

**İSTANBUL İLİNE İÇME - KULLANMA SUYU TEMİNİ AMACIYLA  
SAPANCA GÖLÜ HAVZASININ İNCELENMESİ**

66453

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Yeşim KARCI**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Ocak 1997**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 6 Şubat 1997**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Emin KARAHAN**

*M. Emin Karahan*

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Sedat KAPDAŞLI**

*S. Kapdaşlı*

**Prof. Dr. Atıl BULU**

*A. Bulu*

**YÜKSEK ÖĞRETİM YÜRÜRLÜĞÜ  
TASLAKTAYIN AL KURULU**

**ŞUBAT 1997**

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmalarım boyunca yakın ilgi ve değerli yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. M. Emin KARAHAN'a, yüksek lisans öğrenimim sırasında değerli bilgilerinden yararlandığım Hidrolik Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'nde, Devlet Su İşleri XIV. Bölge Müdürlüğü'nde ve Sakarya Belediyesi'nde görevli tüm meslektaşlarıma, Devlet İstatistik Enstitüsü mensuplarına ve tüm öğrenim hayatım boyunca maddi, manevi yönden desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 1997

YEŞİM KARCI

İnşaat Mühendisi



## ***İÇİNDEKİLER***

|                                                     | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| <b>ÖNSÖZ</b>                                        | <b>ii</b>              |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b>                                | <b>vi-vii</b>          |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>                                | <b>viii-x</b>          |
| <b>ÖZET</b>                                         | <b>xi</b>              |
| <b>SUMMARY</b>                                      | <b>xii-xvii</b>        |
| <b>BÖLÜM 1 GİRİŞ</b>                                |                        |
| 1.1 Raporun Kapsamı                                 | 1                      |
| 1.2 Çalışma Alanları                                | 3                      |
| 1.3 Önceki Çalışmalar                               | 3                      |
| <b>BÖLÜM 2 İSTANBUL İLİ PROJE ALANININ TANITIMI</b> |                        |
| 2.1 Hidroloji                                       | 7                      |
| 2.1.1 Meteoroloji                                   | 7                      |
| 2.1.1.1 Genel İklim Şartları                        | 7                      |
| 2.1.1.2 Sıcaklık, Nisbi Nem ve Rüzgar Özellikleri   | 8                      |
| 2.1.1.3 Buharlaşma                                  | 12                     |
| 2.1.2 Yağış                                         | 12                     |
| 2.1.2.1 Yağışla İlgili Mevcut Veriler               | 12                     |
| 2.1.2.2 Ortalama Yıllık Yağış                       | 13                     |
| 2.1.2.3 Ortalama Aylık Yağış                        | 14                     |
| 2.1.3 Yüzeysel Akış                                 | 19                     |
| 2.1.3.1 Yüzeysel Akış ile İlgili Mevcut Veriler     | 19                     |
| 2.1.3.2 Yıllık Ortalama Yüzeysel Akış               | 22                     |
| 2.1.3.3 Aylık Ortalama Yüzeysel Akış                | 23                     |
| 2.2 Mevcut Su Kaynakları                            | 30                     |
| 2.2.1 Kaynaklarla İlgili Detaylı Bilgiler           | 30                     |
| 2.2.2 Rezervuar Verimleri                           | 35                     |
| 2.2.3 Ham Suyun İletilmesi                          | 44                     |
| 2.3 Devam Eden Su Kaynağı Projeleri                 | 47                     |
| 2.3.1 Genel Bakış                                   | 47                     |
| 2.3.2 Kirazdere Su Temini Projesi                   | 47                     |
| 2.3.3 Sazlıdere Su Kaynakları Geliştirme Projesi    | 49                     |
| 2.3.4 Istranca Sistemi (Aşama II)                   | 49                     |
| 2.3.5 Planlanan Diğer Projeler                      | 51                     |

|         |                                            |    |
|---------|--------------------------------------------|----|
| 2.4     | Gelecekteki Potansiyel Su Kaynakları       | 51 |
| 2.4.1   | Ana Kaynaklar                              | 51 |
| 2.4.2   | Istranca Sistemi (Aşama III)               | 52 |
| 2.4.3   | Küçükçekmece Gölü                          | 52 |
| 2.4.4   | İsaköy Barajı                              | 53 |
| 2.4.5   | Sungurlu Barajı                            | 53 |
| 2.4.6   | Yeşilçay Sistemi                           | 54 |
| 2.4.7   | Büyük Melen Barajı                         | 55 |
| 2.4.8   | Alacalı Barajı                             | 56 |
| 2.4.9   | Sakarya Nehri                              | 56 |
| 2.5     | Nüfus Tahminleri                           | 57 |
| 2.5.1   | Yaklaşım Yöntemi                           | 57 |
| 2.5.2   | Nüfusun Tarihçesi                          | 58 |
| 2.5.2.1 | İstanbul Bölgesi'nde Nüfus Eğilimleri      | 58 |
| 2.5.2.2 | Nüfus Hareketleri                          | 59 |
| 2.5.2.3 | İstanbul Nüfusunun Özellikleri             | 59 |
| 2.5.2.4 | Önceki Nüfus Tahminleri                    | 60 |
| 2.5.3   | Şimdiki Nüfus ve Gelecekteki Nüfus Tahmini | 62 |
| 2.6     | Su İhtiyacı                                | 63 |
| 2.6.1   | Genel                                      | 63 |
| 2.6.2   | Mevcut İhtiyaçlar                          | 67 |

### BÖLÜM 3 SAPANCA GÖLÜ HAVZASI PROJE ALANI TANITIMI

|         |                                                             |     |
|---------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1     | Doğal Coğrafya                                              | 76  |
| 3.2     | Jeolojik Yapı                                               | 79  |
| 3.3     | İklim                                                       | 82  |
| 3.4     | Sosyo-ekonomik Yapı ve Yerleşim Durumu                      | 85  |
| 3.5     | Nüfus                                                       | 94  |
| 3.5.1   | Genel                                                       | 94  |
| 3.5.2   | Gelecekteki Nüfus Hesaplamalarında Esas<br>Alınan Kriterler | 96  |
| 3.5.3   | Belediyelerin Ayrı Ayrı Gelecekteki Nüfus Hesapları         | 97  |
| 3.5.3.1 | Adapazarı'nın Gelecekteki Nüfus Hesapları                   | 97  |
| 3.5.3.2 | Serdivan'ın Gelecekteki Nüfus Hesapları                     | 100 |
| 3.5.3.3 | Erenler'in Gelecekteki Nüfus Hesapları                      | 103 |
| 3.5.3.4 | Hanlı'nın Gelecekteki Nüfus Hesapları                       | 105 |
| 3.5.3.5 | Yazlık'ın Gelecekteki Nüfus Hesapları                       | 108 |
| 3.5.4   | Belediyelerin Gelecekteki Toplam Nüfus Hesapları            | 109 |
| 3.5.5   | Sonuçların Değerlendirilmesi                                | 113 |
| 3.6     | Mevcut ve Gelecekteki Su İhtiyacı                           | 116 |
| 3.6.1   | Konutsal Tüketim                                            | 121 |
| 3.6.2   | Kamu ve Ticari Tüketim                                      | 121 |
| 3.6.3   | Okullar                                                     | 122 |
| 3.6.4   | Hayvansal Tüketim                                           | 122 |
| 3.6.5   | Sanayi                                                      | 122 |
| 3.6.6   | Organize Sanayi Bölgesi                                     | 123 |
| 3.6.7   | Fuar Alanı                                                  | 123 |
| 3.6.8   | Kayıp ve Kaçan Su Miktarı                                   | 123 |

## **BÖLÜM 4 SAPANCA GÖLÜ VE MUDURNU ÇAYI'NIN HİDROLOJİ VE SU TEMİNİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

|                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1 Sapanca Gölü Hidrolojisi ve Su Temini</b>                                                                            | <b>126</b> |
| <b>4.2 Mudurnu - Sapanca Derivasyonu Seçeneğinin İncelenmesi</b>                                                            | <b>133</b> |
| 4.2.1 Mudurnu Çayı'nda Oluşan 25 m <sup>3</sup> /sn Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi | 135        |
| 4.2.2 Mudurnu Çayı'nda Oluşan 20 m <sup>3</sup> /sn Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi | 144        |
| 4.2.3 Mudurnu Çayı'nda Oluşan 15 m <sup>3</sup> /sn Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi | 145        |
| 4.2.4 Mudurnu Çayı'nda Oluşan 10 m <sup>3</sup> /sn Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi | 145        |
| <b>4.3 Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı Su Kalitesi</b>                                                                         | <b>147</b> |
| <b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>                                                                                                    | <b>151</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                                                                            | <b>156</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                                                             | <b>158</b> |

## **ŞEKİL LİSTESİ**

|            |                                                                          | <u>Sayfa No</u> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 2.1  | Proje Alanındaki Yağış Ölçüm İstasyonları ve Eşdeğer Yağış Eğrileri      | 9               |
| Şekil 2.2  | İstanbul'a ait Aylık Ortalama ve Minimum Sıcaklık Dağılımı               | 10              |
| Şekil 2.3  | İstanbul'a ait Nisbi Nem, Rüzgar Hızı ve Güneşli Saatler Dağılımı        | 11              |
| Şekil 2.4  | Seçilen Yağış Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Modelleri       | 15-18           |
| Şekil 2.5  | Dere Ölçüm İstasyonları                                                  | 20-21           |
| Şekil 2.6  | Terkos Gölü'ndeki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu                    | 24              |
| Şekil 2.7  | Ömerli ve Alacalı Barajı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu       | 25              |
| Şekil 2.8  | Yeşilçay Su Alma Yapısı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu        | 26              |
| Şekil 2.9  | Ağva Su Alma Yapısı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu            | 27              |
| Şekil 2.10 | Büyük Melen Su Alma Yapısı Sahasında Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu | 28              |
| Şekil 2.11 | Hasanlar Barajı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu                | 29              |
| Şekil 2.12 | Mevcut ve Planlanan Su Kaynakları                                        | 31              |
| Şekil 2.13 | Terkos Gölü'ndeki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri                      | 36              |
| Şekil 2.14 | Alibeyköy Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri             | 37              |
| Şekil 2.15 | Büyükçekmece Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri          | 38              |

|            |                                                                                |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 2.16 | Elmalı Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri                      | 39  |
| Şekil 2.17 | Ömerli Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri                      | 40  |
| Şekil 2.18 | Darlık Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri                      | 41  |
| Şekil 2.19 | Ay Başları İtibarıyla İstanbul Barajlarının Kullanılabilir Su Rezervleri       | 43  |
| Şekil 2.20 | Kirazdere Sistemi Genel Planı                                                  | 48  |
| Şekil 2.21 | Asya ve Avrupa Yakaları Arasında Nüfusun Dağılımı                              | 61  |
| Şekil 2.22 | Proje Alanı için Nüfus Tahminleri                                              | 64  |
| Şekil 2.23 | Net Birim Su Tüketiminde Meydana Gelen Değişimler (1980-1992)                  | 69  |
| Şekil 2.24 | İstanbul İli Su İhtiyaç ve Kaynak Değerlendirmesi                              | 75  |
| Şekil 3.1  | Sapanca Gölü Su Toplama Havzası                                                | 78  |
| Şekil 3.2  | Sapanca Gölü Havzası Yağış Haritası                                            | 83  |
| Şekil 3.3  | Seçilen Yağış Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Modelleri             | 87  |
| Şekil 3.4  | Adapazarı ve Sapanca Ölçüm İstasyonlarına ait Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı | 88  |
| Şekil 3.5  | Adapazarı'na ait Nisbi Nem ve Rüzgar Hızı Dağılımı                             | 89  |
| Şekil 4.1  | Sapanca Gölü Kot-Alan-Hacim Grafiği                                            | 128 |
| Şekil 4.2  | Sapanca Gölü Eklenik Akım Eğrisi                                               | 131 |
| Şekil 4.3  | Mudurnu Çayı Debi Süreklilik Eğrisi                                            | 134 |

## ***TABLO LİSTESİ***

|                                                                                             | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Tablo 2.1 Ortalama Buharlaşma Kayıtları                                                     | 12                     |
| Tablo 2.2 Proje Alanındaki Ölçüm İstasyonlarında Kaydedilen Ortalama Yıllık Yağışlar        | 13                     |
| Tablo 2.3 Proje Alanındaki Baraj ve Regülatörlerdeki Yıllık Ortalama Yağışlar               | 14                     |
| Tablo 2.4 Yağıştaki Mevsimsel Değişimler                                                    | 19                     |
| Tablo 2.5 Kaynak Gelişimi için Planlanmış Su Toplama Havzalarındaki Akış Ölçme İstasyonları | 22                     |
| Tablo 2.6 Planlanan Su Çekim Sahalarındaki Yıllık Ortalama Su Girişleri                     | 23                     |
| Tablo 2.7 1971 Yılı DAMOC Master Planının Öngördüğü Su Kaynaklarının Durumu                 | 30                     |
| Tablo 2.8 Mevcut Barajlarla İlgili Detaylı Bilgiler                                         | 33                     |
| Tablo 2.9 Rezervuarlardan Yapılmakta olan Fiili Su Çekimleri                                | 35                     |
| Tablo 2.10 Mevcut Su Kaynaklarının Emniyetli Verimleri                                      | 42                     |
| Tablo 2.11 İstanbul Barajlarının Kullanılabilir Toplam Rezervi                              | 42                     |
| Tablo 2.12 İstanbul İlinin Mevcut Su Kaynakları                                             | 46                     |
| Tablo 2.13 Istranca Sistemi Aşama II'ye ait Su Kaynaklarının Yıllık Toplam Verimleri        | 49                     |
| Tablo 2.14 Istranca Kaynakları ile İlgili Detaylı Bilgiler                                  | 50                     |
| Tablo 2.15 Istranca Sisteminin Teknik Özellikleri ( I. Aşama )                              | 50                     |
| Tablo 2.16 Istranca Sisteminin Teknik Özellikleri ( II. Aşama )                             | 51                     |
| Tablo 2.17 1950 - 1990 Yılları Arası Şehirsal ve Kırsal Nüfus Değişimleri                   | 59                     |

|            |                                                                                                          |       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tablo 2.18 | Geçmişteki Nüfus Tahminleri                                                                              | 62    |
| Tablo 2.19 | İlçelerin Nüfus Gelişme Özellikleri                                                                      | 63    |
| Tablo 2.20 | Avrupa Yakası Nüfus Projeksiyonu                                                                         | 65    |
| Tablo 2.21 | Asya Yakası Nüfus Projeksiyonu                                                                           | 66    |
| Tablo 2.22 | Su Üretim Kayıtlarına Göre Net Tüketim Tahminleri                                                        | 68    |
| Tablo 2.23 | Su Tüketim Kayıtları (1990-1992 Ortalama)                                                                | 70    |
| Tablo 2.24 | İstanbul'un Potansiyel Su İhtiyacı (DSİ-1991)                                                            | 71    |
| Tablo 2.25 | Su Faturalarından Elde Edilen Net Tüketim Miktarları                                                     | 72    |
| Tablo 2.26 | Avrupa ve Asya Yakalarının Su İhtiyaç Tahminleri                                                         | 73-74 |
| Tablo 3.1  | Sapanca Havzasına Düşen Aylık Yağış Serilerinin İstatistik Analizi                                       | 84    |
| Tablo 3.2  | Bölgenin Meteorolojik Özellikleri                                                                        | 86    |
| Tablo 3.3  | Su Kullanımına Ait Bilgileri                                                                             | 95    |
| Tablo 3.4  | Sakarya İli Nüfusu ve Yıllık Nüfus Artış Hızı                                                            | 96    |
| Tablo 3.5  | Adapazarı ve Civar Belediyelerin Nüfus Projeksiyonu                                                      | 112   |
| Tablo 3.6  | Adapazarı ve Civar Belediyeler için Yapılmış Nüfus Tahminleri                                            | 117   |
| Tablo 3.7  | Adapazarı İli Net Su İhtiyacı                                                                            | 125   |
| Tablo 3.8  | Türkiye'de Bazı Büyük Şehirler için Yapılmış Su Tüketim Değerleri                                        | 126   |
| Tablo 4.1  | Sapanca Gölü Su Temini Tablosu                                                                           | 130   |
| Tablo 4.2  | Mudurnu Çayı Aylık Ortalama Debi Tablosu                                                                 | 136   |
| Tablo 4.3  | Mudurnu Çayı Su Temini Tablosu                                                                           | 137   |
| Tablo 4.4  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında Aylık Ortalama Debi Tablosu                                               | 138   |
| Tablo 4.5  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında Su Temini Tablosu                                                         | 139   |
| Tablo 4.6  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında $Q \leq 25 \text{ m}^3/\text{sn}$ Akımların Oluşturduğu Su Temini Tablosu | 140   |

|            |                                                                                                          |     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 4.7  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında $Q \leq 20 \text{ m}^3/\text{sn}$ Akımların Oluşturduğu Su Temini Tablosu | 141 |
| Tablo 4.8  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında $Q \leq 15 \text{ m}^3/\text{sn}$ Akımların Oluşturduğu Su Temini Tablosu | 142 |
| Tablo 4.9  | Mudurnu Çayı Regülatör Aksında $Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{sn}$ Akımların Oluşturduğu Su Temini Tablosu | 143 |
| Tablo 4.10 | T.S.E. 266 İçme ve Kullanma Suyu Standartları                                                            | 148 |
| Tablo 4.11 | Sapanca Gölü Su Analiz Raporu                                                                            | 149 |
| Tablo 4.12 | WHO Standartlarına göre İçme Sularındaki Kimyasal Maddeler                                               | 149 |
| Tablo 4.13 | Mudurnu Çayı Su Analiz Raporu                                                                            | 150 |

## ÖZET

İstanbul'un su sorunu 1990 yılının son aylarında büyük bir boyut kazanmıştır. İstanbul'un su sıkıntısında en önemli nedenler, nüfusun olağanüstü artışı ve kaynaklardaki artışın nüfus artışının gerisinde kalması, iklim koşullarının tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de eskiye göre daha düzensizleşmesi, su kaynaklarının yeterince korunmaması nedeniyle elden birer birer çıkmaları ve yanlış planlama ve programlama stratejileri sonucu su kaynaklarının geliştirilememesidir. Ayrıca İstanbul'un gerek temiz su, gerekse pis su şebekelerinin yeterli olmayışı nedeniyle şebeke kayıpları çok yüksektir.

Nüfusu devamlı ve yüksek bir oranda artan İstanbul'un su gereksinimini karşılamak için önce kendisinin yerüstü ve yeraltı sularından yararlanılmıştır. Bu yeterli olmayınca komşu illerden su getirilmesi gündeme gelmiştir. Planlama aşamasında olan ve İstanbul'a su temini için uzun vadeli bir çözüm olarak öngörülen Büyük Melen Sistemi ise, gelecekte İstanbul ilinin su ihtiyacını karşılayacak kapasitedir.

İSKİ tarafından İstanbul'a verilen su, şehrin Asya ve Avrupa yakasında bulunan yağış havzalarından sağlanmaktadır. Yağış havzaların yıllık su potansiyelleri, mevcut su kaynaklarına yıllık ortalama su girişi, yağış havzalarının alanları, ortalama yıllık yağışları ve akış katsayıları dikkate alınarak hesaplanmıştır. İSKİ tarafından belirlenen emniyetli verimlerin İstanbul ilinin ihtiyacını karşılayıp karşılamayacağını belirlenmesi amacıyla İstanbul ilinin nüfus ve su ihtiyacı tahmini yapılmış ve sonuçta İstanbul ilinin ne kadar su açığının bulunduğu hesaplanmıştır.

2031 yılında devreye girecek olan Büyük Melen Sistemi tamamlanıncaya kadar yakın çevredeki temiz su kaynaklarının etüd edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla İstanbul'a yakınlığı ve kaynaklarının büyüklüğü nedeniyle Aşağı Sakarya Havzası'nda yer alan Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı hidrolojik açıdan incelenmiştir. Sapanca Gölü'nden su temin eden belediyelerin ve endüstri kuruluşlarının su ihtiyaçları saptanmıştır. Su potansiyeli açısından oldukça zengin olan Mudurnu Çayı, Sapanca Gölü'nde gerekli aktif hacmin oluşturulması koşuluyla, İstanbul ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayacak durumdadır. Bugün İstanbul'a yılda 550 milyon m<sup>3</sup> su verildiği gerçeği dikkate alınacak olursa, Mudurnu Çayı sularının 207x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>'lük bir kısmının İstanbul'a tahsis edilmesi hiç de küçümsenmeyecek bir olaydır. Sapanca Gölü'nde herhangi bir aktif hacim yaratılmadan, Mudurnu Çayı'nın % 95 garantili akımı olan 2.5 m<sup>3</sup>/sn su ilk planda İstanbul'a tahsis edilebilir. 10, 15, 20, 25 m<sup>3</sup>/sn'lik aylık ortalama değerler esas alınarak, sırası ile bu debilere eşit ve daha küçük olan debilerin, Sapanca Gölü tarafından regüle edilerek İstanbul'a tahsis edilmek üzere Sapanca Gölü'ne derive edilmesi hususu incelenmiştir. 10 m<sup>3</sup>/sn debiye göre boyutlandırılan Mudurnu-Sapanca isale hattı inşa edilerek Sapanca Gölü vasıtası ile İstanbul'a 2.5 m<sup>3</sup>/sn'lik Mudurnu Çayı suları tahsis edilmeli ve daha sonra ise gölde aktif hacim kazanılmasını sağlayacak tesisler yapılarak İstanbul'a tahsis edilen su miktarı 6.5 m<sup>3</sup>/sn'ye çıkartılmalıdır.

## ***THE EXAMINATION OF THE SAPANCA LAKE BASIN IN ORDER TO SUPPLY DOMESTIC WATER TO THE ISTANBUL PROJECT AREA***

The demand for reliable piped water supplies in Istanbul is increasing rapidly. To assist in meeting this demand it is proposed that the feasibility of supplying the city from the Sapanca Lake be investigated.

The concept of using the water resources in the Lower Sakarya Project Area to supply Istanbul is not new. The proposal of using the Sakarya River for that purpose was investigated by TAMS in 1965 and in 1970 by the DAMOC Consortium. Water would be diverted from the Sakarya River into the east end of Sapanca Lake, allowing the same amount to be abstracted from the west end of Sapanca Lake (thereby saving about 16 kilometers of pipeline). This water would then be transferred by the most economic of several possible routes to the Ömerli Reservoir Treatment Works site and from there into service reservoirs in Istanbul. DAMOC rejected the use of the Sakarya because of concern about the quality of the water in the River. It was dirty with high colour, high solids content, high turbidity and high hardness and they feared it would become polluted because of effluent discharge upstream. Treatment of this water would be possible though the processes would be more complex than those practised currently using the cleaner reservoir source waters. The Sapanca Lake water quality will also deteriorate by mixing with the Sakarya River water.

The communities within the Outside Greater Istanbul Project Area have always relied on nearby streams and springs as their sources of water supply. However, the populations of these communities have grown to the point where these local sources are completely utilized. The shift in land use from agriculture to heavy industry is creating water demands far in excess of the existing supply capability. The need for development of additional sources of supply is clear.

This report contains a detailed review of the existing and potential sources of supply for the Istanbul Project Area and makes a preliminary examination of the feasibility of a project to transfer water to the Istanbul water supply system from the Sapanca Lake. The objective of this report is to examine the feasibility of the proposal and make appropriate recommendations. This review consists of a discussion of the hydrologic characteristics, physical features, yield of the existing, lasting and planned surface water sources, the estimated population and water demand in the Istanbul Project Area and the Sapanca Lake Basin.

In the second section, the hydrologic characteristics, the existing, lasting and planned water sources of the Istanbul Project Area are investigated. In order to find out the growth in demand for water in Istanbul, the predicted population in Istanbul is provided by ISKI. Comparing the water demand with the yield of the existing surface water sources, it becomes possible to find out whether there is enough water to supply the city. Based on the last population estimates, it is clear that the water sources in

Istanbul will not meet the growth in demand for water until the Yeşilçay System would be completed in 1999. In this transition period, ISKI and DSI carry out some water development programmes, for example the Istranca Streams Project. The Melen River will be used as the main source of water in 2032, which will meet the rising demand for water in Istanbul.

Until the Great Melen Project would be completed in 2032, some adjacent clean water sources have to be examined. As the Lower Sakarya Project Area has ample surface water resources to meet the needs for regional water supply, it will be appropriate to examine two of the available water sources, the Sapanca Lake and the Mudurnu Creek.

Two major sources of supply in the Lower Sakarya Project Area are the Sapanca Lake and the Mudurnu Creek which is one of the most important branches of the Sakarya River.

Sapanca Lake is a large natural lake situated in the eastern part of the Lower Sakarya Project Area. It is roughly elliptical in shape with an east-west orientation to its long axis, which is 16 kilometers long. The east end is about 5 kilometers west of Sakarya River, and the west end is about 20 kilometers east of İzmit. The lake surface varies from approximately 31 to 33 meters in elevation and from 46 to 52 square kilometers in area due to normal seasonal variations. This range in elevation results in an annual variation in storage of about 100 million m<sup>3</sup>. A survey of existing buildings, railroads and recreation facilities located along the shores of the lake showed that the maximum water surface of the lake should not be allowed to rise for prolonged periods above elevation 32.0 m. The east and west shores of the lake are shallow swamps. The maximum depth of Sapanca Lake is about 52 meters, which results in a bottom elevation of approximately 20 meters below sea level. The natural basin of Sapanca Lake located at the southern and higher end of the project offers several alternative uses as a storage reservoir. The storage capacity is limited in part by the existing buildings, road and railroad on its shores and by the effect wide fluctuation of the Lake level would have upon recreation. A reasonable fluctuation in the lake surface would provide a reservoir capacity of about 150 million m<sup>3</sup>. This capacity is adequate to provide carry-over storage for development of about 4.8 m<sup>3</sup>/sec or nearly all of the inflow into the Lake.

The area of the Sapanca Lake water shed is 311 square kilometers, including the area of the lake. Drainage to the lake is primarily from the steep hills to the north and south of the lake. The streams which discharge into Sapanca Lake from the north and south are relatively short. The area experiences short duration, high intensity storms, which cause flash flooding and storm runoff that carries large quantities of detritus. Some inflow can be attributed to springs and groundwater discharge from the Sapanca aquifer, which underlies the alluvial plain along the south side of the lake. This situation causes a relatively high dry season inflow.

The only outlet from the lake is the Çarksuyu, a tributary to the Sakarya River. The Çarksuyu has become heavily polluted both from domestic sewage and industrial wastes. For example, it was estimated that the three factories in Adapazarı, that manufacture starch, release some 150 m<sup>3</sup> per day of waste water containing sulphur

dioxide and hydrochloric acid. An acetic acid factory releases about 600 m<sup>3</sup> per day. Four leather tanning factories release acids to the stream. Similarly, disposal of animal waste from slaughter houses is released into the stream. The only known attempt to control unrestricted wasting into the Çarksuyu exists at the sugar factory where wastes from processing sugar beets are collected in stilling pools to settle out the high lime and acid contents in waste waters before releasing these waters to the stream. The Çarksuyu was the principal source of water supply in the vicinity of Adapazarı. As the quality of the Çarksuyu deteriorates, withdrawals are made neither directly from the creek nor from wells on its bank any longer.

Sapanca Lake has sufficient undeveloped water, when added to existing surface resources and projected groundwater development, to meet the projected Near Term (1996 to 2031) domestic requirements of its surrounding municipalities. The water demand of the industrial facilities in İzmit have to be satisfied from another water source, for example from the planned Yuvacık Dam.

The average annual inflow of the Lake is 185.63 million m<sup>3</sup>. The maximum and minimum annual inflows were 312.30 and 114.17 million m<sup>3</sup> in 1969 and 1966, respectively. The average annual inflow volume is equivalent to a rate of 5.89 m<sup>3</sup>/sec. The average storage in the Sapanca Lake under natural conditions (100 million m<sup>3</sup>) is about 54 percent of the average annual inflow (185.63 million m<sup>3</sup>). The inflow records of the Sapanca Lake are provided from the "Hydrologic Report of the Sapanca Lake" prepared by DSI in 1983. The computed records covering a period of 16 years are used as a basis for determining the total annual yield of the Sapanca basin. The mass curve of the Lake has been obtained, based on the records from 1963 to 1978. In the light of the mass curve of the computed useable inflow, some results are obtained :

- The required storage is  $64 \times 10^6$  m<sup>3</sup> to produce  $124.25 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/year (3.94 m<sup>3</sup>/sec) draft from the lake to supply Adapazarı and İzmit. The water demand of the industrial facilities in the vicinity of Adapazarı that drew water from the Çarksuyu must be satisfied by pumping from the Sakarya River.
- In the case of using all of the average annual flow of the Sapanca Lake (185.63 million m<sup>3</sup>),  $61.38 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/year (1.95 m<sup>3</sup>/sec) would be available to use for different purposes with an active capacity of  $234 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. This amount of water could be used to transfer water to Istanbul water supply system or to meet the future needs for the regional water supply.

Sapanca Lake is a valuable resource and its waters are well suited from standpoints of both quality and clarity for domestic and industrial water supply, fish culture and recreation, as well as irrigation. It is advisable to conduct supplemental water quality analyses; however the waters of Sapanca Lake are considered to be within acceptable limits for the purposed use. Sapanca Lake water will probably deteriorate even further as nearby development takes place. The uncontrolled discharge of household and sanitary waste liquids from the communities could seriously impair the quality of the water in Sapanca Lake. Pollution of the lake from sewage, industrial processes and agricultural fertilisers may result in high nitrat levels. Recent legislation requiring industry to treat effluent prior to discharging it into the lake and the development of

sewerage and sewage treatment in towns will assist in maintaining quality standards in future.

Mudurnu Creek is the second largest potential water source available in the Lower Sakarya Project Area, which enters the Sakarya River from the east. Its source is in the mountains east of the town of Mudurnu. The course of the creek is generally from east to west through the mountainous terrain until it reaches the Adapazarı Plain. The creek channel then turns in a northerly direction until it enters the Süleymaniye Swamp. The outlet from the swamp enters the Sakarya River 66 kilometers from the Black Sea. The channel capacity through the swamp is inadequate. Mudurnu waters pass through the swamp in numerous small channels; most of these are interconnected with Dinsiz Creek which enters the swamp from the east. A network of many small channels has resulted.

The total drainage area of Mudurnu Creek is 1718 square kilometers and its length is 130 kilometers. The average gradient of the channel is 15 kilometers in the mountains and 0.5 m. per km in the plain. Two gaging stations have been operated on the Mudurnu Creek. The uppermost gaging station operated on Mudurnu Creek is at Dokurcun and was established by EIE in 1956. The drainage area at this point is 1059 square kilometers. The records of this station are considered to be accurate and have been valuable in these studies since they include records of the driest year in 26 years. The average depth of runoff of 222 mm. from Mudurnu Creek is relatively low in comparison with Dinsiz Creek (467 mm.) and Sapanca Lake (706 mm.). The average annual runoff in the Creek is 256 million m<sup>3</sup>. The minimum flow, which occurs during the irrigation season, is 1.52 m<sup>3</sup>/sec. Studies of the possibilities for storage of water on this stream and derivating it into the Sapanca Lake were carried out as alternative solutions to transfer water to Istanbul.

The feasibility studies are made to supply water to Sapanca Lake, thereby increasing its potential yield, from the Mudurnu Creek, a major east bank tributary of the Sakarya River. The proposal is to feed Mudurnu Creek into the eastern end of the lake and to abstract an equal amount from an intake at the western end. This water would then be transferred by the most economic of several possible routes to the Ömerli Reservoir Treatment Works site and from there into service reservoirs in Istanbul. The quality of Mudurnu water is said to be good and problems on mixing with Lake water are not foreseen.

The present urban and industrial use of water in and adjacent to the project area is centered around the cities of Adapazarı and İzmit. The tendency is for industries to locate along the railroad and the Istanbul-Ankara highway which passes through the north of the Lake. Industrial installations extend from 18 km. west to 6 km. east from İzmit and 6 km. southwest from Adapazarı toward İzmit. Sapanca Lake, the most promising source of future water supply, is situated between these two cities.

In the vicinity of İzmit the present industrial use of water from the Sapanca Lake is about 66 million m<sup>3</sup> per year. The largest individual user is a paper company at İzmit (SEKA) which obtains its supply by pumping from the Sapanca Lake. This diversion is at a continuous rate of 1 m<sup>3</sup>/sec and totals approximately 30 million m<sup>3</sup> per year.

The present water supply for the surrounding communities of Sapanca Lake is entirely adequate. With the present population of about 300.000, the potential water demand with adequate facilities would be about 70.000 m<sup>3</sup> per day. The estimated municipal water demand in 2031 is about 360.000 m<sup>3</sup> per day or 132 million m<sup>3</sup> per year assuming an increase in population to 1.210.000 in that year, based on ratios developed for adjacent areas. The present water supply of 66 million m<sup>3</sup> per year in the Izmit area should be increased if the city continues to grow at the present rate. It is estimated that the total industrial water demand of Izmit in 2031 will be about 80 million m<sup>3</sup> per year. The total demand is estimated to be about 212 million m<sup>3</sup> in 2031. It can be easily seen that the Sapanca Lake will be inadequate to meet the future water demand of its surrounding municipalities and industrial facilities because it would exceed the supply by some 26 million m<sup>3</sup>. If the industrial facilities supply the required amount of water from another water source, the Sapanca Lake will be sufficient to meet the projected demand until 2031. However, through diversion from Mudurnu Creek an additional 79 million m<sup>3</sup> can be made available without a reduction in water quality and without an increase of the active storage capacity of the Lake.

The values obtained from the Dokurcun gaging station are indicative of the dependable range in flow 2.50 m<sup>3</sup>/sec (79x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year). This amount of water of the Mudurnu Creek can be transferred to Istanbul without storage. The 26 years of available records at the Dokurcun gaging station are carried to the regulator axis by multiplying the values with the correlation factor (1.2). The average monthly flows which are equal or smaller than 10, 15, 20 and 25 m<sup>3</sup>/sec are taken into account and thus the amount of water to be transferred to Istanbul and the required active capacity in the Sapanca Lake are calculated by using the mass curves. These active capacities are added to the before-mentioned active capacity of the Sapanca Lake to determine the total active capacity to meet the demand for water in the vicinity of the Lake and to supply water to be transferred to Istanbul. The minimum and maximum operating levels are determined by using the volume-area curve of the Lake.

The most appropriate solution is the diversion of the flows which are equal or smaller than 10 m<sup>3</sup>/sec by using a transfer system with 10 m<sup>3</sup>/sec capacity to the Sapanca Lake. The required active capacity is 313x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> in order to transfer 6.5 m<sup>3</sup>/sec (207x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) water to Istanbul. The active capacity will decrease to 140x10<sup>6</sup> by transferring water in 24 months of the dry season (1957-1963) at rates varying between 1.77 m<sup>3</sup>/sec and 5.60 m<sup>3</sup>/sec. If 1.94 m<sup>3</sup>/sec of the Sapanca Lake water is transferred to Istanbul and the demand of the vicinity of the Lake is satisfied by the Lake, the required active capacity will be 374x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Therefore the minimum and maximum operating level have to be 24.50 m.-32.50 m., respectively. So it will be possible to transfer 270x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> per year to Istanbul. In the case of using only the Mudurnu Creek water (6.5 m<sup>3</sup>/sec) to supply Istanbul, the active capacity will be 204x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> and the corresponding minimum and maximum operating levels will be 28.00 m.-32.50 m.

A transfer system would be appropriate to transfer water at rates varying between 2.5 and 10 m<sup>3</sup>/sec. This would make an additional 207 million m<sup>3</sup>/year available to consumers supplied from the Lake. The Mudurnu Creek is a relatively small river and such quantities are not continuously transferable. The proposal therefore envisages making use of the Lake as a reservoir, satisfying demand from users of Sapanca

waters by reducing Lake levels at times of low flow in the Mudurnu Creek. The water levels will be much reduced in low flow periods and raised above present levels in high flow periods. The effect of these fluctuations on the water quality and ecology of the Lake and its surroundings has to be examined.

The lake waters should be conserved to serve as the principal source of supply for Izmit and the adjacent industrial area. The total yield of Sapanca Lake could be increased by 79 million m<sup>3</sup> per year by diverting the Mudurnu Creek into the Sapanca Lake.

This project could provide about 8.5 m<sup>3</sup>/sec of water to Istanbul. It will meet the rising demand for water in Istanbul. The dependable low flow in the river would be sufficient to allow abstraction of up to 8.5 m<sup>3</sup>/sec for supplies to Istanbul. A flow of 8.5 m<sup>3</sup>/sec would be sufficient to satisfy projected demand to the year 2030.

The Sapanca Transfer Project has been examined at pre-feasibility level. This seems reasonable given the considerable distance of the Sapanca Lake from Istanbul, which in addition to increasing costs also presents considerable technical challenges. However, no consideration of detailed operational requirements has been made. As there is 120 kilometers of route to be controlled and operated, the problems will be considerable. If the proposal to transfer water from Sapanca Lake into the Istanbul water supply system is feasible, the transfer system must be investigated technically. Communication systems will have to be provided and safety devices provided along the routes. Energy use and control would have to be carefully examined.

The existing distribution system in Istanbul also requires attention. In addition to problems of leakage from the existing mains, the distribution system capacity will require progressive enlargement and expansion in order to provide the growing population with water at their taps. The water distribution network within Greater Istanbul is said to be inadequate and a project to improve it by participation in extending it and undertaking leak detection could be attractive.

## **BÖLÜM 1**

### **GİRİŞ**

#### **1.1 Raporun Kapsamı**

İstanbul iline içme-kullanma suyu temininde karşılaşılan darboğazı aşmak ve gelecekte doğacak olan ihtiyaçları karşılamak amacı ile İstanbul ve yöresindeki kaynaklar, uzun zamandan beri etüd edilerek değerlendirilmektedir.

İstanbul'un Avrupa yakasındaki devam etmekte olan projelerin tamamlanması ile şehrin bu yakasındaki artan su ihtiyaçlarını karşılamak için araştırılacak başka önemli kaynak kalmayacaktır. İstanbul için yapılan en son nüfus tahminlerine dayanarak mevcut su kaynaklarının, Yeşilçay programı 1999 yılında devreye girene kadar Asya ve Avrupa yakasındaki artan su talebini karşılayamayacağı görülmektedir. Geçiş dönemi içinde, DSİ ve İSKİ, Istranca, Sazlıdere ve Kirazdere'de su kaynakları geliştirme programını acilen uygulamaya koymaktadır. Daha uzun vadede ise, 2032'ye uzanan Master Plan sürecinde İstanbul Boğazı'nın 180 km. doğusunda bulunan Melen Çayı'nı ana su kaynağı olarak kullanmayı hedeflemektedir.

Mevcut olan en yeni ek bilgiler kullanılarak daha önceki hidrolojik değerlendirmeler güncelleştirilmiş, mevcut ve devam eden su kaynağı projeleri gözden geçirilerek bu kaynaklardan elde edilecek güvenli su verimi saptanmış ve gelecekteki potansiyel su kaynakları incelenmiştir.

Nüfusu hızla artan İstanbul ilinin içme ve kullanma suyuna olan ihtiyacı, gün geçtikçe büyük boyutlara varmaktadır. Aynı şekilde, Adapazarı yöresinin ve Adapazarı-İstanbul arasındaki kesiminde, içme, kullanma ve sanayi suyuna olan ihtiyacı sanayi kuruluşlarının gelişimine paralel olarak artmaktadır. Bu sorun ilk planda, yakın

çevredeki kaynakların devreye sokulmasını sağlamış, daha sonraları uzaktaki ucuz ve temiz su kaynaklarının etüdünü gündeme getirmiştir. İstanbul'a yakınlığı ve kaynaklarının büyüklüğü nedeni ile Adapazarı ve civarı bu etüdlere sahne olmaktadır. Bu raporda, Aşağı Sakarya Havzası'nın en önemli kaynaklarını teşkil eden Sapanca Gölü, Sakarya Nehri ve onun kolu olan Mudurnu Çayı'ndan İstanbul Su Kaynakları Sistemi'ne su getirmenin mümkün olup olmadığı incelenmiştir. Bunlardan, Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı, sularının kalitesi itibarı ile içme ve kullanma suyu olarak uygun kaynaklardır. Sakarya Nehri, sularının özellikleri ve üzerinde bulunan ve tasarlanan tesisler itibarı ile bu açıdan en son düşünülecek kaynak durumundadır. Sakarya Nehri sularının kullanılması yeni bir proje değildir. Son olarak 1970 yılında DAMOC Konsorsiyumu tarafından incelenmiş ve uygun bulunmamıştır. Önerilen bu projenin yapılabilirliği tekrar incelenmektedir.

Üzerinde 4 adet nehir santralının planlandığı Mudurnu Çayı, 1237 nolu Dokurcun Akım Gözlem İstasyonu'ndaki ortalama yıllık 256 milyon m<sup>3</sup> su potansiyeli ile en uygun kaynaklardan bir tanesidir. "Nehir Santralleri Projesi" gerçekleşinceye kadar, bu çayın sularının, bir regülatör ile İstanbul'a tahsis edilmek üzere Sapanca Gölü'ne derive edilmesi, santrallerin inşaatı gerçekleştikten sonra, son santralin kuyruk sularının, bir kanal ile Mudurnu-Sapanca isale hattına verilmesi uygun bir çözüm olacaktır.

2040 yılına kadar nüfus projeksiyonu yapılırken sadece İstanbul ilinin genel nüfusu değil, İstanbul'un Asya ve Avrupa yakasındaki ilçelerin nüfus artışları alternatifli olarak tahmin edilmiştir.

Bu raporun amacı, mevcut en son veriler ile en son nüfus ve su ihtiyaçları tahminleri ışığı altında, 1989 yılından beri bir tek su kaynağının bile devreye sokulmamış ve şimdiki İstanbul nüfusunun 1989 nüfusunun iki katı olmasından dolayı ortaya çıkan su probleminin çözülmesi amacıyla bazı alternatiflerin incelenmesidir.

## 1.2 Çalışma Alanları

İstanbul'a içme ve kullanma suyu temini amacıyla yapılan bu araştırmanın sınırları, batıda Silivri, doğuda Gebze, güneyde Adalar, kuzeyde ise Sarıyer ve Beykoz olarak tespit edilmiştir. Ancak proje alanı, İstanbul'a temin edilen suya katkıda bulunabilecek Sapanca Gölü su toplama havzasını da içine alacak şekilde genişletilmiştir.

Buna göre, İstanbul ili proje alanı batıda Istanca'dan doğuda Melen Çayı'na kadar uzanmaktadır (Şekil 2.1). Sapanca Gölü su toplama havzası ise Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

## 1.3 Önceki Çalışmalar

İstanbul ilinin 1950 yılından itibaren hızla artan nüfusu ve burada gelişen sanayi ile içme, kullanma ve endüstri suyu temini büyük önem kazanmıştır. Bu sorunun çözülmesi amacı ile çalışmalar 1960 yılından itibaren yoğunlaşmış, bölgede mevcut su kaynaklarının potansiyel ve kalitesi ile bunlardan faydalanma şeklini, sırasını ve yapılması gerekli mühendislik yapılarını tespit eden sürekli ve birbirini tamamlaması amacıyla bazı etüd ve planlama raporları hazırlanmıştır. Ayrıca Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı üzerinde de etüd, istikşaf, planlama ve master plan seviyesinde yapılan ve yapılmakta olan bazı çalışmalar ve raporlar mevcuttur.

- İstanbul İçme Suyu İstikşaf Raporu - 1962, DSİ ve İSKİ tarafından birlikte yapılmıştır.
- İstanbul - İzmit İçme, Kullanma, Endüstri Suyu Temini Projesine ait Rapor - 1965, DSİ tarafından, Tams - Entopsu Firmaları ortaklığına tanzim ettirilmiştir.
- DAMOC Büyük İstanbul Bölgesi Su Temini ve Kanalizasyon Master Planı - 1971, DSİ, İSKİ ve İstanbul Belediyesi tarafından DAMOC Firmasına tanzim ettirilmiştir. İstanbul İçmesuyu Projesi, DAMOC Master Planı esas alınarak yürütülmektedir.
- İstanbul Su Temini Projesi - 1978, İSKİ tarafından TÜMAŞ ve Binie Partners Firmasına tanzim ettirilmiştir.

- a) Büyükçekmece Barajı Planlama Raporu - 1974
- b) Büyükçekmece Arıtma Tesisleri Planlama Raporu - 1982
- c) Büyükçekmece Rezervuar Seddeleri Planlama Raporu - 1983
- d) Büyükçekmece - Küçükçekmece - Sefaköy - Bahçelievler Ana İsale Hattı Avan Projeleri - 1977
- e) Büyükçekmece - Silivri Ana İsale Hattı Avan Projesi - 1977

Bu projeler, DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü'nce yapılmış ve DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.

- Küçükçekmece ve Sazlıdere Barajları Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Planlama Raporu - 1985, DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü'nce tanzim edilmiş ve DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- Darlık Barajı Su Kaynağının Geliştirilmesi Planlama Raporu - 1985, DSİ XIV. Bölge tarafından tanzim edilmiş ve DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- İsaköy - Darlık - Emirli - Küçükçamlıca Ana İsale Hattı Planlama Raporu -1985, DSİ XIV. Bölge tarafından tanzim edilmiştir.
- Darlık - Emirli Ana İsale Hattı Avan Projesi (Darlık Su Alma Yapısı, Pompaj Hattı, II. Kısım İsale Hattı) - 1986, DSİ XIV. Bölge tarafından tanzim edilmiştir.
- İsaköy Barajı Su Kaynağının Geliştirilmesi Planlama Raporu - 1986, DSİ XIV. Bölge tarafından onaylanmıştır.
- Tavşanlı, Değirmendere ve Delidere Barajları Kaynaklarının Geliştirilmesi İstikşaf Raporu - 1979, DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü'nce tanzim edilmiş, DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- Pendik Barajı Su Kaynağının Geliştirilmesi Planlama Raporu - 1983, DSİ XIV. Bölge tarafından tanzim edilmiş, DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- Kovankaya, Kıvılcımkaya, Taşpınar Baraj ve İsale Hatlarına ait İstikşaf Raporu - 1985, DSİ XIV. Bölge tarafından tanzim edilmiş, DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- Aşağı Sakarya Mudurnu - Sapanca Derivasyonu Ön İnceleme Raporu - 1985, DSİ III. Bölge Müdürlüğü'nce tanzim edilmiş, DSİ Genel Müdürlüğü'nce onaylanmıştır.
- Wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Mudurnu Gebiet :  
1956 yılında Heinrich Schmidt, Hamdi Topkaya, Friedrich Gutberlet tarafından

almanca olarak hazırlanan bu rapor ile Mudurnu Çayı üzerinde bir adet baraj ve 9 adet nehir santrali teklif edilerek yılda  $227.10^6$  kWh'lık bir enerji üretimi tasarlanmıştır.

- **Sakarya Havzası İstikşaf Raporu :**

1963 yılında hazırlanan bu raporda, Mudurnu Çayı üzerinde 83 m. yüksekliğinde Ballıkaya Barajı teklif edilmiş, pompaj ve cazibe ile 50.757 hektar arazinin sulanması ve ayrıca 66 km.'lik ıslah öngörülmüştür.

- **Aşağı Sakarya Projesi Planlama Raporu :**

1965 yılında, "Tippets-Abbott-Mc.Carthy-Stratton" mühendislik bürosu tarafından "Master Plan" şeklinde hazırlanan bu rapor, Aşağı Sakarya Ovası'ndan, Sakarya Regülatörü ve muhtelif pompajlar ile 66.777 hektar arazinin sulanmasını teklif etmekte ve Sapanca Gölü'nün kaynak olarak verimini irdeleyerek bu gölden İzmit ve Sapanca Proje sistemleri adı altında toplam 6810 hektar arazinin pompajla sulanmasını önermektedir. Ayrıca "Mudurnu Cazibe Sulaması" adı altında diğer bir alternatif etüd edilmiş ve burada yer alan Ballıkaya Barajı'ndan enerji üretimi uygun bulunmamıştır.

- **İstanbul - İzmit İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Projesine Ait Rapor :**

"Aşağı Sakarya Projesi Planlama Raporu"nu hazırlayan firmaca aynı yıl hazırlanmış bu rapor, İstanbul ve İzmit'e su temin edilebilecek kaynakları etüd etmiş ve bu arada Sakarya Nehri'nin Sapanca Gölü'ne derive edilerek gölden İstanbul'a su verilmesi durumunu da irdelemiştir.

- **Aşağı Sakarya Projesi Mudurnu Çayı Nehir Santralleri İstikşaf Raporu :**

1981 yılında DSİ III. Bölge Müdürlüğü'nce yapılan bu istikşaf raporu, Mudurnu Çayı üzerinde bir adet regülatör ve 3 adet nehir santral tesisi ile yılda  $138.10^6$  kWh enerji üretimini öngörmektedir.

- **Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması Raporu :**

DSİ İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı tarafından 1984'te hazırlanan bu rapor, gölü besleyen ve gölden çıkan akarsularda 18 istasyonda toplam 41 noktadan 1980 -1982 yıllarında aylık örnekler alınarak yapılan analizleri içerir. Göl ve gölü besleyen sularda kirlenme düzeyinin yüksek olmadığı, gölün içme-kullanma suyu sağlama açısından kullanma uygunluğunu belirler. Bu raporun hidrolojisi, "Sapanca Gölü Hidroloji Raporu" adı altında DSİ. III. Bölge Müdürlüğü

elemanlarından Meteo. Yük. Müh. Akif Aka tarafından yapılmıştır.

- **Aşağı Sakarya Mudurnu Çayı Nehir Santralleri Projesi Planlama Raporu :**

1984 yılında DSI Bölge Müdürlüğü'nce hazırlanan bu raporda, Mudurnu üzerinde, toplam 43.50 MW gücünde 4 adet nehir santral ile yılda  $198.10^6$  kWh enerji üretimi öngörülmüştür. Ayrıca, son kademe santral olan Pazarköy Hidroelektrik Santral'ından çıkan suların Sapanca Gölü'ne verilmesi hususu da bu raporda incelenmiştir.



## **BÖLÜM 2**

### **İSTANBUL İLİ PROJE ALANININ TANITIMI**

#### **2.1 HİDROLOJİ**

##### **2.1.1 Meteoroloji**

###### **2.1.1.1 Genel İklim Şartları**

İstanbul ili proje alanında, Karadeniz ve Akdeniz arasında hüküm süren ılıman Marmara iklimi hakimdir. Buna göre, yaz ayları çok sıcak, kışlar da çok soğuk olmaz.

Arazinin topoğrafyası ve araziye çevreleyen belli başlı sular bölgenin iklimini etkilemektedir. Sahilde bulunan tepe ve dağlar, sahil ile iç kısımlar arasında doğal bir engel oluşturmaktadır. Denizden iç kısımlara doğru hareket eden rutubetli hava kitleleri, sahil kesiminde yeterli yağış getirecek biçimde engellenmektedir. Bu yüzden, iç kesimdeki vadilerde yağış oldukça sınırlıdır. İstanbul'da yaz ayları kurak olmasına rağmen, tüm yıl boyunca yağış görülmektedir.

İzmit, Adapazarı ve Düzce'ye doğru Anadolu Yarımadası'ndaki iklim İstanbul'un iklimine çok benzemektedir. Oroğrafik etki ya da yüksekliğin artışına paralel olarak artan yağış, bölgenin kuzey kısmında açık seçik görülmektedir.

Yıllık ortalama yağış 500 mm. ile 1400 mm. arasında değişmektedir. Genel olarak, Anadolu yakasındaki yağış Avrupa yakasına göre daha fazladır.

### 2.1.1.2 Sıcaklık, Nisbi Nem ve Rüzgar Özellikleri

Türkiye'deki meteoroloji istasyonları üç devlet kuruluşu tarafından işletilmektedir [1].

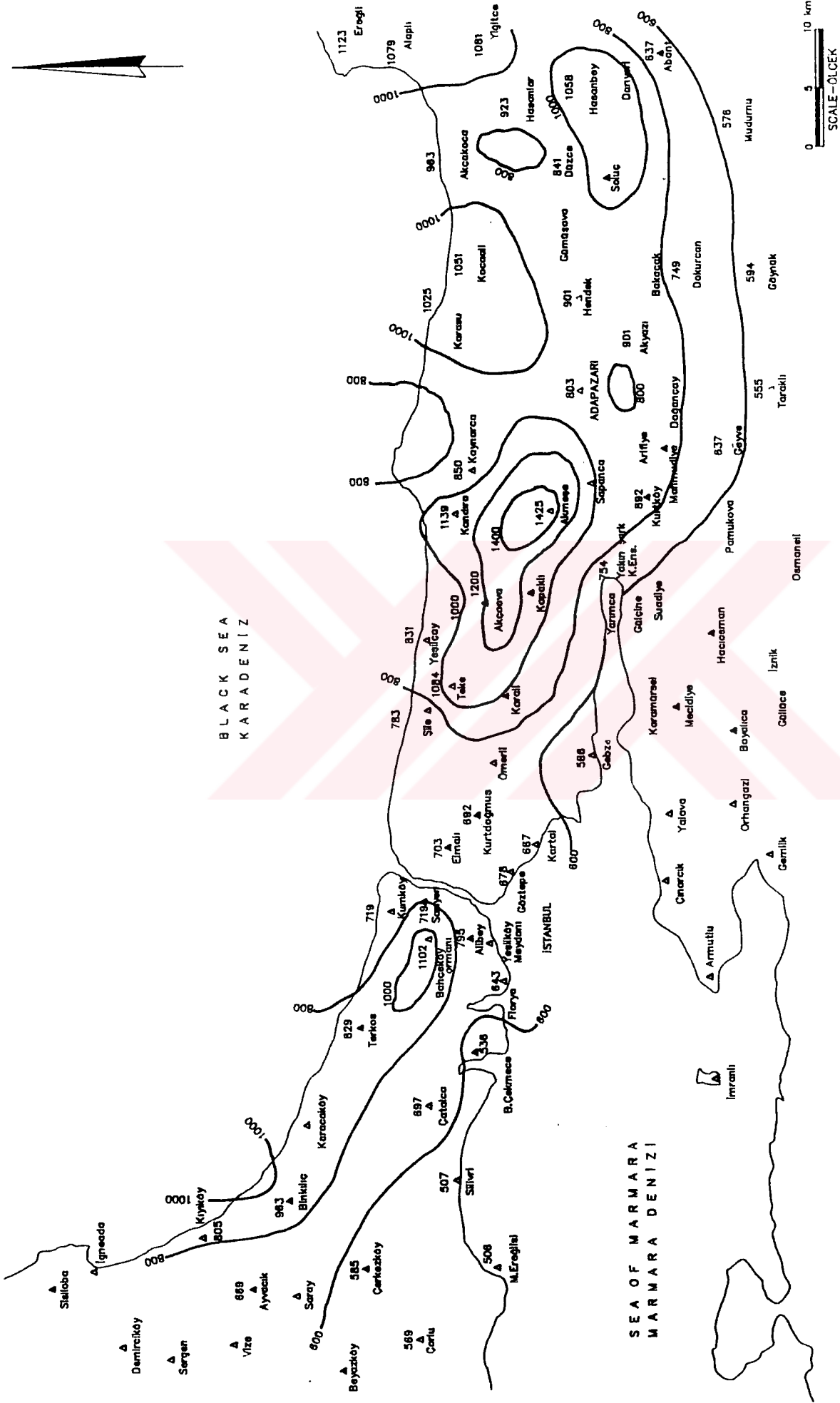
- Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ)
- Devlet Su İşleri (DSİ)
- Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE)

Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından işletilen meteoroloji istasyonları, günde üç defa (7.<sup>00</sup>, 14.<sup>00</sup>, 21.<sup>00</sup>) ve fırtınalardan sonra ölçüm yapmaktadır. Bu istasyonlarda atmosferik basınç, buharlaşma, güneşli günler, rüzgar yönü ve hızı, sıcaklık, nisbi nem, genel hava koşulları ve toprak sıcaklığı ölçülmektedir. Yağış istasyonları ise 24 saatlik toplam yağışı ölçmektedir. Yağış verileri DSİ tarafından da alınmaktadır. Bu meteoroloji istasyonlarının yerleri Şekil 2.1'de verilmiştir.

Etüd bölgesinin ortalama sıcaklığı 14°C'dir. 0°C'nin altındaki sıcaklıklar çok kısa sürelidir. Yer üstünde bulunan su borularının donması muhtemeldir. Ancak zemin donması kısa süreli olup, nadiren 100 mm. derinliği aşmaktadır. İstanbul ilindeki en düşük ve ortalama sıcaklıklardaki değişimler Şekil 2.2'de verilmiştir.

İstanbul ili etüd bölgesindeki nisbi nem en düşük % 50 ile en yüksek yaklaşık % 85 arasındaki dar bir aralık içinde değişmektedir. Ortalama nisbi nem yaklaşık % 73'tür. İstanbul'a ait ortalama nisbi nemdeki aylık değişimler Şekil 2.3'te verilmiştir.

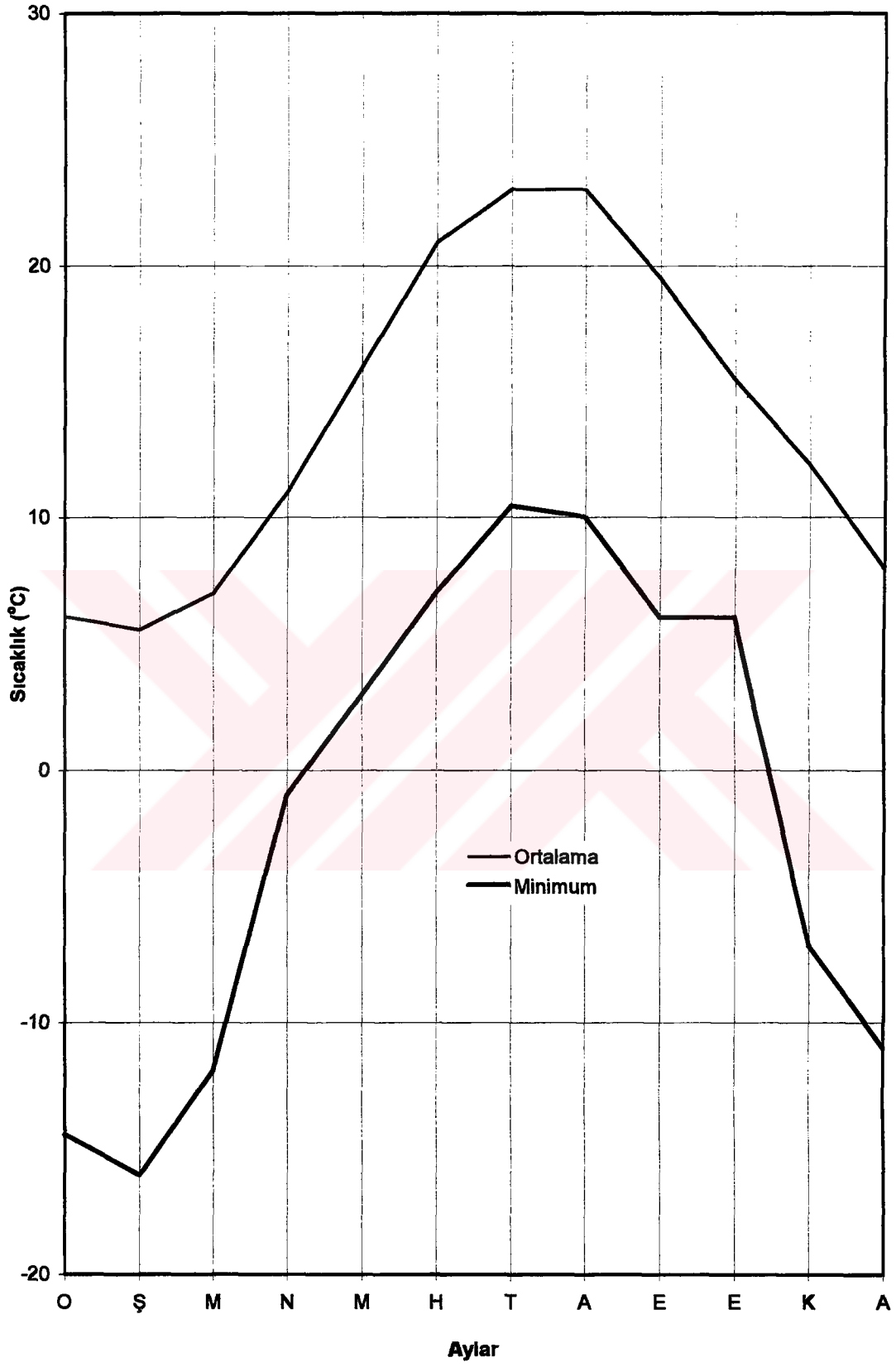
İstanbul'un batı kesiminde hakim olan rüzgarlar, kuzey ve kuzeydoğu rüzgarlarıdır. Ancak Kasım ve Nisan ayları arasında güney rüzgarlarının sıklığı artmaktadır. Doğu kesiminde hakim olan rüzgarlar kuzey ve kuzeybatı rüzgarlarıdır. Ancak Aralık ve Ocak aylarında güneybatı rüzgarları hakim olmaktadır. İstanbul'daki ortalama rüzgar hızı, diğer bölgelere göre biraz daha fazladır. Bunun sebebi muhtemelen Boğaz'ın ve civardaki alanların bir rüzgar tüneli görevi yapmasıdır. İstanbul'daki ortalama rüzgar hızlarındaki aylık değişimler Şekil 2.3'te verilmiştir. Ayrıca her ayın güneşli gün sayısı da verilmektedir.



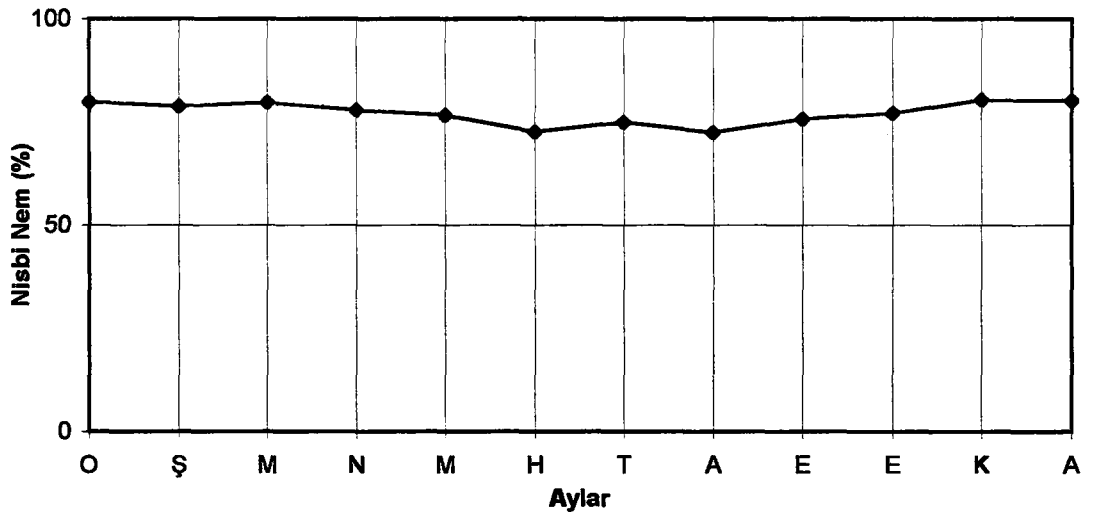
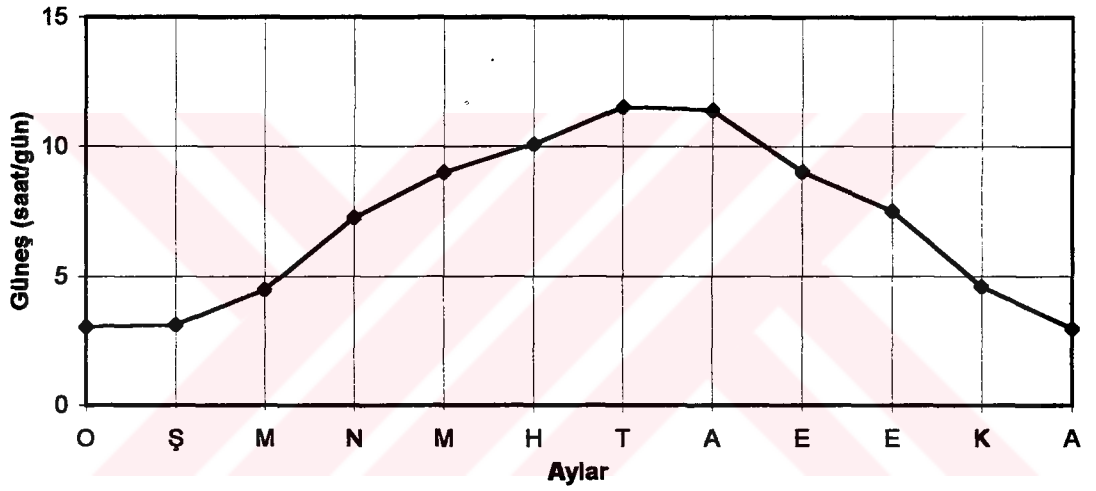
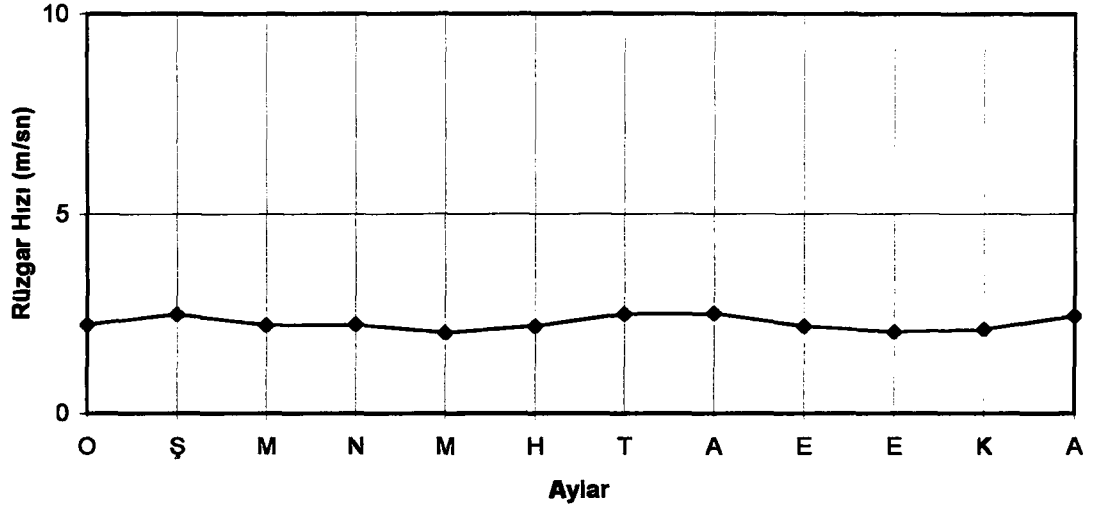
### LEGEND LEJANT

- ▲ DMI METEOROLOGICAL STATION  
DMI METEOROLOJİ İSTASYONU
- ▲ DSI METEOROLOGICAL STATION  
DSİ METEOROLOJİ İSTASYONU
- RAINFALL IN MILLIMETRES PER ANNUM  
YILLIK YAĞIŞ (MM)

Şekil 2.1  
Proje Alanındaki Yağış Ölçüm İstasyonları ve Eşdeğer Yağış Eğrileri



Şekil 2.2  
İstanbul'a ait Aylık Ortalama ve Minimum Sıcaklık Dağılımı



Şekil 2.3  
İstanbul'a ait Nisbi Nem, Rüzgar Hızı ve Güneşli Saatler Dağılımı

### 2.1.1.3 Buharlaşma

Seçilmiş DMİ istasyonlarındaki aylık ortalama buharlaşma ölçümleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir. Sapanca Gölü’nde yıllık yüzeysel buharlaşma miktarı 760.2 mm. olarak tahmin edilmektedir. Bu değer, Terkos Gölü (1111.8 mm.), Göztepe (1143.9 mm.) ve Bursa (1048.4 mm.) yıllık kayıtlarla karşılaştırıldığı zaman daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 2.1  
Ortalama Buharlaşma Kayıtları

| <i>Aylar</i>  | <i>Buharlaşma (mm)</i> |                |              |                     |
|---------------|------------------------|----------------|--------------|---------------------|
|               | <i>Terkos Gölü</i>     | <i>Göztepe</i> | <i>Düzce</i> | <i>Sapanca Gölü</i> |
| Ekim          | 101.1                  | 97.4           | 51.4         | 106.4               |
| Kasım         | 63.5                   | 55.7           | 26.6         | 109.2               |
| Aralık        | 31.0                   | 25.0           | —            | 75.6                |
| Ocak          | 13.4                   | 12.1           | —            | 49.4                |
| Şubat         | 12.6                   | 11.7           | —            | 44.5                |
| Mart          | 19.0                   | 19.6           | —            | 33.0                |
| Nisan         | 45.0                   | 51.1           | 71.6         | 30.9                |
| Mayıs         | 91.2                   | 103.7          | 109.1        | 32.7                |
| Haziran       | 161.6                  | 171.4          | 143.3        | 43.2                |
| Temmuz        | 207.9                  | 217.2          | 159.2        | 60.9                |
| Ağustos       | 213.4                  | 219.0          | 137.4        | 78.0                |
| Eylül         | 152.1                  | 160.0          | 98.0         | 96.4                |
| <i>Yıllık</i> | 1111.8                 | 1143.9         | 796.6        | 760.2               |

### 2.1.2 Yağış

#### 2.1.2.1 Yağışla İlgili Mevcut Veriler

Çalışma alanındaki DMİ ve DSİ yağış ölçüm istasyonlarının listesi her istasyondaki ortalama yıllık yağış değerleri ile birlikte Tablo 2.2’de verilmiştir. Bu istasyonların yerleri, bölge içinde yıllık yağış dağılımları Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bu yağış istasyonlarının çoğu 1970’den bu yana ölçüm yapmaktadır. Ancak bazılarının 1929 yılına kadar uzanan kayıtları vardır.

İstanbul ili coğrafi konum olarak kuzeyden Karadeniz, güneyden ise Marmara denizinin etkisindedir. Proje sahasında Marmara ve Karadeniz iklimi hakim olmasına rağmen, havzanın güneydoğu kesiminde yazların kurak geçtiği karasal iklime ve çok değişken yağış miktarlarına rastlanmaktadır. Yağış dağılımları yıllık bazda birbiriyle genel olarak bir uyum göstermesine karşın çok yakın noktalarda belirgin yağış farklılıkları bulunmaktadır. Oroğrafik etki, yani yağışın yükseklikle artma eğilimi sahilde görülmektedir ve güneydoğu yönünde azalmaktadır. Genel olarak en fazla yağış alan yerler Boğaz'a yakın kısımlar ile Karadeniz tarafıdır. Bu bölgeleri iç kısımlar ve Marmara Denizi'ne yakın kısımlar izlemektedir.

Tablo 2.2  
Proje Alanındaki Ölçüm İstasyonlarında Kaydedilen Ortalama Yıllık Yağışlar

| <i>İstasyon Adı</i> | <i>Kayıt Süresi<br/>(yıl)</i> | <i>Ortalama Yıllık Yağış<br/>(mm)</i> |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Şişlioba (DSİ)      | 24                            | 912                                   |
| İğneada (DMİ)       | 36                            | 822                                   |
| Kıyıköy (DMİ)       | 28                            | 797                                   |
| Binkılıç (DSİ)      | 22                            | 963                                   |
| Terkos Gölü (DSİ)   | 27                            | 824                                   |
| Kumköy (DMİ)        | 39                            | 719                                   |
| Sarıyer (DMİ)       | 41                            | 719                                   |
| Alibey Barajı (DSİ) | 22                            | 795                                   |
| B.Çekmece (DSİ)     | 23                            | 536                                   |
| Göztepe (DMİ)       | 62                            | 678                                   |
| Şile (DMİ)          | 53                            | 783                                   |
| Kocaeli (DMİ)       | 59                            | 763                                   |
| Sapanca (DMİ)       | 49                            | 910                                   |
| Sakarya (DMİ)       | 59                            | 803                                   |
| Düzce (DMİ)         | 40                            | 841                                   |
| Bolu (DMİ)          | 62                            | 536                                   |

#### 2.1.2.2 Ortalama Yıllık Yağış

Tablo 2.3'te, İstanbul'a halen su temin eden veya temini planlanmış baraj veya regülatörler için hesaplanmış yıllık yağış ortalamaları verilmiştir.

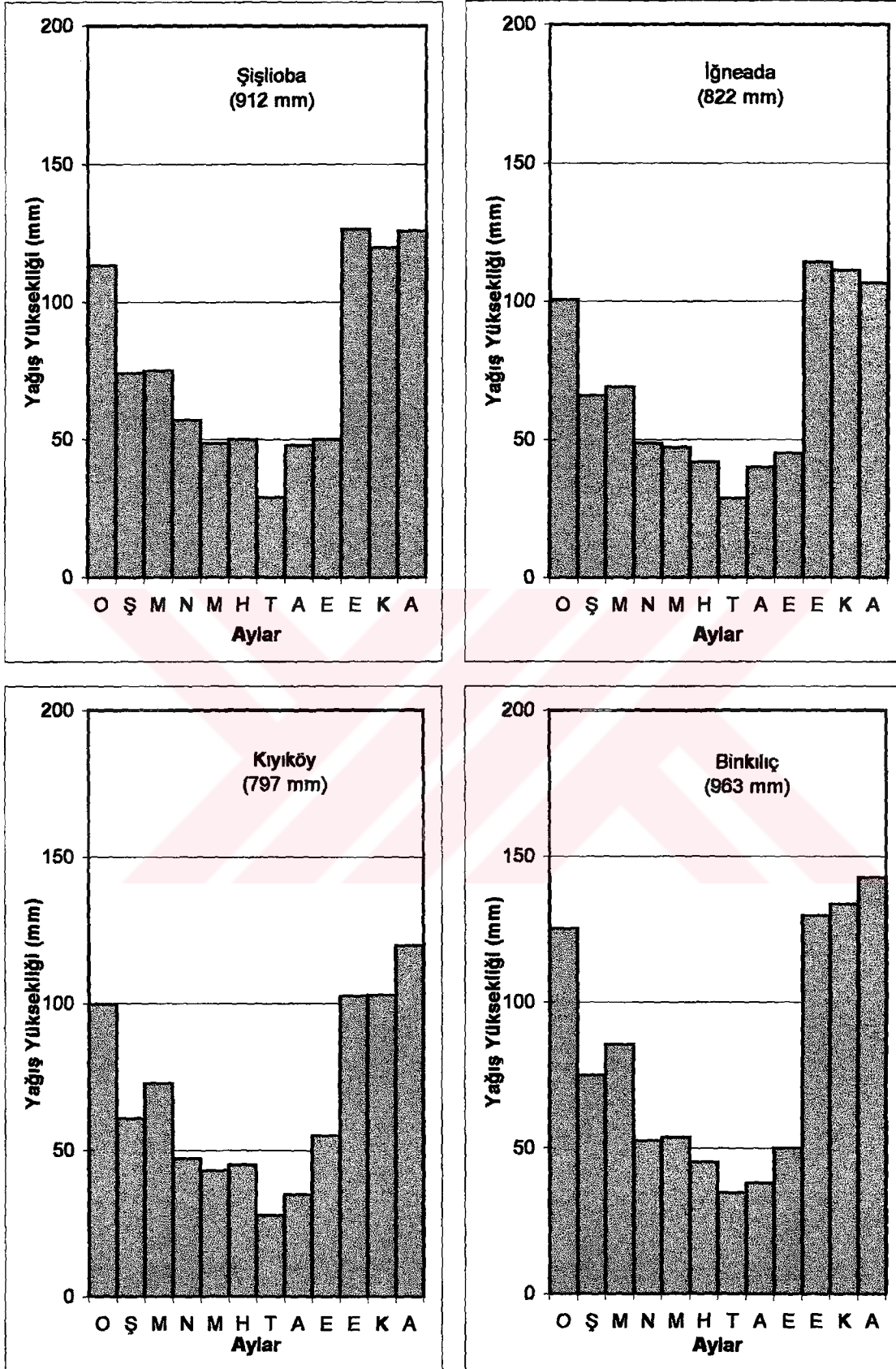
Tablo 2.3  
Proje Alanındaki Baraj ve Regülatörlerdeki Yıllık Ortalama Yağışlar

| <i>Yeri</i>                                            | <i>Su Toplama<br/>Havzası<br/>(km<sup>2</sup>)</i> | <i>Yıllık Ort.<br/>Yağış<br/>(mm)</i> |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b><i>Avrupa Yakası</i></b>                            |                                                    |                                       |
| Terkos Gölü                                            | 619                                                | 829                                   |
| Alibeyköy Barajı                                       | 160                                                | 795                                   |
| Büyükçekmece Barajı                                    | 175                                                | 536                                   |
| Sazlıdere Barajı                                       | 165                                                | 627                                   |
| Istranca I. Aşama (Düzdere, Kuzulu, Çilingöz)          | 108                                                | 950                                   |
| Istranca II. Asama (Kazan, Pabuc, Elmalı, Sultanbahçe) | 567                                                | 730                                   |
| <b><i>Asya Yakası</i></b>                              |                                                    |                                       |
| Elmalı Barajı                                          | 76                                                 | —                                     |
| Ömerli Barajı                                          | 600                                                | 880                                   |
| Darlık Barajı                                          | 207                                                | 880                                   |
| Kirazdere Barajı                                       | 258                                                | 808                                   |
| Alacalı Barajı                                         | 67                                                 | 900                                   |
| Büyük Melen Barajı                                     | 2317                                               | 987                                   |
| Yeşilçay Regülatörleri                                 | 755                                                | —                                     |

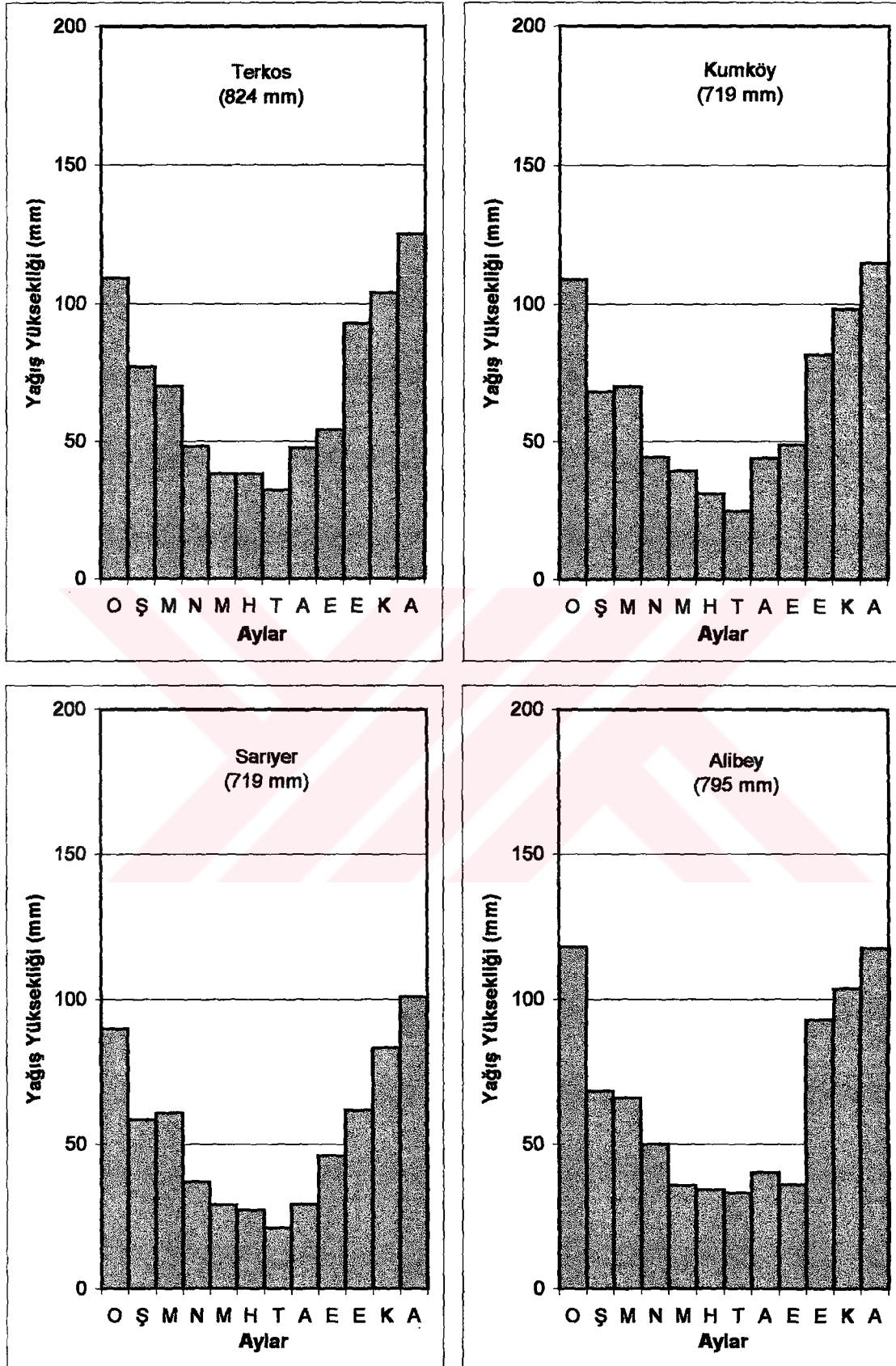
#### 2.1.2.3 Ortalama Aylık Yağış

Çalışma alanında seçilen ölçüm istasyonundaki aylık yağıştaki değişimler Şekil 2.4'te verilmiş olup, genel mevsimsel değişimler Tablo 2.4'te özetlenmiştir.

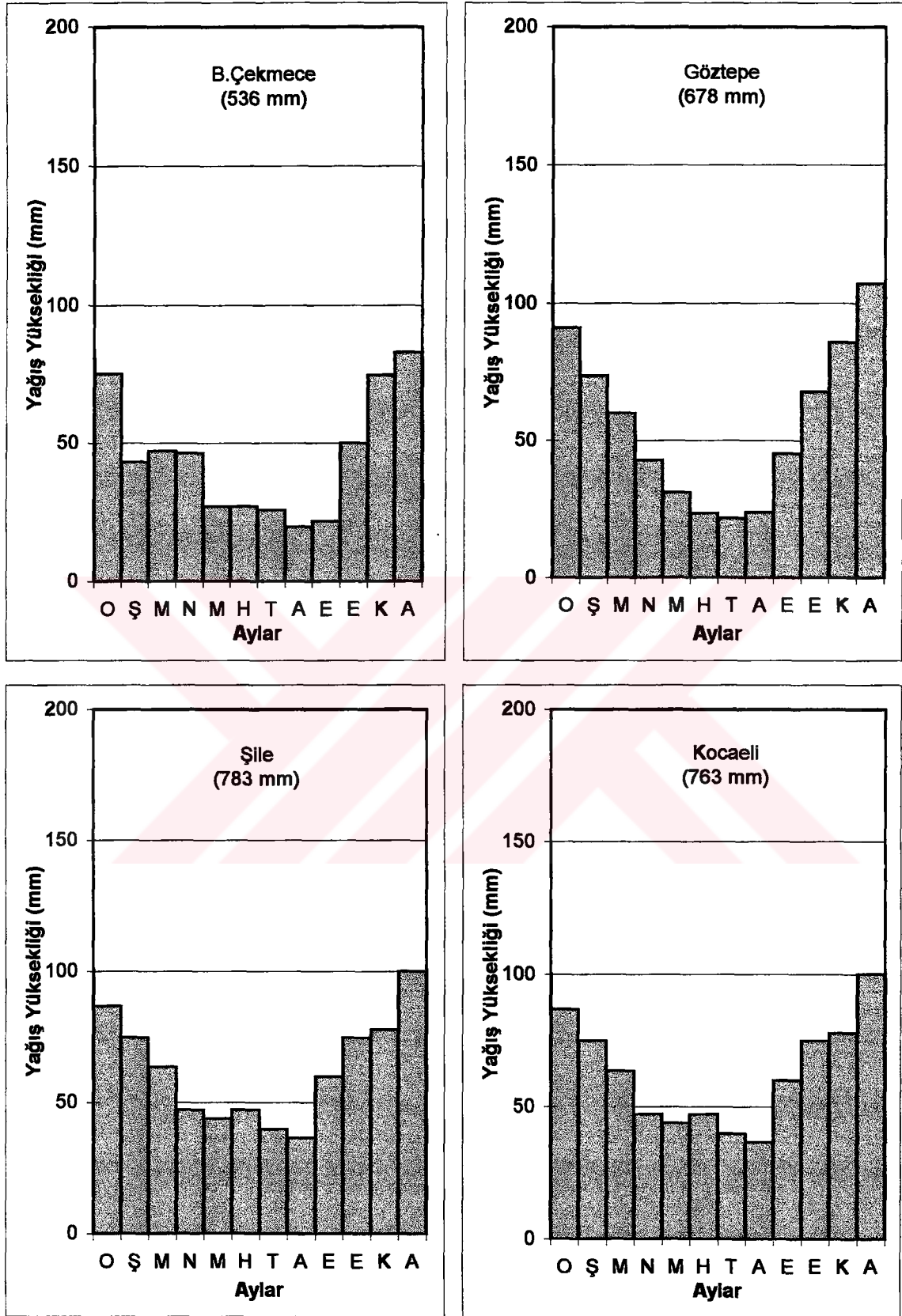
Tablo 2.4, çalışma alanının Asya yakasının doğu kısmında alınan yağış oranının yaz aylarında Avrupa yakasına göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu ise, su kaynaklarının kullanılmasında ve yönetiminde önemli bir özelliktir.



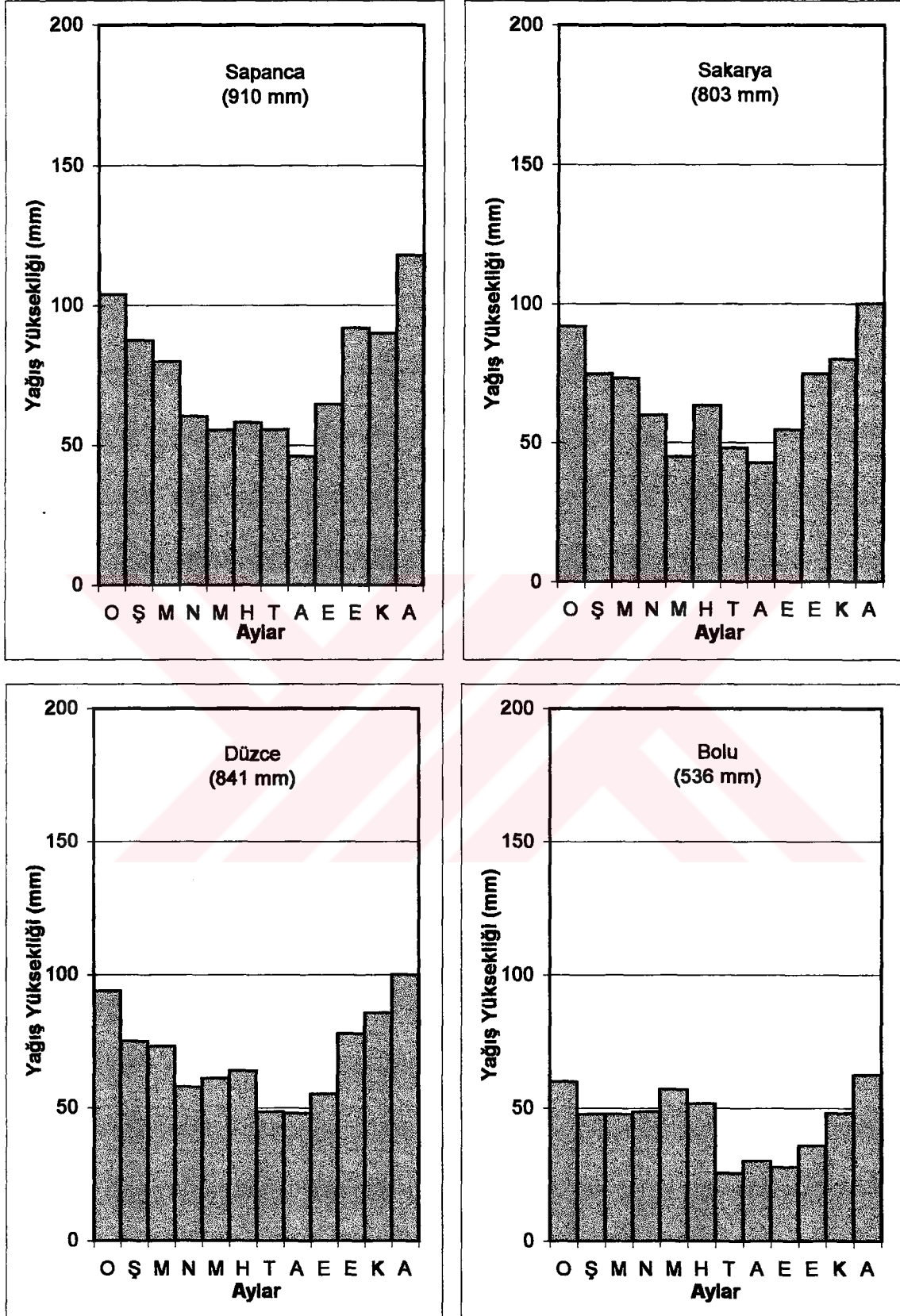
Şekil 2.4



Şekil 2.4  
Seçilen Yağış Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Modelleri - Sayfa 2/4



Şekil 2.4  
Seçilen Yağış Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Modelleri - Sayfa 3/4



Şekil 2.4  
Seçilen Yağış Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Modelleri - Sayfa 4/4

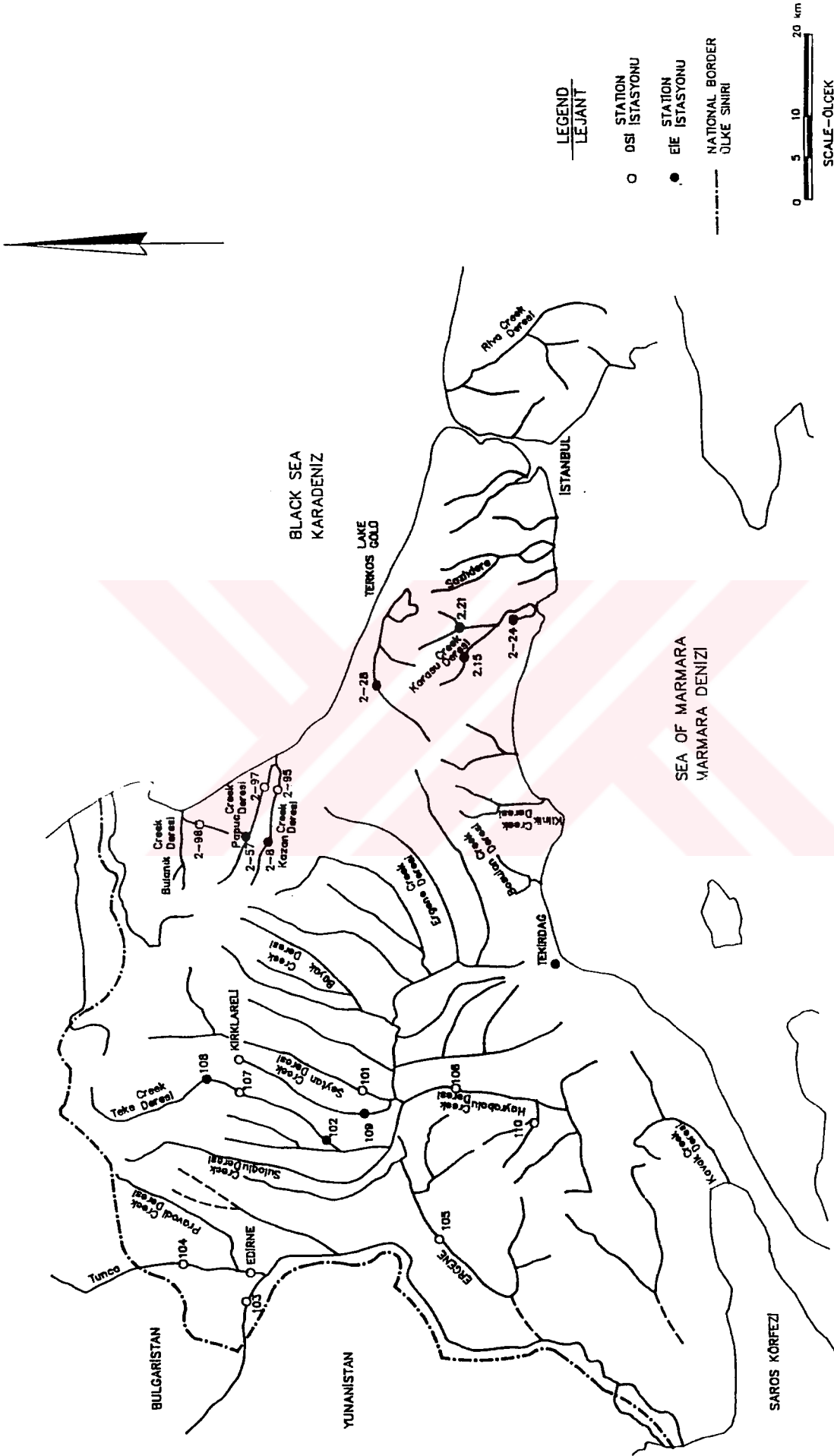
Tablo 2.4  
Yağıştaki Mevsimsel Değişimler

| Yağış İstasyonu | Mevsimsel Yağış ( Yıllığın % si ) |                   |                        |                    | Ort. Yıllık Yağış (mm) |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
|                 | İ.Bahar<br>(Mart-Mayıs)           | Yaz<br>(Haz-Ağus) | S.Bahar<br>(Eyl-Kasım) | Kış<br>(Ara-Şubat) |                        |
| Avrupa Yakası   |                                   |                   |                        |                    |                        |
| Şişlioba        | 20                                | 14                | 32                     | 34                 | 912                    |
| İğneada         | 20                                | 13                | 33                     | 34                 | 822                    |
| Kıyıköy         | 20                                | 13                | 31                     | 36                 | 805                    |
| Binkılıç        | 20                                | 12                | 32                     | 36                 | 963                    |
| Terkos          | 19                                | 13                | 30                     | 38                 | 829                    |
| Kumköy          | 20                                | 13                | 29                     | 38                 | 719                    |
| Sarıyer         | 20                                | 12                | 30                     | 38                 | 719                    |
| Alibey          | 19                                | 13                | 29                     | 39                 | 795                    |
| Büyükçekmece    | 22                                | 13                | 27                     | 38                 | 536                    |
| Asya Yakası     |                                   |                   |                        |                    |                        |
| Göztepe         | 20                                | 10                | 29                     | 41                 | 678                    |
| Şile            | 19                                | 12                | 33                     | 36                 | 783                    |
| Kocaeli         | 21                                | 16                | 28                     | 35                 | 763                    |
| Sapanca         | 21                                | 18                | 27                     | 34                 | 910                    |
| Adapazarı       | 22                                | 19                | 26                     | 33                 | 803                    |
| Düzce           | 23                                | 19                | 26                     | 32                 | 841                    |
| Bolu            | 29                                | 19                | 21                     | 31                 | 536                    |

### 2.1.3 Yüzeysel Akış

#### 2.1.3.1 Yüzeysel Akış ile İlgili Mevcut Veriler

DSİ ve Enerji Kaynakları Geliştirme Teşkilatı EİE tarafından çalışma alanında, Şekil 2.5'te gösterilen yerlerde akış ölçüm aletleri yerleştirilmiştir. Mevcut ve önerilen baraj ve regülatörlere gelen su akışını tahmin etmek için seçilen ölçüm istasyonları Tablo 2.5'te özetlenmiştir.



Şekil 2.5  
Dere Ölçüm İstasyonları



Tablo 2.5  
Kaynak Gelişimi için Planlanmış Su Toplama Havzalarındaki Akış Ölçüm İstasyonları

| <i>Su Kaynakları</i>    | <i>Dere Adı</i> | <i>Ölçüm İstasyonu No.</i> |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| <b><i>Mevcutlar</i></b> |                 |                            |
| Terkos Gölü             | Karaman Dere    | 2 - 28 <sup>(1)</sup>      |
| Alibeyköy Barajı        | Alibeyköy       | (1)                        |
| Ömerli Barajı           | Riva            | (1)                        |
| Darlık Barajı           | Darlık Dere     | 2 - 38                     |
| Büyükçekmece Gölü       | Büyükçekmece    | 2 - 15, 2 - 21, 2 - 24     |
| <b><i>Önerilen</i></b>  |                 |                            |
| Büyük Melen Regülatörü  | B. Melen        | 1302, 1338, 1334, 1340     |
| İsaköy Regülatörü       | Göksu           | 2 - 3                      |
| Sungurlu Regülatörü     | Koca Dere       | 2 - 4                      |
| Alacalı Barajı          | İliciz          | 2 - 38, 2 - 4, 2 - 5       |
| Istranca                | Kazandere       | 2 - 8, 2 - 95              |
|                         | Pabuçdere       | 2 - 57, 2 - 97             |

<sup>(1)</sup> Rezervuar İşletme kayıtlarından alınan veriler

#### 2.1.3.2 Yıllık Ortalama Yüzeysel Akış

Mevcut ve gelecekteki potansiyel ham su toplama yerlerine gelen yıllık ortalama su akışı, Tablo 2.5'te gösterilen akış ölçüm istasyonlarında gözlenen aylık yüzeysel akış dizilerine göre tahmin edilmiştir. Yıllık ortalama su girdileri Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6  
Planlanan Su Çekim Sahalarındaki Yıllık Ortalama Su Girişleri

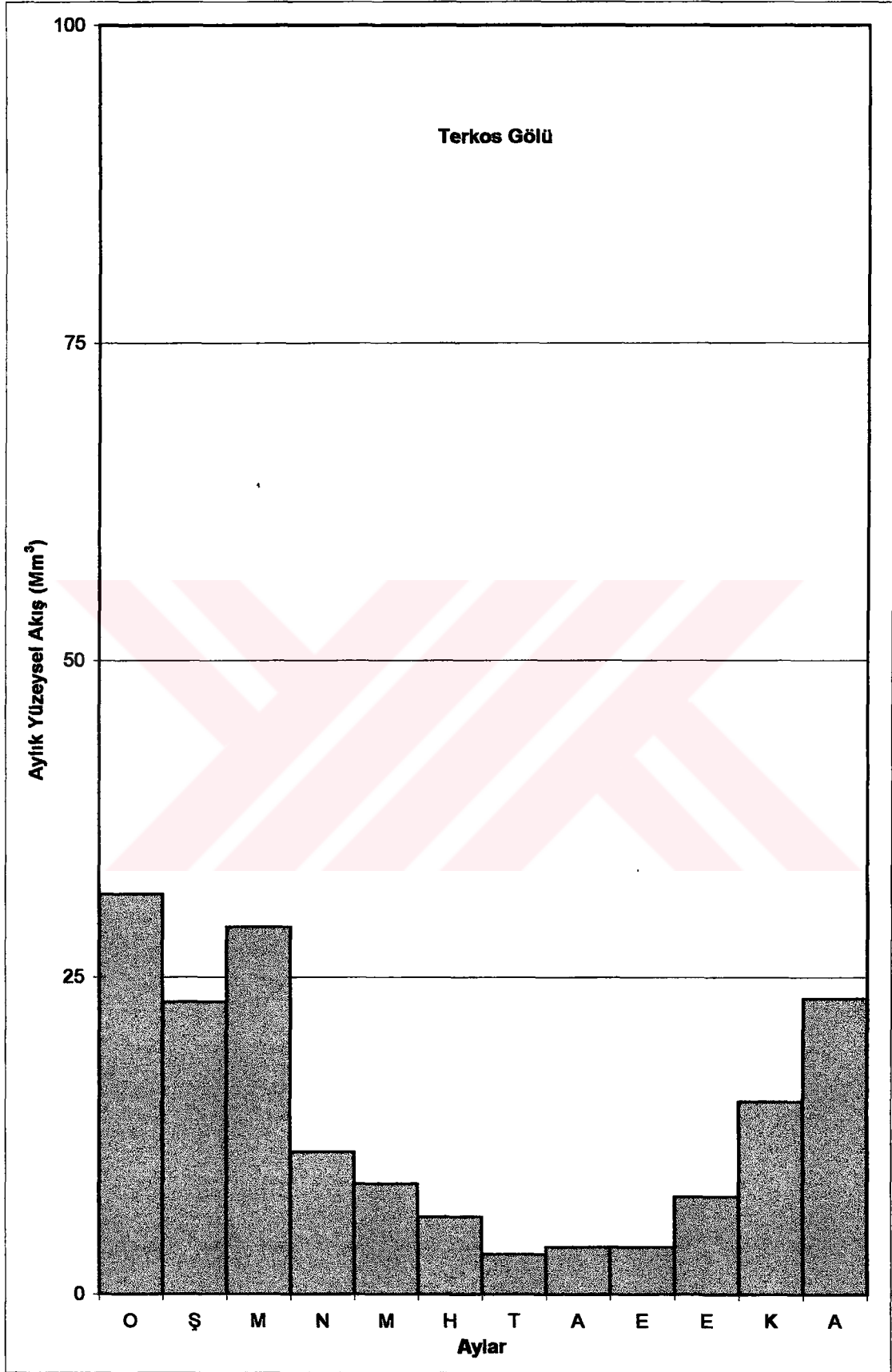
| <i>Su Kaynağı Geliştirme</i>  | <i>Yıllık Ortalama Giriş</i> |                             | <i>Ölçüm Kayıt<br/>Dönemi</i> |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                               | <i>(m<sup>3</sup>/sn)</i>    | <i>(Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> |                               |
| <i>Mevcutlar</i>              |                              |                             |                               |
| Terkos Gölü                   | 5.2                          | 163                         | 1971 - 1990                   |
| Alibeyköy Barajı              | 2.1                          | 67                          | 1971 - 1990                   |
| Ömerli Barajı                 | 7.7                          | 242                         | 1959 - 1990                   |
| Darlık Barajı                 | 3.0                          | 96                          | —                             |
| Büyükçekmece Barajı           | 3.5                          | 109                         | —                             |
| Elmalı Barajı                 | 0.4                          | 14                          | 1971 - 1990                   |
| <i>Devam Edenler</i>          |                              |                             |                               |
| Istranca I. Aşama             | 1.2                          | 39                          | —                             |
| Sazlıdere Barajı              | 1.6                          | 49                          | —                             |
| Kirazdere Barajı              | 4.8                          | 152                         | —                             |
| <i>Önerilenler</i>            |                              |                             |                               |
| Istranca II. Aşama            | 3.5                          | 110 <sup>(1)</sup>          | —                             |
| Büyük Melen Regülatörü        | 43.6                         | 1374                        | 1971 - 1990                   |
| Sungurlu Regülatörü - (Çanak) | 5.3                          | 168                         | 1960 - 1992                   |
| İsaköy Regülatörü - (Göksu)   | 6.8                          | 214                         | 1959 - 1992                   |
| Alacalı Rezervuarı            | 0.7                          | 21                          | 1971 - 1990                   |

(1) II. Aşama Su Potansiyelinin Artması

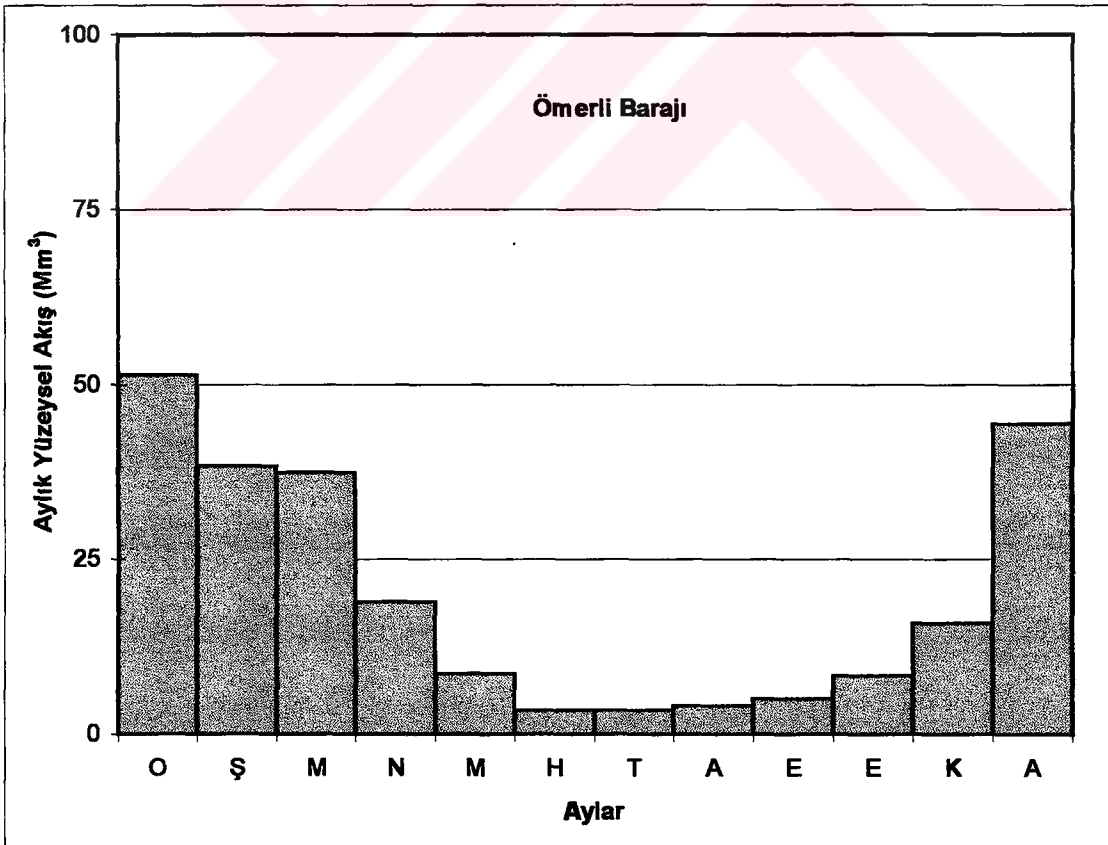
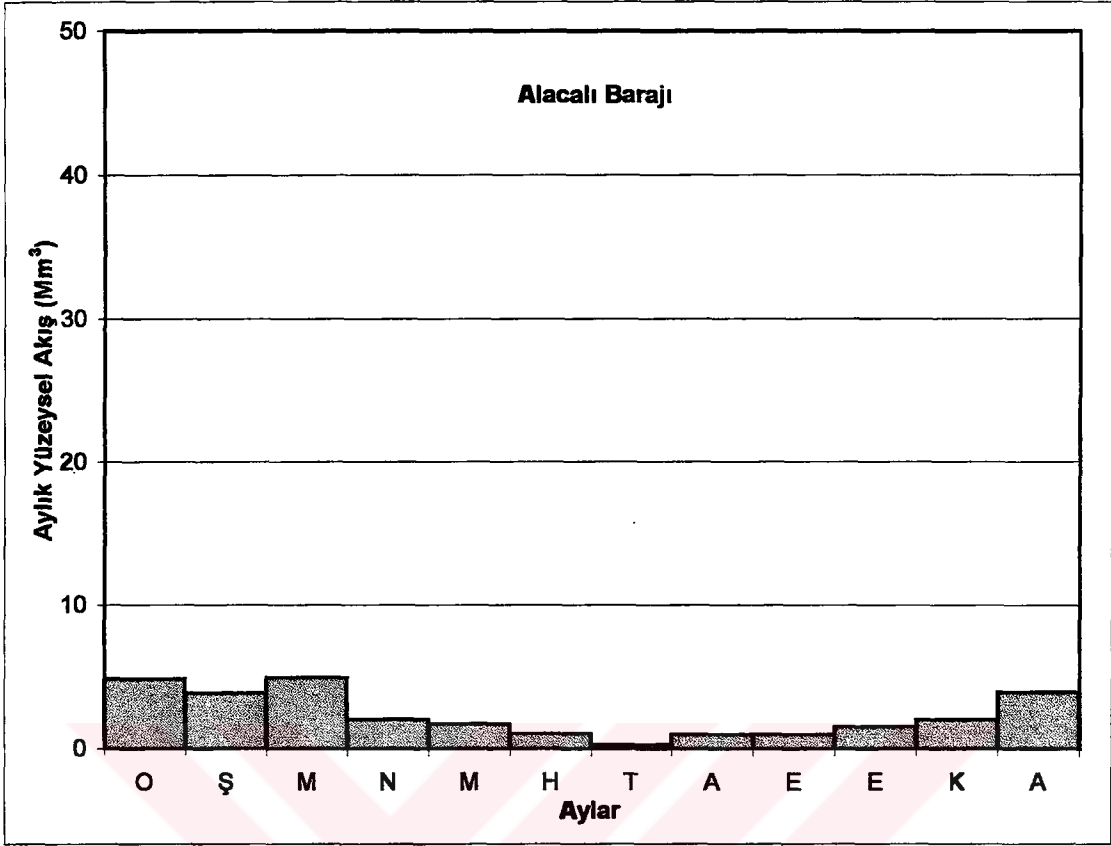
### 2.1.3.3 Aylık Ortalama Yüzeysel Akış

Mevcut ve planlanan su kaynağı geliştirme projelerindeki aylık ortalama yüzeysel akış miktarındaki değişimler, Şekil 2.6-2.11'de verilmiştir. Büyük Melen ve Hasanlar Barajları hariç, en fazla yüzeysel akış kış aylarındadır. Bu iki barajda ise, kar erimesi yüzünden en fazla su boşaltma ilkbahardadır.

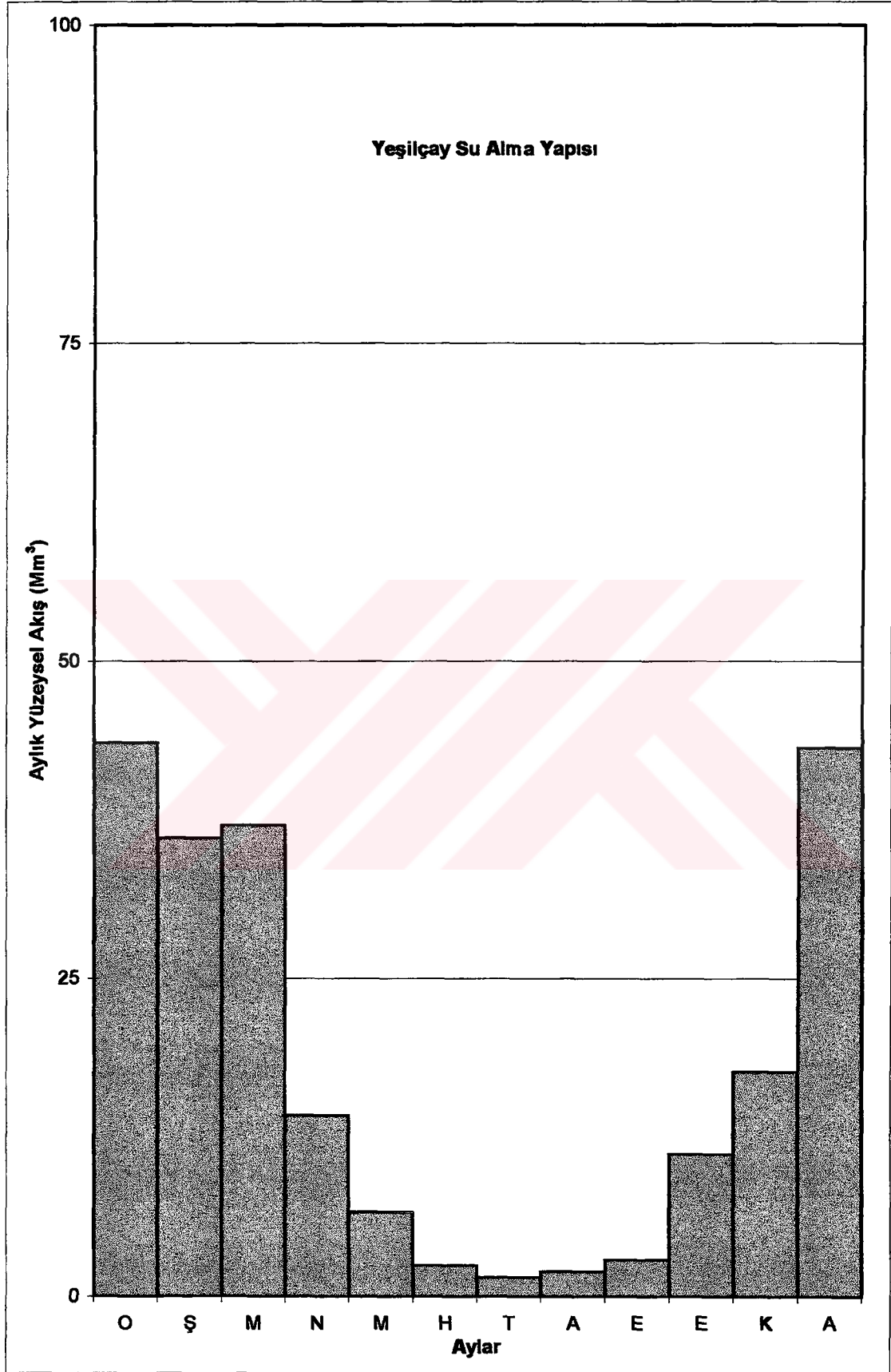
Aylık su girişlerini hesaplamak için, DSİ hidrologlarının desteği ile ve DSİ'deki bilgisayar ve veri tabanı sistemi kullanılarak veri işleme ve birçok su boşaltma tahminleri yapılmıştır. Önerilen baraj şantiyelerindeki su boşaltma tahminleri için gerekli yöntemler dikkatli bir şekilde seçilmiş ve sonunda DSİ'nin etüd bölgesinde yaptığı daha önceki hidrolojik analizlere dayalı olarak DSİ tarafından onaylanmıştır. Bu çalışmalar aşağıdaki aşamalardan oluşmuştur :



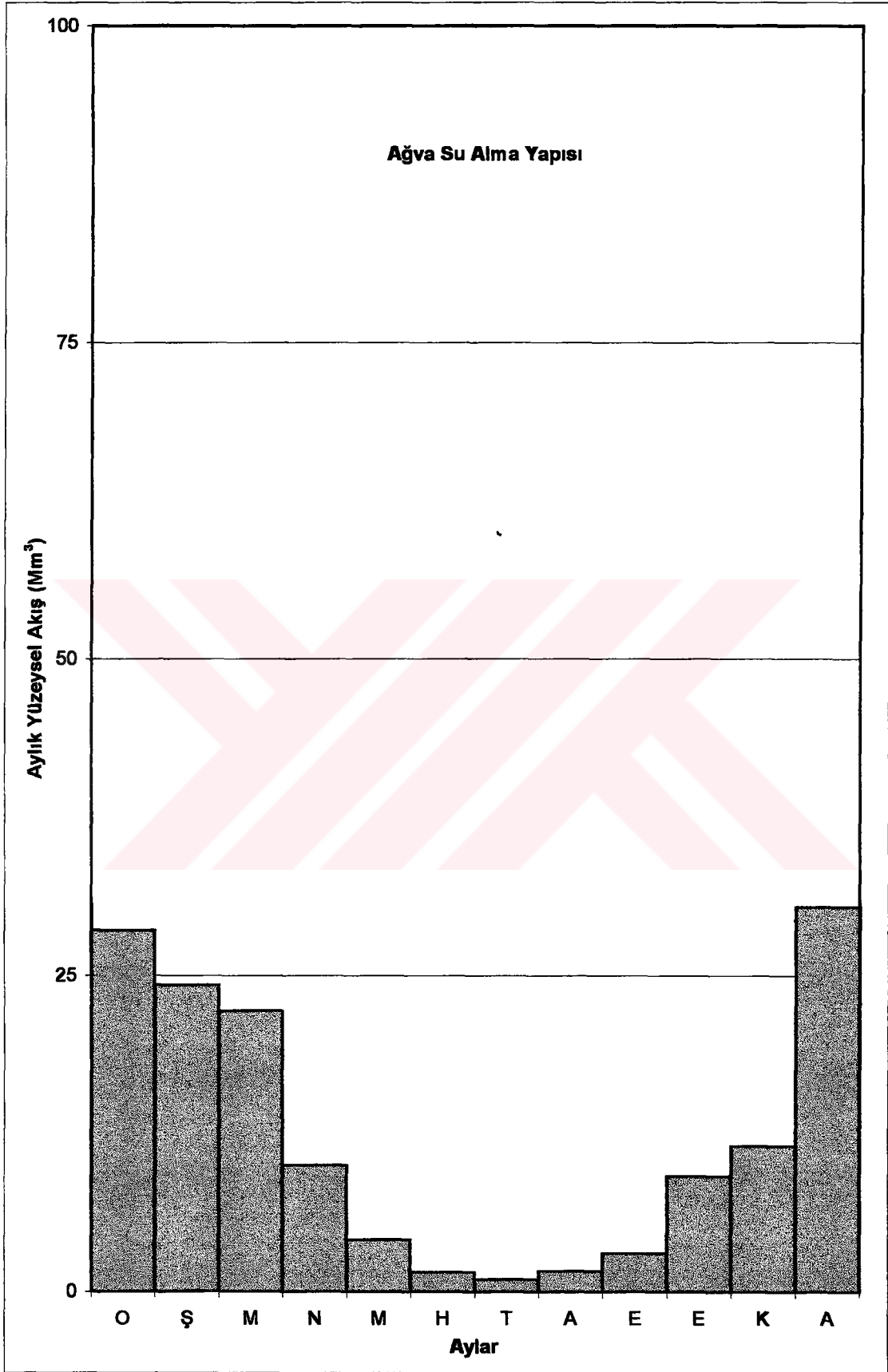
**Şekil 2.6**  
**Terkos Gölü'ndeki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu**



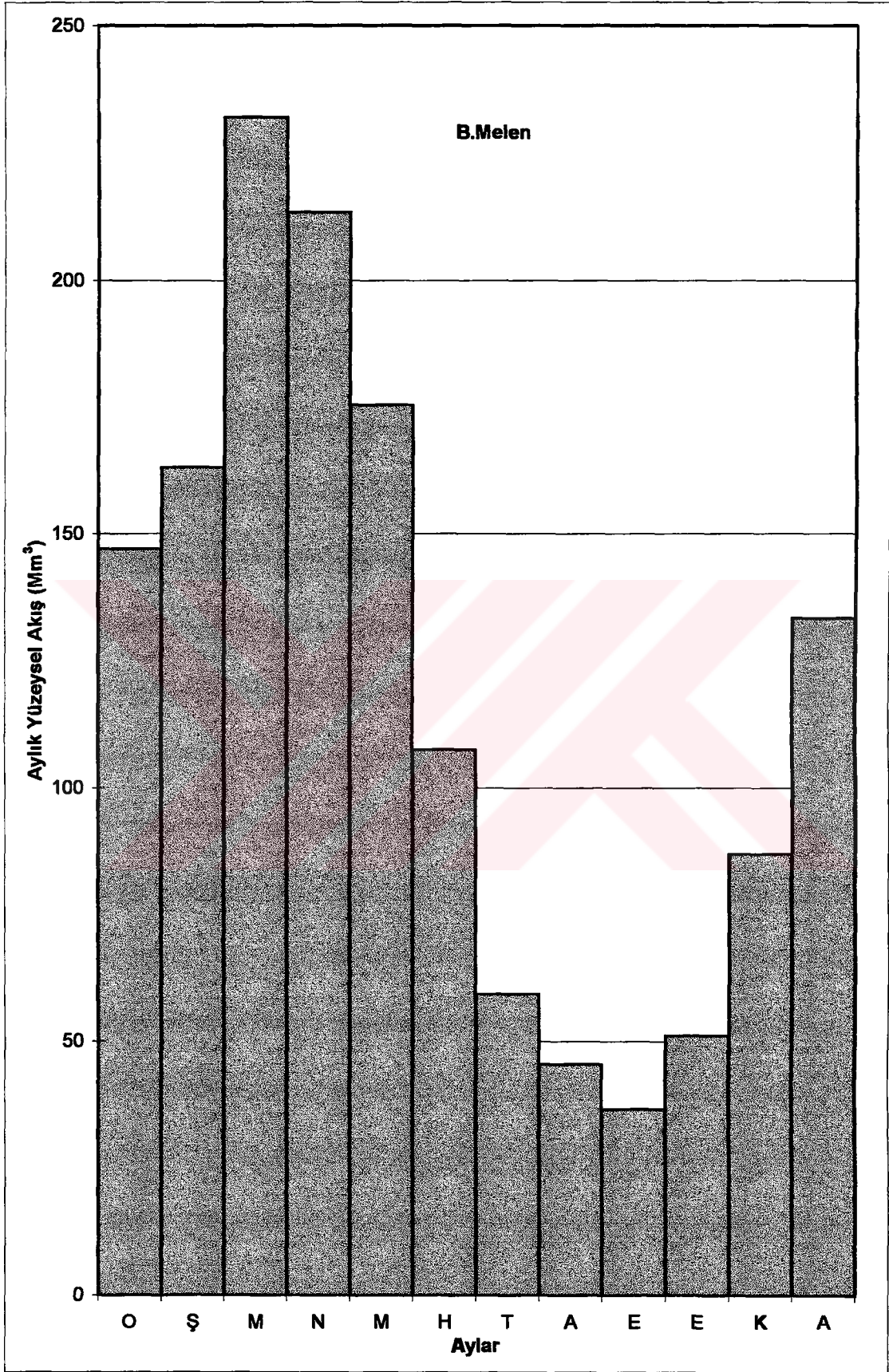
**Şekil 2.7**  
Ömerli ve Alacalı Barajı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu



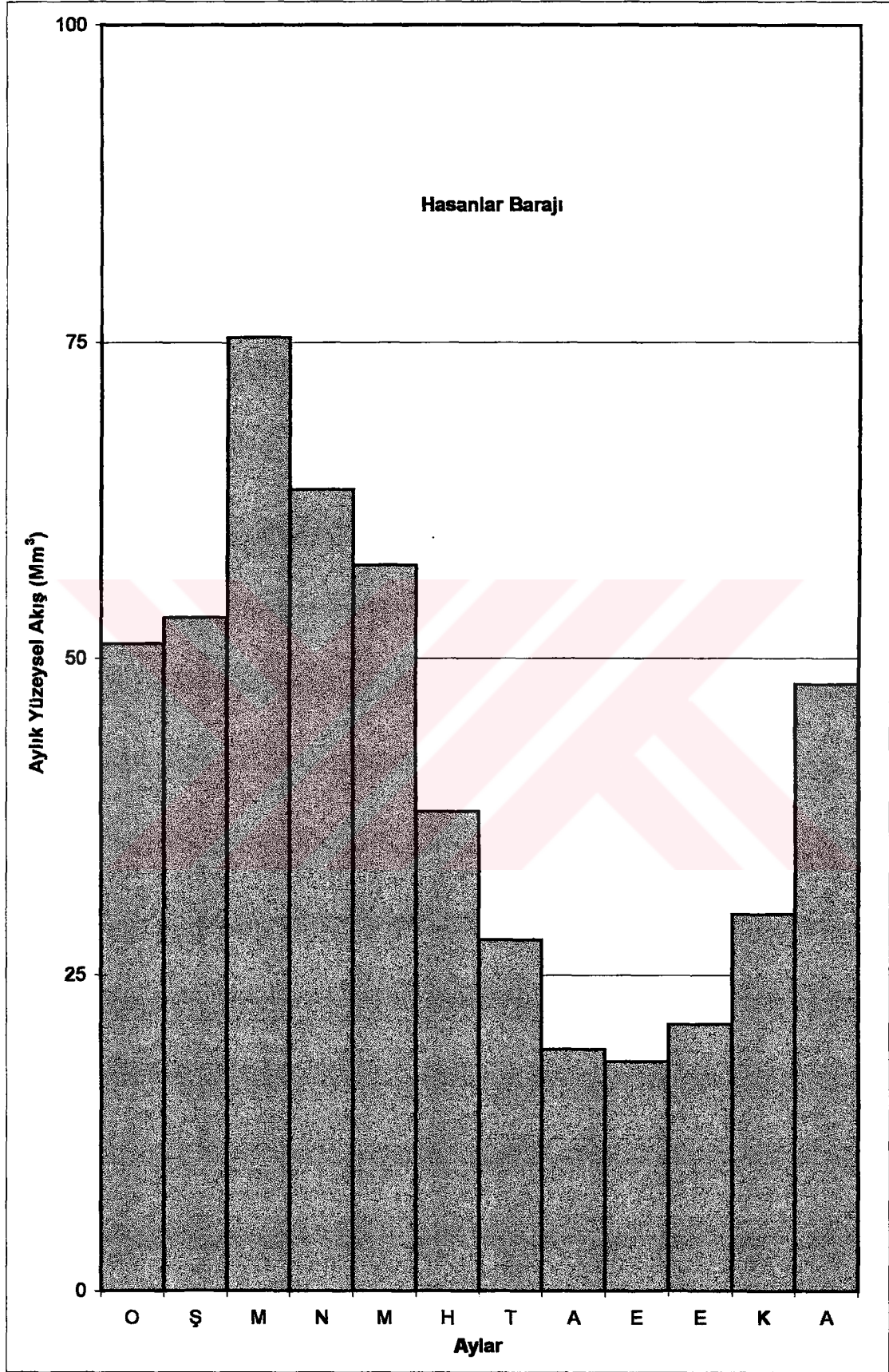
**Şekil 2.8**  
Yeşilçay Su Alma Yapısı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu



**Şekil 2.9**  
Ağva Su Alma Yapısı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu



**Şekil 2.10**  
**Büyük Melen Su Alma Yapısı Sahasında Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu**



**Şekil 2.11**  
**Hasanlar Barajı'ndaki Aylık Ortalama Yüzeysel Akış Durumu**

- Planlanmış su çekme sahalarının yanındaki ölçüm istasyonlarında bulunan kısa aylık yüzeysel akış kayıtları önce, bitişik ya da benzer su toplama havzaları için, regresyon analizi ile daha uzun aylık kayıtlara çevrilmiştir.
- Su toplama havzalarındaki farkları telafi etmek için, hesaplanmış aylık su girişleri, su çekme ve ölçüm yerlerinde, yukarı su toplama havzalarının alanları ile orantılı olarak düzeltilmiştir.

## 2.2 MEVCUT SU KAYNAKLARI

### 2.2.1 Kaynaklar ile İlgili Detaylı Bilgiler

DAMOC Master Planı geliştirilecek onbir adet su kaynağı belirlemiştir [2].

- Terkos, Alibeyköy, Ömerli, Büyükçekmece ve Darlık'taki rezervuarlar halen geliştirilmiş durumdadır.
- Sazlıdere rezervuarı inşa halindedir.
- İsaköy ve Sungurlu rezervuarları jeolojik sorunlar yüzünden askıya alınmıştır.
- Küçükçekmece rezervuarı kötü su kalitesi yüzünden terkedilmiştir.
- Tavşanlı ve Pendik'teki diğer iki rezervuar henüz uygulamaya alınmamıştır, çünkü bunların İstanbul su temini sistemindeki etkileri küçüktür.

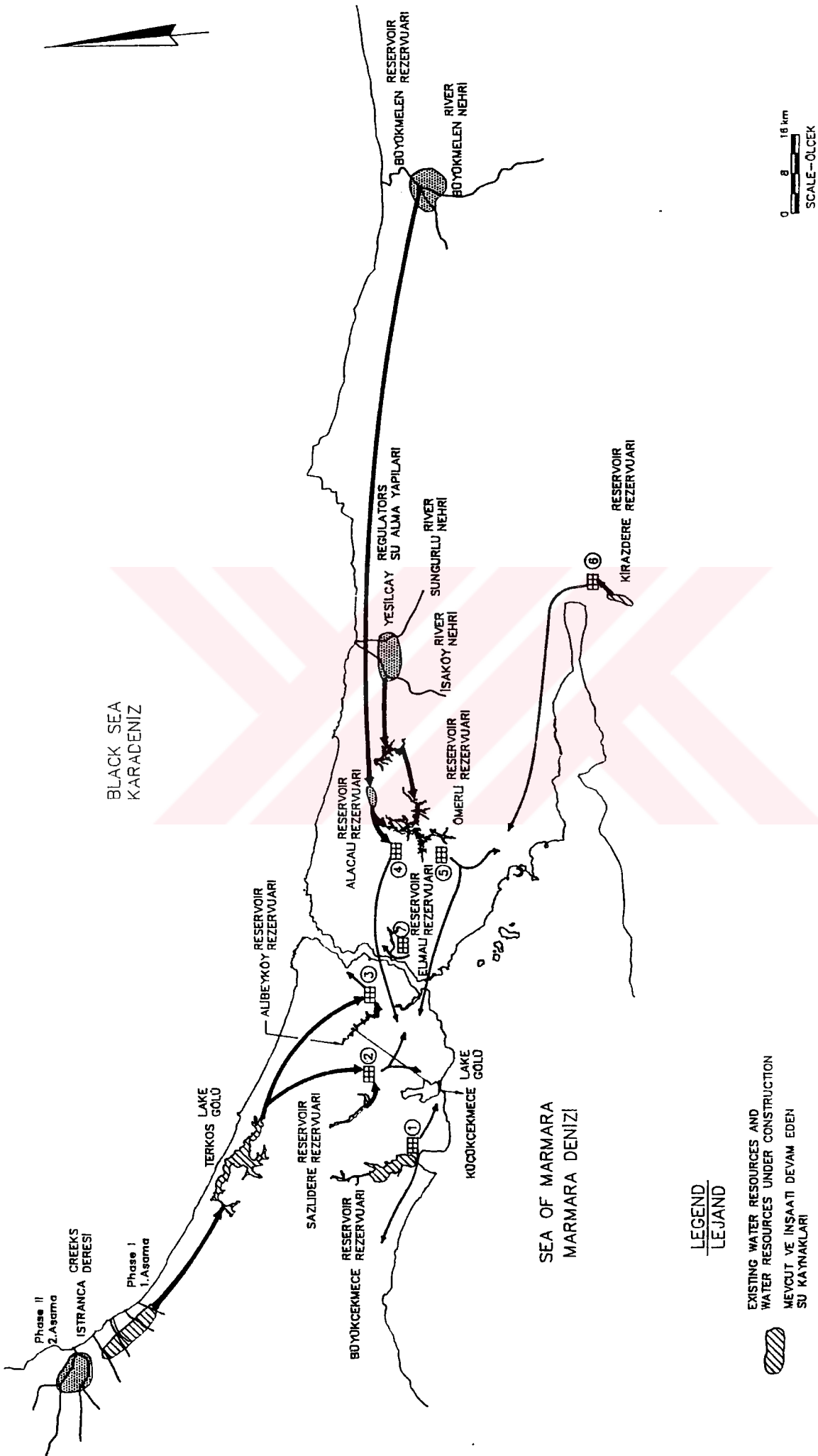
Bunlar Tablo 2.7'de özetlenmiştir ve bu rezervuarların yerleri yakın gelecekte geliştirilmesi planlanan ilave kaynaklarla birlikte Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

Tablo 2.7  
1971 Yılı DAMOC Master Planının Öngördüğü Su Kaynaklarının Durumu

| Kaynak              | Önerilen Verim <sup>(1)</sup><br>(Mm <sup>3</sup> /yıl) | Durumu                                                               | Emniyetli Verim <sup>(2)</sup><br>(Mm <sup>3</sup> /yıl) |
|---------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Terkos Gölü         | 120                                                     | 1971'de tamamlandı                                                   | 142                                                      |
| Alibeyköy Barajı    | 39                                                      | 1983'te tamamlandı                                                   | 36                                                       |
| Ömerli Barajı       | 180                                                     | 1972'de tamamlandı                                                   | 220                                                      |
| Küçükçekmece Gölü   | 56                                                      | Aşırı kirlenme yüzünden terkedildi                                   | —                                                        |
| Sazlıdere Barajı    | 46                                                      | İnşa halinde                                                         | 55                                                       |
| Tavşanlı Barajı     | 22                                                      | Henüz gerçekleşmedi                                                  | —                                                        |
| Büyükçekmece Barajı | 101                                                     | 1989'da tamamlandı                                                   | 100                                                      |
| Darlık Barajı       | 60                                                      | 1988'de tamamlandı                                                   | 97                                                       |
| İsaköy Barajı       | 160                                                     | Muhtemel su kaçağı yüzünden askıya alındı.                           | —                                                        |
| Pendik Rezervuarı   | 13                                                      | Henüz gerçekleşmedi                                                  | —                                                        |
| Sungurlu Rezervuarı | 81                                                      | İsaköy ile Sungurlu'yu birleştirecek Yeşilçay Barajı önerilmektedir. | —                                                        |

(1) 1971 Master Planı'nda öngörüldü

(2) Sonradan yapılan çalışmalar ile düzeltilen



Yukarıdaki kaynaklara ilave olarak, 1992 yılında diğer iki küçük kaynak geliştirme programı daha devreye sokulmuştur. Bunların her ikisi de dere akışlarının mevcut rezervuarlara çevrilmesini öngörmektedir. Kemerburgaz'da olan birincisi, Kemerburgaz deresinden yılda 4 Mm<sup>3</sup> su çekip Alibeyköy Rezervuarı'na gönderen bir pompa istasyonundan oluşmaktadır. Bunun benzeri olan Alacalı'daki Yeşilvadi Regülatörü ise Alacalı deresinden Darlık Rezervuarı'na yılda 10 Mm<sup>3</sup> su aktarmaktadır.

Halen İstanbul'a hizmet veren rezervuarların ayrıntıları Tablo 2.8'de verilmiştir. Bunlardan Elmalı Barajı, civardaki su toplama havzalarındaki aşırı kirlilik yüzünden geçici olarak Eylül 1993 yılında devre dışı bırakılmıştı. Elmalı Arıtma Tesisleri yeniden çalışır hale getirildikten sonra 18 Ağustos 1994 tarihinde deneme çalışmaları yapılmış, 5 Eylül tarihinde de işletmeye alınarak şehre su verilmeye başlanmıştır. Faydalanılabilir su miktarı bitince 11 Kasım 1994 tarihinde işletme durdurularak baraj boşaltılıp temizleme çalışmaları yapılmış, 2 Aralık 1994 tarihinde de üst barajın vanaları kapatılarak su tutulmaya başlanmıştır. Alt barajda ise taban temizliği, vanaların tamirâtı ile deşarj kapaklarının bakım ve tamirat çalışmaları yapılmıştır. Bu arada, barajı besleyen ve kirleticilik yükü oldukça yüksek olan Değirmendere (Budakdere) üzerine bir pompa istasyonu kurularak bu derenin suyu baraj dışına atılmaktadır. 27 Aralık 1994 tarihinde Elmalı Barajı tam anlamıyla yenilenmiş olarak ikinci kez devreye alınmış ve yılda 15 Mm<sup>3</sup> ilave su temini sağlanmıştır [3].

İstanbul'un batı yakasına hizmet vermesi düşünülen Küçükçekmece Rezervuarı, hızla yayılan şehir ve sanayi gelişiminin yol açtığı su kalitesi bozulması sonucu potansiyel bir kaynak olmaktan çıkmıştır. Halen inşaatı devam eden Sazlıdere projesi ile, aynı su toplama havzası içinde daha yükseklerdeki kaynaklar değerlendirilecektir.

Ayrıca Tablo 2.7'de belirtilmeyen Istranca Dereleri Projesi'nin de I.Aşaması tamamlanmıştır. Istranca Dereleri Projesi, İstanbul'un kuzeybatısında Terkos Gölü ile Bulgaristan sınırı arasında Yıldız dağlarından çıkıp Karadeniz'e dökülen derelerin suyunu toplayıp İstanbul'a ulaştıracak bütün tesisleri kapsamına alan projenin adıdır.

Tablo 2.8  
Mevcut Barajlarla İlgili Detaylı Bilgiler

| <i>Avrupa Yakası'ndaki Barajlar</i>                     |               |               |                    |                  |
|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------------|------------------|
|                                                         | <i>Terkos</i> | <i>Alibey</i> | <i>B.Çekmece</i>   | <i>Sazlıdere</i> |
| 1. Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )                      | 619           | 160           | 620                | 165              |
| 2. Yıllık Ortalama Yağış (mm)                           | 750           | 837           | 700                | 627              |
| 3. Yıllık Ortalama Su Girişi (Mm <sup>3</sup> /yıl)     | 163           | 54            | 219                | 60               |
| 4. Ortalama Yüzeysel Akış Katsayısı (%)                 | 35            | 40            | 50                 | 58               |
| 5. Rezervuar                                            |               |               |                    |                  |
| 5.1 Brüt Kapasite (Mm <sup>3</sup> )                    | 187           | 36            | 182                | 91               |
| 5.2 Ölü Depolama (Mm <sup>3</sup> )                     | 42            | 1             | 20                 | 3                |
| 5.3 Etkin Kapasite (Mm <sup>3</sup> )                   | 145           | 35            | 162                | 88               |
| 5.4 Tam Dolu Kotu (El.m)                                | 4.5           | 30            | 6.3                | 22.4             |
| 5.5 Minimum İşletme Kotu (El.m)                         | - 1.00        | 11            | 0.8                | 6.9              |
| 5.6 Tam Dolu Kottaki Rezervuar Alanı (km <sup>2</sup> ) | 39.0          | 3.0           | 36.0               | 9.25             |
| 6. Yıllık Nominal Su Çekimi (Emniyetli Verim)           | 142           | 36            | 100                | 55               |
| <i>Asya Yakası'ndaki Barajlar</i>                       |               |               |                    |                  |
|                                                         | <i>Ömerli</i> | <i>Darlık</i> | <i>Kirazdere</i>   | <i>Elmalı</i>    |
| 1. Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )                      | 621           | 207           | 258                | 81               |
| 2. Yıllık Ortalama Yağış (mm)                           | 880           | 880           | 808                | —                |
| 3. Yıllık Ortalama Su Girişi (Mm <sup>3</sup> /yıl)     | 236           | 108           | 221                | 32               |
| 4. Ortalama Yüzeysel Akış Katsayısı (%)                 | 45            | 59            | 106 <sup>(1)</sup> |                  |
| 5. Rezervuar                                            |               |               |                    |                  |
| 5.1 Brüt Kapasite (Mm <sup>3</sup> )                    | 357           | 113           | 60                 | 12               |
| 5.2 Ölü Depolama (Mm <sup>3</sup> )                     | 122           | 6             | 5                  | 2                |
| 5.3 Etkin Kapasite (Mm <sup>3</sup> )                   | 235           | 107           | 55                 | 10               |
| 5.4 Tam Dolu Kotu (El.m)                                | 62.0          | 52.0          | 169.3              | 67.5             |
| 5.5 Minimum İşletme Kotu (El.m)                         | 46.0          | 21.0          | 109.6              | 37.5             |
| 5.6 Tam Dolu Kottaki Rezervuar Alanı (km <sup>2</sup> ) | 22.4          | 7.0           | 1.7                | 1.13             |
| 6. Yıllık Nominal Su Çekimi (Emniyetli Verim)           | 220           | 97            | 140                | 15               |

<sup>(1)</sup> Yüksek yüzeysel akış katsayısının sebebi, muhtemelen civardaki su toplama havzalarından beslenen havzalarda bir çok su kaynağının bulunması olabilir.

Istranca Dereleri Projesi, su tüketiminin fazla olduğu ve su sıkıntısının çekildiği İstanbul'un Avrupa yakasının içme suyu ümit kaynağıdır. Çünkü İstanbul'a su temin edebilecek bundan daha yakın ve ekonomik bir su kaynağı bulunmamaktadır. Istranca Sistemini oluşturan su kaynakları araştırmaları önce DSİ tarafından başlatılmıştır. DSİ

Istranca bölgesindeki dereler üzerine ölçüm istasyonları kurmuştur. Istranca derelerinin suyunun kısmen İstanbul'a su temin etmek, kısmen de yerel tarım ve sulama yapmak için kullanılması kararlaştırılmıştır. DSI'nin etüdlerini takiben İSKİ, 1986 yılında Terkos Gölü ve Kuzey Istranca derelerinde su kaynağı araştırmaları yapmak için Temelsu projesini devreye sokmuştur. Terkos Gölü'ne akan ve kuzeybatıdan gelen çevredeki derelerde önemli kaynaklar bulunmuştur. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan geliştirme programının uygulanması, üç aşamadan oluşan Istranca sisteminin ilk aşamasını oluşturan tesislerin inşaatı ile birlikte başlatılmıştır.

Istranca Sistemi'nin I. Aşaması'nı oluşturan Düzdere, Kuzuludere ve Çilingöz Dereleri 1995 yılı içinde Terkos Gölü'ne aktarılmıştır. Düzdere'den yılda 4.5 milyon m<sup>3</sup> su temin edilecektir. Kuzuludere Barajı, topoğrafik yapıdan kaynaklanan bir özelliğinden dolayı kazı ve dolgu hacimleri bakımından projenin en büyük barajıdır. Kuzuludere'nin yıllık su potansiyeli 11.3 milyon m<sup>3</sup> kabulü ile 150.000 nüfuslu bir şehrin yıllık ihtiyacını karşılayacak kapasitededir. Yıllık su potansiyeli 28.4 milyon m<sup>3</sup> olan Çilingözdere'nin (Büyükdere) de Terkos Gölü'ne akıtılmasıyla Istranca Sistemi'nin I. Aşaması tamamlanmıştır. Bu projenin ilk kademesini oluşturan Düzdere (Nisan 1995), Kuzuludere (Ağustos 1995) ve Büyükdere'nin (Kasım 1995) Terkos'a akıtılması ile bu üç dereden asgari şartlarda yılda 44.2 milyon m<sup>3</sup> su alınmaktadır. Bir başka ifadeyle devreye giren bu kaynaklarla 600.000 kişinin su ihtiyacı karşılanmıştır. Istranca Sistemi II. Aşaması'nın ilk adımı olan Elmalıdere'nin tesislerinin de inşaatına başlanmıştır [4].

Şile-Darlık Barajı Keson Kuyu Pompa İstasyonu ve İsale Hattı Projesi ile Şile ilçesi Kumbaba mevkiinde denize dökülen Pot (Türknil) Çayı'nın ve belirli bir oranda alınacak olan Karadeniz suyunun, 4 adet kuyu ve biri yedek olmak üzere toplam 4 adet terfi merkezi vasıtasıyla Ahmetli Köyü sırtlarındaki 500 m<sup>3</sup>'lük denge havuzuna basılarak, buradan da cazibe ile 8.4 km'lik bir isale hattı ile Darlık Barajı'na aktarılması gerçekleştirilmiştir. Ocak 1996 yılında hizmete alınan Şile Keson Kuyuları ile İstanbul'a yılda 30 milyon m<sup>3</sup> su temin edilmesi sağlanmıştır [5].

### 2.2.2 Rezervuar Verimleri

Her rezervuardan güvenli olarak çekilebilecek yıllık su miktarı (nominal su miktarı) Tablo 2.9'da verilmiştir. Ayrıca, son yıllarda bu rezervuarlardan yapılan fiili su çekimleri kayıtları gösterilmiş ve Şekil 2.13-2.18'de, aynı dönem içinde su seviyelerindeki değişimler verilmiştir.

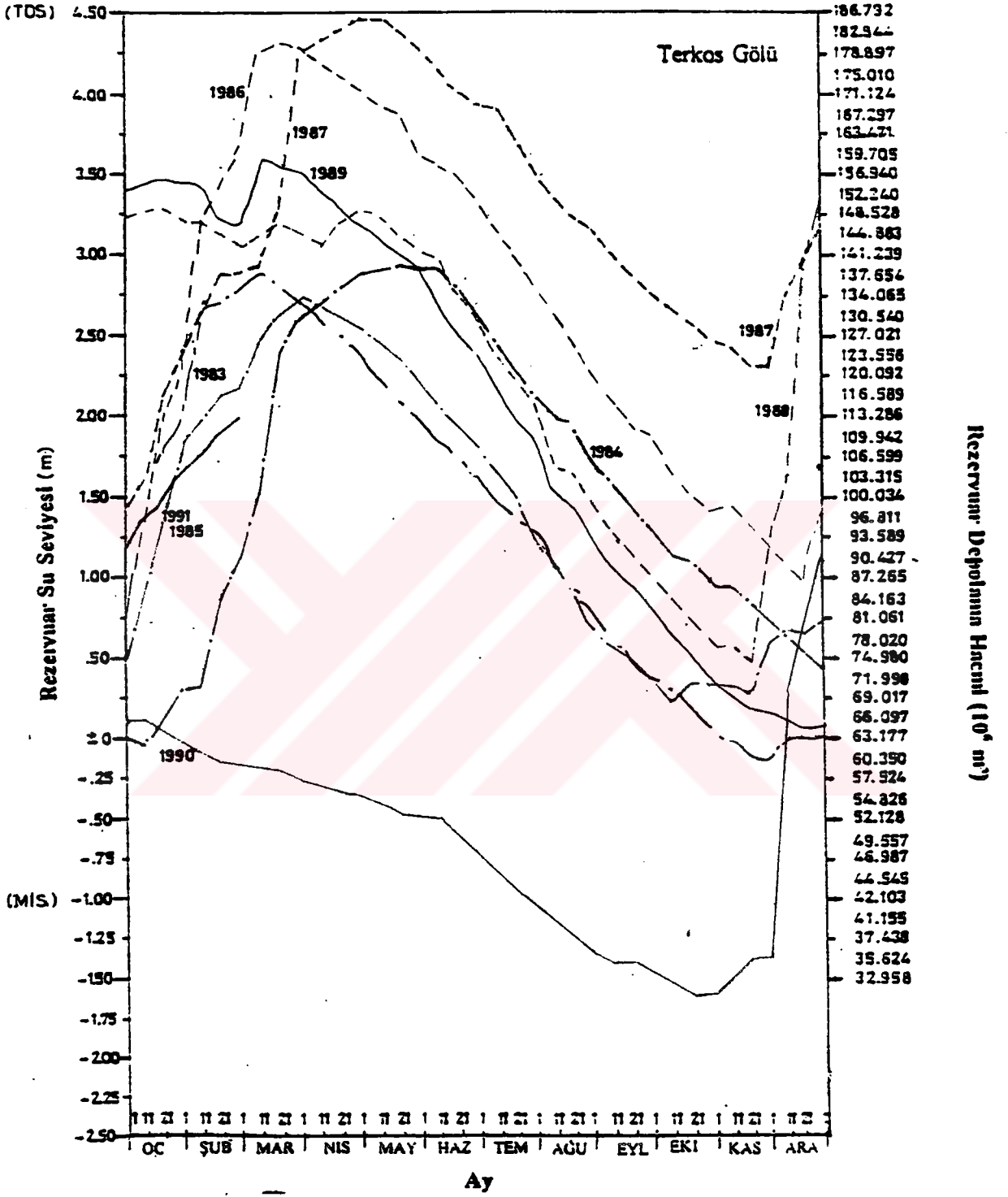
1990 kuraklığından önceki yıllarda, Ömerli Rezervuarı ile Terkos Gölü'nden aşırı derecede su çekilmiştir. Bu durum kuraklık yılında su eksikliğine yol açan önemli bir faktördür. Su kesintileri 1991 yılında da devam etmiş ve bu da rezervuarlarda tekrar su birikmesine yol açmıştır.

Tablo 2.9  
Rezervuarlardan Yapılmakta Olan Fiili Su Çekimleri (Mm<sup>3</sup>/yıl)

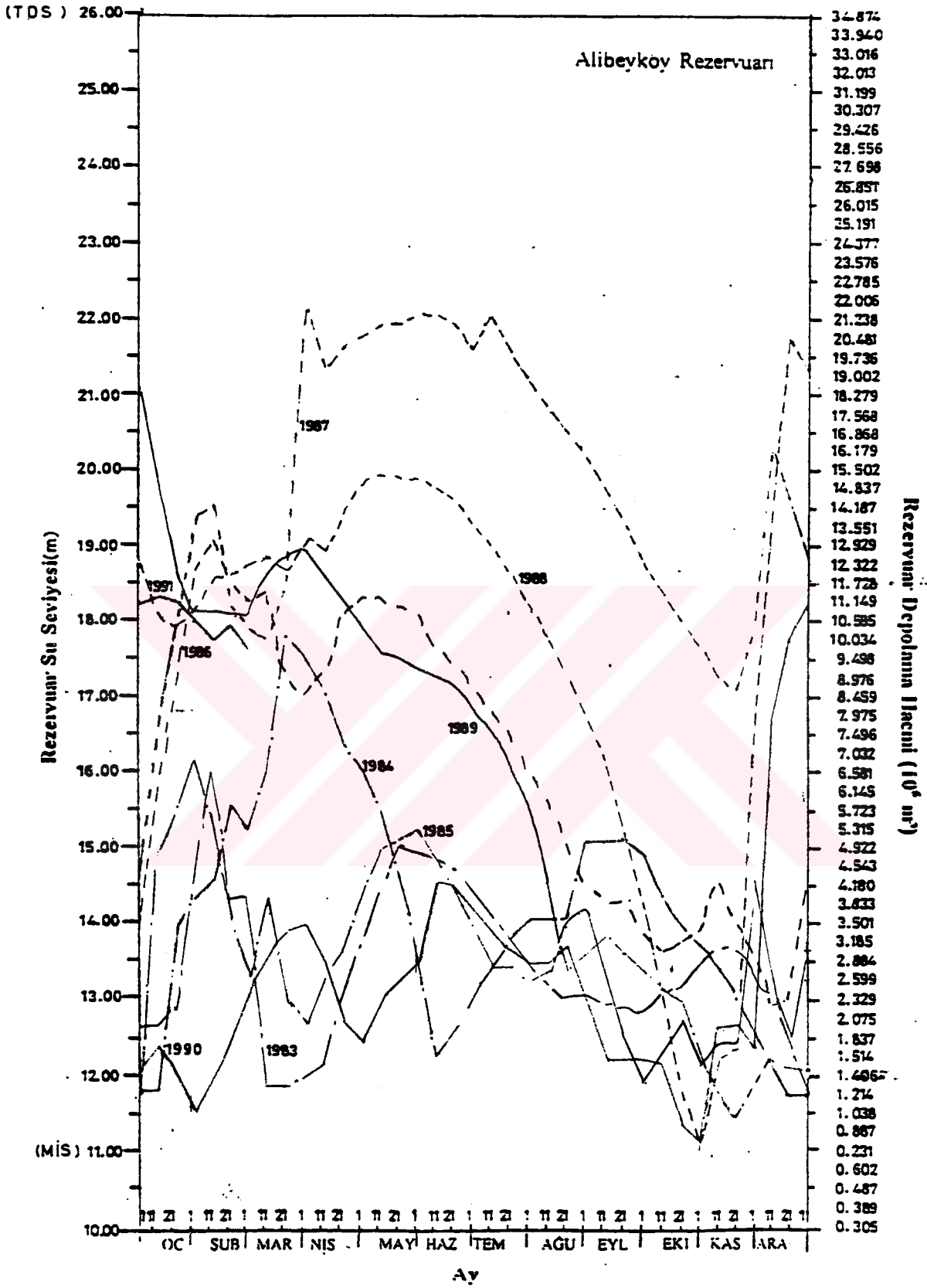
| Baraj                    | Nominal Çekim | Yıl  |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                          |               | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
| Avrupa Yakası            |               |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Terkos                   | 142           | 119  | 142  | 159  | 189  | 179  | 8    | 91   | 139  |
| Alibeyköy                | 36            | 55   | 68   | 61   | 47   | 54   | 70   | 57   | 35   |
| Büyükçekmece             | 100           | —    | —    | —    | —    | 34   | 73   | 90   | 113  |
| Sazlıdere                | 55            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Asya Yakası              |               |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ömerli                   | 220           | 202  | 205  | 226  | 294  | 285  | 255  | 246  | 308  |
| Darlık                   | 97            | —    | —    | —    | —    | 41   | 99   | 71   | 99   |
| Kirazdere <sup>(1)</sup> | 100           | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |

<sup>(1)</sup> İzmit Belediyesi bu kaynaktan İstanbul'a 100 Mm<sup>3</sup>/yıl artırılmış su temin edecektir.

DSİ emniyetli verimi, bir rezervuardan yapılabilecek azami su çekimi olarak tanımlamaktadır ki bu verim, mevcut hidrolojik verilere göre, yüzde 100 güvenli olan miktardır. Daha önce yapılan etüdlerde, 1971 ile 1990 yılları arasında 20 yıllık dönemdeki hidrolojik kayıtlara dayanılarak bulunan DSİ verim tahminleri incelenmiştir. Yeniden incelenen ve daha önce elde edilen bilgiler Tablo 2.10'da karşılaştırılmıştır. 1990-1996 yılları arasında İstanbul Barajlarının kullanılabilir toplam



**Şekil 2.13**  
**Terkos Gölü'ndeki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri**

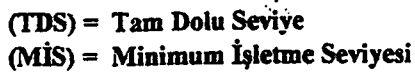


(TDS) = Tam Dolu Seviye

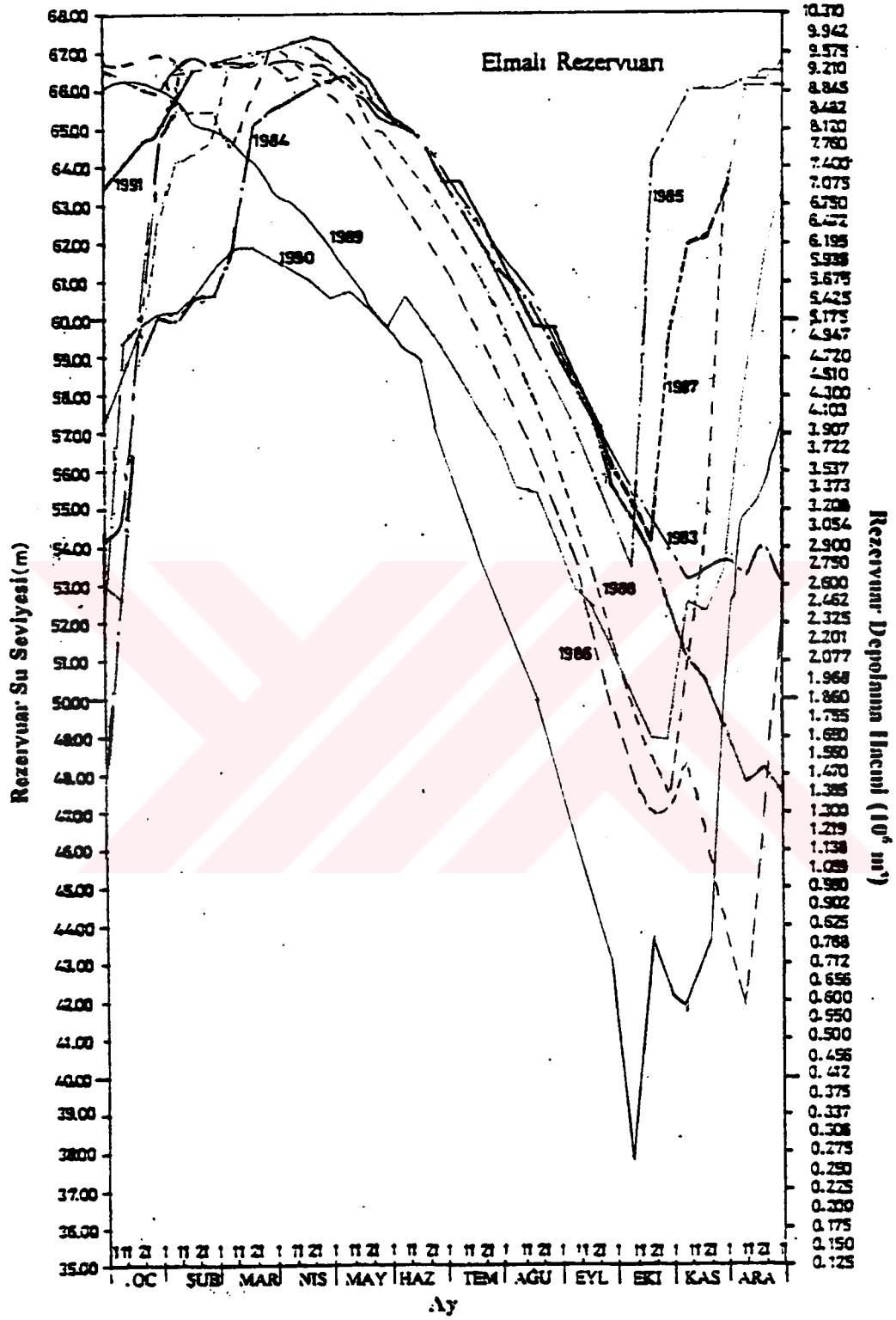
(MİS) = Minimum İşletme Seviyesi

Şekil 2.14

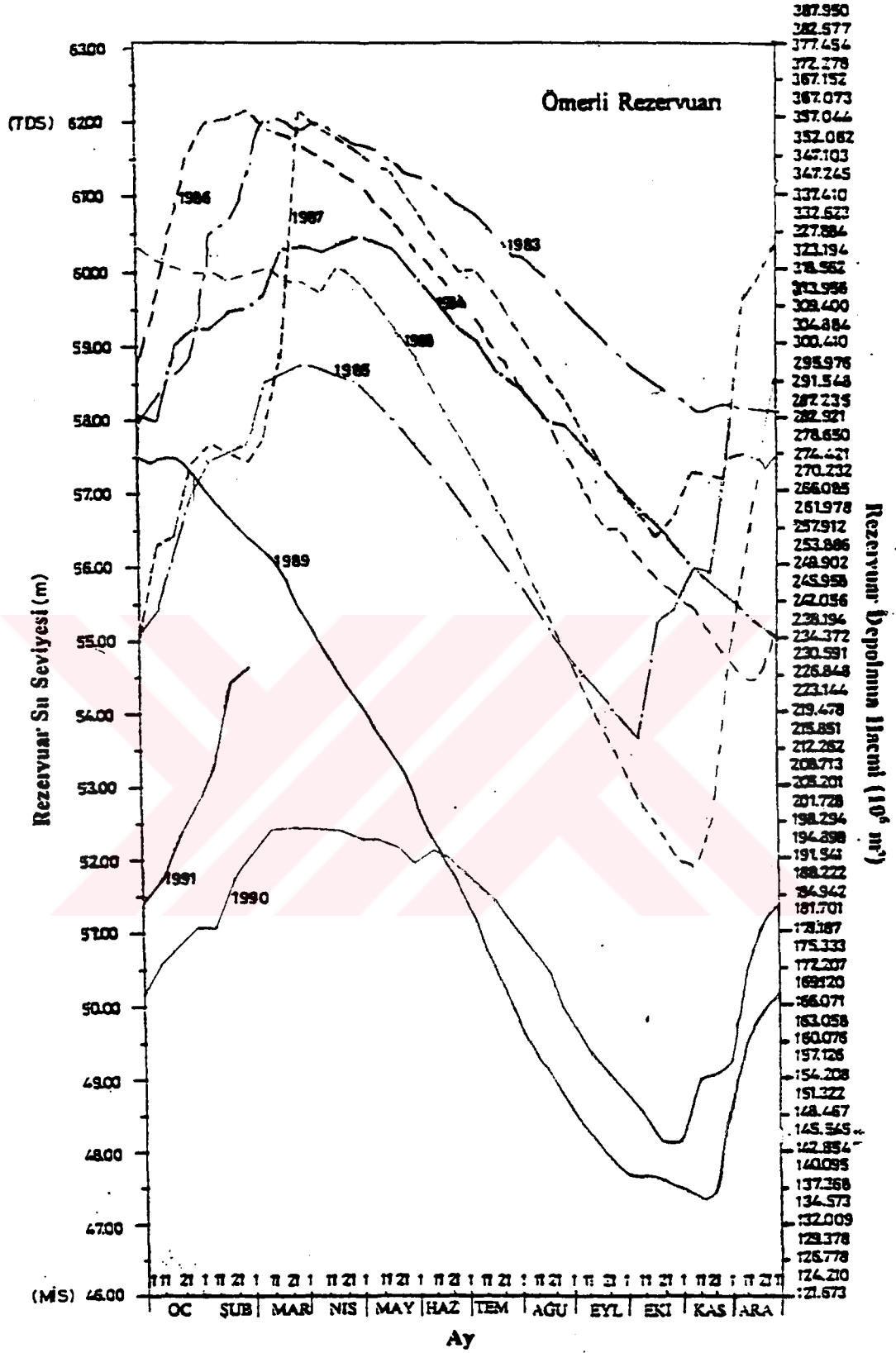
Alibeyköy Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri



**Şekil 2.15**  
**Büyükçekmece Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri**



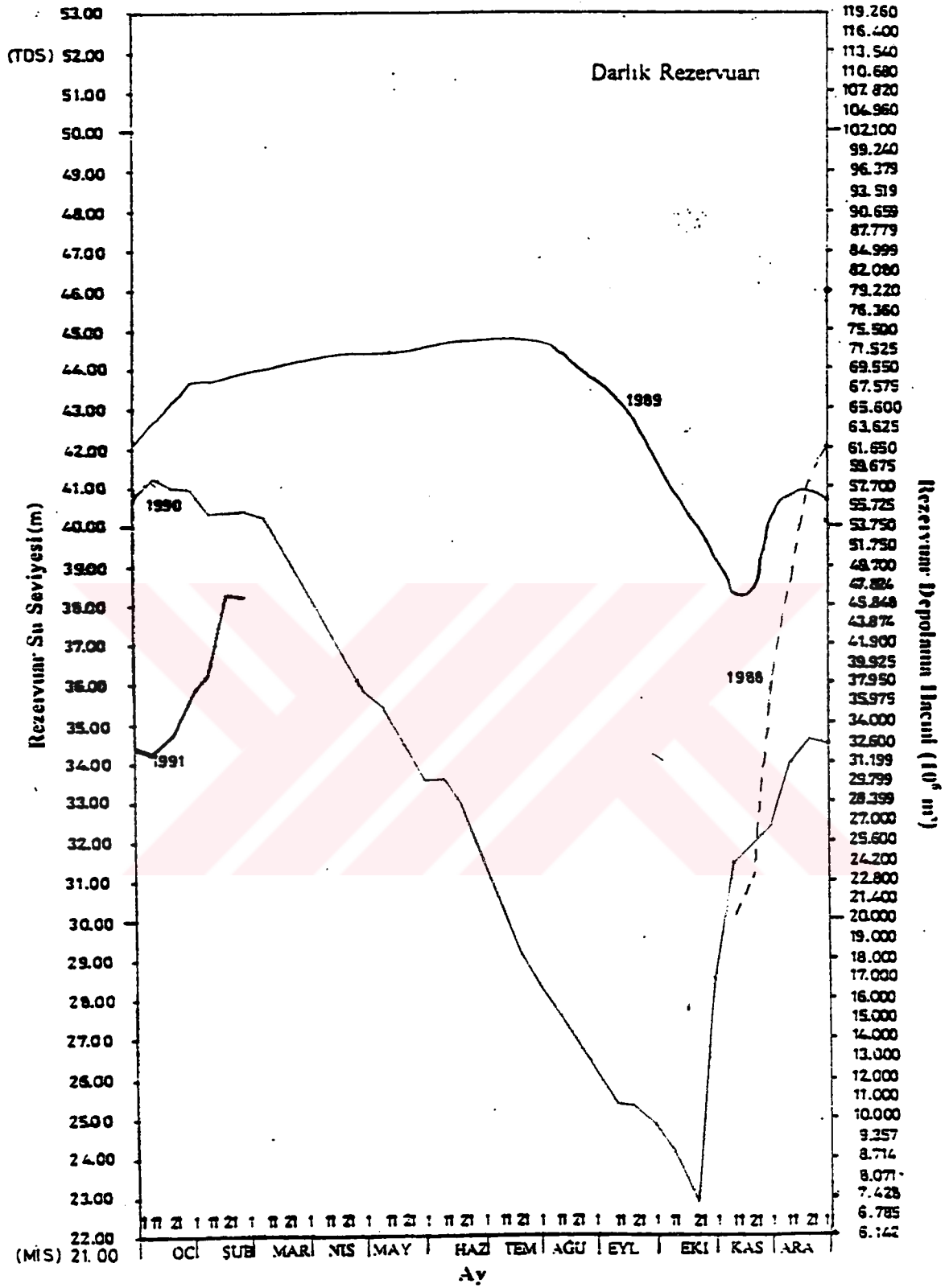
Şekil 2.16  
Elmalı Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri



(TDS) = Tam Dolu Seviye

(MİS) = Minimum İşletme Seviyesi

Şekil 2.17  
Ömerli Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri



(TDS) = Tam Dolu Seviye

(MİS) = Minimum İşletme Seviyesi

**Şekil 2.18**  
**Darlık Rezervuarı'ndaki Su Seviyesinin Yıllık Değişimleri**

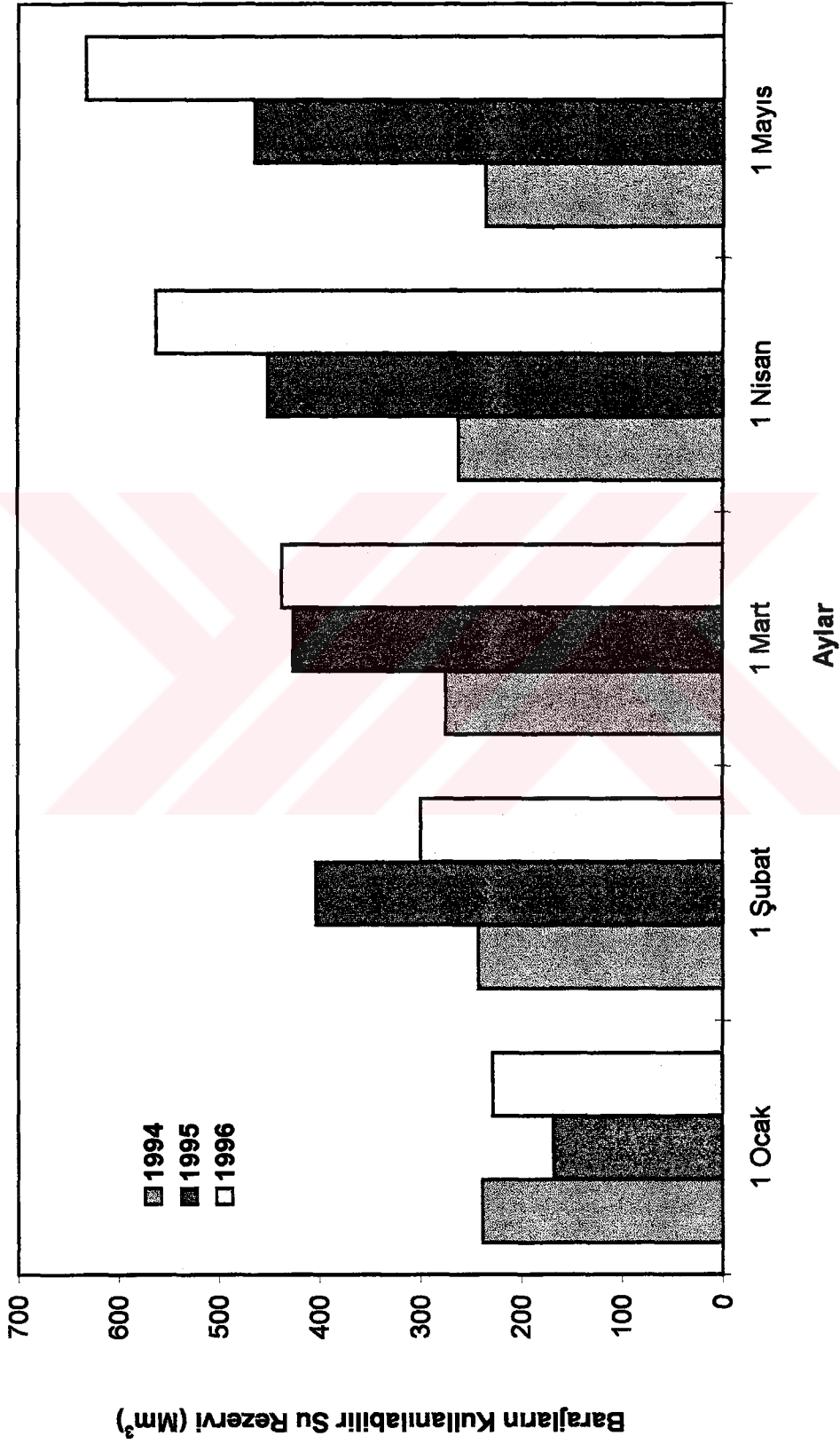
rezervi Tablo 2.11’de özetlenmiş ve Şekil 2.19’da grafik olarak gösterilmiştir.

Tablo 2.10  
Mevcut Su Kaynaklarının Emniyetli Verimleri

| <i>Su Kaynakları</i>        | <i>Güvenli Verim (DSİ)<br/>(Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> | <i>Yenilenmiş Güvenli Verim [6]<br/>(Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b><i>Avrupa Yakası</i></b> |                                                     |                                                              |
| Terkos Gölü                 | 130                                                 | 142                                                          |
| Alibeyköy Barajı            | 39                                                  | 36                                                           |
| Büyükçekmece Barajı         | 100                                                 | 100                                                          |
| Muhtelif Kaynaklar          | 20                                                  | 9                                                            |
| <b>Ara Toplam</b>           | <b>289</b>                                          | <b>287</b>                                                   |
| <b><i>Asya Yakası</i></b>   |                                                     |                                                              |
| Ömerli Barajı               | 189                                                 | 220                                                          |
| Elmalı Barajı               | 15                                                  | 15                                                           |
| Darlık Barajı               | 97                                                  | 97                                                           |
| Muhtelif Kaynaklar          | —                                                   | 35                                                           |
| <b>Ara Toplam</b>           | <b>301</b>                                          | <b>367</b>                                                   |
| <b>TOPLAM</b>               | <b>590</b>                                          | <b>654</b>                                                   |

Tablo 2.11  
İstanbul Barajlarının Kullanılabilir Toplam Rezervi (m<sup>3</sup>) [7]

| <i>TARİH</i>            | <i>1990</i>   | <i>1991</i>   | <i>1992</i>   | <i>1993</i>   | <i>1994</i>   | <i>1995</i>   | <i>1996</i>   |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b><i>1 Ocak</i></b>    | 206.195.000   | 222.962.000   | 556.621.000   | 412.890.000   | 237.813.000   | 167.733.400   | 227.658.800   |
| <b><i>1 Şubat</i></b>   | 205.175.000   | 269.452.000   | 582.472.000   | 452.978.000   | 241.778.000   | 403.775.546   | 299.005.710   |
| <b><i>1 Mart</i></b>    | 221.829.000   | 324.600.000   | 638.571.000   | 506.761.000   | 274.405.000   | 425.749.796   | 436.871.190   |
| <b><i>1 Nisan</i></b>   | 214.382.000   | 339.720.000   | 698.682.000   | 564.987.000   | 261.633.000   | 451.789.300   | 562.875.600   |
| <b><i>1 Mayıs</i></b>   | 191.149.000   | 459.760.000   | 687.383.000   | 541.017.000   | 234.897.000   | 465.073.590   | 632.608.100   |
| <b><i>1 Haziran</i></b> | 172.232.000   | 480.048.000   | 665.288.000   | 515.642.000   | 201.846.000   | 419.920.010   |               |
| <b><i>1 Temmuz</i></b>  | 154.813.000   | 448.079.000   | 640.928.000   | 464.262.000   | 167.817.000   | 370.079.614   |               |
| <b><i>1 Ağustos</i></b> | 115.787.000   | 406.565.000   | 596.135.000   | 407.685.000   | 132.150.600   | 345.504.420   |               |
| <b><i>1 Eylül</i></b>   | 81.258.000    | 356.419.000   | 537.757.000   | 347.127.000   | 85.289.600    | 292.204.990   |               |
| <b><i>1 Ekim</i></b>    | 57.946.000    | 340.660.000   | 483.728.000   | 291.461.000   | 59.570.000    | 246.878.100   |               |
| <b><i>1 Kasım</i></b>   | 50.527.000    | 386.558.000   | 443.258.000   | 245.243.000   | 69.177.000    | 200.892.991   |               |
| <b><i>1 Aralık</i></b>  | 78.873.00     | 381.388.000   | 412.107.000   | 238.070.000   | 79.336.390    | 204.947.400   |               |
| <b>TOPLAM</b>           | 1.750.166.000 | 4.416.211.000 | 6.942.930.000 | 4.988.123.000 | 2.045.712.590 | 3.994.549.157 | 2.159.019.400 |



Şekil 2.19  
Ay Başları İtibarıyla İstanbul Barajlarının Kullanılabilir Su Rezervleri

### 2.2.3 Ham Suyun İletilmesi

Mevcut su kaynakları hizmete giriş yılları ve yıllık emniyetli verimleri ile birlikte Tablo 2.12’de verilmiştir. İstanbul’a su sağlayan bu su kaynakları, dört ana sistemde toplanarak arıtma tesislerinde arıtılır ve şu sistemler aracılığıyla kente dağıtılır [4]:

1. Ömerli - Darlık Baraj Sistemi
2. Elmalı Sistemi
3. Kağıthane Sistemi
4. Büyükçekmece Sistemi
1. Ömerli - Darlık Sistemi

İstanbul’un altı barajından en büyüğü ve en önemlisi olan Ömerli Barajı, Anadolu yakasına su sağlamak amacıyla 1972 yılında işletmeye alınmıştır. İstanbul’a verilen suyun yaklaşık % 31’i bu barajdan sağlanmaktadır. Avrupa yakasının da bir bölümünü besleyen Ömerli Barajı’nın minimum su kotu 46 m., maksimum su kotu 62 m.’dir. Bu kotlar arasında kullanılabilir su miktarı 235.371.000 m<sup>3</sup>’tür. Hızlı nüfus artışıyla birlikte, su gereksiniminin de artmasıyla Ömerli Barajı’nı desteklemek amacıyla 1989 yılında Darlık Barajı devreye alınmıştır. Darlık Barajı’nın ise kullanılabilir su miktarı 107.500.000 m<sup>3</sup>’tür. Bu barajın maksimum su kotu 52 m.’dir. İstanbul’a verilen suyun yaklaşık % 20’si bu barajdan temin edilmektedir. Darlık Barajı’nın Ömerli’ye bağlanmasıyla, Ömerli-Darlık Sistemi’nin kullanılabilir su kapasitesi 342.871.000 m<sup>3</sup>’e ulaşmaktadır.

Ömerli-Darlık Sistemi, Anadolu yakasında, Üsküdar’dan Gebze’ye kadar uzanan bir bölgeyi ve Salacak-Sarayburnu Geçişi ile Eminönü’nden Bakırköy’e kadar uzanan bir kesimi beslemektedir. Ayrıca bu sistemden, Avrupa yakasının acil su gereksinimleri nedeniyle, Terkos’dan beslenen Haliç’in kuzey kesimine de 1990 yılı Haziran ayından itibaren su aktarılmaya başlanmıştır. Ömerli’de bulunan 3 arıtma tesisinden Dudullu hattına yaklaşık 550.000 m<sup>3</sup>/gün, Şişli hattına ise 220.000 m<sup>3</sup>/gün su verilmekte, dolayısıyla günlük Ömerli temizsu çıkışı 770.000 m<sup>3</sup>/gün olmaktadır. 15 Eylül 1995 tarihi itibarıyla bu barajlarda toplam 163.050.000 m<sup>3</sup> hali hazırda kullanılabilir hamsu mevcuttur. Ömerli Barajı’nın doluluk oranı % 52, Darlık Barajı’nın ise % 37’dir.

## 2. Elmalı Sistemi

Anadolu yakasını besleyen bir diğer baraj da Elmalı Barajı'dır. 1893 yılında Göksu'da Elmalı Deresi üzerinde kurulan Eski Elmalı Barajı'nın maksimum hazne hacmi 920.000 m<sup>3</sup>'tür. Zamanla artan su gereksinimini karşılamak amacıyla, 1950 yılında aynı dere üzerinde Yeni Elmalı Barajı kurulmuştur. İstanbul'a verilen suyun yaklaşık % 2'sini karşılayabilen bu barajın, minimum su seviyesi 37.5 m., maksimum su seviyesi ise 67.50 m.'dir. Bu seviyeler arasında kullanılabilir su miktarı 9.6000.000 m<sup>3</sup>'tür. Üsküdar'dan Anadolu Kavağı'na kadar Anadolu yakasının doğu kesimini besleyen Elmalı Sistemi'nden İstanbul'a günlük ortalama 30.000 m<sup>3</sup> su verilmektedir. Barajın Eylül 1995 tarihinde kullanılabilir hamsu kapasitesi 5.310.000 m<sup>3</sup>, dolayısıyla doluluk oranı % 55'tir.

## 3. Kağıthane Sistemi

Terkos Gölü'nün ve bir aktarma barajı niteliğindeki Alibey Barajı'nın suyunu Kağıthane Arıtma Tesisi'nde arıtarak Haliç'in kuzey bölgesine ve İstanbul Boğazı'nın batı yakasına aktaran bu sistem; İstanbul'un Beyoğlu, Galata, Haliç'in bir bölümü ile boğazın Rumeli yakasının su ihtiyacını karşılamaktadır. 1983 yılından bu yana kentin su gereksinimini karşılayan Terkos, İstanbul'un en eski barajlarından biridir. Terkos Gölü'nün minimum su seviyesi -1 m., maksimum su seviyesi ise 4.50 m.'dir. Bu seviyeler arasında kullanılabilir su miktarı 145.000.000 m<sup>3</sup>'tür. Terkos Gölü İstanbul'un suyunun yaklaşık % 25'ini karşılamaktadır. Terkos Barajı'nda biriken suyun büyük bir bölümü, isale hatlarıyla Kağıthane Arıtma Tesisi'ne iletilmekte, bir bölümü ise, açık kanaldan Terkos'un deposu durumundaki Alibey Barajı'na aktarılmaktadır. Terkos Gölü'nün rezervuarı olan Alibey Barajı, 1972 yılında işletmeye alınmıştır. Alibey Barajı'nın minimum su seviyesi 11 m., maksimum su seviyesi ise 30 m.'dir. Bu barajın kullanılabilir su miktarı 34.143.0000 m<sup>3</sup>'tür. İstanbul'un suyunun yaklaşık % 6'sı bu barajdan karşılanmaktadır. Terkos Gölü'nden İstanbul'a günde ortalama 400.000 m<sup>3</sup>, Alibey Barajı'ndan ise günde ortalama 100.000 m<sup>3</sup> su verilmektedir. Terkos Gölü'nden verilen hamsuyun 120.000.000 m<sup>3</sup>'ü Alibey Barajı'na, 25.000.000 m<sup>3</sup>'ü doğrudan Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne verilmektedir. Alibey Barajı'ndan ise Kağıthane Arıtma Tesisleri'ne yılda 36.000.000

$m^3$  su verilmektedir. 15 Eylül 1995 tarihi itibarıyla bu baraj sisteminde 72.800.000  $m^3$  kullanılabilir hamsu mevcuttur. Terkos Gölü'nün doluluk oranı % 41, Alibey Barajı'nın ise % 21'dir. Terkos Gölü ve Alibey Barajı'ndan gelen suları arıtan Kağıthane Arıtma Tesisleri'nden şehre verilen temizsu miktarı ise günlük ortalama 450.000  $m^3$ 'tür.

#### 4. Büyükçekmece Sistemi

İstanbul'un Avrupa yakasının su ihtiyacını karşılayan Büyükçekmece Barajı'nın yapımı ve işletmeye giriş tarihi çok yakın bir geçmişe dayanmaktadır. 1985 yılında yapımına başlanan barajın minimum su seviyesi 0.80 m., maksimum su seviyesi ise 6.30 m.'dir. Bu seviyeler arasında kullanılabilir su miktarı 162.000.000  $m^3$ 'tür. Bu barajın 15 Eylül 1995 tarihindeki kullanılabilir su kapasitesi 29.080.000  $m^3$  olup, doluluk oranı %18'dir.

Tablo 2.12  
İstanbul İlinin Mevcut Su Kaynakları

| <i>Su Kaynağı</i>                      | <i>Hizmete Giriş Yılı</i> | <i>Emniyetli Yıllık Verim (Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> |
|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|
| <b><i>Terkos-Kağıthane Sistemi</i></b> |                           |                                                    |
| Terkos Gölü                            | 1972                      | 142                                                |
| Alibey Barajı                          | 1983                      | 36                                                 |
| Istranca 1. Aşama (3 Dere)             | 1995                      | 44                                                 |
| <b><i>Büyükçekmece Sistemi</i></b>     |                           |                                                    |
| Büyükçekmece Barajı                    | 1989                      | 70 <sup>(1)</sup>                                  |
| <b><i>Ömerli-Darlık Sistemi</i></b>    |                           |                                                    |
| Ömerli Barajı                          | 1972                      | 220                                                |
| Darlık Barajı                          | 1988                      | 97                                                 |
| Şile Keson Kuyuları                    | 1996                      | 30                                                 |
| Yeşilvadi Çevirme Yapısı               | 1992                      | 10                                                 |
| <b><i>Elmalı Sistemi</i></b>           |                           |                                                    |
| Elmalı Barajları (I,II)                | 1893,1950                 | 15                                                 |
| <b><i>Vakıf Sular</i></b>              |                           |                                                    |
| Taksim Bent Suları                     |                           | 7.5                                                |
| Kırkçeşme Bent Suları                  |                           | 10.5                                               |
| <b><i>TOPLAM</i></b>                   |                           | <b>682</b>                                         |

<sup>(1)</sup> Büyükçekmece Barajı'nın veriminin 100 Mm<sup>3</sup> yerine yılda 70 Mm<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir.

## 2.3 DEVAM EDEN SU KAYNAĞI PROJELERİ

### 2.3.1 Genel Bakış

İSKİ, mevcut kaynaklardan günde yaklaşık  $1.7 \text{ Mm}^3$  su çekmektedir. Bu miktarla karşılaştırmak gerekirse, ham su talebinin 2032 yılı sonuna kadar üç katı artarak, günde  $5 \text{ Mm}^3$  seviyesine erişmesi tahmin edilmektedir.

Artan bu su talebinin karşılanması amacı ile, İSKİ ve DSİ birkaç su kaynağı projesini uygulamaya sokmuş durumdadır. Halen devam etmekte olan bu projeler şunlardır [1]:

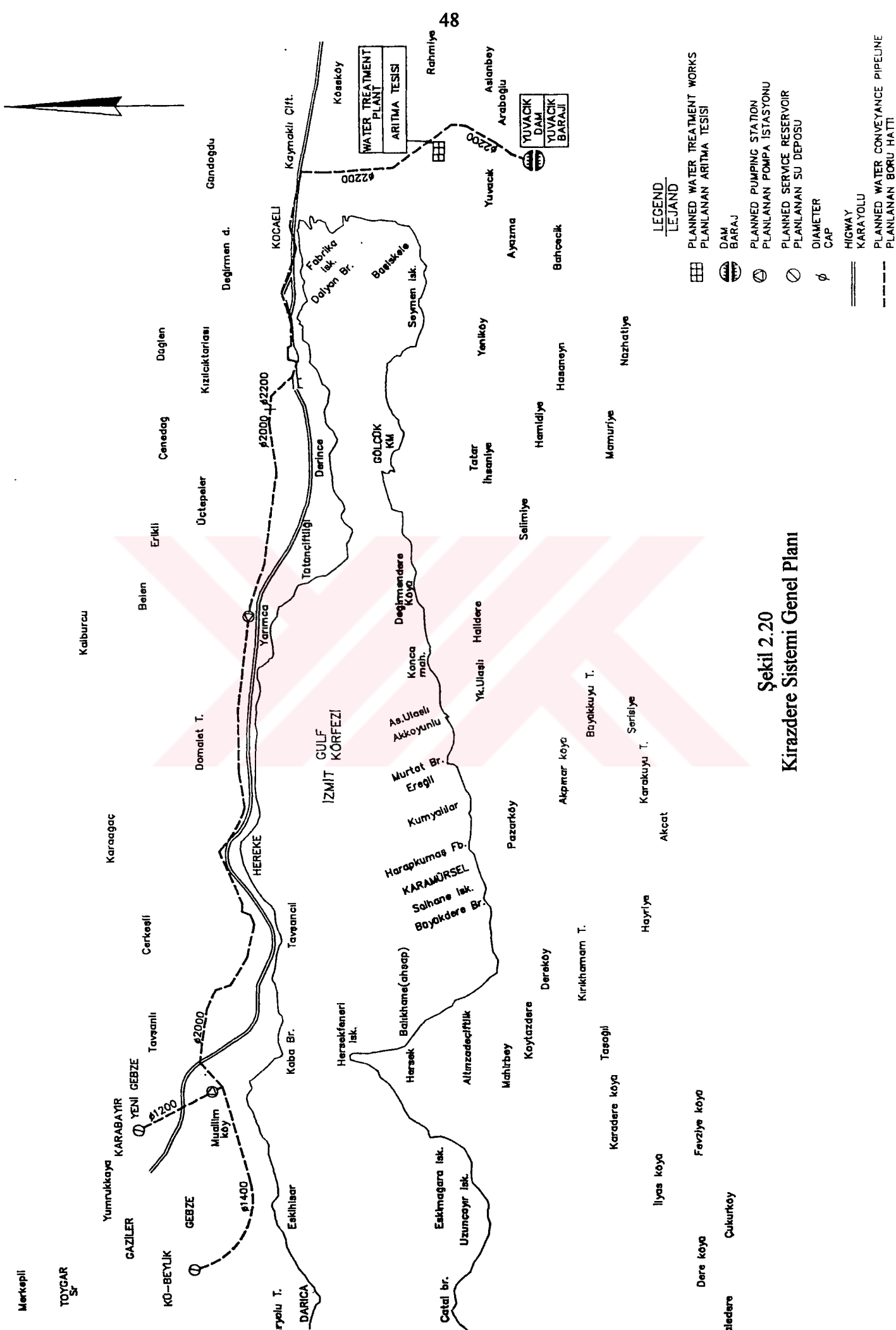
- Kirazdere Su Temini Projesi
- Sazlıdere Su Kaynakları Geliştirme Projesi
- Istranca Dereleri Projesi

### 2.3.2 Kirazdere Su Temini Projesi

Bu projeyi DSİ başlatmış olup, yeni yapılmış bir BOOT mukavelesi şartlarına göre İzmit Belediyesi tarafından uygulanmaktadır. Proje İzmit'e su temin eden bir kaynak olarak başlatılmışsa da, yapılan bir anlaşma ile bu kaynaklardan yılda azami  $100 \text{ Mm}^3$  artırılmış su, İstanbul iline de tahsis edilecektir.

Bu proje 108.5 metre yüksekliğinde kayadolgı bir barajdan, su arıtma tesislerinden ve bunlarla ilgili su iletim sisteminden oluşmaktadır (Şekil 2.20). Yuvacık Barajı 1997'de tamamlanacaktır. Bu barajın oluşturacağı su rezervuarının ayrıntıları Tablo 2.8'de verilmiştir. Genel olarak, emniyetli verimin yılda  $140 \text{ Mm}^3$  olacağı tahmin edilmektedir. Arıtma tesisinin kapasitesi günde  $480.000 \text{ m}^3$  olacak ve arıtılmış su Gebze ve Darıca bölgelerine pompalı iletim sistemi ile sağlanacaktır.

Kirazdere kaynaklarından su çeken DSİ'ye ait yedi kuyunun işletimi devam edecektir.



### 2.3.3 Sazlıdere Su Kaynakları Geliştirme Projesi

Avrupa yakasında yer alan ve Küçükçekmece Gölü'ne akan Sazlıdere üzerine inşa edilmekte olan Sazlıdere Barajı, Küçükçekmece Gölü'nün 6 km. kadar menbada, Kayabaşı Köyü yakınındadır. Barajın 1998'de tamamlanması planlanmıştır. Bu baraj, 47 metre yüksekliğinde kaya dolgu bir baraj olup, başlangıçta Küçükçekmece Gölü'nün İstanbul için bir kaynak olarak kullanılmasına alternatif olacak şekilde düşünülmüştür. Barajın oluşturduğu rezervuar yılda 55 Mm<sup>3</sup> emniyetli verim sağlayacaktır. Rezervuar ile ilgili diğer ayrıntılar Tablo 2.8'de verilmiştir. Bu kaynaktan elde edilen ham suyun İkitelli'de yapılacak yeni arıtma tesislerine pompalanması öngörülmektedir. Ham su pompalama şebekesinin ve İkitelli su arıtma tesisinin inşaatı henüz başlamamıştır.

### 2.3.4 Istranca Sistemi

Istranca Dereleri, Trakya'da Terkos Gölü havzasının batısında Istranca dağlarından doğup Karadeniz'e dökülen akarsuların bir bölümüdür. Bu dereler doğudan batıya doğru sırasıyla; Düzdere, Kuzuludere, Çilingözdere (Büyükdere), Elmalıdere, Sultanbahçedere, Kazandere, Pabuçdere'dir. Istranca su iletim sistemi, derelerden alınan suları kuşaklayacak şekilde Karadeniz sahiline paralel olarak gitmektedir.

Aşama I'e ait su toplama havzalarındaki ortalama yıllık yağış yaklaşık 950 mm. olup bu rakam, Aşama II'ye ait su toplama havzalarında 730-830 mm.'dir. Aşama II, ham su iletim boru hatlarının uzatılması ile birlikte, Elmalıdere , Sultanbahçedere, Kazandere ve Pabuçdere'nin geliştirilmesinden oluşmaktadır. Bu su kaynaklarının yıllık toplam verimleri ve detayları Tablo 2.13 ve Tablo 2.14'de verilmiştir.

Tablo 2.13  
Istranca Sistemi Aşama II'ye Ait Su Kaynaklarının Yıllık Toplam Verimleri

| <i>Su Kaynakları</i> | <i>Yıllık Toplam Verim (Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> |
|----------------------|-------------------------------------------------|
| Elmalıdere           | 9.4                                             |
| Sultanbahçe          | 15.2                                            |
| Kazandere            | 49.5                                            |
| Pabuçdere            | 22.3                                            |
| <b>TOPLAM</b>        | <b>96.4</b>                                     |

Tablo 2.14  
Istranca Kaynakları ile İlgili Detaylı Bilgiler

|                                  |                        | <i>Aşama I</i> | <i>Aşama II</i> |
|----------------------------------|------------------------|----------------|-----------------|
| Toplam Havza Alanı               | (km <sup>2</sup> )     | 108            | 567.0           |
| Toplam Set Uzunluğu              | (m)                    | 1216           | (1)             |
| Toplam Aktif Depolama Kapasitesi | (Mm <sup>3</sup> )     | 55.8           | 96.4            |
| Toplam Ortalama Debi             | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | 4.70           | (1)             |
| Emniyetli Verim                  | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | 30 (2)         | 80.0 (2)        |

(1) Bilinmiyor

(2) İSKİ tarafından düzeltilmiş emniyetli verim

Istranca Sistemi Aşama I ve II projelerinin ayrıntıları Tablo 2.15 ve Tablo 2.16'da verilmiştir.

Tablo 2.15  
Istranca Sisteminin Teknik Özellikleri ( I. Aşama )<sup>(1)</sup>

|                                |                        | <i>Düzdere</i> | <i>Kuzuludere</i> | <i>Çilingözdere</i> |
|--------------------------------|------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| <b><i>Depolama</i></b>         |                        |                |                   |                     |
| Drenaj Alanı                   | (km <sup>2</sup> )     | 10.5           | 31                | 66                  |
| Ortalama Yıllık Gelen Su       | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | 6.2            | 14.1              | 35.6                |
| Maksimum İşletme Kotu          | (m)                    | 27             | 31                | 11                  |
| Minimum İşletme Kotu           | (m)                    | 20             | 23                | 5                   |
| Toplam Depolama Kapasitesi     | (Mm <sup>3</sup> )     | 1.2            | 1.8               | 2.9                 |
| Set Uzunluğu                   | (m)                    | 142            | 394               | 680                 |
| <b><i>Pompa Tesis</i></b>      |                        |                |                   |                     |
| Pompa Adedi                    |                        | 4 (3+1)        | 4 (3+1)           | 4 (3+1)             |
| Debi                           | (m <sup>3</sup> /s)    | 0.07 x 3       | 0.18 x 3          | 0.45 x 3            |
| Pompa Basma Yüksekliği (maks.) | (m)                    | 77             | 92                |                     |
| Tipi                           |                        | Dalgıç         | Yatay             | —                   |
| İletim Hattı                   | (mm)                   | 700            | 800               | —                   |
| Uzunluğu                       | (m)                    | 640            | 630               | —                   |

(1) Istranca Sistemi (I.Aşama) 1996 yılında tamamlanarak Terkos Gölü'ne bağlanmıştır.

Tablo 2.16  
İstranca Sisteminin Teknik Özellikleri ( II. Aşama )

|                               |                        | <i>Elmalıdere</i> | <i>Sultanbahçe</i> | <i>Kazandere</i> | <i>Pabuçdere</i> |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Drenaj Alanı                  | (km <sup>2</sup> )     | 22                | 45                 | 314              | 186              |
| Yıllık Ortalama Gelen Su      | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | 12.6              | 20.6               | ---              | ---              |
| Yapı Tarafından Su Toplanması | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | 9.4               | 15.6               | 6.2              | 4.3              |
| Etkin Kapasite                | (Mm <sup>3</sup> )     | 0.83              | 2.1                | 20               | ---              |

<sup>(1)</sup> Veri Kaynağı İSKİ

### 2.3.5 Planlanan Diğer Projeler

İstanbul'a hizmet verecek diğer belli başlı su kaynağı projelerinin geliştirilmesi için çalışılmaktadır :

- Yeşilçay Sistemi
- Büyük Melen Sistemi

## 2.4 GELECEKTEKİ POTANSİYEL SU KAYNAKLARI

### 2.4.1 Ana Kaynaklar

Gelecekte İstanbul'a su temini için bazı temel su kaynakları geliştirme projeleri belirlenmiştir. Geleceğe dönük işlerliği olan tüm seçenekler İstanbul'un doğusunda Asya yakasındadır [1].

Gelecekte kullanılması olası tüm kaynaklar, yüzeysel su kaynaklarıdır. Yeraltı sularının gelişim potansiyeli gelecekteki su ihtiyacının büyüklüğü ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlıdır. İncelemeye alınan gelecekteki muhtemel yüzeysel su kaynakları şunlardır :

- Avrupa Yakası      İstranca Sistemi ( Aşama III )  
Küçükçekmece Gölü
- Asya Yakası      İsaköy Barajı Projesi  
Sungurlu Barajı Projesi  
Yeşilçay Sistemi  
Büyük Melen Sistemi  
Alacalı Barajı  
Sakarya Nehri / Mudurnu Barajı

### 2.4.2 Istranca Sistemi ( Aşama III )

Istranca Sisteminin III. Aşaması, Aşama II'de ertelenen Kıyıköy Barajı'nın inşaatını kapsamaktadır. Bu barajda sağlanacak depolama ( $146 \text{ Mm}^3$ ) Aşama II çalışmalarının yıllık ortalama debisini  $80 \text{ Mm}^3$ 'ten  $117 \text{ Mm}^3$ 'e arttıracak şekilde Kazan ve Pabuç derelerinin akışını regüle edecek ve Terkos Gölü'nde ihtiyaç duyulan ilave akışı sağlayacaktır.

Ancak DSİ'nin yaptığı bir ön etüdde Istranca Bölgesi'ndeki su kaynaklarının bir bölümünün, Kırklareli'ndeki su ve sulama ihtiyacına gideceğini belirtmiştir. Yerel su kullanımı çözülmüncye kadar Aşama III'ün kaynaklarının İstanbul'da kullanılmak üzere bölge dışına çıkarılması dikkate alınmamaktadır.

### 2.4.3 Küçükçekmece Gölü

Küçükçekmece Gölü, İstanbul'un 20 km. batısında olup  $340 \text{ km}^2$ 'lik su toplama havzasına sahiptir ve Sazlıdere Barajı havzasını da kapsamaktadır. DAMOC Çalışması, göl içinde debi regülasyonu yapıldıktan sonra yılda  $55 \text{ Mm}^3$  güvenli verim elde edecek şekilde Küçükçekmece'nin geliştirilmesini önermiştir.

DSİ ve İSKİ su kirliliği sorunları yüzünden Küçükçekmece'yi İstanbul'a su temin eden bir kaynak olarak kullanmaktan vazgeçmiştir. Göl kenarındaki alanlar şehirleşmiş olup Küçükçekmece Gölü'ndeki suyun kalitesini içme suyuna uygun bir seviyede tutmanın güç olduğu kararlaştırılmıştır.

Küçükçekmece Gölü'nün suyu aynı zamanda Marmara Denizi'ne yakın olması dolayısı ile hafif tuzludur. Klorür değerleri ortalama  $4.400 \text{ mg/l}$  seviyesindedir. Ayrıca su, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallerle kirlenmiş olup oldukça fazla koliform miktarı içermektedir. Göl kenarındaki şehirleşmiş bölgelerden gelen artılmamış kanalizasyonlar ve gölün üst tarafındaki çöp toplama sahasından ötürü su kalitesinin daha da fazla bozulması tehlikesi vardır.

#### 2.4.4 İsaköy Barajı

İsaköy projesine İsaköy Barajı, su alma yapısı ve pompa istasyonu ve mevcut Ömerli arıtma tesisine giden su iletim hattı dahildir. İsaköy Barajı, Boğaz'ın yaklaşık 60 km. doğusunda ve Karadeniz'in 5 km. güneyinde bulunan Göksu Nehri  zerindedir. Barajın su toplama havzası 467 km<sup>2</sup> olup baraja yıllık ortalama su akışı 210 Mm<sup>3</sup>'tür. Bunun 190 Mm<sup>3</sup>' , etkin depolama kapasitesi 212 Mm<sup>3</sup> olan rezervuarın regüle edilmesinden sonra İstanbul'a aktarılabilir.

Göksu Nehri'nin su kalitesi yüksek koliform sayısı hariç içme suyu olarak kabul edilebilir düzeydedir. Su toplama havzasında çok az nüfus bulunmakta olup önemli kirletici kaynaklar yoktur. Bugüne kadar ağır metal saptanmamıştır. pH değeri 7.2-9.2 arasında olup bulanıklık bir parça yüksektir.

Fizibilite çalışmasında üç alternatif baraj ekseninin sadece keşif araştırmaları yapılmıştır. Fizibilite çalışmasından sonra 1986 yılında DSİ ve İSKİ tarafından yapılan jeolojik incelemeler sonucunda, barajın temelinin ve rezervuarın altındaki kireç taşından su sızıntısı beklenmektedir. Bu sızma sorununu çözmek için, 2.6 km. uzunluğunda bir beton perde planlanmış ve projenin uygun olduğu belirtilmiştir. Ancak DSİ üç veya dört kez daha büyük bir beton perdenin gerekli olduğunu belirtmiş ve bu işlem sonucu bile su sızıntısının önlenemeyeceğini açıklamıştır.

#### 2.4.5 Sungurlu Barajı

Baraj sahası,  nerilen İsaköy Barajı'nın yaklaşık 6 km. doğusunda ve Boğaz'dan yaklaşık 70 km. uzaklıkta bulunan çanak deresinin üzerindedir. Sungurlu Barajı'nın su toplama alanı 268 km<sup>2</sup>, yıllık ortalama su girişı ise 116 Mm<sup>3</sup>'tür. 78 Mm<sup>3</sup>'l k etkin depolama kapasiteli Sungurlu rezervuarı ile regüle edildikten sonra güvenli verimi 81 Mm<sup>3</sup> olacaktır.

Çanak deresinin su kalitesi Göksu deresininkilere çok benzemektedir. 1971 DAMOC Master Plan döneminde üç değişik baraj yeri seçilmiştir. 1971 yılından bu yana Sungurlu Projesi için başka bir araştırma ve etüd yapılmamıştır.

#### 2.4.6 Yeşilçay Sistemi

Yeşilçay Barajı, 1971 yılı DAMOC Master Planının öngördüğü İsaköy Barajı ile Sungurlu Barajı'nın yerini almak üzere DSİ ve İSKİ tarafından Göksu ve Çanak derelerinin ağzına inşa edilecek şekilde önerilmiştir.

Yeşilçay Barajı'nın drenaj alanı  $850 \text{ km}^2$  olup yıllık ortalama su girişinin  $350 \text{ Mm}^3$  olması beklenmektedir. Yeşilçay Barajı'nın emniyetli veriminin,  $400 \text{ Mm}^3$  etkin kapasitesi olan Yeşilçay rezervuarı tarafından regüle edildikten sonra  $335 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  olacağı hesaplanmıştır. Hatta bir baraj inşa edilmese bile Göksu ve Çanak dereleri üzerindeki su alma savaklarının doğal yağışlarla  $145 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  seviyesinde güvenli bir su temin etmesi beklenmektedir. Su toplama havzası içindeki mevcut suyun küçük köylerdeki ihtiyacı karşıladığı ve bunun fazla su girişlerinden dolayı ihtiyacı karşılamaya devam edeceği anlaşılmaktadır.

Yeşilçay Barajı'nın inşaatında iki önemli sorun vardır. Baraj, Karadeniz sahilindeki alüvyonlu bölgede bulunduğundan granit kaya kütlesi üzerine inşa edilemeyecektir. Bu da barajın boyutlarını sınırlayacaktır. Bu konuda dikkatli saha araştırmaları gereklidir.

İkinci sorun ise suyun komşu dere yataklarına sızmasıdır. İsaköy Baraj projesi için İSKİ tarafından yapılan jeolojik araştırmalar suyun bitişikteki Bıçkı Deresi yatağına sızdığını göstermiştir. Su sızıntısını beton perdeler ya da kesme duvarları ile önlemek yerine, DSİ Bıçkı Nehri üzerine Yeşilçay rezervuarından su sızacak olan Kabaköz Barajı'nı inşa etmeyi düşünmektedir. Kabaköz Barajı  $35 \text{ Mm}^3$ 'lük ilave bir güvenli suyu garanti edecektir.

Baraj inşaatında bir sürü sorun olmasına karşın, bu iki derenin doğal akışının su alma yapıları ile kullanılmasında pek az sorun beklenmektedir.

#### 2.4.7 *Büyük Melen Barajı*

Büyük Melen Sistemi, DSİ tarafından İstanbul'a su temini için uzun vadeli bir çözüm olarak öngörülmüştür. Bu sistemin dört aşamada geliştirilmesi önerilmektedir :

**Aşama I** - Melen Nehri su alma yapısı, Melen'den Ömerli'ye ham su isale hattı Ömerli'de yeni bir su arıtma tesisi ve bu tesisten, Avrupa yakasındaki Kağıthane su dağıtım merkezine bağlanacak arıtılmış su iletim hattı. Bu aşamaya Boğaz'ın altından geçecek ve dört aşama için yeterli olacak bir tünel dahildir.

**Aşama II** - Melen Barajı'nın inşaatı ve Melen Barajı'ndan Ömerli Arıtma tesislerine giden ikinci bir ham su iletim hattı; Arıtma tesislerinin genişletilmesi ve Kağıthane'ye ikinci bir arıtılmış su boru hattının inşası

**Aşama III** - Melen Barajı'ndan Ömerli arıtma tesislerine giden üçüncü bir hamsu iletim hattı; Arıtma tesislerinin genişletilmesi ve Kağıthane'ye giden üçüncü bir arıtılmış su iletim hattı

**Aşama IV** - Melen Barajı'ndan Ömerli arıtma tesislerine giden dördüncü bir ham su iletim hattı; Arıtma tesislerinin genişletilmesi ve Kağıthane'ye giden dördüncü bir arıtılmış su iletim hattı

Önerilen Büyük Melen Barajı, Boğaz'ın yaklaşık 180 km. doğusunda ve Karadeniz'in yaklaşık 7 km. güneyindeki Büyük Melen Nehri'nin alt kısmında yer almaktadır. Barajın üstündeki su toplama havzası 2317 km<sup>2</sup> olup, yıllık yağış ortalaması 990 mm.'dir. Yıllık ortalama gelen su miktarının, 1441 Mm<sup>3</sup> olması tahmin edilmektedir. Güvenli verim, etkin depolama kapasitesi 639 Mm<sup>3</sup> olan Melen rezervuarından regüle edildikten sonra 1190 Mm<sup>3</sup>/yıl'dır.

Hasanlar Barajı, Melen Barajı'nın üst. kısmında olup, havza alanı 665 km<sup>2</sup>'dir. Hasanlar Barajı, 1971 yılında inşa edilmiş olup, Düzce ovasına (19 260 ha.) sulama suyu temin etmek için yapılmıştır. Ancak, planlanan sulama alanının sadece % 13'ünün sulandığı bildirilmiştir. Düzce ovasında kullanılan sulama suyu dikkate alındıktan sonra, Büyük Melen Rezervuarı'na gelen yıllık ortalama su girişi % 5'ten daha az azalarak 1374 Mm<sup>3</sup>'e düşmüştür.

Büyük Melen Sistemi İstanbul'a su temin eden mevcut su kaynaklarından uzakta bulunmaktadır. Mevcut su kaynakları alışılmışın ötesinde kuraklıkla karşılaşınca, meteorolojik kayıtlar Melen Sisteminin daha az kuraklığa uğrayacağını ve böylelikle su temin sisteminin güvenilirliğinin artmasına yardımcı olacağını göstermektedir.

#### **2.4.8 Alacalı Barajı**

Melen'den Ömerli'ye giden iletim hattı etüd edildiğinde, bir boru hattının inşası Şile - Ömerli geçitinin topoğrafik yapısı yüzünden uygun bulunmamıştır. Değişik alternatifler incelendikten sonra, DSİ Yeşildere'nin üzerine Alacalı Barajı'nı inşa etmeye karar vermiştir. Bu baraj 6 km. uzunluğunda bir ara rezervuar olarak hizmet görecektir ve buradan Melen suyu regüle edilmeden akacak ve ayrıca Yeşil dereden gelen ilave suyu toplayacaktır.

Alacalı Barajı'nın su toplama alanı  $67 \text{ km}^2$  olup yıllık ortalama yağış  $900 \text{ mm}$ 'dir. Baraja ortalama yıllık su girişi  $21 \text{ Mm}^3$  olarak tahmin edilmektedir. Alacalı rezervuarı, Melen suyunu Ömerli'ye aktaracak açık bir kanal olarak kullanılacağından, Yeşil derenin debisinin düzenleme kapasitesi küçük olacak ve Yeşil dere su toplama havzasından temin edilecek sular da sınırlı olacaktır.

#### **2.4.9 Sakarya Nehri**

Sakarya Nehri, Ankara yakınındaki yüksek dağlardan doğan ve Bilecik istikametinde akıp, Karadeniz'e dökülecek şekilde kuzeye dönen önemli bir su kaynağıdır. Sakarya Nehri'nin alt kısımlarında tüm yıl boyunca yeterli su bulunur. Boğaz'dan yaklaşık 125 km. uzaklıktadır.

Drenaj alanı  $55.300 \text{ km}^2$  olup yıllık ortalama debisi  $6.400 \text{ Mm}^3$ 'tür. Sakarya Nehri'nin aşağı kısımlarında bulunan halk içmek için başka kaynaklar aramakta ve nehri doğal bir kanalizasyon gibi kullanmaktadırlar.

1980’li yıllarda nehirde yüksek kadmiyum ve kurşun değerleri saptanmıştır. Koliform basili değerleri içme suyu kalitesi standartlarını çok aşacak kadar yüksektir. Bulanıklık da çok yüksektir. Sakarya su toplam havzasında kanalizasyon kontrolü şu anda pratik olarak olanaksızdır ve Sakarya Nehri’nin aşağı kısımlarındaki suyu içme suyu olarak kullanmadan önce atıksu alt yapısında önemli bir yatırım yapılması gereklidir.

Çarksuyu Deresi Sakarya Nehri’nin kollarından biridir. Sakarya Nehri ağzından yaklaşık 15 km. uzaklıkta Sakarya Nehri ile birleşir. Adapazarı ili, Çarksuyu deresinin su toplama havzasında bulunmakta olup kanalizasyonunu arıtmadan Çarksuyu’na boşaltmaktadır. Bunun sonucu, nehir ağır metaller ve organik maddelerle kirlenmektedir. Su kalitesine ilişkin hemen hemen tüm parametreler izin verilen içme suyu standartlarının çok üstündedir ve bu yüzden Çarksuyu İstanbul için uygun bir kaynak değildir.

Sakarya Nehri’nin diğer bir kolu olan ve nehre aşağı kısımlarında birleşen Mudurnu Çayı, İstanbul için potansiyel bir su kaynağı olarak düşünülmektedir. Mudurnu su toplama havzası 2500 km<sup>2</sup> olup, su kalitesi kamu kullanımına uygundur. Mudurnu Nehri’nin potansiyeli DSİ tarafından 540 Mm<sup>3</sup>/yıl olarak tahmin edilmektedir. Ancak, etüdler daha çok yeni olup, baraj ve su alma yapılarının yeri tanımlanmamıştır. Böylece, bu programın fizibilitesi henüz açıklık kazanmamıştır. Eğer açıklık kazanırsa, İstanbul için uzun vadeli bir kaynak olacaktır.

## **2.5 NÜFUS TAHMİNLERİ**

### **2.5.1 Yaklaşım Yöntemi**

Geçen on yıl içinde, İstanbul’un 1980 senesindeki nüfusu % 55’lik bir artış göstererek 4.78 milyondan, 1990 senesinde 7.42 milyona çıkmıştır. İstanbul ilinin gelecekteki nüfus artış tahmini, su ihtiyacı gelişmesinin önceden tahmin edilmesi için başlangıç noktası oluşturacaktır.

Önceki nüfus tahmini çalışmalarında, İstanbul ili bir bütün olarak ele alınmıştır. Ancak bu tahminler, yöntem artış hızının bütün il alanına eşit olarak dağıldığını varsaydığı için genelde İstanbul'un büyümesinin altında kalmıştır.

Böylece İstanbul nüfusunu tek bir değer olarak düşünmek yerine, arazi kullanımındaki gelişmeler ve nüfus artışı ile ilgili, her ilçenin kendine has özelliklerini tanımlayan bir yaklaşım yöntemi ile nüfus tahmini yapılması uygun görülmüştür. Bu hesaplarda 1940'tan 1990'a kadar olan elli yıllık nüfus sayımı kayıtları kullanılmıştır.

## **2.5.2 Nüfusun Tarihçesi**

### **2.5.2.1 İstanbul Bölgesi'ndeki Nüfus Eğilimleri**

Geçen on yıl içinde Türkiye'nin nüfusu 1980 yılında 44.7 milyon olan, 1990 yılında 56.5 milyona yükselerek önemli bir artış göstermiştir. Ortalama senelik nüfus artışı 1980 senesine kadar her beş senede % 20.65 iken, 1980'den 1985'e kadar % 24.88 ve 1985'ten 1990'a kadar ise % 21.71 olmuştur. Büyük artışlar, senelik ortalama nüfus artış hızı (1980'de) % 30.5'ten (1980-1985'te) % 62.61'e çıkan ve (1985-1990'da) biraz düşerek % 43.1 olan kentlerde gerçekleşmiştir. Bu oranlar aynı dönem için köylerde ve kırsal alanlarda aynı aralıklarda, % 13.31, % -10.6 ve % -5.6 olarak gerçekleşmiştir.

İstanbul ilinden başka hiçbir ilde kentsel alanların bu şekilde genişlediği görülmemiştir. Bu durum İstanbul'da ikamet eden nüfusun genel nüfusa oranla 1950'de % 5.6'dan, 1985 senesinde % 11.5'e artmasından kolayca anlaşılmaktadır. Bu oran 1990 senesinde % 12.9'a yükselmiştir.

Sonuç olarak, İstanbul ili için hesaplanmış nüfus yoğunluğu da iller arasında en yüksek değeri vermiştir. 1985 senesindeki nüfus sayım raporlarındaki 1023 kişi/km<sup>2</sup> nüfus yoğunluğu, 1990 senesi nüfus sayımına göre 1280 kişi/km<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Komşu il olan Kocaeli, 258 kişi/km<sup>2</sup> nüfus yoğunluğu ile Türkiye sıralamasında İstanbul'dan sonra ikinci sıraya yerleşmiştir.

### 2.5.2.2 Nüfus Hareketleri

1985'ten 1990'a kadar olan dönemde İstanbul ilinin % 4.48 olan ortalama senelik nüfus artışı gerçek nüfusta yaklaşık 1.47 milyonluk artışı temsil etmiştir. Bu değer tüm Türkiye'de o dönemdeki toplam nüfus artışının % 25'ini oluşturmuştur. Bu artışın büyük bir kısmı, çevredeki kırsal alanlardan ve özellikle Anadolu'dan olan iç göçe bağlanmaktadır.

Geçmişte 1950'den 1960'a kadarki senelerde ve 1970 civarında İstanbul, nüfus gelişmesinde iki yüksek artış dönemi geçirmiştir. Yeni gelişen endüstri çevresindeki alanlara yasa dışı yerleşen göçmen işçilerin akın etmeleri sonucunda iki hızlı büyüme dönemi meydana gelmiştir. Bölge, küçülen kırsal alanlardan önemli miktarda nüfus çekmiştir. Son otuz yıl içinde İstanbul'un % 70'lik nüfus artışına, doğrudan doğruya göçlerin neden olduğu tahmin edilmektedir.

### 2.5.2.3 İstanbul Nüfusunun Özellikleri

1950'lerde, 1960'larda ve 1970'lerde ilin şehrsel nüfusunun kırsal nüfusa oranı sürekli olarak düşmüştür. 1950'de 5.97'den 1960'da 3.98'e, 1970'de 2.69'a düşerek 1980'de 1.58'e kadar inmiştir. Daha sonra, şehir nüfusundaki önemli artış ile bu oran, 1985 senesinde 17.5 oranına yükselmiş ve 1985 sayımına göre azalmasına rağmen yine de yüksek kalarak 1990'da 11.32'ye ulaşmıştır. Şehrsel ve kırsal nüfus için kaydedilen rakamlar Tablo 2.17'de verilmiştir.

Tablo 2.17  
1950 - 1990 Yılları Arası Şehrsel ve Kırsal Nüfus Değişimleri

|                                | 1950      | 1960      | 1970      | 1980      | 1990      |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Proje Alanında<br>Toplam Nüfus | 1 172 000 | 1 879 000 | 3 023 000 | 4 781 000 | 7 452 000 |
| Şehrsel Nüfus                  | 1 003 000 | 1 502 000 | 2 204 000 | 2 925 000 | 6 847 000 |
| Yüzde                          | % 85.6    | % 80.0    | % 72.9    | % 61.2    | % 91.9    |
| Kırsal Nüfus                   | 168 000   | 377 000   | 819 000   | 1 856 000 | 605 000   |
| Yüzde                          | % 14.4    | % 20.0    | % 27.1    | % 38.8    | % 8.1     |

İstanbul'da Avrupa yakası ile Asya yakası arasındaki nüfus oranının 1950'de 3 katını aşarken, 1990'da 2'den küçük kalması iki yaka arasındaki nüfusun giderek eşitleneceği izlenimini yaratmaktadır (Şekil 2.21).

#### 2.5.2.4 Önceki Nüfus Tahminleri

İstanbul'un gelecekteki nüfus boyutunu saptamak üzere son senelerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

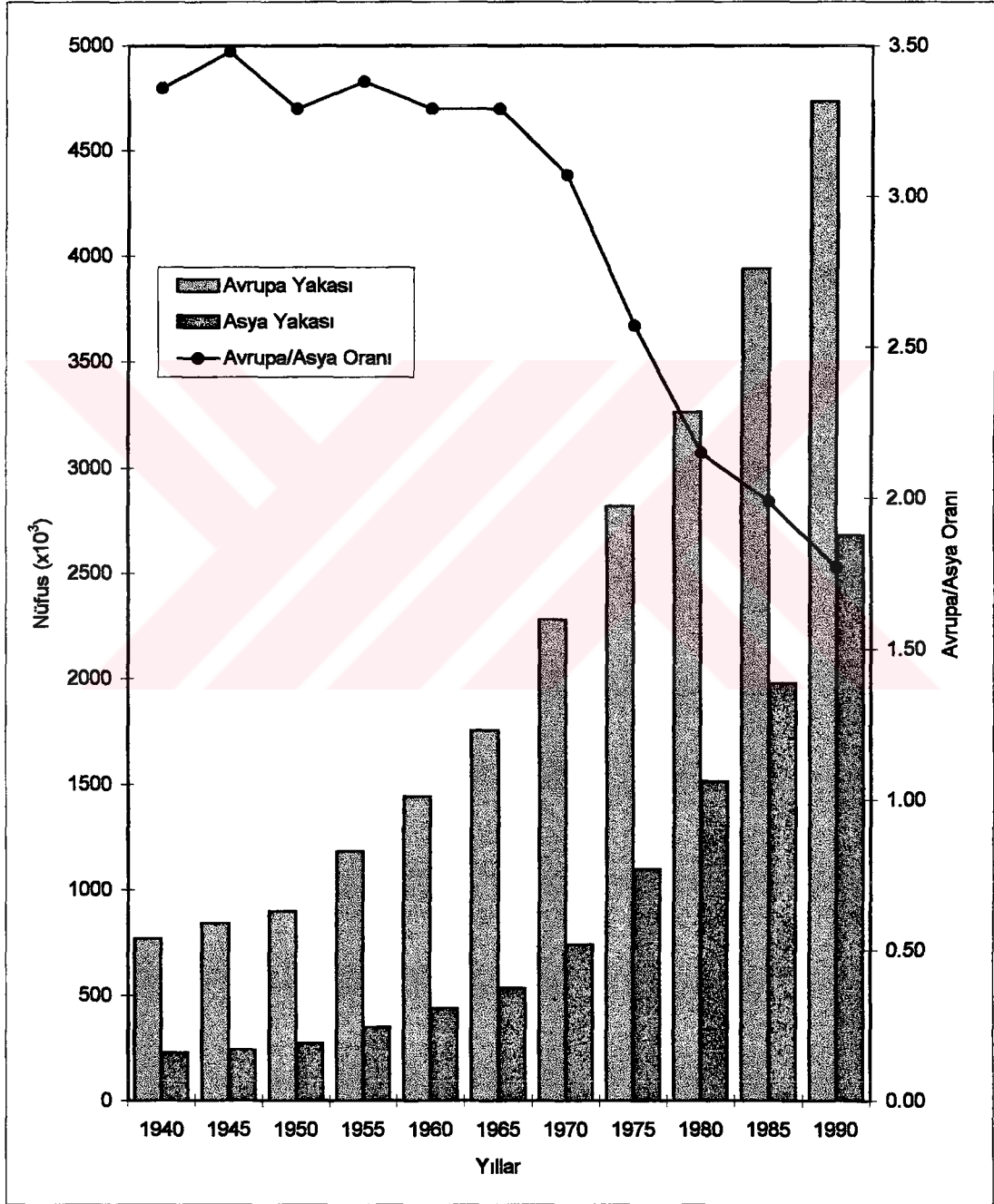
İstanbul ili ve dışındaki alanlar için nüfus tahminleri, su ihtiyacını saptamak amacı ile ilk önce DAMOC tarafından 1971 Master Planı'nda yapılmıştır. DAMOC raporuna 1977 senesinde yapılan revizyonun bir bölümü olarak, nüfus tahminleri, bu kez Binnie&Partners müşavir mühendisleri tarafından yinelenmiştir. Buna göre 1985 senesi için tahmin edilen 6.0 milyon nüfusun 1995 senesine kadar 7.9 milyona çıkacağı tahmin edilmiştir. Bu arada İstanbul Nazım Plan Bürosu ayrıca çalışmalar yaparak, İstanbul'un 1995 senesi nüfusunun 6.9 milyon civarında olacağı ve azami 9.2 milyona çıkacağı tahmininde bulunmuştur.

Bu çalışmaları, 1988 senesinde "Cohort Component" yöntemini kullanan Brown Root/Temel'in içmesi Master Plan revizyonları takip etmiştir. Bu yeni çalışma İstanbul'da tahmini nüfusun, 1990 senesinde 7 milyona, 2010 senesinde 12.6 milyona ve 2040 senesine kadar ise 16.6 milyona çıkacağını ortaya koymuştur.

Bu tahminler Devlet Su İşleri (DSİ) yetkililerince revize edilmiştir. DSİ tarafından yapılan tahminde, 1992 senesinden sonra senelik nüfus artış oranının yüzde 2 olacağı varsayılmıştır. Buna ilaveten, 1991 Büyük Melen fizibilite raporu kapsamında Japon Nippon Koei firması tarafından da nüfus tahminleri yapılmıştır.

Karşılaştırma için bu çeşitli çalışmaların sonuçları Tablo 2.18'de verilmiştir.

| NÜFUS                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Yıl                      | 1940 | 1945 | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 |
| <i>Avrupa Yakası</i>     | 770  | 842  | 899  | 1182 | 1441 | 1756 | 2281 | 2820 | 3264 | 3942 | 4735 |
| <i>Asya Yakası</i>       | 229  | 242  | 273  | 350  | 438  | 534  | 742  | 1099 | 1517 | 1978 | 2681 |
| <i>Avrupa/Asya Oranı</i> | 3.36 | 3.48 | 3.29 | 3.38 | 3.29 | 3.29 | 3.07 | 2.57 | 2.15 | 1.99 | 1.77 |



Şekil 2.21  
Asya ve Avrupa Yakaları Arasında Nüfusun Dağılımı

Tablo 2.18  
Geçmişteki Nüfus Tahminleri

| <i>Sene</i> | <i>Nüfus Tahminleri (x10<sup>3</sup>)</i> |                      |                               |                               |  | <i>Nüfus Sayım Sonuçları</i> |
|-------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|
|             | <i>DAMOC (1971)</i>                       | <i>Binnie (1977)</i> | <i>B&amp;R / Temel (1988)</i> | <i>DSİ Nüfus Projeksiyonu</i> |  |                              |
| <b>1980</b> | 3 686                                     |                      |                               |                               |  | 4 813                        |
| <b>1985</b> | 4 240                                     | 6 000                |                               |                               |  | 5 946                        |
| <b>1990</b> | 4 793                                     |                      | 7 000                         | 6 830                         |  | 7 309                        |
| <b>1995</b> | 5 338                                     | 7 900                |                               | 7 585                         |  |                              |
| <b>2000</b> |                                           |                      |                               | 8 374                         |  |                              |
| <b>2010</b> |                                           |                      | 12 600                        |                               |  |                              |
| <b>2040</b> |                                           |                      | 16 600                        |                               |  |                              |

### 2.5.3 Şimdiki Nüfus ve Gelecekteki Nüfus Tahmini

1990 yılında yapılan son nüfus sayımına göre İstanbul ilinin nüfusu 7 309 190 olarak saptanmıştır. Proje alanındaki nüfus ise 7 416 743 olarak hesaplanmıştır (Gebze ve Darıca dahil, Yalova ilçesi hariç).

Proje Alanında dört tip bölgesel gelişme potansiyeli belirlenmiştir.

#### TİP I Doygun Alanlar

Bu tip yüksek yoğunluğu olan alanlara, daha fazla göç beklenmemektedir.

#### TİP II Doygunluğa Yakın Alanlar

Bu alanlar alçak veya sınırlı gelişme imkanlarına sahip olarak tanımlandıklarından, buralardaki nüfus hareketlerinin uygun seviyelerde olması beklenmektedir.

#### TİP III Yüksek veya hızlı büyüme alanları

Bu alanlar hızlı artış gösteren veya yüksek büyüme hızına sahip alanlardır. Geniş çapta göç olan ve gelişme olması muhtemel olan alanlardır.

#### TİP IV Yavaş, sürekli büyüme alanları

(Yeri değişen yeni endüstri ve yerleşim alanları hariç)

Buralarda gelişme olacağı halde, bu alanlar doygunluğa erişemeyecektir. Bu alanların gelişimleri genellikle, coğrafi konum ve politik yaklaşımlar tarafından kısıtlanmaktadır.

Proje alanındaki ilçeler, Tablo 2.19’da yukarıda belirtilen bu tanımlara göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.19  
İlçelerin Nüfus Gelişme Özellikleri

| <i>Gelişme Özellik Tipi</i> |               |                |               |
|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|
| <i>TİP I</i>                | <i>TİP II</i> | <i>TİP III</i> | <i>TİP IV</i> |
| Adalar                      | Kadıköy       | Bakırköy       | Beykoz        |
| Beşiktaş                    | Şişli         | G.Osmanpaşa    | Çatalca       |
| Beyoğlu                     |               | Gebze          | Eyüp          |
| Eminönü                     |               | Kartal         | Sarıyer       |
| Fatih                       |               | Üsküdar        | Silivri       |
|                             |               |                | Şile          |
|                             |               |                | Zeytinburnu   |

Şekil 2.22’de proje alanındaki gelecekteki düşük, orta ve hızlı büyüme senaryolarına göre nüfus projeksiyonu gösterilmiştir [8,9].

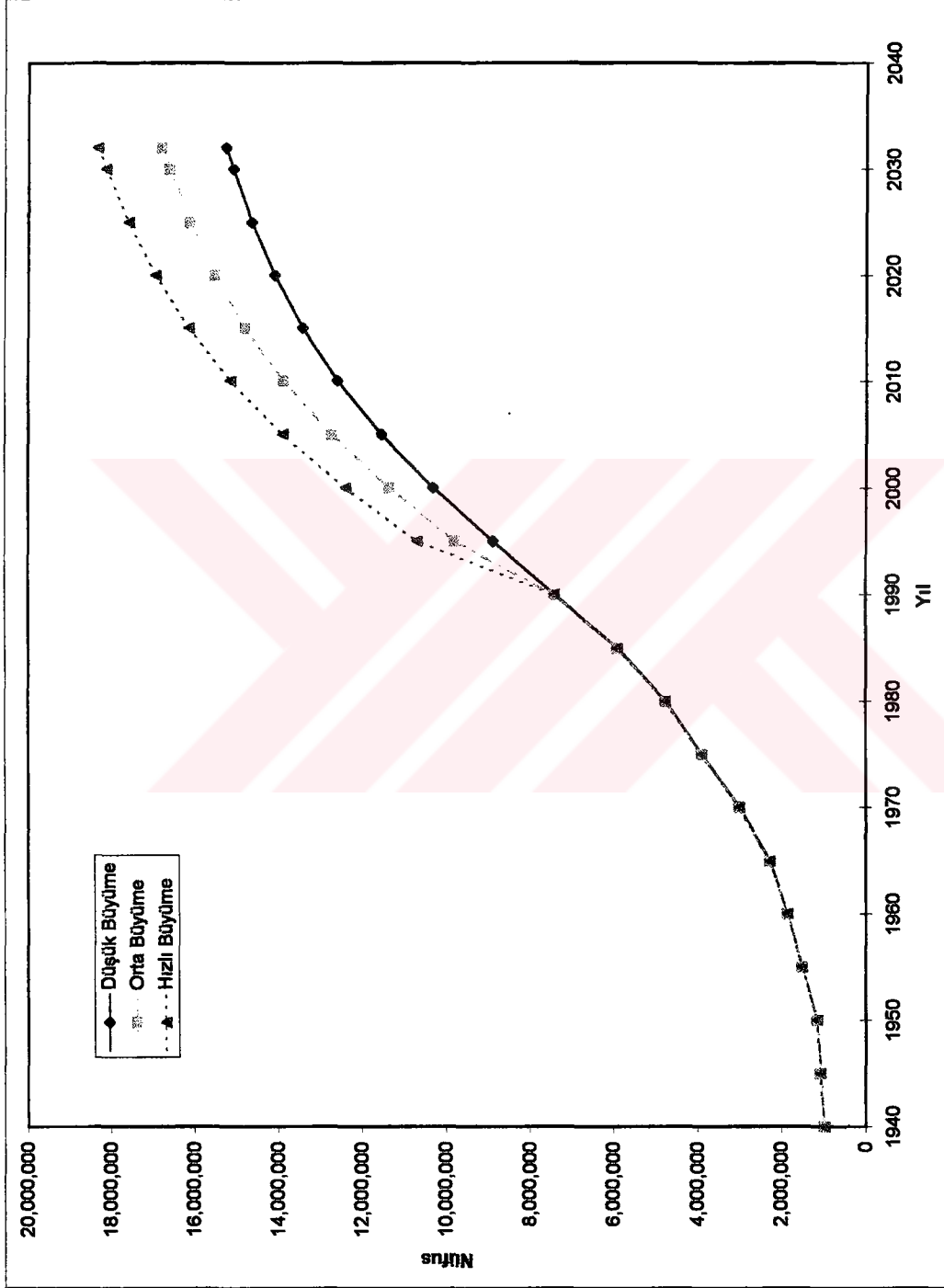
Tablo 2.20-2.21 ise, Asya ve Avrupa yakalarındaki ilçelerin gelişme özelliklerine göre yapılan nüfus tahminlerini içermektedir [10].

## 2.6 SU İHTİYACI

### 2.6.1 Genel

İSKİ İşletmeler Müdürlüğü’nden alınan kayıtlar, 1991 senesinde İstanbul’da arıtılmış suyun toplam üretiminin 436 milyon m<sup>3</sup> olduğunu ve bunun ancak 303 milyon m<sup>3</sup>’ünün (% 69.5) faturalanmış olduğunu göstermektedir. Geri kalan % 30.5’lik oranın su kaçaklarından oluştuğu belirtilmektedir. Bu miktarın % 6.5’i yasal olmayan kullanımları, % 24’ü ise boru kaçaklarından oluşmaktadır.

Son on yıl içinde, su temini sistem ve tesisleri sürekli olarak geliştirilmektedir. Bu gelişme Istranca sistemi gibi yeni su kaynaklarının oluşturulması, eski boru hatlarının



Şekil 2.22  
 Proje Alanı için Nüfus Tahminleri

Tablo 2.20  
Avrupa Yakası Nüfus Projeksiyonu

|      | NÜFUS                    |          |         |                         |                         |                      |         |              |         |         |                      |             |            |
|------|--------------------------|----------|---------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------|--------------|---------|---------|----------------------|-------------|------------|
| YIL  | Bakırköy<br>(K. Çekmece) | Beşiktaş | Beyoğlu | Çatalca<br>(B. Çekmece) | Eminönü<br>(B. Çekmece) | Eyüp<br>(Beyrampasa) | Fatih   | G. Osmanpaşa | Sarıyer | Silivri | Şişli<br>(Kâğıthane) | Zeytinburnu | TOPLAM     |
| 1990 | 1 807 695                | 192 210  | 229 000 | 207 151                 | 83 444                  | 424 556              | 462 464 | 393 667      | 171 872 | 77 599  | 519 520              | 165 679     | 4 734 857  |
| 1995 | 2 767 431                | 256 117  | 278 572 | 298 167                 | 101 835                 | 560 168              | 494 158 | 549 587      | 226 944 | 105 619 | 753 088              | 211 895     | 6 603 581  |
| 2000 | 3 282 185                | 257 801  | 282 395 | 357 643                 | 103 566                 | 605 451              | 490 879 | 653 173      | 249 718 | 119 797 | 771 308              | 225 835     | 7 399 751  |
| 2005 | 3 670 464                | 258 622  | 286 271 | 428 984                 | 105 327                 | 644 613              | 487 622 | 748 724      | 274 778 | 135 879 | 782 421              | 240 692     | 8 064 397  |
| 2010 | 3 935 223                | 259 019  | 290 200 | 514 555                 | 107 117                 | 677 549              | 484 386 | 831 040      | 302 353 | 154 119 | 789 095              | 256 527     | 8 601 183  |
| 2015 | 4 103 564                | 259 212  | 294 184 | 617 195                 | 108 938                 | 704 605              | 481 172 | 897 878      | 332 695 | 174 808 | 793 066              | 273 404     | 9 040 721  |
| 2020 | 4 205 888                | 259 305  | 298 221 | 740 309                 | 110 790                 | 726 406              | 477 980 | 949 590      | 366 082 | 198 275 | 795 416              | 291 391     | 9 419 633  |
| 2025 | 4 266 391                | 259 350  | 302 315 | 887 982                 | 112 674                 | 743 698              | 474 808 | 988 122      | 402 820 | 224 891 | 796 802              | 310 561     | 9 770 414  |
| 2030 | 4 301 583                | 259 372  | 306 464 | 1 065 111               | 114 589                 | 757 246              | 471 657 | 1 016 039    | 443 244 | 255 081 | 797 617              | 330 993     | 10 118 996 |
| 2035 | 4 321 858                | 259 382  | 310 670 | 1 277 573               | 116 537                 | 767 757              | 468 528 | 1 035 853    | 487 725 | 289 323 | 798 097              | 352 769     | 10 486 072 |
| 2040 | 4 333 474                | 259 387  | 314 934 | 1 532 415               | 118 518                 | 775 850              | 465 419 | 1 049 715    | 536 670 | 328 162 | 798 379              | 375 977     | 10 888 900 |

Tablo 2.21  
Asya Yakası Nüfus Projeksiyonu

|      | NÜFUS   |         |         |         |                    |        |                       |           |
|------|---------|---------|---------|---------|--------------------|--------|-----------------------|-----------|
| YIL  | Adalar  | Beykoz  | Gebze   | Kadıköy | Kartal<br>(Pendik) | Şile   | Üstüdar<br>(Ümraniye) | TOPLAM    |
| 1990 | 135 891 | 163 786 | 220 970 | 648 282 | 907 183            | 25 372 | 696 880               | 2 798 364 |
| 1995 | 121 863 | 229 382 | 375 964 | 853 651 | 1 505 866          | 32 204 | 1 084 357             | 4 203 287 |
| 2000 | 121 429 | 263 299 | 481 765 | 895 516 | 1 967 468          | 34 062 | 1 341 317             | 5 104 856 |
| 2005 | 120 995 | 297 175 | 565 388 | 920 907 | 2 421 916          | 36 028 | 1 583 639             | 5 946 048 |
| 2010 | 120 568 | 329 898 | 622 144 | 935 825 | 2 820 742          | 38 107 | 1 792 776             | 6 660 060 |
| 2015 | 120 134 | 360 502 | 656 796 | 944 426 | 3 136 953          | 40 307 | 1 959 906             | 7 219 024 |
| 2020 | 119 707 | 388 272 | 676 602 | 949 332 | 3 368 074          | 42 633 | 2 085 443             | 7 630 063 |
| 2025 | 119 280 | 412 786 | 687 498 | 952 113 | 3 527 148          | 45 094 | 2 175 418             | 7 919 337 |
| 2030 | 118 853 | 433 906 | 693 367 | 953 683 | 3 632 157          | 47 696 | 2 237 760             | 8 117 422 |
| 2035 | 118 426 | 451 725 | 696 491 | 954 568 | 3 699 578          | 50 449 | 2 279 950             | 8 251 187 |
| 2040 | 118 066 | 466 495 | 698 145 | 955 067 | 3 742 098          | 53 360 | 2 308 048             | 8 341 279 |

yeni d kt l borularla değiştirilmesi, mevcut arıtma tesislerinin genişletilmesi gibi konuları da içermektedir. İstanbul'un su kaynaklarını geliştirme konusundaki çalışmalar sonucunda, İstanbul'un su sıkıntısı sorununa çözüm olacak en uygun kaynağın Melen Sistemi olduğu ortaya konulmuştur. Mevcut planlardan, Melen sisteminin 2030 yılına kadar aşamalar halinde 1190 milyon m<sup>3</sup>/yıl kapasiteye ulaştırılabileceği anlaşılmaktadır.

### **2.6.2 Mevcut İhtiyaçlar**

Proje alanındaki su tüketim eğiliminin analiz edilebilmesi amacıyla, Dünya Bankası Deęerlendirme Raporu (1980-1985), Dünya Bankası Kredi Başvuru Raporu (1986-1988), İSKİ Kayıtları (1989-1992), Stratejik Plan (1993) raporlarındaki verilerden faydalanılmıştır.

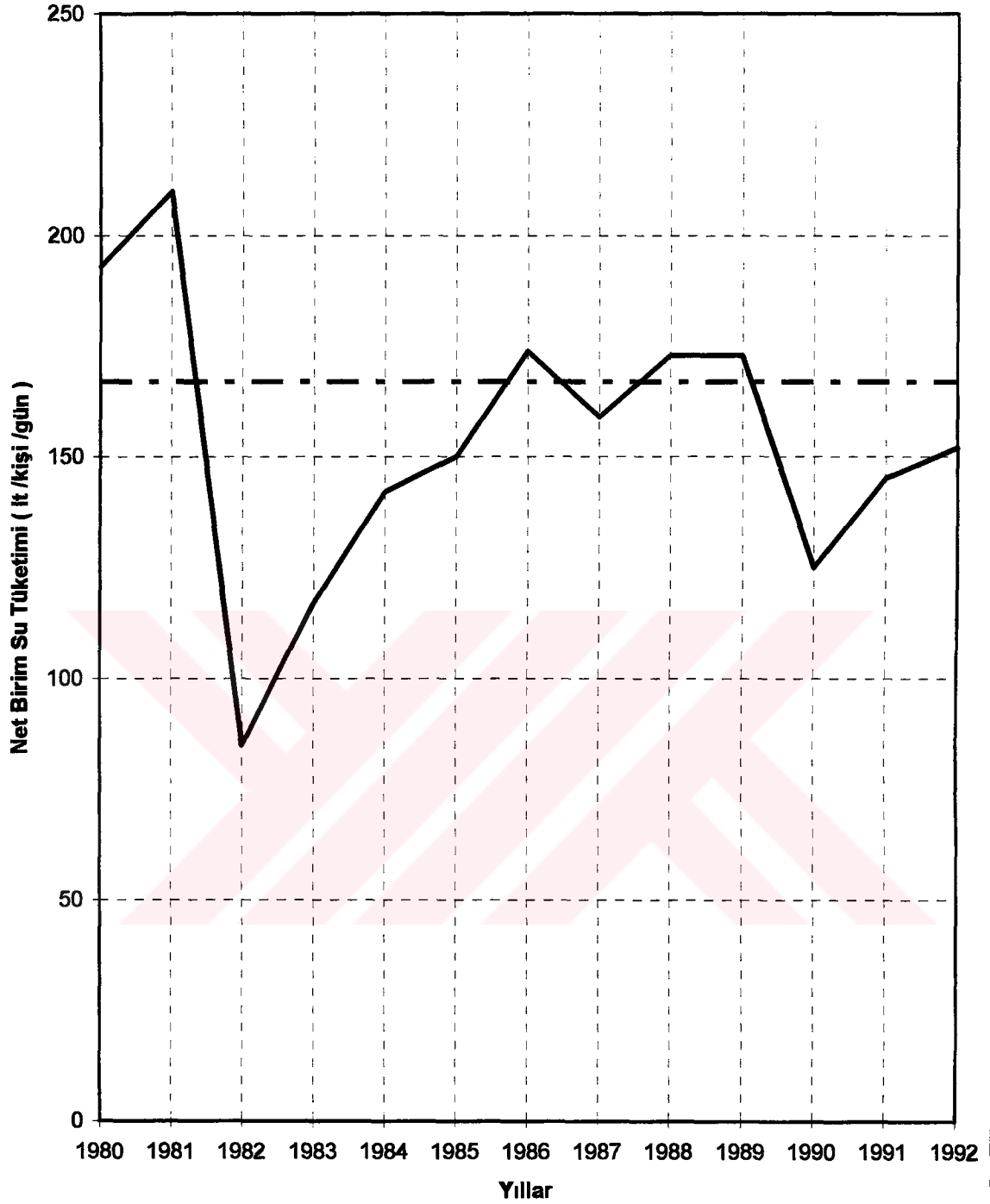
Tablo 2.22'deki verilerden elde edilen Şekil 2.23, son on yıl içindeki birim su tüketim eğilimini göstermektedir. 1982-1983 yıllarında kişi başına düşen tüketimin önemli oranlarda azaldığı ve bunu takiben yavaş yavaş kaybın geri kazanıldığı görülmektedir. Şekil 2.23'te karakteristik olmayan 1982, 1983 yılı ve 1990 kuraklık yılı hariç tutulduğu taktirde, kalan sürelerde ortalama net kişi başı tüketim 167 lt/kişi/gün civarında olduğu belirlenmiştir.

İSKİ tarafından toplanan su tüketim kayıtları, Tablo 2.23'te her ilçe için özetlenmiştir. Bu tabloda, evsel, endüstriyel ve bedava su tüketimlerinin toplam su tüketimine oranının sırasıyla % 86, % 4 ve % 10 olduğu görülmektedir.

DSİ'nin Büyük Melen Sistemi (1. Aşama) fizibilite çalışmaları sırasında yayınladığı raporda (1991), mevcut ve gelecekteki su ihtiyaçları Tablo 2.24'te özetlenmiştir. 1992 yılında 187 lt/kişi/gün olan brüt su tüketiminin 2040 yılında 284 lt/kişi/gün'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Saptanamayan sular ile ilgili tahminler ise % 40 (1990) ile % 20 (2040) arasında değişim göstermektedir.

Tablo 2.22  
Su Üretim Kayıtlarına Göre Net Tüketim Tahminleri

| Yıl  | Üretilen Su            | Tüketilen Su           | Tüketilen Su (Faturalanan + Fiziksel Olmayan Kayıplar) | Faturalanan Su (Fiziksel Kayıplar) | İSKİ Hizmet Alanındaki Nüfus | Hizmet Edilen Nüfus | Hizmet Oran | Birim Üretim | Net Birim Tüketim |
|------|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|
|      | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | (Mm <sup>3</sup> /yıl) | (%)                                                    | (%)                                | ( $\times 10^3$ )            | ( $\times 10^3$ )   | (%)         | (lt/kış/gün) | (lt/kış/gün)      |
| 1980 | 301                    | 173                    | 57                                                     | 43                                 | 4446                         | 2447                | 55          | 337          | 193               |
| 1981 | 326                    | 207                    | 63                                                     | 37                                 | 4635                         | 3301                | 71          | 270          | 210               |
| 1982 | 216                    | 129                    | 60                                                     | 40                                 | 4832                         | 4491                | 93          | 132          | 85                |
| 1983 | 332                    | 200                    | 60                                                     | 40                                 | 5038                         | 4674                | 93          | 195          | 117               |
| 1984 | 372                    | 250                    | 67                                                     | 33                                 | 5252                         | 4808                | 92          | 212          | 142               |
| 1985 | 384                    | 269                    | 7                                                      | 30                                 | 5476                         | 4910                | 90          | 214          | 150               |
| 1986 | 475                    | 320                    | 67                                                     | 33                                 | 5709                         | 5053                | 89          | 257          | 174               |
| 1987 | 494                    | 3006                   | 62                                                     | 38                                 | 6360                         | 5091                | 80          | 256          | 159               |
| 1988 | 505                    | 339                    | 67                                                     | 33                                 | 67003                        | 5371                | 80          | 258          | 173               |
| 1989 | 525                    | 357                    | 68                                                     | 32                                 | 7065                         | 5667                | 80          | 257          | 173               |
| 1990 | 383                    | 276                    | 71                                                     | 29                                 | 7440                         | 6030                | 81          | 174          | 125               |
| 1991 | 436                    | 331                    | 76                                                     | 24                                 | 7820                         | 6260                | 80          | 191          | 145               |
| 1992 | 474                    | 370                    | 78                                                     | 22                                 | 8290                         | 6650                | 80          | 195          | 152               |



Şekil 2.23  
Net Birim Su Tüketiminde Meydana Gelen Değişimler (1980 - 1992)

Tablo 2.23  
Su Tüketim Kayıtları (1990 - 1992 Ortalama)

| İlçe                  | Eysel Su Tüketimi<br>(m <sup>3</sup> /gün) | Endüstriyel Su Tüketimi<br>(m <sup>3</sup> /gün) | Diğer Su Tüketimi<br>(m <sup>3</sup> /gün) | Toplam Su Tüketimi | Hizmet Edilen Nüfus | Birim Su Tüketimi<br>Eysel (lt/kış/gün) Tümü (lt/kış/gün) |
|-----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Adalar</b>         | 3 365                                      | 0                                                | 532                                        | 3 897              | 19 347              | 174 201                                                   |
| <b>Bakırköy</b>       | 129 775                                    | 3 322                                            | 6 148                                      | 139 245            | 1 717 447           | 76 81                                                     |
| <b>Beşiktaş</b>       | 29 052                                     | 252                                              | 4 542                                      | 33 846             | 185 454             | 157 183                                                   |
| <b>Beykoz</b>         | 9 172                                      | 1 367                                            | 1 974                                      | 12 513             | 130 132             | 70 96                                                     |
| <b>Beyoğlu</b>        | 23 246                                     | 522                                              | 4 273                                      | 28 041             | 216 935             | 107 129                                                   |
| <b>Çatalca</b>        | 1 517                                      | 6                                                | 1 000                                      | 2 523              | 22 394              | 68 113                                                    |
| <b>Eminönü</b>        | 11 719                                     | 119                                              | 2 718                                      | 14 556             | 62 561              | 187 233                                                   |
| <b>Eyüp</b>           | 27 486                                     | 1 507                                            | 3 557                                      | 32 550             | 407 539             | 67 80                                                     |
| <b>Fatih</b>          | 39 2008                                    | 151                                              | 11 940                                     | 51 299             | 441 200             | 89 116                                                    |
| <b>G.Osmanpaşa</b>    | 17 401                                     | 499                                              | 1 668                                      | 19 568             | 342 473             | 51 57                                                     |
| <b>Gebze</b>          | 3 705                                      | 661                                              | 1 890                                      | 6256               | 231 546             | 16 27                                                     |
| <b>Kadıköy</b>        | 87 277                                     | 503                                              | 4 114                                      | 91 894             | 729 251             | 120 126                                                   |
| <b>Kartal</b>         | 59 682                                     | 4 320                                            | 5 659                                      | 69 661             | 786 572             | 76 89                                                     |
| <b>Sarıyer</b>        | 12 287                                     | 471                                              | 2 835                                      | 15 593             | 145 824             | 84 107                                                    |
| <b>Şişli</b>          | 47 583                                     | 4 181                                            | 5 431                                      | 57 195             | 505 304             | 94 113                                                    |
| <b>Üstüdar</b>        | 51 770                                     | 1 038                                            | 8 371                                      | 61 179             | 651 592             | 79 94                                                     |
| <b>Zeytinburnu</b>    | 13 781                                     | 1 864                                            | 1 619                                      | 17 264             | 154 835             | 89 111                                                    |
| <b>TOPLAM</b>         | 568 026                                    | 20 783                                           | 68 271                                     | 657 080            | 6 750 406           | 84 97                                                     |
| <b>Tüm Suya Oranı</b> | % 86                                       | % 4                                              | % 10                                       | % 100              |                     |                                                           |

Tablo 2.24  
İstanbul'un Potansiyel Su İhtiyacı ( DSI, 1991 ) [6]

| <i>Yıl</i>  | <i>Nüfus</i>             | <i>Kişi Başına<br/>Düşen Net Su<br/>İhtiyacı</i> | <i>Net Su İhtiyacı</i>      | <i>Saptanamayan<br/>Sular <sup>(1)</sup></i> | <i>Brüt Su<br/>İhtiyacı</i> |
|-------------|--------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
|             | <i>(x10<sup>3</sup>)</i> | <i>(lt/kişi/gün)</i>                             | <i>(Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> | <i>(%)</i>                                   | <i>(Mm<sup>3</sup>/yıl)</i> |
| <b>1955</b> | 1 527                    | 112                                              | 62                          | 50                                           | 124                         |
| <b>1960</b> | 1 874                    | 120                                              | 82                          | 50                                           | 164                         |
| <b>1965</b> | 2 285                    | 129                                              | 108                         | 50                                           | 216                         |
| <b>1970</b> | 3 020                    | 138                                              | 152                         | 48                                           | 292                         |
| <b>1975</b> | 3 923                    | 148                                              | 212                         | 46                                           | 393                         |
| <b>1980</b> | 4 787                    | 159                                              | 278                         | 44                                           | 496                         |
| <b>1985</b> | 5 936                    | 170                                              | 368                         | 42                                           | 634                         |
| <b>1990</b> | 7 475                    | 182                                              | 497                         | 40                                           | 828                         |
| <b>1995</b> | 8 780                    | 195                                              | 625                         | 37                                           | 992                         |
| <b>2000</b> | 10 110                   | 212                                              | 782                         | 34                                           | 1 185                       |
| <b>2005</b> | 11 395                   | 231                                              | 961                         | 32                                           | 1 413                       |
| <b>2010</b> | 12 584                   | 244                                              | 1 121                       | 30                                           | 1 601                       |
| <b>2015</b> | 13 728                   | 250                                              | 1 253                       | 28                                           | 1 740                       |
| <b>2020</b> | 14 683                   | 255                                              | 1 367                       | 26                                           | 1 847                       |
| <b>2025</b> | 15 492                   | 263                                              | 1 487                       | 24                                           | 1 957                       |
| <b>2030</b> | 16 120                   | 270                                              | 1 589                       | 22                                           | 2 037                       |
| <b>2035</b> | 16 601                   | 276                                              | 1 672                       | 21                                           | 2 116                       |
| <b>2040</b> | 16 963                   | 284                                              | 1 758                       | 20                                           | 2 198                       |

<sup>(1)</sup> Yasal olmayan kullanımlar ve boru kaçakları

Şekil 2.24'te DSI ve İSKİ tarafından tahmin edilen brüt yıllık su ihtiyacı ve kaynak değerlendirilmesi verilmiştir.

1990 yılında, hizmet verilen nüfus 6.03 milyon olduğundan 167 lt/kışı/gün tutarındaki kışı başına düşen net tüketim, 374 milyon m<sup>3</sup>'lük su tüketimine ve 527 milyon m<sup>3</sup>'lük toplam üretime neden olmalıydı. Ancak o seneki İSKİ'nin gerçekte ürettiği 383 milyon m<sup>3</sup> olmuştur. Nitekim hemen bir yıl önce bu üretim 528 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir.

1992 yılına kadar olan net birim tüketim rakamları Tablo 2.22'de gösterilmiştir. İSKİ'den alınan gerçık fatura rakamları ise Tablo 2.25'te verilmiştir. Ancak faturalama kayıtlarından tam gerçık tüketimin gerçık ihtiyacı yansıtmaması muhtemeldir.

Tablo 2.25  
Su Faturalarından Elde Edilen Net Tüketim Miktarları

| <i>Yıl</i> | <i>Toplam<br/>Fatura Edilen Su<br/>(Mm<sup>3</sup>)</i> | <i>Hizmet Verilen<br/>Nüfus<br/>(Milyon)</i> | <i>Kışı Başına<br/>Düşen Tüketim<br/>(lt/kışı/gün)</i> |
|------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1986       | 261                                                     | 5.05                                         | 142                                                    |
| 1987       | 224                                                     | 5.09                                         | 120                                                    |
| 1988       | 248                                                     | 5.37                                         | 126                                                    |
| 1989       | 228                                                     | 5.67                                         | 110                                                    |
| 1990       | 239                                                     | 6.03                                         | 108                                                    |
| 1991       | 303                                                     | 6.26                                         | 133                                                    |
| 1992       | 322                                                     | 6.65                                         | 136                                                    |

İstanbul ilinde genel olarak ihtiyaçlar bir dereceye kadar bastırılmaktadır. Bu durumda net ihtiyaç Tablo 2.25'te gösterilen faturalama kayıtlarında belirtilenlerden yüksek olabilmektedir. Bu değerlerin Tablo 2.22'de belirlenen net ihtiyaç tahminlerinden farklı olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi ise, hizmet verilen nüfusun yasal olmayan bağlantıları içermemesinden kaynaklanmaktadır.

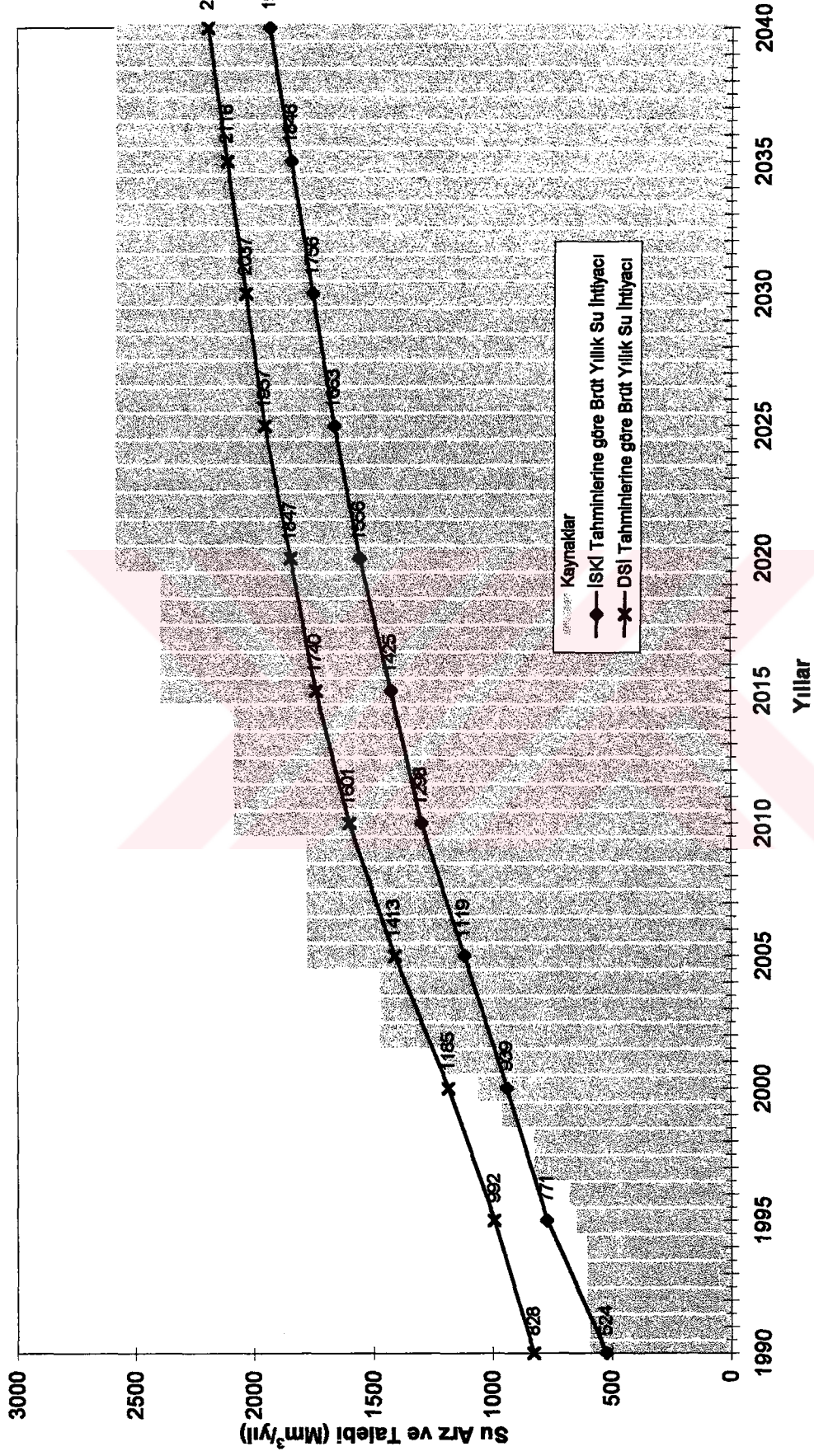
Avrupa ve Asya yakalarının su ihtiyaç tahminleri Tablo 2.26'da gösterilmiştir [10]. Asya yakasındaki ihtiyacın artma oranı daha büyük olduğu halde, Avrupa yakasının ihtiyacı 2040 yılı itibariyle yıllık brüt % 57 olarak hala hakim durumdadır. 2040 yılına kadarki dönem boyunca Avrupa ve Asya yakalarında sırasıyla 900 Mm<sup>3</sup>/yıl ve 700 Mm<sup>3</sup>/yıl'a varan ilave kaynakların geliştirilmesi gerekecektir. Şekil 2.24'te ise İstanbul ili su ihtiyaç ve kaynak değerlendirilmesi yapılmıştır [11,12].

Tablo 2.26  
Avrupa ve Asya Yakalarının Su İhtiyaç Tahminleri

| Yıl  | Yaka     | Nüfus    | Hizmet Oranı (%) | Hizmet Edilen Nüfus | Eysel Birim Su Miktarı ( lt/kış/gün) | Eysel Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> /gün) | Endüstriyel Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> /gün) | Diğer Su İhtiyacı (m <sup>3</sup> /gün) | Faturalanamayan Sular (m <sup>3</sup> /gün) | Ortalama Brüt Günlük İhtiyaç (m <sup>3</sup> /gün) | Brüt Yıllık Su İhtiyacı (Mm <sup>3</sup> /yıl) | Net İhtiyaç ( lt/kış/gün) ( lt/kış/gün) | Brüt İhtiyaç ( lt/kış/gün) | Faturalanamayan Sular (%) |
|------|----------|----------|------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1990 | Avrupa   | 4734857  | 80               | 3787886             | 503748                               | 70839                                   | 59399                                         | 269883                                  | 803989                                      | 330                                                | 167                                            | 239                                     | 30                         |                           |
|      | Asya     | 2798384  | 80               | 2238692             | 300463                               | 54944                                   | 29679                                         | 146149                                  | 531235                                      | 194                                                | 172                                            | 237                                     | 28                         |                           |
|      | Toplam   | 7533221  | 80               | 6026578             | 804211                               | 125783                                  | 89078                                         | 416132                                  | 1435204                                     | 524                                                |                                                |                                         | 29                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 133                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 169                                                |                                                | 238                                     |                            |                           |
| 1995 | Avrupa   | 6603581  | 85               | 5613043             | 770974                               | 78120                                   | 88321                                         | 354477                                  | 1281892                                     | 472                                                | 167                                            | 230                                     | 27                         |                           |
|      | Asya     | 4203287  | 85               | 3572793             | 498190                               | 60624                                   | 46007                                         | 215125                                  | 819946                                      | 299                                                | 169                                            | 229                                     | 26                         |                           |
|      | Toplam   | 10806868 | 85               | 9185836             | 1269164                              | 138744                                  | 134328                                        | 569602                                  | 2111838                                     | 771                                                |                                                |                                         | 27                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 136                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 168                                                |                                                | 230                                     | 27                         |                           |
| 2000 | Avrupa   | 7399751  | 90               | 6659777             | 944323                               | 85758                                   | 107163                                        | 379081                                  | 1516325                                     | 553                                                | 171                                            | 228                                     | 25                         |                           |
|      | Asya     | 5104856  | 90               | 4594370             | 685552                               | 68525                                   | 59255                                         | 263778                                  | 1055110                                     | 385                                                | 172                                            | 230                                     | 25                         |                           |
|      | Toplam   | 12504607 | 90               | 11254147            | 1609875                              | 152283                                  | 166418                                        | 642859                                  | 2571435                                     | 938                                                |                                                |                                         | 25                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 143                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 171                                                |                                                | 228                                     | 25                         |                           |
| 2005 | Avrupa   | 8064397  | 95               | 7661177             | 1120190                              | 93744                                   | 126077                                        | 417382                                  | 1757393                                     | 641                                                | 175                                            | 229                                     | 24                         |                           |
|      | Asya     | 5946048  | 95               | 5648746             | 851928                               | 72720                                   | 73899                                         | 311021                                  | 1309568                                     | 478                                                | 177                                            | 232                                     | 24                         |                           |
|      | Toplam   | 14010445 |                  | 13309923            | 1972118                              | 166464                                  | 199976                                        | 728403                                  | 3066961                                     | 1119                                               |                                                |                                         | 24                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 148                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 176                                                |                                                | 230                                     | 24                         |                           |
| 2010 | Avrupa   | 8601183  | 100              | 8601183             | 1298419                              | 102077                                  | 144920                                        | 448670                                  | 1994086                                     | 728                                                | 180                                            | 232                                     | 23                         |                           |
|      | Asya     | 6660080  | 100              | 6660080             | 1041745                              | 79184                                   | 86746                                         | 351196                                  | 1560871                                     | 570                                                | 182                                            | 234                                     | 23                         |                           |
|      | Toplam   | 15261243 | 100              | 15261243            | 2340164                              | 181261                                  | 233666                                        | 799866                                  | 3554957                                     | 1298                                               |                                                |                                         | 23                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 153                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 181                                                |                                                | 233                                     | 23                         |                           |
| 2015 | Avrupa   | 9040721  | 100              | 9040721             | 1442534                              | 110758                                  | 159604                                        | 462211                                  | 2175107                                     | 794                                                | 189                                            | 241                                     | 21                         |                           |
|      | Asya     | 721924   | 100              | 7218024             | 1176818                              | 85917                                   | 98909                                         | 367428                                  | 1729072                                     | 631                                                | 189                                            | 240                                     | 21                         |                           |
|      | Toplam   |          | 100              |                     | 2619352                              | 196675                                  | 258513                                        | 828639                                  | 3904179                                     | 1425                                               |                                                |                                         | 21                         |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 161                                  |                                         |                                               |                                         |                                             | 189                                                |                                                | 240                                     | 21                         |                           |

Tablo 2.26  
Avrupa ve Asya Yakalarının Su İhtiyaç Tahminleri

| Yıl  | Yaka     | Nüfus    | Hizmet Oranı (%) | Hizmet Edilen Nüfus | Evsel Birim Su Miktarı (lt/kiş/gün) | Evsel Su İhtiyacı (m³/gün) | Endüstriyel Su İhtiyacı (m³/gün) | Diğer Su İhtiyacı (m³/gün) | Faturalanamayan Sular (m³/gün) | Ortalama Brüt Günlük İhtiyaç (m³/gün) | Brüt Yıllık Su İhtiyacı (Mm³/yıl) | Net İhtiyaç (lt/kiş/gün) | Brüt İhtiyaç (lt/kiş/gün) | Faturalanamayan Sular (%) |
|------|----------|----------|------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2020 | Avrupa   | 9419653  | 100              | 9419653             | 1587958                             | 119784                     | 174534                           | 470569                     | 2352845                        | 859                                   | 200                               | 250                      | 20                        |                           |
|      | Asya     | 7630063  | 100              | 7630063             | 1325508                             | 92920                      | 110615                           | 382262                     | 1911305                        | 698                                   | 200                               | 250                      | 20                        |                           |
|      | Toplam   | 17049716 | 100              | 17049716            | 2913466                             | 212704                     | 285149                           | 852831                     | 4264150                        | 1557                                  |                                   |                          |                           |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 171                                 |                            |                                  |                            |                                |                                       | 200                               | 250                      | 20                        |                           |
| 2025 | Avrupa   | 9770414  | 100              | 9770414             | 1732930                             | 129679                     | 188510                           | 473337                     | 2524456                        | 921                                   | 210                               | 258                      | 19                        |                           |
|      | Asya     | 7919337  | 100              | 7919337             | 1429832                             | 100597                     | 119245                           | 380694                     | 2030368                        | 741                                   | 208                               | 256                      | 19                        |                           |
|      | Toplam   | 17689751 | 100              | 17689751            | 3162762                             | 230276                     | 307755                           | 854031                     | 4554824                        | 1662                                  |                                   |                          |                           |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 179                                 |                            |                                  |                            |                                |                                       | 209                               | 257                      | 19                        |                           |
| 2030 | Avrupa   | 10118996 | 100              | 10118996            | 1872534                             | 139964                     | 201979                           | 469737                     | 2684214                        | 980                                   | 219                               | 265                      | 17                        |                           |
|      | Asya     | 8117422  | 100              | 8117422             | 1519159                             | 108575                     | 127178                           | 372254                     | 2127166                        | 776                                   | 216                               | 262                      | 17                        |                           |
|      | Toplam   | 18236418 | 100              | 18236418            | 3391693                             | 248539                     | 329157                           | 841991                     | 4811380                        | 1756                                  |                                   |                          |                           |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 186                                 |                            |                                  |                            |                                |                                       | 218                               | 264                      | 17                        |                           |
| 2035 | Avrupa   | 10486072 | 100              | 10486072            | 2019650                             | 150842                     | 215716                           | 462958                     | 2848966                        | 1040                                  | 228                               | 272                      | 16                        |                           |
|      | Asya     | 8251187  | 100              | 8251187             | 1598878                             | 116957                     | 134459                           | 358993                     | 2209185                        | 806                                   | 224                               | 268                      | 16                        |                           |
|      | Toplam   | 18737259 | 100              | 18737259            | 3618526                             | 267499                     | 350175                           | 821951                     | 5058151                        | 1846                                  |                                   |                          |                           |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 193                                 |                            |                                  |                            |                                |                                       | 226                               | 270                      | 15                        |                           |
| 2040 | Avrupa   | 10888900 | 100              | 10888900            | 2177780                             | 161710                     | 229989                           | 453436                     | 3022917                        | 1103                                  | 236                               | 278                      | 15                        |                           |
|      | Asya     | 8341279  | 100              | 8341279             | 1671798                             | 125442                     | 141269                           | 342090                     | 2280599                        | 832                                   | 232                               | 273                      | 15                        |                           |
|      | Toplam   | 19230179 | 100              | 19230179            | 3849578                             | 287152                     | 371258                           | 795528                     | 5303516                        | 1935                                  |                                   |                          |                           |                           |
|      | Ortalama |          |                  |                     | 200                                 |                            |                                  |                            |                                |                                       | 234                               | 276                      | 15                        |                           |



Şekil 2.24  
İstanbul İli Su İhtiyaç ve Kaynak Değerlendirmesi

## **BÖLÜM 3**

### **SAPANCA GÖLÜ HAVZASI PROJE ALANININ TANITIMI**

#### **3.1 Doğal Coğrafya**

Sakarya yöresi zengin bir su potansiyeline sahiptir. Sapanca Gölü başta olmak üzere Gölbaşı, Çaltıcak, Poyrazlar, Acarlar, Akgöl, Gökçeoran ve Büyükgöl gölleri ile diğer birçok irili ufaklı göl ve gölcüklerin yanı sıra Sakarya Nehri ve onun çeşitli kolları bu yöre içinde yer almaktadır. Marmara bölgesinde yer alan Sapanca Gölü, yoğun kentsel ve endüstriyel yerleşimlere yakınlığı ve su kalitesinin bozulmamış olması nedenleriyle önemli bir su kaynağı durumundadır [13].

Sapanca Gölü, Sakarya Nehri ile İzmit Körfezi arasında uzanan deniz seviyesinden 30 metre yükseklikte bir tatlı su gölüdür. Sapanca Gölü, İzmit Gölü'ne paralel olarak uzanan ve İzmit Körfezi'nin devamı halinde Adapazarı Ovası'na kadar ulaşan tektonik bir çukurda bulunmaktadır. Sapanca Gölü su toplama alanı Sakarya ve Kocaeli il sınırları içerisinde yer alır. İki ili ayıran sınır göl içinden geçer. Gölün büyük bir kısmı Sakarya ili sınırları içinde, bir bölümü ise Kocaeli ili sınırları içinde kalmaktadır. Gölün çevresi 39 km. uzunluğundadır ve bunun 26 km.'lik kısmı Sakarya iline, 13 km.'si ise Kocaeli iline aittir. Doğu ucu Sakarya Nehri'ne 5 km., batı ucu İzmit Körfezi'ne 20 km. uzaklıktadır. Gölün güney ve batı kesiminde genişliği değişen, çok geçirimli ve iyi akifer özellikte alüvyal çökeltiiler vardır. Çarksuyu'nun gölden çıktığı doğu ucu daha sık olup, yer yer bataklık oluşumları görülmektedir. Kuzey ve güneyi ise Falezler (Yalıyarlar) ve alüvyonlu ovalar görünümündedir.

Sapanca Gölü'nün doğu-batı doğrultusunda uzunluğu 16 km., kuzey-güney doğrultusunda en geniş yeri 6 km.'dir. Batı tarafı biraz uzamış olsa da, şekil olarak elipsi andırır. Gölün drenaj alanı 311 km<sup>2</sup>'dir. Drenaj alanından gelen suyun miktarına

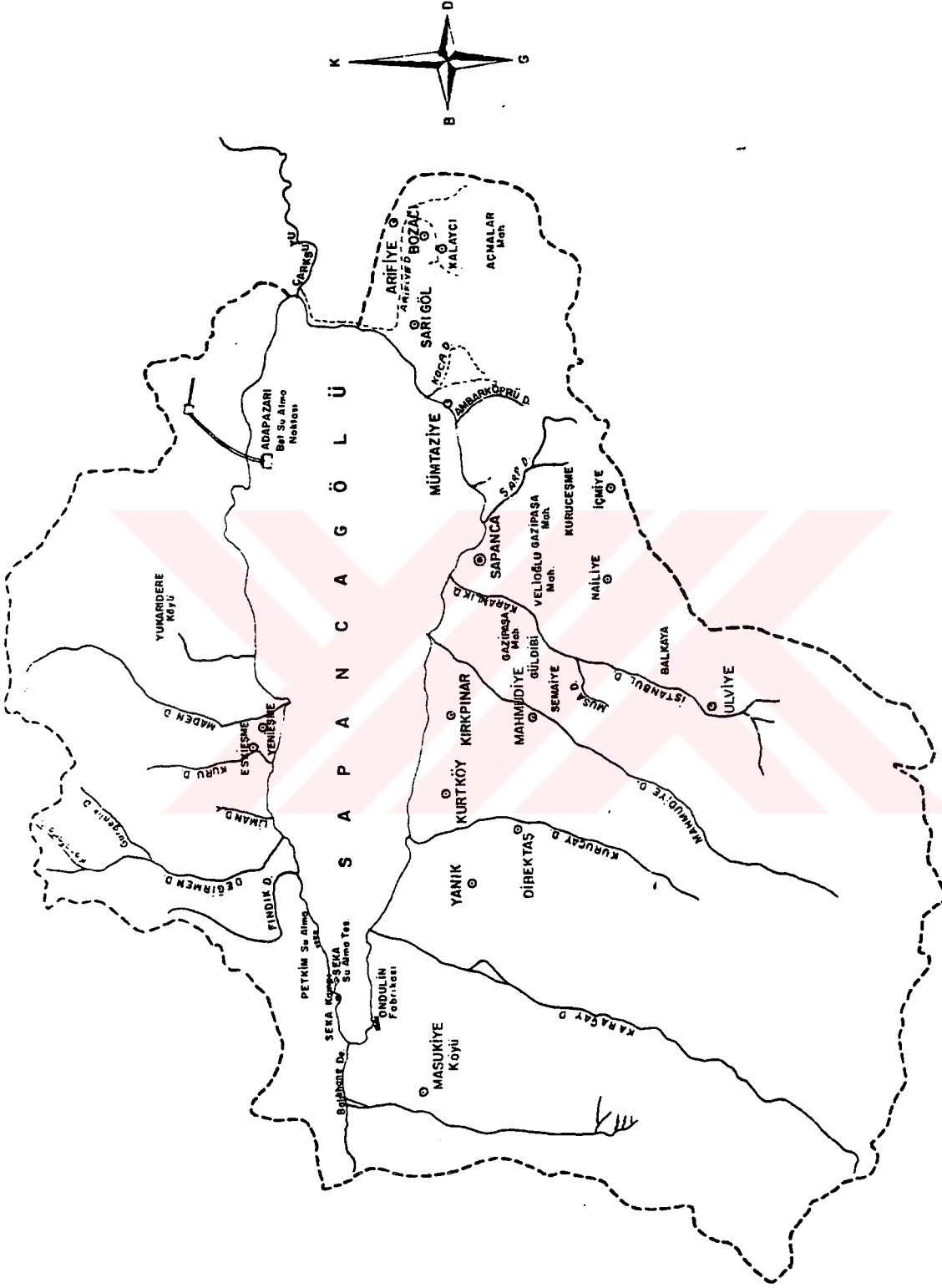
bağlı olarak 46 km<sup>2</sup> ile 60 km<sup>2</sup> arasında bir yüzey alanına sahiptir. Ortalama derinliği 31 metre ile 33 metre arasında değişmekte olup en derin yeri orta kısımlarda ve 52 metredir. Sapanca Gölü ve su toplama havzası Şekil 3.1’de gösterilmektedir.

Sapanca Gölü’nü kuzey ve güneydeki dağlardan inen debileri mevsimsel değişim gösteren küçük dereler ve göl dibinden çıkan kuvvetli kaynak suları besler. Gölü besleyen sular güney kıyısında, batıdan doğuya doğru Karaçay, Yanık, Kuruçay (Kurtköy), Mahmudiye, İstanbul ve Keçi dereleri ile kuzey kıyısında batıdan doğuya doğru Balıkhane, Çifteçınar, Tuzla, Fındık, Eşme, Liman, Kuru, Maden, Çakalödü, Altıkuruş, Harmanlar, Aygır, Cehennem ve Arifiye dereleridir. Gölün fazla suları, doğusundan çıkan Çarksuyu ile Sakarya Nehri’ne akar.

Sapanca Ovası, Sapanca kasabasından başlayıp, Sapanca Gölü kıyısını güneyden takip eden dar bir şerit halinde Derbent kazasına kadar batı yönde uzanır. Ovanın eğimi, genellikle güneyden kuzeye doğru olup, güneyde Kayınlı Dağları yer almaktadır. Güney kesimindeki su toplama havzası, kuzeydekine göre daha geniş alanı kapsar. Güneyde yaklaşık yükseklik 100 metre, kuzeyde ise 30 metre dolayındadır. Ovanın güneyinde yer alan Samanlı Dağı, Karadağ ve Keremali Dağları ova üzerinde 1800 - 4300 metreye kadar yükselir. Yamaçları dik olan bu dağlar Sakarya Nehri ve Mudurnu Çayı boğazları dışında geçilemez durumdadır.

Sapanca Gölü güney yamaçlarında kıyıya yakın alçak kesimde orman alanları uzun yıllardır süregelen düzensiz faydalanma sonucu büyük çapta tahrip görmüş, yerini maki benzeri topluluklara bırakmıştır. Yükselti artışına bağlı olarak tahribatın oranı azalmakta, Samanlı Dağları’nda ancak 600 metrenin üzerinde toplu veya grup halinde iyi nitelikli ormanlar görülmektedir.

Göl yüzeyinden itibaren Keltepe’ye kadar olan alanda yükseltiye bağlı olarak kuşaklar halinde değişik orman toplulukları görülmektedir. Keltepe yöresindeki su rejimini koruma ve rekreasyon amacı ile 952 ha.’lık bir orman alanı muhafaza alanı olarak ayrılmış bulunmaktadır. 500 metreye kadar olan yükseltide rastlanan çok zengin bitkisel örtü 1000 metreden sonra hızla azalmakta ve ancak sınırlı sayıda türlere rastlanmaktadır.



Şekil 3.1  
Sapanca Gölü Su Toplama Havzası

Sapanca Havzası'ndaki mevcut ormanların dağılımları amenajman plan kayıtlarına göre şöyledir [14]:

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Toplam havza alanı    | 26 203.50 ha. |
| Toplam ormanlık alanı | 13 975.50 ha. |
| Verimli orman alanı   | 5 740.50 ha.  |
| Bozuk orman alanı     | 3 040.00 ha.  |
| Çok bozuk orman alanı | 5 168.00 ha.  |
| Mera alanı            | 230.00 ha.    |

Bu verilere göre, havzanın % 53'ü orman olup, bu ormanlık alanın % 59'u bozulmuş durumdadır. Tarım ve yerleşim alanlarını içeren açık alanlar, toplam alanın % 40'ı civarındadır. Bugünkü mevcut duruma göre Sapanca Gölü çevresinde orman özelliğini taşıyan pek az alan kalmıştır. Ormanların büyük kısmı gölün güneyinde uzanan Samanlı Dağları'nın kuzey yamaçlarındadır. Gölün kuzey sahilinde Ankara - İstanbul karayolunun (E5) kuzeyinde yer alanlar ise orman özelliğini büyük çapta yitirmiş, verimi düşük parçalı gruplar durumundadır.

Havzanın 192 km<sup>2</sup>'si (% 73.5) orta şiddette, 69.61 km<sup>2</sup>'si (% 26.5) ise hafif yüzey erozyonuna maruz kalmaktadır. Havzanın 234 km<sup>2</sup>'si (% 88) bünyesinde % 18-35 arasında kil bulunan kumlu-killi balçık, tozlu balçık türünden topraklardan oluşmaktadır. Bu topraklar erozyona orta derecede maruz kalan topraklardır. Havzanın genel alanının % 53'ünün orman ile kaplı olması erozyon tehlikesine karşı büyük engel teşkil etmektedir. Dolayısıyla orman tahribi devam ettikçe, Sapanca Gölü'nün erozyon tehlikesi ile karşı karşıya kalması söz konusu olacaktır. Havzadaki orman alanları kesinlikle korunmalı, bozuk alanlar ise tabii bitki örtüsüne uygun şekilde ağaçlandırılmalıdır.

### 3.2 Jeolojik Yapı

Göllerin jeolojik yapısının, içinde bulundurduğu suyun gerek fiziksel gerekse kimyasal yapısına etkisi vardır. Göl suyunda tespit edilen renk, bulanıklık, görünüş, koku gibi fiziksel özelliklerin, sertlik ve çözülmüş tuzlar gibi kimyasal özelliklerinin gölün jeolojik yapısından mı yoksa kendisini besleyen kaynakların özelliklerinden mi ileri geldiğinin bilinmesi su temini ve çevre sağlığı yönünden önemlidir.

Adapazarı, alüvyonlarla dolmuş faylı, çökmüş bir havzadır. Jeolojik yapı bakımından Adapazarı, Kuzey Anadolu deprem zonu içinde tektonik bir çöküntü içeren havza durumunda ve birinci derece deprem bölgesindedir.

Yapılan jeolojik araştırmalara göre Sapanca Gölü'nün jeolojik evrimi şu şekilde olmuştur.

Bölge, eski devirlerden başlayarak üst kretase sonu ve eosen boyunca aktif tektonik ve volkanik faaliyetlerle karşı karşıya kalmıştır. Bu faaliyetler sonucunda şimdiki İzmit Körfezi, Sapanca ve Adapazarı çukurluğunu da içine alacak şekilde Kuzey Anadolu Fay Zonu oluşmuştur. Kuvarterner'de bölgesel tektonik hareketler devam ederken eski Sakarya Nehri ve diğer akarsular Adapazarı Gölü ve Sapanca Gölü boyunca İzmit Körfezi'ne boşalmaktaydılar. Özellikle Sakarya Nehri ve diğer akarsuların taşımış oldukları alüvyon malzemeleri şimdiki Sapanca Gölü ile İzmit Körfezi arasında depolanmış ve zamanla bu ara dolarak İzmit Körfezi, Sapanca ve Adapazarı Gölü'nden ayrılmıştır. Bu zamanda devam eden bölgesel alçalma ve yükselme hareketlerinin de etkisi ile Sapanca ve Adapazarı çukurluğu Sakarya Nehri ve diğer akarsuların boşalmasını şimdiki Sakarya Nehri yatağının olduğu kısımlarda aşındırma yoluyla kuzeye yöneltmiş ve söz konusu akarsular Karadeniz yönüne akmaya başlamıştır. Oluşan yeni yatak koşullarında Sakarya ve diğer akarsular taşıdıkları alüvyon maddeleri Adapazarı çukurluğuna depolamış ve böylece Adapazarı çukurluğu dolarak Sapanca Gölü'nden ayrılmıştır. Bataklık durumundaki Adapazarı Ovası zamanla kuruyarak bugünkü durumuna gelmiştir.

Sapanca Gölü ve havzasındaki jeolojik formasyonlar şunlardır [13]:

*Paleozoik* : Bu formasyonlar Sapanca Gölü drenaj alanının jeolojik bakımından en eski birimlerini oluşturmakta ve göl drenaj alanının güney yamaçlarında yer almaktadır. Yanık, Kuruçay, Mahmudiye ve İstanbul dereleri bu birimlerden kaynaklanmakta ve Sapanca Gölü'ne dökülmektedir. Ayrılmamış olan paleozoik birimlerinin başlıcalarını metamorfik şistler, mermer, gnays ve kuvarsitler oluşturmuştur.

**Mesozoik :** Göl drenaj alanı içinde mesozoik, gölün kuzeydoğu yamaçlarında üst kretase yaşlı plakette kireç taşları ve marınlar ile temsil edilmektedir. Kireç taşları oldukça ince tabakalı olup (milimetre kalınlığından birkaç santimetreye kadar) kıvrımlı ve kırıklı bir yapı gösterirler. Hakim renk bej-gri olup, bölgesel olarak üst kretase yaşlı fliş özelliği gösterirler. Paleozoik yaşlı birimler üzerine açısal uyumsuzlukla otururlar.

**Senozoik :** Bu formasyonlar tersiyer ve kuvaterner olmak üzere iki bölümde ele alınırlar. Tersiyer kendi içinde paleojen (eosen) ve neojen (pliosen) olarak incelenir.

**Eosen :** Drenaj alanı içinde fliş özelliği gösterir. Kumtaşı - silttaşı - kiltası sıralanması şeklindedir. Tabakalar ince-orta kalınlıktadır. Kıvrımlı yapı özellikleri gösterirler ve alttaki üst kretase ile uyumludurlar. Litolojide hakim renk sarımsı-kahve ve nefti yeşildir. Sapanca Gölü'nün kuzey ve kuzeybatı yamaçlarını oluştururlar.

**Neojen :** Sapanca havzasında pliosen'e ait birimler gevşek tutturulmuş konglemera - kum - kil ve silt ile bunların karışımlarından oluşmaktadır. Tabakalaşma yer yer belirgin olmayıp, bazı yerlerde çapraz tabakalaşma özellikleri gösterirler. Karasal oluşumlardır. Gölün güneydoğu ve kuzeybatısında göl seviyesine göre ilk yükselti kesimlerini oluştururlar.

**Kuvaterner :** Bölgedeki en genç çökellerdir. Drenaj alanının doğu ve batı düzlük kısımları ile güneydeki düzlükler, alüvyon ve alüvyon yelpazeleri, yamaç molozu ve teraslar şeklinde görülürler. Genellikle tutturulmamış kum, çakıl, kil, silt ve bunların karışımları şeklindedir.

**Volkanik Kayaçlar :** Göl drenaj alanının kuzey kısımlarında küçük mostra halinde bulunur. Büyük bir olasılıkla eosen ve sonrası görülen volkanizma ürünlerinden spilitik-dasit-andezit karakterdeki kayaçlardır.

**Faylar :** Aktif Kuzey Anadolu Fay Zonu Sapanca'yı doğu - batı yönünde kesmekte olup, doğrultu atımlı fay özelliğini göstermektedir.

Faylı sahalar Sapanca Gölü'nün kuzeyi, Maksudiye'nin kuzeyi olmak üzere ovanın batı ve kuzey kısımlarında yer almaktadır. Ayrıca İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü'nün kuzeyinden ve güneyinden geçip doğuya doğru uzanan iki fay hattının bulunduğu belirlenmiştir.

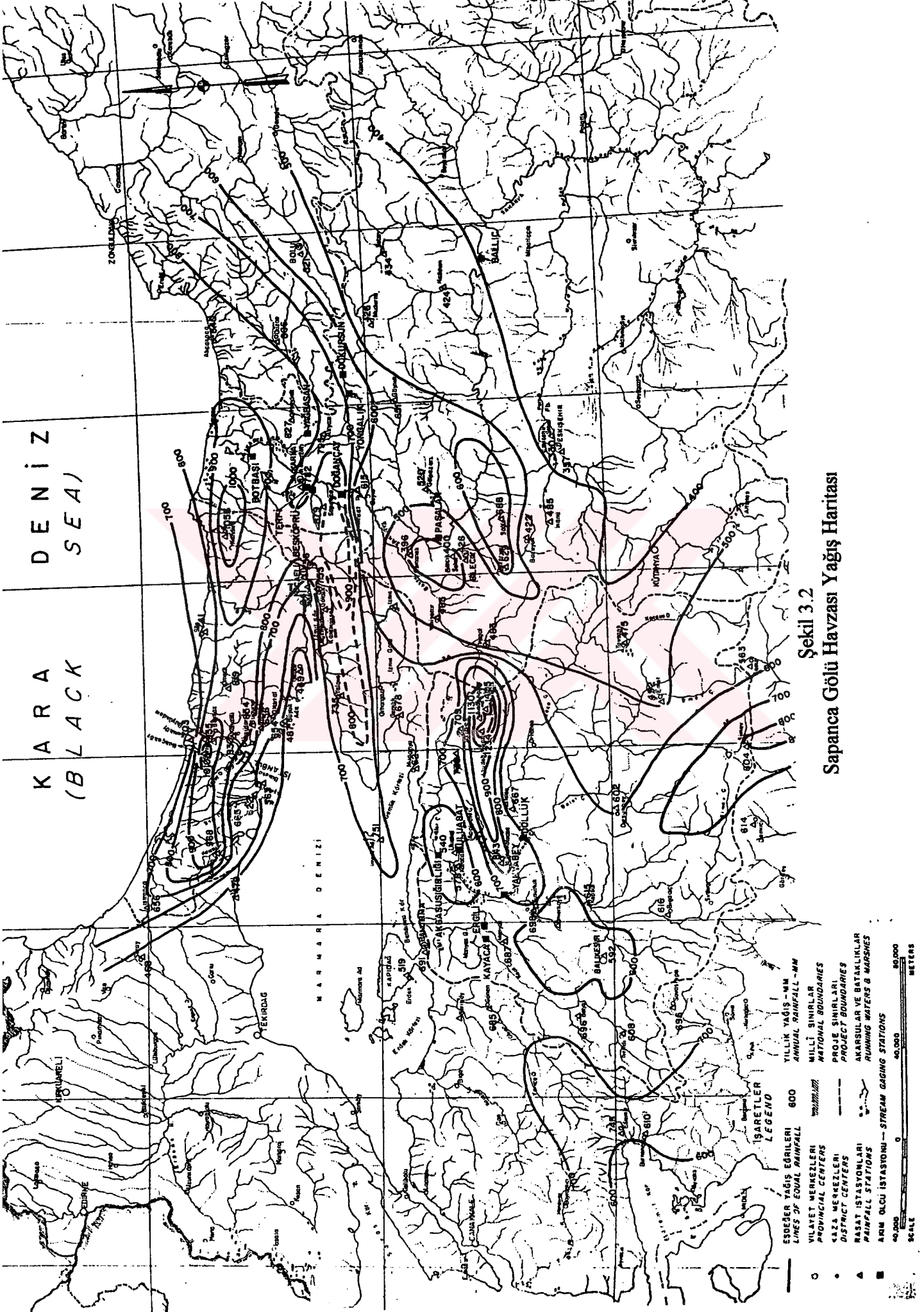
### 3.3 İklim

Hem tabandan hem de drenaj sahasına düşen yağışlar ve drenaj sahasındaki akarsularla beslenen gölün hacmi yağan yağışlarla değişmektedir [15].

Göle dökülen civardaki meskün bölgelerin, çeşitli turistik ve ticari kuruluşların kullanılmış suları, gölün su hacmi ile orantılı olarak çeşitli oranlarda seyreilmektedir. Bu suların göl suyu içerisindeki konsantrasyonu, gölün çok yağış aldığı ve az yağış aldığı devrelerde değişik değerler alacaktır. Gölün kirlenmesi yönünden kritik devreler kurak devrelerdir. Bu devrelerde gölün beslenmesi az, buharlaşma fazla olduğundan kirli suların göl suyu içerisindeki konsantrasyonu fazla olacaktır. Bu sebepten Sapanca Gölü'nün kurak devrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu devreler bilinip gerekli tedbirler alınmazsa içme suyu olarak kullanmada tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir.

Havza iklim özellikleri açısından Doğu Marmara ve Batı Karadeniz arasında geçiş niteliği taşımaktadır. Yazları kurak ve sıcak günler sürekli değildir. Kışları yağışlı geçer. Kotunun yüksek olmaması ve denizin de etkisiyle ortalama ve mutlak sıcaklık farkları fazla değildir. Yağmur ölçüm istasyonlarının ve eşdeğer yağış eğrilerinin gösterildiği Şekil 3.2'den de görüldüğü gibi havza, orta yağışlı (600-1000 mm.) bir kuşak içindedir. Bu kuşakta cephesel ve konvektif yağışlar etkilidir [16].

Sapanca Gölü havzasına düşen aylık yağış değerleri, 1936-1978 yılları arasında, kaydedilen değerlerin istatistik analizi yapılarak bulunmuş ve elde edilen bu değerler Tablo 3.1'de verilmiştir.



Tablo 3.1  
Sapanca Havzasına Düşen Aylık Yağış Serilerinin İstatistik Analizi [17]

| <i>Aylar</i>   | <i>Ortalama Değer (mm)</i> | <i>Standart Sapma (mm)</i> | <i>Korelasyon Katsayısı</i> | <i>Regresyon Katsayısı</i> |
|----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <i>Ocak</i>    | 95.9                       | 46.3                       | -0.1                        | -0.1                       |
| <i>Şubat</i>   | 85.7                       | 52.0                       | 0.3                         | 0.2                        |
| <i>Mart</i>    | 78.5                       | 38.4                       | 0.0                         | 0.0                        |
| <i>Nisan</i>   | 59.8                       | 34.5                       | -0.2                        | -0.1                       |
| <i>Mayıs</i>   | 48.6                       | 26.4                       | 0.2                         | 0.3                        |
| <i>Haziran</i> | 57.3                       | 47.5                       | 0.1                         | 0.1                        |
| <i>Temmuz</i>  | 48.6                       | 41.8                       | -0.1                        | -0.2                       |
| <i>Ağustos</i> | 45.0                       | 47.7                       | 0.2                         | 0.2                        |
| <i>Eylül</i>   | 72.4                       | 63.1                       | 0.1                         | 0.1                        |
| <i>Ekim</i>    | 84.3                       | 55.9                       | 0.4                         | 0.4                        |
| <i>Kasım</i>   | 90.7                       | 47.6                       | 0.1                         | 0.1                        |
| <i>Aralık</i>  | 113.0                      | 68.0                       | -0.3                        | -0.2                       |

Tablo 3.1’de verilen değerler incelendiğinde, ortalama yağış değerlerinin Temmuz-Ağustos aylarında en düşük, Aralık-Ocak aylarında ise en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gölün kirlenme yönünden en kritik ayları (yağışın ve göle giren akışın minimum olduğu devre) Temmuz-Ağustos ayları olmaktadır. Yağışın % 83’ü 1 Eylül ile 1 Mayıs tarihleri arasında meydana gelmektedir. Mevzii yıllık yağışlar sabit olmayıp, ortalama yıllık yağışın % 60 ile % 135’i dolaylarında değişmektedir. Marmara Bölgesi üzerindeki hava sistemlerinin sebep olduğu yağış özellikleri, bilhassa kış mevsiminde Karadeniz kıyı bölgelerinden başlayarak iç kısımlara doğru, kademeli olarak Trakya, Güney Marmara ve İstanbul-Kocaeli (Sapanca Gölü ve çevresi) bölümlerinde kendisini hissettirmektedir. Bunun sonucunda karakteristik kış ayları olan Aralık, Ocak, Şubat aylarında kıyı bölgelerinden gelen hava sistemleri, bölgede diğer aylara göre daha çok yağışa sebep olmaktadır.

Ortalama yıllık sıcaklık 13.5 °C, ortalama yıllık yağış ise 782.5 mm. dolayında olmaktadır. En soğuk ay olan Ocak ayında sıcaklık ortalaması 0-6 °C, en sıcak ay olan

Temmuz ayında ise 29°C dolayındadır. Yıllık nisbi nem genel olarak % 80-85 olmaktadır. Yılın ortalama 108 gününde kapalı gökyüzü koşulları geçerlidir. Yaz aylarında hakim rüzgarlar kuzey ve kuzeydoğu iken, kış aylarında güney ve kuzey rüzgarları etkindir. Havzanın açık olan doğu-batı doğrultusunda rüzgarların etkin olmaması nedeniyle, hava kütleleri havza içinde uzun süre kalmakta ve katı yakıtlar ile karayollarından kaynaklanan kirleticiler havza dışına uzaklaştırılamamaktadır.

Sapanca Gölü havzasında yer alan DSİ Genel Müdürlüğü'ne ait Kurtköy ve Memnuniye ile Devlet Meteoroloji (DMİ) Genel Müdürlüğü'ne ait Sapanca ve Adapazarı Rasat İstasyonları'nda rasat sürelerinde toplanan veriler Tablo 3.2'de özetlenmiştir. ve Şekil 3.3-3.5'te grafik olarak gösterilmiştir.

### ***3.4 Sosyo-ekonomik Yapı ve Yerleşim Durumu***

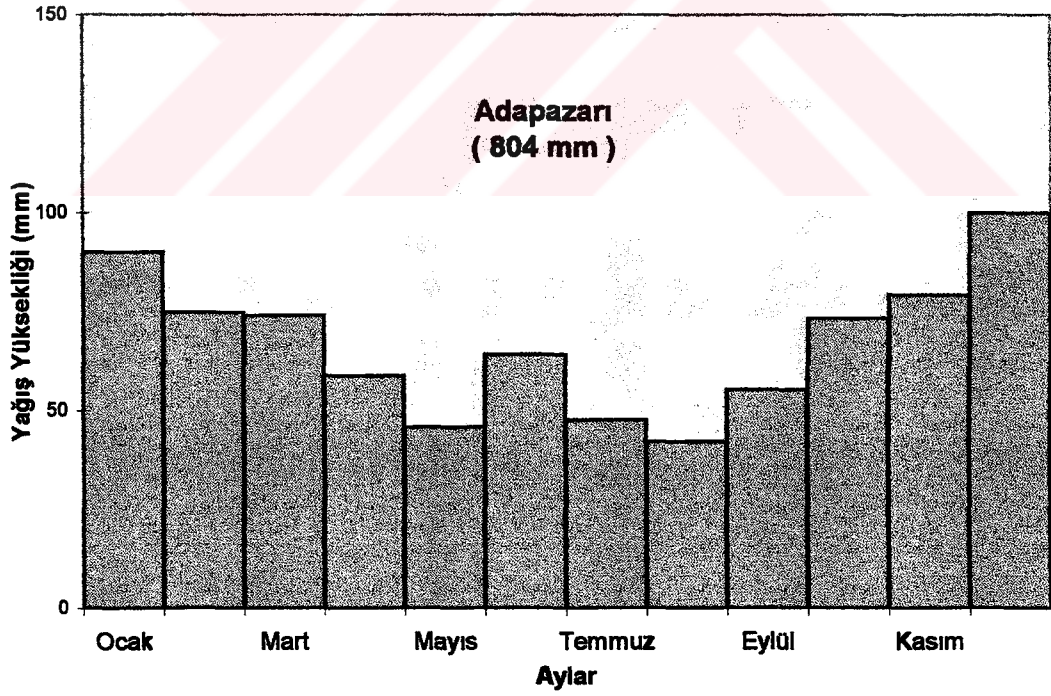
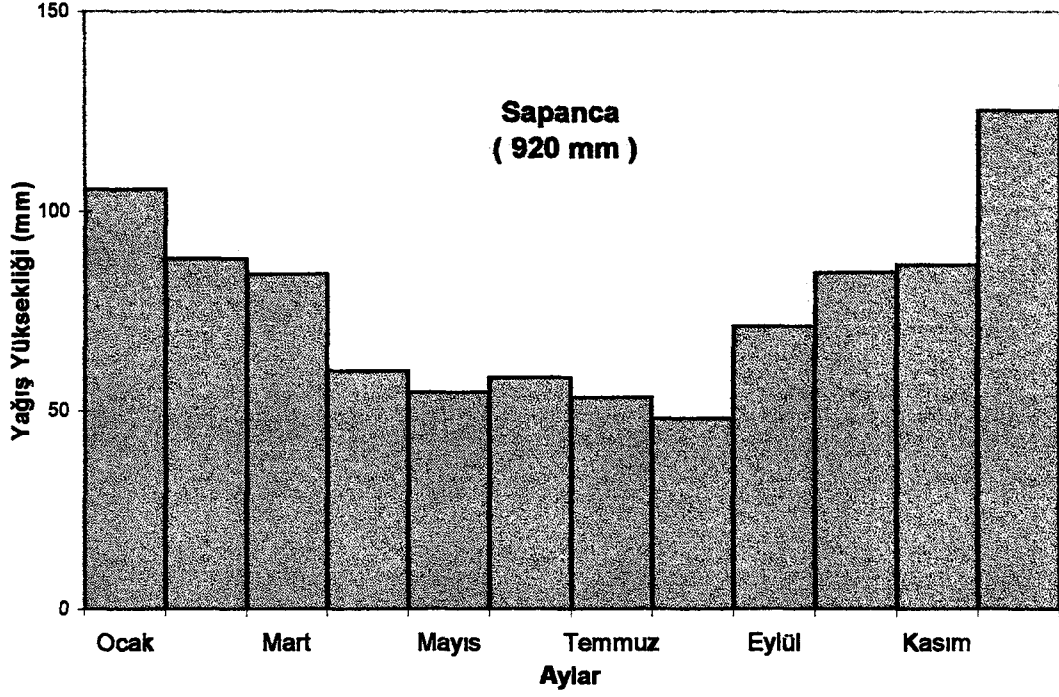
Gölün su toplama havzası içinde, Sakarya ili sınırları dahilinde, Serdivan, Adapazarı, Arifiye, Sapanca, Kırkpınar Belediyeleri ve Yanıkköy, Kurtköy, Mahmudiye, Memnuniye, Uzunkum, Esentepe, Aşağıdere, Yukarıdere ve benzeri köy yerleşimleri; Kocaeli sınırları dahilinde ise, Eşme, Maşukiye, Hikmetiye (Derbent), Suadiye Belediyeleri ve Acısu, Şirinsulhiye, Nusretiye, Uzuntarla ve benzeri köy yerleşimleri yer almaktadır.

Sapanca Gölü, kuzeyden D100 (E5) karayolu, güneyden ise E80 (TEM) Anadolu otoyolu ve demiryolu ile çevrelenmiş olup, yöre bu özelliğiyle, Trakya ve İstanbul'u Anadolu'nun iç kesimlerine bağlayan güzergahların önemli kavşaklarından biridir. Yakın çevresi ise (Adapazarı, İzmit) hızla gelişen sanayi merkezleri konumundadır. Özellikle TEM otoyolunun açılışının ardından bölge daha da talep çeker olmuş ve İstanbul Metropolü ile bağlantının güçlenmesi, yeni sanayi talepleri ve yeni ikinci konut talepleri yaratmıştır.

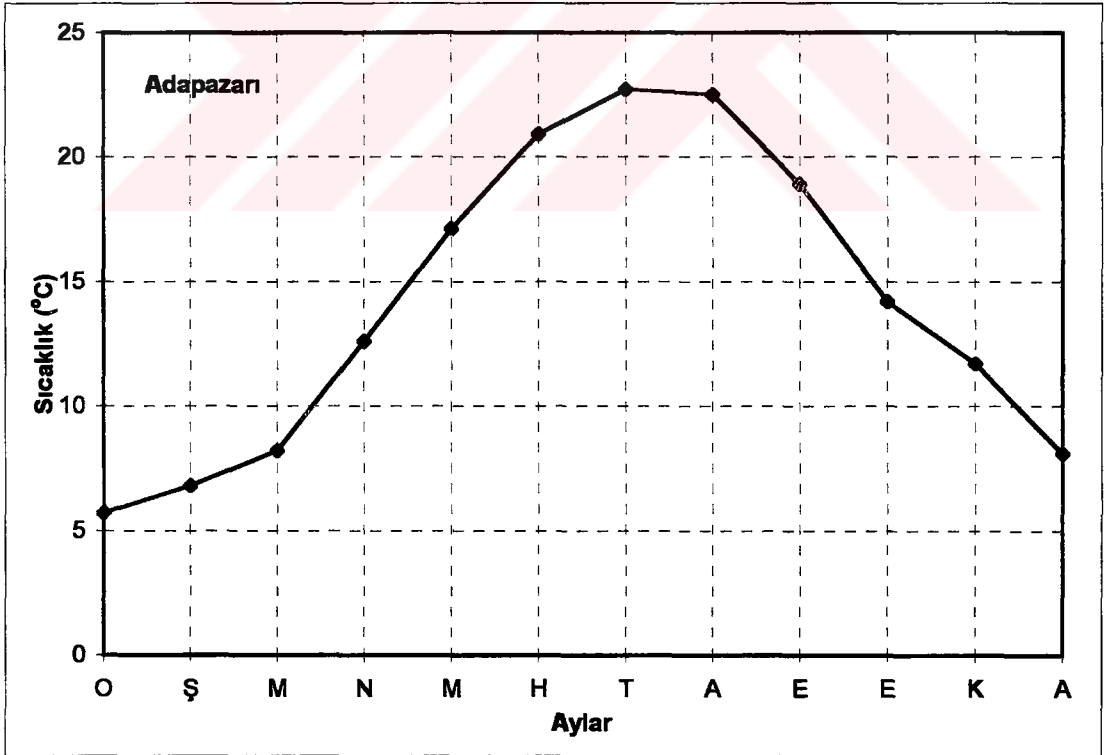
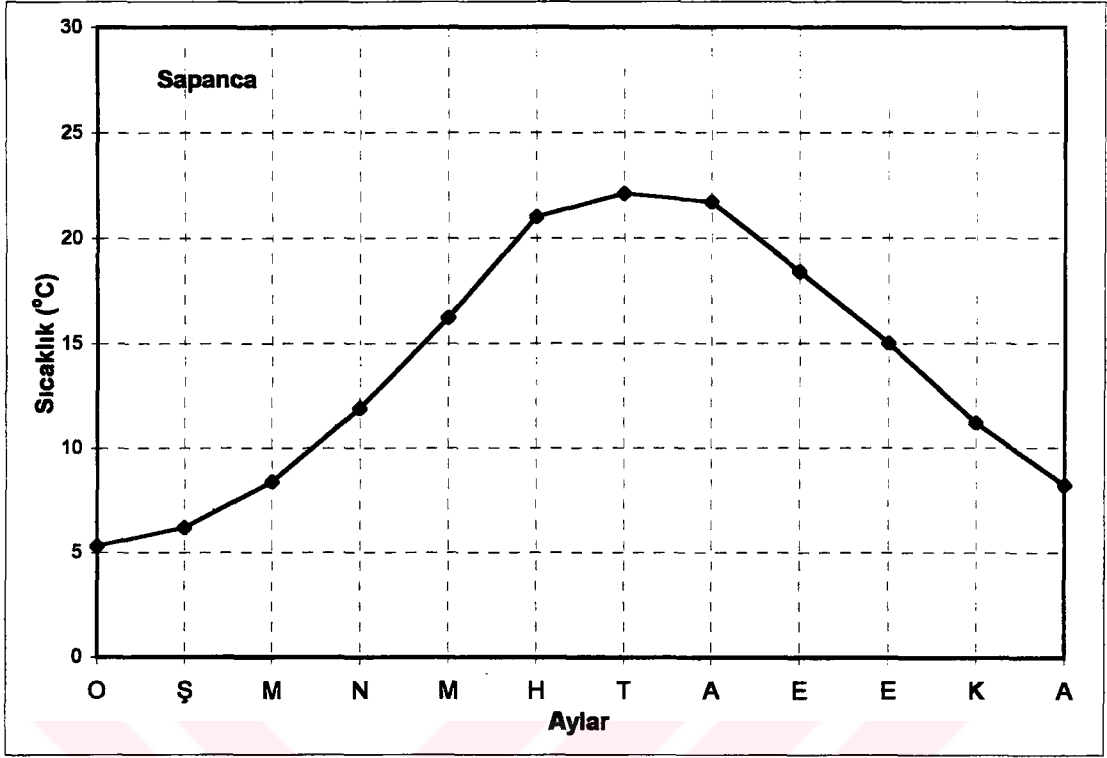
Gölün kenarındaki yerleşim merkezlerinden en büyüğü Sapanca ilçesidir. Tarımsal üretimin bir pazarı niteliğindeki ilçenin nüfusu 1980 yılında 10.368'dir. İkinci büyük yerleşim yeri olan Kırkpınar'ın nüfusu ise 2.450'dir. Yerleşme tamamen kırsal nitelikte

Tablo 3.2  
Bölgenin Meteorolojik Özellikleri

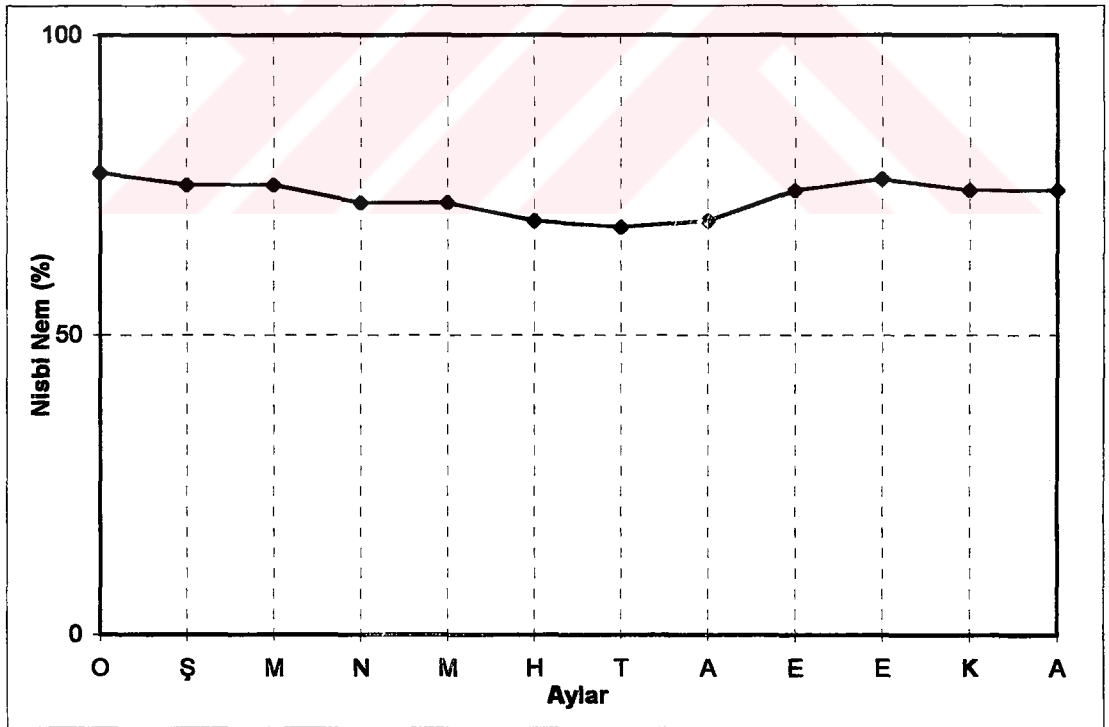
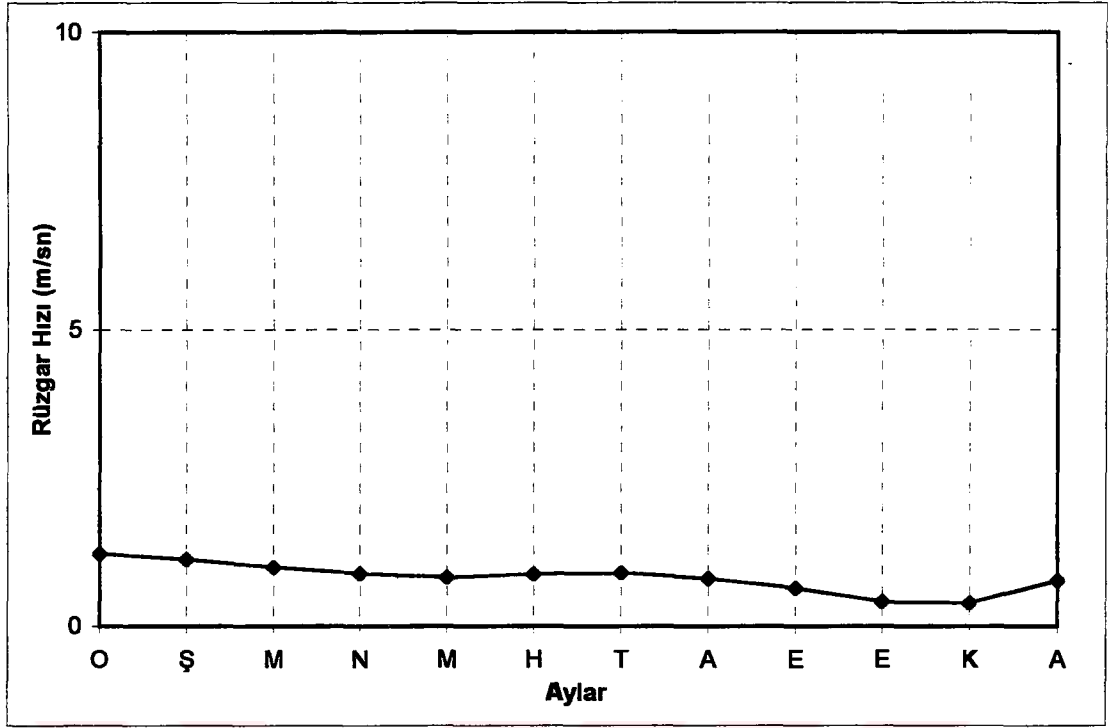
| Örnekleme<br>Noktası | Rasat                 | Rasat Şiresi<br>(Yıl) | Aylar |       |       |      |       |       |       |       |       |           |      |       |        |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|-------|--------|
|                      |                       |                       | 1     | 2     | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10        | 11   | 12    | Yıllık |
| Sapanca              | Ort. Nisbi Nem (%)    | 7                     | 76    | 76    | 71    | 67   | 67    | 63    | 63    | 66    | 72    | 76        | 76   | 76    | 71     |
| Sapanca              | Ort. Yağış Yükl. (mm) | 40                    | 105.5 | 88.1  | 84.3  | 60.0 | 54.6  | 58.4  | 53.4  | 48.0  | 71.3  | 84.6      | 86.8 | 125.3 | 920.3  |
| Sapanca              | Ort. Sıcaklık (°C)    | 10                    | 5.3   | 6.2   | 8.4   | 11.9 | 16.2  | 21.0  | 22.1  | 21.7  | 18.4  | 15.0      | 11.2 | 8.2   | 13.8   |
| Memnuniye            | Ort. Buharlaşma (mm)  |                       | ---   | ---   | ---   | 83.5 | 117.8 | 171.5 | 161.8 | 145.3 | 91.9  | 90.5      | 72.1 | ---   | 934.4  |
| Memnuniye            | Ort. Yağış Yükl. (mm) | 6                     | 174.3 | 104.4 | 102.5 | 88.3 | 70.8  | 41.9  | 58.4  | 49.2  | 106.8 | 147.<br>1 | 97.8 | 198.0 | 1239.5 |
| Kurtköy              | Ort. Buharlaşma (mm)  | 18                    | ---   | ---   | ---   | 74.7 | 128.4 | 182.5 | 195.0 | 168.7 | 121.1 | 62.6      | 42.7 | 42.0  | 1017.7 |
| Kurtköy              | Ort. Yağış Yükl. (mm) | 18                    | 95.9  | 67.4  | 72.8  | 61.7 | 45.6  | 60.0  | 36.7  | 63.3  | 73.3  | 95.4      | 93.0 | 122.3 | 887.4  |
| Adapazarı            | Ort. Nisbi Nem (%)    | 35                    | 77    | 75    | 75    | 72   | 72    | 69    | 68    | 69    | 74    | 76        | 74   | 74    | 73     |
| Adapazarı            | Ort. Sıcaklık (°C)    | 30                    | 5.7   | 6.8   | 8.2   | 12.6 | 17.1  | 20.9  | 22.7  | 22.5  | 18.9  | 14.2      | 11.7 | 8.1   | 14.1   |
| Adapazarı            | Ort. Buharlaşma (mm)  | 30                    | 33.8  | 24.8  | 47.4  | 85.6 | 110   | 149.2 | 166.4 | 145.5 | 106.9 | 63.7      | 53.1 | 37.9  | 1024.3 |
| Adapazarı            | Ort. Yağış Yükl. (mm) | 53                    | 90    | 74.7  | 74    | 58.7 | 45.8  | 64    | 47.5  | 42.1  | 55.2  | 73.2      | 79.2 | 98.9  | 803.3  |



**Şekil 3.3**  
Adapazarı ve Sapanca Ölçüm İstasyonlarında Ortalama Aylık Yağış Değerleri



**Şekil 3.4**  
Adapazarı ve Sapanca Ölçüm İstasyonlarına ait Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı



Şekil 3.5  
Adapazarı'na ait Nisbi Nem ve Rüzgar Hızı Dağılımı

olup, bahçeler içinde dağınık yapılardan oluşmaktadır. Göl havzası içinde bunlar dışında pek çok köy bulunmaktadır. Esasen Sakarya tümüyle kırsal nüfus yoğunluğunun ülke ortalamasından fazla olduğu bir ilimizdir. Ayrıca, özellikle yaz aylarında nüfus yoğunluğunu artıran dinlenme kampları, plaj, otel, motel, gazino ve lokanta gibi turistik tesisler de bulunmaktadır.

İl merkezi Adapazarı'nda 1950 yılına kadar olan nüfus artış hızı % 3.27 iken, sanayileşmenin başladığı 1950 yılından itibaren nüfusta % 6.07'ye varan bir artış görülmüştür. Bu artış aynı hızla devam etmiş ve 1980 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre Adapazarı kentinin nüfusu 130.977'yi bulmuştur. Nüfusla ilgili daha detaylı bilgi Bölüm 3.5'te verilecektir.

Halk geçimini tarım ve sanayiden sağlamaktadır. Bölgenin verimli topraklarında çok çeşitli tahıl, meyve ve sebze yetişmektedir. Burada uzun yıllardan beri elde edilen mısır, patates ve buğday arasında son yıllarda şeker pancarı tarım alanında daha büyük bir yer işgal etmektedir. Bitkisel üretimde önemli bir yeri olan bölgenin, Türkiye mısır üretimindeki payı % 22, fındık üretimindeki payı ise % 14'tür. Burada iklim, yılın on ayında bitkilerin büyümesine elverişli olup, bazen yılda iki kez ürün alınmaktadır. Bitkilerin büyüme süresi uzun ve iklim de yumuşak olduğundan ürünlerde çeşit bolluğu mümkün olabilmektedir.

Sapanca Gölü su toplama havzasında yer alan ve gölün kalitesini atıkları ile olumsuz yönde etkileyebilecek sanayi tesislerinin başlıcaları, güneyde Maşukiye yakınında Onduline Yapı Malzemeleri Anonim Şirketi, Kırkpınar yakınında İstanbul Segman Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ile Isı Metal Sanayi, kuzeyinde Eşme yakınında Güneri Gıda Sanayi Anonim Şirketi ve Motif Duvar Kağıtları Üretim ve Pazarlama Anonim Şirketi'dir. Bu tesislerden Onduline Yapı Malzemeleri, İstanbul Segman Sanayi ve Güneri Gıda Sanayi'nin sıvı atıkları göle ulaşmaktadır. Aşağıda bu kuruluşlar ve atıkları hakkında kısa bilgi verilmektedir [13,14].

### 1. Onduline Yapı Malzemeleri A.Ş.

İşletme, Sapanca Gölü'nün güneybatısında Kurtköy civarında toplam 50.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanda kurulmuş olup, bu alanın yaklaşık olarak 20.000 m<sup>2</sup>'lik kısmı halen kullanılmakta, geriye kalan kısım ise yeşil saha olarak değerlendirilmektedir. Tesisin kuruluş kapasitesi 200.89 cm. ebatlı levhalardan yılda ortalama olarak 1.800.000 adettir. İşletmede çalışan toplam personel sayısı ise 100'dür.

İşletme yetkililerinden alınan bilgilere göre, "Onduline" adı altında renkli, oluklu, çatı, cephe ve tavan kaplama levhaları üreten tesisin günlük su ihtiyacı ortalama olarak 30 tondur ve bir artezyen kuyusundan temin edilmektedir. Su işletmede proses suyu ve yıkama suyu olmak üzere başlıca iki amaçla kullanılmaktadır. Proses suyu, ham kağıt hamurunun hazırlanması amacıyla hurda kağıdın çözülmesi işleminde kullanılan sudur. Yıkama suları ise işletmenin zaman zaman temizlenmesi esnasında kullanılan sudur. İşletmede katı ve sıvı olmak üzere başlıca iki tip atık sözkonusudur. Katı atıklar hurda kağıdın çözülmesi esnasında ayrılan kağıt harici maddelerdir. Bunlar biriktirilerek fabrika arazisinde toprağa gömülmektedir. İşletmede doğrudan bırakılan bir sıvı atık yoktur. Karton makinesi altında toplanan süzme suları, kapalı bir devre ile tekrar kullanılmak üzere hurda kağıt çözme tankına pompalanmaktadır. İşletmenin zaman zaman yıkanması esnasında oluşan yıkama ve taşma suları ile muhtemel kaçak sular, sızdırmalı bir kanala verilmektedir. Bu kanal 600 metrelik kısmı fabrika sahasında olmak üzere yaklaşık olarak 1500 m. uzunlukta olup, Sapanca Gölü'ne açılmaktadır. Bu kanal daha önce burada mevcut çiftlik taban sularının akıtılması amacıyla açılmış, fabrika kurulunca da atık suların deşarjında kullanılmaktadır. Kanal boyunca yapılan incelemede suyun berrak oluşuna karşılık, kanal yatağında bitüm ve boya artıklarına rastlanması, bu atıkların zaman zaman da olsa göle ulaştığını göstermektedir.

### 2. İstanbul Segman Sanayi ve Ticaret A.Ş.

İşletme Sapanca İlçesi Kırkpınar yakınlarında göle yakın noktası yaklaşık 1.000 m., en uzak noktası ise 1.800 m. mesafede olan ve toplam olarak 140.000 m<sup>2</sup>'lik kısmı kapalı saha olarak, geriye kalan kısmı ise sosyal tesisler ve yeşil alan için kullanılmaktadır.

İşletmede çalışan toplam personel sayısı 20'si merkezde olmak üzere 451'dir. Kurulu kapasite yılda 12 milyon adet piston segmanı ve 8 milyon adet silindir gömleğidir.

Döküm, fiziksel temizleme ve kaplama gibi işlemler içeren fabrikada su başlıca, indüksiyon fırınları bobinlerinin soğutulmasında, dökümhaneden çekilen tozlu havanın temizlenmesi amacıyla çalışan sulu tip filtrede ve nihayet metalik kaplama ünitelerinde kullanılmaktadır. İşletmenin su ihtiyacı iki adet artezyen kuyusundan temin edilmektedir. Kuyulardan çıkarılan suların depolandığı 300 tonluk bir depo mevcuttur. Fabrika yetkililerince, işletmenin saatteki su ihtiyacı 10 ton olarak belirtilmiştir.

İndüksiyon fırını bobinlerinin soğutulmasında kullanılan sular kapalı bir devrede, devamlı olarak kullanılmakta, ancak suyun sıcaklığı soğutma için gerekli sıcaklığın üstüne çıktığında, ana şebekeden yeniden beslenmektedir. Tortulu soğutma suları, soğutma işleminden sonra toplama havuzlarında toplanmakta, burada dinlendirilerek ortuların çökmesi sağlandıktan sonra yeniden kullanılmaktadır. Metalik parçaların kesilmesi işleminde kullanılan kesme sıvıları, belirli konsantrasyondan sonra, içindeki katı partiküllerle beraber varillerde biriktirilerek, belediyenin gösterdiği yerlere atılmaktadır. Kaplama ünitesinde elektroliz çözeltilsinin hazırlanmasında deiyonize su kullanılmakta, elektroliz çözeltilsindeki demir konsantrasyonu 5-6 gr/lt'ye ulaştığı zaman tekrar deiyonize işlemine tabi tutularak yeniden kullanılmaktadır. Ancak rejenerasyon atığı sular, sulu tip filtrede kullanılan yıkama suları, kaplanmış malzemenin yıkanmasında kullanılan sular toplama havuzlarında toplandıktan sonra yaklaşık 500 m. uzunluktaki bir kanalla, fabrika yakınındaki Mahmudiye Deresi'ne deşarj edilmektedir. Bu atık sularda başlıca; demir, krom, mobilden gibi ağır metal kasyonları ile fosfat anyonunun bulunması muhtemeldir. İşletme yetkililerince kesme ve işleme sonucunda talaş ve demir tozlarından oluşan katı atık fabrika arazisinde biriktirilerek, belediyece belirlenecek boş bir araziye boşaltılacağı, ancak ileride bu tozların L.P.G. ile kurutularak tekrar dökümde kullanılmasının planlandığı belirtilmektedir.

### 3. Güneri Gıda Sanayi A.Ş.

İşletme Sapanca Gölü'nün güneybatı yakasında yaklaşık olarak göle 1.5 km. mesafedeki Eşme Köyü civarında kuruludur. Mısır irmiği fabrikası ve yoğurt fabrikası olmak üzere iki üniteden oluşmaktadır. Kurulu kapasite mısır irmiği fabrikası için günde 60 ton irmik ve yoğurt fabrikası için günde 5 ton yoğurttur. İşletmede çalışan toplam personel sayısı ise 27'dir.

Mısır irmiği üretimi öğütme ve elekten geçirme işlemlerini içerdiği için herhangi bir sıvı atık oluşmamaktadır. Yoğurt, buharla ısıtılıp soğumaya bırakılan sütün mayalanması sonucu elde edilmektedir. Bu işletmede su, yoğurt ve süt kaplarının temizlenmesi ve buhar üretiminde kullanılmaktadır. İşletmenin günlük su ihtiyacı yaklaşık olarak 40-50 tondur ve gölden temin edilmektedir. Böylece fabrikada yıkama ve yoğunlaşma suyundan oluşan atık sular, doğrudan yaklaşık olarak 1.5 km. uzunluğundaki bir kanalla göle deşarj edilmektedir. Kanal boyunca yapılan incelemelerde, atık suyun bulanık renkte olduğu ve pH kağıdı ile yapılan ölçümde ise pH'nın yaklaşık olarak 6.5 civarında olduğu yetkililer tarafından belirlenmiştir.

### 4. Motif Duvar Kağıtları Üretim ve Pazarlama A.Ş.

Fabrika Sapanca Gölü'nün kuzeyinde, Eşme Köyü'nün batısında, göle yaklaşık olarak 600-700 m. mesafede kuruludur. Renkli ve desenli duvar kağıdı üreten işletmenin kurulu kapasitesi 53.960 cm. ebatlı rulolardan yılda 700.000 adettir. İşletmede çalışan toplam personel sayısı ise 40'dır.

Duvar kağıdı üretiminde temel hammaddeler; birinci hamur beyaz kağıt ve poli vinil asetat (P.V.A.)'dır. İşletmenin günlük su ihtiyacı 500 lt. olup, bir artezyen kuyusundan temin edilmektedir. İşletmede katı atık olarak, kullanılmayan hurda kağıt, sıvı atık olarak da baskı keçelerinin temizlenmesinden oluşan yıkama çözeltileri bulunmaktadır. Baskı keçelerinde, toprakta eriyebilen boyalar ve matbaa mürekkebi kullanılmakta olup, her gün çalışma periyodu sonunda gazyağı ile temizlenmektedir. Temizleme sonucunda oluşan sıvı atıklar, sızdırmaz bir fosseptikte toplanmaktadır. Fosseptik dolduğunda, atıklar vidanjörle çekilerek uygun bir yere bırakılacaktır.

Termosifon kazanları üretilen Isı Metal Sanayi yetkililerince işletmeden göle karışan herhangi bir sıvı atık bulunmadığı belirtilmektedir.

Sapanca Gölü havzasında yukarıda değinilen sanayi kuruluşlarının yanı sıra, kamu kesimine ait Devlet Demiryolları İşletmesine ait Adapazarı Vagon Fabrikası (ADVAS), Türkiye Ziraî Donatım Kurumu'na bağlı Ziraat Aletleri ve Makinaları Fabrikası, TZDK Başak Traktör Fabrikası, EBK Et Kombinası, Asit Fabrikası, Nişkoz Fabrikası, Adapazarı Şeker Fabrikası ve özel teşebbüse ait Good Year Lastik Fabrikası, Yem Fabrikası, Toyota-Sa Otomobil Fabrikası, Toprak İlaç Fabrikası da yer almaktadır.

Sapanca Gölü'nden veya Çarksuyu'ndan su temin eden endüstriler ve kullandıkları su miktarları ile Adapazarı kenti için içme ve kullanma suyu olarak çekilen su miktarları Tablo 3.3'te verilmektedir.

### 3.5 *Nüfus*

#### 3.5.1 *Genel*

Sakarya ili, Cumhuriyet dönemi başlarında, demiryolu olanaklarını kullanarak çevredeki kırsal alanlarda ürün toplayıp dağıtım yapan, ticari bakımdan gelişmiş bir kasaba iken, bugün il merkezi olması dolayısıyla, sanayi, küçük sanayi, ticaret ve hizmet sektörlerinde hızla gelişmiş ve il sınırlarını zorlayan bir konuma gelmiştir. Özellikle, organize olmuş ve metropolitan alanlardan kaçma eğilimi olan sanayilere (örneğin traktör fb., treyler fb. gibi) kentsel servis, bölgesel altyapı, hammadde ve işgücü açısından bir alternatif oluşturmuştur. Ayrıca yerel hammadde kullanan bölge ve il ölçeğindeki gıda sektörleri burada konumlanmıştır. Bunun dışında, ağaç işleme, madeni eşya imali, oto ve zirai alet konularında gelişen; ulaşım, işgücü ve pazar imkanları değerlendirilen küçük sanayi mevcuttur.

Sakarya kenti hızlı bir nüfus artışına sahiptir. Bu artış ile nüfusu son 45 yılda 7 katını ( $N_{1945} = 32.617$ ;  $N_{1990} = 234.375$ ) aşmıştır. Erenler, nüfusu en hızlı artan yerleşim

Tablo 3.3  
Su Kullanımına ait Bilgiler

| Gülden Direkt Su Alan Kuruluşlar                                  | Çekilen Su Miktarları (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |       |       |       |       |         |        |         |       |       |       |        | Çekilen Su Miktarları (lt/sn) |      |       |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|-------------------------------|------|-------|
|                                                                   | Ocak                                                    | Şubat | Mart  | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim  | Kasım | Aralık | Toplam                        | Min. | Maks. |
| SEKA İzmit Mhessesesi                                             | 2.46                                                    | 2.46  | 2.46  | 2.46  | 2.46  | 2.46    | 2.46   | 2.46    | 2.46  | 2.46  | 2.46  | 2.46   | 29.54                         | 850  | 950   |
| PETKİM                                                            | 1.60                                                    | 1.60  | 1.60  | 1.60  | 1.60  | 1.60    | 1.60   | 1.60    | 1.60  | 1.60  | 1.60  | 1.60   | 19.21                         | 500  | 616   |
| Petro-Kinya A.Ş                                                   | 1.45                                                    | 1.45  | 1.45  | 1.45  | 1.45  | 1.45    | 1.45   | 1.45    | 1.45  | 1.45  | 1.45  | 1.45   | 17.42                         | 561  | 561   |
| Ara Toplam                                                        | 5.51                                                    | 5.51  | 5.51  | 5.51  | 5.51  | 5.51    | 5.51   | 5.51    | 5.51  | 5.51  | 5.51  | 5.51   | 66.17                         | 1911 | 1911  |
| Adapazarı Terkos Pomp.                                            | 1.21                                                    | 1.21  | 1.21  | 1.21  | 1.21  | 1.21    | 1.21   | 1.21    | 1.21  | 1.21  | 1.21  | 1.21   | 14.52                         | 467  | 467   |
| Adapazarı Bel. Tersi İnşaatı                                      | 3.63                                                    | 3.63  | 3.63  | 3.63  | 3.63  | 3.63    | 3.63   | 3.63    | 3.63  | 3.63  | 3.63  | 3.63   | 43.56                         | 1400 | 1400  |
| Ara Toplam                                                        | 10.35                                                   | 10.35 | 10.35 | 10.35 | 10.35 | 10.35   | 10.35  | 10.35   | 10.35 | 10.35 | 10.35 | 10.35  | 124.25                        | 3778 | 3994  |
| Çekilen Su Miktarları (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )           |                                                         |       |       |       |       |         |        |         |       |       |       |        |                               |      |       |
| Çarşuyu'ndan Su Alan Kuruluşlar (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | Çekilen Su Miktarları (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) |       |       |       |       |         |        |         |       |       |       |        | Çekilen Su Miktarları (lt/sn) |      |       |
| Yagon Fab.                                                        | 0.04                                                    | 0.04  | 0.04  | 0.04  | 0.04  | 0.04    | 0.04   | 0.04    | 0.04  | 0.04  | 0.04  | 0.04   | 0.48                          | 46   | 46    |
| Şeker Fab.                                                        | 1.64                                                    | ---   | ---   | ---   | ---   | ---     | ---    | 1.64    | 1.64  | 1.64  | 1.64  | 1.64   | 9.84                          | 632  | 632   |
| Nişkoç Fab.                                                       | 0.11                                                    | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11    | 0.11   | 0.11    | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11   | 1.32                          | 125  | 125   |
| Asit Fab.                                                         | 0.08                                                    | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08    | 0.08   | 0.08    | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.08   | 0.96                          | 62   | 62    |
| Royal Fab.                                                        | 0.12                                                    | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12    | 0.12   | 0.12    | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12   | 1.44                          | 141  | 141   |
| Ara Toplam                                                        | 1.99                                                    | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35    | 0.35   | 1.99    | 1.99  | 1.99  | 1.99  | 1.99   | 14.04                         | 1006 | 1006  |
| TOPLAM                                                            | 12.34                                                   | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70   | 10.70  | 12.34   | 12.34 | 12.34 | 12.34 | 12.34  | 138.24                        | 4784 | 5000  |

merkezi olup, nüfusu 45 yılda 25 katını ( $N_{1945} = 1.228$ ;  $N_{1990} = 31.013$ ) aşmıştır. 1955-1960 döneminde İstanbul-Ankara karayolunun açılışı nedeniyle nüfus artışında ani sıçrama olmuş ve hızlı artış sürecine girilmiştir. Serdivan'ın ana kentten daha kopuk oluşu nedeniyle, daha bağımsız ve istikrarlı nüfus artışı ile nüfusu 45 yılda 14 katına ( $N_{1945} = 2.003$ ;  $N_{1990} = 28.720$ ) ulaşmıştır.

Tablo 3.4'te Sakarya iline ait D.İ.E.'den alınmış olan 1985-1990 yılı nüfus sayımları ve logaritmik metot ile hesaplanan yıllık nüfus artış hızı (%) verilmiştir [18].

Tablo 3.4  
Sakarya İli Nüfusu ve Yıllık Nüfus Artış Hızı

| İL      | SAYIM YILI |                       |                 |         |                       |                 | YILLIK NÜFUS ARTIŞ HIZI<br>(%) |                       |                 |
|---------|------------|-----------------------|-----------------|---------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|
|         | 1985       |                       |                 | 1990    |                       |                 |                                |                       |                 |
| SAKARYA | Toplam     | İl ve İlçe Merkezleri | Bucak ve Köyler | Toplam  | İl ve İlçe Merkezleri | Bucak ve Köyler | Toplam                         | İl ve İlçe Merkezleri | Bucak ve Köyler |
|         | 610 500    | 259 617               | 350 883         | 683 061 | 297 759               | 385 302         | 22.46                          | 27.42                 | 18.71           |

### 3.5.2 Gelecekteki Nüfus Hesaplamalarında Esas Alınan Kriterler

Gelecekteki nüfus hesaplamalarına geçmeden önce, Adapazarı'nın Sakarya ilinin diğer yerleşim birimleri (müstakil belediyeler) olan Serdivan, Erenler, Hanlı, Karakamış, Nehirkent ve Yazlık ile içiçe bulunduğu ve Adapazarı'na ait depolardan bu yerleşimlerin de beslenmesi ve bir belediyeye ait olan bazı hatların zorunlu olarak diğer belediye sınırları içerisinde geçmesinden dolayı, bırakılacak olan uç debilerin belirlenmesi ve gelişmelerini birbirinden ayrı tutamayacağımız bu belediyelerin nüfus artış eğilimlerini ortak bir artış yüzdesine bağlamamız gereğinden yola çıkarak aşağıdaki bölümde önce İller Bankası yöntemi (geometrik dizi şeklinde artış), en küçük kareler yöntemi, aritmetik dizi şeklinde artış yöntemi sırasıyla kullanılarak her belediyenin ayrı ayrı 35 yıl sonrasının nüfusları hesaplanmıştır [19].

Projelendirme süresi olarak 35 yıl alınmıştır ( $1996+35=2031$ ). Yukarıdaki üç metot kullanılarak belediyelerin gelecekteki toplam nüfusları hesaplanmıştır.

Bununla yetinilmemiş, ortaya çıkan farklı artış katsayılarını aynı baza getirmek için önceden yapılmış olan içme suyu ve kanalizasyon projeleri ve imar planında öngörülmüş olan artış katsayısı gözönünde bulundurularak, duruma en uygun artış katsayısı seçilmeye çalışılmıştır. Bulunan ve önerilen bu değere göre hesaplanmış olan nüfuslar için ise gelecekteki su ihtiyacı hesaplanacaktır.

### 3.5.3 Belediyelerin Ayrı Ayrı Gelecekteki Nüfus Hesapları

#### 3.5.3.1 Adapazarı'nın Gelecekteki Nüfus Hesapları

Adapazarı'nın geçmiş yıllarda yapılmış olan resmi nüfus sayımı sonuçları şöyledir :

| Yıl   | 1935   | 1940   | 1945   | 1950   | 1955   | 1960   | 1965   | 1970    | 1975    | 1980    | 1985    | 1990    |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nüfus | 24 839 | 25 793 | 29 386 | 35 581 | 55 622 | 79 420 | 86 124 | 101 283 | 114 130 | 130 977 | 152 291 | 169 091 |

a) İller Bankası Yöntemi (Ortalama Çoğalma Esası ile) :

$$\text{Ç} = ((N_y / N_e)^{1/a} - 1) * 100$$

$$N_g = N_y * (1 + \text{Ç}/100)^n$$

Ç : Çoğalma katsayısı

$N_y$  : Son nüfus sayımında tespit edilen nüfus

$N_e$  : Eski nüfus sayımında tespit edilen nüfus

a : Bu iki nüfus sayımı arasında yıl olarak geçen süre

n : Son nüfus sayımından nüfusu hesaplanacak tarihe kadar geçecek yıl sayısı

$N_g$  : Gelecekteki nüfus

| Yıllar | Nüfus   | $a = N_{1990} - N_e$ | $N_y / N_e$ | Çoğalma Katsayısı         |
|--------|---------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 1935   | 24 839  | 55                   | 6.81        | 3.55                      |
| 1940   | 25 793  | 50                   | 6.56        | 3.83                      |
| 1945   | 29 386  | 45                   | 5.75        | 3.96                      |
| 1950   | 35 581  | 40                   | 4.75        | 3.97                      |
| 1955   | 55 622  | 35                   | 3.04        | 3.23                      |
| 1960   | 79 420  | 30                   | 2.13        | 2.55                      |
| 1965   | 86 124  | 25                   | 1.96        | 2.73                      |
| 1970   | 101 283 | 20                   | 1.67        | 2.60                      |
| 1975   | 114 130 | 15                   | 1.48        | 2.65                      |
| 1980   | 130 977 | 10                   | 1.29        | 2.58                      |
| 1985   | 152 291 | 5                    | 1.11        | 2.11                      |
| 1990   | 169 091 | —                    | —           | $\Sigma \text{Ç} = 33.76$ |

$\dot{C}_{ort} = 33.76 / 11 = 3.07$  bulunur.

$N_g = N_{2031} = N_{1990} * (1 + \dot{C}_{ort}/100)^{41} = 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{41} = 584\,176$  kişi bulunur.

Kabul ettiğimiz bu çoğalma katsayısına göre 5'er yıllık aralarla nüfus tahmin hesapları aşağıdaki gibidir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\dot{C}_{ort} = 3.07$ ) :

$$\begin{aligned} N_{1996} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^6 = 202\,728 \\ N_{2001} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{11} = 235\,817 \\ N_{2006} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{16} = 274\,307 \\ N_{2011} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{21} = 319\,079 \\ N_{2016} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{26} = 371\,159 \\ N_{2021} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{31} = 431\,739 \\ N_{2026} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{36} = 502\,207 \\ N_{2031} &= 169\,091 * (1 + 3.07/100)^{41} = 584\,176 \end{aligned}$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasındaki çoğalma katsayıları hesaplanıp ortalaması alındığında ( $a = 5$ ) ise  $\dot{C}_{ort} = 3.58$  bulunmuştur. Bu katsayıya göre 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus tahmin hesabı ise şöyledir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\dot{C}_{ort} = 3.58$ ) :

$$\begin{aligned} N_{1996} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^6 = 208\,822 \\ N_{2001} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{11} = 248\,975 \\ N_{2006} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{16} = 296\,849 \\ N_{2011} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{21} = 353\,928 \\ N_{2016} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{26} = 421\,982 \\ N_{2021} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{31} = 503\,122 \\ N_{2026} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{36} = 599\,864 \\ N_{2031} &= 169\,091 * (1 + 3.58/100)^{41} = 715\,208 \end{aligned}$$

b) En Küçük Kareler Yöntemine Göre :

| Yıllar | n  | X              | Y                        | X*Y                       | X <sup>2</sup>        |
|--------|----|----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1935   | 1  | -27.5          | 24 839                   | -683 073                  | 756.25                |
| 1940   | 2  | -22.5          | 25 793                   | -580 343                  | 506.25                |
| 1945   | 3  | -17.5          | 29 386                   | -514 255                  | 306.25                |
| 1950   | 4  | -12.5          | 35 581                   | -444 763                  | 156.25                |
| 1955   | 5  | -7.5           | 55 622                   | -417 165                  | 56.25                 |
| 1960   | 6  | -2.5           | 79 420                   | -198 550                  | 6.25                  |
| 1965   | 7  | 2.5            | 86 124                   | 215 310                   | 6.25                  |
| 1970   | 8  | 7.5            | 101 283                  | 759 623                   | 56.25                 |
| 1975   | 9  | 12.5           | 114 130                  | 1 426 625                 | 156.25                |
| 1980   | 10 | 17.5           | 130 977                  | 2 292 098                 | 306.25                |
| 1985   | 11 | 22.5           | 152 291                  | 3 426 548                 | 506.25                |
| 1990   | 12 | 27.5           | 169 091                  | 4 650 003                 | 756.25                |
|        |    | $\Sigma X = 0$ | $\Sigma Y = 1\,004\,537$ | $\Sigma XY = 9\,932\,058$ | $\Sigma X^2 = 3\,575$ |

$$Y = a + b.X$$

$$a = \Sigma Y / n = 1\,004\,537 / 12 = 83\,711$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2 = 9\,932\,058 / 3575 = 2\,778$$

Hesaplanan bu değerlere göre gelecekteki yılların nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$Y = 83\,711 + 2\,778 \cdot X$$

$$Y_{1996} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 33.5 = 176\,774$$

$$Y_{2001} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 38.5 = 190\,664$$

$$Y_{2006} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 43.5 = 204\,554$$

$$Y_{2011} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 48.5 = 218\,444$$

$$Y_{2016} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 53.5 = 232\,334$$

$$Y_{2021} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 58.5 = 246\,224$$

$$Y_{2026} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 63.5 = 260\,114$$

$$Y_{2031} = 83\,711 + 2\,778 \cdot 68.5 = 274\,004$$

c) Aritmetik Dizi Şeklinde Artışa göre :

Gelecekteki nüfusun tespitinde nüfus artışının lineer olduğu kabulü ile yapılan hesap yöntemidir.

$$p = 1/a \cdot (1 - N_e / N_y)$$

$$N_g = N_y \cdot (1 + p \cdot n)$$

p : Yıllık nüfus artış oranı (%)

N<sub>y</sub> : Son nüfus sayımında tespit edilen nüfus

N<sub>e</sub> : Eski nüfus sayımında tespit edilen nüfus

a : Bu iki nüfus sayımı arasında yıl olarak geçen süre

n : Son nüfus sayımından nüfusu hesaplanacak tarihe kadar geçecek yıl sayısı

N<sub>g</sub> : Gelecekteki nüfus

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | <i>a</i> | <i>p ( % )</i>     |
|---------------|--------------|----------|--------------------|
| 1935          | 24 839       | 55       | 1.55               |
| 1940          | 25 793       | 50       | 1.69               |
| 1945          | 29 386       | 45       | 1.84               |
| 1950          | 35 581       | 40       | 1.97               |
| 1955          | 55 622       | 35       | 1.92               |
| 1960          | 79 420       | 30       | 1.77               |
| 1965          | 86 124       | 25       | 1.96               |
| 1970          | 101 283      | 20       | 2.01               |
| 1975          | 114 130      | 15       | 2.17               |
| 1980          | 130 977      | 10       | 2.25               |
| 1985          | 152 291      | 5        | 1.99               |
| 1990          | 169 091      | ---      | $\Sigma p = 21.12$ |

$$p_{ort} = 21.12 / 11 = \% 1.92$$

Hesaplanan bu değere göre gelecekteki nüfus projeksiyonu :

$$\begin{aligned}
 N_{1996} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 6) = 188\,570 \\
 N_{2001} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 11) = 204\,803 \\
 N_{2006} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 16) = 221\,036 \\
 N_{2011} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 21) = 237\,268 \\
 N_{2016} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 26) = 253\,501 \\
 N_{2021} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 31) = 269\,734 \\
 N_{2026} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 36) = 285\,967 \\
 N_{2031} &= 169\,091 \cdot (1 + 1.92/100 \cdot 41) = 302\,199
 \end{aligned}$$

Aynı yöntemde 5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında ( $a=5$ ) yıllık nüfus artış oranları hesaplanıp ortalaması alındığında ise  $p = \% 3.09$  bulunur. Bu artış değerine göre 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus projeksiyonu aşağıdaki gibidir :

$$\begin{aligned}
 N_{1996} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 6) = 200\,440 \\
 N_{2001} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 11) = 226\,565 \\
 N_{2006} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 16) = 252\,690 \\
 N_{2011} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 21) = 278\,814 \\
 N_{2016} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 26) = 304\,939 \\
 N_{2021} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 31) = 331\,063 \\
 N_{2026} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 36) = 357\,188 \\
 N_{2031} &= 169\,091 \cdot (1 + 3.09/100 \cdot 41) = 383\,312
 \end{aligned}$$

### 3.5.3.2 Serdivan'ın Gelecekteki Nüfus Hesapları

Serdivan'ın geçmiş yıllarda yapılmış olan resmi nüfus sayımı sonuçları şöyledir :

| Yıl   | 1945  | 1950  | 1955  | 1960  | 1965  | 1970  | 1975   | 1980   | 1985   | 1990   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Nüfus | 2 003 | 2 500 | 3 265 | 5 873 | 7 891 | 9 555 | 12 257 | 17 320 | 22 357 | 28 720 |

a) İller Bankası Yöntemi (Ortalama Çoğalma Esası ile) :

| Yıllar | Nüfus  | $a = N_{1990} - N_e$ | $N_y / N_e$ | Çoğalma Katsayısı         |
|--------|--------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 1945   | 2 003  | 45                   | 14.34       | 6.10                      |
| 1950   | 2 500  | 40                   | 11.49       | 6.29                      |
| 1955   | 3 265  | 35                   | 8.80        | 6.41                      |
| 1960   | 5 873  | 30                   | 4.89        | 5.43                      |
| 1965   | 7 891  | 25                   | 3.64        | 5.30                      |
| 1970   | 9 555  | 20                   | 3.01        | 5.66                      |
| 1975   | 12 257 | 15                   | 2.34        | 5.83                      |
| 1980   | 17 320 | 10                   | 1.66        | 5.20                      |
| 1985   | 22 357 | 5                    | 1.28        | 5.06                      |
| 1990   | 28 720 | ---                  | ---         | $\Sigma \text{Ç} = 51.29$ |

$\bar{C}_{ort} = 51.29 / 9 = 5.70$  bulunur.

Kabul ettiğimiz bu çoğalma katsayısına göre 5'er yıllık aralarla nüfus tahmin hesapları aşağıdaki gibidir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\bar{C}_{ort} = 5.70$ ) :

$$\begin{aligned} N_{1996} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^6 = 40\,053 \\ N_{2001} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{11} = 52\,846 \\ N_{2006} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{16} = 69\,724 \\ N_{2011} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{21} = 91\,994 \\ N_{2016} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{26} = 121\,376 \\ N_{2021} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{31} = 160\,143 \\ N_{2026} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{36} = 211\,292 \\ N_{2031} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.70/100)^{41} = 278\,778 \end{aligned}$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasındaki çoğalma katsayıları hesaplanıp ortalaması alınırsa  $\bar{C}_{ort} = 6.12$  bulunur. Bu çoğalma katsayısı ile 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus projeksiyonu ise şöyledir .

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\bar{C}_{ort} = 6.12$ ) :

$$\begin{aligned} N_{1996} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^6 = 41\,017 \\ N_{2001} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{11} = 55\,202 \\ N_{2006} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{16} = 74\,292 \\ N_{2011} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{21} = 99\,983 \\ N_{2016} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{26} = 134\,559 \\ N_{2021} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{31} = 181\,092 \\ N_{2026} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{36} = 243\,717 \\ N_{2031} &= 28\,720 \cdot (1 + 6.12/100)^{41} = 327\,998 \end{aligned}$$

b) En Küçük Kareler Yöntemine Göre :

| Yıllar | n  | X              | Y                     | XY                        | X <sup>2</sup>        |
|--------|----|----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1945   | 1  | -22.5          | 2 003                 | -45 068                   | 506.25                |
| 1950   | 2  | -17.5          | 2 500                 | -43 750                   | 306.25                |
| 1955   | 3  | -12.5          | 3 265                 | -40 813                   | 156.25                |
| 1960   | 4  | -7.5           | 5 873                 | -44 048                   | 56.25                 |
| 1965   | 5  | -2.5           | 7 891                 | -19 728                   | 6.25                  |
| 1970   | 6  | 2.5            | 9 555                 | 23 888                    | 6.25                  |
| 1975   | 7  | 7.5            | 12 257                | 91 928                    | 56.25                 |
| 1980   | 8  | 12.5           | 17 320                | 216 500                   | 156.25                |
| 1985   | 9  | 17.5           | 22 357                | 391 248                   | 306.25                |
| 1990   | 10 | 22.5           | 28 720                | 646 200                   | 506.25                |
|        |    | $\Sigma X = 0$ | $\Sigma Y = 111\,741$ | $\Sigma XY = 1\,176\,357$ | $\Sigma X^2 = 2\,063$ |

$$Y = a + b.X$$

$$a = \Sigma Y / n = 111\,741 / 10 = 11\,174$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2 = 1\,176\,357 / 2063 = 570$$

Hesaplanan bu değerlere göre gelecekteki yılların nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$Y = 11\,174 + 570 \cdot X$$

$$Y_{1996} = 11\,174 + 570 \cdot 28.5 = 27\,419$$

$$Y_{2001} = 11\,174 + 570 \cdot 33.5 = 30\,269$$

$$Y_{2006} = 11\,174 + 570 \cdot 38.5 = 33\,119$$

$$Y_{2011} = 11\,174 + 570 \cdot 43.5 = 35\,969$$

$$Y_{2016} = 11\,174 + 570 \cdot 48.5 = 38\,819$$

$$Y_{2021} = 11\,174 + 570 \cdot 53.5 = 41\,669$$

$$Y_{2026} = 11\,174 + 570 \cdot 58.5 = 44\,519$$

$$Y_{2031} = 11\,174 + 570 \cdot 63.5 = 47\,369$$

c) Aritmetik Dizi Şeklinde Artışa Göre :

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | <i>a</i> | <i>p ( % )</i>     |
|---------------|--------------|----------|--------------------|
| 1945          | 2 003        | 45       | 2.07               |
| 1950          | 2 500        | 40       | 2.28               |
| 1955          | 3 265        | 35       | 2.53               |
| 1960          | 5 873        | 30       | 2.65               |
| 1965          | 7 891        | 25       | 2.90               |
| 1970          | 9 555        | 20       | 3.34               |
| 1975          | 12 257       | 15       | 3.82               |
| 1980          | 17 320       | 10       | 3.97               |
| 1985          | 22 357       | 5        | 4.43               |
| 1990          | 28 720       | —        | $\Sigma p = 27.99$ |

$$p_{ort} = 27.99 / 9 = \% 3.11 \text{ bulunur.}$$

Bu nüfus artış oranına göre nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$N_{1996} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 6) = 34\,079$$

$$N_{2001} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 11) = 38\,545$$

$$N_{2006} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 16) = 43\,011$$

$$N_{2011} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 21) = 47\,477$$

$$N_{2016} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 26) = 51\,943$$

$$N_{2021} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 31) = 56\,409$$

$$N_{2026} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 36) = 60\,875$$

$$N_{2031} = 28\,720 \cdot (1 + 3.11/100 \cdot 41) = 65\,341$$

5 yıl arayla yapılmış olan nüfus sayımları arasında hesaplanan ( $a=5$ ) nüfus artış oranlarının ortalaması alındığında ise  $p_{ort} = \% 5.04$  bulunur. Hesaplanan bu değere göre 5'er yıl arayla yapılan nüfus tahminleri aşağıdaki gibidir :

$$\begin{aligned}
N_{1996} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 6) = 37\,405 \\
N_{2001} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 11) = 44\,642 \\
N_{2006} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 16) = 51\,880 \\
N_{2011} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 21) = 59\,117 \\
N_{2016} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 26) = 66\,355 \\
N_{2021} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 31) = 73\,592 \\
N_{2026} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 36) = 80\,830 \\
N_{2031} &= 28\,720 \cdot (1 + 5.04/100 \cdot 41) = 88\,067
\end{aligned}$$

### 3.5.3.3 Erenler'in Gelecekteki Nüfus Hesapları :

Erenler'in geçmiş yıllarda yapılmış olan resmi nüfus sayımı sonuçları şöyledir :

| Yıl   | 1945  | 1950  | 1955  | 1960  | 1965  | 1970  | 1975   | 1980   | 1985   | 1990   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Nüfus | 1 228 | 1 363 | 1 688 | 6 023 | 9 587 | 8 192 | 10 544 | 15 372 | 22 919 | 31 013 |

a) İller Bankası Yöntemi (Ortalama Çoğalma Esası ile) :

| Yıllar | Nüfus  | $a = N_{1990} - N_e$ | $N_y / N_e$ | Çoğalma Katsayısı         |
|--------|--------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 1945   | 1 228  | 45                   | 25.25       | 7.44                      |
| 1950   | 1 363  | 40                   | 22.75       | 8.12                      |
| 1955   | 1 688  | 35                   | 18.37       | 8.67                      |
| 1960   | 6 023  | 30                   | 5.15        | 5.62                      |
| 1965   | 9 587  | 25                   | 3.23        | 4.80                      |
| 1970   | 8 192  | 20                   | 3.79        | 6.89                      |
| 1975   | 10 544 | 15                   | 2.94        | 7.45                      |
| 1980   | 15 372 | 10                   | 2.02        | 7.28                      |
| 1985   | 22 919 | 5                    | 1.35        | 6.19                      |
| 1990   | 31 013 | ---                  | ---         | $\Sigma \text{Ç} = 62.46$ |

$\text{Ç}_{\text{ort}} = 62.46 / 9 = 6.94$  bulunur.

Kabul ettiğimiz bu çoğalma katsayısına göre 5'er yıllık aralarla nüfus tahmin hesapları şöyledir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesapları ( $\text{Ç} = 6.94$ ) :

$$\begin{aligned}
N_{1996} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^6 = 46\,386 \\
N_{2001} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{11} = 64\,876 \\
N_{2006} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{16} = 90\,737 \\
N_{2011} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{21} = 126\,908 \\
N_{2016} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{26} = 177\,496 \\
N_{2021} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{31} = 248\,250 \\
N_{2026} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{36} = 347\,208 \\
N_{2031} &= 31\,013 \cdot (1 + 6.94/100)^{41} = 485\,614
\end{aligned}$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında hesaplanan ( $a=5$ ) çoğalma katsayılarının ortalaması alındığı takdirde  $\bar{C}_{ort} = 7.74$  bulunur. Bu çoğalma katsayısına göre 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus tahmin hesapları aşağıdaki gibidir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesapları ( $\bar{C}_{ort} = 7.74$ ) :

$$\begin{aligned} N_{1996} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^6 = 48\,507 \\ N_{2001} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{11} = 70\,419 \\ N_{2006} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{16} = 102\,229 \\ N_{2011} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{21} = 148\,409 \\ N_{2016} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{26} = 215\,449 \\ N_{2021} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{31} = 312\,773 \\ N_{2026} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{36} = 454\,062 \\ N_{2031} &= 31\,013 \cdot (1 + 7.74/100)^{41} = 659\,173 \end{aligned}$$

b) En Küçük Kareler Yöntemine Göre :

| Yıllar | n  | X              | Y                     | X*Y                       | X <sup>2</sup>        |
|--------|----|----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1945   | 1  | -22.5          | 1 228                 | -27 630                   | 506.25                |
| 1950   | 2  | -17.5          | 1 363                 | -23 853                   | 306.25                |
| 1955   | 3  | -12.5          | 1 688                 | -21 100                   | 156.25                |
| 1960   | 4  | -7.5           | 6 023                 | -45 173                   | 56.25                 |
| 1965   | 5  | -2.5           | 9 587                 | -23 968                   | 6.25                  |
| 1970   | 6  | 2.5            | 8 192                 | 20 480                    | 6.25                  |
| 1975   | 7  | 7.5            | 10 544                | 79 080                    | 56.25                 |
| 1980   | 8  | 12.5           | 15 372                | 192 150                   | 156.25                |
| 1985   | 9  | 17.5           | 22 919                | 401 083                   | 306.25                |
| 1990   | 10 | 22.5           | 31 013                | 697 793                   | 506.25                |
|        |    | $\Sigma X = 0$ | $\Sigma Y = 107\,929$ | $\Sigma XY = 1\,248\,862$ | $\Sigma X^2 = 2\,063$ |

$$Y = a + b \cdot X$$

$$a = \Sigma Y / n = 107\,929 / 10 = 10\,793$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2 = 1\,248\,862 / 2063 = 605$$

Hesaplanan bu değerlere göre gelecekteki yılların nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$Y = 10\,793 + 605 \cdot X$$

$$Y_{1996} = 10\,793 + 605 \cdot 28.5 = 28\,036$$

$$Y_{2001} = 10\,793 + 605 \cdot 33.5 = 31\,061$$

$$Y_{2006} = 10\,793 + 605 \cdot 38.5 = 34\,086$$

$$Y_{2011} = 10\,793 + 605 \cdot 43.5 = 37\,111$$

$$Y_{2016} = 10\,793 + 605 \cdot 48.5 = 40\,136$$

$$Y_{2021} = 10\,793 + 605 \cdot 53.5 = 43\,161$$

$$Y_{2026} = 10\,793 + 605 \cdot 58.5 = 46\,186$$

$$Y_{2031} = 10\,793 + 605 \cdot 63.5 = 49\,211$$

c) Aritmetik Dizi Şeklinde Artışa Göre :

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | <i>a</i> | <i>p ( % )</i>     |
|---------------|--------------|----------|--------------------|
| 1945          | 1 228        | 45       | 2.13               |
| 1950          | 1 363        | 40       | 2.39               |
| 1955          | 1 688        | 35       | 2.70               |
| 1960          | 6 023        | 30       | 2.69               |
| 1965          | 9 587        | 25       | 2.76               |
| 1970          | 8 192        | 20       | 3.68               |
| 1975          | 10 544       | 15       | 4.40               |
| 1980          | 15 372       | 10       | 5.04               |
| 1985          | 22 919       | 5        | 5.22               |
| 1990          | 31 013       | —        | $\Sigma p = 31.01$ |

$p_{ort} = 31.01 / 9 = \% 3.45$  bulunur.

$$N_{1996} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 6) = 37\ 433$$

$$N_{2001} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 11) = 42\ 782$$

$$N_{2006} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 16) = 48\ 132$$

$$N_{2011} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 21) = 53\ 482$$

$$N_{2016} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 26) = 58\ 832$$

$$N_{2021} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 31) = 64\ 181$$

$$N_{2026} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 36) = 69\ 531$$

$$N_{2031} = 31\ 013 * (1 + 3.45/100 * 41) = 74\ 881$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımlarında ( $a=5$ ) yıllık nüfus artış oranları hesaplanır ve ortalaması alınırsa  $p_{ort} = \% 5.20$  bulunur. Bu değere göre 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus tahminleri ise şöyledir :

$$N_{1996} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 6) = 40\ 689$$

$$N_{2001} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 11) = 48\ 752$$

$$N_{2006} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 16) = 56\ 816$$

$$N_{2011} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 21) = 64\ 879$$

$$N_{2016} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 26) = 72\ 943$$

$$N_{2021} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 31) = 81\ 006$$

$$N_{2026} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 36) = 89\ 069$$

$$N_{2031} = 31\ 013 * (1 + 5.20/100 * 41) = 97\ 133$$

#### 3.5.3.4 Hanlı'nın Gelecekteki Nüfus Hesapları :

Hanlı'nın geçmiş yıllarda yapılmış olan resmi nüfus sayımı sonuçları şöyledir :

| <i>Yıl</i>   | <i>1965</i> | <i>1970</i> | <i>1975</i> | <i>1980</i> | <i>1985</i> | <i>1990</i> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Nüfus</i> | 1 133       | 879         | 854         | 1 184       | 1 209       | 2 343       |

a) İller Bankası Yöntemi (Ortalama Çoğalma Esası ile) :

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | $a = N_{1990} - N_e$ | $N_y / N_e$ | <i>Çoğalma Katsayısı</i>  |
|---------------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 1965          | 1 133        | 25                   | 2.07        | 2.95                      |
| 1970          | 879          | 20                   | 2.67        | 5.03                      |
| 1975          | 854          | 15                   | 2.74        | 6.95                      |
| 1980          | 1 184        | 10                   | 1.98        | 7.07                      |
| 1985          | 1 209        | 5                    | 1.94        | 14.17                     |
| 1990          | 2 343        | —                    | —           | $\Sigma \text{Ç} = 36.17$ |

$\text{Ç}_{\text{ort}} = 36.17 / 5 = 7.23$  bulunur.

Kabul ettiğimiz bu çoğalma katsayısına göre 5'er yıllık aralarla nüfus tahmin hesapları ise şöyledir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\text{Ç}_{\text{ort}} = 7.23$ ) :

$$\begin{aligned}
 N_{1996} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^6 = 3\,562 \\
 N_{2001} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{11} = 5\,050 \\
 N_{2006} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{16} = 7\,159 \\
 N_{2011} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{21} = 10\,149 \\
 N_{2016} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{26} = 14\,388 \\
 N_{2021} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{31} = 20\,398 \\
 N_{2026} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{36} = 28\,917 \\
 N_{2031} &= 2343 * (1 + 7.23 / 100)^{41} = 40\,996
 \end{aligned}$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında hesaplanan ( $a=5$ ) çoğalma katsayılarının ortalaması alındığında ise  $\text{Ç}_{\text{ort}} = 3.16$  bulunur. Bu değere göre yapılan nüfus projeksiyonu aşağıdaki gibidir :

5'er Yıllık Aralarla Nüfus Tahmin Hesabı ( $\text{Ç}_{\text{ort}} = 3.16$ ) :

$$\begin{aligned}
 N_{1996} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^6 = 2\,824 \\
 N_{2001} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{11} = 3\,299 \\
 N_{2006} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{16} = 3\,854 \\
 N_{2011} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{21} = 4\,503 \\
 N_{2016} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{26} = 5\,261 \\
 N_{2021} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{31} = 6\,146 \\
 N_{2026} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{36} = 7\,181 \\
 N_{2031} &= 2\,343 * (1 + 3.16 / 100)^{41} = 8\,390
 \end{aligned}$$

b) En Küçük Kareler Yöntemine Göre :

| <i>Yıllar</i> | <i>n</i> | <i>X</i>       | <i>Y</i>           | <i>XY</i>            | <i>X<sup>2</sup></i> |
|---------------|----------|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1965          | 1        | -12.5          | 1 133              | -14 163              | 156.25               |
| 1970          | 2        | -7.5           | 879                | -6 593               | 56.25                |
| 1975          | 3        | -2.5           | 854                | -2 135               | 6.25                 |
| 1980          | 4        | 2.5            | 1 184              | 2 960                | 6.25                 |
| 1985          | 5        | 7.5            | 1 209              | 9 068                | 56.25                |
| 1990          | 6        | 12.5           | 2 343              | 29 288               | 156.25               |
|               |          | $\Sigma X = 0$ | $\Sigma Y = 7 602$ | $\Sigma XY = 18 425$ | $\Sigma X^2 = 437.5$ |

$$Y = a + b \cdot X$$

$$a = \Sigma Y / n = 7602 / 6 = 1267$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2 = 18 425 / 437.5 = 42$$

Hesaplanan bu değerlere göre gelecekteki yılların nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$Y = 1267 + 42 \cdot X$$

$$Y_{1996} = 1267 + 42 \cdot 18.5 = 2044$$

$$Y_{2001} = 1267 + 42 \cdot 23.5 = 2254$$

$$Y_{2006} = 1267 + 42 \cdot 28.5 = 2464$$

$$Y_{2011} = 1267 + 42 \cdot 33.5 = 2674$$

$$Y_{2016} = 1267 + 42 \cdot 38.5 = 2884$$

$$Y_{2021} = 1267 + 42 \cdot 43.5 = 3094$$

$$Y_{2026} = 1267 + 42 \cdot 48.5 = 3304$$

$$Y_{2031} = 1267 + 42 \cdot 53.5 = 3514$$

İller Bankası tarafından Şubat 1995 yılında yapılan Hanlı'ya ait İçmesuyu Hidrolojik ve Hidrojeolojik Etüd Raporu'nda İller Bankası yöntemi ile nüfus hesapları yapılmış  $\text{Ç}=3$  ve  $\text{Ç}=7$  olarak ayrı ayrı 5'er yıllık aralarla hesaplamalar yapılmış ve her iki çoğalma katsayısı ile yapılan hesaplar gerçekçi görülmemiştir. İleride sanayide canlanmaya bağlı olarak ilk on sene ve sonrasında artışlar olacağı düşünülmüş ve ilk 10 senelik nüfus çoğalma katsayısı  $\text{Ç}=3$ , daha sonraki yıllar için ise  $\text{Ç}=7$  almanın gerçekçi olacağı düşünülmüştür.

c ) Aritmetik Dizi Şeklinde Artışa Göre :

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | <i>a</i> | <i>p ( % )</i>     |
|---------------|--------------|----------|--------------------|
| 1965          | 1 133        | 25       | 2.07               |
| 1970          | 879          | 20       | 3.12               |
| 1975          | 854          | 15       | 4.24               |
| 1980          | 1 184        | 10       | 4.95               |
| 1985          | 1 209        | 5        | 9.68               |
| 1990          | 2 343        | —        | $\Sigma p = 24.06$ |

$$p_{ort} = 24.06 / 5 = \% 4.81$$

$$N_{1996} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 6) = 3\,019$$

$$N_{2001} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 11) = 3\,583$$

$$N_{2006} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 16) = 4\,146$$

$$N_{2011} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 21) = 4\,710$$

$$N_{2016} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 26) = 5\,273$$

$$N_{2021} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 31) = 5\,837$$

$$N_{2026} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 36) = 6\,400$$

$$N_{2031} = 2\,343 * (1 + 4.81/100 * 41) = 6\,964$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında (a=5) yıllık nüfus artış oranları hesaplanıp ortalaması alındığında ise  $p_{ort} = \% 1.86$  bulunur. Bulunan bu değere göre 5'er yıllık aralarla yapılan nüfus projeksiyonu ise şöyledir :

$$N_{1996} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 6) = 2\,604$$

$$N_{2001} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 11) = 2\,822$$

$$N_{2006} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 16) = 3\,040$$

$$N_{2011} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 21) = 3\,258$$

$$N_{2016} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 26) = 3\,476$$

$$N_{2021} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 31) = 3\,694$$

$$N_{2026} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 36) = 3\,912$$

$$N_{2031} = 2\,343 * (1 + 1.86/100 * 41) = 4\,130$$

### 3.5.3.5 Yazlık'm Gelecekteki Nüfus Hesapları

Belediyenin yalnızca 1990 yılı nüfus sayımı bulunmaktadır. İller Bankası tarafından 14/1/1993 tarihinde yapılan Hidrolojik ve Hidrojeolojik Etüd Raporu'na göre, Yazlık Belediyesi'nin Adapazarı'na çok yakın olması nedeni ve imar planı yapıldıktan sonra Adapazarı nüfusunun bu tarafa kayma olasılığı yüksek olduğundan  $\text{Ç}=3$  kabul edilmiştir.

Bu durumda 5'er yıllık aralarla nüfus tahmin hesabı şöyledir :

$$N_{1996} = 3\,208 * (1 + 3/100)^6 = 3\,831$$

$$N_{2001} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{11} = 4\,441$$

$$N_{2006} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{16} = 5\,148$$

$$N_{2011} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{21} = 5\,968$$

$$N_{2016} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{26} = 6\,918$$

$$N_{2021} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{31} = 8\,020$$

$$N_{2026} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{36} = 9\,298$$

$$N_{2031} = 3\,208 * (1 + 3/100)^{41} = 10\,779 \text{ kişi bulunur.}$$

### 3.5.4 Belediyelerin Gelecekteki Toplam Nüfus Hesapları :

Sakarya ilinin Adapazarı, Serdivan, Erenler, Hanlı ve Yazlık Belediyelerinin nüfus sayım sonuçları ve toplam değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Yeni kurulan Karakamış ve Nehirkent Belediyeleri Erenler ve Hanlı Belediye hudutları içindedir.

#### NÜFUSLAR :

| Yıllar | ADAPAZARI | SERDİVAN | ERENLER | HANLI | YAZLIK | TOPLAM  |
|--------|-----------|----------|---------|-------|--------|---------|
| 1945   | 29 386    | 2 003    | 1 228   | —     | —      | 32 617  |
| 1950   | 35 581    | 2 00     | 1 363   | —     | —      | 39 444  |
| 1955   | 55 622    | 3 265    | 1 688   | —     | —      | 60 575  |
| 1960   | 79 420    | 5 873    | 6 023   | —     | —      | 91 316  |
| 1965   | 86 124    | 7 891    | 9 587   | 1 133 | —      | 104 735 |
| 1970   | 101 283   | 9 555    | 8 192   | 879   | —      | 119 909 |
| 1975   | 114 130   | 12 257   | 10 544  | 854   | —      | 137 785 |
| 1980   | 130 977   | 17 320   | 15 372  | 1 184 | —      | 164 853 |
| 1985   | 152 291   | 22 357   | 22 919  | 1 209 | —      | 198 776 |
| 1990   | 169 091   | 28 720   | 31 013  | 2 343 | 3 208  | 234 375 |

Bu nüfus sayım sonuçlarına göre Hanlı ve Yazlık Belediyelerinin önceki nüfus sayımlarının bulunmaması, toplam bir nüfus projeksiyonu yapılmasına engel değildir. Zira bu yerleşim birimleri sonradan ayrılmıştır.

#### a) İller Bankası Yöntemi (Ortalama Çoğalma Esası ile) :

| Yıllar | Nüfus   | $a = N_{1990} - N_e$ | $N_y / N_e$ | Çoğalma Katsayısı         |
|--------|---------|----------------------|-------------|---------------------------|
| 1945   | 32 617  | 45                   | 7.19        | 4.48                      |
| 1950   | 39 444  | 40                   | 5.94        | 4.55                      |
| 1955   | 60 575  | 35                   | 3.87        | 3.94                      |
| 1960   | 91 316  | 30                   | 2.57        | 3.20                      |
| 1965   | 104 735 | 25                   | 2.24        | 3.28                      |
| 1970   | 119 909 | 20                   | 1.95        | 3.40                      |
| 1975   | 137 785 | 15                   | 1.70        | 3.60                      |
| 1980   | 164 853 | 10                   | 1.42        | 3.57                      |
| 1985   | 198 776 | 5                    | 1.18        | 3.37                      |
| 1990   | 234 375 | —                    | —           | $\Sigma \text{Ç} = 33.39$ |

$\text{Ç}_{\text{ort}} = 33.39 / 9 = 3.71$  bulunur.

Hesaplanan bu değere göre gelecekteki nüfus tahmin hesapları şöyledir :

$$N_{1996} = 234\,375 \cdot (1 + 3.71/100)^6 = 291\,632$$

$$N_{2001} = 234\,375 \cdot (1 + 3.71/100)^{11} = 349\,895$$

$$N_{2006} = 234\,375 \cdot (1 + 3.71/100)^{16} = 419\,799$$

$$\begin{aligned}
N_{2011} &= 234\,375 \cdot (1+3.71/100)^{21} = 503\,668 \\
N_{2016} &= 234\,375 \cdot (1+3.71/100)^{26} = 604\,293 \\
N_{2021} &= 234\,375 \cdot (1+3.71/100)^{31} = 725\,022 \\
N_{2026} &= 234\,375 \cdot (1+3.71/100)^{36} = 869\,870 \\
N_{2031} &= 234\,375 \cdot (1+3.71/100)^{41} = 1\,043\,656
\end{aligned}$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında ( $a=5$ ) çoğalma katsayıları hesaplanıp ortalaması alındığı zaman ise  $\bar{C}_{ort} = 4.50$  bulunmuştur. Bu değere göre yapılan nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$\begin{aligned}
N_{1996} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^6 = 305\,217 \\
N_{2001} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{11} = 380\,356 \\
N_{2006} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{16} = 473\,993 \\
N_{2011} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{21} = 590\,682 \\
N_{2016} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{26} = 736\,097 \\
N_{2021} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{31} = 917\,310 \\
N_{2026} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{36} = 1\,143\,136 \\
N_{2031} &= 234\,375 \cdot (1+4.50/100)^{41} = 1\,424\,555
\end{aligned}$$

b) En Küçük Kareler Yöntemine Göre :

| Yıllar | n  | X              | Y                        | X.Y                       | X <sup>2</sup>        |
|--------|----|----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1945   | 1  | -22.5          | 32 617                   | -733 883                  | 506.25                |
| 1950   | 2  | -17.5          | 39 444                   | -690 270                  | 306.25                |
| 1955   | 3  | -12.5          | 60 575                   | -757 188                  | 156.25                |
| 1960   | 4  | -7.5           | 91 316                   | -684 870                  | 56.25                 |
| 1965   | 5  | -2.5           | 104 735                  | -261 838                  | 6.25                  |
| 1970   | 6  | 2.5            | 119 909                  | 299 773                   | 6.25                  |
| 1975   | 7  | 7.5            | 137 785                  | 1 033 388                 | 56.25                 |
| 1980   | 8  | 12.5           | 164 853                  | 2 060 663                 | 156.25                |
| 1985   | 9  | 17.5           | 198 776                  | 3 478 580                 | 306.25                |
| 1990   | 10 | 22.5           | 234 375                  | 5 273 438                 | 506.25                |
|        |    | $\Sigma X = 0$ | $\Sigma Y = 1\,184\,385$ | $\Sigma XY = 9\,017\,793$ | $\Sigma X^2 = 2\,063$ |

$$Y = a + b \cdot X$$

$$a = \Sigma Y / n = 1\,184\,385 / 10 = 118\,439$$

$$b = \Sigma XY / \Sigma X^2 = 9\,017\,793 / 2063 = 4\,371$$

Hesaplanan bu değerlere göre gelecekteki yılların nüfus projeksiyonu şöyledir :

$$Y = 118\,439 + 4\,371 \cdot X$$

$$Y_{1996} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 28.5 = 243\,013$$

$$Y_{2001} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 33.5 = 264\,868$$

$$Y_{2006} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 38.5 = 286\,723$$

$$Y_{2011} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 43.5 = 308\,578$$

$$Y_{2016} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 48.5 = 330\,433$$

$$Y_{2021} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 53.5 = 352\,288$$

$$Y_{2026} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 58.5 = 374\,143$$

$$Y_{2031} = 118\,439 + 4\,371 \cdot 63.5 = 395\,998$$

c) Aritmetik Dizi Şeklinde Artışa Göre :

| <i>Yıllar</i> | <i>Nüfus</i> | <i>a</i> | <i>p (%)</i>       |
|---------------|--------------|----------|--------------------|
| 1945          | 32 617       | 45       | 1.91               |
| 1950          | 39 444       | 40       | 2.08               |
| 1955          | 60 575       | 35       | 2.12               |
| 1960          | 91 316       | 30       | 2.03               |
| 1965          | 104 735      | 25       | 2.21               |
| 1970          | 119 909      | 20       | 2.44               |
| 1975          | 137 785      | 15       | 2.75               |
| 1980          | 164 853      | 10       | 2.97               |
| 1985          | 198 776      | 5        | 3.04               |
| 1990          | 234 375      | —        | $\Sigma p = 21.55$ |

$$p_{\text{ort}} = 21.55 / 9 = \% 2.39$$

$$N_{1996} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 6) = 267\,984$$

$$N_{2001} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 11) = 295\,992$$

$$N_{2006} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 16) = 324\,000$$

$$N_{2011} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 21) = 352\,008$$

$$N_{2016} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 26) = 380\,016$$

$$N_{2021} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 31) = 408\,023$$

$$N_{2026} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 36) = 436\,031$$

$$N_{2031} = 234\,375 \cdot (1 + 2.39/100 \cdot 41) = 464\,039$$

5 yıl arayla yapılan nüfus sayımları arasında hesaplanan ( $a=5$ ) yıllık nüfus artış oranlarının ortalaması alındığında ise  $p_{\text{ort}} = \% 3.84$  bulunmuştur. Bu değere göre yapılan nüfus tahminleri aşağıdaki gibidir.

$$N_{1996} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 6) = 288\,375$$

$$N_{2001} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 11) = 333\,375$$

$$N_{2006} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 16) = 378\,375$$

$$N_{2011} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 21) = 423\,375$$

$$N_{2016} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 26) = 468\,375$$

$$N_{2021} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 31) = 513\,375$$

$$N_{2026} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 36) = 558\,375$$

$$N_{2031} = 234\,375 \cdot (1 + 3.84/100 \cdot 41) = 603\,375$$

Adapazarı ve civar belediyelerin üç değişik yöntemle hesaplanan nüfus tahminleri Tablo 3.5'te özetlenmiştir. Bu değerler daha önce yapılmış nüfus projeksiyonu ile karşılaştırılacaktır.

Tablo 3.5  
Adapazarı ve Civar Belediyelerin Nüfus Projeksiyonu

|                  | YILLAR                          | 1996    | 2001    | 2006    | 2011    | 2016    | 2021    | 2026      | 2031      |
|------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| <b>Adapazarı</b> | İller Bankası Yöntemi (Ç= 3.07) | 202 728 | 235 817 | 274 307 | 319 079 | 371 159 | 431 739 | 502 207   | 584 176   |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 3.58) | 208 822 | 248 975 | 296 849 | 353 928 | 421 982 | 503 122 | 599 864   | 715 208   |
|                  | En Küçük Kareler Yöntemi        | 176 774 | 190 664 | 204 554 | 218 444 | 232 334 | 246 224 | 260 114   | 274 004   |
|                  | Aritmetik Artış (p= 1.92)       | 188 570 | 204 803 | 221 036 | 237 268 | 253 501 | 269 734 | 285 967   | 302 199   |
| <b>Serdivan</b>  | Aritmetik Artış (p= 3.09)       | 200 440 | 226 565 | 252 690 | 278 814 | 304 939 | 331 063 | 357 188   | 383 312   |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 5.70) | 40 053  | 52 846  | 69 724  | 91 994  | 121 376 | 160 143 | 211 292   | 278 778   |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 6.12) | 41 017  | 55 202  | 74 292  | 99 983  | 134 559 | 181 092 | 243 717   | 327 998   |
|                  | En Küçük Kareler Yöntemi        | 27 419  | 30 269  | 33 119  | 35 969  | 38 819  | 41 669  | 44 519    | 47 369    |
| <b>Erenler</b>   | Aritmetik Artış (p= 3.11)       | 34 079  | 38 545  | 43 011  | 47 477  | 51 943  | 56 409  | 60 875    | 65 341    |
|                  | Aritmetik Artış (p= 5.04)       | 37 405  | 44 642  | 51 880  | 59 117  | 66 355  | 73 592  | 80 830    | 88 067    |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 6.94) | 46 386  | 64 876  | 90 737  | 126 908 | 177 496 | 248 250 | 347 208   | 485 614   |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 7.74) | 48 507  | 70 419  | 102 229 | 148 409 | 215 449 | 312 773 | 454 062   | 659 173   |
| <b>Hank</b>      | En Küçük Kareler Yöntemi        | 28 036  | 31 061  | 34 086  | 37 111  | 40 136  | 43 161  | 46 186    | 49 211    |
|                  | Aritmetik Artış (p= 3.45)       | 37 433  | 42 782  | 48 132  | 53 482  | 58 832  | 64 181  | 69 531    | 74 881    |
|                  | Aritmetik Artış (p= 5.20)       | 40 689  | 48 752  | 56 816  | 64 879  | 72 943  | 81 006  | 89 069    | 97 133    |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 7.23) | 3 562   | 5 050   | 7 159   | 10 149  | 14 388  | 20 398  | 28 917    | 40 996    |
| <b>Yazlık</b>    | İller Bankası Yöntemi (Ç= 3.16) | 2 824   | 3 299   | 3 854   | 4 503   | 5 261   | 6 146   | 7 181     | 8 390     |
|                  | En Küçük Kareler Yöntemi        | 2 044   | 2 254   | 2 464   | 2 674   | 2 884   | 3 094   | 3 304     | 3 514     |
|                  | Aritmetik Artış (p= 4.81)       | 3 019   | 3 583   | 4 146   | 4 710   | 5 273   | 5 837   | 6 400     | 6 964     |
|                  | Aritmetik Artış (p= 1.86)       | 2 604   | 2 822   | 3 040   | 3 258   | 3 476   | 3 694   | 3 912     | 4 130     |
| <b>Toplam</b>    | İller Bankası Yöntemi (Ç= 3.0)  | 3 831   | 4 441   | 5 148   | 5 968   | 6 918   | 8 020   | 9 298     | 10 779    |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 3.71) | 291 632 | 349 895 | 419 799 | 503 668 | 604 293 | 725 022 | 869 870   | 1 043 656 |
|                  | İller Bankası Yöntemi (Ç= 4.50) | 305 217 | 380 356 | 473 993 | 590 682 | 736 097 | 917 310 | 1 143 136 | 1 424 555 |
|                  | En Küçük Kareler Yöntemi        | 267 984 | 295 992 | 324 000 | 352 008 | 380 016 | 408 023 | 436 031   | 464 039   |
| <b>Toplam</b>    | Aritmetik Artış (p= 2.39)       | 288 375 | 333 375 | 378 375 | 423 375 | 468 375 | 513 375 | 558 375   | 603 375   |
|                  | Aritmetik Artış (p= 3.84)       | 243 013 | 264 868 | 286 723 | 308 578 | 330 433 | 352 288 | 374 143   | 395 998   |

### 3.5.5 Sonuçların Değerlendirilmesi :

Sonuçların değerlendirilmesi için önceden yapılmış olan projelerin ve imar planı nüfus tahminlerine geçmeden önce, Adapazarı ve civar belediyelerin ve toplam nüfus tahminlerinin özetlendiği Tablo 3.5'ten; İller Bankası yöntemiyle hesaplanan değerlerin en büyük sonucu verdiği ve en küçük kareler yönteminin artış trendlerinin gerisinde sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir.

Önceki tahminler ise şu şekildedir [20]:

#### 1) DPT Tahminleri

Sakarya kent bütünü için DPT tarafından önceden yapılmış olan tahminler Adapazarı, Erenler ve Serdivan'ın toplam nüfusunu içermektedir. Bu tahminlere göre çoğalma katsayısı  $\text{Ç} = 5.189$  alınmış ve 2000 yılı nüfusu 485.000 bulunmuştur.

#### 2) DAMOC Raporları

1971 yılında İstanbul Bölgesi Su ve Kanalizasyon Master Planı (DAMOC) kapsamı içerisinde Adapazarı kent nüfusu için de bazı tahminlerde bulunulmuştur. Bu tahminlere göre; 2020 yılı için Adapazarı'nda 312.500, Erenler'de 45.000, Serdivan'da 37.000, toplam olarak ise 394.500 kişilik nüfus öngörülmüştür.

#### 3) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na Yapılan Tahminler

a) Adapazarı, Erenler, Serdivan, Arifiye, Hanlıköy, Karakamış toplam nüfusları 2005 yılı için 391.905 bulunmuştur.

b) Cohort-Survival yöntemi ile 2005 yılı için toplam 232.038 kişilik nüfus hesaplanmıştır.

#### 4) Nazım İmar Planı Açıklama Raporuna Göre

1982 yılında hazırlanıp, 1.12.1983'te onaylanmış olan imar planı; Adapazarı, Erenler, Serdivan Belediyeleri ile Hanlı, Güneşli ve Dağdibi köylerinin oluşturduğu Sakarya Kent Bütünü olarak tanımlanan alanı kapsamaktadır.

Doğal kaynakların korunması, su ve çevre kirlenmesinin önlenmesi, kentsel yerleşim maliyetinin kamu ve toplum açısından en aza indirilmesi, sağlıklı bir çevre

oluşturulması, mekansal ilişkinin üst düzeyde gerçekleşmesini sağlayacak tasarımlar ve sosyal gruplara ve inşaat yapım organizasyonlarına uygun konut alanlarının sağlanması gibi pek çok faktör gözetilerek yapılan nüfus tahminlerine göre :

a) En küçük kareler yöntemi ile 2000 yılı nüfusu 441.570 bulunmuştur.

b) Birleşik faiz yöntemi ile 2000 yılı için 420.600, 2005 yılı için ise 528.967 nüfus hesaplanmış, bu değerler 1950-1980 dönemindeki nüfus artış eğilimi ( $r = 0.04692$ ) esas alınarak bulunmuştur.

Nüfus artış hızının çok yüksek olduğu 1950-1955 ve 1955-1960 dönemi hariç tutulursa, 1960-1980 için bulunan nüfus artış eğilimine göre ( $r = 0.0288$ ) ise 2000 yılı için 296.632, 2005 yılı için ise 341.879 kişi hesaplanmıştır.

c) Üssel artış yöntemi ile yine  $r = 0.04692$  kullanılarak hesaplandığında ise 2000 yılı için 429.675, 2005 yılı için 543.375 kişi bulunmuştur.  $r = 0.0288$  alınarak ise 2000 yılı için 299.056, 2005 yılı için 345.375 kişi bulunmuştur.

1950-1980 dönemi nüfus artış eğilimi olan  $r = 0.0418$  ile hesaplanan 2000 yılı nüfusu 387.854, 2005 yılı nüfusu 478.009 kişidir.

Sonuç olarak, kentin endüstriyel gelişim potansiyeline en uygun artış hızının % 4 civarında olabileceği varsayımıyla, planlama nüfusları olarak aşağıdaki değerler hesaplanmıştır.

$$N_{1980} = 168\ 112$$

$$N_{1985} = 205\ 332$$

$$N_{1990} = 250\ 794$$

$$N_{1995} = 306\ 320$$

$$N_{2000} = 374\ 141$$

$$N_{2005} = 456\ 976 \text{ (toplam nüfus)}$$

$$N_{1984} = 183\ 578 \text{ ( o yılki mevcut nüfus )}$$

$$N_{2005} - N_{1984} = 273\ 398 \text{ ( ilave nüfus )}$$

##### 5) İçmesuyu İsale Hattı Projesi'ne Göre

12.8.1981 yılında onaylanmış olan bu projede, Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye yerleşimlerinin gelecekte tek bir kent haline gelecekleri gözönünde bulundurularak, önce toplam nüfuslara göre, daha sonra da ayrı ayrı nüfus projeksiyonları yapılmıştır. İller Bankası yöntemine göre; Adapazarı için  $\text{Ç} = 2.50$  alınmış ve 2015 yılı nüfusu 311.839 olarak hesaplanmıştır.

Öte yandan, Erenler'in bir taraftan Sakarya Nehri, diğer taraftan Adapazarı ile sınırlı olması bakımından 2000 yılında doayun nüfusa erişeceği dikkate alınmıştır. Buna göre Erenler'in  $N_{2000}$  ve daha sonraki nüfusları 59.114 bulunmuş ve kabul edilmiştir. Serdivan için  $\text{Ç} = 2.90$  alınmış ve 2015 yılı nüfusu 70.727 kişi olarak tahmin edilmiştir.

Sonuç olarak; Serdivan, Arifiye ve Erenler'in nüfus artış katsayıları daha büyük bulunmuş ve Adapazarı nüfusunun gelecekte bu bölgelere kayacağı düşüncesiyle Adapazarı için  $\text{Ç} = 2.50$ , diğer yerleşimler için ise  $\text{Ç} = 2.90$  olarak alınmıştır.

*6) Adapazarı - Erenler - Serdivan Kanalizasyon Fizibilite Projesi 'ne Göre*

Ekim 1987 yılında onaylanmış olan Adapazarı Fizibilite Projesi Raporu'nda esas olarak alınan nüfus projeksiyonları Adapazarı, Erenler ve Serdivan'ın gelecekte tek bir kent haline geleceği düşünülerek toplam nüfusa göre analiz edilmiş, ancak ayrı ayrı hesaplandığında; Erenler ve Serdivan'ın Adapazarı kent merkezi ile bütünleşme içerisinde bulunmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. İller Bankası yöntemiyle  $\text{Ç} = 3$  kabul edilerek, bulunan değerlerin imar planı değerlerine yakın olmasma rağmen, nüfusların 1995 yılından itibaren düşük kaldığı gözlenmiş ve sonuçta üssel artış yöntemi (logaritmik metot) ile hesaplanan değerlerin hızlı gelişimi daha iyi ifade ettiğinden dolayı bu yöntem esas alınmıştır. Sonuçta, 2020 yılı nüfusu olarak toplam 925.268 kişi öngörülmüştür.

*7) Adapazarı Kanalizasyon Tatbikat Projesi Ön Raporu'na Göre*

Yine aynı firma tarafından yapılan ve Mart 1989'da onaylanmış olan Adapazarı Kanalizasyon Tatbikat Projesi Ön Raporu'na göre İller Bankası yöntemi ile bulunan  $\text{Ç}_{\text{ort}} = 3.84$  çoğalma hızı ile 2024 yılı nüfusu olarak 858.889 kişi hesaplanmıştır.

*8) Serdivan İçmesuyu Projesi Hidrolik Raporu'na Göre*

Haziran 1991'de onaylanan bu rapora göre, İller Bankası Yöntemi ile ortalama çoğalma katsayısı ve imar planına göre hesaplamalar yapılmış, kanalizasyon tatbikat projesi ve içmesuyu isale hattı projesine göre bulunan nüfuslar incelenmiş, sonuç olarak ilerideki yıllarda sanayi büyümesinin yavaşlayacağı ve konut alanlarının nispeten doaygunluğa ulaşacağı varsayılarak, nüfus artış hızı % 4.5 olarak kabul edilmiş ve İller Bankası yöntemi ile 2026 yılı Serdivan nüfusu 140.000 kişi kabul edilmiştir.

### 9) Erenler İçmesuyu Projesi Hidrolik Raporu'na Göre

Mayıs 1991'de onaylanan bu raporda ise, İller Bankası ortalama çoğalma esasına göre, Adapazarı Kanalizasyon Fizibilite Raporu'na, imar planına, içmesuyu isale hattı projesine göre sonuçlar irdelenmiş ve imar planı öngörü nüfusu doymuş nüfus olarak düşünülmüş ve burada Erenler için  $N_{2026}=130.000$  kişi olarak düşünüldüğünden  $\text{Ç}=4.0612$  olarak alınmış ve İller Bankası yöntemine uygulanmış, sonuçta 2026 yılı nüfusu 130.000 kişi kabul edilmiştir.

Önceden yapılmış olan bu tahminlere esas olan çoğalma katsayılarını kullanarak 5'er yıllık aralarla ortaya çıkacak olan nüfus tahminleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6'dan da görüldüğü gibi gerek Nazım İmar Planı, gerekse de Kanalizasyon Raporlarında gözönüne alınan çoğalma katsayıları % 4 veya % 4 civarındadır. DPT tahminleri ve İçmesuyu İsale hattı projesi çok daha eski tarihlerde yapılmış olduğu için, öngördükleri çoğalma katsayıları ile hesaplanan nüfus değerleri güncel artış trendlerine uzaktır. Bu bakımdan İmar Planlamasına uyumlu olmak bakımından ve kentin de bütünleşme sürecine eriştiğini de gözönünde bulundurarak tüm belediyeler için çoğalma katsayısının  $\text{Ç} = \% 4$  olarak alınması uygun görülmüştür.

### 3.6 Mevcut ve Gelecekteki Su İhtiyacı

Bir beldede tüketilen su miktarı birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Bu faktörlerden birkaçı şunlar olabilir :

- Genelde halkın yaşam düzeyi
- İklim
- Sanayi ve ticaret
- Turizm
- Kanalizasyon tesisinin durumu
- Suyun kalitesi
- Su satış bedeli
- İçme suyu tesisinin durumu

Uygar ülkelerde ve refah düzeyi iyi kimselerin oturduğu yerlerde su tüketiminin yüksek olduğu aşikardır. İklimin sıcak ve soğuk olması da su sarfiyatına etkili olmaktadır. Bir beldede sanayi tesislerinin bulunması veya bulunmaması su tüketimini

Tablo 3.6  
Adapazarı ve Civar Belediyeler için Yapılmış Önceki Nüfus Tahminleri

|           | Yıllar                            | 1996    | 2001    | 2006    | 2011    | 2016    | 2021      | 2026      | 2031      |
|-----------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Adapazarı | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 228 939 | 294 704 | 379 360 | 488 334 | 628 612 | 809 187   | 1 041 632 | 1 340 850 |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 214 957 | 262 549 | 320 678 | 391 677 | 478 395 | 584 313   | 713 682   | 871 693   |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.50)     | 196 094 | 221 862 | 251 017 | 284 002 | 321 322 | 363 547   | 411 320   | 465 371   |
|           | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 215 417 | 263 580 | 322 512 | 394 620 | 482 850 | 590 806   | 722 900   | 884 527   |
|           | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 211 987 | 255 936 | 308 998 | 373 060 | 450 404 | 543 783   | 656 521   | 792 633   |
| Serdivan  | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 38 885  | 50 035  | 64 434  | 82 943  | 106 769 | 137 440   | 176 921   | 227 743   |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 36 510  | 44 594  | 54 467  | 66 526  | 81 255  | 99 245    | 121 218   | 148 036   |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.90)     | 34 094  | 39 333  | 45 376  | 52 349  | 60 393  | 69 672    | 80 378    | 92 729    |
|           | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 36 588  | 44 769  | 54 778  | 67 026  | 82 012  | 100 348   | 122 784   | 150 236   |
|           | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 36 006  | 43 471  | 52 483  | 63 364  | 76 501  | 92 361    | 111 510   | 134 628   |
| Erenler   | Serdivan İçm. Pr. (Ç= 4.5)        | 37 401  | 46 608  | 58 082  | 72 381  | 90 200  | 112 406   | 140 078   | 174 563   |
|           | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 41 990  | 54 032  | 69 578  | 89 565  | 115 294 | 148 413   | 191 046   | 245 926   |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 39 425  | 48 134  | 58 816  | 71 837  | 87 743  | 107 169   | 130 896   | 159 877   |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.90)     | 36 816  | 42 473  | 48 999  | 56 528  | 65 214  | 75 235    | 86 796    | 100 132   |
|           | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 39 510  | 48 343  | 59 152  | 72 377  | 88 560  | 108 360   | 132 587   | 162 231   |
| Hanlı     | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 38 881  | 46 941  | 56 673  | 68 423  | 82 609  | 99 735    | 120 413   | 145 377   |
|           | Erenler İçm. Pr. (Ç= 4.0612)      | 39 380  | 48 033  | 58 636  | 71 550  | 87 308  | 106 536   | 130 000   | 158 630   |
|           | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 3 172   | 4 084   | 5 257   | 6 767   | 8 710   | 11 212    | 14 433    | 18 579    |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 2 979   | 3 638   | 4 443   | 5 427   | 6 629   | 8 097     | 9 889     | 12 079    |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.50)     | 2 717   | 3 074   | 3 478   | 3 935   | 4 452   | 5 037     | 5 699     | 6 448     |
| Yazlık    | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 2 985   | 3 632   | 4 469   | 5 468   | 6 691   | 8 186     | 10 017    | 12 256    |
|           | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 2 937   | 3 546   | 4 282   | 5 169   | 6 241   | 7 535     | 9 097     | 10 983    |
|           | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 4 343   | 5 591   | 7 197   | 9 265   | 11 926  | 15 352    | 19 762    | 25 439    |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 4 078   | 4 981   | 6 084   | 7 431   | 9 076   | 11 086    | 13 540    | 16 538    |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.50)     | 3 720   | 4 209   | 4 762   | 5 388   | 6 096   | 6 897     | 7 804     | 8 829     |
| Toplam    | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 4 087   | 5 001   | 6 119   | 7 487   | 9 161   | 11 209    | 13 715    | 16 781    |
|           | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 4 022   | 4 856   | 5 862   | 7 078   | 8 545   | 10 317    | 12 456    | 15 038    |
|           | DPT tah. göre (Ç= 5.18)           | 317 329 | 408 485 | 525 826 | 676 874 | 871 312 | 1 121 604 | 1 443 794 | 1 858 537 |
|           | Nazım İmar Planı (r= 0.04)        | 297 949 | 363 916 | 444 488 | 542 899 | 663 098 | 809 909   | 989 226   | 1 208 243 |
|           | İçmesu İs. Hat. Pr. (Ç= 2.50)     | 271 803 | 307 520 | 347 931 | 393 652 | 445 381 | 503 908   | 570 125   | 645 045   |
|           | Kanal Olabilirlik (r= 0.0403565)  | 298 587 | 365 346 | 447 030 | 546 978 | 669 273 | 818 910   | 1 002 003 | 1 226 033 |
|           | Kanal Tat. Pr. Ön. Rap. (Ç= 3.84) | 293 832 | 354 750 | 428 298 | 517 094 | 624 299 | 753 731   | 909 997   | 1 098 660 |

sarfiyatına etkili olmaktadır. Bir beldede sanayi tesislerinin bulunması veya bulunmaması su tüketimini arttırıp, eksiltebileceği gibi, bazı sanayi kolları varsa su tüketiminin daha da artacağı bilinmektedir (gıda, konserve, demir-çelik vs.).

Kanalizasyonu olmayan bir beldede de, suyu kısıtlı kullanmak gerektiğini herkes bilmektedir.

Suyun temizliğinin ve yumuşaklığının güvenilir olması, suya olan talebi arttırır. Bu talebin optimum sınırdaki tutulması, fiyatının uygun ayarlanması ve sayaç kullanılması ile mümkün olur.

İçme suyu tesisinin durumu da su tüketimine tesir eder. Kaynakta su yetersizse yine tüketicinin istediği ihtiyaca cevap veremez. Tesis yetersizse yine tüketicinin istediği suyu alması olanaksızdır. Çok yüksek basınçlar da su tüketimine tesir eder. Ev tesisatında arızalar, şebekede arızalar da olumsuz yönde su tüketimini arttırır.

Su tüketim tiplerine bağlı olarak yörelere göre şahıslar için düşünülen günlük miktarlar azalıp çoğalabilir.

Su tüketim tiplerini şöylece sıralayabiliriz :

- Evsel : Konut ile ilgili olup bahçe sulama ve araba yıkama da dahildir.
- Ticari : Tüm işyerleri, dükkanlar, ofisler, oteller, enstitüler vs.
- Sanayi : Fabrikalar, imalathaneler
- Tarımsal: Tarlalar, çiftlikler, çiftlik evleri, çiftlik hayvanları, mandıralar, yeşillikler, püskürtmeli sulama vs.
- Umumi : Yangın söndürme, sokak yıkama, parklar ve çeşmeler
- Kayıplar : Borularda ve bağlantı yerlerinden sızıntı, depolardan sızıntı ve taşma, kaçak bağlantı vs.

Tüketimin hassas ölçülmesi genellikle zordur. Gözlemlenebilen kaçaklar % 5-55 arasında değişmektedir.

Kişi başına su tüketiminin hassas hesabı çok zordur. Bunun sebebi, kırsal kesimde ve kalabalık yerleşimlerde, su dağıtımından yararlananların eğilimi belli değildir, nüfus sayımları hatalı veya eskidir. Özellikle yazlık yerlerde nüfus tahmini çok güçtür.

Eğer bir su şebekesi verimli ve etkili işletilirse, tüketici çoğunluğunun mantıklı ihtiyacı karşılanmış olur. Bunun için de :

- (i) 24 saat kesintisiz su verilmelidir.
- (ii) Sayaçlar arızasız olmalıdır.
- (iii) Dağıtım sistemi iyi durumda olmalıdır.
- (iv) Sayaçların tek tek düzenli bakımı yapılmalı ve düzenli okunmalıdır.
- (v) Tüketicinin tesisat sistemleri iyi durumda olmalıdır. Tüketicilerin su tesisatını tamir edip etmedikleri incelenmelidir.
- (vi) İlegal bağlantı sayısı olmamalı, fazla miktarda su parasız dağıtılmamalıdır.
- (vii) Suyun fiyatı aşırı ucuz olmamalıdır ki tüketici suyu sorumsuzca harcamamalıdır. Fazla pahalı olmamalı ki ihtiyacından azını kullanmak zorunda kalmamalıdır.
- (viii) Su idaresi, tüketicilerine gereksiz su tüketiminden kaçınmalarını, boşa akan bir milli servet olduğunu hatırlatmalı, kullandıkları suyun parasının muhakkak tahsil edileceğini bilmelidir.

Doğru ve doğruya yakın su ihtiyacını tespit ederken tabii ki yukarıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir. Ancak elde istatistiki veriler mevcut olursa daha doğru tahminler yapılabilir. Adapazarı'nda içme suyu tüketimi ile ilgili hiçbir veri elde edilememiştir. Bu nedenle su ihtiyacını tespit ederken, başka şehirler için yapılmış değerlendirmelerden yararlanılacaktır (Örneğin Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa şehirleri). Eldeki mevcut istatistiki veriler değerlendirildiğinde görülmüştür ki ; Amerika şehirlerinde günde kişi başına su talebi 240-900 lt. arasında değişirken, Avrupa şehirlerinde bu miktarın 92-244 lt. arasında değiştiği saptanmıştır. Bu küçük karşılaştırma, günde kişi başına su talebini, toplumun gelenek, görenek ve alışkanlıkları vb. gibi hususlar ile yakın bir ilişkisi olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Adapazarı su tüketim değerlerini bulabilmek için harcanan enerjiden ve satılan su bedellerinden faydalanılarak sonuca varmaya çalışılacaktır.

Adapazarı Belediyesi yetkilileriyle yapılan temaslarda, şebekede çok büyük kaçak olduğu ifade edilmektedir. Sapanca Gölü'nden günde ortalama 100.000m<sup>3</sup> (1158 lt/sn) su Adapazarı ve çevre belediyelere verilmektedir. Su tahakkuklarının ise 35.000 m<sup>3</sup> (405 lt/sn) olduğu ifade edilmektedir. Bu halde kayıp oranı % 65'tir.

1- Kurulmuş olan su birliğine 7 Belediye dahildir ve su tüketim oranları şöyledir :

| <u>Belediyeler</u> | <u>Su Tüketim Oranları</u> |
|--------------------|----------------------------|
| 1- Adapazarı       | % 56.4                     |
| 2- Erenler         | % 18.2                     |
| 3- Serdivan        | % 16.2                     |
| 4- Arifiye         | % 6.5                      |
| 5- Güneşli         | % 1.2                      |
| 6- Hanlı           | % 0.8                      |
| 7- Yazlık          | % 0.7                      |

Terfi merkezindeki elektromotopompların karakteristik özelliklerine baktığımızda Adapazarı ve civar belediyeler için iletilen su miktarının 1.425 lt/sn olduğu görülmektedir.

Elektropompların karakteristik özellikleri şöyledir :

1. Grup :

$$\begin{aligned} Q &= 2 \times 212.5 \text{ lt/sn} \\ H_m &= 110 \text{ m} \\ N_m &= 2 \times 400 \text{ HP (1 HP = 0.746 kW)} \end{aligned}$$

2. Grup :

$$\begin{aligned} Q &= 4 \times 250 \text{ lt/sn} \\ H_m &= 103 \text{ m} \\ N_m &= 4 \times 356 \text{ kW} \end{aligned}$$

Adapazarı Belediyesi'ne 1 ayda isabet eden elektrik enerjisi 750.689 kW, bütün belediyeler için  $750.689/0.564 = 1.331.000 \text{ kWh}$ , pompalar tam kapasite ile çalıştığı takdirde bir ayda iletilecek enerji :

$$(4 \times 356 + 2 \times 400 \times 0.736) \times 24 \times 30 = 1.449.216 \text{ kWh olur.}$$

Adapazarı'na verilen su miktarı ise :

$$\begin{aligned} 1.425 \times 86\,400 \times 30 \times 0.564 &= 2.083.190 \text{ m}^3/\text{ay} \\ &= 69.440 \text{ m}^3/\text{gün} \end{aligned}$$

2- Su İşleri Müdürlüğü kayıtlarına göre Abone Sayısının Dağılımı :

| <u>Sektör</u> | <u>Abone Sayısı</u> |
|---------------|---------------------|
| Mesken        | 51.780              |
| Ticarethane   | 7.295               |
| Resmi Daire   | 28                  |
| Sanayi        | 45                  |

### 3- Su Tüketim Bedelleri

| <u>Sektör</u> | <u>Su Bedeli ( TL / m<sup>3</sup> )</u> |             |
|---------------|-----------------------------------------|-------------|
|               | <i>Eski</i>                             | <i>Yeni</i> |
| Meskenler     | 15.000                                  | 24.000      |
| Ticarethane   | 26.250                                  | 61.250      |
| Resmi Daire   | 20.000                                  | 60.000      |
| İnşaatlar     | 22.000                                  | 60.000      |
| Fabrikalar    | 40.000                                  | 70.000      |

#### 4- Aylara göre su tahsilatı

Eski su bedellerine göre 8-10x10<sup>9</sup> TL tahsil edilirken, yapılan yeni zamlarla 18x10<sup>9</sup> TL'ye yükselmiştir.

#### 5- Kente verilen suyun dağılımı

1995 yılı ve 1996 yılının iki ayma ait istatistik değerler Belediye'den alınarak grafik çizilmiştir. Bu grafiklerden elde edilen ortalama değerler şöyledir :

| <u>Sektör</u>      | <u>Su Miktarı (m<sup>3</sup>/gün)</u> |
|--------------------|---------------------------------------|
| Mesken             | 16.000                                |
| Konut+ Ticarethane | 2.300                                 |
| Sanayi             | 1.900                                 |
| <u>Diğer *</u>     | <u>49.240</u>                         |
| Toplam             | 69.440                                |

\*Çeşmeler, kaçak bağlantılar, kaçaklar dahil

Su tüketimi ile ilgili biraz daha geniş bilgi aşağıda verilecektir.

#### 3.6.1 Konutsal Tüketim

Konutsal tüketimi esas olan abone sayısı 51.780'dir. 1996 yılı için tahmin edilen nüfus 214.956 kişidir. Buna göre  $214.956/51.780 = 4.15$  kişi bulunur. DİE verilerine göre de ortalama hane büyüklüğü 4.32'dir ve bu iki değer birbirine yakındır.

#### 3.6.2 Kamu ve Ticari Tüketim

Bu sektöre ait kayıtlı abone sayısı 7.295'tir ve ayrıca 28 adet resmi daire vardır. Yukarıda da belirtildiği gibi ortalama günlük tüketim miktarı 2.300 m<sup>3</sup>'tür.

### 3.6.3 Okullar

Adapazarı Milli Eğitim Müdürlüğü kayıtlarına göre, merkez ilk ve orta öğretim kurumlarına ait bilgiler şöyledir.

| <u>Okul</u>   | <u>Okul Sayısı</u> | <u>Öğrenci Sayısı</u> | <u>Öğretmen Sayısı</u> |
|---------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| İlkokul       | 15                 | 14.078                | 502                    |
| İlköğretim    | 12                 | 14.405                | 489                    |
| Ortaokul      | 2                  | 3.322                 | 109                    |
| Lise ve Dengi | 11                 | 23.413                | 742                    |

Öğrenci için 10 lt / gün  
Öğretmen için 20 lt /gün düşünülürse

Öğrenci  $55\,218 \times 10 / 86\,400 = 6.39 \text{ lt / sn}$   
Öğretmen  $1\,842 \times 20 / 86\,400 = 0.43 \text{ lt / sn}$   
 $6.82 \text{ lt /sn (589 m}^3\text{/gün) uç debi gerekir.}$

Bu miktar da günlük ihtiyaçlarla birlikte düşünüldüğünde önemli bir miktar değildir. Sakarya Üniversitesi Kampüsü için gerekli su ise isale hattından müstakilen alınmıştır.

### 3.6.4 Hayvansal Tüketim

Adapazarı ve çevresinde hayvancılık yapılmaktadır. Acak bu alandaki çalışmalar daha ziyade il bütününde kırsal kesimde yaygındır. Bu sebeple merkezde hayvansal ihtiyaçlar için tüketim düşünülmeyecektir.

### 3.6.5 Sanayi

Adapazarı ve civarında önemli sanayi kuruluşları mevcuttur. Bu kuruluşlardan bazıları personel ve işçilerinin içme kullanma suyu ihtiyaçlarını Adapazarı içme suyu şebekesinden karşılamaktadır. Fakat yıkama, soğutma vb. su ihtiyaçlarını Çarksuyu'ndan, Sapanca Gölü'nden, Sakarya Nehri'nden ayrıca karşılamaktadır.

En önemli sanayi tesisleri şunlardır :

(i) T.Z.D.K Ziraat Aletleri ve Makineleri Müessesesi,

İşçi sayısı : 1125 kişi

Kişi başına 60 lt / gün ihtiyaç düşünülürse,

$$q_1 = 1125 \times 60 / 86\,400 = 0.78 \text{ lt /sn}$$

(ii) Türkiye Vagon Sanayii,

İşçi sayısı : 1 755

$$q_2 = 1\,755 \times 60 / 86\,400 = 1.22 \text{ lt / sn}$$

(iii) Adapazarı Şeker Fabrikası

İşçi sayısı : 1 075

$$q_3 = 1\,075 \times 60 / 86\,400 = 0.75 \text{ lt / sn}$$

Bu üç fabrikanın toplam su ihtiyacı 2.75 lt /sn ( 238 m<sup>3</sup>/gün )'dir.

### 3.6.6 Organize Sanayi Bölgesi

Kuzeydeki 200 hektarlık organize sanayi bölgesi su ihtiyacını müstakilen karşılayacaktır.

### 3.6.7 Fuar Alanı

Adapazarı'nın doğusunda Sakarya Nehri'nin suladığı 78 ha.'lık bir fuar alanı planlanmıştır. 0.25 lt / sn /ha ihtiyaç düşünülürse;

$$Q_i = 78 \times 0.25 = 20 \text{ lt /sn bulunur.}$$

### 3.6.8 Kayıp ve Kaçan Su Miktarı

Adapazarı içme suyu tesisinin eski ve yetersiz olması sebebiyle çok önemli miktarlarda su kaybolmaktadır. Bu miktar % 60 mertebesinde. Kayıplar sadece şebeke arızalarından olmayıp, kaçak bağlantılar, bedelsiz verilen aboneler, umumi çeşmeler, umumi park ve bahçelerin sulanmasından da kaynaklanmaktadır.

Buraya kadar verilen bilgilerin ışığı altında Adapazarı'nda su tüketiminin gelecekte şu şekilde olabileceği düşünülebilir :

(i) Yeni şebekenin inşaatına 1997 yılında başlanabilir. Kaynak bulunduğu takdirde 2000 yılında tümüyle biterek işletmeye açılabilir. Mevcut su kaynağı kısa ve orta vadede yeterli olup kişi başına tüketimleri bir miktar artabilecektir.

(ii) Şebekenin kademe kademe hizmete girmesiyle şahıs başına tüketim ayrıca artacaktır. Zira şebekenin iyileştirilmesiyle çok az su alan uç kesimler yeterli suya kavuşmuş olacak, binaların üst kotlarına kadar su çıkacaktır.

(iii) 1995 yılında % 60 olarak saptanan kayıp su oranı şebekenin hizmete girmesiyle beraber yine kademeli olarak azalacak ve % 25 civarında sabitleşecektir.

Tüm bu varsayımlardan ve mevcut sistem ile ilgili bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda Adapazarı kentinin gelecekteki brüt ve net su ihtiyacının yıllara göre dağılımı Tablo 3.7’de verilmektedir. Bu değerler, Tablo 3.8’de ise bazı büyük şehirler için yapılmış su tüketim değerleri ile karşılaştırılabilir.

Adapazarı’nın 2031 yılındaki içme ve kullanma suyu ihtiyacı:

$$Q_A = 871\,693 \times 300 / 86\,400 = 3027 \text{ lt / sn}$$

Ancak Erenler, Hanlı, Yazlık Belediyeleri ihtiyaçlarını aynı depodan karşılamak durumundadır.

Erenler’in 2031 yılındaki su ihtiyacı :

$$Q_E = 159\,877 \times 300 / 86\,400 = 555 \text{ lt / sn}$$

Hanlı’nın 2031 yılındaki su ihtiyacı :

$$Q_H = 12\,079 \times 300 / 86\,400 = 42 \text{ lt / sn}$$

Yazlık’ın 2031 yılındaki su ihtiyacı :

$$Q_Y = 16\,538 \times 300 / 86\,400 = 57 \text{ lt / sn}$$

Serdivan’ın 2031 yılındaki su ihtiyacı :

$$Q_S = 148\,056 \times 300 / 86\,400 = 514 \text{ lt / sn}$$

Bu beş belediyenin 2031 yılındaki toplam su ihtiyacı 4195 lt/sn (132.29 Mm<sup>3</sup>/yıl)’dir.

Tablo 3.7  
Adapazarı İli Net Su İhtiyacı

|        | NET SU İHTİYACI |             |         |    |        |    |                |   |         |     |        | TOPLAM BRÜT SU İHTİYACI |    |             |       |
|--------|-----------------|-------------|---------|----|--------|----|----------------|---|---------|-----|--------|-------------------------|----|-------------|-------|
|        | Konut           |             |         |    |        |    | Kamu + Ticaret |   | Sanayi  |     |        | Toplam                  |    | Kayıp       |       |
| Yıllar | Nüfus           | lt/kişi/gün | m³/gün  | %  | m³/gün | %  | m³/gün         | % | m³/gün  | %   | m³/gün | lt/kişi/gün             | %  | lt/kişi/gün | lt/sn |
| 1996   | 214 960         | 76          | 16 414  | 83 | 1 780  | 9  | 1 582          | 8 | 19 776  | 92  | 230    | 572                     | 60 | 230         | 572   |
| 2001   | 262 550         | 125         | 32 905  | 83 | 3 568  | 9  | 3 172          | 8 | 39 645  | 151 | 215    | 653                     | 30 | 215         | 653   |
| 2006   | 320 670         | 134         | 42 851  | 83 | 4 646  | 9  | 4 130          | 8 | 51 628  | 161 | 230    | 854                     | 30 | 230         | 854   |
| 2011   | 391 670         | 146         | 57 215  | 83 | 6 893  | 10 | 4 825          | 7 | 68 934  | 176 | 235    | 1 065                   | 25 | 235         | 1 065 |
| 2016   | 478 390         | 154         | 73 748  | 82 | 9 893  | 11 | 6 296          | 7 | 89 937  | 188 | 250    | 1 384                   | 25 | 250         | 1 384 |
| 2021   | 584 300         | 163         | 95 346  | 82 | 12 790 | 11 | 8 139          | 7 | 116 276 | 199 | 265    | 1 792                   | 25 | 265         | 1 792 |
| 2026   | 713 660         | 168         | 119 895 | 80 | 22 480 | 15 | 7 493          | 5 | 149 869 | 210 | 280    | 2 313                   | 25 | 280         | 2 313 |
| 2031   | 871 670         | 180         | 156 901 | 80 | 29 419 | 15 | 9 806          | 5 | 196 126 | 225 | 300    | 3 027                   | 25 | 300         | 3 027 |

Tablo 3.8  
Türkiye’de Bazı Büyük Şehirler için Yapılmış Su Tüketim Değerleri

|           |        |         | NET SU İHTİYACI |                     |                     |                     |                     |             | TOPLAM BRÜT |  |             | SU KULLANIMININ DAĞILIMI ( % ) |             |        |
|-----------|--------|---------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|--|-------------|--------------------------------|-------------|--------|
|           |        |         | Konut           |                     | Kamu+Tic.           | Sanayi              | Toplam              |             | Kayıp       |  | SU İHTİYACI |                                |             |        |
| Şehir     | Yıllar | Nüfus   | lt/kişi/gün     | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | m <sup>3</sup> /gün | lt/kişi/gün | %           |  | lt/kişi/gün | Konut                          | Kamu + Tic. | Sanayi |
| Adana     | 1985   | 776 000 | 90              | 69 840              | 18 625              | 4 655               | 93 120              | 120         | 50          |  | 240         | 75                             | 20          | 5      |
| Balıkesir | 1985   | 150 000 | 63              | 9 085               | 4 770               | 164                 | 14 019              | 97          | 50          |  | 194         | 65                             | 34          | 1      |
| Bursa     | 1985   | 539 000 | 123             | 66 301              | 21 110              | 17 534              | 105 945             | 197         | 40          |  | 328         | 63                             | 21          | 16     |
| G. Antep  | 1985   | 479 000 | 109             | 52 219              | 20 110              | 8 137               | 84 166              | 168         | 30          |  | 240         | 65                             | 25          | 10     |
| İzmit     | 1985   | 497 000 | 80.3            | 39 890              | 4 438               | 240 000             | 284 329             | 570.3       | 9.7         |  | 631.5       | 14                             | 2           | 84     |
| Kayseri   | 1985   | 424 600 | 106             | 45 178              | 5 808               | 21 589              | 72 575              | 171         | 30          |  | 244         | 62                             | 8           | 20     |
| Samsun    | 1980   | 178 500 | 70              | 12 521              | 5 432               | 15 562              | 33 425              | 187         | 40          |  | 312         | 37                             | 16          | 47     |
| Eskişehir | 1990   | 413 000 | 150             | 61 950              | 10 325              | ---                 | 72 275              | 175         | 30          |  | 250         | 86                             | 14          | ---    |
| Denizli   | 1990   | 236 000 | 98              | 23 128              | 6 015               | 902                 | 30 073              | 127         | 44          |  | 227         | 77                             | 20          | 3      |
| Adapazarı | 1990   | 169 000 | 95              | 16 000              | 2 300               | 1 900               | 20 200              | 120         | 60          |  | 300         | 79                             | 11          | 10     |

## **BÖLÜM 4**

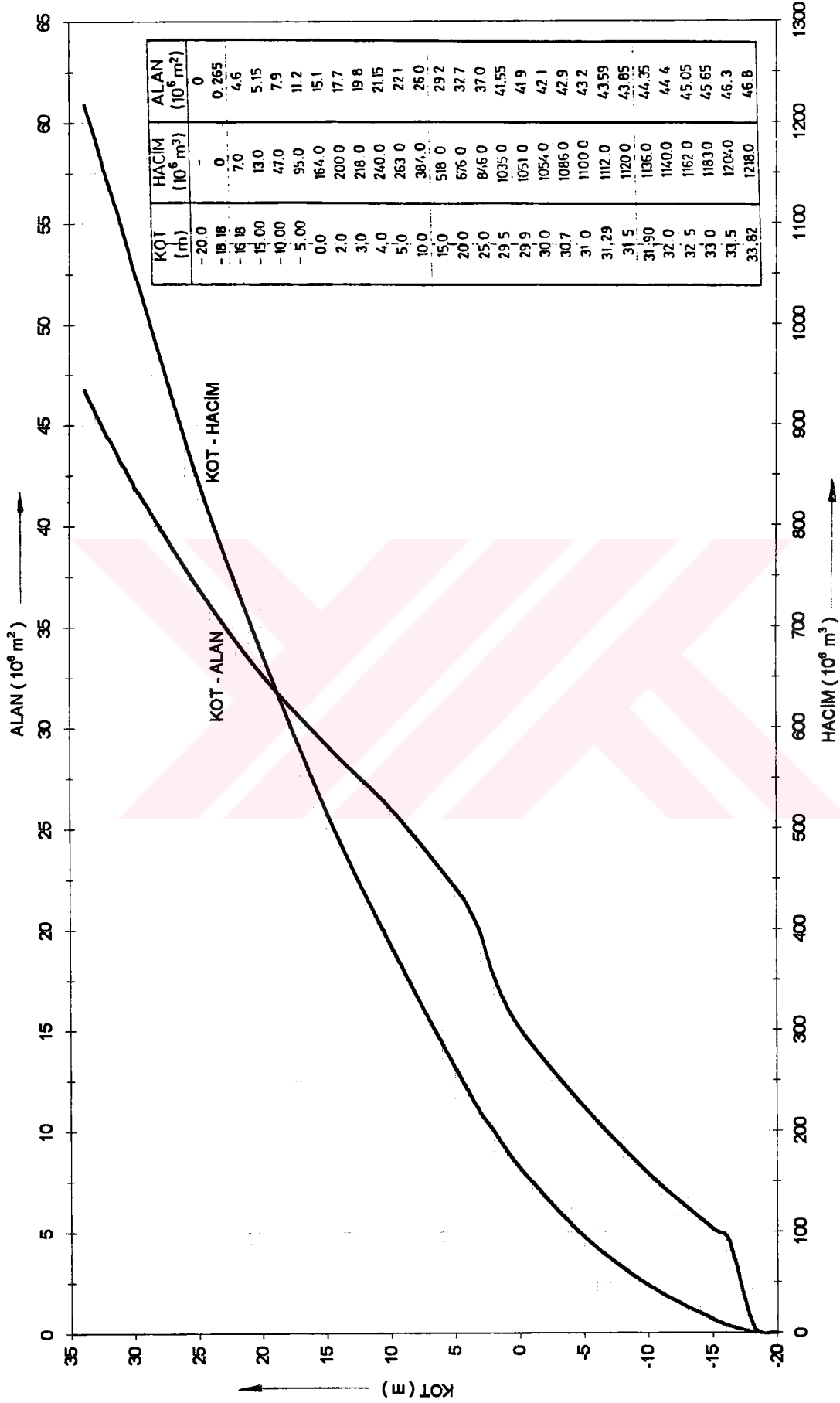
### ***SAPANCA GÖLÜ VE MUDURNU ÇAYI'NIN HİDROLOJİ VE SU TEMİNİ AÇISINDAN İNCELENMESİ***

#### ***4.1 Sapanca Gölü Hidrolojisi ve Su Temini***

Sapanca Gölü drenaj alanı, güneyde dağlar, kuzeyde alçak tepelerle sınırlanmış olup yağış alanı 249 km<sup>2</sup>'dir. Göl çıkış akımları, 1970 yılında işletmeye açılan Çarksuyu (Kapaklı) Regülatörü ile düzenlenmiştir. Regülatör eşik kotu 29.90 m.'dir. Mevcut koşullarda göl, bu kot ile maksimum su kotu olan 31.50 m. arasında işletilmektedir. Göl aynası alanı 29.90 m. kotunda 41.90 km<sup>2</sup> ve 31.50 m. kotunda 43.85 km<sup>2</sup>'dir. Sapanca Gölü kot-alan-hacim grafiği Şekil 4.1'de verilmektedir. Buna göre gölün 31.50 m. kotundaki hacmi 1120 Mm<sup>3</sup>'tür. Gölün maksimum derinliği ise 52 m.'dir.

Keçi, İstanbul, Kurtköy, Mahmudiye, Yanık, Karaçay, Balıkhane, Çifteçinar, Tuzla, Kanlıtarla, Eşme, Kuru, Maden, Çatalödü, Altıkuruş, Harmanlar, Aygır, Cehennem, Arifiye Dereleri gölü besleyen derelerdir. Bunların çoğu kısa ve düşük akımlı olup kurak mevsimde suları bulunmamaktadır. Göle güneyden karışan dereler, dik yataklı ve ani taşkınlara neden olup, göle çok miktarda kaya ve kaba çakıllardan oluşan sediment taşımaktadırlar. Göl yatağının bu maddelerle dolmasını önlemek üzere bu derelerden bazıları üzerinde tersip bentleri inşa edilmiştir. Sapanca Gölü, derelerin yanı sıra birçok kaynak akımlarıyla da beslenmektedir. Göl, Çarksuyu çıkışı ile Sakarya Nehri'ne boşalmaktadır [13].

Göl seviyelerinin değişimini belirleyen iki adet göl gözlem istasyonu vardır. Sapanca Gölü-Göl Rasat isimli 12-18 numaralı istasyon 16.11.1959 tarihinden 31.3.1979 tarihine kadar işletilmiş olup limnigrafıdır. Bu istasyon önce gölün güneyinde 12-18 numara ile işletilmiş, 24.6.1975 tarihinde gölün kuzeyine taşarak 12-133 numara ile işletilmeye devam edilmiştir. 12-18 ile 12-133 numaralı istasyonlar 1975-1979 yılları



Şekil 4.1

Sapanca Gölü Kot - Alan - Hacim Grafiği

arasında birlikte işletilmiştir. Diğer istasyon Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE) tarafından 11.10.1954 tarihinden beri işletilen, yaklaşık yükseltisi 30 m. olan, eşelli 1240 numaralı, Sapanca Gölü-Sapanca İstasyonu'dur. Bu istasyon gölün kuzeyinde yer almaktadır. Gölden çıkış akımları EİE tarafından 11.10.1954 tarihinde işletmeye açılan 1235 numaralı Çarksuyu-Beşköprüler akım gözlem istasyonu tarafından belirlenmektedir. Bu istasyon eşel ve limnigraf ile donatılmış olup yağış alanı 251.20 km<sup>2</sup>'dir. DSİ III. Bölge Müdürlüğü elemanlarından Meteo. Yük. Akif Aka 1983 yılında, 12-133 ve 1235 nolu istasyonların değerlerinden ve gölden su alan kuruluşların çektikleri miktarlardan faydalanarak hazırladığı "Sapanca Gölü Su Temini Tablosu" Tablo 4.1'de verilmiştir. 1980 su yılı akım sonuçlarına göre gözlem süresinde, ortalama akım 4.106 m<sup>3</sup>/sn, en yüksek akım 29.0 m<sup>3</sup>/sn ve en düşük akım 0.005 m<sup>3</sup>/sn'dir.

Göle güneyden karışan Kurtköy Deresi üzerinde DSİ tarafından 7.2.1977 tarihinde işletmeye açılan eşelli, 12-142 numaralı Kurtköy Deresi-Üniversite Tesisleri isimli akım gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyon bilimsel çalışmalara ve T.C Karayolları'na ait çalışmalara veri sağlamak amacıyla işletilmektedir [13,21].

Sapanca Gölü yağış alanını temsil edebilecek meteoroloji istasyonları ve bunlara ait veriler Tablo 3.2'de verilmiştir.

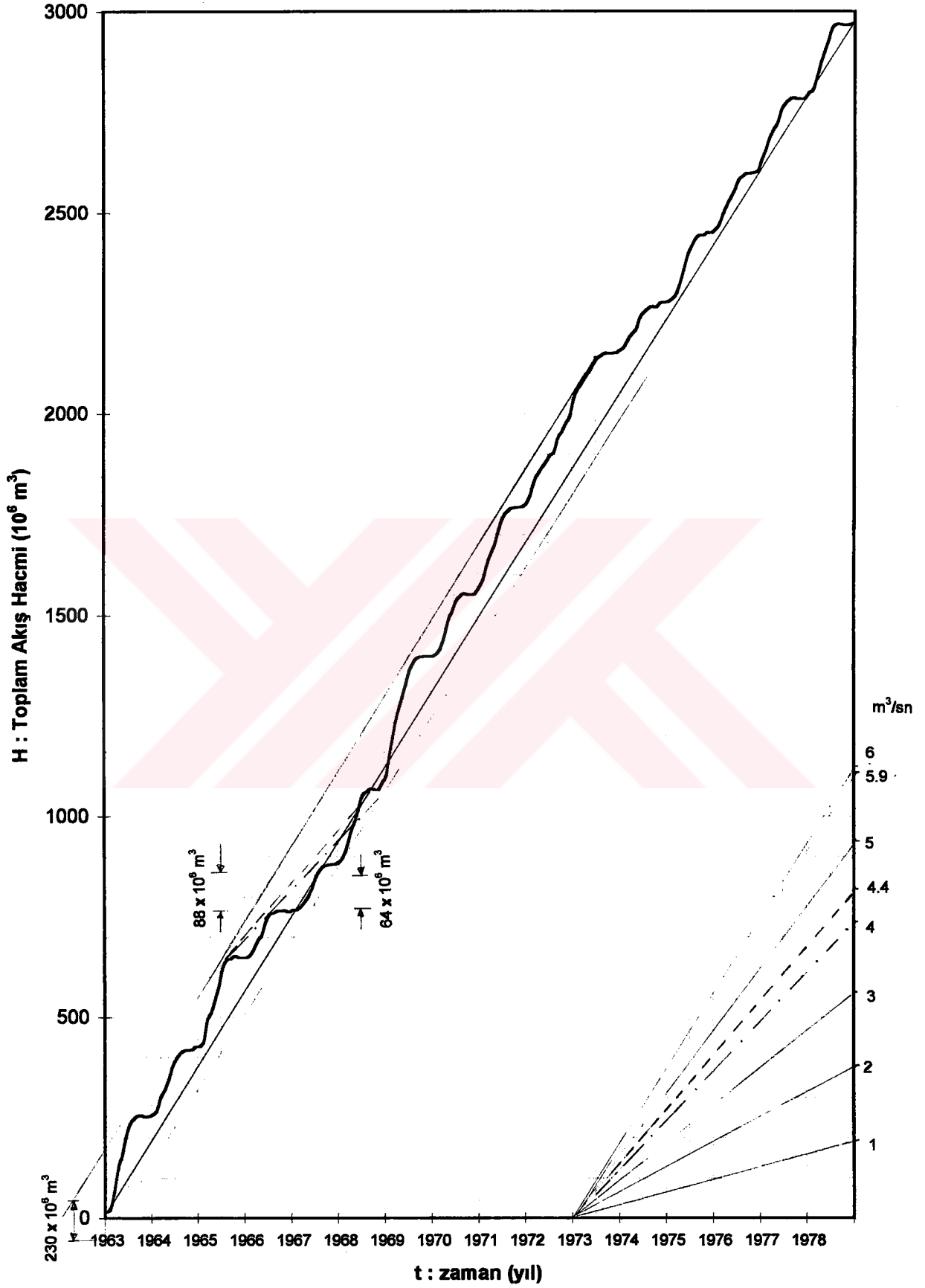
Bugünkü uygulanabilir olanakları ile Sapanca Gölü'nün aktif hacmini regülatör eşik kotu (29.90 m.) ile kullanılabilir maksimum su kotu (31.50 m.) belirlemektedir. Sapanca Gölü kot-alan-hacim grafiğinde sözkonusu kotlara karşı gelen hacimler :

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| 31.50 m. için | 1120 Mm <sup>3</sup> |
| 29.90 m. için | 1051 Mm <sup>3</sup> |
| Aktif hacim   | 69 Mm <sup>3</sup>   |

Maksimum ve minimum kotlarına karşı gelen hacimlerin farkı aktif hacmi vereceğine göre mevcut koşullarda Sapanca Gölü'nün aktif hacmi 69 Mm<sup>3</sup>'tür. Sapanca Gölü verimi hakkında eldeki dökümanlarda farklılıklar gözlemlendiğinden dolayı, Sapanca Gölü'nün bu aktif hacimle ne kadar ihtiyaca cevap verilebilir sorusuna yanıt aranmıştır. Bu aynı zamanda gölün bugünkü verimi olmaktadır. Şekil 4.2'deki

Tablo 4.1  
Sapanca Gölü Su Temini Tablosu ( Kullanılabilir Aylık Giriş Akımları )  
Birimler : 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart   | Nisan  | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|
| 1963            | 15.65  | 7.19   | 42.01  | 57.12  | 36.43  | 46.61  | 29.41  | 13.37  | 6.55    | 1.39   | -4.54   | 2.27  | 253.46  |
| 1964            | 4.98   | 11.40  | 33.45  | 14.91  | 25.13  | 33.48  | 20.92  | 13.26  | 6.28    | 0.74   | 0.96    | 7.14  | 172.65  |
| 1965            | 1.33   | 11.77  | 55.21  | 16.82  | 31.18  | 34.55  | 44.86  | 19.61  | 3.74    | 7.18   | -3.09   | -2.01 | 221.15  |
| 1966            | 0.62   | 5.92   | 14.20  | 23.08  | 14.19  | 31.28  | 18.66  | 3.73   | 5.17    | -0.08  | 0.69    | -3.29 | 114.17  |
| 1967            | 4.80   | 1.43   | 6.39   | 12.38  | 14.10  | 23.72  | 27.42  | 15.08  | 9.14    | 2.72   | 0.96    | 1.85  | 119.99  |
| 1968            | 6.13   | 14.00  | 26.74  | 35.66  | 25.53  | 32.83  | 29.25  | 7.91   | 8.76    | -1.94  | -0.35   | 17.83 | 202.35  |
| 1969            | 16.93  | 56.89  | 51.89  | 49.22  | 32.48  | 32.36  | 36.44  | 21.13  | 11.77   | 2.86   | 0.68    | -0.35 | 312.30  |
| 1970            | 0.91   | 5.93   | 14.69  | 26.99  | 39.40  | 26.53  | 24.75  | 11.31  | 6.77    | -1.29  | -1.93   | 3.70  | 157.76  |
| 1971            | 16.78  | 20.04  | 37.06  | 25.20  | 24.02  | 35.95  | 27.75  | 16.21  | 7.65    | 2.94   | -0.65   | 2.61  | 215.56  |
| 1972            | 8.58   | 20.05  | 36.75  | 17.12  | 15.72  | 12.89  | 17.15  | 5.33   | 34.88   | 18.80  | 20.18   | 17.00 | 224.45  |
| 1973            | 42.72  | 24.53  | 14.47  | 16.27  | 14.60  | 19.14  | 13.34  | 5.93   | 6.34    | -1.06  | 1.22    | 0.27  | 157.77  |
| 1974            | 7.59   | 9.26   | 18.61  | 12.72  | 12.76  | 27.72  | 12.18  | 10.28  | 4.01    | -2.34  | 11.21   | 0.59  | 124.59  |
| 1975            | 2.22   | 5.71   | 13.66  | 24.94  | 33.95  | 37.50  | 22.36  | 17.10  | 9.76    | 0.22   | 6.59    | -0.81 | 173.20  |
| 1976            | 7.99   | 11.38  | 25.19  | 22.59  | 21.76  | 18.20  | 24.31  | 9.92   | 6.39    | 0.72   | 2.22    | 4.25  | 154.92  |
| 1977            | 28.76  | 23.15  | 30.16  | 20.41  | 15.03  | 31.80  | 18.30  | 8.90   | 5.05    | -3.25  | -1.11   | 2.51  | 179.71  |
| 1978            | 14.03  | 8.24   | 30.34  | 36.38  | 28.48  | 28.18  | 29.73  | 8.70   | 0.25    | -2.27  | 0.27    | 3.73  | 186.06  |
| <b>Toplam</b>   | 180.02 | 236.89 | 450.82 | 411.81 | 384.76 | 472.74 | 396.83 | 187.77 | 132.51  | 25.34  | 33.31   | 57.29 | 2970.09 |
| <b>Ortalama</b> | 11.25  | 14.81  | 28.18  | 25.74  | 24.05  | 29.55  | 24.80  | 11.74  | 8.28    | 1.58   | 2.08    | 3.58  | 185.63  |



Şekil 4.2  
Sapanca Gölü Eklenik Akım Eğrisi

Sapanca Gölü eklenik akım eğrisinden de görüldüğü gibi  $69 \text{ Mm}^3$  aktif hacimde yılda çekilebilecek su miktarı  $127.34 \text{ Mm}^3$  ( $4.04 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) olmaktadır [22].

Birçok sanayi kuruluşu ve Adapazarı Belediyesi içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını Sapanca Gölü'nden temin etmektedirler. Seka, Petkim, Tüpraş ve Adapazarı Belediyesi'nin gölden direkt olarak çektiği su miktarı Adapazarı Belediyesi içme ve kullanma suyu tevsi inşaatının tamamlanmasıyla 1996 yılı itibariyle yılda  $124.25 \text{ m}^3$ 'tür. Sapanca Gölü'nden içme-kullanma ve endüstri suyu sağlanması amaçlarıyla çekilen ve Tablo 3.3'te aylara göre dökümü verilen su miktarlarının belirtilen periyotlarda değişmediği gözlenmiştir. Adapazarı Terkos pompası ile İzmit'e bağlı endüstri kuruluşlarının Sapanca Gölü'nden yılda çektikleri su miktarı  $124.25 \text{ Mm}^3$  olduğuna göre, Sapanca Gölü  $69 \text{ Mm}^3$ 'lük aktif hacimle 1996 yılı itibariyle bu havzanın su ihtiyacını karşılamaktadır.

2031 yılı nüfus tahminleri ışığı altında, Adapazarı, Serdivan, Erenler, Güneşli ve Hanlı belediyelerinin toplam su ihtiyaçlarının  $132 \text{ Mm}^3$  olacağı ve İzmit'e bağlı endüstri kuruluşları yetkililerinden alınan bilgilere göre 1996 yılı itibariyle çektikleri  $66 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  su miktarının 2031 yılında yaklaşık olarak  $80 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  olacağı saptanmıştır. Buna göre Sapanca Gölü havzasının 2031 yılındaki toplam su ihtiyacı  $212 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  olacaktır. Şekil 4.2'deki Sapanca Gölü eklenik akım eğrisinden de görüldüğü gibi gölden çekilebilecek maksimum su miktarı  $186 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Ancak İzmit'e bağlı endüstri kuruluşlarının ihtiyaçlarını gelecekte başka kaynaktan karşılamaları durumunda Sapanca Gölü, çevresindeki belediyelerin ihtiyacı olan  $132 \text{ Mm}^3$  suyu  $76 \text{ Mm}^3$  aktif hacimle karşılayabilmektedir. Aradaki fark olan  $7 \text{ Mm}^3$ 'lük aktif hacim için, maksimum işletme kotunun 20 cm. artırılması veya minimum işletme kotunun 20 cm. düşürülmesi gerekmektedir.

Tablo 4.1'de verilen Sapanca Gölü kullanılabilir giriş akımları, DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından 1983'te yapılmış olan "Sapanca Gölü Hidroloji Raporu"ndan alınmıştır. Bu 16 yıllık değerler kullanılarak Sapanca Gölü giriş akımları kümülatif eğrisi (Şekil 4.2) çizilmiş ve bu eğriden faydalanılarak şu hususlar saptanmıştır :

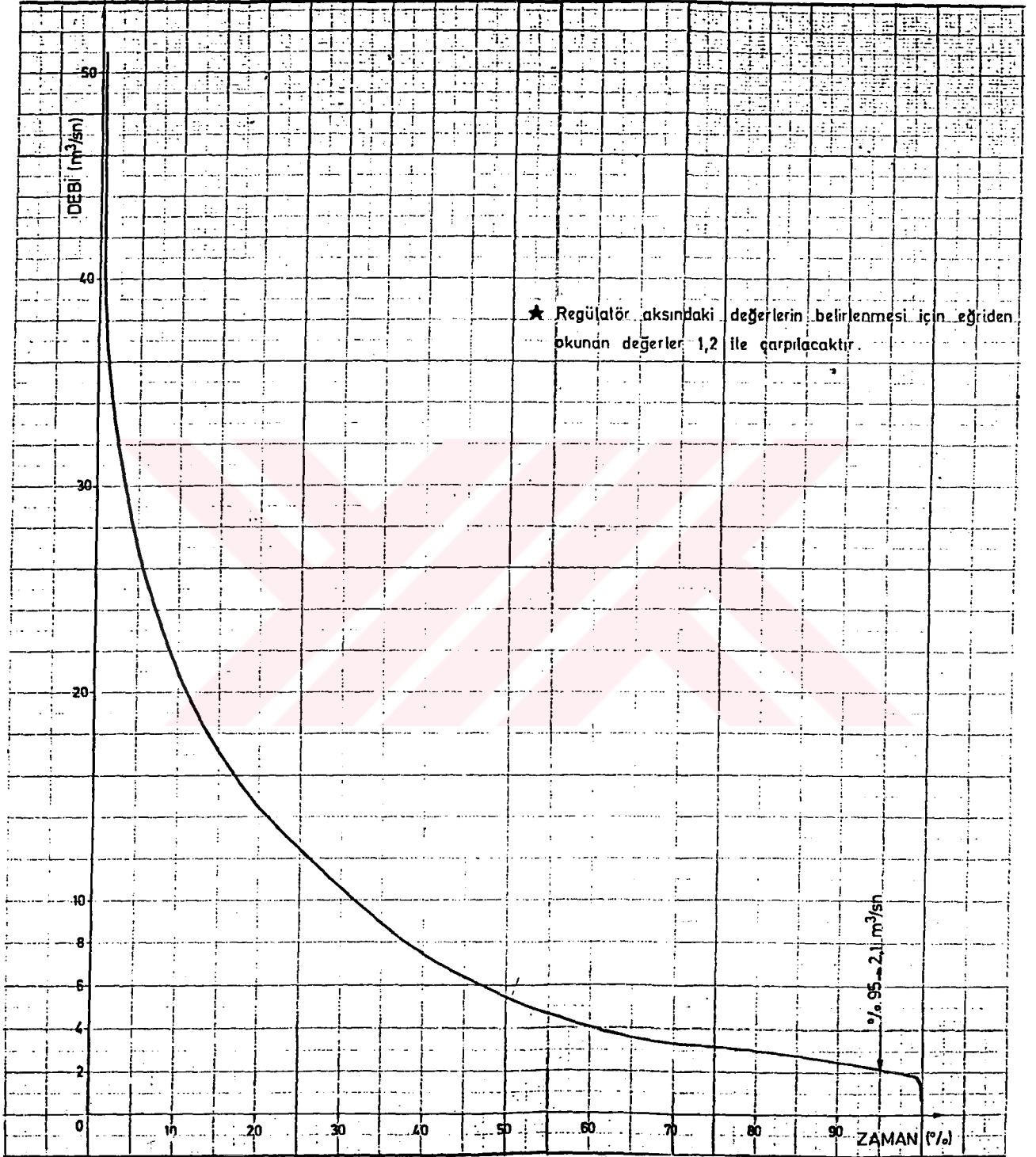
1. Gölden tüm ihtiyaçlar için çekilecek olan  $124.25 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $4 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) su için gölde gerekli aktif hacim  $64 \text{ Mm}^3$ 'tür. Çarksuyu'nun su kalitesinin bozulmasından dolayı, Çarksuyu'ndan su alan kuruluşların  $14.04 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $0.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) su ihtiyacı ise Sakarya'dan pompaj ile temin edilmesi uygun görülmektedir.
2. Sapanca Gölü'nün ortalama yıllık akımı olan  $186 \text{ Mm}^3$  suyun tümünün kullanılması halinde,  $230 \text{ Mm}^3$ 'lük bir aktif hacim ile  $124.25 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $4 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) olan ihtiyaçların karşılanmasından başka,  $61.75 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ )'lik bir su da değişik amaçlar için kullanılabilir hale gelmektedir. Bu  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik su, Mudurnu Çayı'ndan İstanbul'a verilecek sulara ilave edilebileceği gibi Sapanca Gölü yöresinin gelecekteki ihtiyaçları için de kullanılabilir.
3. Çarksuyu bugün olduğu gibi gölden beslenecek olursa, gölden ve Çarksuyu'ndan su alan kuruluşların yıllık  $138.25 \text{ Mm}^3$  ( $4.4 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) olan su ihtiyaçlarının gölden karşılanabilmesi için gerekli aktif hacim  $88 \text{ Mm}^3$  olmaktadır.

#### 4.2 *Mudurnu - Sapanca Derivasyonu Seçeneğinin İncelenmesi*

İstanbul iline içme-kullanma suyu temini için Aşağı Sakarya Havzası'nda araştırılması gereken diğer bir kaynak ise Sakarya Nehri'nin önemli bir kolu olan Mudurnu Çayı'dır. Mudurnu Çayı, sularının kalitesi itibariyle içme ve kullanma suyu olarak uygun bir kaynaktır.

Mudurnu Çayı üzerinde planlanmış olanın dışında herhangi bir tesis mevcut değildir. Planlanmış olan tesisler 4 adet hidroelektrik santral tesisi olduğundan bu projeyi su temini açısından etkilememektedir.

Mudurnu Çayı,  $1718 \text{ km}^2$  yağış alanı ve  $130 \text{ km}$ . uzunluğu ile Sakarya Nehri'nin önemli kollarından bir tanesini oluşturur. Bu çay üzerinde değişik zamanlarda birçok akım gözlem istasyonu işletilmiştir. Halen açık olan ve EİE kuruluşu tarafından işletilen 1237 nolu Mudurnu Çayı-Dokurcun Akım Gözlem İstasyonu'nun 26 yıllık gözlenmiş verisi bulunmaktadır. Bu verilerden faydalanılarak Şekil 4.3'te debi süreklilik eğrisi verilmiştir. Ayrıca bu akım istasyonuna ait 26 yıllık aylık ortalama debi



Şekil 4.3  
Mudurnu Çayı Debi Süreklilik Eğrisi

değerleri ve toplam su miktarları Tablo 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. Tablo 4.4 ve 4.5 ise, bu değerlerin alan korelasyonu vasıtası ile regülatör aksına taşınması neticesinde elde edilen değerleri içermektedir. Regülatör aksındaki değerlerin belirlenmesi için Tablo 4.2 ve 4.3'teki değerler 1.2 ile çarpılarak Tablo 4.4 ve 4.5'teki değerler bulunmuştur. Mudurnu Çayı, Sapanca Gölü'nde gerekli aktif hacmin oluşturulması koşulu ile, İstanbul ilinin bir kısmının içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayacak bir durumdadır. "Aşağı Sakarya Mudurnu Çayı Nehir Santralleri Projesi Planlama Raporu" için hazırlanmış olan Dokurcun Akım Gözlem İstasyonu'na ait 8689 adet değer oluşturduğu debi süreklilik eğrisi, regülatör aksına taşınarak incelendiğinde; yılın % 95'inde  $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik bir suyun Sapanca Gölü'nde herhangi bir aktif hacime ihtiyaç göstermeksizin İstanbul'a tahsis edilebileceği görülmektedir. Bu da yılda  $79 \text{ Mm}^3$  su olarak Mudurnu Çayı'nın regülatör aksındaki ortalama yıllık potansiyeli  $307 \text{ Mm}^3$  suyun % 26'sı demektir. Bu suyun tahsisi için, hiçbir depolama tesisine gerek duyulmadan ve Sapanca Gölü'nde hiçbir tadilat yapılmadan  $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik suyun İstanbul'a taşınmasını içermesi bakımından caziptir. Bugün İstanbul'a 560 milyon  $\text{m}^3$ 'lük bir su verildiği gerçeği dikkate alınacak olursa, Mudurnu Çayı sularının  $207 \text{ Mm}^3$ 'lük bir kısmının bu işe tahsisi hiç de küçümsenmeyecek bir olaydır. Mudurnu Çayı'nın % 95 garantili akımı olan  $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik ( $79 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) su ilk planda İstanbul'a verilebilir. Bunun için Sapanca Gölü'nde herhangi bir aktif hacim yaratmak gerekmez. Geriye kalan  $128 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  su ise, belirlenen ihtiyaç yılında, gölde gerekli aktif hacim yaratılarak İstanbul'a tahsis edilebilir.

Mudurnu Çayı sularının İstanbul iline içme ve kullanma suyu olarak tahsis edilmesi amacı ile yapılan çalışmalarda, Tablo 4.6 - 4.9'da verilen Mudurnu Çayı'nda oluşan 25, 20, 15 ve  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  debiye eşit ve onun altındaki akımların Sapanca Gölü'ne derive edilmesi seçenekleri incelenmiştir.

#### 4.2.1 *Mudurnu Çayı'nda Oluşan $25 \text{ m}^3/\text{sn}$ Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi ( $Q \leq 25 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) :*

$25 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'e eşit ve ondan küçük akım değerleri dikkate alındığında Mudurnu Çayı'nın regülatör aksındaki ortalama yıllık su potansiyelinin  $292 \text{ Mm}^3$  olduğu görülür. Bu suların Sapanca Gölü'ne derive edilerek burada gerekli aktif hacmin sağlanması kaydı

Tablo 4.2  
Aylık Ortalama Debi Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler : m<sup>3</sup>/sn

| Su Yılı | Ekim  | Kasım | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart   | Nisan  | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Yıllık |
|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|--------|
| 1957    | 1.630 | 1.730 | 1.770  | 1.770  | 4.040  | 5.350  | 3.650  | 4.610  | 3.660   | 1.940  | 1.620   | 1.850 | 2.792  |
| 1958    | 1.520 | 1.570 | 2.670  | 3.330  | 4.820  | 12.660 | 14.190 | 6.270  | 4.660   | 2.310  | 1.670   | 2.370 | 4.827  |
| 1959    | 2.640 | 2.660 | 2.720  | 4.000  | 3.680  | 19.890 | 16.190 | 8.640  | 4.930   | 2.790  | 1.930   | 2.070 | 6.026  |
| 1960    | 2.240 | 2.360 | 2.520  | 6.043  | 11.930 | 10.470 | 10.060 | 6.900  | 5.170   | 2.690  | 2.370   | 2.080 | 5.372  |
| 1961    | 2.370 | 2.120 | 3.200  | 3.070  | 6.200  | 7.690  | 9.590  | 5.920  | 4.330   | 2.480  | 1.330   | 1.480 | 4.129  |
| 1962    | 1.884 | 3.124 | 4.519  | 4.189  | 6.285  | 15.500 | 15.390 | 7.621  | 3.852   | 2.291  | 1.531   | 1.737 | 5.651  |
| 1963    | 2.317 | 2.200 | 5.002  | 16.240 | 25.950 | 19.850 | 18.130 | 16.720 | 13.130  | 5.517  | 3.380   | 3.535 | 10.894 |
| 1964    | 3.228 | 3.265 | 8.887  | 4.830  | 12.280 | 25.950 | 17.560 | 12.620 | 7.748   | 3.481  | 2.867   | 3.340 | 8.829  |
| 1965    | 2.658 | 2.951 | 6.125  | 5.129  | 9.179  | 20.700 | 27.950 | 31.080 | 10.760  | 13.000 | 6.005   | 4.204 | 11.667 |
| 1966    | 3.668 | 4.376 | 10.060 | 16.900 | 12.790 | 15.110 | 19.800 | 11.960 | 7.259   | 3.000  | 2.565   | 2.726 | 9.162  |
| 1967    | 2.853 | 2.779 | 4.301  | 5.771  | 6.595  | 15.190 | 18.840 | 13.870 | 6.672   | 4.303  | 3.816   | 3.494 | 7.374  |
| 1968    | 4.082 | 4.498 | 8.288  | 17.300 | 29.830 | 39.780 | 32.680 | 13.640 | 8.201   | 3.629  | 3.681   | 3.540 | 14.030 |
| 1969    | 3.336 | 3.065 | 4.913  | 5.937  | 11.360 | 16.400 | 16.100 | 16.520 | 7.192   | 4.374  | 2.929   | 2.758 | 7.886  |
| 1970    | 2.800 | 2.861 | 3.541  | 5.902  | 20.270 | 20.710 | 22.970 | 13.450 | 8.855   | 4.959  | 3.517   | 3.289 | 9.337  |
| 1971    | 3.570 | 3.573 | 6.515  | 11.460 | 9.301  | 19.110 | 19.740 | 13.510 | 10.560  | 5.104  | 3.777   | 3.755 | 9.161  |
| 1972    | 3.446 | 3.502 | 6.772  | 7.797  | 8.408  | 13.350 | 12.440 | 8.754  | 12.320  | 7.580  | 4.782   | 4.803 | 7.822  |
| 1973    | 5.666 | 5.506 | 4.301  | 4.521  | 10.090 | 15.340 | 13.670 | 9.899  | 6.075   | 3.490  | 2.798   | 2.707 | 6.980  |
| 1974    | 3.321 | 4.227 | 7.083  | 4.729  | 10.980 | 15.390 | 12.140 | 14.870 | 7.771   | 3.607  | 4.593   | 3.307 | 7.650  |
| 1975    | 2.584 | 2.663 | 3.314  | 4.702  | 7.293  | 15.860 | 13.720 | 25.380 | 10.220  | 4.668  | 4.097   | 3.333 | 8.167  |
| 1976    | 3.225 | 3.858 | 4.845  | 6.690  | 8.293  | 12.390 | 16.820 | 10.020 | 6.540   | 3.301  | 2.897   | 2.662 | 6.780  |
| 1977    | 2.762 | 2.712 | 4.915  | 4.291  | 8.408  | 13.020 | 11.450 | 7.230  | 3.742   | 2.391  | 1.758   | 1.847 | 5.357  |
| 1978    | 2.284 | 2.400 | 2.881  | 6.327  | 16.320 | 14.570 | 19.080 | 10.490 | 4.416   | 3.436  | 3.915   | 3.091 | 7.363  |
| 1979    | 3.120 | 3.208 | 6.003  | 16.240 | 21.460 | 12.620 | 9.441  | 8.472  | 6.715   | 3.815  | 2.503   | 3.040 | 7.970  |
| 1980    | 2.678 | 3.571 | 8.242  | 13.790 | 16.630 | 33.510 | 30.240 | 16.680 | 8.316   | 3.728  | 2.777   | 3.023 | 11.913 |
| 1981    | 3.344 | 4.687 | 11.410 | 13.980 | 16.370 | 35.130 | 16.550 | 14.600 | 7.348   | 4.729  | 2.811   | 2.803 | 11.140 |
| 1982    | 2.918 | 4.283 | 12.920 | 20.960 | 17.240 | 23.110 | 27.130 | 22.530 | 6.740   | 6.195  | 4.286   | 4.005 | 12.679 |

Tablo 4.3  
Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler : 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart    | Nisan   | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 4.38   | 4.48   | 4.75   | 4.73   | 9.77   | 14.34   | 9.46    | 12.35  | 9.47    | 5.20   | 4.34    | 4.79   | 88.06   |
| 1958            | 4.07   | 4.06   | 7.14   | 8.92   | 11.66  | 33.90   | 36.78   | 16.79  | 12.07   | 6.18   | 4.47    | 6.15   | 152.19  |
| 1959            | 7.07   | 6.90   | 7.29   | 10.72  | 8.91   | 53.27   | 41.97   | 23.15  | 12.77   | 7.48   | 5.17    | 5.36   | 190.06  |
| 1960            | 5.99   | 6.12   | 6.76   | 16.19  | 29.89  | 28.05   | 26.07   | 18.48  | 13.40   | 7.21   | 6.36    | 5.40   | 169.92  |
| 1961            | 6.34   | 5.50   | 8.58   | 8.22   | 15.00  | 20.60   | 24.80   | 15.90  | 11.20   | 6.63   | 3.55    | 3.84   | 130.16  |
| 1962            | 5.05   | 8.10   | 12.10  | 11.20  | 15.20  | 41.50   | 39.90   | 20.40  | 9.98    | 6.14   | 4.10    | 4.50   | 178.17  |
| 1963            | 6.21   | 5.70   | 13.40  | 43.50  | 62.80  | 53.20   | 47.00   | 44.80  | 34.00   | 14.80  | 9.05    | 9.16   | 343.62  |
| 1964            | 8.65   | 8.46   | 23.80  | 12.90  | 30.80  | 69.50   | 45.50   | 33.80  | 20.10   | 9.32   | 7.68    | 8.66   | 279.17  |
| 1965            | 7.12   | 7.65   | 16.40  | 13.70  | 22.20  | 55.40   | 72.40   | 83.30  | 27.90   | 34.80  | 16.10   | 10.90  | 367.87  |
| 1966            | 9.83   | 11.30  | 27.00  | 45.30  | 30.90  | 40.50   | 51.30   | 32.00  | 18.80   | 8.04   | 6.87    | 7.07   | 288.91  |
| 1967            | 7.64   | 7.20   | 11.50  | 15.50  | 16.00  | 40.70   | 48.80   | 37.20  | 17.30   | 11.50  | 10.20   | 9.06   | 232.60  |
| 1968            | 10.90  | 11.70  | 22.20  | 46.30  | 74.70  | 107.00  | 84.70   | 36.50  | 21.30   | 9.72   | 9.86    | 9.18   | 444.06  |
| 1969            | 8.94   | 7.94   | 13.20  | 15.90  | 27.50  | 43.90   | 41.70   | 44.50  | 18.60   | 11.70  | 7.84    | 7.15   | 248.87  |
| 1970            | 7.50   | 7.42   | 9.48   | 15.80  | 49.00  | 55.50   | 59.50   | 36.00  | 23.00   | 13.30  | 9.42    | 8.53   | 294.45  |
| 1971            | 9.56   | 9.26   | 17.40  | 30.70  | 22.50  | 51.20   | 51.20   | 36.20  | 27.40   | 13.70  | 10.10   | 9.73   | 288.95  |
| 1972            | 9.23   | 9.08   | 18.10  | 20.90  | 21.10  | 35.70   | 32.20   | 23.40  | 31.90   | 20.30  | 12.80   | 12.40  | 247.11  |
| 1973            | 15.20  | 14.30  | 11.50  | 12.10  | 24.40  | 41.10   | 35.40   | 26.50  | 15.70   | 9.35   | 7.50    | 7.02   | 220.07  |
| 1974            | 8.89   | 11.00  | 19.00  | 12.70  | 26.60  | 41.20   | 31.50   | 39.80  | 20.10   | 9.66   | 12.30   | 8.57   | 241.32  |
| 1975            | 6.92   | 6.90   | 8.88   | 12.60  | 17.60  | 42.50   | 35.60   | 68.00  | 26.50   | 12.50  | 11.00   | 8.64   | 257.64  |
| 1976            | 8.64   | 10.00  | 13.00  | 17.90  | 20.80  | 33.20   | 43.60   | 26.80  | 17.00   | 8.84   | 7.76    | 6.90   | 214.44  |
| 1977            | 7.40   | 7.03   | 13.20  | 11.50  | 20.30  | 34.90   | 29.70   | 19.40  | 9.70    | 6.40   | 4.71    | 4.79   | 169.03  |
| 1978            | 6.12   | 6.22   | 7.72   | 16.90  | 39.50  | 39.00   | 49.50   | 28.10  | 11.40   | 9.20   | 10.50   | 8.01   | 232.17  |
| 1979            | 8.36   | 8.32   | 16.10  | 43.50  | 51.90  | 33.80   | 24.50   | 22.70  | 17.40   | 10.20  | 6.70    | 7.82   | 251.30  |
| 1980            | 7.17   | 9.26   | 22.10  | 36.90  | 41.70  | 89.70   | 78.40   | 44.70  | 21.60   | 9.98   | 7.44    | 7.84   | 376.79  |
| 1981            | 8.96   | 12.10  | 30.60  | 37.40  | 39.60  | 94.10   | 42.90   | 39.10  | 19.00   | 12.70  | 7.53    | 7.27   | 351.26  |
| 1982            | 7.82   | 11.10  | 34.60  | 56.10  | 41.70  | 61.90   | 70.30   | 60.30  | 17.50   | 16.60  | 11.50   | 10.40  | 399.82  |
| <b>Toplam</b>   | 203.96 | 217.10 | 395.80 | 578.08 | 772.03 | 1255.66 | 1154.68 | 890.17 | 485.09  | 291.45 | 214.85  | 199.14 | 6658.01 |
| <b>Ortalama</b> | 7.84   | 8.35   | 15.22  | 22.23  | 29.69  | 48.29   | 44.41   | 34.24  | 18.66   | 11.21  | 8.26    | 7.66   | 256.08  |

Tablo 4.4  
Regülatör Aksında Aylık Ortalama Debi Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler : m<sup>3</sup>/sn

| Su Yılı | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak  | Şubat | Mart  | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Yıllık |
|---------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|--------|
| 1957    | 1.96 | 2.08  | 2.12   | 2.12  | 4.85  | 6.42  | 4.38  | 5.53  | 4.39    | 2.33   | 1.94    | 2.22  | 3.35   |
| 1958    | 1.82 | 1.88  | 3.20   | 4.00  | 5.78  | 15.19 | 17.03 | 7.52  | 5.59    | 2.77   | 2.00    | 2.84  | 5.79   |
| 1959    | 3.16 | 3.19  | 3.26   | 4.80  | 4.41  | 23.86 | 19.42 | 10.36 | 5.91    | 3.34   | 2.31    | 2.48  | 7.23   |
| 1960    | 2.68 | 2.83  | 3.02   | 7.24  | 14.31 | 12.56 | 12.07 | 8.28  | 6.20    | 3.22   | 2.84    | 2.49  | 6.44   |
| 1961    | 2.84 | 2.54  | 3.84   | 3.68  | 7.44  | 9.22  | 11.50 | 7.10  | 5.19    | 2.97   | 1.59    | 1.77  | 4.95   |
| 1962    | 2.26 | 3.74  | 5.42   | 5.02  | 7.54  | 18.60 | 18.46 | 9.14  | 4.62    | 2.74   | 1.83    | 2.08  | 6.78   |
| 1963    | 2.78 | 2.64  | 6.00   | 19.48 | 31.14 | 23.82 | 21.75 | 20.06 | 15.75   | 6.62   | 4.05    | 4.24  | 13.07  |
| 1964    | 3.87 | 3.91  | 10.66  | 5.79  | 14.73 | 31.14 | 21.07 | 15.14 | 9.29    | 4.17   | 3.44    | 4.00  | 10.59  |
| 1965    | 3.18 | 3.54  | 7.35   | 6.15  | 14.01 | 24.84 | 33.54 | 37.29 | 12.91   | 15.60  | 7.20    | 5.04  | 14.23  |
| 1966    | 4.40 | 5.25  | 12.07  | 20.28 | 15.34 | 18.13 | 23.76 | 14.35 | 8.71    | 3.60   | 3.07    | 3.27  | 10.99  |
| 1967    | 3.42 | 3.33  | 5.16   | 6.92  | 7.91  | 18.22 | 22.60 | 16.64 | 8.00    | 5.16   | 4.57    | 4.19  | 8.84   |
| 1968    | 4.89 | 5.39  | 9.94   | 20.76 | 35.79 | 47.73 | 39.21 | 16.36 | 9.84    | 4.35   | 4.41    | 4.24  | 16.83  |
| 1969    | 4.00 | 3.67  | 5.89   | 7.12  | 13.63 | 19.68 | 19.32 | 19.82 | 8.63    | 5.24   | 3.51    | 3.30  | 9.46   |
| 1970    | 3.36 | 3.43  | 4.24   | 7.08  | 24.32 | 24.85 | 27.56 | 16.14 | 10.62   | 5.95   | 4.22    | 3.94  | 11.20  |
| 1971    | 4.28 | 4.28  | 7.81   | 13.75 | 11.16 | 22.93 | 23.68 | 16.21 | 12.67   | 6.12   | 4.53    | 4.50  | 10.99  |
| 1972    | 4.13 | 4.20  | 8.12   | 9.35  | 10.08 | 16.02 | 14.92 | 10.50 | 14.78   | 9.09   | 5.73    | 5.76  | 9.38   |
| 1973    | 6.79 | 6.60  | 5.16   | 5.42  | 12.10 | 18.40 | 16.40 | 11.87 | 7.29    | 4.18   | 3.35    | 3.24  | 8.37   |
| 1974    | 3.98 | 5.07  | 8.49   | 5.67  | 13.17 | 18.46 | 14.56 | 17.84 | 9.32    | 4.32   | 5.51    | 3.96  | 9.17   |
| 1975    | 3.10 | 3.19  | 3.97   | 5.64  | 8.75  | 19.03 | 16.46 | 30.45 | 12.26   | 5.60   | 4.91    | 3.99  | 9.80   |
| 1976    | 3.87 | 4.62  | 5.81   | 8.02  | 9.95  | 14.86 | 20.18 | 12.02 | 7.84    | 3.96   | 3.47    | 3.19  | 8.13   |
| 1977    | 3.31 | 3.25  | 5.89   | 5.14  | 10.08 | 15.62 | 13.74 | 8.67  | 4.49    | 2.86   | 2.10    | 2.21  | 6.42   |
| 1978    | 2.74 | 2.88  | 3.45   | 7.59  | 19.58 | 17.48 | 22.89 | 12.58 | 5.29    | 4.12   | 4.69    | 3.70  | 8.83   |
| 1979    | 3.74 | 3.84  | 7.20   | 19.48 | 25.75 | 15.14 | 11.32 | 10.16 | 8.05    | 4.57   | 3.00    | 3.64  | 9.56   |
| 1980    | 3.21 | 4.28  | 9.89   | 16.54 | 19.95 | 40.21 | 36.28 | 20.01 | 9.97    | 4.47   | 3.33    | 3.62  | 14.29  |
| 1981    | 4.01 | 5.62  | 13.69  | 16.77 | 19.64 | 42.15 | 19.86 | 17.52 | 8.81    | 5.67   | 3.37    | 3.36  | 13.36  |
| 1982    | 3.50 | 5.13  | 15.50  | 25.15 | 20.68 | 27.73 | 32.55 | 27.03 | 8.08    | 7.43   | 5.14    | 4.80  | 15.21  |

Tablo 4.5  
Regülatör Aksında Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler : 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart    | Nisan   | Mayıs   | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 5.25   | 5.37   | 5.70   | 5.67   | 11.72  | 17.20   | 11.35   | 14.82   | 11.36   | 6.24   | 5.20    | 5.74   | 105.62  |
| 1958            | 4.88   | 4.87   | 8.56   | 10.70  | 13.99  | 40.68   | 44.13   | 20.14   | 14.48   | 7.41   | 5.36    | 7.38   | 182.58  |
| 1959            | 8.48   | 8.28   | 8.74   | 12.86  | 10.69  | 63.92   | 50.36   | 27.78   | 15.32   | 8.97   | 6.20    | 6.43   | 228.03  |
| 1960            | 7.18   | 7.34   | 8.11   | 19.42  | 35.86  | 33.66   | 31.28   | 22.17   | 16.08   | 8.65   | 7.63    | 6.48   | 203.86  |
| 1961            | 7.60   | 6.60   | 10.29  | 9.86   | 18.00  | 24.72   | 29.76   | 19.08   | 13.44   | 7.95   | 4.26    | 4.60   | 156.16  |
| 1962            | 6.06   | 9.72   | 14.52  | 13.44  | 18.24  | 49.80   | 47.88   | 24.48   | 11.97   | 7.36   | 4.92    | 5.40   | 213.79  |
| 1963            | 7.45   | 6.84   | 16.08  | 52.20  | 75.36  | 63.84   | 56.40   | 53.76   | 40.80   | 17.76  | 10.86   | 10.99  | 412.34  |
| 1964            | 10.38  | 10.15  | 28.56  | 15.48  | 36.96  | 83.40   | 54.60   | 40.56   | 24.12   | 11.18  | 9.21    | 10.39  | 334.99  |
| 1965            | 8.54   | 9.18   | 19.68  | 16.44  | 26.64  | 66.48   | 86.88   | 99.96   | 33.48   | 41.76  | 19.32   | 13.08  | 441.44  |
| 1966            | 11.79  | 13.56  | 32.40  | 54.36  | 37.08  | 48.60   | 61.56   | 38.40   | 22.56   | 9.64   | 8.24    | 8.48   | 346.67  |
| 1967            | 9.16   | 8.64   | 13.80  | 18.60  | 19.20  | 48.84   | 58.56   | 44.64   | 20.76   | 13.80  | 12.24   | 10.87  | 279.11  |
| 1968            | 13.08  | 14.04  | 26.64  | 55.56  | 89.64  | 128.40  | 101.64  | 43.80   | 25.56   | 11.66  | 11.83   | 11.01  | 532.86  |
| 1969            | 10.72  | 9.52   | 15.84  | 19.08  | 33.00  | 52.68   | 50.04   | 53.40   | 22.32   | 14.04  | 9.40    | 8.58   | 298.62  |
| 1970            | 9.00   | 8.90   | 11.37  | 18.96  | 58.80  | 66.60   | 71.40   | 43.20   | 27.60   | 15.96  | 11.30   | 10.23  | 353.32  |
| 1971            | 11.47  | 11.11  | 20.88  | 36.84  | 27.00  | 61.44   | 61.44   | 43.44   | 32.88   | 16.44  | 12.12   | 11.67  | 346.73  |
| 1972            | 11.07  | 10.89  | 21.72  | 25.08  | 25.32  | 42.84   | 38.64   | 28.08   | 38.28   | 24.36  | 15.36   | 14.88  | 296.52  |
| 1973            | 18.24  | 17.16  | 13.80  | 14.52  | 29.28  | 49.32   | 42.48   | 31.80   | 18.84   | 11.22  | 9.00    | 8.42   | 264.08  |
| 1974            | 10.66  | 13.20  | 22.80  | 15.24  | 31.92  | 49.44   | 37.80   | 47.76   | 24.12   | 11.59  | 14.76   | 10.28  | 289.57  |
| 1975            | 8.30   | 8.28   | 10.65  | 15.12  | 21.12  | 51.00   | 42.72   | 81.60   | 31.80   | 15.00  | 13.20   | 10.36  | 309.15  |
| 1976            | 10.36  | 12.00  | 15.60  | 21.48  | 24.96  | 39.84   | 52.32   | 32.16   | 20.40   | 10.60  | 9.31    | 8.28   | 257.31  |
| 1977            | 8.88   | 8.43   | 15.84  | 13.80  | 24.36  | 41.88   | 35.64   | 23.28   | 11.64   | 7.68   | 5.65    | 5.74   | 202.82  |
| 1978            | 7.34   | 7.46   | 9.26   | 20.28  | 47.40  | 46.80   | 59.40   | 33.72   | 13.68   | 11.04  | 12.60   | 9.61   | 278.59  |
| 1979            | 10.03  | 9.98   | 19.32  | 52.20  | 62.28  | 40.56   | 29.40   | 27.24   | 20.88   | 12.24  | 8.04    | 9.45   | 301.62  |
| 1980            | 8.60   | 11.11  | 26.52  | 44.28  | 50.04  | 107.64  | 94.08   | 53.64   | 25.92   | 11.97  | 8.92    | 9.40   | 452.12  |
| 1981            | 10.75  | 14.52  | 36.72  | 44.88  | 47.52  | 112.92  | 51.48   | 46.92   | 22.80   | 15.24  | 9.03    | 8.72   | 421.50  |
| 1982            | 9.38   | 13.32  | 41.52  | 67.32  | 50.04  | 74.28   | 84.36   | 72.36   | 21.00   | 19.92  | 13.80   | 12.48  | 479.78  |
| <b>Toplam</b>   | 244.65 | 260.47 | 474.92 | 693.67 | 926.42 | 1506.78 | 1385.60 | 1068.19 | 582.09  | 349.68 | 257.76  | 238.95 | 7989.18 |
| <b>Ortalama</b> | 9.41   | 10.02  | 18.27  | 26.68  | 35.63  | 57.95   | 53.29   | 41.08   | 22.39   | 13.45  | 9.91    | 9.19   | 307.28  |

Tablo 4.6  
Regülatör Aksında  $Q \leq 25 \text{ m}^3/\text{sn}$  Akımlarının Oluşturduğu Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler :  $10^6 \text{ m}^3$

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart    | Nisan   | Mayıs   | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 5.25   | 5.37   | 5.70   | 5.67   | 11.72  | 17.20   | 11.35   | 14.82   | 11.36   | 6.24   | 5.20    | 5.74   | 105.62  |
| 1958            | 4.88   | 4.87   | 8.56   | 10.70  | 13.99  | 40.68   | 44.13   | 20.14   | 14.48   | 7.41   | 5.36    | 7.38   | 182.58  |
| 1959            | 8.48   | 8.28   | 8.74   | 12.86  | 10.69  | 63.92   | 50.36   | 27.78   | 15.32   | 8.97   | 6.20    | 6.43   | 228.03  |
| 1960            | 7.18   | 7.34   | 8.11   | 19.42  | 35.86  | 33.66   | 31.28   | 22.17   | 16.08   | 8.65   | 7.63    | 6.48   | 203.86  |
| 1961            | 7.60   | 6.60   | 10.29  | 9.86   | 18.00  | 24.72   | 29.76   | 19.08   | 13.44   | 7.95   | 4.26    | 4.60   | 156.16  |
| 1962            | 6.06   | 9.72   | 14.52  | 13.44  | 18.24  | 49.80   | 47.88   | 24.48   | 11.97   | 7.36   | 4.92    | 5.40   | 213.79  |
| 1963            | 7.45   | 6.84   | 16.08  | 52.20  | 64.80  | 63.84   | 56.40   | 53.76   | 40.80   | 17.76  | 10.86   | 10.99  | 401.78  |
| 1964            | 10.38  | 10.15  | 28.56  | 15.48  | 36.96  | 64.80   | 54.60   | 40.56   | 24.12   | 11.18  | 9.21    | 10.39  | 316.39  |
| 1965            | 8.54   | 9.18   | 19.68  | 16.44  | 26.64  | 64.80   | 64.80   | 64.80   | 33.48   | 41.76  | 19.32   | 13.08  | 382.52  |
| 1966            | 11.79  | 13.56  | 32.40  | 54.36  | 37.08  | 48.60   | 61.56   | 38.40   | 22.56   | 9.64   | 8.24    | 8.48   | 346.67  |
| 1967            | 9.16   | 8.64   | 13.80  | 18.60  | 19.20  | 48.84   | 58.56   | 44.64   | 20.76   | 13.80  | 12.24   | 10.87  | 279.11  |
| 1968            | 13.08  | 14.04  | 26.64  | 55.56  | 64.80  | 64.80   | 64.80   | 43.80   | 25.56   | 11.66  | 11.83   | 11.01  | 407.58  |
| 1969            | 10.72  | 9.52   | 15.84  | 19.08  | 33.00  | 52.68   | 50.04   | 53.40   | 22.32   | 14.04  | 9.40    | 8.58   | 298.62  |
| 1970            | 9.00   | 8.90   | 11.37  | 18.96  | 58.80  | 64.80   | 64.80   | 43.20   | 27.60   | 15.96  | 11.30   | 10.23  | 344.92  |
| 1971            | 11.47  | 11.11  | 20.88  | 36.84  | 27.00  | 61.44   | 61.44   | 43.44   | 32.88   | 16.44  | 12.12   | 11.67  | 346.73  |
| 1972            | 11.07  | 10.89  | 21.72  | 25.08  | 25.32  | 42.84   | 38.64   | 28.08   | 38.28   | 24.36  | 15.36   | 14.88  | 296.52  |
| 1973            | 18.24  | 17.16  | 13.80  | 14.52  | 29.28  | 49.32   | 42.48   | 31.80   | 18.84   | 11.22  | 9.00    | 8.42   | 264.08  |
| 1974            | 10.66  | 13.20  | 22.80  | 15.24  | 31.92  | 49.44   | 37.80   | 47.76   | 24.12   | 11.59  | 14.76   | 10.28  | 289.57  |
| 1975            | 8.30   | 8.28   | 10.65  | 15.12  | 21.12  | 51.00   | 42.72   | 64.80   | 31.80   | 15.00  | 13.20   | 10.36  | 292.35  |
| 1976            | 10.36  | 12.00  | 15.60  | 21.48  | 24.96  | 39.84   | 52.32   | 32.16   | 20.40   | 10.60  | 9.31    | 8.28   | 257.31  |
| 1977            | 8.88   | 8.43   | 15.84  | 13.80  | 24.36  | 41.88   | 35.64   | 23.28   | 11.64   | 7.68   | 5.65    | 5.74   | 202.82  |
| 1978            | 7.34   | 7.46   | 9.26   | 20.28  | 47.40  | 46.80   | 59.40   | 33.72   | 13.68   | 11.04  | 12.60   | 9.61   | 278.59  |
| 1979            | 10.03  | 9.98   | 19.32  | 52.20  | 64.80  | 40.56   | 29.40   | 27.24   | 20.88   | 12.24  | 8.04    | 9.45   | 304.14  |
| 1980            | 8.60   | 11.11  | 26.52  | 44.28  | 50.04  | 64.80   | 64.80   | 53.64   | 25.92   | 11.97  | 8.92    | 9.40   | 380.00  |
| 1981            | 10.75  | 14.52  | 36.72  | 44.88  | 47.52  | 64.80   | 51.48   | 46.92   | 22.80   | 15.24  | 9.03    | 8.72   | 373.38  |
| 1982            | 9.38   | 13.32  | 41.52  | 64.80  | 50.04  | 64.80   | 64.80   | 64.80   | 21.00   | 19.92  | 13.80   | 12.48  | 440.66  |
| <b>Toplam</b>   | 244.65 | 260.47 | 474.92 | 691.15 | 893.54 | 1320.66 | 1271.24 | 1008.67 | 582.09  | 349.68 | 257.76  | 238.95 | 7593.78 |
| <b>Ortalama</b> | 9.41   | 10.02  | 18.27  | 26.58  | 34.37  | 50.79   | 48.89   | 38.80   | 22.39   | 13.45  | 9.91    | 9.19   | 292.07  |

Tablo 4.7  
Regülatör Aksında  $Q \leq 20 \text{ m}^3/\text{sn}$  Akımlarının Oluşturduğu Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler :  $10^6 \text{ m}^3$

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart    | Nisan   | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 5.25   | 5.37   | 5.70   | 5.67   | 11.72  | 17.20   | 11.35   | 14.82  | 11.36   | 6.24   | 5.20    | 5.74   | 105.62  |
| 1958            | 4.88   | 4.87   | 8.56   | 10.70  | 13.99  | 40.68   | 44.13   | 20.14  | 14.48   | 7.41   | 5.36    | 7.38   | 182.58  |
| 1959            | 8.48   | 8.28   | 8.74   | 12.86  | 10.69  | 51.84   | 50.36   | 27.78  | 15.32   | 8.97   | 6.20    | 6.43   | 215.95  |
| 1960            | 7.18   | 7.34   | 8.11   | 19.42  | 35.86  | 33.66   | 31.28   | 22.17  | 16.08   | 8.65   | 7.63    | 6.48   | 203.86  |
| 1961            | 7.60   | 6.60   | 10.29  | 9.86   | 18.00  | 24.72   | 29.76   | 19.08  | 13.44   | 7.95   | 4.26    | 4.60   | 156.16  |
| 1962            | 6.06   | 9.72   | 14.52  | 13.44  | 18.24  | 49.80   | 47.88   | 24.48  | 11.97   | 7.36   | 4.92    | 5.40   | 213.79  |
| 1963            | 7.45   | 6.84   | 16.08  | 51.84  | 51.84  | 51.84   | 51.84   | 51.84  | 40.80   | 17.76  | 10.86   | 10.99  | 369.98  |
| 1964            | 10.38  | 10.15  | 28.56  | 15.48  | 36.96  | 51.84   | 51.84   | 40.56  | 24.12   | 11.18  | 9.21    | 10.39  | 300.67  |
| 1965            | 8.54   | 9.18   | 19.68  | 16.44  | 26.64  | 51.84   | 51.84   | 51.84  | 33.48   | 41.76  | 19.32   | 13.08  | 343.64  |
| 1966            | 11.79  | 13.56  | 32.40  | 51.84  | 37.08  | 48.60   | 51.84   | 38.40  | 22.56   | 9.64   | 8.24    | 8.48   | 334.43  |
| 1967            | 9.16   | 8.64   | 13.80  | 18.60  | 19.20  | 48.84   | 51.84   | 44.64  | 20.76   | 13.80  | 12.24   | 10.87  | 272.39  |
| 1968            | 13.08  | 14.04  | 26.64  | 51.84  | 51.84  | 51.84   | 51.84   | 43.80  | 25.56   | 11.66  | 11.83   | 11.01  | 364.98  |
| 1969            | 10.72  | 9.52   | 15.84  | 19.08  | 33.00  | 51.84   | 50.04   | 51.84  | 22.32   | 14.04  | 9.40    | 8.58   | 296.22  |
| 1970            | 9.00   | 8.90   | 11.37  | 18.96  | 51.84  | 51.84   | 51.84   | 43.20  | 27.60   | 15.96  | 11.30   | 10.23  | 312.04  |
| 1971            | 11.47  | 11.11  | 20.88  | 36.84  | 27.00  | 51.84   | 51.84   | 43.44  | 32.88   | 16.44  | 12.12   | 11.67  | 327.53  |
| 1972            | 11.07  | 10.89  | 21.72  | 25.08  | 25.32  | 42.84   | 38.64   | 28.08  | 38.28   | 24.36  | 15.36   | 14.88  | 296.52  |
| 1973            | 18.24  | 17.16  | 13.80  | 14.52  | 29.28  | 49.32   | 42.48   | 31.80  | 18.84   | 11.22  | 9.00    | 8.42   | 264.08  |
| 1974            | 10.66  | 13.20  | 22.80  | 15.24  | 31.92  | 49.44   | 37.80   | 47.76  | 24.12   | 11.59  | 14.76   | 10.28  | 289.57  |
| 1975            | 8.30   | 8.28   | 10.65  | 15.12  | 21.12  | 51.00   | 42.72   | 51.84  | 31.80   | 15.00  | 13.20   | 10.36  | 279.39  |
| 1976            | 10.36  | 12.00  | 15.60  | 21.48  | 24.96  | 39.84   | 51.84   | 32.16  | 20.40   | 10.60  | 9.31    | 8.28   | 256.83  |
| 1977            | 8.88   | 8.43   | 15.84  | 13.80  | 24.36  | 41.88   | 35.64   | 23.28  | 11.64   | 7.68   | 5.65    | 5.74   | 202.82  |
| 1978            | 7.34   | 7.46   | 9.26   | 20.28  | 47.40  | 46.80   | 51.84   | 33.72  | 13.68   | 11.04  | 12.60   | 9.61   | 271.03  |
| 1979            | 10.03  | 9.98   | 19.32  | 51.84  | 51.84  | 40.56   | 29.40   | 27.24  | 20.88   | 12.24  | 8.04    | 9.45   | 290.82  |
| 1980            | 8.60   | 11.11  | 26.52  | 44.28  | 50.04  | 51.84   | 51.84   | 51.84  | 25.92   | 11.97  | 8.92    | 9.40   | 352.28  |
| 1981            | 10.75  | 14.52  | 36.72  | 44.88  | 47.52  | 51.84   | 51.48   | 46.92  | 22.80   | 15.24  | 9.03    | 8.72   | 360.42  |
| 1982            | 9.38   | 13.32  | 41.52  | 51.84  | 50.04  | 51.84   | 51.84   | 51.84  | 21.00   | 19.92  | 13.80   | 12.48  | 388.82  |
| <b>Toplam</b>   | 244.65 | 260.47 | 474.92 | 671.23 | 847.70 | 1195.42 | 1165.04 | 964.51 | 582.09  | 349.68 | 257.76  | 238.95 | 7252.42 |
| <b>Ortalama</b> | 9.41   | 10.02  | 18.27  | 25.82  | 32.60  | 45.98   | 44.81   | 37.10  | 22.39   | 13.45  | 9.91    | 9.19   | 278.94  |

Tablo 4.8  
Regülatör Aksında  $Q \leq 15 \text{ m}^3/\text{sn}$  Akımlarının Oluşturduğu Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler :  $10^6 \text{ m}^3$

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart   | Nisan  | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 5.25   | 5.37   | 5.70   | 5.67   | 11.72  | 17.20  | 11.35  | 14.82  | 11.36   | 6.24   | 5.20    | 5.74   | 105.62  |
| 1958            | 4.88   | 4.87   | 8.56   | 10.70  | 13.99  | 38.88  | 38.88  | 20.14  | 14.48   | 7.41   | 5.36    | 7.38   | 175.53  |
| 1959            | 8.48   | 8.28   | 8.74   | 12.86  | 10.69  | 38.88  | 38.88  | 27.78  | 15.32   | 8.97   | 6.20    | 6.43   | 191.51  |
| 1960            | 7.18   | 7.34   | 8.11   | 19.42  | 35.86  | 33.66  | 31.28  | 22.17  | 16.08   | 8.65   | 7.63    | 6.48   | 203.86  |
| 1961            | 7.60   | 6.60   | 10.29  | 9.86   | 18.00  | 24.72  | 29.76  | 19.08  | 13.44   | 7.95   | 4.26    | 4.60   | 156.16  |
| 1962            | 6.06   | 9.72   | 14.52  | 13.44  | 18.24  | 38.88  | 38.88  | 24.48  | 11.97   | 7.36   | 4.92    | 5.40   | 193.87  |
| 1963            | 7.45   | 6.84   | 16.08  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88   | 17.76  | 10.86   | 10.99  | 303.26  |
| 1964            | 10.38  | 10.15  | 28.56  | 15.48  | 36.96  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 24.12   | 11.18  | 9.21    | 10.39  | 273.07  |
| 1965            | 8.54   | 9.18   | 19.68  | 16.44  | 26.64  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 33.48   | 38.88  | 19.32   | 13.08  | 301.88  |
| 1966            | 11.79  | 13.56  | 32.40  | 38.88  | 37.08  | 38.88  | 38.88  | 38.40  | 22.56   | 9.64   | 8.24    | 8.48   | 298.79  |
| 1967            | 9.16   | 8.64   | 13.80  | 18.60  | 19.20  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 20.76   | 13.80  | 12.24   | 10.87  | 243.71  |
| 1968            | 13.08  | 14.04  | 26.64  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 25.56   | 11.66  | 11.83   | 11.01  | 308.22  |
| 1969            | 10.72  | 9.52   | 15.84  | 19.08  | 33.00  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 22.32   | 14.04  | 9.40    | 8.58   | 259.14  |
| 1970            | 9.00   | 8.90   | 11.37  | 18.96  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 27.60   | 15.96  | 11.30   | 10.23  | 268.84  |
| 1971            | 11.47  | 11.11  | 20.88  | 36.84  | 27.00  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 32.88   | 16.44  | 12.12   | 11.67  | 297.05  |
| 1972            | 11.07  | 10.89  | 21.72  | 25.08  | 25.32  | 38.88  | 38.64  | 28.08  | 38.28   | 24.36  | 15.36   | 14.88  | 292.56  |
| 1973            | 18.24  | 17.16  | 13.80  | 14.52  | 29.28  | 38.88  | 38.88  | 31.80  | 18.84   | 11.22  | 9.00    | 8.42   | 250.04  |
| 1974            | 10.66  | 13.20  | 22.80  | 15.24  | 31.92  | 38.88  | 37.80  | 38.88  | 24.12   | 11.59  | 14.76   | 10.28  | 270.13  |
| 1975            | 8.30   | 8.28   | 10.65  | 15.12  | 21.12  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 31.80   | 15.00  | 13.20   | 10.36  | 250.47  |
| 1976            | 10.36  | 12.00  | 15.60  | 21.48  | 24.96  | 38.88  | 38.88  | 32.16  | 20.40   | 10.60  | 9.31    | 8.28   | 242.91  |
| 1977            | 8.88   | 8.43   | 15.84  | 13.80  | 24.36  | 38.88  | 35.64  | 23.28  | 11.64   | 7.68   | 5.65    | 5.74   | 199.82  |
| 1978            | 7.34   | 7.46   | 9.26   | 20.28  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 33.72  | 13.68   | 11.04  | 12.60   | 9.61   | 241.63  |
| 1979            | 10.03  | 9.98   | 19.32  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 29.40  | 27.24  | 20.88   | 12.24  | 8.04    | 9.45   | 263.22  |
| 1980            | 8.60   | 11.11  | 26.52  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 25.92   | 11.97  | 8.92    | 9.40   | 296.84  |
| 1981            | 10.75  | 14.52  | 36.72  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 22.80   | 15.24  | 9.03    | 8.72   | 312.18  |
| 1982            | 9.38   | 13.32  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 38.88  | 21.00   | 19.92  | 13.80   | 12.48  | 323.18  |
| <b>Toplam</b>   | 244.65 | 260.47 | 472.28 | 595.03 | 756.38 | 969.82 | 952.59 | 848.59 | 580.17  | 346.80 | 257.76  | 238.95 | 6523.49 |
| <b>Ortalama</b> | 9.41   | 10.02  | 18.16  | 22.89  | 29.09  | 37.30  | 36.64  | 32.64  | 22.31   | 13.34  | 9.91    | 9.19   | 250.90  |

Tablo 4.9  
Regülatör Aksında  $Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{sn}$  Akımlarının Oluşturduğu Su Temini Tablosu ( Mudurnu Çayı - Dokurcun )  
Birimler :  $10^6 \text{ m}^3$

| Su Yılı         | Ekim   | Kasım  | Aralık | Ocak   | Şubat  | Mart   | Nisan  | Mayıs  | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül  | Yıllık  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1957            | 5.25   | 5.37   | 5.70   | 5.67   | 11.72  | 17.20  | 11.35  | 14.82  | 11.36   | 6.24   | 5.20    | 5.74   | 105.62  |
| 1958            | 4.88   | 4.87   | 8.56   | 10.70  | 13.99  | 25.92  | 25.92  | 20.14  | 14.48   | 7.41   | 5.36    | 7.38   | 149.61  |
| 1959            | 8.48   | 8.28   | 8.74   | 12.86  | 10.69  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 15.32   | 8.97   | 6.20    | 6.43   | 163.73  |
| 1960            | 7.18   | 7.34   | 8.11   | 19.42  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 22.17  | 16.08   | 8.65   | 7.63    | 6.48   | 180.82  |
| 1961            | 7.60   | 6.60   | 10.29  | 9.86   | 18.00  | 24.72  | 25.92  | 19.08  | 13.44   | 7.95   | 4.26    | 4.60   | 152.32  |
| 1962            | 6.06   | 9.72   | 14.52  | 13.44  | 18.24  | 25.92  | 25.92  | 24.48  | 11.97   | 7.36   | 4.92    | 5.40   | 167.95  |
| 1963            | 7.45   | 6.84   | 16.08  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 17.76  | 10.86   | 10.99  | 225.50  |
| 1964            | 10.38  | 10.15  | 25.92  | 15.48  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 24.12   | 11.18  | 9.21    | 10.39  | 220.51  |
| 1965            | 8.54   | 9.18   | 19.68  | 16.44  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 25.92  | 19.32   | 13.08  | 241.76  |
| 1966            | 11.79  | 13.56  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 22.56   | 9.64   | 8.24    | 8.48   | 229.79  |
| 1967            | 9.16   | 8.64   | 13.80  | 18.60  | 19.20  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 20.76   | 13.80  | 12.24   | 10.87  | 204.83  |
| 1968            | 13.08  | 14.04  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.56   | 11.66  | 11.83   | 11.01  | 242.70  |
| 1969            | 10.72  | 9.52   | 15.84  | 19.08  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 22.32   | 14.04  | 9.40    | 8.58   | 213.18  |
| 1970            | 9.00   | 8.90   | 11.37  | 18.96  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 15.96  | 11.30   | 10.23  | 215.32  |
| 1971            | 11.47  | 11.11  | 20.88  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 16.44  | 12.12   | 11.67  | 239.21  |
| 1972            | 11.07  | 10.89  | 21.72  | 25.08  | 25.32  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 24.36  | 15.36   | 14.88  | 252.36  |
| 1973            | 18.24  | 17.16  | 13.80  | 14.52  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 18.84   | 11.22  | 9.00    | 8.42   | 214.88  |
| 1974            | 10.66  | 13.20  | 22.80  | 15.24  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 24.12   | 11.59  | 14.76   | 10.28  | 226.33  |
| 1975            | 8.30   | 8.28   | 10.65  | 15.12  | 21.12  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 15.00  | 13.20   | 10.36  | 205.71  |
| 1976            | 10.36  | 12.00  | 15.60  | 21.48  | 24.96  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 20.40   | 10.60  | 9.31    | 8.28   | 210.75  |
| 1977            | 8.88   | 8.43   | 15.84  | 13.80  | 24.36  | 25.92  | 25.92  | 23.28  | 11.64   | 7.68   | 5.65    | 5.74   | 177.14  |
| 1978            | 7.34   | 7.46   | 9.26   | 20.28  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 13.68   | 11.04  | 12.60   | 9.61   | 194.95  |
| 1979            | 10.03  | 9.98   | 19.32  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 20.88   | 12.24  | 8.04    | 9.45   | 219.54  |
| 1980            | 8.60   | 11.11  | 26.52  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92   | 11.97  | 8.92    | 9.40   | 232.04  |
| 1981            | 10.75  | 14.52  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 22.80   | 15.24  | 9.03    | 8.72   | 236.58  |
| 1982            | 9.38   | 13.32  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 25.92  | 21.00   | 19.92  | 13.80   | 12.48  | 245.42  |
| <b>Toplam</b>   | 244.65 | 260.47 | 438.68 | 493.39 | 602.32 | 664.00 | 659.35 | 642.37 | 532.77  | 333.84 | 257.76  | 238.95 | 5368.55 |
| <b>Ortalama</b> | 9.41   | 10.02  | 16.87  | 18.98  | 23.17  | 25.54  | 25.36  | 24.71  | 20.49   | 12.84  | 9.91    | 9.19   | 206.48  |

ile İstanbul'a  $9.25 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik bir su tahsisi yapılabilir. Bu iş için gölde gerekli aktif hacim  $703 \text{ Mm}^3$ 'tür.  $25 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'e eşit ve ondan küçük değerlerin oluşturduğu tablodan, 1957-1963 (Aralık) periyodunun kurak periyot olduğu görülür. Bu periyotta bazı aylar eksik su vermek koşulu ile yapılan işletme çalışması sonunda 312 ayın 25 ayında  $1.64 \text{ m}^3/\text{sn}$  ile  $7.49 \text{ m}^3/\text{sn}$  arasında değişen miktarlarda geri kalan 287 ayda  $9.25 \text{ m}^3/\text{sn}$  suyun İstanbul'a verilmesi için gerekli aktif hacim  $350 \text{ Mm}^3$  olmaktadır.

Netice olarak;  $580 \text{ Mm}^3$ 'lük bir toplam aktif hacim ile gölden direkt su alan kuruluşların yıllık ihtiyacı olan  $124.25 \text{ Mm}^3$  su miktarı karşılanabildiği gibi İstanbul'a da  $354 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  su verilmesi mümkün olmaktadır.  $580 \text{ Mm}^3$ 'lük aktif hacim için gölün 17.00 m.-32.50 m. kotları arasında işletilmesi gerekmektedir. Gölün kendi veriminden İstanbul'a  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$  su verilmeyecek olursa,  $9.25 \text{ m}^3/\text{sn}$  suyun tahsisi ve  $124.25 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ 'lık ihtiyacın karşılanması için gerekli aktif hacim  $414 \text{ Mm}^3$  olmaktadır. Bu durumda ise; gölün 10.50 m. su yüksekliğine karşılık gelen 22.00 m.-32.50 m. kotları arasında işletilmesi gerekmektedir.

#### 4.2.2 *Mudurnu Çayı'nda Oluşan $20 \text{ m}^3/\text{sn}$ Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi ( $Q \leq 20 \text{ m}^3/\text{sn}$ ) :*

$20 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'e eşit ve onun altındaki akımların oluşturduğu Tablo 4.7'den de anlaşılacağı gibi, bu şartlarda ortalama olarak yılda  $279 \text{ Mm}^3$ 'lük Mudurnu Çayı sularını,  $9 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik sürekli akım şeklinde, Sapanca Gölü kanalı ile İstanbul'a vermek mümkündür. Bu iş için gölde gerekli aktif hacim  $610 \text{ Mm}^3$ 'tür. Toplam 312 ay üzerinden kurak periyottaki 27 ayda  $1.77 \text{ m}^3/\text{sn}$  ile  $7.50 \text{ m}^3/\text{sn}$  arasında değişen miktarlarda su vermek kaydı ile ihtiyaç duyulan aktif hacim  $300 \text{ Mm}^3$  olmaktadır. Gölün kendi veriminden  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$  ( $63 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) İstanbul'a,  $4 \text{ m}^3/\text{sn}$  ( $124.25 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) gölden direkt su alan kuruluşlara verildiği zaman, gerekli olan  $230 \text{ Mm}^3$ 'lük aktif hacim ile birlikte, toplam aktif hacim  $530 \text{ Mm}^3$  olmaktadır. Bu şekilde İstanbul'a verilecek su miktarı  $341 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $11 \text{ m}^3/\text{sn}$ ), gölün maksimum ve minimum işletme kotları ise 18.60 m.-32.50 m.'lere tekabül etmektedir. Şayet  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik miktar İstanbul'a verilmeyecek olursa, toplam aktif hacim  $364 \text{ Mm}^3$ , göl işletme kotları ise 23.60 m.- 32.50 m. olmaktadır.

**4.2.3 Mudurnu Çayı'nda Oluşan  $15 \text{ m}^3/\text{sn}$  Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi (  $Q \leq 15 \text{ m}^3/\text{sn}$  ) :**

Bu durumda İstanbul'a Mudurnu Çayı'ndan yılda  $251 \text{ Mm}^3$  (  $8 \text{ m}^3/\text{sn}$  ) su tahsis etmek mümkün olmaktadır. Bu iş için gölde gerekli aktif hacim  $500 \text{ Mm}^3$ 'tür. 312 ay üzerinden 26 ay  $1.77 \text{ m}^3/\text{sn}$  ile  $6.94 \text{ m}^3/\text{sn}$  arasında değişen debilerde eksik su verildiği zaman gerekli aktif hacim  $250 \text{ Mm}^3$  olmaktadır. Gölün kendi ihtiyaçlarını karşılamaktan başka İstanbul'a  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$  ilave su vermesi durumunda bu hacim  $480 \text{ Mm}^3$ 'e çıkmakta ve İstanbul'a  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  ( $313 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) su verilmesi imkan dahiline girmektedir. Bu aktif hacime tekabül eden göl minimum ve maksimum işletme kotları 20.00 m.-32.50 m.'dir. İstanbul'a  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$  su verilmez, sadece gölden su alan kuruluşların ihtiyacı karşılanacak olursa regülatör hizmeti için gerekli aktif hacim, 25.00 m.-32.50 m. kotları arasındaki  $313 \text{ Mm}^3$ 'tür.

**4.2.4 Mudurnu Çayı'nda Oluşan  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  Debiye Eşit ve Onun Altındaki Akımların Sapanca Gölü'ne Derive Edilmesi (  $Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{sn}$  ) :**

Bu seçenekte, Mudurnu üzerinde inşa edilecek olan bir regülatör ile derive edilen sular,  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  kapasiteli isale hattı ile Sapanca Gölü'ne taşınacaktır. Bu sulardan İstanbul'a  $6.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik ( $207 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) bir su tahsisi için gerekli aktif hacim  $313 \text{ Mm}^3$ 'tür. 312 ay üzerinden 24 ayda  $1.77 \text{ m}^3/\text{sn}$  ile  $5.60 \text{ m}^3/\text{sn}$  arasında değişen debilerde eksik su vermek koşulu ile bu aktif hacim  $140 \text{ Mm}^3$ 'e inmektedir. Göl kendi sularından  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$  suyu İstanbul'a verecek ve gölden su alan kuruluşların ihtiyaçlarını karşılayacak olursa, bu hacim  $370 \text{ Mm}^3$  olmaktadır. Bu şekilde, bu aktif hacime tekabül eden su yüksekliği 9 m., minimum ve maksimum işletme kotları 23.50 m.-32.50 m., İstanbul'a tahsis edilebilecek toplam su miktarı ise ( $6.5 + 2.0 = 8.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ )  $269 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ 'dır.  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik ilave su İstanbul'a verilmeyip göl yöresinde kullanılacak olursa,  $370 \text{ Mm}^3$ 'lük aktif hacimde İstanbul'a verilecek su miktarı  $6.50 \text{ m}^3/\text{sn}$  ( $207 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) olmaktadır. Gölde bu  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik bir ilave imkan yaratılmak istenmez ise aktif hacim  $204 \text{ Mm}^3$  olmakta, maksimum işletme kotu 32.50 m.'de kalmakta, minimum işletme kotu ise 27.70 m.'ye yükselmektedir.

Yukarıda anlatılan bütün seçeneklerde, Çarksuyu'ndan su alan kuruluşların ihtiyacının Sakarya'dan karşılanacağı kabul edilmiştir.

Proje formülasyonu olarak Mudurnu Çayı'nda oluşan  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  debiye eşit ve onun altındaki akımların Sapanca Gölü'ne derive edilmesi uygun görülmüştür.

Mudurnu Çayı üzerinde bulunan 1237 nolu Dokurcun Akım Gözlem İstasyonu'na ait 26 yıllık akım gözlem değerleri (Tablo 4.2) alan korelasyonu ile regülatör aksına taşınarak (1.2 ile çarpılarak) Tablo 4.4 oluşturulmuştur. 10, 15, 20, 25  $\text{m}^3/\text{sn}$ 'lik aylık ortalama değerler esas alınarak, sırası ile, bu debilere eşit ve daha küçük olan debilerin, Sapanca Gölü tarafından regüle edilerek İstanbul'a tahsis edilmek üzere Sapanca Gölü'ne derive edilmesi hususu incelenmiş ve böylece İstanbul'a verilecek su miktarı ile bu iş için gölde gerekli aktif hacimler kümülatif eğriler kullanılarak belirlenmiştir. Bu aktif hacimler toplanarak Sapanca Gölü yöresinin ihtiyaçlarının karşılanması ve İstanbul'a tahsis edilecek suların temini için gölde gerekli olan toplam aktif hacimler belirlenmiştir.

Belirlenen bu aktif hacimlerin elde edilebilmesi için Sapanca Gölü'nde minimum ve maksimum işletme kotlarının ne olması gerektiği, Şekil 4.1'de gösterilen Sapanca Gölü kot-alan-hacim grafiği kullanılarak saptanmıştır.

İstanbul'a Sapanca Gölü'nün kendi verimi hariç  $6.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik ( $207 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) bir içme ve kullanma suyu sağlanmış olacaktır. Gölün  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik bu ilave miktarın, Sapanca Gölü yöresinin gelecekteki ihtiyaçlarına tahsis edilmesi daha uygun bir seçim olarak görülmektedir. Bu şekilde, Mudurnu Çayı'nın suları bir an evvel faydaya dönüştürülmüş olacak, ayrıca 52 m. derinliğindeki Sapanca Gölü'nün minimum işletme kotunun düşürülmesi, maksimum işletme kotunun yükseltilmesi hususu da, işletme açısından atıl sayılabilecek bu göle bir dinamizm kazandırarak kendi drenaj alanından gelen suların büyük bir kısmının savaklanmadan faydaya dönüşmesi gerçekleştirilmiş olacaktır. İstanbul gibi büyük bir kentte suya duyulan ihtiyacın önemi, Sapanca Gölü civarında sosyal ve endüstri amaçlı ihtiyaçların çokluğu Sapanca Gölü sularının sırf bu amaçlara tahsisini zorunlu kılmaktadır.

Netice olarak; 10 m<sup>3</sup>/sn debiye göre boyutlandırılan Mudurnu-Sapanca isale hattı inşa edilerek ilk planda Sapanca Gölü vasıtasıyla İstanbul'a 2.5 m<sup>3</sup>/sn'lik (79 Mm<sup>3</sup>/yıl) Mudurnu Çayı suları tahsis edilmeli ve 2.5 m<sup>3</sup>/sn'lik suyun kaç yıl yeterli olabileceği saptanmalı, belirlenen ihtiyaç yılından önce gölde aktif hacim kazanılmasını sağlayacak tesisler yapılarak İstanbul'a tahsis edilen su miktarı 6.5 m<sup>3</sup>/sn'ye çıkartılmalıdır.

#### 4.3 *Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı Su Kalitesi*

Sapanca Gölü, 1980 yılından beri kirlilik etüdlerine sahne olmaktadır. Halihazırda göle evsel, endüstriyel, tarımsal kaynaklar ile çeşitli drenaj alanlarından günde 3000 kg. BOİ, 800 kg. azot, 160 kg. fosfor ve 100 kg. zehirliliğe neden olabilecek maddeler boşaltılmaktadır. Yerleşim merkezleri toplam yükün BOİ cinsinden % 80'ini, fosfor cinsinden % 90'ını, azot cinsinden % 50'sini vermektedir. Azot yükünün yarısı ile zehirli madde yükünün tamamı tarım alanlarından gelmektedir.

Trofik açıdan sınıflandırıldığında gölün oligotrofikten mezotrofik sınıfa yöneldiği saptanmış ve fosforun sınırlayıcı olduğu belirlenmiştir. Gölü besleyen derelerden Arifiye Deresi'nin amonyak azotu, kjeldahl azotu, BOD<sub>5</sub> ve orto-fosfat, Balıkhane Deresi'nin kjeldahl azotu, Sarp ve Maden Derelerinin ise orto-fosfat parametresi açısından standartlarda verilen değeri aştığı, diğer parametrelerin standartların altında kaldığı gözlenmiştir. Özellikle Sarp Deresi su kalitesi aşırı derecede bozulmuştur [22].

Tablo 4.11 ve 4.13'teki Sapanca Gölü ve Mudurnu Çayı su analiz raporu değerleri, Tablo 4.10 ve 4.12'de verilen T.S.E. 266 ve WHO standartlarındaki değerler ile karşılaştırıldığında, Mudurnu Çayı sularının PH değerlerinin ve askıdaki katı madde miktarının standart değerin biraz üzerinde olduğu görülmeye rağmen, genelde ham içme suyu kaynağı olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Sapanca Gölü su kalitesinin ise 1. sınıftan 2. sınıfa doğru geçtiği başka bir deyişle içme suyu temini için arıtma gerektirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.10  
T.S.E. 266 İçme ve Kullanma Suyu Standartları [23]

| <i>MADDENİN ADI</i>                      | <i>Tavsiye Edilen Değerler<br/>( mg/l )</i> | <i>Müsaade Edilebilen<br/>Maksimum Değerler<br/>( mg/l )</i> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Kurşun ( Pb )                            | -                                           | 0.05                                                         |
| Krom IV ( Cr <sup>IV</sup> )             | -                                           | 0.05                                                         |
| Arsenik ( As )                           | -                                           | 0.05                                                         |
| Selenyum ( Se )                          | -                                           | 0.01                                                         |
| Siyanür ( CN )                           | -                                           | 0.01                                                         |
| Kadmiyum ( Cd )                          | -                                           | 0.0005                                                       |
| Gümüş ( Ag )                             | -                                           | 0.05                                                         |
| Florür ( F- )                            | 0.8 - 1.7                                   | 1.4 - 2.4                                                    |
| Nitrat ( NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  |                                             | 45                                                           |
| Renk                                     | 5 birim                                     | 50 birim                                                     |
| Bulanıklık                               | 5 birim                                     | 25 birim                                                     |
| Buh. Kalıntısı                           | 500                                         | 1500                                                         |
| Klorür ( Cl )                            | 200                                         | 600                                                          |
| Serbest Klor ( Cl <sub>2</sub> )         | 0.1                                         | 0.5                                                          |
| Sülfat ( SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) | 200                                         | 400                                                          |
| Demir ( Fe )                             | 0.3                                         | 1                                                            |
| Mangan ( Mn )                            | 0.1                                         | 0.5                                                          |
| Bakır ( Cu )                             | 1                                           | 1.5                                                          |
| Çinko ( Zn )                             | 5                                           | 15                                                           |
| Kalsiyum ( Ca )                          | 75                                          | 200                                                          |
| Magnezyum ( Mg )                         | 50                                          | 150                                                          |
| Fenolik Maddeler<br>( fenol cinsinden )  |                                             | 0.002                                                        |
| pH                                       | 7 < pH < 8.5                                | 6.5 < pH < 9.2                                               |
| Sertlik ( CaCO <sub>3</sub> )            | 500                                         |                                                              |
| Nitrit ( NO <sub>2</sub> )               | -                                           | -                                                            |
| Amonyak ( NH <sub>3</sub> )              | -                                           | -                                                            |

**T.S.E. 266**

- \* Tavsiye edilen miktarları aşmayan su kaynaklarının varlığı halinde bu miktarlardan fazla madde içeren sular içilmemelidir.
- \* Müsaade edilebilecek maksimum miktarlardan fazla madde bulunduran sular içme ve kullanma suları olarak kullanılmamalıdır.
- Bulunmamalıdır.

Tablo 4.11  
Sapanca Gölü Su Analiz Raporu [13, 24]

| <i>Proje Adı</i>               | <i>SAPANCA GÖLÜ</i> |             |              |                       |             |              |
|--------------------------------|---------------------|-------------|--------------|-----------------------|-------------|--------------|
| <i>Örnekleme Noktası</i>       | <i>Göl Ortası</i>   |             |              | <i>Gölün Doğu Ucu</i> |             |              |
| <i>Parametre</i>               | <i>Min.</i>         | <i>Ort.</i> | <i>Maks.</i> | <i>Min.</i>           | <i>Ort.</i> | <i>Maks.</i> |
| Çözülmüş Oksijen               | 7.8                 | 9.7         | 13.5         | 7.9                   | 9.6         | 11.6         |
| PH                             | 8.1                 | 8.3         | 8.4          | 8.1                   | 8.3         | 8.5          |
| Sertlik ( CaCO <sub>3</sub> )  | 115                 | 133         | 155          | 120                   | 133         | 155          |
| Demir                          | 0                   | 0.084       | 0.9          | 0                     | 0.057       | 0.35         |
| Klor                           | 1.4                 | 5.5         | 11.4         | 4.3                   | 5.8         | 8.5          |
| Toplam Çözülmüş Katılar        | 115                 | 143         | 173          | 122                   | 145         | 163          |
| Elektriksel İletkenlik         |                     |             |              | 190                   | 224         | 255          |
| Nitrat ( NO <sub>3</sub> -N )  | 0                   | 0.198       | 1.1          | 0                     | 0.119       | 0.55         |
| Amonyak ( NH <sub>3</sub> -N ) | 0                   | 0.106       | 1.16         | 0                     | 0.16        | 1.4          |
| Nitrit ( NO <sub>2</sub> -N )  | 0                   | 0.006       | 0.02         | 0                     | 0.005       | 0.03         |

Not :

1. Sapanca Gölü sonuçları 0.5 m. derinlikte bulunmuştur.
2. Göl ile ilgili sonuçlar, 1984 yılında DSİ tarafından yapılan "Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması"ndan elde edilmiştir.

Tablo 4.12  
WHO Standartlarına göre İçme Sularındaki Kimyasal Maddeler (mg/lt) [23]

| <i>KİMYASAL MADDELER</i> | <i>Tavsiye Edilen</i> | <i>Maksimum Müsaade Edilen</i> |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Arsenik                  | 0.01                  | 0.05                           |
| Baryum                   | -                     | 1                              |
| Kadmiyum                 | -                     | 0.01                           |
| Klorür                   | 250.0                 | -                              |
| Krom                     | -                     | 0.05                           |
| Bakır                    | 1                     | -                              |
| Siyonid                  | 0.01                  | 0.2                            |
| Demir                    | 0.3                   | -                              |
| Kurşun                   | -                     | 0.05                           |
| Selenyum                 | -                     | 0.01                           |
| Gümüş                    | -                     | 0.05                           |
| Sülfat                   | 250.0                 | -                              |
| Toplam Katı Madde        | 500.0                 | -                              |
| Çinko                    | 5.0                   | -                              |
| Florür                   | 0.8                   | 1.4                            |

Tablo 4.13  
Mudurnu Çayı Su Analiz Raporu [21]

| <i>Proje Adı</i>                |                         | <i>MUDURNU ÇAYI</i> |                |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| <i>Örnekleme Noktası</i>        |                         | <i>Taşburun</i>     | <i>Beldibi</i> |
| PH                              |                         | 8.6                 | 8.6            |
| Elektriksel İletkenlik          | micramho/cm             | 300                 | 320            |
| Klorür                          | mg/lt                   | 3.12                | 3.12           |
| Amonyak Azotu                   | mg/lt                   | 0.15                | 0.15           |
| Nitrit Azotu                    | mg/lt                   | 0.02                | 0.02           |
| Nitrat Azotu                    | mg/lt                   | 0.2                 | 0              |
| Toplam Alkalinite               | mg/lt CaCO <sub>3</sub> | 183.5               | 192.5          |
| Çözünmüş Oksijen                | mg/lt                   | 10.4                | 10.4           |
| Organik Madde (O <sub>2</sub> ) | mg/lt                   | 1.04                | 1.04           |
| Toplam Sertlik                  | mg/lt                   | 182.5               | 194.5          |
| Orta Fosfat                     | mg/lt                   | 0.03                | 0.06           |
| Toplam Çözünmüş Katılar         | mg/lt                   | 260                 | 258            |
| Askıda Katılar                  | mg/lt                   | 36                  | 12             |
| Bulanıklık                      |                         | 22                  | 15             |
| Biokimyasal Oksijen İhtiyacı    | mg/lt                   | 2.1                 | 2.1            |
| Kimyasal Oksijen İhtiyacı       | mg/lt                   | 20 ppm altında      | 20 ppm altında |
| Toplam Kjeldahi Azotu           | mg/lt                   |                     |                |
| Ferolftalein Alkalinitesi       | mg/lt                   | 8                   | 7              |
| Sülfat                          | mg/lt                   | 22.6                | 22.6           |
| Sodyum                          | mg/lt                   | 13                  | 14.49          |
| Potasyum                        | mg/lt                   | 1.56                | 1.56           |
| Kalsiyum                        | mg/lt                   | 48.6                | 49.4           |
| Magnezyum                       | mg/lt                   | 14.82               | 17.25          |
| Bor                             | mg/lt                   | 0.45                | 1.55           |

## **SONUÇ VE ÖNERİLER**

İstanbul 1996 yılı itibariyle 10 ila 12 milyon nüfusuyla Avrupa'da pekçok ülkeden kalabalık bir şehirdir. Özellikle son 15-20 yılda aşırı hızlı nüfus artışı nedeniyle doğan su ihtiyacını karşılamak iyice güçleşmiştir. Nüfus artışının çok kısa sürede ve yerleşimin plansız oluşu ise, doğal kaynak yetersizliğine ek olarak su dağıtımında ciddi yönetim zorlukları yaratmıştır. Dolayısıyla İstanbul'un su sorunu, yalnız doğal kaynak yetersizliğinden kaynaklanmamaktadır. Sorun çok yönlüdür : Bazı semtlerde nüfusun dolayısıyla su talebinin oransız bir şekilde artması, pompalama ve arıtma arızaları, barajların gerek kaçak yerleşim yapıları gerekse sanayi tarafından kirletilmesi, dağıtım şebekelerinde kaçaklar v.b.

İstanbul'un su sorununun yakın bir gelecekte çözüme kavuşturulması herşeyden önce, bu soruna yol açan unsurların ortadan kaldırılmasına, diğer bir deyişle su temini çalışmalarının eksiksiz bir şekilde yürütülmesine bağlıdır. Bu anlamda :

1. Planlanan yüzeysel su kaynakları devreye sokulmalıdır.
2. Havzalar mutlaka koruma altına alınmalıdır.
3. Su dağıtım şebekesinin en kısa sürede yenilenerek % 48 dolayındaki kaçaklar en az düzeye indirilmelidir.

İstanbul'a verilen suyun hemen hemen tamamı yağışlardan oluşan yüzeysel sulardan sağlandığı için öncelikle İstanbul'un mevcut kaynakları incelenmiştir. Burada dikkati çeken bir husus, İstanbul yağış havzalarının (Sazlıdere ve Kirazdere de dahil) yıllık yüzeysel su üretim miktarı 1149 milyon m<sup>3</sup> olmasına karşılık mevcut su depolama tesislerinin toplam kapasitelerinin 893 milyon m<sup>3</sup> civarında olduğudur. Bu durumda, İstanbul yağış havzaları tarafından bir yılda denizlere gönderilen yüzeysel su miktarı 256 milyon m<sup>3</sup>'e ulaşmaktadır.

1996 yılı itibariyle mevcut su kaynaklarının emniyetli veriminin 682 milyon m<sup>3</sup> olduğu belirtilmiştir. 1940-1990 yılları arasındaki nüfus kayıtları kullanılarak ve İstanbul ili bir

bütün olarak değil de her ilçenin kendine özgü özelliklerini tanımlayan bir yaklaşım yöntemi ile İstanbul ilinin nüfus tahmini yapılmıştır. 1985 yılından itibaren yetersiz durumda olan kaynaklar, yağışların ortalamasının altına inmesiyle su sorunu ön plana çıkmıştır.

Gelecekteki potansiyel su kaynakları ile birlikte 2020 yılına kadar ihtiyaç ve kaynak değerlendirmesi yapılmış ve İstanbul ilinin su açığı hesaplanmıştır.

| <i>Yıl</i> | <i>Kaynak Kapasitesi<br/>( Mm<sup>3</sup> )</i> | <i>İhtiyaç<br/>( Mm<sup>3</sup> )</i> | <i>Su Açığı<br/>( Mm<sup>3</sup> )</i> |
|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| 1990       | 598                                             | 524                                   | +74                                    |
| 1995       | 652                                             | 771                                   | -119                                   |
| 2000       | 1063                                            | 939                                   | +124                                   |
| 2005       | 1783                                            | 1119                                  | +664                                   |
| 2010       | 2090                                            | 1298                                  | +792                                   |
| 2015       | 2398                                            | 1425                                  | +973                                   |
| 2020       | 2588                                            | 1556                                  | +1032                                  |

2000 yılına kadar Sazlıdere, Kirazdere ve Istranca Sistemi II. Aşaması tamamlanmasıyla su kaynaklarının ihtiyacı karşılayacağı görülmektedir.

İstanbul ilinin bu su açığının kapatılması için İstanbul'a yakınlığı ve kaynaklarının büyüklüğü nedeniyle Adapazarı ve civarı etüd edilmiştir. Sapanca Gölü ve Sakarya Nehri'nin önemli bir kolu olan Mudurnu Çayı gerek sularının kalitesi itibariyle içme ve kullanma suyu olarak uygun kaynaklardır. Sakarya Nehri, sularının özelliği ve üzerinde bulunan ve tasarlanan tesisler itibariyle bu açıdan en son düşünülecek kaynak durumundadır.

Sapanca Gölü, birçok sanayi kuruluşu ve Adapazarı Belediyesi içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Seka, Petkim, Tüpraş ve Adapazarı Belediyesi'nin gölden direkt olarak çektiği su miktarı yılda 80.70 Mm<sup>3</sup> (2.56 m<sup>3</sup>/sn)'tür. Adapazarı Belediyesi içme ve kullanma suyu tevsi inşaatı tamamlandıktan sonra, bu miktar 14.5 Mm<sup>3</sup>/yıl'dan (0.46 m<sup>3</sup>/sn) 43.55 Mm<sup>3</sup>/yıl'a (1.44 m<sup>3</sup>/sn) çıkmıştır. Bu şekilde İzmit'teki endüstri kuruluşları ve Adapazarı Belediyesi yılda 124.25 Mm<sup>3</sup> (4 m<sup>3</sup>/sn) suyu gölden çekmektedirler. Ayrıca Sapanca Gölü'nün çıkışı oluşturan ve üzerinde

kontrol yapısı bulunan Çarksuyu ise, Uniroyal, Niskoz, Vagon, Şeker ve Asit Fabrikası gibi kuruluşlara su temin etmekte ve Adapazarı Kanalizasyonunun ana kollektörünü oluşturmaktadır. Bu kuruluşların Çarksuyu kanalı ile gölden çektikleri su miktarı  $14.04 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$  ( $0.45 \text{ m}^3/\text{sn}$ )'dır. Ancak Çarksuyu'nun kirlenmesinden dolayı bu kuruluşların, ihtiyaçlarını Sakarya Nehri'nden pompaj ile temin etmeleri uygun olacaktır.

Sapanca Gölü'nün ortalama yıllık akımı olan  $186 \text{ Mm}^3$  suyun tümünün kullanılması halinde,  $230 \text{ Mm}^3$ 'lük bir aktif hacim ile  $124.25 \text{ Mm}^3$  olan ihtiyaçların karşılanmasından başka  $61.75 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ 'lık su da değişik amaçlar için kullanılabilir hale gelmektedir. Bu su İstanbul'a verilebileceği gibi Sapanca Gölü yöresinin gelecekteki ihtiyaçları için de kullanılabilir.

Endüstri tesislerinin temin ettikleri su miktarının toplam çekilen suya oranı % 82 gibi önemli bir miktardır. Bu kuruluşların sularının gelecekte başka bir kaynaktan (Yuvacık Barajı) temin etmeleri halinde Sapanca Gölü'nden İstanbul'a su transferi düşünülebilir.

Sakarya Nehri'nin önemli bir kolu olan Mudurnu Çayı'nın gerek temizliği gerekse konumu nedeniyle İstanbul'a içme ve kullanma suyu temini amacıyla kaynak olarak kullanılması diğer bir seçenektir. Mudurnu Çayı, su kalitesi ve ortalama yıllık  $256 \text{ Mm}^3$  su potansiyeli ile ilk planda ele alınması uygun kaynaklardan bir tanesidir. Bu çayın sularının bir regülatör ile İstanbul'a tahsis edilmek üzere Sapanca Gölü'ne derive edilmesi uygun bir çözüm olacaktır. Bölüm 4'te detaylı olarak anlatıldığı gibi Mudurnu Çayı'nda oluşan  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  debiye eşit ve onun altındaki akımların Sapanca Gölü'ne derive edilmesi ile İstanbul'a su tahsisi mümkün olacaktır. Sapanca Gölü'nün  $2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik ilave miktarı, Sapanca Gölü yöresinin gelecekteki ihtiyaçlarına tahsis edilmesi daha uygun bir seçim olarak görülmektedir. Bu şekilde, Mudurnu Çayı suları bir an evvel faydaya dönüştürülmüş olacak, ayrıca 52 m. derinliğindeki Sapanca Gölü'nün minimum işletme kotunun düşürülmesi, maksimum işletme kotunun yükseltilmesi hususu da, işletme açısından atıl sayılabilecek bu göle bir dinamizm kazandırarak kendi drenaj alanından gelen suların büyük bir kısmının savaklanmadan faydaya dönüşmesi gerçekleştirilmiş olacaktır.  $10 \text{ m}^3/\text{sn}$  debiye göre boyutlandırılan

Mudurnu-Sapanca isale hattı inşa edilerek ilk planda Sapanca Gölü vasıtasıyla İstanbul'a  $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}'\text{lik}$  ( $79 \text{ Mm}^3/\text{yıl}$ ) Mudurnu Çayı suları tahsis edilmeli ve  $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}'\text{lik}$  suyun kaç yıl yeterli olabileceği saptanmalı, belirlenen ihtiyaç yılından önce gölde aktif hacim kazanılmasını sağlayacak tesisler yapılarak İstanbul'a tahsis edilen su miktarı  $6.5 \text{ m}^3/\text{sn}'\text{ye}$  çıkartılmalıdır.

Halen Adapazarı ili için içmesuyu kaynağı olan ve İstanbul Metropolitan Alanı için aynı amaçla kullanılması planlanan Sapanca Gölü, bugün hızlı bir nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme gibi nedenlerle kirlenme tehditi altındadır. Gerek yörenin iklimi, gerekse doğal yapısı ve bunların yanısıra ulaşım kolaylığı gibi faktörler Sapanca Gölü çevresinde tarıma, sanayiye ve kentsel yapılaşmaya çok uygun bir ortam yaratmıştır. Gölün kirlenmesine neden olan kaynaklar şöyle sıralanabilir :

- Yerleşim bölgeleri ve ticari kuruluşların atıksuları.
- Arıtılmadan verilen endüstriyel atıksular.
- Göldeki çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan kirlenme (motorlu tekneler v.b.)
- Drenaj ve yağmur suları nedeniyle göle taşınan zirai mücadele ilaçları ve bitki besin maddeleri
- Doğal olaylar sonucu (erozyon ve benzeri) oluşan kirlenme
- Göle karışan derelerin taşıdığı kirlilik

Gölün korunması için acil olarak tedbir alınmalıdır. Bu tedbirleri şöyle sıralayabiliriz :

1. Göl çevresinde mutlak bir koruma alanı oluşturulmalı ve yeni yerleşim alanları kurulmasına izin verilmemelidir.
2. Göl etrafındaki sanayi kuruluşlarına izin verilmemeli, mevcut sanayi kuruluşlarının atıklarının direkt olarak göle verilmemesi sağlanmalıdır.
3. Tarım arazilerinde kontrollü olarak bitki besin maddesi (gübre) ve zirai mücadele ilaçları kullanılmamalı, mümkün olduğu ölçüde zirai mücadele, kimyasal mücadele yerine biyolojik mücadele olarak yapılmalıdır.
4. Göle gelen akarsuların getirdiği sürüntü maddelerini tutmak için bentler inşa edilmelidir.
5. Erozyonu önlemek için ağaçlandırma, teraslama gibi kültürel tedbirler alınmalıdır.
6. İmar Kanunu'nun verdiği yetkilerle Belediyelerce farklı uygulamaların yapılmaması

sağlanmalıdır.

7. Karayolları üzerinde bulunan ve göle çok yakın olan mesafedeki konaklama istasyonlarının fosseptiklerinin mükemmelleştirilmesi sağlanmalı ve sıkı kontrol edilmelidir.
8. Kısa Mesafeli Koruma Alanı (300 m.-1000 m.) içerisinde kalan yerlerde hayvancılık yapılması önlenmeli, burada bulunan kümes, ahır ve ağullar kaldırılıp kapatılmalıdır.
9. Göl kenarında mevcut bulunan bütün yerleşim yerlerinde kollektör sistemi kurularak arıtma tesisine verilmeli, çıkan atıksu yine doğrudan göle verilmeyerek başka bir alıcı ortama aktarılmalıdır.
10. Otoyol ve E-5 (D-100) karayolu üzerinde oluşan kirliliğin, rüzgar ve yağmur suları ile göle ulaşması önlenmelidir.

Son yapılan değerlendirmeler sonucu, göl su kalitesinin 1.sınıftan 2.sınıfa doğru geçtiği başka bir deyişle içmesuyu temini için arıtma gerektirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak halen yalnız dezenfeksiyon işlemi ile içme suyu olarak kullanılabilecek nitelikte olan Sapanca Gölü'nün kirlenmeye karşı korunması büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde göl kirlenecek ve içme suyu olarak kullanılabilmesi için gerekli arıtım işlemleri çoğalacaktır. Doğaldır ki bu da ek yatırım gerektirdiği gibi kente verilen suyun maliyet fiyatını da artıracaktır.

## **KAYNAKLAR**

- [1] İstanbul Master Plan Konsorsiyumu, İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Plan Etüdü, Görev Raporu TR8, Su Kaynaklarının Geliştirilmesi, 1994
- [2] DAMOC İstanbul Bölgesi için Su Temin ve Kanalizasyon Fizibilite Raporu ve Master Planı, Cilt II, Su Temin Etüdları, 1971
- [3] İSKİ Haber, Ocak 1995 - Sayı 1
- [4] İSKİ Haber, Ağustos 1995 - Sayı 8, Ekim 1995 - Sayı 10, Kasım 1995 - Sayı 11
- [5] İSKİ Haber, Şubat 1996 - Sayı 14
- [6] Nippon Koei, İstanbul Su Temin Projesinde Yer Alan Büyük Melen Sistemi Hakkında (Aşama I) Fizibilite Etüdü, 1991
- [7] İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Faaliyet Raporu, 1995
- [8] Brown & Root - Temel Konsorsiyumu, İstanbul Su Temin Master Plan Etüdü, Taslak ve Geçici Master Plan Güncelleştirme Raporu, Cilt 1, 1988
- [9] KERESTECİOĞLU, M., "İstanbul Su Kaynaklarının Bugünü ve Geleceği", İstanbul Su Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 21 - 25 Haziran, 1995
- [10] İstanbul Master Plan Konsorsiyumu, İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Plan Etüdü, Görev Raporu TR2, İhtiyaç ve Debi Tahminleri, 1994
- [11] EROĞLU, V., "İstanbul'un Su Meselesi ve Çözümü", İçmesuyu Sempozyumu Tebliğler, İSKİ, 7 - 10 Ekim 1996, İstanbul
- [12] EROĞLU, V., "İstanbul'un Su Meselesi ve Çözüm Yolları", İstanbul ve Cıvırı Su Kaynakları Sempozyumu, 22 - 25 Mayıs 1995, İstanbul
- [13] Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü, Ankara - 1984
- [14] AYBERK, S., "Göl Havzasında Orman Varlığı, Bitki Örtüsü ve Ağaçlandırma Çalışmaları", Sapanca 83 Sempozyumu, T.C Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı, Ankara - 1984

- [15] ŞENGİL, İ. A., Sapanca Gölü'nde Derinliğe Bağlı Plankton Hareketinin Araştırılması ve Su Alma Yapısı Hakkında Ön Rapor, Sakarya - Eylül 1996
- [16] Tippetts - Abbett - Mc Carthy - Stratton, Feasibility Report for Lower Sakarya Project, December 1965
- [17] SÜMER, B., Göl Kirlenmesine Ait Bir Araştırma Modeli ve Sapanca Gölü'ne Uygulanması, Doç. Tezi, Sakarya - 1979
- [18] Devlet İstatistik Enstitüsü Yıllık Raporu, Ankara, 1991-1992
- [19] ERDEMGİL, N., Su Getirme, 1995
- [20] Adapazarı İçmesuyu Projesi Hidrolojik Raporu, İller Bankası Genel Müdürlüğü İçmesuyu Dairesi Başkanlığı, 1996
- [21] Aşağı Sakarya Mudurnu - Sapanca Derivasyonu Projesi Ön İnceleme Raporu, Eskişehir - 1985
- [22] T.C Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, İçmesuyu Kaynağı Olarak Sapanca Gölü'nün Korunması Projesi Sonuç Raporu, 1994
- [23] KOÇ, Y., TÜRA, İ. M., İçme Suyu İhtiyacımızı Sağladığımız Su Kaynaklarımızın ve Su Alma Noktalarımızın Dezenfeksiyonunda Kullandığımız Dezenfeksiyon Sistemlerinin Bugünkü Durumu, Doç. Tezi, İstanbul - 1995
- [24] Sakarya - İstanbul Water Transfer Project Pre-Feasibility Report, March 1986

## **ÖZGEÇMİŞ**

Yeşim Karcı, 1970 yılında İstanbul’da doğmuştur. İlköğrenimini 1981 yılında Ataköy İlkokulu’nda tamamladıktan sonra Özel Sankt Georg Avusturya Kız Lisesi’nde 8 yıllık bir eğitim görmüştür. 1989 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne girmiş ve 1993 yılında mühendis ünvanını almıştır. 1993 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Hidrolik Programı’nda Yüksek Lisansa başlamıştır.



YÖNETİM

14