASIM	25500000	29678400	25500000	29.642		4178400	25500000
ARALIK	25500000	38622528	25500000	29.642		13122528	25500000
OCAK	25500000	165926880	25500000	29.642		140426880	25500000
ŞUBAT	25500000	294174720	25500000	29.642		268674720	25500000
MART	25500000	388609056	25500000	29.642		363109056	25500000
NİSAN	25500000	283331520	25500000	29.642		257831520	25500000
MAYIS	25500000	80780544	25500000	29.642	35496	55245048	25500000
HAZİRAN	25500000	49377600	25500000	29.642	89784	23787816	25500000
TEMMUZ	25500000	121947552	25500000	29.642	173565	96273987	25500000
AĞUSTOS	25500000	133116480	25500000	29.642	117972	107498508	25500000
EYLÜL	25500000	34162560	25500000	29.642	22968	8639592	25500000
1984 EKİM	25500000	180738432	25500000	29.642		155238432	25500000
KASIM	25500000	286182720	25500000	29.642		260682720	25500000
ARALIK	25500000	165980448	25500000	29.642		140480448	25500000
OCAK	25500000	105314688	25500000	29.642		79814688	25500000
ŞUBAT	25500000	152891712	25500000	29.642		127391712	25500000
MART	25500000	164426976	25500000	29.642		138926976	25500000
NİSAN	25500000	322315200	25500000	29.642		296815200	25500000
MAYIS	25500000	149186880	25500000	29.642	35496	123651384	25500000
HAZİRAN	25500000	72783360	25500000	29.642	89784	47193576	25500000
TEMMUZ	25500000	62460288	25500000	29.642	173565	36786723	25500000
AĞUSTOS	25500000	56916000	25500000	29.642	117972	31298028	25500000
EYLÜL	25500000	29652480	25500000	29.642	22968	4129512	25500000

TABLO 5.7'nin devamı							
AYLAR	AY BAŞI HAZ HACMİ (m³)	GELEN AKIM (m³)	ŞEHRE VERİLEN (m³)	HAZNE SU KOTU (m)	BUHARLAŞ. (m³)	TÜNELDEN ATILAN (m³)	AY SONU HAZ HACMİ (m³)
1985 EKİM	25500000	24694848	25500000	29.642		0	24694848
KASIM	24694848	91627200	25500000	29.241		65322048	25500000
ARALIK	25500000	92190528	25500000	29.642		66690528	25500000
OCAK	25500000	115653312	25500000	29.642		90153312	25500000
ŞUBAT	25500000	253048320	25500000	29.642		227548320	25500000
MART	25500000	404143776	25500000	29.642		378643776	25500000
NİSAN	25500000	267442560	25500000	29.642		241942560	25500000
MAYIS	25500000	82816128	25500000	29.642	35496	57280632	25500000
HAZİRAN	25500000	45541440	25500000	29.642	89784	19951656	25500000
TEMMUZ	25500000	44836416	25500000	29.642	173565	19162851	25500000
AĞUSTOS	25500000	13900896	25500000	29.642	117972	0	13782924
EYLÜL	13782924	16536960	25500000	23.812	16329	0	4803555
1986 EKİM	4803555	120420864	25500000	18.064		74224419	25500000
KASIM	25500000	91264320	25500000	29.642		65764320	25500000
ARALIK	25500000	222360768	25500000	29.642		196860768	25500000
OCAK	25500000	320202720	25500000	29.642		294702720	25500000
ŞUBAT	25500000	212937984	25500000	29.642		187437984	25500000
MART	25500000	154704384	25500000	29.642		129204384	25500000
NİSAN	25500000	69439680	25500000	29.642		43939680	25500000
MAYIS	25500000	55121472	25500000	29.642	35496	29585976	25500000
HAZİRAN	25500000	39424320	25500000	29.642	89784	13834536	25500000
TEMMUZ	25500000	31872960	25500000	29.642	173565	6199395	25500000
AĞUSTOS	25500000	25632288	25500000	29.642	117972	14316	25500000
EYLÜL	25500000	18999360	25500000	29.642	22968	0	18976392
1987 EKİM	18976392	24721632	25500000	26.396		0	18198024
KASIM	18198024	83410560	25500000	26.009		50608584	25500000
ARALIK	25500000	97681248	25500000	29.642		72181248	25500000
OCAK	25500000	289776096	25500000	29.642		264276096	25500000
ŞUBAT	25500000	180762624	25500000	29.642		155262624	25500000
MART	25500000	284312160	25500000	29.642		258812160	25500000
NİSAN	25500000	284653440	25500000	29.642		259153440	25500000
MAYIS	25500000	168203520	25500000	29.642	35496	142668024	25500000
HAZİRAN	25500000	83540160	25500000	29.642	89784	57950376	25500000
TEMMUZ	25500000	57746304	25500000	29.642	173565	32072739	25500000
AĞUSTOS	25500000	35462016	25500000	29.642	117972	9844044	25500000
EYLÜL	25500000	22343040	25500000	29.642	22968	0	22320072
1988 EKİM	22320072	32033664	25500000	28.06		3353736	25500000
KASIM	25500000	97277760	25500000	29.642		71777760	25500000
ARALIK	25500000	306355392	25500000	29.642		280855392	25500000
OCAK	25500000	157436352	25500000	29.642		131936352	25500000
ŞUBAT	25500000	132370848	25500000	29.642		106870848	25500000
MART	25500000	237734784	25500000	29.642		212234784	25500000
NİSAN	25500000	179677440	25500000	29.642		154177440	25500000
MAYIS	25500000	100172160	25500000	29.642	35496	74636664	25500000
HAZİRAN	25500000	102539520	25500000	29.642	89784	76949736	25500000
TEMMUZ	25500000	88922880	25500000	29.642	173565	63249315	25500000
AĞUSTOS	25500000	33881760	25500000	29.642	117972	8263788	25500000
EYLÜL	25500000	33229440	25500000	29.642	22968	7706472	25500000

TABLO 5.7'nin devamı

AYLAR	AY BAŞI HAZ HACMİ (m ³)	GELEN AKIM (m ³)	ŞEHRE VERİLEN (m ³)	HAZNE SU KOTU (m)	BUHARLAŞ. (m ³)	TÜNELDEN ATILAN (m ³)	AY SONU HAZ HACMİ (m ³)
1989 EKİM	25500000	76441536	25500000	29.642		50941536	25500000
KASIM	25500000	223508160	25500000	29.642		198008160	25500000
ARALIK	25500000	230395968	25500000	29.642		204895968	25500000
OCAK	25500000	158105952	25500000	29.642		132605952	25500000
ŞUBAT	25500000	99477504	25500000	29.642		73977504	25500000
MART	25500000	198844416	25500000	29.642		173344416	25500000
NİSAN	25500000	50673600	25500000	29.642		25173600	25500000
MAYIS	25500000	46845216	25500000	29.642	35496	21309720	25500000
HAZİRAN	25500000	46085760	25500000	29.642	89784	20495976	25500000
TEMMUZ	25500000	41059872	25500000	29.642	173565	15386307	25500000
AĞUSTOS	25500000	22793184	25500000	29.642	117972	0	22675212
EYLÜL	22675212	25064640	25500000	28.236	21390	0	22218462
1990 EKİM	22218462	57612384	25500000	28.009		32112384	25500000
KASIM	25500000	192611520	25500000	29.642		167111520	25500000
ARALIK	25500000	298346976	25500000	29.642		272846976	25500000
OCAK	25500000	180068832	25500000	29.642		154568832	25500000
ŞUBAT	25500000	186326784	25500000	29.642		160826784	25500000
MART	25500000	184809600	25500000	29.642		159309600	25500000
NİSAN	25500000	165136320	25500000	29.642		139636320	25500000
MAYIS	25500000	284928192	25500000	29.642	35496	259392696	25500000
HAZİRAN	25500000	77086080	25500000	29.642	89784	51496296	25500000
TEMMUZ	25500000	48773664	25500000	29.642	173565	23100099	25500000
AĞUSTOS	25500000	29301696	25500000	29.642	117972	3683724	25500000
EYLÜL	25500000	52462080	25500000	29.642	22968	26939112	25500000
1991 EKİM	25500000	107189568	25500000	29.642		81689568	25500000
KASIM	25500000	56168640	25500000	29.642		30668640	25500000
ARALIK	25500000	107644896	25500000	29.642		82144896	25500000
OCAK	25500000	87208704	25500000	29.642		61708704	25500000
ŞUBAT	25500000	316358784	25500000	29.642		290858784	25500000
MART	25500000	240654240	25500000	29.642		215154240	25500000
NİSAN	25500000	215265600	25500000	29.642		189765600	25500000
MAYIS	25500000	150177888	25500000	29.642	35496	124642392	25500000
HAZİRAN	25500000	191808000	25500000	29.642	89784	166218216	25500000
TEMMUZ	25500000	171792576	25500000	29.642	173565	146119011	25500000
AĞUSTOS	25500000	38274336	25500000	29.642	117972	12656364	25500000
EYLÜL	25500000	55987200	25500000	29.642	22968	30464232	25500000

TABLO 5.8 MELEN BARAJI (Q100) TASKIN ÖTELEME TABLOSU

T Saat	QG m ³ /s	QGO m ³ /s	QGO*DT *1000 m ³	Tahmini Rez.Kot	QC m ³ /s	QCO*DT *1000 m ³	Bir.Hac. *1000 m ³	Rez.Hacmi *1000 m ³	Rez.Kot m
0.0	100			33.07	813.9			36515	33.07
		113.28	911			6359	-5448		
2.2	127			31.45	766.8			31067	31.45
		151.17	1064			5268	-4204		
4.2	176			30.19	730.4			26862	30.19
		242.57	4147			11912	-7765		
8.9	309			27.87	663.1			19098	27.87
		319.91	1930			3948	-2018		
10.6	330			27.27	645.7			17079	27.27
		335.73	2026			3848	-1822		
12.3	341			26.73	629.9			15257	26.73
		332.22	3340			6209	-2868		
15.1	323			25.87	605.1			12388	25.87
		319.91	3217			5964	-2748		
17.9	316			25.05	581.3			9641	25.05
		407.80	5742			8044	-2302		
21.8	499			24.36	561.4			7338	24.36
		611.70	7381			6804	577		
25.1	724			24.54	566.4			7916	24.54
		757.59	6856			5191	1666		
27.7	791			25.03	580.8			9581	25.03
		801.53	6446			4730	1716		
29.9	812			25.55	595.6			11297	25.55
		801.53	5644			4237	1407		
31.8	791			25.97	607.8			12704	25.97
		761.11	10713			8679	2034		
35.8	731			26.57	625.4			14738	26.57
		682.01	10972			10121	851		
40.2	633			26.83	632.8			15589	26.83
		625.76	3776			3817	-41		
41.9	619			26.81	632.4			15548	26.81
		629.27	3165			3180	-15		
43.3	640			26.81	632.3			15532	26.81
		657.40	3306			3183	124		
44.7	675			26.85	633.4			15656	26.85
		678.49	2728			2550	178		
45.8	682			26.90	634.9			15834	26.90
		674.98	4073			3837	236		
47.5	668			26.97	636.9			16070	26.97
		653.88	5261			5129	132		
49.7	640			27.01	638.1			16202	27.01
		569.51	12599			13983	-1384		
55.9	499			26.60	626.1			14817	26.60
		434.16	8732			12284	-3551		
61.5	369			25.54	595.4			11266	25.54
		363.85	2926			4725	-1799		
63.7	359			25.00	579.8			9467	25.00
		267.18	3762			7910	-4149		
67.6	176			23.76	543.9			5319	23.76
		165.23	830			2693	-1862		
69.0	155			23.21	527.8			3456	23.20
		147.65	1336			4647	-3310		
71.5	141			22.22	499.1			146	22.22
		131.83	4508			17066	-12559		
81.0	123			0.00	499.2			-12413	18.47

MAKSIMUM REZERVUAR KOTU (m) = 33.07

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Büyük Melen Sistemi'nin ilk aşamasında önerildiği gibi bir regülatör inşa edilmeyip temin edilmesi planlanan suyun Melen Barajı'nın memba batardosu haznesinden alınmasının büyük avantajları olmaktadır. Bilindiği gibi regülatör (bağlama) inşa edilmesindeki amaç suyu biriktirmeden, belli bir kota kadar yükselterek almaktır. Oysa suyun bir hazineye belli bir müddet biriktirilmesi neticesinde, kalitesinde iyileşmeler görülmektedir. Bu iyileşmeler şu şekilde sıralanabilir: a) Suda bulunan iri daneler çökelir. b) Suyun bulanıklığı azalır. c) Sudaki çözünmüş oksijende artma olabilir. d) Su sertliğinde azalma olabilir. e) Organik oksidasyon sebebiyle, koku ve tad bakımından iyileşme, biyokimyasal oksijen ihtiyacında (BOİ) azalma, bazı durumlarda suyun rengi bakımından iyileşme olur. f) Koliform sayısında ve hastalık yapan mikroorganizmalarda azalma görülür. g) Su kalitesinde dengelenme olur. (Bundan maksat, nehir suyu kalitesi zamanla çok değişmesine rağmen, bir biriktirme haznesine verilip oradan su alınırsa nehir suyunda herhangi bir parametredeki düzensizlikler giderilir.) Suyun kalitesinde görülen bu düzelmeler arıtmada kolaylık sağlamaktadır. [9, s 22-30].

Regülatörün normal su seviyesi kotunun 17.40 m olması planlanmıştır; şehre su regülatörden verilirse, bu kottan alınacaktır. Regülatörden temin edilmesi düşünülen 268 milyon m³/yıl suyun memba batardosu haznesinden verilmesi durumunda ise su 28.10 m kotundan alınacaktır. Memba batardosunun bir biriktirme haznesi olarak kullanılmasıyla su basma yüksekliği 10.70 m (28.10-17.40) azalmaktadır. Bu da bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Yapılan enerji tasarrufu şu şekilde bulunabilir:

$$\frac{268000000 \times 10.7 \times 0.00981 \times 0.06 \times 1000}{3600 \times 0.85} = 551591 \text{ \$ / yıl.}$$

Bu eşitlikte elektrik enerjisinin maliyeti 0.06 \$/kwh, pompa randıman katsayısı da 0.85 olarak alınmıştır. Suyun özgül ağırlığı 1000 kg/m³ ve 1 m kg/s=9.81×10⁻³ kw tır. Suyun, memba batardosundan alınmasıyla yılda yaklaşık 552 bin dolarlık bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca regülatörün inşa edilmemesi ile de 8 milyon dolarlık bir tasarruf yapılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **ÇEÇEN, K., ve diğ.,** İstanbul Su Kongresi Bildiriler Kitabı, (1995).
- [2] **İSTANBUL MASTER PLAN KONSORSİYUMU.,** İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Plan Etüdü, İ.S.K.İ. (1994).
- [3] **BAYAZIT, M., ve diğ.,** Hidroloji Uygulamaları, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, (1991).
- [4] **NIPPON KOEI CO. LTD.,** Feasibility Study On Büyük Melen System (Stage 1) Under Istanbul Water Supply Project, Japan, (1991).
- [5] **SUNGUR, T.,** Su Yapıları Cilt 1 Baraj ve Göletler, D.S.İ., Ankara, 177-190, (1989).
- [6] **BEKEM, Ş.,** Toprak ve Kayadolgu Barajlarda Derivasyon Dipsavak-Dolusavak Proje ve Hesapları, D.S.İ., Ankara, (1970).
- [7] **AĞIRALIOĞLU, N., ERKEK, C.,** Su Kaynakları Mühendisliği, İstanbul, (1993).
- [8] **BAYAZIT, M.,** Hareketli Tabanlı Akımların Hidroliği, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, 101-119, (1971).
- [9] **EROĞLU, V.,** Su Tasfiyesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, 22-30, (1984).

EK C

```

10  REM *** FLOOD ROUTING ****
20  CLEAR :KEY OFF:COLOR 7,1,2:CLS
40  LOCATE 8,8:INPUT "NAME OF FACILITY.....":A$
50  LOCATE 10,8:INPUT "NUMBER OF POINTS ON THE FLOOD HYDROGRAPH.....":N
60  LOCATE 12,8:INPUT "NUMBER OF POINTS ON THE OUTFALL CURVE .....":I
70  LOCATE 14,8:INPUT "NUMBER OF POINTS ON THE AREA-CAPACITY CURVE .....":L
80  LOCATE 16,8:PRINT "DO YOU WANT TO SEE THE RESULTS ON THE SCREEN OR"
85  LOCATE 17,8:PRINT "TAKE FROM PRINTER (S or P).....":
90  LOCATE 17,57:INPUT "",S$
91  IF S$="S" THEN 100
92  IF S$="P" THEN 100
93  IF S$="s" THEN 100
94  IF S$="p" THEN 100
95  CLS:GOTO 80
100 DIM T(N),DT(N-1),QG(N),QGO(N-1),VG(N-1),QC(N),QCO(N-1)
110 DIM VC(N-1),BH(N-1),RH(N),RK(N),A(I),B(I),C(L),D(L),RT(N)
120 FOR J=1 TO N
130 READ T(J)
140 NEXT J
150 FOR J=1 TO N
160 READ QG(J)
170 NEXT J
180 FOR J=1 TO N-1
190 DT(J)=(T(J+1)-T(J))*3600
200 QGO(J)=(QG(J+1)+QG(J))/2
210 VG(J)=QGO(J)*DT(J)
220 NEXT J
230 FOR J=1 TO I
240 READ A(J)
250 NEXT J
260 FOR J=1 TO I
270 READ B(J)
280 NEXT J
290 FOR J=1 TO L
300 READ C(J)
310 NEXT J
320 FOR J=1 TO L
330 READ D(J)
340 NEXT J
350 RK(1)=D(1)
360 RH(1)=C(1)
370 RT(1)=D(1)
380 J=2 : P=1
390 QC(P)=A(P)
400 RU=RK(P)
410 RB=RU+.005
420 RS=RB
430 GOSUB 1510
440 IF J>I THEN 1500
450 GOSUB 1700
460 IF J>L THEN 1500
470 IF RS>=RK(P+1) THEN 500
480 RB=RB+.005
490 GOTO 420
500 IF ABS(RS-RK(P+1))<.0005 THEN 640
510 T=(RB+RU)/2
520 RS=T
530 GOSUB 1510
540 IF J>I THEN 1500
550 GOSUB 1700
560 IF J>L THEN 1500
570 IF RS>=RK(P+1) THEN 600
580 RU=T:RB=RB

```

```

590 GOTO 610
600 RB=T:RU=RU
610 IF BH(P)<0 THEN 703
620 IF ABS(RS-RK(P+1))<.0005 THEN 640
630 GOTO 510
640 RT(P+1)=RS
650 P=P+1
660 IF P+1>N THEN 680
670 GOTO 700
680 CLS:LOCATE 12,30:PRINT "CHECK THE DATA!"
690 GOTO 1500
700 GOTO 400
703 IF ABS(P-N)=<1 THEN 710
704 IF RU=<D(1) THEN 710
705 GOSUB 2100
706 GOSUB 1900
707 GOSUB 2000
708 GOTO 640
710 IF S$="S" THEN 1080
715 IF S$="s" THEN 1080
720 LPRINT
730 LPRINT TAB(15) A$;
740 LPRINT " TASKIN ÖTELEME TABLOSU"
750 LPRINT
760 LPRINT "
770 LPRINT "||T | QG | QGO | QGO*DT |Tahmini| QC | QCO*DT |Bir.Hac.|Rez.H
mi|Rez.Kot|"
780 LPRINT "||Saat|m3/s| m3/s |*1000 m3|Rez.Kot| m3/s |*1000 m3|*1000 m3|*1000
3 | m|"
790 LPRINT "
800 FOR J=1 TO N
810 LPRINT TAB(1) "||";
820 LPRINT TAB(2) USING "###.##";T(J);
830 LPRINT "||";
840 LPRINT TAB(7) USING "#####";QG(J);
850 LPRINT TAB(11) "||";
860 LPRINT TAB(29) USING "#####.##";RT(J);
870 LPRINT "||";
880 LPRINT TAB(37) USING "#####.##";QC(J);
890 LPRINT TAB(43) "||";
900 LPRINT TAB(62) USING "#####";RH(J)/1000;
910 LPRINT "||";
920 LPRINT TAB(72) USING "#####.##";RK(J);
930 LPRINT "||"
940 IF J=N THEN 1050
950 LPRINT TAB(1) "||";
960 LPRINT TAB(12) USING "#####.##";QGO(J);
970 LPRINT TAB(19) "||";
980 LPRINT TAB(20) USING "#####";VG(J)/1000;
990 LPRINT TAB(28) "||";
1000 LPRINT TAB(44) USING "#####";VC(J)/1000;
1010 LPRINT TAB(52) "||";
1020 LPRINT TAB(53) USING "#####";BH(J)/1000;
1030 LPRINT TAB(61) "||"
1040 NEXT J
1050 LPRINT "
1067 LPRINT TAB(20) "MAKSIMUM REZERVUAR KOTU ..... (m) =";
1068 LPRINT TAB(57) USING "#####.##";K
1070 GOTO 1500
1080 CLS
1090 PRINT TAB(15) A$;

```

```

1100 PRINT " TASKIN ÖTELEME TABLOSU"
1110 PRINT
1120 PRINT "=====
1130 PRINT "|| T | QG | QGO | QGO*DT | Tahmini | QC | QCO*DT | Bir.Hac. | Rez.H
mi | Rez.Kot ||"
1140 PRINT "|| Saat | m3/s | m3/s | *1000 m3 | Rez.Kot | m3/s | *1000 m3 | *1000
3 | m ||"
1150 PRINT "=====
1160 FOR J=1 TO N
1170 PRINT TAB(1) "||";
1180 PRINT TAB(2) USING "###.##";T(J);
1190 PRINT "||";
1200 PRINT TAB(7) USING "#####";QG(J);
1210 PRINT TAB(11) "||-----||";
1220 PRINT TAB(29) USING "#####.##";RT(J);
1230 PRINT "||";
1240 PRINT TAB(37) USING "#####.##";QC(J);
1250 PRINT TAB(43) "||-----||";
1260 PRINT TAB(62) USING "#####";RH(J)/1000;
1270 PRINT "||";
1280 PRINT TAB(72) USING "#####.##";RK(J);
1290 PRINT "||"
1295 IF J<8 THEN 1300
1297 B$=INKEY$:IF B$="" THEN 1297
1300 IF J=N THEN 1410
1310 PRINT TAB(1) "||-----||";
1320 PRINT TAB(12) USING "#####.##";QGO(J);
1330 PRINT TAB(19) "||";
1340 PRINT TAB(20) USING "#####";VG(J)/1000;
1350 PRINT TAB(28) "||-----||";
1360 PRINT TAB(44) USING "#####";VC(J)/1000;
1370 PRINT TAB(52) "||";
1380 PRINT TAB(53) USING "#####";BH(J)/1000;
1390 PRINT TAB(61) "||-----||"
1400 NEXT J
1410 PRINT "=====
1420 PRINT
1425 PRINT TAB(20) "MAKSIMUM DESARJ DEBISI ..... (m3/s) =";
1426 PRINT TAB(57) USING "#####.##";Q
1427 PRINT :PRINT TAB(20) "MAKSIMUM REZERVUAR KOTU ..... (m) =";
1428 PRINT TAB(57) USING "#####.##";K
1430 GOTO 1500
1440 DATA 0,2.235,4.190,8.939,10.615,12.291,15.084,17.877,21.788,25.14,27.654,
.888,31.844,35.754,40.223,41.899,43.296,44.693,45.810,47.486,49.721,55.866,61.
3,63.687,67.598,68.994,71.508,81.006
1450 DATA 100,126.558,175.775,309.364,330.457,341.004,323.426,316.395,499.201,
4.193,790.988,812.081,790.988,731.224,632.79,618.728,639.821,674.976,682.007,6
.945,639.821,499.201,369.128,358.581,175.775,154.682,140.62,123.043
1460 DATA 100,130.316,199.778,283.06,381.588,501.740,544.833,604,715,817,921.5
027,1132,1235.5,1340,1445
1470 DATA 19.002,19.577,20.673,21.837,23.138,24.682,25.269,26.499,29.673,33.17
37.437,42.378,47.860,53.815,60.522,67.701
1480 DATA 5441360,6120000,26220000,59720000,105600000,164620000,240020000
1490 DATA 19.002,20,30,40,50,60,70
1500 END
1510 J=2
1520 IF RS>B(J) THEN 1600
1530 X2=A(J)
1540 X1=A(J-1)
1550 Y2=B(J)
1560 Y1=B(J-1)

```

```

1570 Y=RS
1580 QC(P+1)=((X2-X1)/(Y2-Y1))*(Y-Y1)+X1
1590 GOTO 1650
1600 J=J+1
1610 IF J>I THEN 1630
1620 GOTO 1520
1630 CLS:LOCATE 12,30:PRINT "CHECK THE DATA!"
1640 GOTO 1690
1650 QCO(P)=(QC(P)+QC(P+1))/2
1660 VC(P)=QCO(P)*DT(P)
1670 BH(P)=VG(P)-VC(P)
1680 RH(P+1)=RH(P)+BH(P)
1690 RETURN
1700 J=2
1710 IF RH(P+1)>C(J) THEN 1770
1720 X2=C(J)
1730 X1=C(J-1)
1740 Y1=D(J-1):Y2=D(J)
1750 X=RH(P+1)
1760 GOTO 1820
1770 J=J+1
1780 IF J>L THEN 1800
1790 GOTO 1710
1800 CLS:LOCATE 12,30:PRINT "CHECK THE DATA!"
1810 GOTO 1830
1820 RK(P+1)=((Y2-Y1)/(X2-X1))*(X-X1)+Y1
1830 RETURN
1900 Q=0
1910 FOR J=1 TO N-1
1920 IF Q>QC(J) THEN 1940
1930 Q=QC(J)
1940 NEXT J
1950 RETURN
2000 K=0
2010 FOR J=1 TO N-1
2020 IF K>RT(J) THEN 2040
2030 K=RT(J)
2040 NEXT J
2050 RETURN
2100 RB=RK(P)
2110 RU=RB-.005
2120 RS=RU
2130 GOSUB 1510
2140 GOSUB 1700
2150 IF RS<RK(P+1) THEN 2180
2160 RU=RU-.005
2170 GOTO 2120
2180 IF ABS(RS-RK(P+1))<.0005 THEN 2290
2190 T=(RB+RU)/2
2200 RS=T
2210 GOSUB 1510
2220 GOSUB 1700
2230 IF RS>RK(P+1) THEN 2260
2240 RU=T:RB=RB
2250 GOTO 2270
2260 RB=T:RU=RU
2270 IF ABS(RS-RK(P+1))<.0005 THEN 2290
2280 GOTO 2190
2290 RETURN

```

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Diyarbakır'da doğan Murat ALP, ilk öğrenimini Diyarbakır'da tamamlayıp 1983 yılında Diyarbakır Anadolu Lisesi'ne girmiştir. 1990 yılında buradan mezun olmuş ve aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazanmıştır. 1994 yılında İnşaat Fakültesi'nden mezun olan tez yazarı, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Su Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Halen bu eğitime devam etmekte olup DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü Planlama-Proje servisinde çalışmaktadır.

