

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İZMİR İÇME SUYU ANA DAĞITIM SİSTEMİNDE**  
**ALTERNATİF İŞLETME SEÇENEKLERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Mehmet Enes KARA**

**Ekim, 2011**

**İZMİR**

**İZMİR İÇME SUYU ANA DAĞITIM  
SİSTEMİNDE ALTERNATİF İŞLETME  
SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü,  
Hidrolik – Hidroloji ve Su Kaynakları Ana Bilim Dalı**

**Mehmet Enes KARA**

**Ekim, 2011**

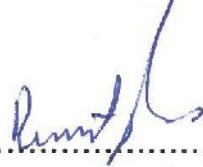
**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MEHMET ENES KARA tarafından YARD. DOÇ. DR. AHMET ALKAN yönetiminde hazırlanan "İZMİR İÇME SUYU ANA DAĞITIM SİSTEMİNDE ALTERNATİF İŞLETME SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALKAN  
Tez Danışmanı



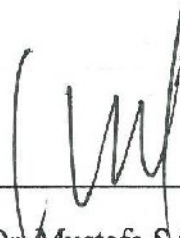
Prof. Dr. Davut ÖZDAĞLAR

Juri Üyesi



Doç. Dr. Bircel KAYA

Juri Üyesi



Prof. Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Bu tezin tasarlanıp hazırlanmasında, değerli fikirleri ve yönlendirmeleri ile bilgi tecrübe ve desteklerini benden esirgemeyen proje yöneticim Sayın Yrd.Doç. Dr.Ahmet ALKAN'a teőekkürü bir borç bilirim.

. Yüksek lisans öğrenimime teővik ve desteklerinden dolayı kurumum İZSU'un Genel Müdürü Dr. Ahmet Hamdi ALPASLAN'a, araştırma ve çalışmalarımda bana destek veren kurumumun işletme ve genel müdürlükteki değerli yöneticilerine teőekkürü borç bilirim.

Tüm yaşantım boyunca beni destekleyip teővik eden annem, babam ve tüm aile fertlerime sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamı, çok değerli aileme ve özellikle eşim Nilgün'e atfediyorum

Mehmet Enes KARA

# İZMİR İÇME SUYU ANA DAĞITIM SİSTEMİNDE ALTERNATİF İŞLETME SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ

## ÖZ

Su ihtiyacını uzun yıllar kendi yakın çevresindeki kaynaklardan karşılayan İzmir kenti zaman içinde gittikçe daha uzak kaynakları şehre bağlamak zorunda kalmıştır. Farklı bölgelerde bulunan bu uzak yeraltı (YAS) ve yerüstü kaynakların kente ulaştırılması sırasında ortaya çıkan olumsuzlukların hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği açısından daimi kontrol altında tutulması, ayrıca küresel ısınma, gittikçe azalan kaynaklar ve kaynakların kirlenmesine karşı mevcut kaynakların su yönetim ve dağıtım planlamasının etkili bir şekilde yapılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistemi ile su dağıtım sistemi 24 saat izlenerek gerektiğinde uzaktan pompa ve vanalara kumanda edilerek etkin su trafiği kontrolü sağlanmaktadır. Ancak içme suyu temin ve dağıtımında ortaya çıkan olumsuz koşulların hızlı ve uygun çözümlerinin önceden planlanarak uygulanmasını gerektirmektedir. Hizmet vermeye devam etmesi nedeniyle mevcut sistemde planlanan çözümlerin uygulanmasında geri dönülmez sonuçlara neden olabileceğinden, mevcut içme suyu dağıtım sisteminin bir matematiksel benzetim modelinin oluşturulmuştur. Kente su sağlayan üretim kaynakları, tüketim bölgeleri ve depolanan su miktarı hesaplanmasında SCADA sisteminin tarihsel veritabanından saha ölçüm değerleri (debi ve seviye) baz alınmıştır. Modelde oluşturulan senaryo fonksiyonu ile tasarlanan çözümlerin uygulanması, alternatif işletme olanaklarının ve/veya optimum çözümlerin neler olabileceği, gerçek uygulama öncesinde sistem simülasyonu, analizi ve raporlaması yapılabilmektedir. Ayrıca model uygulaması mevcut durumu ile gerçekleşmiş işletme analizi, geleceğe yönelik tahmin, en ekonomik işletme şekli vb. sistem olanaklarının gerçekleştirilebileceği kentsel su yönetimi planlamasında da kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** İzmir içme suyu dağıtım sistemi, matematiksel modelleme, su yönetimi, alternatif işletme

## **DETERMINATION OF ALTERNATIVE MANAGEMENT OPTIONS IN İZMİR MAIN WATER-DISTRIBUTION NETWORK**

### **ABSTRACT**

İzmir city has supplied water needs from various sources which are close to city surrounding for many years. Some time later, the İzmir city has had to connect more and more sources which are far away from the city. The negativities emerging while this underground (groundwater) and surface sources reaching to city from the different regions should be kept under control to maintaining quality of service. Also, water management and planning of distribution of available resources have to be done efficiently to prevent global warming, dwindling resources and pollution of water. For this reason, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system and the water distribution system monitored continuously as 24 hours and controlled pumps and valves from a distance when needed to provide effective water traffic control. However, pre-planned rapid and appropriate solutions should be applied when unfavorable conditions emerged in the drinking water supply and distribution. Mathematical simulation model was created for the existing drinking water distribution system due to applying the pre-planning solutions for the existing system may cause irreversible consequences. Area measurements (flow and level) from historical database of SCADA system have been based on to calculate the amount of water stored, the production-consumption regions and sources that providing water to city. The alternative business opportunities, and / or what may be the optimal solution, system simulation prior to the actual application, analysis and reporting can be made with the scenario function created in model. In addition, management analysis performed with model application will be used for urban water management planning system to predict the future, providing the economic exploitation and so on.

**Keywords:** İzmir drinking water distribution system, mathematical modeling, water management, alternative management

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi

### **BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....1**

1.1 Genel .....	1
1.2 Amaç ve Kapsam .....	2
1.3 İzmir İçmesuyu planlama çalışmaları.....	3
1.3.1 Sistem Projeksiyonu .....	5
1.3.2 Su Tüketimleri İhtiyaç Değişimleri ve Kayıplar.....	6

### **BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE YÖNTEM.....9**

2.1 Geçmişten Günümüze İzmir Kenti içme suyu temini .....	9
2.1.1 Mevcut Yeraltı Su Kaynakları.....	11
2.1.1.1 Sarıkız Kaynağı .....	11
2.1.1.2 Göksu Kaynağı .....	12
2.1.1.3 Menemen ve Çavuşköy Kaynağı.....	12
2.1.1.4 Halkapınar Kaynağı. ....	13
2.1.1.5 Pınarbaşı Kaynağı.....	13
2.1.2 Mevcut Yerüstü Su Kaynakları .....	13
2.1.2.1 Tahtalı Barajı .....	13
2.1.2.2 Balçova Barajı .....	15
2.1.2.3 Güzelhisar Barajı .....	15
2.1.3 Planlanan Su Kaynakları.....	16
2.1.3.1 Gördes Barajı .....	16

2.1.3.2	Çağlayan Barajı .....	17
2.1.3.3	Çamlı Barajı .....	17
2.1.3.4	Değirmendere Barajı.....	18
2.1.3.5	Düvertepe Barajı .....	18
2.1.3.6	Başlamış Barajı.....	18
2.2	İzmir İçme ve Kullanma Suyu İsale ve Ana Dağıtım Hatları .....	19
2.2.1	Kuzey Kaynakları Sistemi .....	20
2.2.2	Güney Kaynakları Sistemi .....	21
2.3	İzmir İçme suyu Sistemi Yönetimi.....	23
2.3.1	Kontrol ve Kumanda .....	25
2.3.2	Ölçümler.....	26
2.4	Matematiksel Modelleme Kavramı .....	30
2.4.1	Modelleme Fonksiyonları ve Dengeleme.....	32
2.4.2	İzmir İçme suyu Dağıtım Sistemi Modelleme İhtiyacı .....	33
<b>BÖLÜM ÜÇ – UYGULAMA.....</b>		<b>34</b>
3.1	İzmir İçme ve Kullanma Suyu Dağıtım Sisteminin Model Tasarımı.....	34
3.1.1	Sistem Sadeleştirme (Skeletonizasyon) ve Yapılandırma.....	37
3.1.2	Etkinlik ve Yaklaşımların Belirlenmesi .....	41
3.1.2.1	Bölge ve Ölçüm Referans Noktaları.....	41
3.1.2.2	Tüketim Referans Noktaları.....	42
3.2	Sistem Modeli Hipotez ve Yaklaşımı .....	48
3.2.1	Sistem Birimleri ve Tanımlamalar .....	50
3.2.1.1	Üretim Kaynakları .....	51
3.2.1.2	Tüketim Noktaları.....	52
3.2.2	Veri Toplama ve Düzenleme .....	55
3.2.2.1	SCADA Sistemi Veritabanı İşlemleri.....	55
3.2.2.2	Sayaç Bölgeleri Ölçüm İşlemleri.....	58
3.3	Model Fonksiyon Yapılandırması .....	61
3.3.1	Bölgesel Eğilim Bağımlılığı.....	64
3.3.2	Mevsimsel ve Günlük Değişimler .....	68
3.3.2.1	Mevsimsellik Parametresi .....	68



3.3.2.2 Günlük ve Saatlik Değişim Parametresi .....	71
3.4 Model İşlevsellik Yapısı .....	74
3.4.1 Model Temel Fonksiyonlar .....	75
3.4.1.1 Model Sistem Analizi Modülü .....	76
3.4.1.2 Senaryo Uygulama Modülü .....	78
3.4.2 Model Alt Fonksiyonlar .....	79
3.4.2.1 Sistem Gerçek Zamanlı İzleme .....	79
3.4.2.2 Model Depo Dönüşümü .....	81
3.4.2.3 Dağıtım Sistemi Kritik Nokta Çözümü .....	87
3.4.2.4 Su Üretim Durumu Kontrolü.....	89
<b>BÖLÜM DÖRT – BULGULAR.....</b>	<b>94</b>
4.1 Gerçekleşen İşletme ile Model Uygulaması .....	94
4.1.1 Model Uygulama Sonuçları .....	95
4.2 Senaryo-1: Enerji Kesintisi .....	100
4.2.1 Normal İşletme Durumu.....	100
4.2.2 Olay Senaryo Uygulaması .....	104
4.2.3 Alternatif İşletme Olanakları .....	107
4.2.3.1 Kaynakların Yönetimi.....	108
4.2.3.2 Su Dağıtım Yönetimi .....	111
4.3 Senaryo-2: Boru Hattı Arızası.....	114
4.3.1 Normal İşletme Durumu.....	114
4.3.2 Olay Senaryo Uygulaması .....	116
4.3.3 Alternatif İşletme Olanakları .....	118
4.3.3.1 Kaynakların Yönetimi.....	118
4.3.3.2 Su Dağıtım Yönetimi .....	122
4.4 Senaryo-3: Arıtma Tesisi Problemi .....	129
4.4.1 Normal İşletme Durumu.....	129
4.4.2 Olay Senaryo Uygulaması .....	130
4.4.3 Alternatif İşletme Olanakları .....	133
4.4.3.1 Kaynakların Yönetimi.....	133
4.4.3.2 Su Dağıtım Yönetimi .....	139

<b>BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>143</b>
5.1 Su Dağıtım Sistemleri Yönetim Anlayışı .....	143
5.2 Model Uygulaması ile Sistem Yönetimi.....	145
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>149</b>

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

#### 1.1 Genel

İzmir su temini sistemi kentin büyümesine paralel olarak günümüze kadar geliştirilmiştir. Kent büyükşehir olduktan sonra merkez ve civarındaki on üç belediyenin işletmede olan su kaynakları ve dağıtım şebekeleri 1984 yılında birleştirilerek aynı işletmede toplanmıştır. Bu tarihten sonra İzmir Büyükşehir Belediyesi yerleşimlerine su temini ve işletmesi kent bütününe hizmet edecek şekilde planlanmaya başlanmış ve hazırlanan projelerin tatbiki buna göre olmuştur. DSİ Genel Müdürlüğü'nce Su-Yapı firmasına 1984 yılında çalışmaları başlatılan “İzmir Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temin ve Dağıtım Kati Projesi” ile boru hatları ve su depoların yapımına geçilmiştir. Uygulanmakta olan besleme bölgelerine ait projelerin İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi (İZSU) Genel Müdürlüğü tarafından tatbikatları halen İzmir kenti yerleşim alanın 2015 yılına kadar içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacının karşılanması ve bölgenin su potansiyelinin maksimum faydayı sağlayacak şekilde geliştirilmesi devam etmektedir.

Özellikle son yıllarda yaşanan küresel kuraklığın ülkemize de yansması, Nisan 2005'de Avrupa Birliği Standartlarına paralel olarak revize olunan TS 266 “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği”nde yapılan değişikliğe paralel olarak yeraltı sularında karşılaşılan kalite problemleri nedeni ile mevcut sistemlerin revizesi ile ilave su getirilmesini gündeme getirmiştir.

2010 yılında yaklaşık 3,8 milyonluk nüfusu ve binde onbeş nüfus artış oranı ile İzmir Batı Anadolu'nun en hızlı büyüyen kenti durumundadır. Bu hızlı büyüme ile birlikte içme ve kullanma suyu ihtiyacı da büyük bir hızla artmış, İZSU' nun abone sayısı 2010 yılı sonu itibariyle 1,113,479'a ulaşmıştır. Merkezde yer alan nüfusun 2010 yılındaki günlük ortalama toplam su tüketimi de 517,258 m<sup>3</sup>/gün olarak gerçekleşmiştir.

Gelişen teknoloji ile su temin ve dağıtımının sürekliliğini sağlıklı bir şekilde sürdürülebilirlik için üretim ve dağıtım sisteminin etkin bir şekilde izlenmesi ve kontrolünü gerektirmektedir. Bu amaçla İzmir içmesuyu kaynakları ve dağıtım sistemi üzerinde SCADA sistemi kurulmuştur.

Su temin kaynaklarının kente uzaklığı ve üretim kaynaklarında ortaya çıkan olumsuzluklar (enerji kesintisi, arıza bakım, onarım, vb.) nedeniyle gereken tedbirlerin sadece araç-gereç, malzeme ve ekip, ekipman açısından değil günümüz koşullarında kaliteli hizmet sunma anlayışı içinde bir işletme yapılması için tüm olanakların etkin bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir.

## **1.2 Amaç ve Kapsam**

İçme ve kullanma suyu kaynaklarının geniş bir alana yayılmış olması sistemin kontrolünün sağlanması açısından verilen kararların uygunluğu ve sistemde meydana getireceği sonuçlar açısından önemlidir. Bir içme ve kullanma suyu dağıtım sistemindeki işletmenin uygunluğu temel olarak günlük/saatlik bir zaman periyodundaki üretim, tüketim ve depolama dengesi ile sağlanmasını gerektirmektedir.

Bir su dağıtımını birbiriyle bağlantılı ve etkileşim içerisinde oluşmuş, organize, bütünlük arz eden, belirli tanımlanmış ilişkileri olan bir mekanizmayı sistem olarak tanımlayabiliriz. Yer altı ve yerüstü su kaynaklarından temin edilen suyun iletim hatları ile depolara ve daha sonra kullanıcılara çeşitli çaplarda borularla ulaştırılması işlem bütünlüğü su dağıtım sisteminin işletilmesi olarak ifade edilebilir.

Bu çalışmada; İzmir Kenti'ne temin edilen suyun mevcut, alternatif ve yakın gelecekte devreye alınacak su kaynakları dikkate alınarak, kısa zaman periyodu içinde (gün/saat) su kaynaklarının azalması veya temin edilememesi gibi ortaya çıkan olumsuz durumlar sonucunda şehrin su ihtiyacının karşılanabilmesi için uygun alternatif işletme olanaklarının tespit edilebilmesi amaçlanmış ve dağıtım sistemindeki su tüketim ölçüm değerleri kullanılarak matematiksel benzetim modeli oluşturulmuştur.

Oluşturulan matematiksel model, kente su sağlayan üretim kaynaklarından temin edilen suyun, yirmi dört saatlik zaman periyodundaki miktarından ana dağıtım sistemi üzerindeki bölgelerin tüketime esas miktarı ölçümlendirildikten sonra artan kısmını depolama hacmi olarak hesaplanmasını temel fonksiyon olarak sistem dengesinin sağlanması üzerine kurulmuştur.

Modelde sistemi besleyen su kaynaklarından temin edilen miktarı kullanıcı girişli olmak üzere, tüketim noktalarına verilen su ve kalan suyun depo seviyeleri açısından uygunluğunun takibi sonucunda alternatif işletme olanaklarının kontrol edilerek hızlı ve daha sağlıklı kararlar verilebileceği gibi deprem, su kalitesinin bozulması, enerji kesintisi, arıza, bakım ve onarım çalışmaları sırasında kaynakların devre dışı kalması durumları, vb. gerçek ve/veya senaryolar üretmek sonuçları önceden görme değerlendirme ve önlem alma imkanı sağlanmış olacaktır.

### **1.3 İzmir İçmesuyu Planlama Çalışmaları**

Uzun vadede kent içinden temin edilen suyun yetersiz kalacağı düşünülerek 1971 yılında “İzmir Metropolitan Alanı Master Plan Fizibilite Çalışmaları” başlatılmıştır. Hazırlanan fizibilite raporuna (Camp-Harris-Mesara, 1971) göre “İzmir İçme Kullanma ve Endüstri Suyu Temin Projesi” Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) yatırım programına 1973 senesinde dahil edilmiştir. Aynı yıl çıkarılan 1053 sayılı yasaya göre Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ile İzmir Belediyesi arasında bir protokol tanzim edilerek su temini projesi çalışmalarına başlanılmıştır.

“İzmir Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini ve Dağıtım Projesi” D.S.İ. Genel Müdürlüğüne hazırlattırılmıştır. Hazırlanan projenin gerçekleştirilmesi için 2015 yılına kadar yapılması öngörülen çalışmalardan; yakın bölgedeki ana kaynakların şehre getirilmesi ile ilgili çalışmaların DSİ Genel Müdürlüğü tarafından, şehir içindeki dağıtım şebekesi, depo, pompaj istasyonları, yardımcı tesisler inşaatlarının yapımının da İzmir Belediyesi’nce yürütülmesi karara bağlanmıştır.

“İzmir Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temin ve Dağıtım Projesi” de öngörüldüğü gibi kent çevresindeki su kaynaklarının miktarı ve kentin beslenme yönlerine bağlı olarak suyun dağıtımını 1993–2004–2015 nüfus yılları ihtiyaçlarına göre belli bir program çerçevesinde etap, etap gerçekleştirilecektir. Kent çevresindeki kaynakların dört etapta şehre ulaştırılması öngörülmüştür.

- 1. Etap :** Göksu – Sarıkız kaynaklarının getirilmesi (4000 lt/s)
- 2. Etap :** Tahtalı Barajı ve arıtma tesisinin yapımı ve şehre isalesi ( 5935 lt/s)
- 3. Etap :** Turgutlu, Beşgöz kaynaklarının şehre isalesi ( 4000 lt/s)
- 4. Etap :** Medar Barajı ve şehre isalesi ( 3200 lt/s)

Bu etaplardan 1. ve 2. etap gerçekleşmiştir. İzmir kentine su temini kapsamında yapılan ve planlanan çalışmalar Tablo1.1 ‘de verilmiştir.

**Tablo 1.1.** İzmir su temini ile ilgili yapılan çalışmaların özeti

Yapılan Çalışmalar	Hedef Yılı	Nüfus (Milyon Kişi)	Su İhtiyacı (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	İhtiyacının Karşılanaacağı Su Kaynakları
İzmir Projesi Su Temini Ana Plan ve Fizibilite Raporu (Camp-Harris-Mesara, 1971)	2000	1.82-2.25	289-357	Halkapınar-Göksu-Göldeğirmeni-Sarıkız Kaynakları- Tahtalı-Güzelhisar-Medar Barajları
İzmir Şehri İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Dağıtım Şebekesi Kat’i Projesi (Su Teknik Mühendislik Ltd. Şti., 1974)	1995	2,006	305	Halkapınar-Göksu-Göldeğirmeni-Sarıkız Kaynakları, Menemen YAS, Tahtalı Barajı
İzmir Su Temini Master Plan Revizyonu (DSİ II. Bölge Müdürlüğü, 1981)	2010	3.00-4.27	457-650	Halkapınar-Göksu-Sarıkız-Beşgöz-Akpınar Kaynakları, Buca Menemen-Turgutlu-Bornova YAS, Balçova
İzmir Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temin Dağıtım Kat’i Proje Revizyonu (Su Yapı Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş., 1986)	2015	3,64	506	Halkapınar-Göksu-Sarıkız-Beşgöz-Akpınar Kaynakları, Buca Menemen-Turgutlu-Bornova YAS, Balçova-Tahtalı-Medar Barajları
İzmir Su Temini Projesi Master Plan Raporu (DSİ II. Bölge Bölge Müdürlüğü, 1997)	2025	4,81	606	Halkapınar-Göksu-Sarıkız Kaynakları, Buca-Menemen-Bornova YAS, Balçova-Tahtalı-Çamlı-Yiğitler Barajları Gördes-Çağlayan-Başlamış-Düvertepe Barajları
İzmir İçmesuyu Gördes ve Çağlayan Kat’i Projesi (Su iş – Dolsar İş Ortaklığı 2007)	2030 (2015)	4,16	622	Gördes – Çağlayan Barajları

### 1.3.1 Sistem Projeksiyonu

1986 yılında DSİ tarafından Su Yapı firmasına hazırlatılan raporda kent içi su dağıtım şebekesi 2015 hedef yılı su ihtiyaçlarına göre projelendirilmiştir. Bu kapsamda şebekelerin çözümünde mevcut kaynaklara ilaveten kademeli bir şekilde Göksu ve Sarıkız Kaynakları, Tahtalı Barajı, Beşgöz, Akpınar ve Turgutlu YAS kaynakları dikkate alınmıştır. Ayrıca Tahtalı Barajı iletim hattının kati projeleri hazırlanmış, Beşgöz, Akpınar kaynakları ile çalışmada 2015 hedef yılı için su hizmetlerinden yararlanacak nüfus 3,644 milyon kişi, kentin yıllık toplam su talebi  $506 \times 10^6 \text{ m}^3$  olarak tahmin edilmiştir.

Su dağıtım şebekesinde 50 m ve katlarında altı basınç zonu bulunmaktadır. Maksimum günlük su ihtiyacının katlara göre dağılımı sırasıyla Tablo 1.3 'de gösterilmiştir. Kentin en büyük depolarının yaklaşık 70 m kotlarında olduğu düşünüldüğünde, yaklaşık % 50' lik bir kısmının cazibe ile su aldığı, coğrafi yapı ve yerleşim alanları dikkate alındığında su dağıtım sistemi tasarımında beş ana bölgeye ayrılarak dizayn edilmiştir (Tablo 1.2).

Su dağıtım sisteminde şebekeye hizmet edecek 1000, 2500, 5000, 7500, 10000, 15000 ve 20000  $\text{m}^3$  kapasiteli toplam yetmiş üç adet su deposu planlanmıştır. Ayrıca, şebekelere hizmet vermek üzere on beş adedi 50 lt/s den küçük debili, yirmi iki adedi 50 lt/s den büyük debili ve toplam kırk dört adet pompa istasyonu belirlenmiştir (Su Yapı Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş.1986).

**Tablo 1.2** İzmir kenti su dağıtımına göre beş ana bölge.

<b>1. Bölge</b>	: Merkez (İzmir, Gültepe, Yeşilyurt),
<b>2. Bölge</b>	: Batı aksı (Güzelbahçe, Narlıdere, Balçova),
<b>3. Bölge</b>	: Güney aksı (Buca ve Gaziemir),
<b>4. Bölge</b>	: Doğu aksı (Çamdibi, Altındağ, Pınarbaşı, Işıkkent, Bornova)
<b>5. Bölge</b>	: Kuzey aksı (Karşıyaka, Çiğli).

**Tablo 1.3.** İzmir kenti su dağıtımında kotlara göre yerleşim alanları oranları.

<b>Basınç Zonu</b>	<b>Yerleşim Oranı</b>
0-50 m	% 47,4
50-100 m	% 29,4
100-150 m	% 17,6
150-200 m	% 4,1
200-250 m	% 1,1
250-300 m	% 0,4

### ***1.3.2 Su Tüketimi, İhtiyaç Değişimi ve Kayıplar***

İzmir Kenti içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacı, konut ve konut dışı alanlarda özel içme suyu ihtiyacı olarak iki kısımda hesaplanmıştır. Nüfus yansıtımlarında olduğu gibi, şahıs başına su ihtiyacı değerleri, İzmir kenti için içme kullanma ve endüstri suyu temini projelerinde tespit edilmiş bulunmaktadır.

Bu tahminlere göre, içme suyu dağıtım şebekesi revize ettirilmiş ve bu güne kadar her hangi bir anormalliğe rastlanmamıştır. Bu bakımdan evvelce yapılmış su ihtiyacı tahminleri dikkate alınarak, bu projenin hedef yılı olan 2030 yılına kadar ki bir süre için yıllara göre konut ihtiyacı ve şebekedeki kayıplar Tablo 1.4’ de gösterilmiştir.

**Tablo 1.4** 2030 yılına kadar su ihtiyacı ve şebekedeki kayıp tahminleri

<b>Yıllar</b>	<b>Su İhtiyacı L/N/gün</b>	<b>Şebeke Kaybı %</b>	<b>Brüt Su İhtiyacı L/N/gün</b>
2000	169	32	248
2005	183	30	261
2010	198	28	275
2015	213	26	288
2020	228	24	300
2025	246	22	315
2030	262	20	327



Talebin nüfusla arttığı, sıcak ve kurak iklimlerde daha fazla olduğu, tevzi sistemindeki basınçla, servis sahasında yaşayanların hayat standardıyla ve su kalitesinin yükselmesiyle arttığı buna mukabil suyun ölçülerek satılmasına ve fiyatın yüksek tespit edilmesine bağlı olarak azaldığı bilinmektedir.

Nüfus artışı, yerleşim yerindeki ekonomik faaliyetlerin artması yerleşim yerinin cazibe merkezi haline gelmesinin bir neticesidir. Bu bakımdan nüfusun artması aynı zamanda yerleşim yerindeki hayat standardının yükseldiğinin bir işareti olup, bunun neticesi su ihtiyacının artmasını doğurur. Kentlerdeki su tüketimleri yıl içerisinde değişmekte olup aşağıdaki özellikleri göstermektedir.

- Şebekede dağıtılan suyun yeterli miktarda olması durumunda aylar arasındaki farklılık artmaktadır. Yeterli miktarda olmadığı ve sınırlı su verildiği durumda aylar arasındaki fark azalmaktadır.
- Şebeke alanlarında nüfus çoğaldıkça, tüketim farklılıkları azalmaktadır.
- Mevsimler arasında büyük iklim değişiklikleri olması tüketimdeki değişimlerin büyük olmasına neden olmaktadır.
- Sanayi bölgelerindeki su kullanımına dayalı endüstri üretimlerinde, yıl boyunca veya mevsimlik faaliyetleri aylık tüketim farklılığının daha az veya daha çok olması sonucunu doğurmaktadır.

İçme ve Kullanma suyu projelerinde şebeke, depo ve iletim hatlarının projelendirilmesinde pik faktörleri olarak;

**Ortalama Günlük İhtiyaç** : Yıllık Toplam Su Talebi / 365

**Ortalama Saatlik İhtiyaç** : Ortalama Günlük İhtiyaç / 24

**Maksimum Günlük İhtiyaç**: Yıl boyunca en çok su kullanılan gün ihtiyacı

**Maksimum Saatlik İhtiyaç** : Yıl boyunca en çok su kullanılan saatteki ihtiyaç

**Minimum Saatlik İhtiyaç** : Yıl boyunca en az su kullanılan saatteki ihtiyaç

katsayıları tanımlanmıştır.

Pik faktörlerinin projelerde müsaade edilebilen değerlerinin tayin edilmesinde bilinen en doğru yaklaşım sayaçlardan abone tüketimlerinin analiz edilmesidir. Ancak verilerin güvenilirliği kent bütününde çeşitli nedenlerle bir miktar azalmaktadır. Diğer ülkelerdeki aynı karakterde kentlerin kabul edilen değerlerinin örnekleme yapılarak alınması ya da istatistik yaklaşımlarla matematik işlemleri sonucunda ulaşılan pik faktörlerinin doğru kabul edilmesi gerekmektedir.

Yıllık ihtiyacın 365 güne bölünmesi ile günlük ortalama ihtiyaç bulunur. Su ihtiyacının mevsimden mevsime değişeceği açıktır. Bu değişim günlük maksimum faktörü ile hesaba katılır. Örneğin bu faktör, İzmir kenti için 1,5 alınmıştır. Gün içindeki değişim ise saatlik maksimum faktörü ile hesaba dahil edilir ve günlük dalgalanmalar kent içinde tesis edilen regülasyon depoları ile karşılanır.

Saatlik maksimum faktörleri dağıtım depolarıyla kendi içinde bağımsız dağıtım bölgeleri için, bölge nüfusuna bağlı olarak aşağıdaki şekilde alınmıştır.

**Nüfus P(1000 kişi)    Pik faktörü (Max. Saat)**

< 50	3.00
50 – 300	2.50
> 300	2.00

İzmir kentinde şebekelerin duktıl font (DF) borularla teşkil edilmesi veya yenilenmesi neticesinde büyük kentler için % 40 mertebesindeki su kayıplarının İzmir için 2000 yılında % 32 olacağı tahmin edilmiştir. Büyük kentlerde sisteme verilen su ile tüketimi ölçülen su arasındaki fark su kayıplarını oluşturmaktadır.

Sürdürülen “Su Kaçak ve Kontrol Projesi” kapsamında dağıtım sistemi üzerinde tek debi giriş noktası olan 1500–2000 haneden oluşan izole bölgeler oluşturulmuştur. 2010 yılı içerisinde izole bölge sayısı 378’e çıkarılmıştır. Hedef tüm İzmir’i yaklaşık 400 sayaç bölgesine ayırmaktır.

## **BÖLÜM İKİ**

### **MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **2.1 Geçmişten günümüze İzmir Kenti içme suyu temini**

İlk kuruluş yıllarında İzmir şehri suyunu yakındaki pınarlardan alırdı. Bu yıllardan kalan tesislerin bir örneği, İzmir'in merkezindeki eski Roma pazaryeri olan, Agora'da görülebilir. Su buraya, yaklaşık 150 mm çaplı eski bir toprak künkle gelir ve bir yeraltı sisteminde kaybolur; bu suyun Halkapınar yakınında bir pınardan alındığı sanılmaktadır. Basmane semtinde yeni bir borunun döşenmesi sırasında, Fuar Kültürpark' taki havuzda bu sistemin bir kolu meydana çıkarılmıştır. Agorada yapılan ölçümlerde debinin 5-10 lt/s arasında olduğu görülmüştür. Daha sonra İ.Ö. 4.yüzyılda Kadifekale eteklerinde yeniden kurulan ve gelişen şehrin artan su ihtiyacı, önce yakın çevrede yer alan Halkapınar kaynaklarından Agora'ya su iletimi ve daha sonraki dönemlerde de Buca civarındaki pınar sularını İzmir'e taşıyan ve üzerinde Şirinyer ve Vezirağa su kemerlerinin olduğu sistem ile karşılanmaya çalışılmıştır.

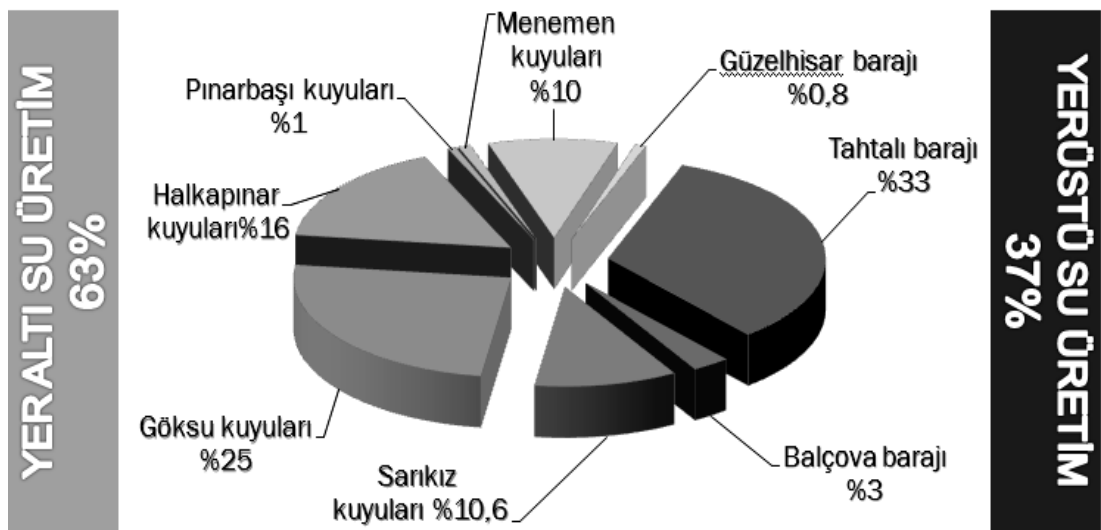
1897 yılında modern bir sistemle su derlenmeye başlanan Halkapınar kaynakları 1988 yılına kadar 91 yıl boyunca İzmir Kenti'nin en önemli su kaynağı olmaya devam etmiştir. Bu dönemde kentin içinde veya yakın çevresinde yer alan Yamanlar pınarı, Bornova pınarı ve bazı yeraltı suyu kuyularından alınan içme ve kullanma suları kentin su ihtiyacını karşılamaya yönelik küçük boyutlu alternatif kaynaklardır.

İzmir'in merkezine yakın bir yerde bulunan Halkapınar pınarları, mitolojik adı ile Diana hamamları, yüzyıllardan beri büyük debili bir pınar grubu olarak su vermiş olmasına rağmen, İzmir şehrinin içme suyu kaynağı olarak faydalanılması 112 yıllık bir geçmişe sahiptir. On dokuzuncu yüzyılın sonralarına doğru, şiddetli bir su kıtlığı İzmir kentinin daha fazla gelişmesine engel olunca, padişah bir Belçika firması getirterek yeni su kaynaklarının araştırılmasını istemiştir. Araştırma sonunda Halkapınar kaynaklarının geliştirilerek İzmir'in su ihtiyacının buradan alınması önerisi getirilmiş, sistemin kurulması ve işletilmesine izin çıkarılmıştır.

Sistemin işletme imtiyazı 85 yıl süre ile Belçika firmasına verilmiş, İzmir'in su işleri 1944 yılında Belediye'ye geçmiş, su veren kaynaklar ıslah edilmiş ve 1970 yılına kadar gelinmiştir. Bu sıralarda şehre verilen toplam su miktarı 1326 lt/s idi. Şebeke uzunluğu yaklaşık 500.000 m ve su abonesi sayısı 70.352 adet idi.

Halkapınar kaynağının ve kentin yakın çevresinde yer alan pınar ve yeraltı suyu kuyularının İzmir kenti içme suyu ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmesi üzerine, 1973 yılında Menemen ovası yeraltı suyunun, 1988 yılında Manisa ilindeki Göksu pınarlarının ve 1990 yılında Manisa ilindeki Sarıkız pınarları İzmir kentine bağlanmıştır.

1983 yılında tamamlanarak hizmete giren Balçova Barajı ile İzmir kenti ilk defa bir yüzeysel su kaynağından su almaya başlamıştır. İzmir'in ikinci ve en büyük yüzeysel su kaynağı olan Tahtalı Barajı ise 1997 yılında kente su vermeye başlamıştır. 1983 yılında kente verilen içmesuyu içindeki payı % 12 olan yüzeysel su, Tahtalı Barajının devreye girmesiyle birlikte % 42'ye ulaşmıştır. Kente temin edilen içme suyunun % 68'i İzmir ili sınırları içinden, % 32 'si de Manisa ili sınırları içinden sağlanmaktadır. İzmir'in su ihtiyacının ortalama % 65'i yeraltı ve % 35'i yüzeysel su kaynaklarından karşılanmaktadır. Tablo 2.1 ve Şekil 2.1'de mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kapasite ve yıllık ortalama kullanım oranları görülmektedir.



Şekil 2.1 İzmir kenti mevcut yeraltı ve yerüstü içmesuyu kaynakları yıllık ortalama kullanım oranları.

**Tablo 2.1** Su kaynaklarının yerleri, ortalama kapasiteleri ve ihtiyacı karşılayabilme oranları

KAYNAKLAR	KAPASİTE	K.ORANI	MEVKİİ
Göksu ve Sarıkız Kuyuları	3400 lt	%52	Manisa-Muradiye
Menemen Kuyuları	800 lt	%12	Menemen Ovası
Halkapınar Kuyuları	1600 lt	%25	Halkapınar ve çevresi
Tahtalı Barajı (Rezerve göre)	6000 lt	%92	Gümüldür
Balçova Barajı (Rezerve göre)	700 lt	%10	Balçova

### 2.1.1 Mevcut Yeraltı Su Kaynakları

İzmir'e su sağlayan kaynakların 2010 yılı verilerine göre % 63'ü yeraltısuyu kaynaklarıdır. Bu kaynaklar içinde, kentsel alan içinde yer alan ve 1897 yılından beri 114 yıldır kente su sağlayan Halkapınar kaynakları, kent içinde olması ve 45 milyon m<sup>3</sup>/yıl potansiyeli ile en önemli kaynaktır. Potansiyeli daha yüksek olan ancak Manisa ili Muradiye beldesinde yer alan Göksu kaynakları 63 milyon m<sup>3</sup>/yıl, yine Manisa ilinde Saruhanlı ilçesi Nuriye beldesinde bulunan Sarıkız kaynakları da 45 milyon m<sup>3</sup>/yıl potansiyelleri ile İzmir'e su sağlayan diğer yeraltısuyu kaynaklarıdır. Göksu kaynakları 1988, Sarıkız kaynakları da 1990 yılında kente bağlanmıştır. Menemen ilçe merkezi ve Çavuşköy 'deki kuyular 1976 yılında İzmir'e bağlanmış olup, toplam 25 milyon m<sup>3</sup>/yıl potansiyel ile İzmir'in su kaynakları içinde önemli bir paya sahiptir. Halen işletmede olan ancak sistemin bütünü içinde çok küçük bir paya sahip olan Pınarbaşı ve Buca 'da bulunan yeraltısuyu kuyuları da sistemin en küçük parçalarıdır.

#### 2.1.1.1 Sarıkız Kaynağı

Sarıkız pınarları Manisa ili Saruhanlı ilçesine bağlı Nuriye beldesinin hemen yakınında bulunur. Burada farklı tarihlerde açılan yirmi yedi adet derin kuyu ile alınan su 38 km uzunluğunda ve Ø2200 mm çapında ön gerilmeli betonarme boru hattı ile Çullutepe depoya aktarılır. Sarıkız kuyularının yıllık ortalama su potansiyeli 45 hm<sup>3</sup> (1000-1450 lt/s)'dir. Sarıkız pınarlarının kente bağlanması 1990 yılında DSİ tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 2.1.1.2 Gökusu Kaynağı

Manisa ili Muradiye beldesinin 4 km kuzeydoğusunda yer alan Gökusu pınarlarının bulunduğu yerde farklı tarihlerde yirmi iki adet derin kuyu açılarak alınan su önce 3 km 'lik bir boru hattı ile Çullutepe deposuna gelir. Buradan alınan su Gediz nehrinin sağ sahilinden bir boru hattı ile Emiralem regülatörüne kadar gelir. Gediz nehrini regülatör üzerinden geçen boru hattı sol sahilden devam ederek Menemen yakınlarındaki Yahşelli pompa istasyonuna ulaşır. Yahşelli deposundan itibaren Menemen-İzmir yolunun doğusunda Yamanlar dağı yamaçlarını izleyerek önce Cumhuriyet sonra da Halkapınar deposuna ulaşır. Ø2200 mm çapındaki ön gerilmeli betonarme borudan oluşan hattın tümü 45 km uzunluğunda olup, maksimum kapasitesi 5,5 m<sup>3</sup>/s dir. Boru hattı üzerinde Çiğli, Cumhuriyet, Yamanlar ve Bayraklı tünelleri olmak üzere dört tünel bulunur. Gökusu kuyularının yıllık ortalama su potansiyeli 63 hm<sup>3</sup> (2000 -2400 lt/s)'dir. Gökusu kuyularının kente bağlanması 1988 yılında DSİ tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 2.1.1.3 Menemen ve Çavuşköy Kaynağı

Halkapınar kuyularının ve İzmir kenti içindeki yakın çevrede yer alan pınar ve yeraltı suyu kuyularının 70'li yılların başında İzmir kenti içme suyu ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmesi üzerine, kente en yakın kaynak olan Menemen yeraltı suyunun kullanımı gündeme gelmiştir. 1973 yılından itibaren başlayan yeraltı suyu geliştirme çalışmaları sonucunda Menemen acil içme suyu projesi olarak adlandırılan proje ortaya çıkmış ve Gediz nehrinin Menemen ovasına açıldığı kesimde yirmi bir adet derin kuyu açılmıştır. Daha sonra 1976 yılında DSİ tarafından inşaa edilmiş olan acil içme suyu pompa istasyonundan Çiğli 'deki Cumhuriyet su deposuna iletilir. Menemen ve Çavuşköy kuyularının yıllık ortalama su potansiyeli 25 hm<sup>3</sup> (800 lt/s)'dir.

#### 2.1.1.4 Halkapınar Kaynağı

Kent içinde eski bir göl alanı içinde bulunan on sekiz adet derin kuyunun ürettiği ortalama 1200 - 1600 lt/s su, yine bu havza içindeki pompa istasyonlarında klorlanarak şebekeye pompalanmaktadır. Çamdibi mevkiindeki bir tanesi aktif toplam üç adet derin kuyunun ürettiği ortalama 40 lt/s su, Halkapınar derin kuyularının suları ile birleşerek dağıtılmaktadır.

#### 2.2.1.5 Pınarbaşı Kaynağı

Kentin doğu bölgesindeki bu dört derin kuyunun üç tanesi aktif olup üretilen ortalama 75 lt/s su, lokal klorlama yapılarak yakın çevrenin beslenmesinde kullanılmaktadır.

### 2.1.2 Mevcut Yerüstü Su Kaynakları

İzmir'e su sağlayan sistem içinde yüzeysel su kaynaklarının payı ortalama %37'dir. Tahtalı Barajı en önemli yüzeysel su kaynağıdır. 1997 yılından beri İzmir'e su veren Tahtalı Barajının projesindeki ortalama potansiyeli 128 milyon m<sup>3</sup>/yıl'dır. İkinci yüzeysel su kaynağı 1984 yılından beri devrede olan Balçova Barajı olup, projesindeki ortalama potansiyeli 12 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir.

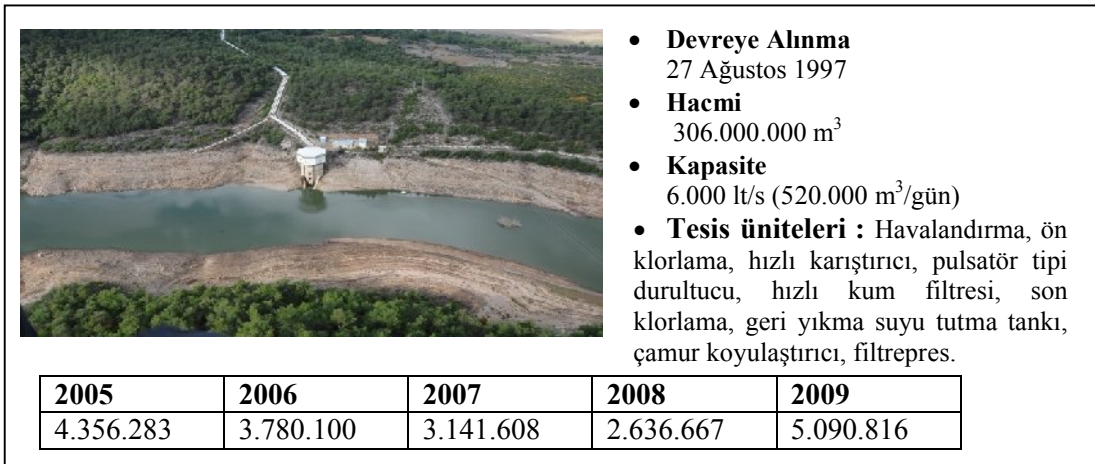
İzmir kent merkezine ise zaman zaman su veren Aliğa ilçesindeki Güzelhisar Barajı İzmir'in yüzeysel su kaynakları içindeki bir diğer su kaynağıdır. Güzelhisar Barajından Aliğa'ya içme suyu tahsisi (70 lt/s) 2,2 milyon m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir. Güzelhisar Barajından İzmir'e içme suyu amacıyla herhangi bir tahsis bulunmamakla beraber, ihtiyaç halinde karşılıklı anlaşma yolu ile İzmir'e su alınmaktadır.

#### 2.1.2.1 Tahtalı Barajı

İzmir'e içme suyu sağlayan en büyük yüzeysel su kaynağı olan Tahtalı Barajı'na ait genel bilgiler Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Baraj İzmir'in 40 km güneyinde Gümüldür Beldesinin 5 km doğusundaki Tahtalı deresinin üzerindedir. Tahtalı

Barajına su getiren Tahtalı deresinin doğal boşalımı Gümüldür Beldesi yakınlarında Ege Denizine olmaktadır. İzmir kentinin bu doğal boşalım noktasının tam tersi yönde bulunması nedeniyle, Tahtalı Barajından içme suyunun baraj gölünün uygun bir noktasından pompajla alınması gerekli olmuştur. Bu nedenle Tahtalı deresinin eski Dereboğazı vadisine girdiği noktada kule şeklinde bir su alma yapısı yapılmış ve bu kulenin içinde bir pompa istasyonu kurulmuştur. Su alma yapısı baraj gölünün 29 m, 36 m, 43 m ve 50 m su düzeylerinden su alacak şekilde projelendirilmiştir. Pompa ile alınan su, iki adet 1600 mm çapında ve 580 m uzunluktaki çelik boru ile 128,5 m yüksekte bulunan denge kulesine basılmaktadır.

Sakartepe’ de bulunan su denge kulesinden başlayan 17,505 m uzunluğundaki iletim boru hattı suyu Görece’de bulunan arıtma tesisine iletilmektedir. Görece’deki Tahtalı Barajı içme suyu arıtma tesisinden çıkan arıtılmış su 14,730 m uzunluğunda bir iletim boru hattı ile Karabağlarda bulunan su deposuna aktarılarak şehir içi dağıtım şebekesine verilmektedir. Tahtalı Barajı ile Karabağlar su deposu arasındaki iletim boru hattının toplam uzunluğu 32,235 m’ dir. Boru hattı 2200 mm iç çapında, 5,94 m<sup>3</sup>/s kapasitede, çelik kaplamalı öngerilmeli betonarme boru tipindedir.

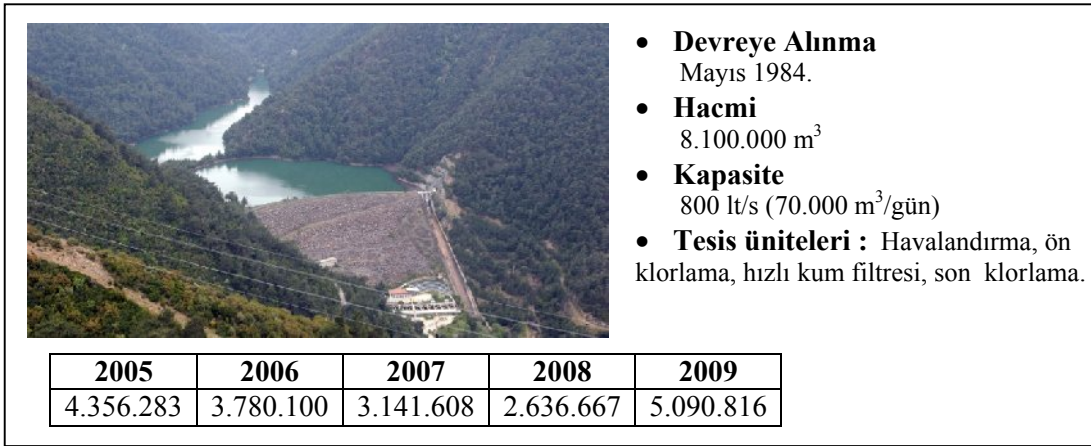


**Şekil 2.2** Tahtalı Barajı tesis bilgileri ve 2005-2009 yılları arasında üretilen su miktarı (m<sup>3</sup>/yıl)



### 2.1.2.2 Balçova Barajı

Balçova ilçesindeki Ilıca tesislerinin 3 km güneyinde Ilıca deresi üzerinde bulunan baraj içme suyu amaçlıdır (Şekil 2.3). Barajın ilk incelemelerini yapan ve bu yıllarda bir başka baraj incelemesi sırasında görevi başında hayatını kaybeden Jeolog Cengiz Saran' ın anısını yaşatmak üzere adı baraja verilmiş olup, baraj Cengiz Saran Barajı adı ile de anılır. Projesi ve inşaatı DSİ tarafından yapılan baraj 1980 yılında tamamlanmış, Mayıs 1984'ten itibaren de İzmir kentine içme ve kullanma suyu vermeye başlamıştır.

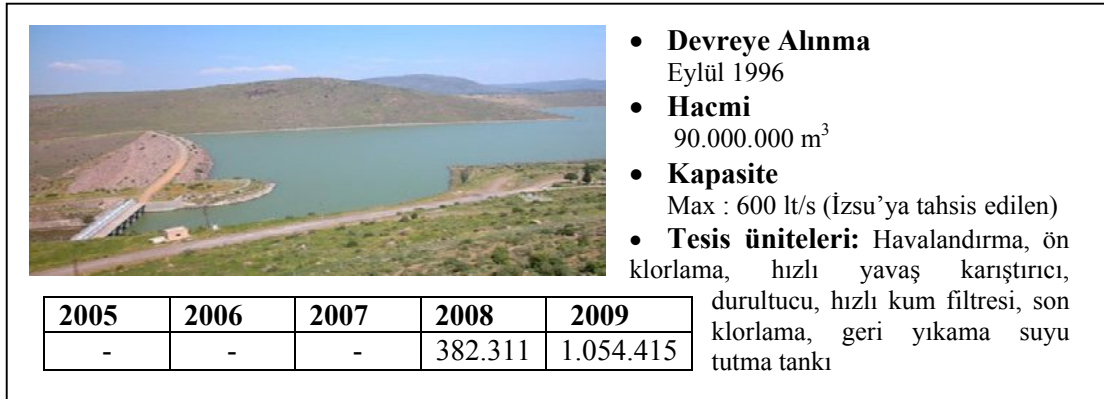


Şekil 2.3 Balçova Barajı tesis bilgileri ve 2005-2009 yılları arasında üretilen su miktarı (m<sup>3</sup>/yıl)

### 2.1.2.3 Güzelhisar Barajı

Güzelhisar Barajından su potansiyelinin uygun olduğu yıllarda İzmir'e içme suyu almak üzere 1200 mm çapında 25 km uzunluğunda bir iletim boru hattı bulunmaktadır.

Güzelhisar Barajından Aliğa'daki Petro Kimya Holding A.Ş. (PETKİM) tesislerine pompaj gerektirmeden cazibe ile bir boru hattından gelen su, burada PETKİM 'e ait arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra İZSU 'ya ait 10 000 m<sup>3</sup>'lük bir depoya aktarılmaktadır. Buradan da her biri 375 lt/s kapasiteli beş adet pompanın bulunduğu bir pompa istasyonundan geçerek Menemen'deki Yahşelli deposuna pompalanmaktadır. Baraja ait genel bilgiler Şekil 2.4' de verilmiştir.



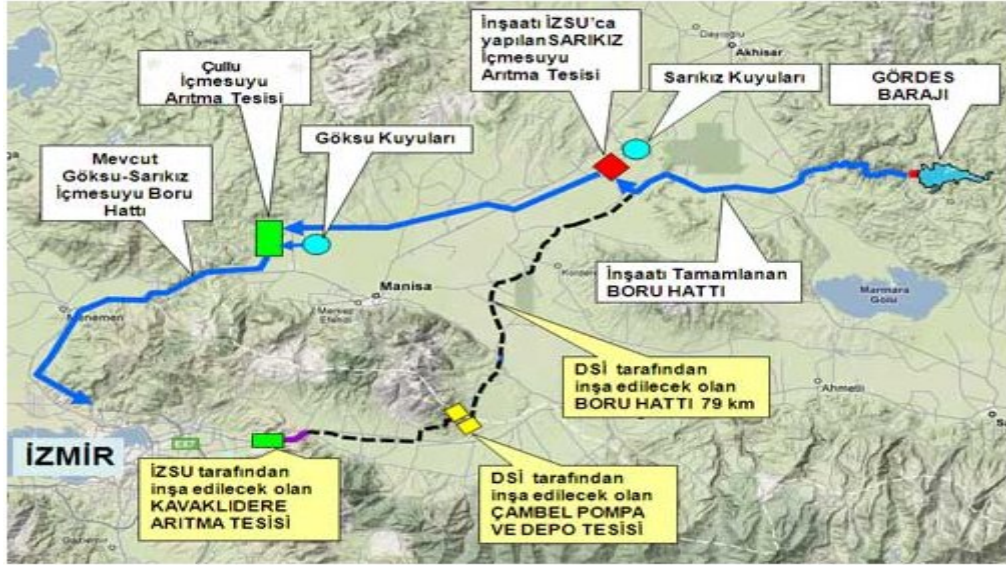
Şekil 2.4 Güzelhisar Barajı bilgileri ve 2005-2009 yılları arasında üretilen su miktarı (m<sup>3</sup>/yıl)

### 2.1.3 Planlanan Su Kaynakları

İzmir Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan nüfusun su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla 1970 yılında “İzmir İçme Suyu Projesi Master Planı”, 1986 yılında “İzmir Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temin ve Dağıtım Katı Proje Revizyonu”, 1997 yılında “İzmir Su Temini Master Plan Raporu” ve 2007 yılında da İzmir İçme Suyu II. Kademe Projesi Katı Proje Raporu” kapsamlı çalışmalar olarak gerçekleştirilmiştir. Belirtilen çalışmalar kapsamında, uygun bulunan projeler Manisa İli Akhisar İlçesindeki Gördes Barajı, Çağlayan Barajı ve Başlamış Barajı ile Balıkesir sınırları içinde Susurluk havzasının bir parçası olan Simav Çayı üzerindeki Düvertepe Barajıdır.

#### 2.1.3.1 Gördes Barajı

Gördes Barajı Manisa İli Akhisar İlçesi sınırları içinde Gördes Çayı üzerindedir. Gördes Barajı Tahtalı Barajından sonra İzmir’e içme suyu sağlayacak en büyük yüzeysel su kaynağıdır. Barajdan İzmir’e su getirecek boru hattının ilk 35,5 km ‘lik Eylül 2010 tarihi itibarıyla bu bölümü tamamlanmıştır. Boru hattının kalan 79 km uzunluğundaki bölümü ile 99 m yükseğe su basacak olan bir pompa istasyonu ile Bornova ilçesi Belkahve mevkiinde 365.000 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli Kavaklıdere içmesuyu arıtma tesisi de yapılacaktır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Gördes Barajı, pompa, arıtma tesisi ve isale hattı.

### 2.1.3.2 Çağlayan Barajı

Çağlayan Barajı Manisa ili Akhisar ilçesinin doğusunda Gördes Çayına komşu Kayacık Çayı üzerinde düşünülmüştür. Baraj nehir tabanından 92,5 m yükseklikte toprak dolgu tipindedir. Çağlayan Barajı ile İzmir kentine yılda 45 hm<sup>3</sup> içme ve kullanma suyu verilecektir. Halen baraj yeri ile ilgili jeolojik etütlere devam edilmektedir. Çağlayan Barajından alınan su 1300 mm çapında, 5,3 km uzunluğunda bir iletim hattı ile Gördes Barajı hattına bağlanacak ve buradan İzmir'e iletilecektir. İzmir'e kadar olan toplam boru hattı uzunluğu 114 km' dir.

### 2.1.3.3 Çamlı Barajı

Güzelbahçe İlçe sınırları içinde Çamlı Çayı üzerindedir. Baraj 75 m yüksekliğinde kaya dolgu tipindedir. Barajdan elde edilecek olan yıllık ortalama 21,5 milyon m<sup>3</sup> (680 lt/s ) içme suyu, başta Güzelbahçe olmak üzere İzmir kent merkezi ile Güzelbahçe arasında kalan yerleşim birimlerinin içme suyu ihtiyacını karşılayacaktır. Barajın revize planlama ve sonrasında revize kesin projesinin yapımının tamamlanmasından sonra inşaatına başlanacaktır.

#### 2.1.3.4 Değirmendere Barajı

Menemen İlçesi sınırları içinde Değirmen deresi üzerindedir. 46 m yüksekliğindeki kaya dolgu baraj Yamanlar dağının kuzeye bakan yamaçlarında ve Gediz nehri havzasındadır. Barajdan elde edilecek olan yıllık ortalama 5,35 milyon m<sup>3</sup> (170 lt/s) içme ve kullanma suyu Menemen ilçesi ve Menemen ile Karşıyaka arasındaki yerleşim birimlerinin ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılacaktır. Baraj revize planlama ve kesin proje yapımı için ihale çalışmalarına devam edilmektedir.

#### 2.1.3.5 Düvertepe Barajı

Düvertepe Barajı Balıkesir ili Sındırgı ilçesinde, boşalımı Marmara Denizine olan, Simav Çayı üzerinde yer alır. Baraj nehir tabanından 123 m yükseklikte, kaya dolgu tipindedir. İçme, kullanma ve sulama suyu amaçlı olan barajla derlenen su önce mevcut Çaygören Barajına verilir. Çaygören Barajı dip savağından alınan su 1800 mm çaplı 12,1 km uzunluğundaki bir boru hattı ile Sındırgı yakınlarındaki Düvertepe tüneline ulaşır. Düvertepe Barajından İzmir'e kadar olan toplam iletim hattı uzunluğu 144,5 km' dir. Düvertepe Barajı ile İzmir kentine yılda ortalama 89 hm<sup>3</sup> içme ve kullanma suyu verilecektir.

#### 2.1.3.6 Başlamış Barajı

Başlamış Barajı Manisa ili Akhisar ilçesinin kuzeydoğusunda eski Akhisar-Sındırgı karayolunun üzerindeki Başlamış köyü yanındadır. Başlamış Barajı nehir tabanından 77,5 m yükseklikte toprak dolgu tipinde bir barajdır. Başlamış Barajına kendi doğal yağış alanından gelen akımın dışında iki ayrı derivasyon ile de ilave su sağlanacaktır.

İlk derivasyon Susurluk Havzasındaki Cüneyt Çayının bir regülatör, iletim kanalı ve bir tünel ile Gediz Havzasındaki Gürdük Çayına aktarılmasıdır. İkinci derivasyon Germe Çayı üzerindeki Germe regülatörü olup 9,4 km' lik bir açık kanalla su Başlamış Barajı gölüne verilecektir.

Başlamış Barajından İzmir kentine yılda 42 hm<sup>3</sup> içme ve kullanma suyu sağlanacaktır. Barajdan alınan su başlangıçta 1300 mm daha sonra 2200 m çapında 45,6 km uzunluğunda bir iletim hattı ile Saruhanlı ilçesi yakınlarına gelir. Daha sonra da Gördes Barajı iletim hattına paralel bir hat olarak İzmir'e ulaşır. İzmir'e kadar olan toplam hat uzunluğu 110 km' dir.

## 2.2 İzmir İçme ve Kullanma Suyu İsale ve Ana Dağıtım Hatları

Su kaynaklarından üretilen içme ve kullanma suyu ana isale hatları üzerinden depolara iletilmektedir. İzmir'de mevcut depolar içinde en yüksek kapasiteye sahip olanlar 51.000 m<sup>3</sup>'lük Cumhuriyet deposu ile Halkapınar'da kurulu 55.000 m<sup>3</sup> 'lük depolardır. Cumhuriyet deposu, Kuzey Kaynakları grubunun ürettiği suyun ilk durağıdır. Menemen ile Yahşelli grubunun ayrı ayrı olan hatlarının birbirlerine geçişleri, Harmandalı ve Cumhuriyet bölgelerindeki by-pass'lar ile sağlanmaktadır. Kentin o anki su ihtiyacına uygun olarak su Cumhuriyet depoda düzenlenmektedir.

Cumhuriyet deposunun seviyesine, belli noktalarda ölçülen debi değerlerine veya arıza durumlarına göre Kuzey Kaynaklarının su üretimi; Güzelhisar Barajından alınan su miktarının kısılması veya derin kuyuların kısmen devreden çıkarılması yolu ile ve buna bağlı olarak pompa istasyonlarındaki motorların uygun ve yeterli şekilde çalışmalarının sağlanması şeklinde olmaktadır. Bu nedenle bu depo, sürekli olarak gözlenmektedir. Halkapınar'daki 55.000 m<sup>3</sup>'lük depo da Yahşelli grubunun ve Tahtalı Barajından aktarılabilen suyun düzenlendiği depodur. İzmir su dağıtım sisteminde; altmış sekiz adet pompa istasyonu ile altmış beş adet değişik kapasitede depo, havuz kullanılmaktadır. İzmir Metropol alan üzerindeki toplama, isale, taşıyıcı, dağıtım hatları; ön gerilmeli, çelik gömlekli beton, duktül font, çelik, mamul borulardan oluşmaktadır. Bu hatların toplam uzunluğu yaklaşık 300.000 m dir (Tablo 2.2 ve Şekil 2.6).

**Tablo 2.2** Su üretim kaynaklarının kente olan isale hattı uzunlukları.

<b>YERALTI SU KAYNAKLARI</b>	<b>HAT UZUNLUĞU</b>
Sarıköz	(98 km)
Göksu	(70 km)
Menemen	(35 km)
Çavuşköy	(35 km)
Halkapınar	(kent içi)
Pınarbaşı	(kent içi)
<b>YERÜSTÜ SU KAYNAKLARI</b>	<b>HAT UZUNLUĞU</b>
Balçova Barajı	(kent içi)
Tahtalı Barajı	(32 m)

### **2.2.1 Kuzey Kaynakları Sistemi**

Kuzey Kaynakları diye adlandırılan İzmir Metropol alan dışında Manisa ili ile Aliğa ve Menemen ilçeleri civarındaki su tedarik kaynakları Sarıkız, Göksu, Menemen ve Çavuşköy derinkuyuları ile Güzelhisar Barajıdır. Sarıkız pınarlarında kurulu derin kuyu pompaları ile yeraltından çekilen su toplama hatları ile kendi bölgesindeki 500, 1000, 5000 m<sup>3</sup> depolarda toplanıp Ø1820 mm çaplı bir isale hattı ile Çullutepe deposuna cazibe ile iletilmektedir.

Göksu pınarlarında yeraltından çekilen su da toplama hatları ile toplanmakta ve Göksu'da kurulu pompa istasyonu yardımıyla Ø1820 mm çaplı bir isale hattı ile Çullutepe deposuna pompalanmaktadır. Sarıkız ve Göksu'da yeraltı suyunun genel seviyesi uygun yerlerde açılmış 4 adet (Sarıköz'da üç, Göksu'da dört adet) rasat kuyusu ile izlenmektedir. Çullutepe deposunda birleşen bu iki kaynak suyu Ø2200 mm çaplı bir boru hattı ile Menemen'deki Yahşelli pompa istasyonuna cazibe ile aktarılmaktadır. Bu pompa istasyonunda basılan su, Ø2200 mm çaplı borular ile Karşıyaka bölgesindeki Cumhuriyet deposuna iletilmekte, depo seviyesine uygun olarak ya depoda biriktirilmekte; ya da ihtiyaç halinde Halkapınar'daki 55,000 m<sup>3</sup> kapasiteli depoya aktarılmaktadır.

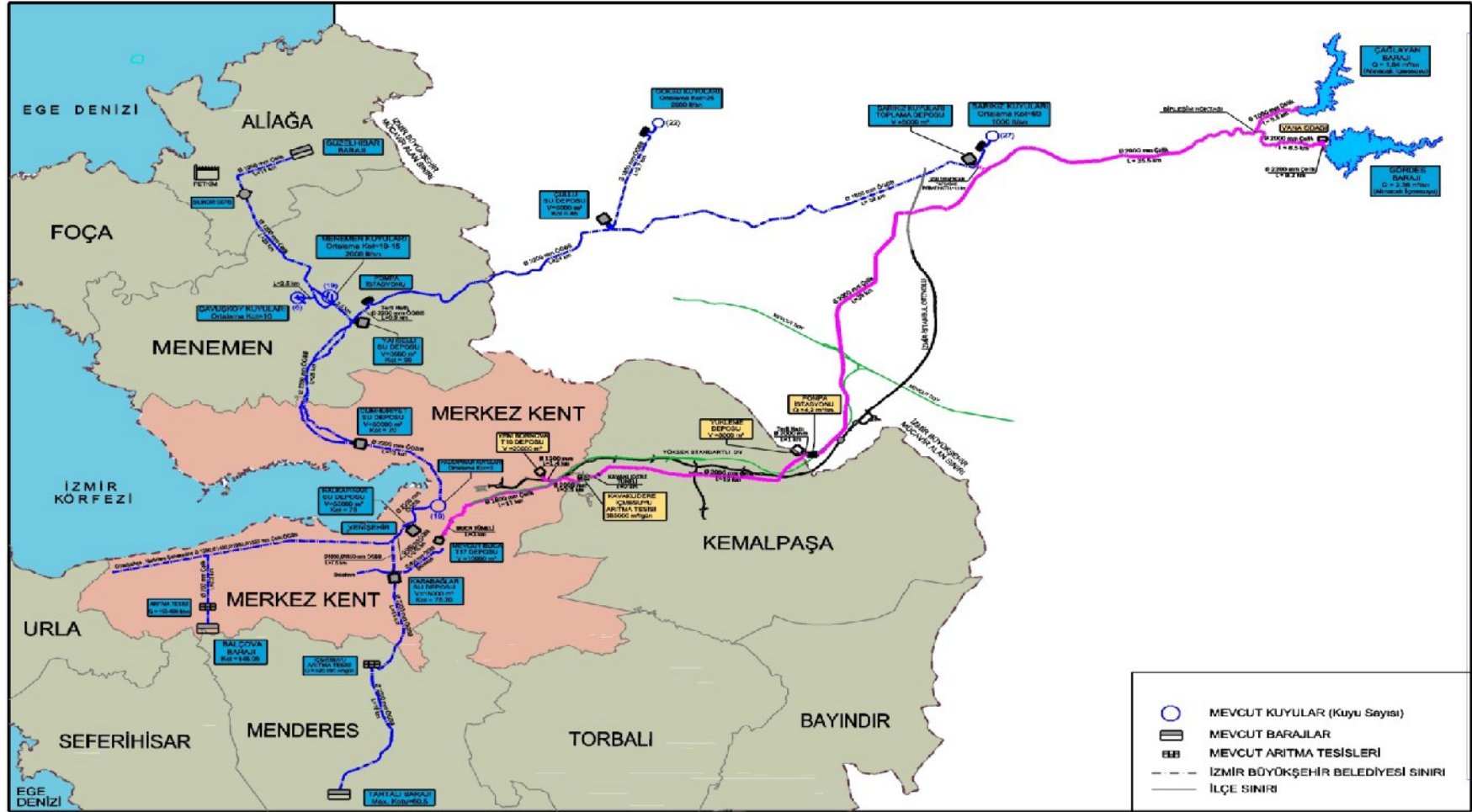
Menemen ve Çavuşköy derin kuyularından üretilen su, toplama hatları ile Menemen Acil Pompajına gelmektedir. Yine Kuzey kaynakları bölgesi kapsamındaki Aliğa - Güzelhisar Barajından elde edilen su, Ø1200 mm çaplı boru hattı ile ve Petkim pompa istasyonu yardımıyla Buruncuk Arıtma tesislerine gelmekte ve burada arıtılarak Buruncuk pompa istasyonu yardımıyla Yahşelli terfi deposuna iletilmektedir. Menemen Acil pompa istasyonundan pompalanan su, Sarıkız-Göksu hattına paralel çalışan Ø1000 mm çaplı bir isale hattı ile Cumhuriyet depoya ve/veya Alsancak bölgesine aktarılmaktadır.

### ***2.2.2 Güney Kaynakları Sistemi***

İzmir'in güney bölgesindeki su kaynakları Tahtalı ve Balçova barajlarıdır. Tahtalı Barajındaki su kulesinde kurulu pompalar, baraj gölü suyunu Görece'de kurulu arıtma tesislerine iletmektedir. Burada arıtılarak klorlanan su, Ø2200 mm çaplı isale hattı ile Buca, Gaziemir, Hatay, Yeşilyurt, Kale bölgelerinin beslemesinde kullanılmaktadır. Balçova Barajı; Güzelbahçe, Narlıdere ve Balçova bölgelerine su temini yanında genel su temininde ve diğer kaynakların periyodik bakım, arıza ve dinlendirilmeleri esnasında faydalanılan bir su kaynağıdır.

İzmir kent içindeki Halkapınar ve Pınarbaşı kuyularından üretilen su, direkt olarak su dağıtım sistemine verilmektedir. İzmir kent içinde; Halkapınar 55.000 m<sup>3</sup> depodan başlayan ve kenti sahil kesiminden Güzelbahçe'ye kadar kuşatan Ø1400-Ø800 mm çaplarda değişen ana dağıtım hattı bulunmaktadır.

Yeşildere hattı Tahtalı Baraj hattını Karabağlar pompa istasyonu ile Mithatpaşa hattını birbirine bağlayan Karabağlar bölgesinden Hatay bölgesine su aktaran Üçyol - Üçkuyular hattı, Buca bölgesinin su beslemesini sağlayan Gediz hattı, Bornova bölgesinin su beslemesini sağlayan Bornova hattı, Halkapınar bölgesinden Pınarbaşı'na kadar su aktarımını sağlayan Kamil Tunca hattı ve bu hatlarla bağlantılı değişik çaplardaki ana hatlar olarak sayılabilir.



Şekil 2.6 İzmir kenti mevcut yeraltı ve yerüstü su kaynakları ile iletim hatları.



### 2.3 İzmir İçmesuyu Sistemi Yönetimi

Günümüzde SCADA teknolojileri, endüstriyel otomasyonda bulunan kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. SCADA sistemleri sayesinde geniş olarak coğrafi bölgelere yayılmış olan su üretim ve dağıtım donanımları izlenebilir, kontrol edilebilir.

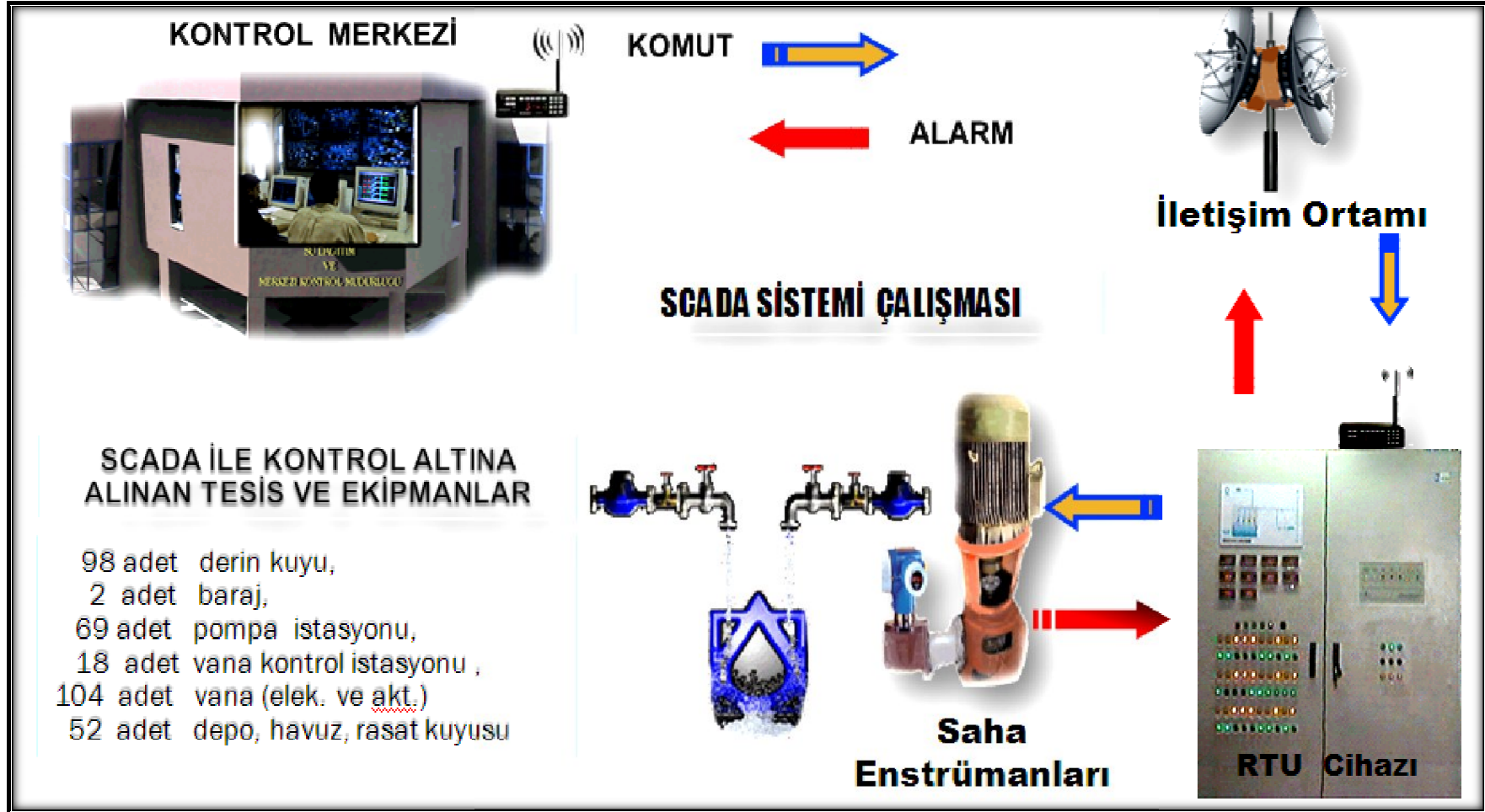
Su dağıtım sistemleri, çoğu zaman su depoları, pompa istasyonları ve su arıtma tesisleri gibi birçok bileşenden oluşmaktadır. Temiz suyun sağlıklı olarak tüketiciye dağıtımının yapılabilmesi için su dağıtım sistemi bileşenleri ve su trafiği üzerinde etkin bir kontrolü zorunlu kılmıştır.

“Supervisory Control And Data Acquisition” ifadesinin kısaltması olan SCADA, “Uzaktan Kontrol ve Kumanda” olarak çevrilebilir. Bu ifade, geniş bir alan üzerinde kurulu herhangi bir sistemin denetim altına alınmasını ve otomasyonunu içerir.

İZSU SCADA sistemi ile yeraltı ve yerüstü üretim kaynaklarından temin edilen suyun sağlıklı, yeterli ve düzenli olarak abonelere ulaştırılması için dağıtım sisteminin uzaktan izleme ve kontrol altında tutulması sağlanmaktadır.

İzmir İçme ve kullanma suyu sistemi Güzelbahçe'den Çiğli'ye, Manisa Nuriye Beldesinden, Tahtalı Baraj bölgesine kadar 90 km<sup>2</sup>'lik çok geniş bir alanda kuyular, depolar, barajlar, arıtma tesisleri, pompa istasyonları, ana dağıtım, isale hatlarından oluşmaktadır. SCADA sistem ile bu geniş ölçekteki su dağıtım sistemi üzerindeki ölçüm elemanları (fiziksel, kimyasal vb.) ve kontrol elemanları (vana, pompa vb.) tek bir merkezden izlenerek kumanda edilmektedir.

SCADA sistemi altyapısındaki enstrümanlar (ölçüm ve kontrol cihazları), RTU cihazları (denetleyici ve biçimlendiriciler), iletişim ortamı (bilgi aktarım yolu) SCADA merkezi (donanım ve yazılım) öğelerinden oluşmaktadır. Şekil 2.7' de İzmir su dağıtım sisteminde kontrol altına alınarak izlenen elemanlar ve sistemin genel çalışma şekli örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.7 SCADA sisteminin genel çalışma şekli ve kontrol altında bulunan sistem elemanları bilgileri (örnek çizimde pompalar uzaktan çalıştırılıp durdurulabilmekte ve debi, basınç, seviye gibi ölçümler anlık olarak izlenerek kontrol ve kumandaların yapıldığı gösterilmektedir.)

### 2.3.1 Kontrol ve Kumanda

İZSU SCADA merkezinde su dağıtım sistemi gerçek zamanlı olarak 24 saat kesintisiz olarak izlenmekte ve kumanda edilmektedir. Sahada montajı yapılan enstrümanlar ve kontrol ekipmanları kanalıyla ulaşan bilgiler, SCADA merkezince değerlendirilmekte ve yorumlanarak sistem yönlendirilmektedir.

SCADA Sistemde;

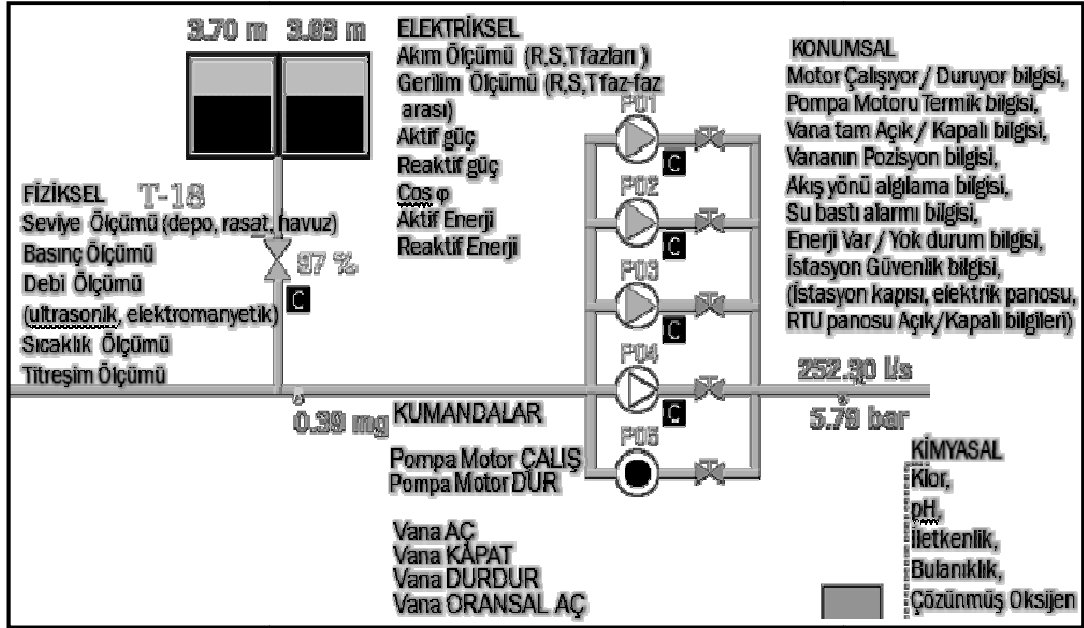
- Seviye bilgileri,
- Debi akış bilgisi,
- Basınç bilgileri,
- Suyun kalite ölçümleri,
- Motor sıcaklık bilgileri,
- Vana pozisyonu,
- Elektriksel değerler,
- Enerji bilgileri,
- Pozisyon bilgileri,
- Pompalar (Çalıştır/Durdur),
- Vanalar (Aç / % / Kapat)

vb. izlenerek uygun enstrümanlara kumanda edilebilmektedir (Şekil 2.8).

İçmesuyu dağıtım sisteminde bir durum değişimi olması veya aykırı durum (alarm) oluşması halinde merkez en kısa sürede durumdan haberdar olunarak uzaktan sisteme müdahale edilmesi, aksaklıkların görülerek (su alamayan bölgeler gibi) tedbir alınması imkanı ve sahadaki remote terminal unit (RTU) cihazları tarafından otomatik olarak yapılmasıyla da saha üzerinde hakimiyet sağlamaktadır.

Her bir eleman için tanımlanmış aralık dışındaki değerler (alarm ve uyarılar), değişen durum bilgileri, talep üzerine sorgulama bilgileri SCADA merkezine iletilir. Anlık bilgiler, karar verme mekanizmasının altlıklarını oluştururlar. Gelen bilginin

bir müdahale gerektirip gerektirmediği, bilginin doğruluğu, bilgiye bağlı olarak sahada oluşan durum değişiklikleri, operatör ve/veya sistem sorumluları tarafından değerlendirilerek gerekli işlem yapılır. Yapılan tüm işlemler gerçek zamanlı olarak gerçekleşir.



Şekil 2.8 Scada sistemi ile gerçekleştirilen su dağıtım sisteminden elde edilen ölçüm ve kumanda işlevleri.

### 2.3.2 Ölçümler

Sahadan toplanan tüm fiziksel, kimyasal, elektriksel ölçümler ile konum bilgileri kayıt altına alınırlar ve sistem veritabanı ;

1. Gerçek zamanlı ve alarmlar,
2. Ölçüm değerleri,
  - Kısa dönem (15 dk. 3 ay)
  - Orta dönem (1 Saat 3 ay)
  - Uzun dönem (1 gün 1 yıl )

olmak üzere anlık olay, uyarı, alarm ve tarihsel bilgilerden oluşur.

Bir sinyalin belirlenen normal değerleri dışında kalan bölgelerde uyarı ve alarm sınırları tanımlanır. Uyarı ve alarm oluşumları operatörlerin değerlendirmesi için aykırı bir durumun belirtirler. Olay bilgileri ise yapılan bir müdahale sonrası oluşan yeni durum ya da her bir sinyal için tanımlanan adıma bağlı olarak yenilenen değerlerdir. Örneğin basınç için; son ölçülen değere göre ve ölçüm aralığı sınır değerlerinin oranı olarak % 5 değişiminin SCADA merkezine bildirilmesi gerektiğinin yazılıma tanımlanması ihtiyaca göre sağlanabilir.

Tarihsel bilgiler ise sinyalin önemine ve gerekliliğine göre belirlenirler. Sensörler tarafından yapılan kesintisiz lme sonuçlarının her 15 dakikada bir ya da her saatte bir ortalama değer olarak saklanması öngörülebilir.

RTU ‘larda biriktirilen bilgiler, SCADA merkezince yapılan periyodik sorgulamalar esnasında Merkeze aktarılarak veritabanına kaydedilirler. Sinyallerin depolama aralığı ile depolama değeri özel olarak da tanımlanabilir. Anlık bilgiler belli derinliğe kadar disklere kaydedilir. Bu bilgiler geçmişte olan olayların irdelenmesinde, operatörlerin izlenmesinde, müdahalelerin yerinde olup olmadığının kontrolünde kullanılır. Anlık bilgiler kronolojik olarak incelendiğinde sahadaki duruma karşı SCADA merkezinin tepkisi hem zaman olarak hem de yerinelik açısından ölçülebilir. Bu bilgiler yapılan işlemin doğruluğunun bir teyidi anlamı da taşırlar.

Örneğin bir pompanın durdurulması sonrasında akım bilgilerinin sıfır olduğuna dair olay bilgisinin gelmesi, bir deponun seviyesinin uyarı sınırına gelmesi işletici için bir önlem alma hazırlığını, aynı değerlerin alarm olarak gelmesi ise bir tepki işlemine başlanması gereğini ifade etmektedir. (Depo ya boşalmak üzere ya da taşmak üzeredir.) Aynı şekilde anlık bilgilerin yorumlanmasına bir diğer örnek ise debinin aşırı artışının boruda patlak, kaçak olduğuna ya da olabileceğine dair bir haber olarak algılanmasıdır.

Tarihsel bilgilerin grafik veya tablo olarak değerlendirilmesi sonucunda her bir bölge için ve bölge bazında, minimum, maksimum ve ortalama değerler üretilerek yorumlanabilir. Örneğin bir debimetreden ölçülen su miktarının günlük değişimi üzerinden; gece, gündüz tüketimleri, gün içi tüketimin pik saatleri gibi sonuçlar üretilebilir. Şekil 2.9’de Bornova bölgesine su dağıtımını sağlayan ana hat üzerindeki Bornova Besleme vanası (BBV) debimetresine ait 15 dk.’lık debilerin veritabanı kayıtlarından bir bölüm görülmektedir.

FECHA	ESTAC	ESTADISTIC	OBJETO	VALOR	VALORFECH	VALIDEZ	VALIDEZ_AI	ORIGEN
10.10.2008 12:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	507.300018			1	REMOTA
10.10.2008 13:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	496.500006			1	REMOTA
10.10.2008 13:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	490.300018			1	REMOTA
10.10.2008 13:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	485.700012			1	REMOTA
10.10.2008 13:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	484.500006			1	REMOTA
10.10.2008 14:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	468.100006			1	REMOTA
10.10.2008 14:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	453.700012			1	REMOTA
10.10.2008 14:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	445.300018			1	REMOTA
10.10.2008 14:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	446.399994			1	REMOTA
10.10.2008 15:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	446.5			1	REMOTA
10.10.2008 15:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	442			1	REMOTA
10.10.2008 15:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	442.200012			1	REMOTA
10.10.2008 15:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	457.300018			1	REMOTA
10.10.2008 16:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	456.100006			1	REMOTA
10.10.2008 16:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	455.300018			1	REMOTA
10.10.2008 16:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	454.100006			1	REMOTA
10.10.2008 16:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	466			1	REMOTA
10.10.2008 17:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	461.300018			1	REMOTA
10.10.2008 17:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	466.200012			1	REMOTA
10.10.2008 17:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	481.300018			1	REMOTA
10.10.2008 17:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	479.5			1	REMOTA
10.10.2008 18:00:00		MEDIA	BBV_AI031/C	484.500006			1	REMOTA
10.10.2008 18:15:00		MEDIA	BBV_AI031/C	484			1	REMOTA
10.10.2008 18:30:00		MEDIA	BBV_AI031/C	504.100006			1	REMOTA
10.10.2008 18:45:00		MEDIA	BBV_AI031/C	510.300018			1	REMOTA

Şekil 2.9 BBV istasyonundaki debi ölçüm bilgisinin SCADA veri tabanı kayıtları (15 dk.)

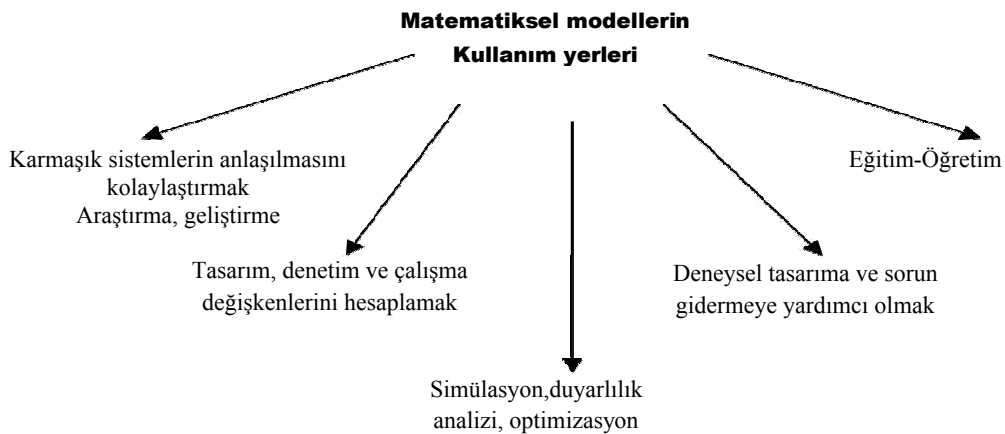


## 2.4 Matematiksel Modelleme Kavramı

Matematiksel bir model, bir işlemi veya olayı matematiksel terimlerle açıklayan bir formüller dizisidir. Yani gerçek, fiziksel dünyayı matematik eşitliklerle tarif etmeyi amaçlar. Gerçek dünyanın deneysel olarak ele alınmasında zorlukların olduğu her durumda sistemlerin nasıl davranacağını öngörebilmek amacıyla matematiksel modellemeye başvurulmaktadır.

Bu nedenle esas olarak bir olayın fiziksel gerçeğini anlamak ve olayı matematiksel olarak tanımlamak, diğer olaylardan ayırt etmek matematiksel olarak formüle edilmiş modeli bir sistemin değişik koşullardaki davranışını öngörmeye bir araç olarak kullanmak üzere matematiksel modeller kullanılmaktadır (Şekil 2.11).

Bir modelin bir simülasyon aracı olarak kullanılması için gerçek durumu olabildiğince iyi bir şekilde temsil etmelidir. Sistemde meydana gelen esas olayı kapsayan bir modelin geliştirilmesi çok sayı da beceri, yaratıcılık ve deneyim gerektirmektedir. Modelleme alanı mühendisin yaratıcılık ve yenilikçiliğinin prosesin başarısında anahtar rol oynadığı bir alandır. Burada çoğunlukla, kapsamlı bir tanım ile yeteri kadar iyi bir cevap elde etme arasında bir mühendislik uzlaşması gerekmektedir. Bu optimum duyarsızlık olarak adlandırılmaktadır. Asıl amaçtan sapmadan akılcı, olabildiğince çok kolaylaştırıcı varsayımlar yapmayı gerektirir.



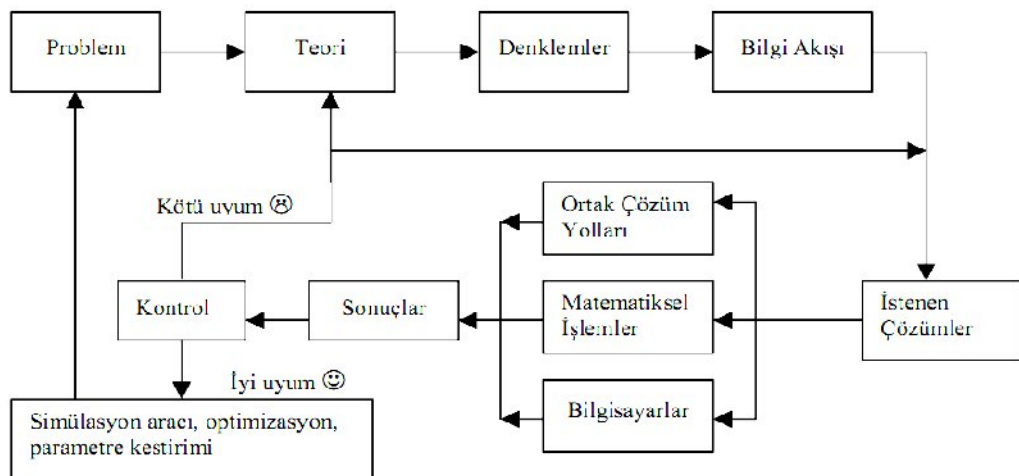
**Şekil 2.11** Gerçek dünyanın deneysel olarak ele alınmasında zorlukların olduğu matematiksel modellemenin en çok kullanıldığı alanlar.



Matematiksel modelleme benzetiminin sistemlere ve çalışmalara uygulanmasının avantajları şunlardır;

- Kavramlaştırma safhasında, geleceğe ve sistemlere ilişkin kararlar kolaylıkla verilebilir.
- Makul şartlar altında, sistem performansı gözlenebilir veya denemelerini çok sayıda arttırabilir.
- Amaçların tahmini için bir bilgisayar benzetim modelinde arazi sistem performansı sonuçları önceden tahmin edilebilir.
- Sistemdeki yapay ama gerçekçi veriler hızlı bir şekilde sağlanabilir.
- Sistemle ilgili herhangi bir durum için, sistem giriş-çıkışlarına karar veren parametreleri, sistem performansında etkilerini incelemek için kontrol edilebilir.
- Bir model akla uygun bütün uygulamalara uyarlanabilir.
- Belirli çok karmaşık sistemler, standart analitik tekniklerle analiz edilemezler.

Matematiksel modelleme ve benzetim, sistemlerin analizinde ortaya çıkan sorunların aşılmasını sağlayan bir araçtır. Modellerin gerçekleri ile uyumluluk derecesi etkili parametrelerin tümünün kontrolü ve uygulanan modelleme tekniklerinin uygunluğu ile mümkündür (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Modelleme analizinde izlenen adımlar

### 2.4.1 Modelleme Fonksiyonları ve Dengeleme

Modellemede çoğu zaman yeterli ölçüde genel kurallar ortaya koymak mümkün değildir. Teknik problemlerin birbirinden çok farklı olmaları nedeniyle tek bir problemin özelliğinin açıkça belirtilmesi çözüme bir yol göstermek açısından çok önemlidir.

Modellemede doğru “**Denge Bölgesi**” (kontrol veya diferansiyel hacim olarak da isimlendirilir) seçimi çok önemlidir. Çünkü bu bölge modellenen tüm sistemi temsil etmek üzere kullanılacaktır. Denge bölgesi sisteme göre veya modelin duyarlılık derecesine ve modelden hangi spesifik sonuçlar istendiğine bağlı olarak değişebilir. Bağımsız ve bağımlı değişkenler belirtilir. Sistemin karmaşıklığını azaltmak üzere geçerli kabuller seçilir.

İkinci adım problemlerin konusu olan olayı yöneten teorinin tanımlanmasıdır. Fakat herhangi bir teorinin bulunmadığı durumlarda bir ya da birkaç teori ortaya koyarak ve sonra da matematiksel modellerin çözümlerini deneysel sonuçlarla karşılaştırarak geçerliliklerini kontrol yoluna gidilmektedir. Fiziksel sistem bir dizi eş zamanlı cebirsel ve diferansiyel denklemlerle tanımlanır. Bunlar mümkün olduğu ölçüde direkt biçimde olmalıdır. Ancak bu noktada denklemlerin basitleştirilmesi yararlıdır.

Örneğin birçok komponentli karışımın bir ısı dengesi için gerekli ısı kapasitesinin, bileşimdeki beklenen değişimden dolayı, değerinin % 1’i kadar değiştiğini varsayalım Bu durumda modele sürekli olarak bir değer hesaplayacak bir denklem sokmak yerine ortalama bir sabit sayı konabilir.

### 2.4.2 İzmir İçme suyu Dağıtım Sistemi Modelleme İhtiyacı

İzmir içme ve kullanma suyu sisteminin işletmesinin farklı durumlar altında su ihtiyacının belirlenerek hızlı, sağlıklı uygun olarak gerçekleştirilebilmesi için suyun tüm sistem üzerindeki zaman periyoduna bağlı olarak hareketi (ihtiyacın artış ve azalışına göre) bütünsel olarak bilinmesini gerektirmektedir. Ana dağıtım sisteminde yer alan tesislerin (depo, pompa, boru, vana vb.) yeri, kotu ve niteliğinin değişmesi söz konusu olmadığından, tekrarlayan döngüsel bir süreçte su dağıtımını sağlanmaktadır. İçme suyu dağıtım sistemleri incelendiğinde;

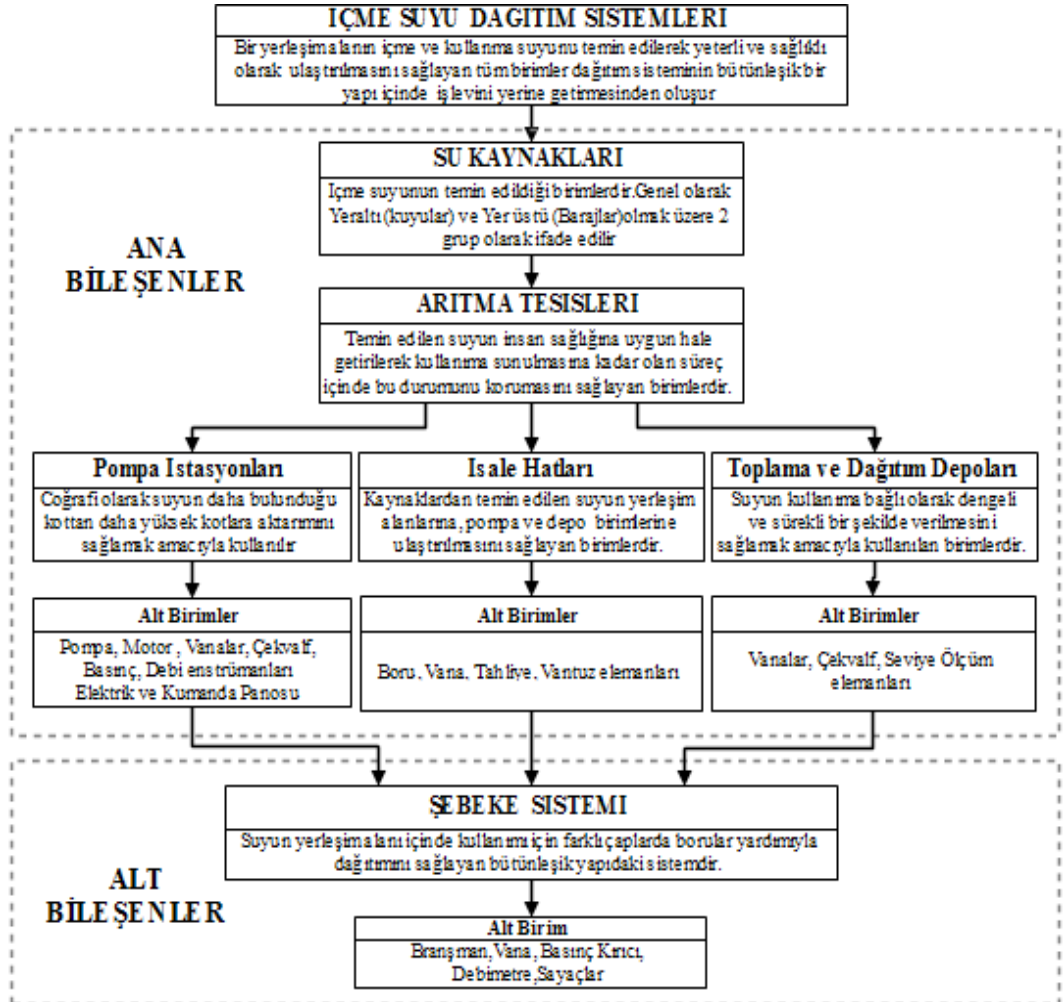
- Ana dağıtım ve şebeke borularının farklı cinslerde ve yıllarda döşenmiş olmasından dolayı sürtünme kaybının tam olarak bilinmemesi,
- Sistemin çok geniş bir alanda sanayi, konut, orta, üst gelir gibi farklı su tüketimlerine sahip su abonelerinin karmaşık yapıda yerleşimine bağlı olarak su kullanım düzensizliği,
- Borularda meydana gelen basınç farkları, abone bağlantıları, boru elemanları (vana, tahliye, vantuz, pompa salmastra, depo vb.) ve boru hatlarındaki fiziksel su kaçaklarının kısa zaman diliminde (saatlik) ölçümlendirilmesindeki zorluklar,
- Yasal olmayan kullanımdan doğan ve sayaç hatalarından kaynaklanan düzensiz su kaçakları,
- Mevsimsel ve haftanın farklı günlerinde su ihtiyacının farklılığı,
- Geniş alanda hizmet veren dağıtım sisteminde cazibeli ve pompa-depo dengesi ile su ihtiyacı karşılanırken, aynı zamanda su tüketim miktarına göre boru hatlarındaki suyun borular arasındaki geçişlerindeki sınırların ve miktarının hesaplanmasındaki zorluklar,

şeklinde ortaya çıkan durumlara karşı sistemin matematiksel model benzetimi (simülasyon) ile işletme olanaklarının gerçeğe olabildiğince yakın ortaya konulabilmesini sağlayacaktır. İzmir içmesuyu ana dağıtım sistemi üretim-tüketim-depo birimleri arasındaki ilişkisi; ana ve alt fonksiyonlar ile 24 saatlik zaman periyodundaki parametrik ilişkisinin sınır koşullara dayalı olarak excel ortamında hazırlanmıştır.

## BÖLÜM ÜÇ UYGULAMA

### 3.1 İzmir İçme ve Kullanma Suyu Dağıtım Sisteminin Model Tasarımı

İçme ve kullanma suyu dağıtım sistemleri bir çok bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden bir kısmı ana bileşen bir kısmı da yardımcı alt bileşen şeklindedir. Su kaynağı, arıtma tesisi, boru hatları, depo ve pompalar sistemin temel elemanları niteliğindedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Su dağıtım sistemlerini oluşturan bileşenler.

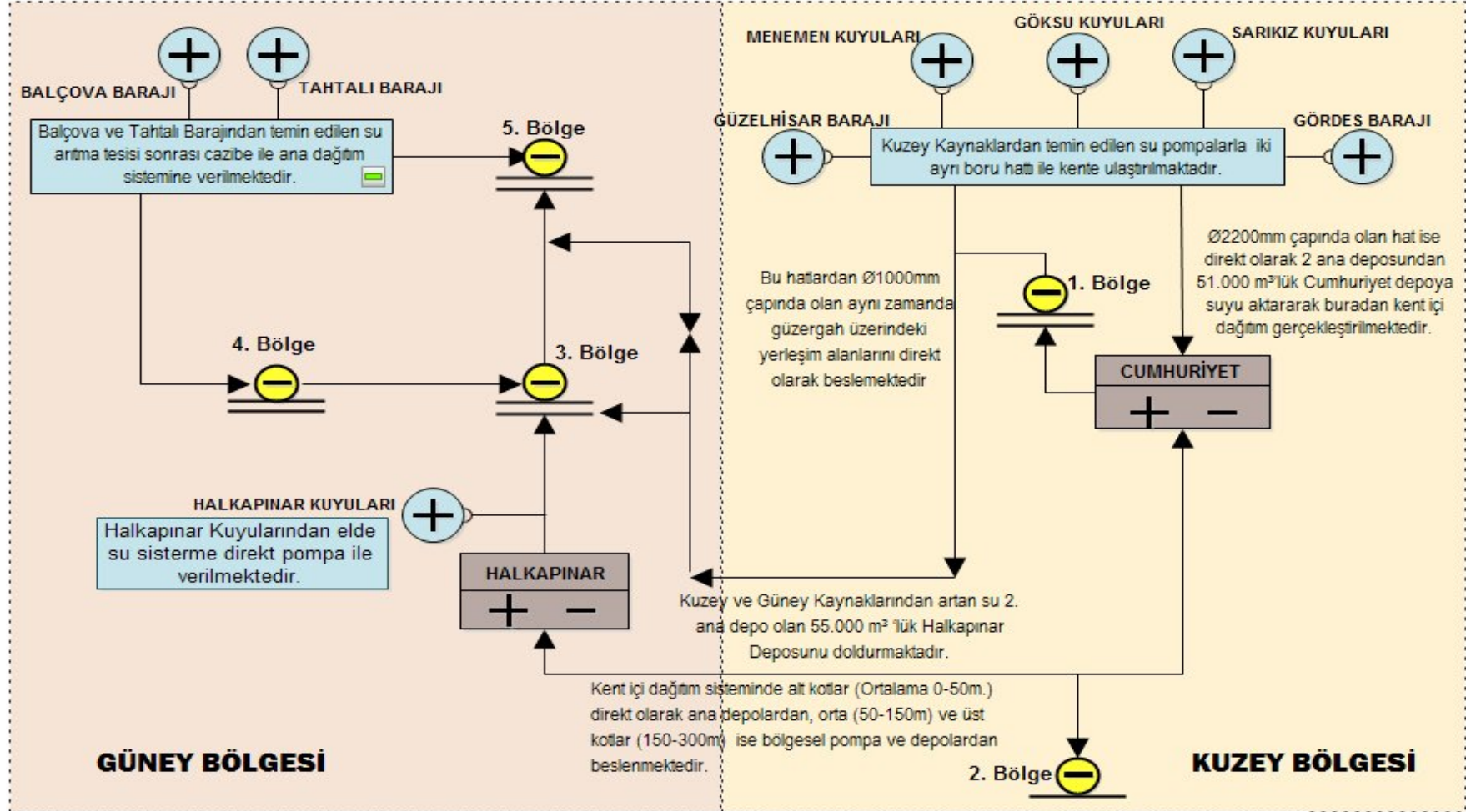
Bir model çalışmasında yer alacak bileşenler modelden elde edilmesi beklenen sonuçlarla da ilgilidir. Örneğin su kalitesi ile ilgili bir çalışma yapılmayacaksa arıtma tesisi ihmal edilebilir ve kaliteye yönelik değerlerin modelde kullanılmasına gerek yoktur. Cazibeli olarak beslenen yerleşim alanlarında problem olduğu takdirde zaten üst kotlardaki yerleşim alanlarına su sağlanması mümkün olmayacaktır. Ancak farklı amaçlı çalışmalarda örneğin su kaçaklarının azaltılması için farklı şekilde model çözümleri oluşturulabilir.

Oluşturulacak modelin sade basit ve doğru şekilde sistemi temsil etmesi gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için bir dizi çalışma yapılmıştır. Sadeleştirmede esas olarak su ihtiyaçlarının sisteme doğru bir şekilde aktarılmasıdır. Böylece gereksiz karmaşıklıktan kurtularak modelin verimli bir şekilde çalışması sağlanacaktır.

İzmir ana dağıtım sistemi incelendiğinde temel mantığı olarak kuzey kaynaklarından temin edilen içme suyunu iki ayrı boru hattı ile kente ulaştırılmaktadır.

Bu hatlardan Ø1000 mm çapında olan aynı zamanda güzergah üzerindeki yerleşim alanlarını direkt olarak beslemektedir. Ø2200 mm çapında olan hat ise direkt olarak iki ana deposundan 51.000 m<sup>3</sup>'lük Cumhuriyet depoya suyu aktararak buradan kent içi dağıtım gerçekleştirilmektedir.

Güney kaynaklarında ise kent içinde bulunan Halkapınar kaynaklarından elde su direkt olarak dağıtım sistemine pompalarla basılmakta, yine Balçova ve Tahtalı Barajından temin edilen su arıtma tesisi sonrası cazibe ile ana dağıtım sistemine verilmektedir. Modellemeye esas su dağıtım sistemi tasarımı, fonksiyonel işlevini de yansıtması açısından su kaynakları (+), tüketim bölgesi (-) ve depolama(+ -) olarak Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



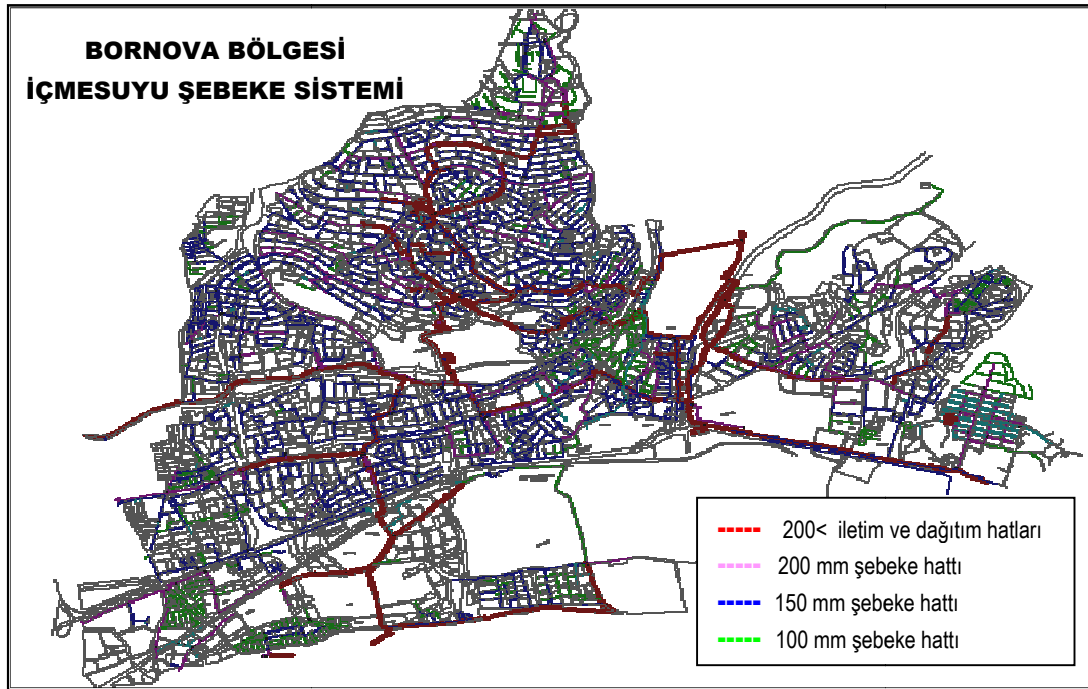
Şekil 3.2 İzmir ana dağıtım sisteminin modelleme ön tasarımı.

### 3.1.1 Sistem Sadeleştirme (Skeletonizasyon) ve Yapılandırma

Modelleme başlangıcı olarak mevcut İzmir içme suyu dağıtım sistemindeki boru hatların ve oluşturulacak bölgelerin tespit edilerek modellemeye esas yapının belirlenmesi gerekmektedir. Bu işlem 3 aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).

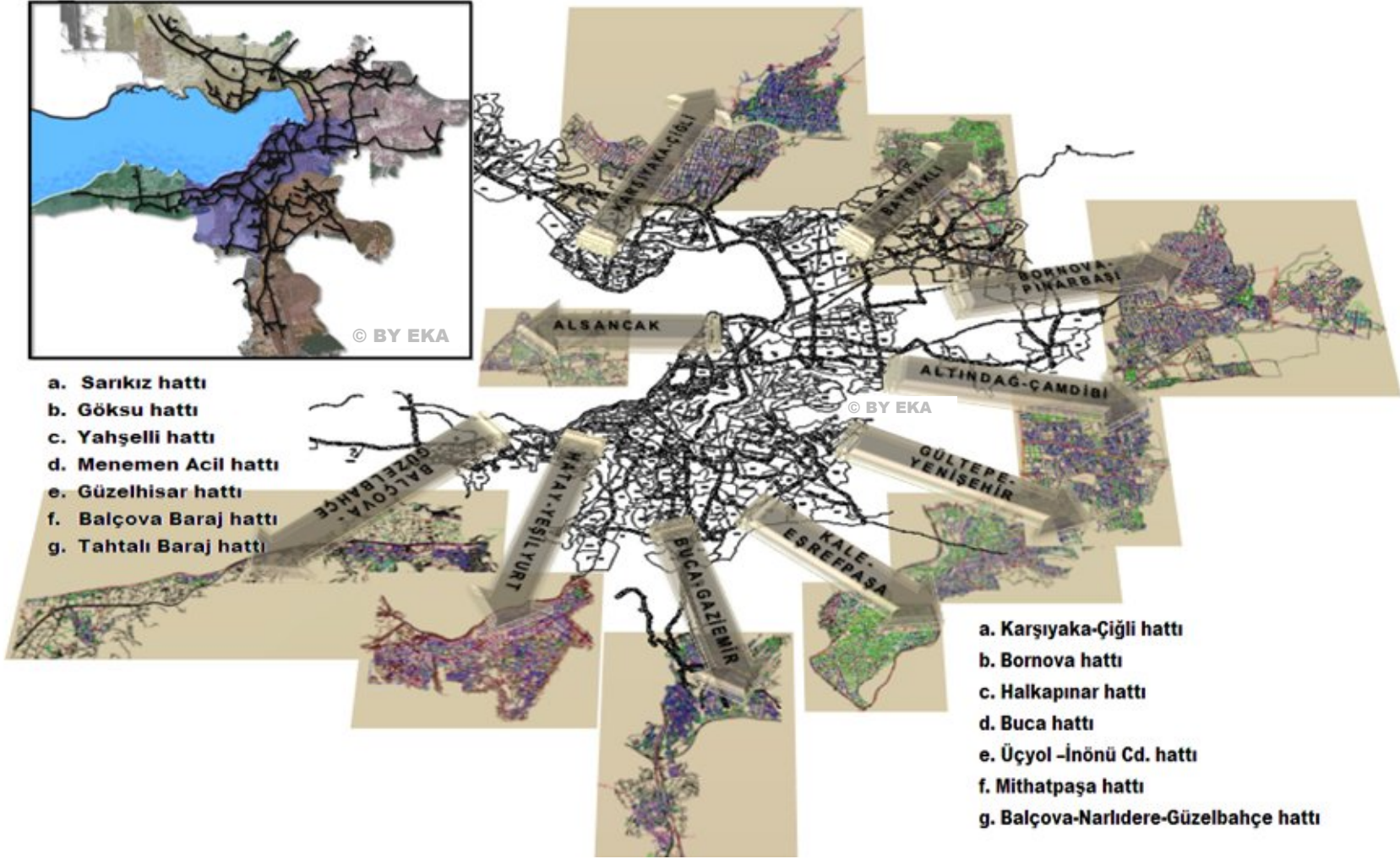
- a. Ana hatların coğrafi harita üzerinde belirlenmesi,
- b. SCADA sistemi şematik ekranıyla karşılaştırma,
- c. Modellemeye esas temel sistemin oluşturulması,

**1. Aşama ;** Mevcut içme suyu sistemindeki 500 mm'den daha büyük çaptaki boru hatları için Autocad ortamında büyük hatlar olarak ayrı bir katman oluşturulmuş ve üretim kaynaklarından ana depolara ve bölgelere ulaşmasını sağlayan hatların tespit edilmesi ile ilgili çalışması Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



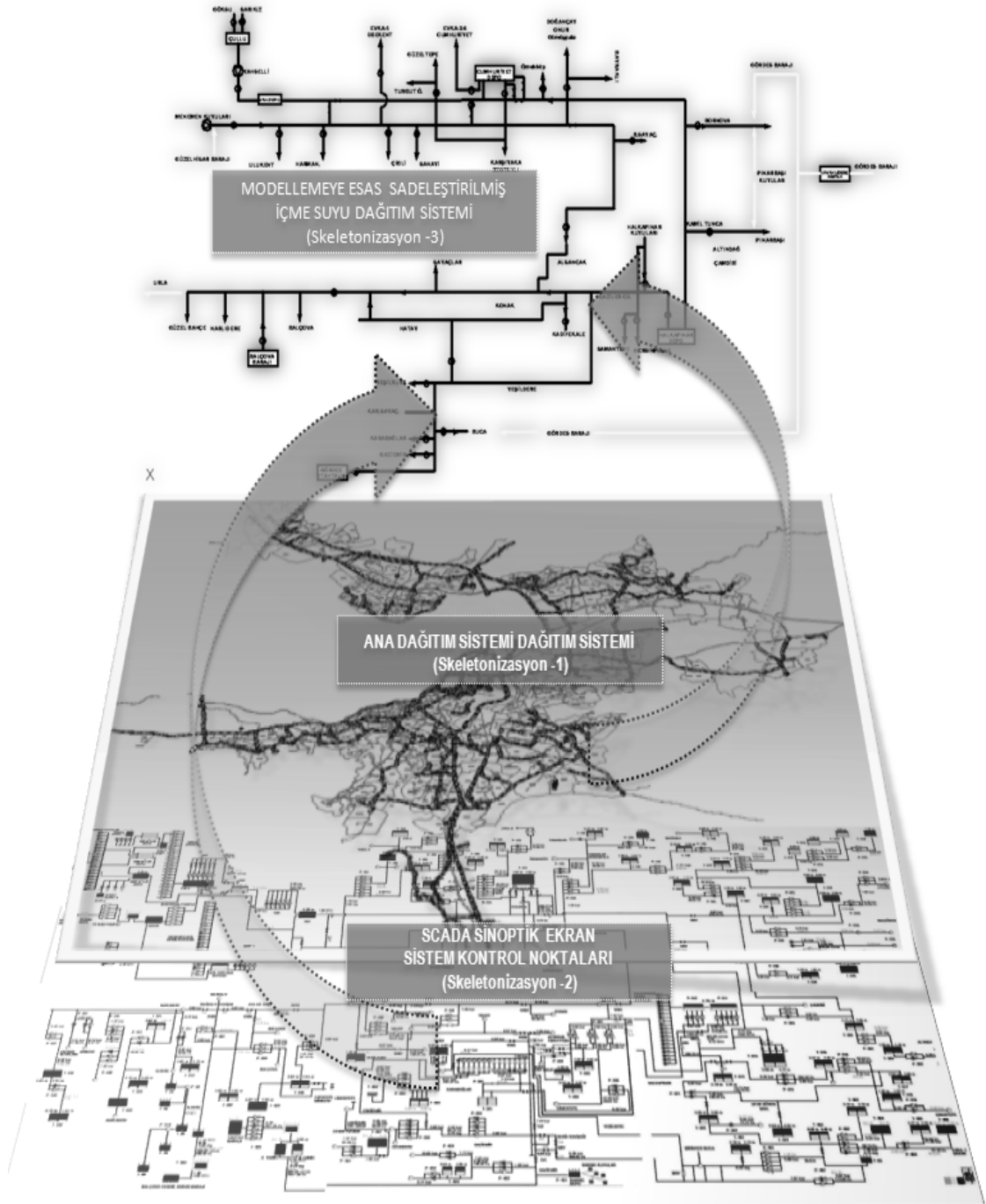
Şekil 3.4 İzmir ana dağıtım sisteminde Ø300mm den büyük çaplı boruların tespit edilmesi.

**2. Aşamada ;** SCADA sisteminin kontrolü altında izlenebilir ölçüm datalarına sahip olan SCADA sistemi ekran görüntüsü (Sinoptik) ile sadeleştirilen coğrafi görüntü karşılaştırılarak, ölçüm noktalarına göre bölge eksik ölçümlerin sayaç bölgeleri üzerinden ölçümlendirilecek noktalar tespit edilmiştir.



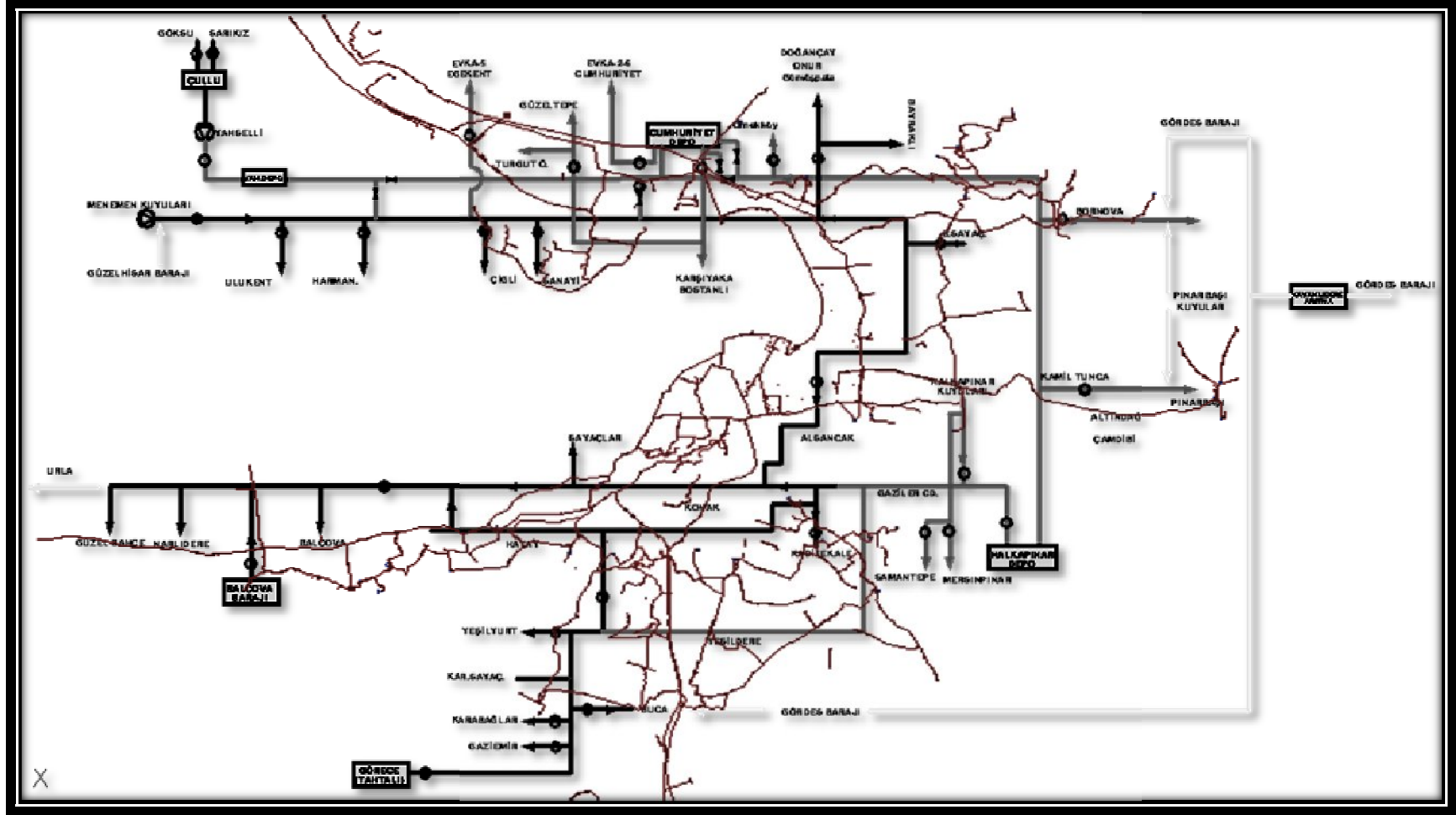
Şekil 3.5 İzmir dağıtım sisteminin oluştur ana hatların paftalar üzerinden tespiti ve bölgelere olan dağılımının belirlenmesi.





Şekil 3.3 İzmir ana dağıtım sistemi sadeleştirme aşamaları.

**3. Aşamada;** 1. ve 2. aşamada yapılan incelemeler sonucunda içme ve kullanma suyu ana dağıtım sistemindeki depo, tüketim ve üretim kaynaklarının izlenebilir model temel yapısı oluşturulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 İzmir ana dağıtım sisteminin sadeleştirilmesi sonucu elde edilen model şematığı.

### 3.1.2 Etkinlik ve Yaklaşımların Belirlenmesi

Sistem hakkındaki sorularımıza anlamlı cevaplar bulabilmemiz için düzenli bir etkinlik ölçümleri kümesinin seçilmesi gerekir. Burada amaç, tüm parametrelerin ve değişkenlerin bir fonksiyonu olacak şekilde sistem etkinliğini belirtecek grupların türetilmesidir.

Sistem fonksiyonel mantığı ;

- a. Sistemde su sağlayan üretim kaynakları ve dağılımı,
- b. Ana bölge tüketimleri; kentin içme suyu dağıtımında üretim kaynakları ve ana dağıtım sistemi dikkate alınarak kontrol altına alınabilir yapısı ve su tüketiminin ölçümlenebildiği- kontrol altına alınabilir alt bölgeler,
- c. Üretim – tüketim ilişkisindeki sistem dengesinin sağlandığı depolar,

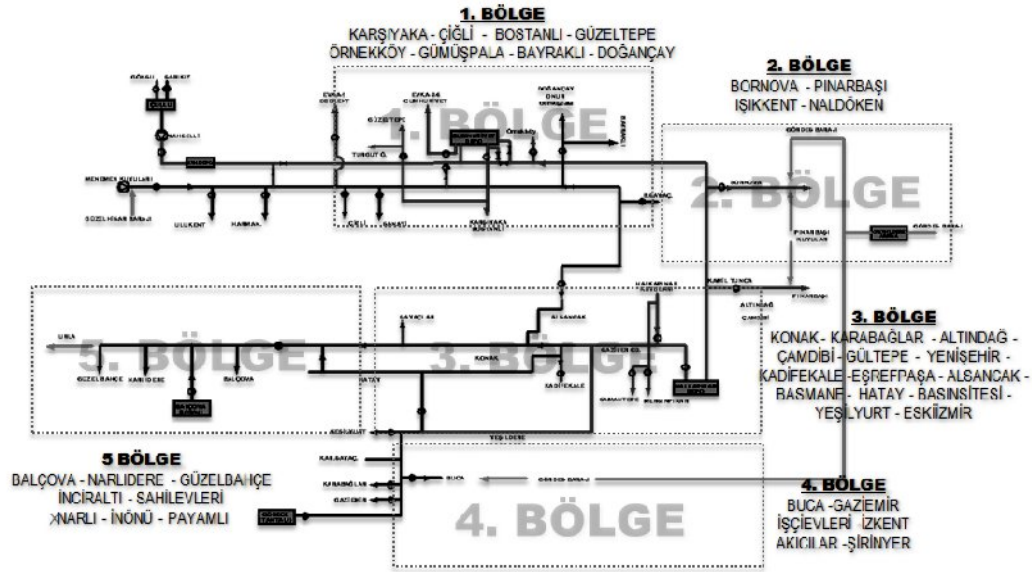
dikkate alınarak olayların gerçekleştiği sistem birimleri oluşturulmuştur.

#### 3.1.1.1 Bölge ve Ölçüm Referans Noktaları

Bu aşamada, kabul edilen bölge yaklaşımına göre matematiksel modellemede geliştirilen mantığın temel tüketim referans noktaları mantığı oluşturulmuştur.

Tüketim bölge üzerindeki bir tepki yüzeyini tanımlamaktadır. İzmir içme ve kullanma suyu ana dağıtım sisteminde gerçek işletme koşullarına uygun olarak kent yerleşim alanları bölge içi dağıtım sistemi dikkate alınarak model şematiği beş ana bölgeye ayrılmıştır (Şekil 3.7).

Bu belirlemede SCADA sisteminde yapılan ölçüm noktaları dikkate alınarak modelin gerçek ölçümlere karşılık elde edilecek sonuçlarının izlenmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan tüketim bölgeleri ve normal işletme koşullarında bölgelerin kaynaklara göre beslenimleri Tablo 3.1 'de gösterilmektedir.



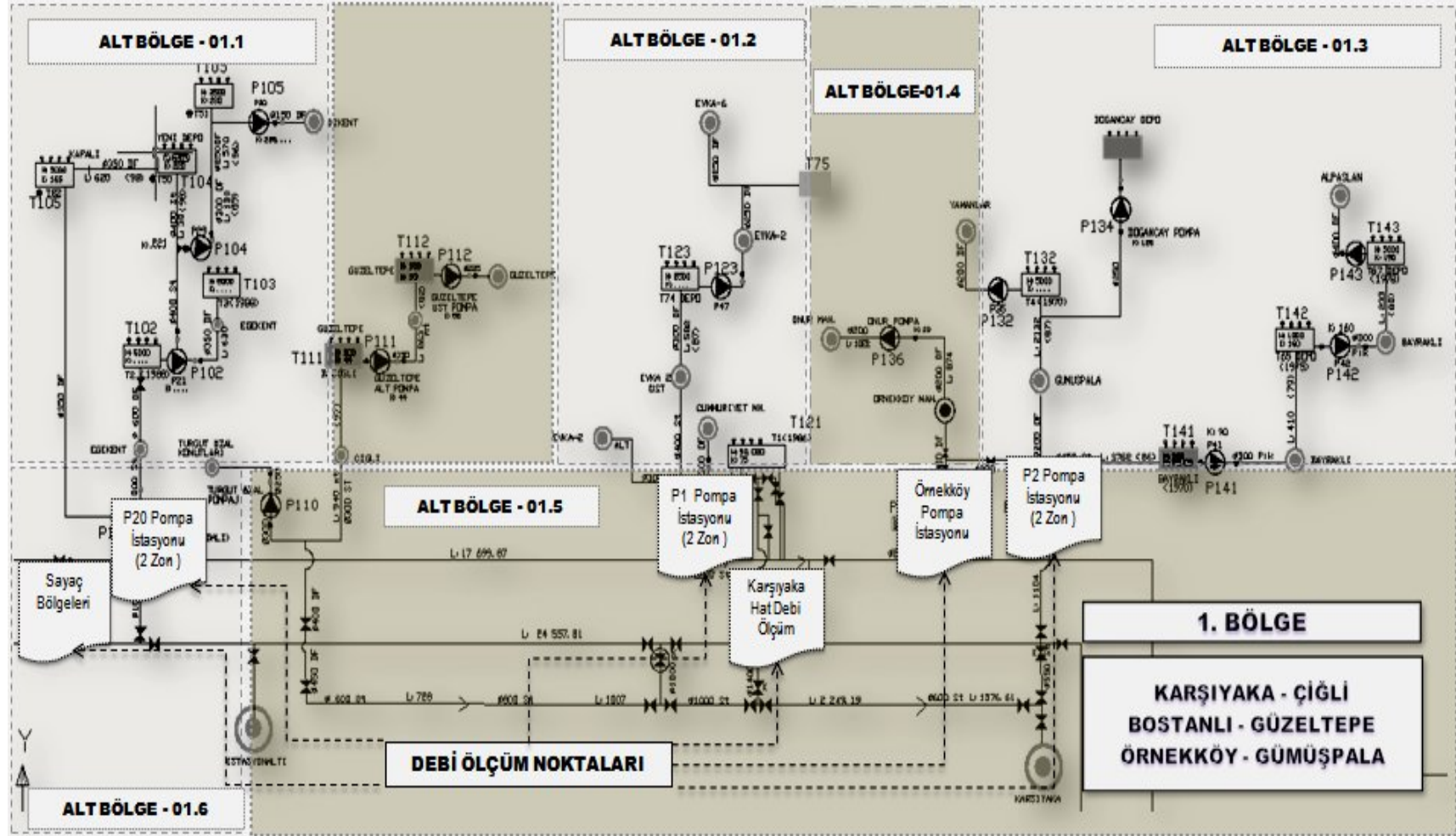
Şekil 3.7 İzmir ana dağıtım sistemi modellemesinde belirlenen bölgeler.

Tablo 3.1 Su kaynaklarından temin edilen içme suyunun bölgelere dağılımı.

<b>1. BÖLGE :</b>	Karşıyaka - Çiğli - Bostanlı - Güzeltepe - Örnekköy - Gümüşpala - Bayraklı
<b>Beslenim</b>	Kuzey Kaynakları
<b>2. BÖLGE :</b>	Bornova - Pınarbaşı - Işıkkent - Naldöken
<b>Beslenim</b>	Kuzey Kaynakları
<b>3. BÖLGE :</b>	Konak - Karabağlar - Altındağ - Çamdibi - Gültepe - Yenişehir - Kadifekale -
<b>Beslenim</b>	Kuzey Kaynakları + Güney Kaynakları
<b>4. BÖLGE :</b>	Buca - Gazemir - İşçevleri - İzkent - Akıcılar - Şirinyer - Evka-7
<b>Beslenim</b>	Güney Kaynakları
<b>5. BÖLGE :</b>	Balçova - Narlıdere - Güzelbahçe - İnciraltı - Sahilevleri - Narlı - İnönü .
<b>Beslenim</b>	Güney Kaynakları + Kuzey Kaynakları

### 3.1.1.2 Tüketim Referans Noktaları

**1. Bölge :** Model şematik çiziminde Şekil 3.7'den de görüleceği üzere Çiğli 'den Bornova'ya kadar olan kesim 1. Bölge olarak belirlenmiştir. Bu bölgede tüketime esas referans noktaları altı adet olarak tespit edilmiş olup on bir ölçüm noktası üzerinden bölgenin tüketimi hesaplanmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Modelde 1.bölge olarak belirlenen kısımda bulunan pompa ve depoların dağılımı ile tüketimleri temsil edecek debi ölçüm noktaları.

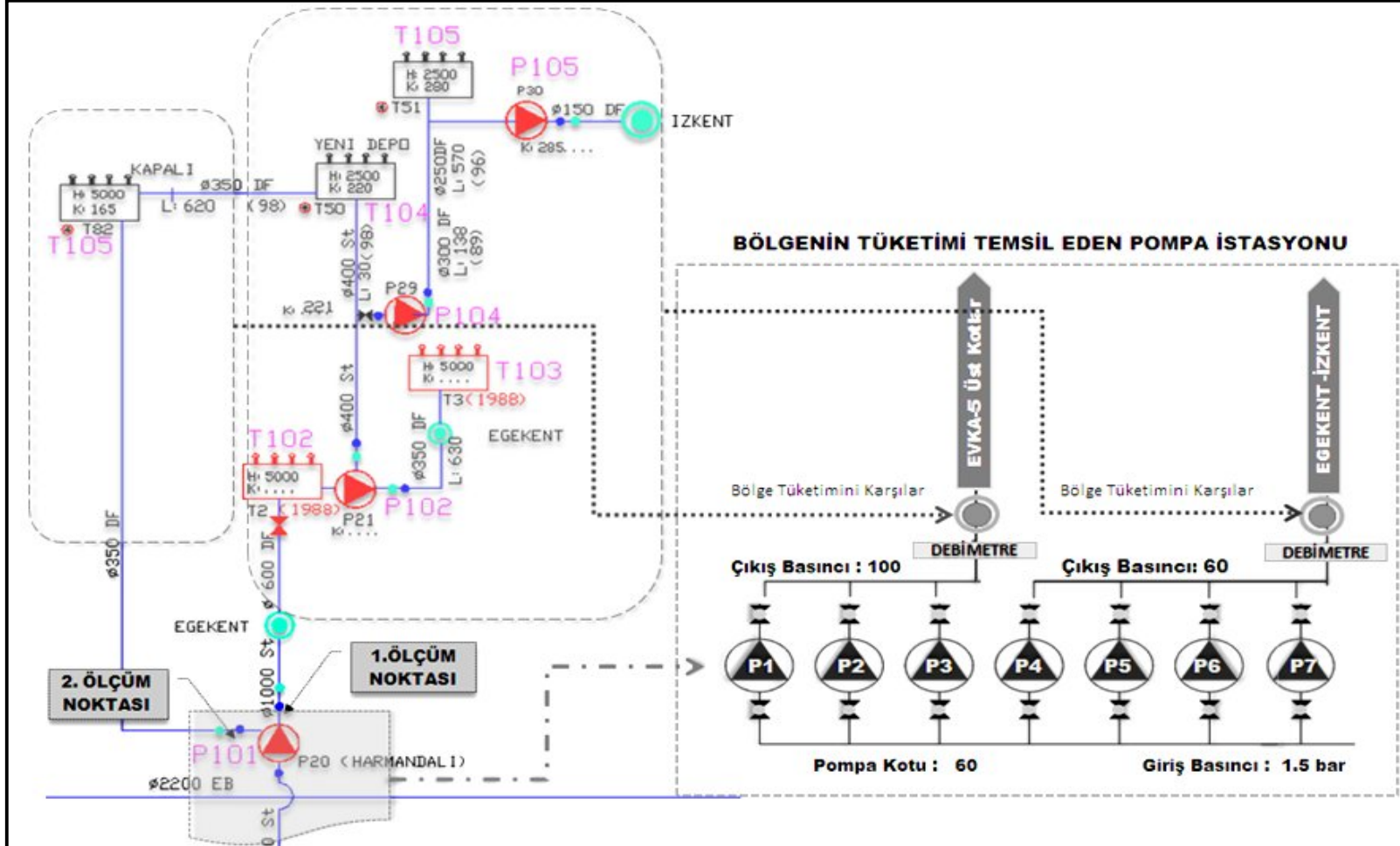
Şekil 3.8a 'da P20 pompa istasyonu 1. alt bölge olarak belirlenmiş iki ayrı pompa grubu üzerinden yapılan debi ölçümü üst kotlardaki tüm tüketimi temsil etmektedir. Bölgenin tüm alt kesimlerindeki yerleşim alanlarında tüketilen su miktarı ve ölçüm dışı kalan kısımlarda ise su kaçaqları çalışmaları için oluşturulan sayaç ölçümlerinden yararlanılmaktadır.

**2.Bölge:** Bölgeye tek bir noktadan su girişi olup hat üzerindeki debimetre tüm bölgeyi temsil etmektedir. Alt kotlar Cumhuriyet Depodan cazibeli olarak üst kotlar ise terfi pompa ve bölge depolarından beslenmektedir. Bölgede ayrıca Pınarbaşı kesimini besleyebilecek kapasitede yeraltı kaynakları mevcut olup modelde bu durum dikkate alınmıştır.

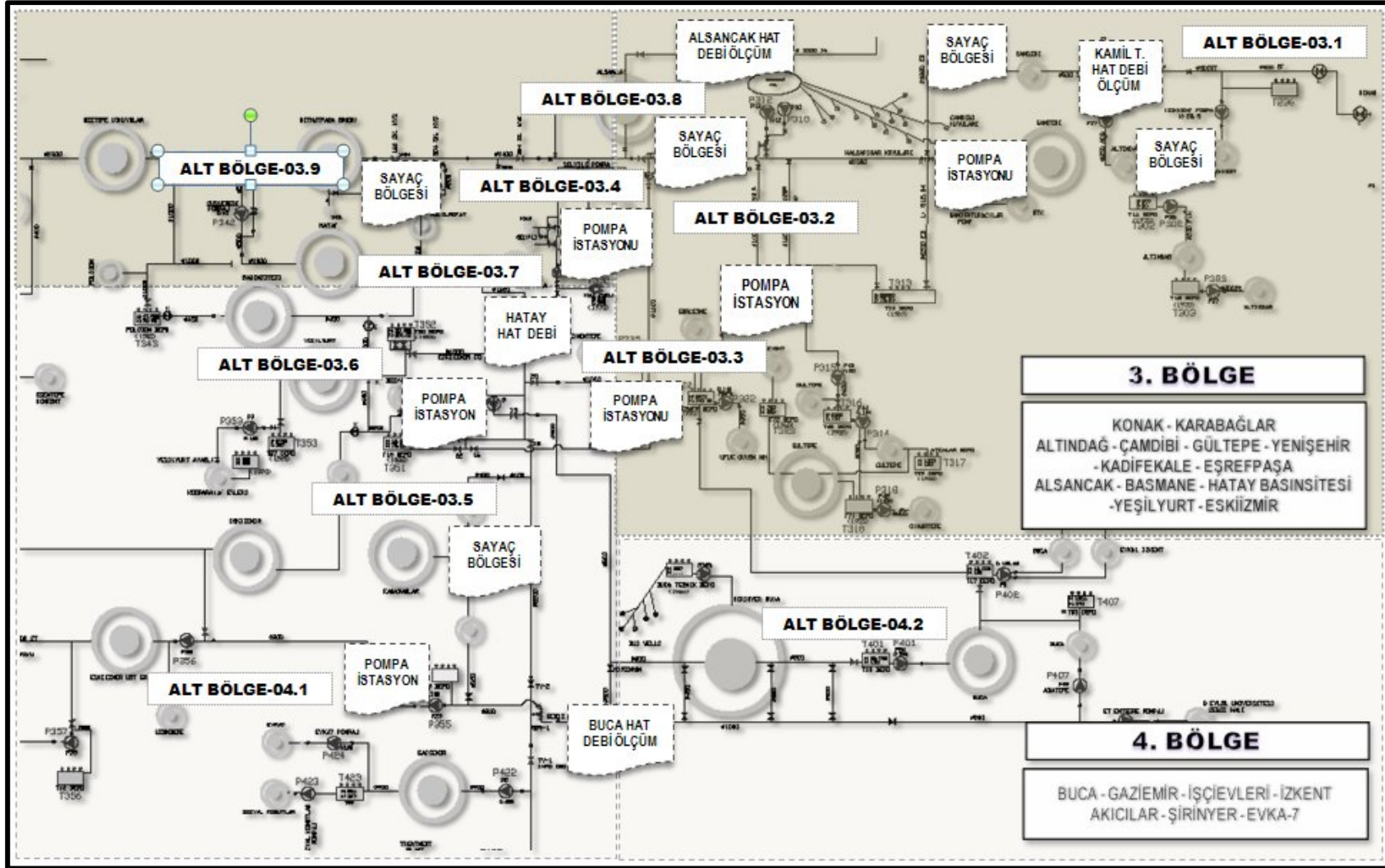
**3.Bölge:** Dağıtım sistemi gereği çok dağınık ve geniş bir alanı kapsamaktadır. Alt kotlar Halkapınar Depodan cazibeli olarak üst kotlar ise terfi pompaları ve bölge depolarından beslenmektedir. Güney Kaynaklarından Halkapınar Yeraltı Kaynakları, Tahtalı Barajı, Balçova Barajı ve Kuzey Kaynaklarından gelen suyun 1.ve 2. Bölgeden artan kısmı bölgeye ulaşmaktadır (Şekil 3.9).

**4. Bölge:** Bölgenin iki ana giriş noktasında hat ve pompa debi ölçümü mevcuttur. Bu noktalar normal işletme koşullarında Güney kaynaklarından Tahtalı Barajı ile beslenmektedir. Alternatif hat bağlantıları sistemi etkilememektedir. Üst kotlar ise terfi pompa ve bölge depolarından beslenmektedir (Şekil 3.10).

**5. Bölge:** Bölgenin iki ana giriş noktasında hat ve pompa debi ölçümü mevcuttur. Bu noktalar normal işletme koşullarında Güney Kaynaklarından Tahtalı Barajı ile beslenmedir. Alternatif hat bağlantıları sistemi etkilememektedir. Üst kotlar ise terfi pompa ve bölge depolarından beslenmektedir.

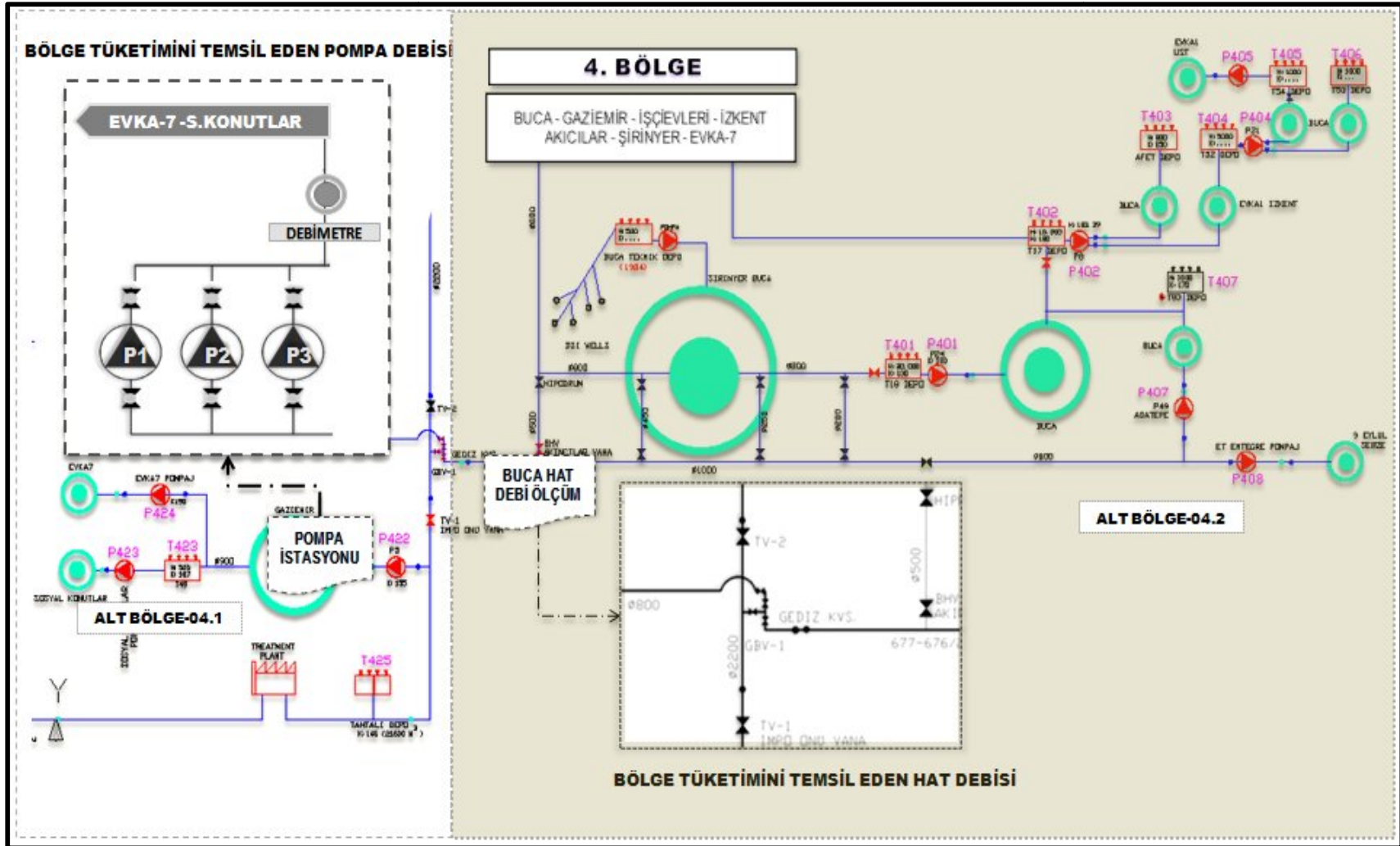


Şekil 3.8a . Bölge de belirlenen tüketim noktası olarak belirlenen alt bölgelerden P20 pompa istasyonu detayı.



Şekil 3.9 Modelde 3.böge olarak belirlenen kısımda bulunan pompa ve depoların dağılımı ile tüketimleri temsil edecek debi ölçüm noktaları.





Şekil 3.10 4.Bölgedeki tüketimi temsil edecek debi ölçümleri pompa istasyonu ve ana dağıtım hattı üzerinden yapılmaktadır.

### 3.2 Sistem Modeli Hipotez ve Yaklaşımı

İzmir içme ve kullanma suyu ana dağıtım sisteminin matematiksel modellemesinde esas olarak sistemin dengesi üretilen – tüketilen su ile kalan miktar arasında sistem dengesinin sağlanmasıdır. Öncelikle matematiksel modelleme olumsuz durumlar (boru hattı arızası, pompa istasyonu, enerji kesintileri, su kalitesi vb) nedeniyle, su kaynaklarının yetersiz kalması karşısında alternatif işletme olanaklarının ortaya konulmasına yönelik olacaktır.

Böyle bir sistemin modellenmesi için sistemdeki olay ve durumu yansıtacak parametreler ile bölgesel su kullanımı karşılığını yansıtacak ortalama tüketim datalarına ihtiyaç duyulmuştur. Bir modelleme çalışmasında sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için aşağıdaki hususlar göz önüne alınmıştır.

**i.** *Model çözümü için kullanılabilir veri ve bilgilerin kapsamı*

SCADA sistemi 2007-2008-2009 saha ölçümlerine ait veritabanını üzerinden dağıtım sistemi üzerinde belirlenen tüketim noktaları ait debi ölçümleri ile iki ana depoya ait seviye ölçüm değerleri kullanılmıştır.

**ii.** *Veri ve bilgilerin probleme uygunluğu*

Veri olarak ele alınan ölçüm değerleri sistemde gerçekleşmiş olan durumları yansıtması açısından nitelik olarak en uygun yaklaşım olmuştur, ancak veriler kullanımı sırasında eksik yanlış ve orantısız veriler ayıklanması dışında sistem dengesini bozacak operasyonların bilinmesini gerektirmektedir. (örneğin çeşitli nedenlerle debimetre ölçüm dışında bölgelere su verilmesi üretimde kente su verilirken tüketimin yeteri olarak gerçekleşmediği gibi yanlış bir sonuca götürebilir).

**iii.** *Uygun veri ve bilgi bulunamayan alanlar,*

SCADA ölçüm değerleri dışında kalan alanlar tespit edilerek bu tür alanlar için su kaçakları tespiti için kullanılan bölge sayaç okumalarından faydalanılmıştır (sistemdeki oranı %10-15 civarındadır).

Gerçek sistemin modelde yansıtılabilmesi için gerçekleşen değer ve olay büyüklerini temsil edecek;

1. **Değişkenler;** Üretim kaynaklarından temin edilen su miktarının belirlendiği sayısal çokluklardır.
  - a. Kontrol edilmiş; süreçlere göre kontrol edilmiş,
  - b. Kontrol edilmemiş; süreçlere göre kontrol edilmemiş,
2. **Sistem parametreleri;** doğrudan bölgesel eğilimler, mevsimsellik, günlük değişimi temsil eden parametreler;
  - a. **Yardımcı;** sisteme ait olmayan fakat sistem performansında zamansal değişimin etkisini yansıtan parametreler (mevsimsellik),
  - b. **Dinamik;** değişkenler ve diğer parametrelerle bağlı değişen parametreler (günlük, saatlik),
  - c. **Çevresel;** sistemin işlediği bölgeyle ilgili su tüketim eğilimini yansıtan parametreler (bölge eğilimi),

tanımlanmıştır.

Yukarıda belirtilen değişkenler ve parametreler modelleme amacına yönelik şartlar altında işlevini yerine getirecek alt yapısını fonksiyonlarının doğru bir şekilde kurulmasını gerektirmektedir.

İzmir kenti ana dağıtım sistemi modelinde; sistem su depolaması üretim kaynaklarından gelen su ve tüketim sonrasında kalan miktarı temsil edecek değişkenlerin zamana bağlı parametrik ve sayısal işlemleri temel fonksiyonu oluşmaktadır.

### 3.2.1 Sistem Birimleri ve Tanımlamalar

Modellenen içme suyu dağıtım sisteminde yeraltı ve yerüstü kaynakları üretimi, oluşturulan beş bölge tüketimi ve sistemin dengesini sağlayan Cumhuriyet-Halkapınar depoları da denge bölgesini oluşturmaktadır.

**U(t)** : Üretim kaynağı debisi

**T(t)** : Tüketim noktası debisi

**H(t)** : Depolanan su seviyesi

Model planlamasında dokuz adet su kaynağı, beş bölgede toplam seksen iki tüketim noktası ve iki adet depo tanımlanarak matematiksel ilişkinin kurulması için sistem birimlerinin temsil edilmesi gerekmektedir.

Bu amaçla matematiksel modeli tam olarak veya fonksiyonel formda belirtmeden önce sistem birimlerini, nitelik ve tanımını hakkında bilgi verecek değişkenler belirlenmiştir.

**a. Tüketim noktaları** [  $T_n(t)_{ab}$  ] ; değişkeni olarak yapılan tanımlamada değişkenler ana, alt bölgelerdeki temsil ettiği bölge nokta sayısını belirtecek şekildedir. ( Tablo 3.2).

**Tablo 3.2** Ana tüketim noktaları değişken ve tanımları.

SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKEN VE TANIMLARI				ALT DEĞİŞKEN TANIMLARI		
$T_n(t)_{as}$	n	a	s	$T_1(t).P_n$	$T(t).S_n$	$T(t).V_n$
Tüketimler	Ana Bölge	Alt Bölge	Veri sayısı	Pompa	Hat debisi/ Bölge Sayacı	Veri Tabanı / S. Ölçümü
DEĞİŞKEN	AYIRICI	ALT BÖLGE	TANIMSAL BÖLGE			
<b>T1(t)</b>	1. BÖLGE	01-1 / 01-6	KARŞIYAKA-ÇİĞLİ-BOSTANLI-BAYRAKLI-YAMANLAR			
<b>T2(t)</b>	2. BÖLGE	02-1 / 02-2	BORNOVA-PINARBAŞI-NALDÖKEN			
<b>T3(t)</b>	3. BÖLGE	03-1 / 03-8	ALSANCAK-ALTINDAĞ-HATAY-KARABAĞLAR-YEŞİLYURT			
<b>T4(t)</b>	4. BÖLGE	04-1 / 01-2	BUCA-GAZİEMİR-UZUNDERE			
<b>T5(t)</b>	5. BÖLGE	04 - 5	BALÇOVA- NARLİDERE -GÜZELBAHÇE			

- b. **Üretim Kaynakları** [  $Un(t)_{ab}$  ] ; için yapılan kullanılan değişkenler, kaynağın yer, niteliği, bölgesi gibi bilgileri de kapsayacak şekilde kodlanmıştır(Tablo 3.3).

$Un(t)_{ab}$  : Üretim kaynağı

**a** : Nitelik [ yerüstü, yer altı ]

**b** : Bölge [ kuzey, güney ]

**n** : Kaynak no [ 1...9 ]

**Tablo 3.3** Üretim kaynakları değişken ve tanımları

<b>SİSTEM GİRDİ DEĞİŞKENLERİ VE TANIMLAR</b>			
<b>TANIMLAR</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Nitelik</b>	<b>Bölge</b>
<b>DEĞİŞKEN</b>	$Un(t)_{ab}$	a	b
<b>DEĞER</b>	(Debi)	0- Yeraltı	1- Kuzey
		1- Yerüstü	2- Güney

<b>KAYNAK TANIM</b>	<b>NİTELİK</b>	<b>BÖLGE</b>	<b>DEĞİŞKEN</b>
<b>GÖKSU KUYULARI</b>	0- Yeraltı	Kuzey - 1	$U1(t)_{01}$
<b>SARIKIZ KUYULARI</b>		Kuzey - 1	$U2(t)_{01}$
<b>MENEMEN KUYULARI</b>		Kuzey - 1	$U3(t)_{01}$
<b>HALKAPINAR KUYULARI</b>		Güney - 2	$U4(t)_{02}$
<b>PINARBAŞI KUYULARI</b>		Kuzey - 1	$U5(t)_{02}$
<b>BALÇOVA BARAJI</b>	1- Yerüstü	Güney -2	$U6(t)_{12}$
<b>TAHTALI BARAJI</b>		Güney -2	$U7(t)_{12}$
<b>GÖRDES BARAJI</b>		Kuzey - 1	$U8(t)_{11}$
<b>GÜZELHİSAR BARAJI</b>		Kuzey - 1	$U9(t)_{12}$

### 3.2.1.1 Üretim Kaynakları

Sistem girdisi olarak kabul edilen her üretim kaynağını temsil edecek değişkenleri, yerel bağımlılık, kısıtları ve kapasiteleri ile sistemin eş zamanlı olarak toplam verimliliği Tablo 3.4 ve Tablo 3.5 'de gösterilmektedir.

<b>i</b>	: Kuyu sayısı
<b>j</b>	: Debinin elde edildiği eleman sayısı
<b>t</b>	: 0...24 arası saatlik zaman.
<b>Ki(t,Qi)</b>	: Kuyudan temin edilen debi.
<b>Pj(t,Qj)</b>	: Pompanın bastığı debi.
<b>S(t,Q)</b>	: Seviyeye bağlı debi.
<b>A(t,S)</b>	: Su kalitesi.

**Tablo 3.4** Yeraltı kaynakları sistem değişkenleri tanımları.

YER ALTI SU KAYNAKLARI				
Tanımlı	Aktif kuyu	Pompa İstasyonu debisi	Kısıtlar	Üretim
U1(t) , i=22	Ki ( t,Qi )	Pj ( t, Q j ) = Qj = Σ Ki	ΣPj < 2500 , ΣPj =-ΣKi	U1(t) = ΣPj
U2(t) , i=30	Ki ( t,Qi )	Cazibe	ΣKi < 1000	U2(t) = ΣKi
U3(t) , i=29	Ki ( t,Qi )	Pj ( t, Q j ) = Qj = Σ Ki	ΣPj < 1000 , ΣPj =-ΣKi	U3(t) = ΣPj
U4(t) , i=19	Ki ( t,Qi )	Pj ( t, Q j ) = Qj = Σ Ki	ΣPj < 1600 , ΣPj =-ΣKi	U4(t) = ΣPj
U5(t) , i=3	Pi ( t,Qi )	Direkt	ΣKi < 70	U5(t) = ΣKi

**Tablo 3.5** Yerüstü kaynakları sistem değişkenleri tanımları.

YER ÜSTÜ SU KAYNAKLARI				
Tanımlı	Bağımlılık	Pompa İstasyonu debisi	Kısıtlar	Üretim
U6(t)	S(t,Q) , A(t,S)	Cazibe	Smin< Q(t,S) , A(t,S)<TS266	800 > Q
U7(t)	S(t,Q) , A(t,S)	Pi ( t, Q i )	Smin< Q(t,S) , A(t,S)<TS266	4500 > Q
U8(t)	S(t,Q) , A(t,S)	Cazibe	Smin< Q(t,S) , A(t,S)<TS266	1500 > Q
U9(t)	S(t,Q) , A(t,S)	Pi ( t, Q i )	Smin< Q(t,S) , A(t,S)<TS266	600 > Q

### 3.2.1.2 Tüketim Noktaları

Model Sistemde çıktı olarak temsil edilen tüketimlere ait tanımlanan değişkenler; her bölgeye ait referans ölçüm noktası ve bölgesel tüketimde temsil edeceği karşılıkları, alt ölçümlerin veritabanı ve sayaç bölgelerinden temin edilmesi durumu dikkate alınarak Tablo 3.6 ve Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6 Ana ve alt bölgelerdeki tüketimlere ait sistem değişkenleri tanımlamaları.

1.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
A.DEĞİŞKEN	ÖLÇÜM A.	DEĞİŞKEN	DEĞER
T1(t)12	T1(t).P1	T1(t).V1	P101_AI031/001
	T1(t).P2	T1(t).V2	P101_AI031/002
T1(t)22	T1(t).P3	T1(t).V3	P121_AI031/001
	T1(t).P4	T1(t).V4	P121_AI031/002
T1(t)32	T1(t).P5	T1(t).V5	P131_AI031/001
	T1(t).P6	T1(t).V6	P131_AI031/002
T1(t)41	T1(t).P7	T1(t).V7	P133_AI031/001
T1(t)51	T1(t).S1	T1(t).V8	T121_AI031/002
T1(t)63	T1(t).S2	T1(t).S1	DMA0101
	T1(t).S3	T1(t).S2	DMAA101
	T1(t).S4	T1(t).S3	DMA0150

$$T1(t) = \{ [T1(t).P_n] + [T1(t).S_n] \}$$

2.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
BÖLGE	A.DEĞİŞKEN	DEĞİŞKEN	DEĞER
T2(t)21	T2(t).S1	T2(t).V8	BBV_AI031/002
T2(t)23	T2(t).S2	T2(t).S1	DMA0352
	T2(t).S3	T2(t).S2	DMA0353
	T2(t).S4	T2(t).S2	DMA0354

$$T2(t) = \{ [T2(t).P_n] + [T2(t).S_n] \}$$

4.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
A.DEĞİŞKEN	BÖLGE	DEĞİŞKEN	DEĞER
T4(t)11	T4(t).S1	T4(t).V1	GBV_AI031/001
T4(t)21	T4(t).P1	T4(t).V2	P422_AI031/001

$$T4(t) = \{ [T4(t).P_n] + [T4(t).S_n] \}$$

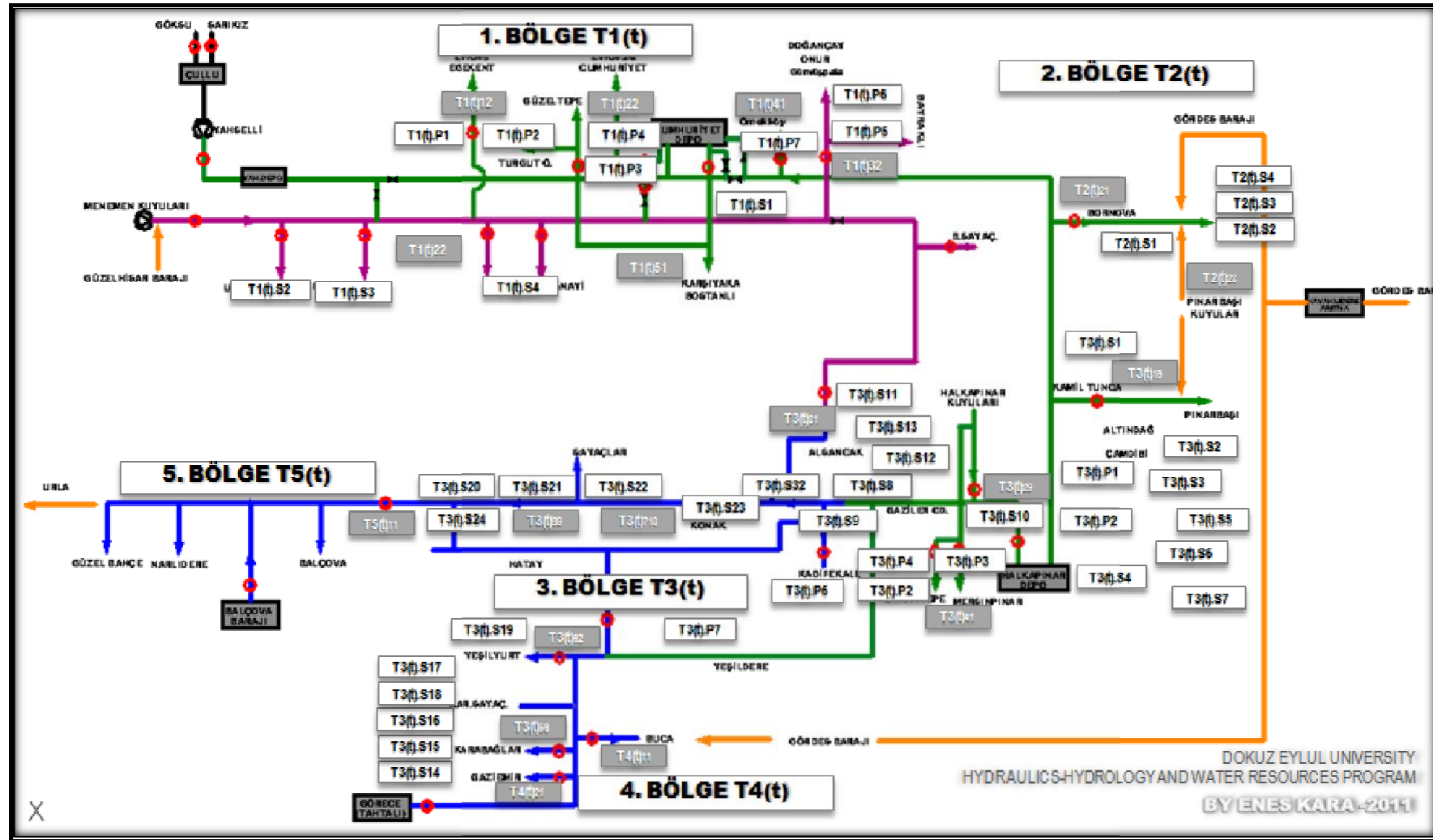
5.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
A.DEĞİŞKEN	BÖLGE	DEĞİŞKEN	DEĞER
T5(t)11	T5(t).S1	T5(t).V8	VH10_AI031/002

$$T5(t) = \{ T5(t).S_n \}$$

3.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
A.DEĞİŞKEN	BÖLGE	DEĞİŞKEN	DEĞER
T3(t)62	T3(t).P9	T3(t).V9	P351_AI029/003
	T3(t).S19	T3(t).S19	HESAP / T-HTY
T3(t)713	T3(t).S20	T3(t).S20	VH04_AI031/001
	T3(t).S21	T3(t).S21	VH04_AI031/002
	T3(t).S22	T3(t).S22	VH03_AI031/001
	T3(t).S23	T3(t).S23	DMA0744
	T3(t).S24	T3(t).S24	DMA0750
	T3(t).S25	T3(t).S25	DMA0760
	T3(t).S26	T3(t).S26	DMA0765
	T3(t).S27	T3(t).S27	DMA0766
	T3(t).S28	T3(t).S28	DMA0767
	T3(t).S29	T3(t).S29	DMA0768
	T3(t).S30	T3(t).S30	DMA0769
	T3(t).S22	T3(t).S22	DMA0770
	T3(t).S23	T3(t).S23	DMA0771
	T3(t)89	T3(t).S24	T3(t).S24
T3(t).S25		T3(t).S25	DMA0710
T3(t).S26		T3(t).S26	DMA0711
T3(t).S27		T3(t).S27	DMA0712
T3(t).S28		T3(t).S28	DMA0857
T3(t).S29		T3(t).S29	DMA0858
T3(t).S30		T3(t).S30	DMA0860
T3(t).S31		T3(t).S31	DMA0861
T3(t).S32	T3(t).S32	DMA0862	
T3(t)31	T3(t).P6	T3(t).V6	P335_AI031/001
T3(t)41	T3(t).P7	T3(t).V7	P331_AI031/001

$$T3(t) = \{ [T3(t).P_n] + [T3(t).S_n] \}$$

3.BÖLGE SİSTEM ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
A.DEĞİŞKEN	BÖLGE	DEĞİŞKEN	DEĞER
T3(t)19	T3(t).P1	T3(t).V1	P304_AI031/001
	T3(t).P2	T3(t).V2	KBV_AI031/003
	T3(t).S1	T3(t).S1	DMA0717
	T3(t).S2	T3(t).S2	DMA0720
	T3(t).S3	T3(t).S3	DMA0728
	T3(t).S4	T3(t).S4	DMA0729
	T3(t).S5	T3(t).S5	DMA0734
	T3(t).S6	T3(t).S6	DMA0735
T3(t).S7	T3(t).S7	DMA0736	
T3(t)39	T3(t).P3	T3(t).V3	P321_AI031/001
	T3(t).P4	T3(t).V4	P321_AI031/002
	T3(t).P5	T3(t).V5	P315_AI031/001
	T3(t).S8	T3(t).S8	DMA0713
	T3(t).S9	T3(t).S9	DMA0714
	T3(t).S10	T3(t).S10	DMA0715
	T3(t).S11	T3(t).S11	DMA0872
	T3(t).S12	T3(t).S12	DMA0873
	T3(t).S13	T3(t).S13	DMA0878
	T3(t)56	T3(t).P8	T3(t).V8
T3(t).S14		T3(t).S14	DMA0804
T3(t).S15		T3(t).S15	DMA0811+809+810
T3(t).S16		T3(t).S16	DMA0814+815+816
T3(t).S17		T3(t).S17	DMA0817+819+826
T3(t).S18		T3(t).S18	DMA0827+829+830



Şekil 3.11 Modelde kullanılan tüketim noktaları değişkenlerinin şematik üzerindeki dağılımı.



### 3.2.2 Veri Toplama ve Düzenleme

Tüm gerekli bilgiler lazım olduğunda her zaman kullanılabilir ve kolay bulunabilir değildir. Bu kadar büyük bir alana yayılmış İzmir içmesuyu dağıtım sisteminin modellenmesi için temin edilen ölçüm verileri, yapılan düzeltme ve düzenlemeler sonucunda aynı zaman diliminde aynı ve doğru ölçümü yansıtan bir kısmı kullanılabilmiştir. Model sistemde tüketim noktaları için belirlenen karşılıkları oluşturacak değişken, parametreler ve sistem analizi için (bölgesel eğilim ve ortalama tüketimler) gereken bilgiler SCADA sistemi ve sayaç bölgeleri olmak üzere iki ayrı kaynaktan temin edilmiştir. Veri setleri SCADA sistemi ölçüm veri tabanından otomatik güncellenebilecek, sayaç bölge ölçümleri ise manuel olarak değiştirilecek yapıya sahiptir.

#### 3.2.2.1 SCADA Sistemi Veritabanı İşlemleri

SCADA sistemi tarihsel veritabanı, yapısı gereği birçok bilgiye sahiptir. Bu bilgilerden 15 dk.'lık veri ölçüm değerlerinin modelde kullanılabilir hale getirilmesi için Şekil 3.12 de gösterilen;

- Veritabanı sinyal kodları ile modeldeki tüketim noktalarının eşleştirilmesi,
- Veritabanındaki negatif (ölçümlendirilemeyen) değerlerin çıkarılması,
- Eksik bilgilerin tamamlanması,
- Kullanımına uygun verilerin modeli veri olarak uygun yapıda kaydı, çalışmaları yapılmıştır.

SCADA sistemi veritabanı; Şekil 3.13'de gösterildiği üzere mevcut veritabanı yapısındaki;

<b>Sinyal kodları</b>	: Modeldeki tüketim noktalarına
<b>Ölçüm Değerleri</b>	: Tüketim değişkenlerine
<b>Tarih Bilgisi</b>	: Bilgi ve analiz değerlendirmesinde

kullanılmaktadır.

Bu çalışmalar sonucunda SCADA sisteminden temin edilen veri miktarları ve nitelikleri Şekil 3.14'de verilmiştir.



**SHERPA\_TPC\_FLUJO : Kısa Dönem debi ölçüm tarihsel veritabanı**

Tarih Bilgisi  
↓

Sinyal Kodu  
↓

Ölçüm Değeri  
↓

Geçerlilik  
↓

Bilgi Kaynağı  
↓

FECHA	ESTAC	ESTADISTICO	OBJETO	VALOR	VALORFECHA	VALIDEZ	VALIDEZ_AJENA	ORIGEN
17.07.2007 08:30:00		MEDIA	VH03_AI031/001	21.480001			1	REMOTA
17.07.2007 08:45:00		MEDIA	VH03_AI031/001	20.182001			1	REMOTA
17.07.2007 09:00:00		MEDIA	VH03_AI031/001	22.054001			1	REMOTA
17.07.2007 09:15:00		MEDIA	VH03_AI031/001	21.153002			1	REMOTA
17.07.2007 09:30:00		MEDIA	VH03_AI031/001	18.740001			1	REMOTA
17.07.2007 09:45:00		MEDIA	VH03_AI031/001	18.460001			1	REMOTA

Şekil 3.13 SCADA sistemi kısa dönem debi (kısa dönem 15 dk.) veritabanı görüntüsünden bir kesit.

FECHA	OBJETO	VALOR
12.06.2007 04:00:00	BBV_AI031/002	464.700012
12.06.2007 04:00:00	GBV_AI031/001	483.800018
12.06.2007 04:00:00	P101_AI031/001	79.18
12.06.2007 04:00:00	P101_AI031/002	0.238
12.06.2007 04:00:00	P131_AI031/001	53.189999
12.06.2007 04:00:00	P131_AI031/002	76.049995
12.06.2007 04:00:00	P133_AI031/001	24.730001
12.06.2007 04:00:00	P234_AI031/001	26.542002
12.06.2007 04:00:00	P312_AI031/001	224.149994
12.06.2007 04:00:00	P312_AI031/002	253.099991
12.06.2007 04:00:00	P315_AI031/001	214.75
12.06.2007 04:00:00	P321_AI031/001	28.148001
12.06.2007 04:00:00	P321_AI031/002	-0.319
12.06.2007 04:00:00	P331_AI031/001	0
12.06.2007 04:00:00	P335_AI031/001	19.206001
12.06.2007 04:00:00	P342_AI031/001	447.399994
12.06.2007 04:00:00	P355_AI031/001	128.98999
12.06.2007 04:00:00	P422_AI031/001	123.399994
12.06.2007 04:00:00	T121_AI031/002	923.400024
12.06.2007 04:00:00	T313_AI031/001	164.779999
12.06.2007 04:00:00	T425_AI031/013	1615.400024
12.06.2007 04:00:00	T503_AI031/001	209.409988
12.06.2007 04:00:00	VH01_AI031/002	578.399964
12.06.2007 04:00:00	VH03_AI031/001	11.496
12.06.2007 04:00:00	VH04_AI031/001	4.951
12.06.2007 04:00:00	VH10_AI031/002	-377.899994
12.06.2007 04:00:00	YSP_AI031/001	2908.300049
12.06.2007 04:15:00	BBV_AI031/002	464.300018
12.06.2007 04:15:00	GBV_AI031/001	481.300018
12.06.2007 04:15:00	P101_AI031/001	79.730002

FECHA	OBJETO	VALOR
12.06.2007 04:00:00	T121_AI031/004	4.226
12.06.2007 04:00:00	T121_AI031/005	4.24
12.06.2007 04:00:00	T313_AI031/002	4.254
12.06.2007 04:00:00	T313_AI031/003	4.381
12.06.2007 04:15:00	T121_AI031/004	4.273
12.06.2007 04:15:00	T121_AI031/005	4.287
12.06.2007 04:15:00	T313_AI031/002	4.277
12.06.2007 04:15:00	T313_AI031/003	4.405
12.06.2007 04:30:00	T121_AI031/004	4.319
12.06.2007 04:30:00	T121_AI031/005	4.332
12.06.2007 04:30:00	T313_AI031/002	4.301
12.06.2007 04:30:00	T313_AI031/003	4.429
12.06.2007 04:45:00	T121_AI031/004	4.362
12.06.2007 04:45:00	T121_AI031/005	4.374
12.06.2007 04:45:00	T313_AI031/002	4.323
12.06.2007 04:45:00	T313_AI031/003	4.452
12.06.2007 05:00:00	T121_AI031/004	4.405
12.06.2007 05:00:00	T121_AI031/005	4.416
12.06.2007 05:00:00	T313_AI031/002	4.347
12.06.2007 05:00:00	T313_AI031/003	4.475
12.06.2007 05:15:00	T121_AI031/004	4.448
12.06.2007 05:15:00	T121_AI031/005	4.459
12.06.2007 05:15:00	T313_AI031/002	4.373
12.06.2007 05:15:00	T313_AI031/003	4.502
12.06.2007 05:30:00	T121_AI031/004	4.49
12.06.2007 05:30:00	T121_AI031/005	4.5
12.06.2007 05:30:00	T313_AI031/002	4.399
12.06.2007 05:30:00	T313_AI031/003	4.528
12.06.2007 05:45:00	T121_AI031/004	4.532
12.06.2007 05:45:00	T121_AI031/005	4.541

2007 tarihine ait	284820	debi bilgisi	40 farklı sinyal
	34170	seviye bilgisi	4 farklı sinyal
2008 tarihine ait	147643	debi bilgisi	40 farklı sinyal
	17504	seviye bilgisi	4 farklı sinyal
2009 tarihine ait	307200	debi bilgisi	40 farklı sinyal
	15360	seviye bilgisi	4 farklı sinyal

Şekil 3.14 SCADA veritabanından elde edilen veri seti nitelik ve miktarı.(debi ve seviye)

### 3.2.2.2 Sayaç Bölgeleri Ölçüm İşlemleri

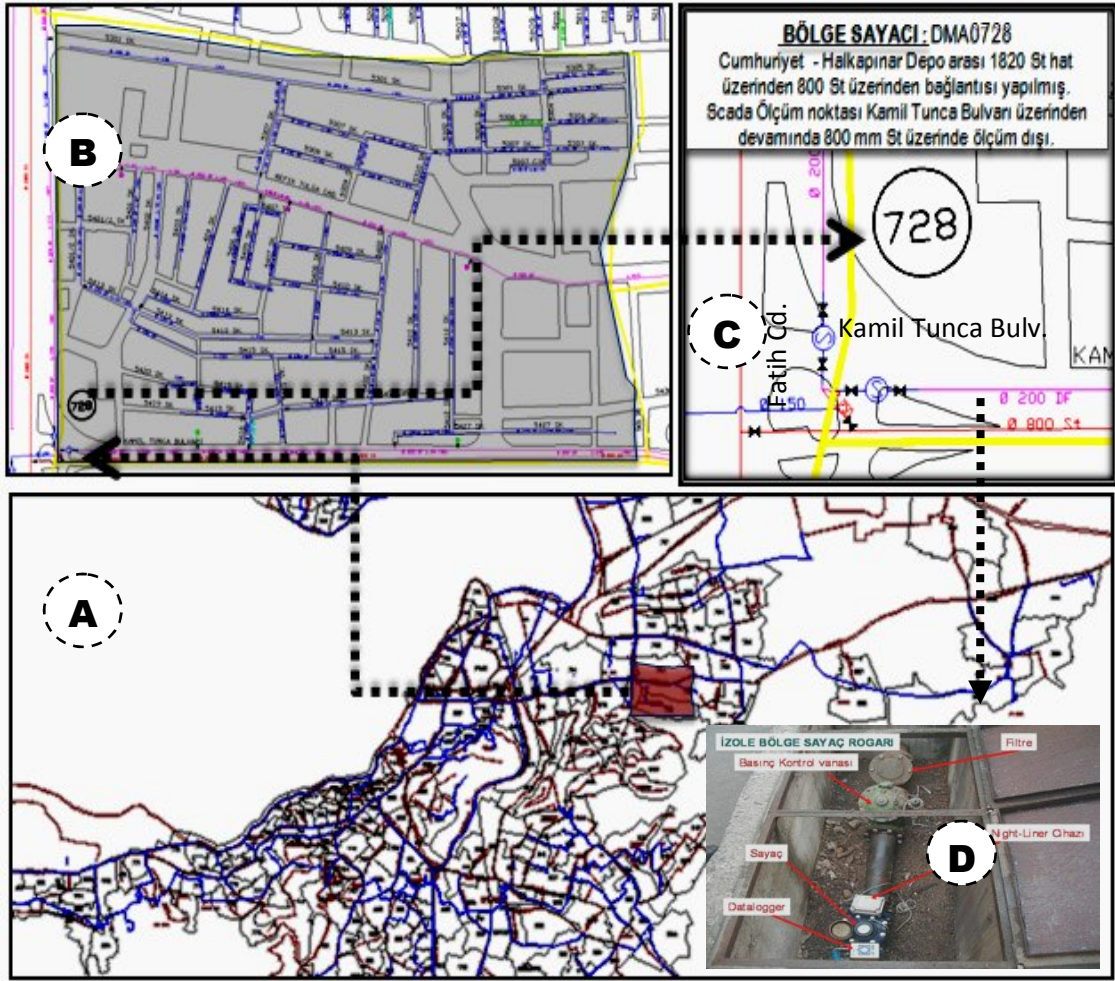
İzmir kentinde su kaçakları çalışmaları kapsamında 400'e yakın sayaç bölgesi oluşturulmuştur. Sayaç bölgelerindeki tüketim değerleri ölçümleri, sayaç okumaları ile gerçekleştirilmektedir. İzmir içme ve kullanma suyu ana dağıtım sisteminin coğrafi haritası üzerinde yapılan incelemeleri sonucunda SCADA sistemi üzerinde tanımlı debimetre ölçümlerinin dışında bazı yerleşim alanlarının ölçüm dışı kaldığı tespit edilmiştir.

Seçilen sayaç bölgelerinin tüm sistemdeki ortalama debinin % 10-15'lik kısmına karşılık geldiği görülmüş ve model çalışmasında aylık ortalama tüketimler baz alınmıştır (Tablo3.7).

**Tablo-3.7** Sayaç bölgelerinin aylık ortalama tüketim ölçüm değerleri tablosu örneği.

GÜLTEPE-GÜRÇEŞME BÖLGESİ 2010 YILI ORTALAMA TÜKETİMLERİ														
Bölge no	Adres	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
DMA0871	Gaziler Cd.-İtalya önlü	16.14	16.666	17.757	18.205	19.193	20.894	22.347	22.75	21.028	19.638	18.816	17.14	19.272
DMA0872	Gaziler Cd.-1146 (Yeşildere tarafı)	12.229	12.813	13.096	12.029	11.975	12.537	13.527	13.802	13.678	11.55	11.366	10.83	12.459
DMA0873	Gaziler Cd.-1146 (Halkapınar tarafı)	7.342	8.277	9.463	10.286	10.57	10.971	8.962	10.492	9.348	8.486	8.164	8.071	10.375
DMA0874	1140-1132 Sk.	14.323	14.176	14.274	15.09	15.202	10.191	10.527	11.268	10.582	9.235	8.931	9.29	11.913
DMA0875	3513-3524 Sk.	19.675	19.522	18.997	19.425	19.233	18.941	18.372	20.066	19.890	17.802	17.686	17.776	18.944
DMA0876	3513-3514 Sk.(3513 sk içi)	5.74	5.649	5.709	6.161	6.499	8.14	7.592	8.993	8.151	7.246	7.704	7.437	7.124
DMA0877	3513-3514 Sk.(3514 sk içi)	21.82	22.491	22.653	23.527	27.372	27.031	27.338	27.683	28.035	26.692	27.61	31.131	26.183
DMA0878	Gaziler Cd.-1186/1 (İşletme krs)	15.725	16.161	15.951	16.819	17.669	18.631	18.009	21.063	19.992	19.257	19.204	18.41	16.559
DMA0879	Çankaya-2443 Sk. kvş.	7.971	8.60	8.378	9.001	9.396	10.459	12.548	11.39	10.203	11.004	9.382	8.571	9.751
DMA0880	Çankaya-Hızır Reis kvş.	5.98	5.946	6.115	6.844	7.659	8.302	7.996	8.545	7.973	6.98	7.167	6.944	7.211
DMA0881	Gazi Cd.-2434kvş. (2434 içi)	3.07	3.121	2.885	3.029	3.276	3.541	3.465	4.221	3.692	2.95	2.989	2.915	3.263
DMA0882	Gazi Cd.-2434kvş. (Gazi içi)	15.319	16.651	10.344	10.867	10.59	10.764	11.323	11.933	11.637	11.754	11.598	11.112	11.578
DMA0886	Samsun Cd.-Toros Cd. kvş.	33.894	33.573	28.862	29.781	33.369	30.784	30.19	31.99	30.592	29.108	29.171	26.576	30.639
DMA0887	Çınaröpe (debimetre)	9.24	9.33	9.73	10.35	9.26	10.02	12.30	12.67	10.96	10.66	11.89	12.03	9.71
DMA0888	Samsun Cd.-2580 sk. kvş.	7.072	7.111	7.13	7.77	8.478	7.906	8.377	8.691	7.584	7.443	8.704	7.841	7.855
Toplam Ort.Tük.		195.54	195.09	191.34	199.18	209.74	209.11	213.97	225.56	213.35	195.81	200.38	196.07	202.84

SCADA sisteminde ölçüm değerlerinin sağlandığı Altındağ bölgesindeki debimetre, saha şartları gereği bölgenin ana dağıtım hattı olan Ø800 mm ST boru üzerinde Kamil Tunca Cd.-Fatih Cd. Kvş.'dan yaklaşık 600 m sonrasına montajı yapılabilmektedir. Bu nedenle tüketim alanlarına verilen suyun bir kısmı debimetre öncesinde kaldığından debi ölçümü eksik olmaktadır. Bu tür SCADA sisteminde ölçüm dışı kalan bölgelerden 728 nolu sayaç bölgesinin durumu Şekil 3.15 'de örnek olarak gösterilmektedir.

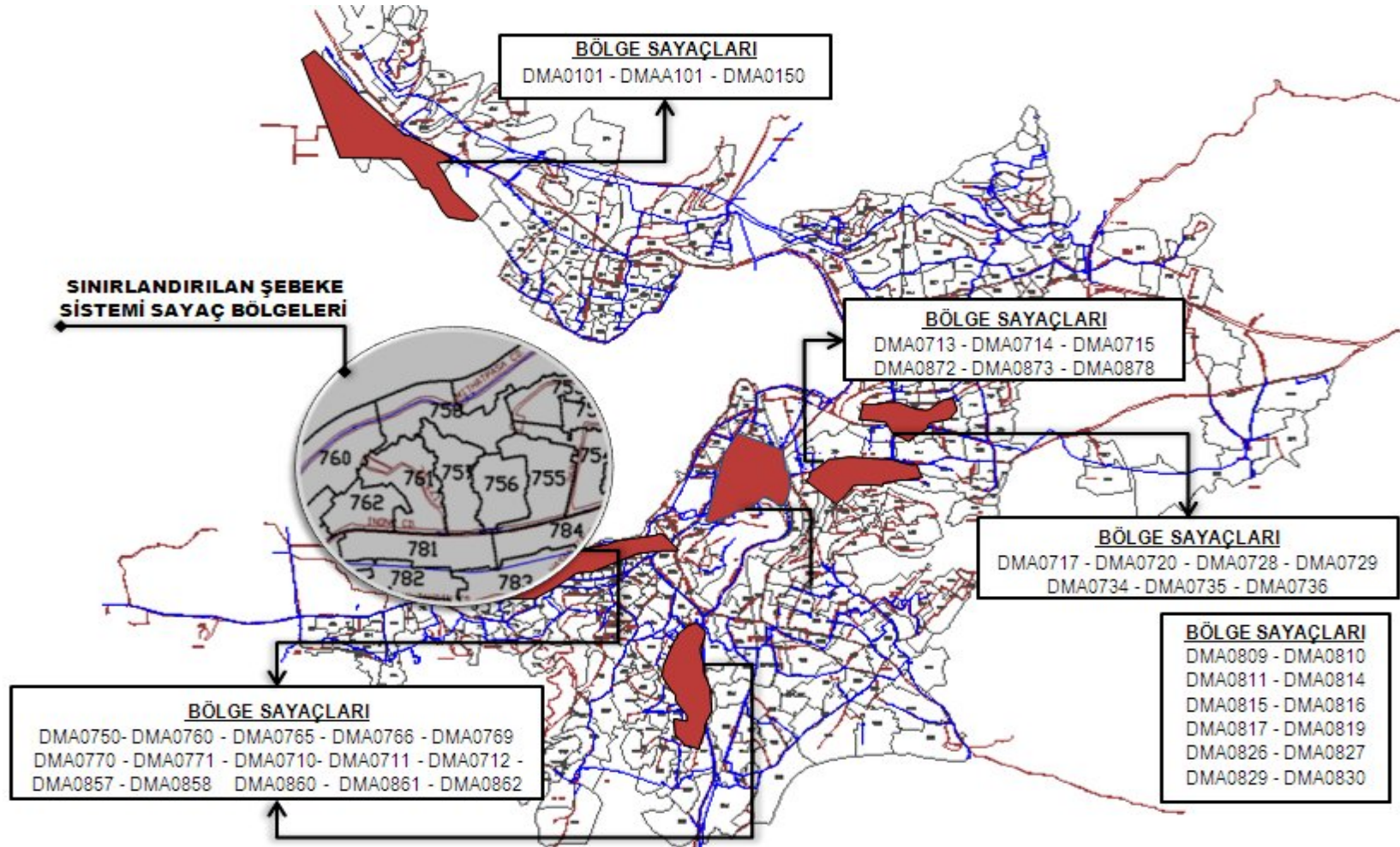


**Şekil 3.15** Örnek olarak A’da Cumhuriyet deposundan Halkapınar deposuna bağlantılı  $\varnothing 1850$  mm ST hat güzergahında bulunan sayaç bölgelerinden 728 nolu bölge . B’ de görüldüğü üzere Kamil Tunca Bulvarı’na doğru devam eden başlangıç kısmında iki adet bölge sayacı C’de ve D kısmında ise bölgeye verilen suyun ölçüldüğü sayaç odası görülmektedir.

İçme ve kullanma suyu dağıtım sistemi üzerinde sınırlandırılmış sayaç bölgeleri üzerinden;

- Sadeleştirilmiş içme suyu ana dağıtım sistemi üzerinde coğrafi olarak sayaç bölgelerinin yerleştirilmesi,
- SCADA veritabanında ölçümlendirilmemiş bölgelerin belirlenmesi,
- Belirlenen bölgelerin ortaklaştırılarak sadeleştirilmesi,
- Temin edilen ölçüm değerlerinin modelde manuel girişinin sağlanması,

işlemleri yapılmış ve modelde kullanılan sayaç bölgeleri Şekil 3.16’daki harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.16 İçme suyu ana dağıtım sistemi ile şebeke sistemi üzerinde eksik ölçümlerinin karşılanacağı sayaç bölgeleri.

### 3.3 Model Fonksiyon Yapılandırması

Model fonksiyonu, oluşturulan beş ana bölge tüketim noktası, üretim kaynakları ve depolanan su miktarının zamana periyodundaki değişiminden oluşmaktadır.

Model kullanımında gerçek işletme koşullarında olduğu gibi üretim kaynakları dış veri olarak kullanılacağından kaynak kısıtlılıkları ve bağımlılık şartları göz önüne alınmıştır.

Tüketim noktalarında ise elde tarihsel ölçümlerin karşılığında zaman ve kullanıma (bölge, saat, gün, ay) bağlı parametrik bağımlılıklar söz konusudur. Depolama bilgisi ise üretilen suyun tüketilen miktarlarının, zamansal değişimi üzerinden depolama hacmi toplamı bağlıdır.

İzmir içmesuyu ana dağıtım sistemi modellemesinde sistemi temsil edecek olan denge bölgesi sistem depolama birimidir. Model de denge bölgesi Şekil 3.17’de gösterildiği üzere;

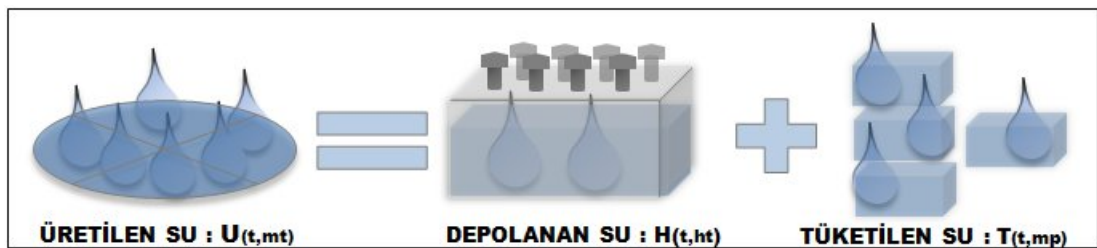
$$H(t, h_t) = U(t, m_t) - T(t, m_p)$$

H=fonksiyon (zaman, toplam depolama),

T=fonksiyon (zaman, yığın parametreleri),

U=fonksiyon (zaman, toplam su miktarı),

şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 3.17 Model temel işlevi gerçekleştirme fonksiyonu dengesi.

Bu denge bölgesini oluşturan model değişkenleri de;

**a. Üretimler** :  $0 < U_n < U_{n_{\max}}$ , Kullanıcı girişli olmak üzere

$$\sum_1^9 U_n(t)_{ab} ; \text{Su kaynaklarından temin edilen toplam su miktarı,}$$

$$\sum_1^5 U_n(t)_{0b} ; \text{Yeraltı kaynaklarından temin edilen miktar,}$$

$$\sum_6^9 U_n(t)_{1b} ; \text{Yer üstü kaynaklarından temin edilen miktar,}$$

$$\sum_1^9 U_n(t)_{a1} ; \text{Kuzey kaynaklarından temin edilen miktar,}$$

$$\sum_1^9 U_n(t)_{a2} ; \text{Güney kaynaklarından temin edilen miktarı,}$$

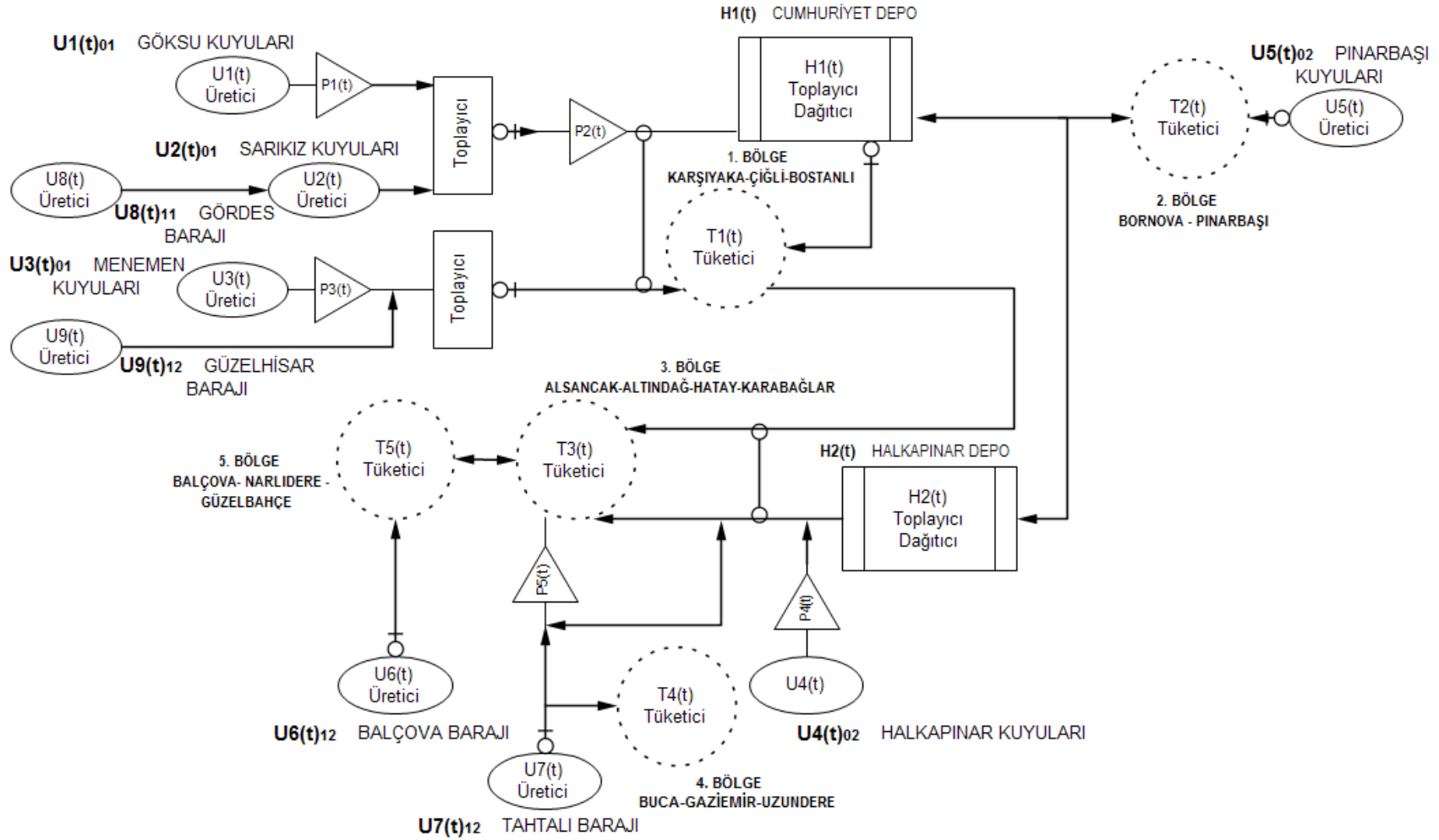
**b. Tüketimler** :  $T_{n_{\min}} < T_n(t,p) < T_{n_{\max}}$ , parametrik fonksiyon

$$\sum_1^5 T_n(t)_{ab} ; \text{Bölgelerin toplam tüketim miktarı,}$$

**c. Depolama** :  $H_{\min} (0.5 \text{ m}) < H(t) = \sum U(t) - \sum T(t) < H_{\max} (4.5 \text{ m})$

Modele esas verilerin toplanması sonucunda üretim kaynakları, tüketim noktaları ve depolama değişkenlerinin şematik modeldeki karşılıkları model şematiği üzerinde Şekil 3.18 'de gösterilmiştir. Model temel işlevi alt fonksiyonlar dışında olmak üzere üretim, tüketim ve depolamanın sistem kısıtları altındaki hesaplamaları 24 saatlik zaman periyodunda gerçekleştirilmektedir.





Şekil 3.18 İzmir içme ve kullanma suyu ana dağıtım sistemi model akış diyagramı

### 3.3.1 Bölgesel Eğilim Bağımlılığı

Modellemede kullanılacak tüketim noktalarının referans değerleri ve gün içindeki talep değişimini belirlemek için SCADA sistemi veritabanındaki debi ölçüm değerleri kullanılmıştır. Bu ölçümler ile modeldeki uygun her tüketim referans noktası hesaplanarak gün içindeki talep eğilimlerinin model parametreleri oluşturulmuştur (Şekil 3.21 ve Tablo 3.9).

Bölgelerin eğilimlerine bakıldığında özellikle alt bölgelerde parametrelerin sosyo-ekonomik, teknik, su şeklini yansıttığı görülebilmektedir (Şekil 3.20).

- Tn(t,p)<sub>a</sub>** : Tüketim parametresi  
**p** : Parametre [0...2]  
**n** : Bölge [1...5]  
**a** : Alt bölge no  
**t** : Zaman [1...24]

$$(Tn_a)_{ort} = \sum Tn(t) / 24$$

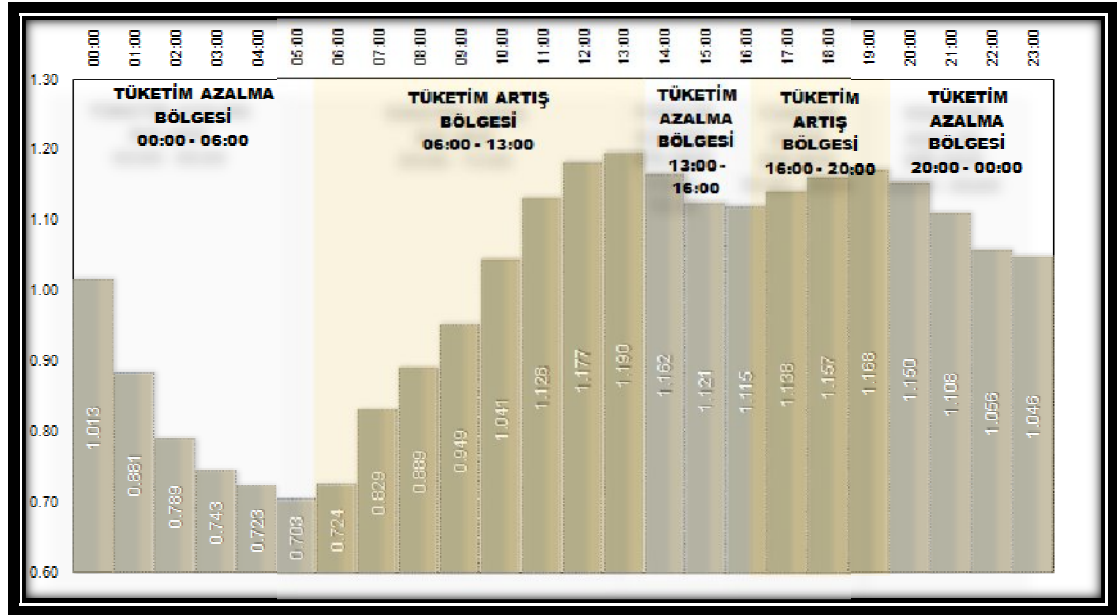
$$Tn(t,p)_a = Tn(t)_{ab} / (Tn_{ab})_{ort}$$

olmak üzere her noktanın günlük değişimleri değerleri, sınır değerleri (maksimum, minimum ve ortalama) hesaplanmıştır (Tablo 3.8).

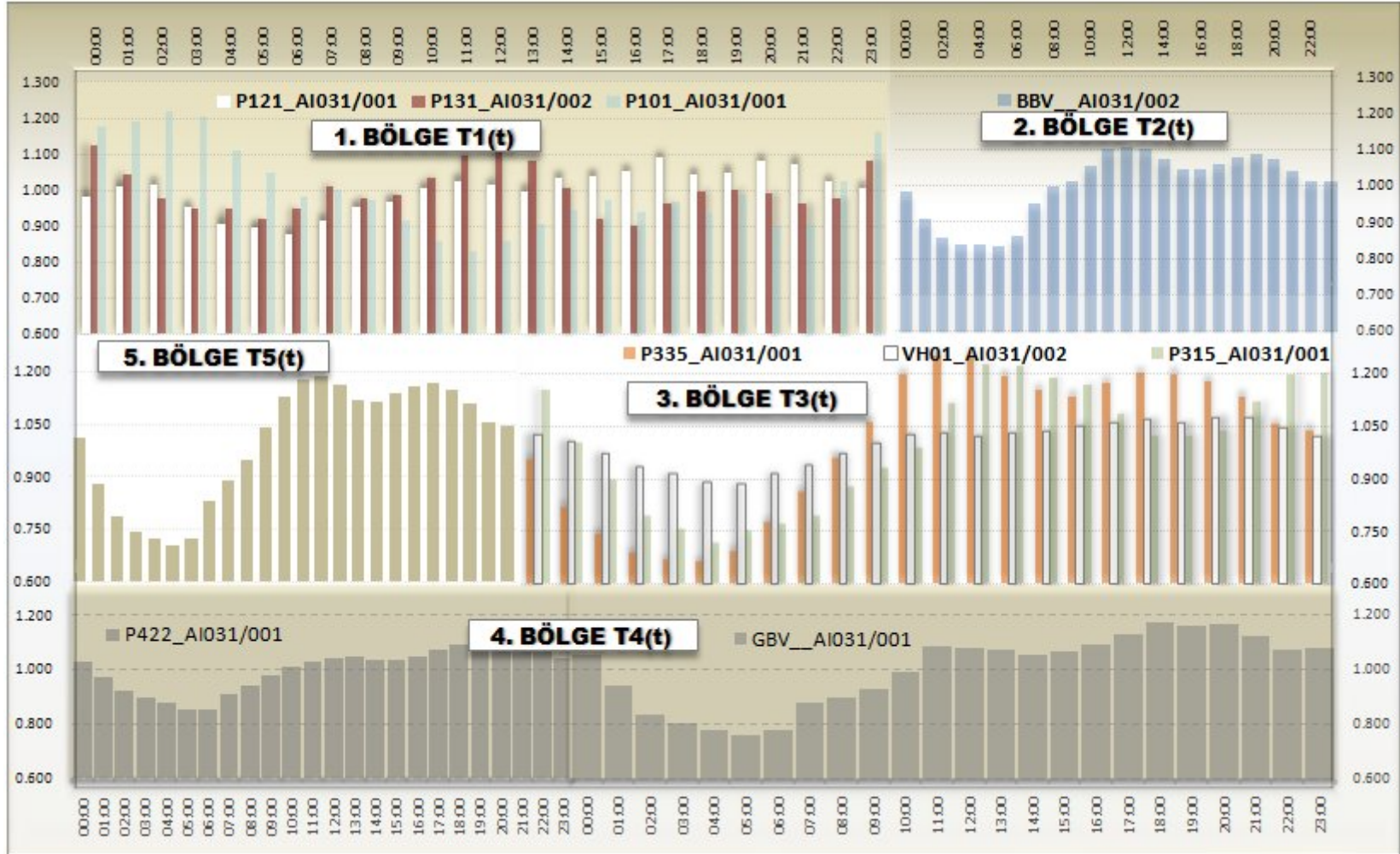
**Tablo 3.8** Saha ölçümlerinde elde edilen debi değerlerinden modelde oluşturulan alt bölgelere ait tüketim miktarlarının sınır ve ortalamaları hesaplanmıştır.

SİNYAL KODU	BBV_AI031	GBV_AI031	KBV_AI031	P101_AI031	P101_AI031	P121_AI031	P121_AI031	P131_AI031
EN DÜŞÜK	532.05	495.01	154.36	46.19	12.64	22.95	25.72	59.15
EN YÜKSEK	636.25	649.82	242.81	59.35	18.13	42.98	32.28	107.26
<b>ORTALAMA</b>	578.81	587.76	200.75	50.81	15.05	36.80	29.38	80.05
SİNYAL KODU	P315_AI031	P321_AI031	P335_AI031	P351_AI029	P355_AI031	P422_AI031	T121_AI031	T313_AI031
EN DÜŞÜK	150.76	57.52	40.87	113.55	212.68	107.12	1067.00	346.60
EN YÜKSEK	168.06	68.68	52.30	139.25	264.68	136.93	1442.09	1347.76
<b>ORTALAMA</b>	158.54	62.44	46.04	125.20	236.67	119.35	1253.03	797.89

Sayaç bölgelerinden elde edilen tüketim aylık ortalama değerlerinin saatlik değerleri olmadığından sayaç bölge eğilimlerinde İzmir kenti tüketim ortalamaları kullanılmıştır. Bu duruma göre SCADA sisteminden elde edilen ölçüm verilerinin tamamı kullanılarak elde edilen ortalama parametreler sayaç bölgeleri için kullanılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 İzmir kenti 24 saatlik genel tüketim eğilimi parametrelerin gün içindeki değişimi.



Şekil 3.20 Ana ve örnek alt bölgelerin sosya-ekonomik, teknik, su kullanım şeklini yansıtan 24 saatlik su tüketim eğilimi.

**Tablo 3.9** Bölgelerin 24 saatlik günlük su tüketim eğilimi grafiği ile alt bölge tüketim noktalarının tüketim eğilimi katsayıları

BBV	GBV	KBV	P101	P101	P121	P121	P131	P131	P133	P304	P312	P315	P321	P335	P351	P351	P355	P422	T121	T313	VH01	VH04	Zaman	ALL TÜK.
0.954	1.054	0.954	1.175	1.111	0.983	0.955	0.995	1.123	0.976	1.008	0.987	1.152	0.952	0.951	1.066	0.974	1.059	1.026	0.952	0.911	1.024	0.967	00:00	1.013
0.938	0.939	0.849	1.193	0.655	1.008	0.863	0.900	1.044	0.774	0.621	1.025	1.001	0.810	0.818	0.839	0.828	0.824	0.975	0.810	0.756	1.006	0.791	01:00	0.881
0.931	0.838	0.741	1.220	0.459	1.017	0.782	0.843	0.975	0.606	0.386	1.079	0.894	0.675	0.738	0.671	0.743	0.640	0.921	0.709	0.675	0.969	0.632	02:00	0.789
0.938	0.803	0.668	1.205	0.418	0.951	0.737	0.775	0.946	0.547	0.281	1.056	0.791	0.618	0.684	0.616	0.691	0.586	0.897	0.667	0.707	0.933	0.567	03:00	0.743
0.952	0.777	0.661	1.111	0.371	0.907	0.700	0.746	0.947	0.541	0.278	1.077	0.762	0.579	0.662	0.590	0.677	0.563	0.880	0.664	0.751	0.910	0.540	04:00	0.723
0.968	0.760	0.661	1.047	0.244	0.894	0.726	0.693	0.918	0.542	0.224	1.066	0.711	0.573	0.658	0.568	0.670	0.585	0.855	0.671	0.732	0.885	0.528	05:00	0.703
1.003	0.780	0.717	0.983	0.167	0.877	0.749	0.697	0.950	0.635	0.279	1.115	0.745	0.637	0.691	0.594	0.689	0.611	0.852	0.722	0.696	0.881	0.587	06:00	0.724
1.078	0.880	0.877	1.002	0.168	0.915	0.883	0.724	1.012	0.848	0.721	1.081	0.766	0.785	0.771	0.778	0.764	0.828	0.912	0.871	0.713	0.912	0.781	07:00	0.829
1.113	0.898	0.967	0.973	0.198	0.951	0.931	0.817	0.979	0.933	0.817	1.067	0.792	0.849	0.859	0.942	0.838	0.906	0.941	0.975	0.773	0.937	0.979	08:00	0.889
1.077	0.926	1.009	0.915	0.415	0.967	0.986	0.921	0.984	1.037	0.926	1.024	0.877	0.932	0.959	1.009	0.939	0.985	0.979	1.039	0.922	0.968	1.037	09:00	0.949
1.071	0.994	1.081	0.856	0.821	1.004	1.094	0.985	1.034	1.156	1.153	0.963	0.927	1.089	1.059	1.114	1.082	1.081	1.007	1.127	1.076	0.999	1.162	10:00	1.041
1.076	1.085	1.178	0.827	1.225	1.026	1.142	1.079	1.095	1.292	1.348	0.921	0.989	1.233	1.196	1.144	1.147	1.172	1.026	1.201	1.299	1.026	1.224	11:00	1.128
1.039	1.077	1.232	0.857	1.420	1.013	1.158	1.176	1.122	1.313	1.428	0.919	1.116	1.327	1.251	1.177	1.235	1.206	1.089	1.220	1.433	1.027	1.281	12:00	1.177
1.013	1.074	1.249	0.904	1.526	0.998	1.156	1.237	1.082	1.286	1.495	0.951	1.226	1.332	1.252	1.211	1.238	1.210	1.045	1.207	1.465	1.021	1.258	13:00	1.190
0.987	1.053	1.201	0.942	1.598	1.034	1.135	1.265	1.004	1.227	1.391	0.928	1.220	1.251	1.191	1.181	1.198	1.170	1.033	1.157	1.349	1.028	1.189	14:00	1.162
0.975	1.067	1.163	0.974	1.542	1.039	1.103	1.227	0.920	1.167	1.275	0.904	1.188	1.171	1.151	1.119	1.151	1.129	1.034	1.118	1.197	1.031	1.132	15:00	1.121
0.972	1.092	1.125	0.940	1.519	1.052	1.101	1.200	0.899	1.176	1.273	0.929	1.170	1.154	1.134	1.147	1.131	1.185	1.047	1.106	1.142	1.051	1.111	16:00	1.115
0.978	1.128	1.118	0.969	1.505	1.089	1.156	1.120	0.962	1.161	1.382	0.978	1.084	1.196	1.172	1.189	1.182	1.239	1.074	1.124	1.138	1.056	1.163	17:00	1.138
0.998	1.174	1.134	0.934	1.609	1.043	1.179	1.091	0.995	1.200	1.418	1.009	1.023	1.224	1.201	1.210	1.210	1.265	1.092	1.179	1.142	1.066	1.215	18:00	1.157
1.007	1.162	1.173	0.987	1.638	1.050	1.171	1.111	0.999	1.206	1.489	0.996	1.023	1.242	1.199	1.239	1.204	1.218	1.112	1.198	1.113	1.056	1.271	19:00	1.168
0.996	1.166	1.162	0.898	1.580	1.080	1.167	1.133	0.990	1.175	1.409	1.019	1.036	1.207	1.176	1.232	1.174	1.168	1.075	1.151	1.090	1.074	1.289	20:00	1.150
0.978	1.120	1.090	0.905	1.562	1.074	1.082	1.115	0.961	1.136	1.244	0.968	1.118	1.111	1.134	1.177	1.129	1.151	1.070	1.064	1.057	1.075	1.159	21:00	1.108
0.974	1.076	0.994	1.023	1.266	1.022	1.012	1.118	0.976	1.029	1.105	0.979	1.198	1.033	1.053	1.095	1.050	1.103	1.065	1.036	0.964	1.045	1.063	22:00	1.056
0.984	1.079	0.997	1.162	0.986	1.005	1.034	1.036	1.083	1.036	1.107	0.957	1.202	1.020	1.038	1.092	1.051	1.116	1.042	1.032	0.899	1.019	1.073	23:00	1.046

### 3.3.2 Mevsimsel ve Günlük Değişim

İçme ve kullanma suyu tüketimleri iklim şartlarına ve günlük yaşam biçimlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bölgesel tüketim eğilimi dışında modelde üç farklı parametre kullanılmıştır.

1. Mevsimsellik parametresi ( 12 aylık)
2. Günlük değişim parametresi ( Haftanın günleri)
3. 24 saatlik günlük değişim ( Gün içindeki saatler)

#### 3.3.2.1 Mevsimsellik parametresi

İçme suyu tüketiminin aylara bağlı mevsimsel değişimini yansıtılması amacıyla İZSU abonelerinin su sayaçları okunarak yapılan tahakkuka karşılık gelen su kullanım sarfiyatları ile su kaynaklarından kente verilen suyun aylık metreküp miktarları Tablo 3.10 'da gösterilmektedir.

**Tablo 3.10** 2007-2010 yılları arası abone sayaç ölçümleri– su üretim miktarı.

YILLAR	2010		2009		2008		2007	
	SARFIYAT (m3)	ÜRETİM	SARFIYAT (m3)	ÜRETİM	SARFIYAT (m3)	ÜRETİM	SARFIYAT (m3)	ÜRETİM
OCAK	8,971,159	14,575,153	10,227,506	14,834,467	9,994,941	15,811,469	10,191,912	17,108,351
ŞUBAT	8,913,490	13,013,652	9,798,046	13,359,394	10,846,867	14,829,874	8,421,845	15,242,491
MART	7,482,626	14,645,337	9,654,886	14,120,324	8,577,425	16,063,869	9,535,631	16,709,931
NISAN	9,235,398	14,295,362	10,349,937	14,581,093	10,293,999	15,586,959	9,776,727	16,511,348
MAYIS	9,988,340	15,875,045	11,414,058	16,000,661	10,803,019	16,852,954	10,861,216	17,638,897
HAZİRAN	10,151,867	15,700,857	12,318,642	16,539,586	13,508,038	16,855,968	11,106,108	17,462,605
TEMMUZ	10,808,676	16,979,375	13,300,690	17,058,838	12,716,551	16,991,770	12,391,381	18,078,226
AĞUSTOS	11,399,301	17,648,785	13,457,958	16,772,308	13,080,920	16,716,805	11,945,553	17,802,373
EYLÜL	11,296,682	16,044,635	12,011,948	15,891,594	11,600,430	16,563,591	11,770,509	17,111,453
EKİM	9,524,731	15,480,454	11,670,450	15,485,439	12,313,839	15,683,292	OKUMA YOK	16,620,481
KASIM	9,796,186	14,435,176	10,635,012	14,546,362	10,588,467	15,258,075	19,893,243	15,229,586
ARALIK	9,049,986	14,497,353	10,554,803	14,688,285	10,287,285	14,954,068	9,409,717	15,841,963
ORTALAMA	9,701,536	15,264,282	11,282,825	15,306,529	11,217,648	16,011,535	11,391,258	16,779,809

Temin edilen sarfiyat ve üretilen aylık su miktarları ile bunların yıllık ortalamaları dikkate alınarak aylara düşen ağırlık katsayıları bulunmuştur.

**Un** : Aylık su üretimi

**Sn** : Aylık sarfiyat

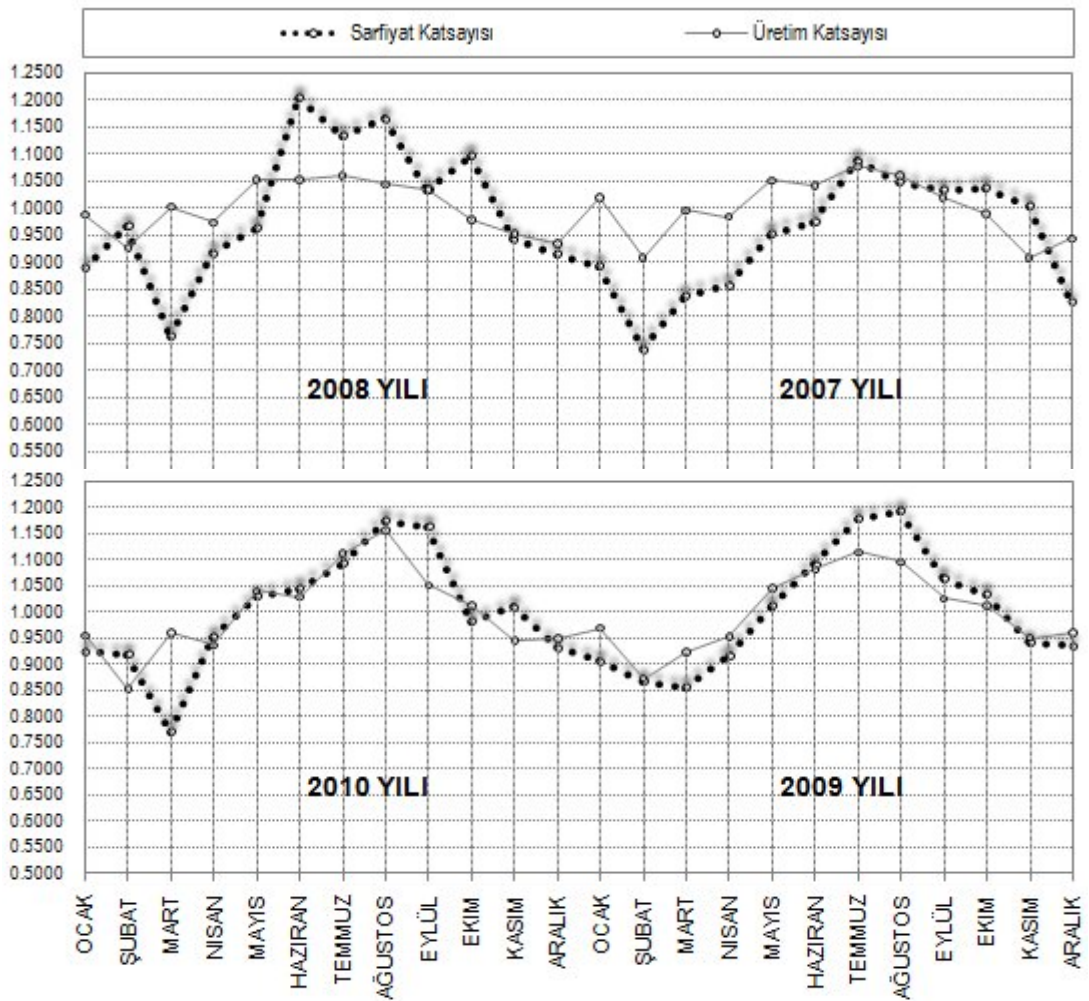
$PU(n)$  : Üretim aylık parametresi

$PS(n)$  : Sarfiyat aylık parametresi

$$PU(n) = \frac{Un}{\sum Un}$$

$$PS(n) = \frac{Sn}{\sum Sn}$$

Su kaynaklarından kente verilen su miktarı ile abone sayaç ölçümleri dikkate alınarak sarfiyat – üretilen su miktarına göre her yıl için hesaplanan parametreler uygunluğunun belirlemek amacıyla aynı zaman diliminde Şekil 3.22’de karşılaştırılmalı grafikleri çizilmiştir.

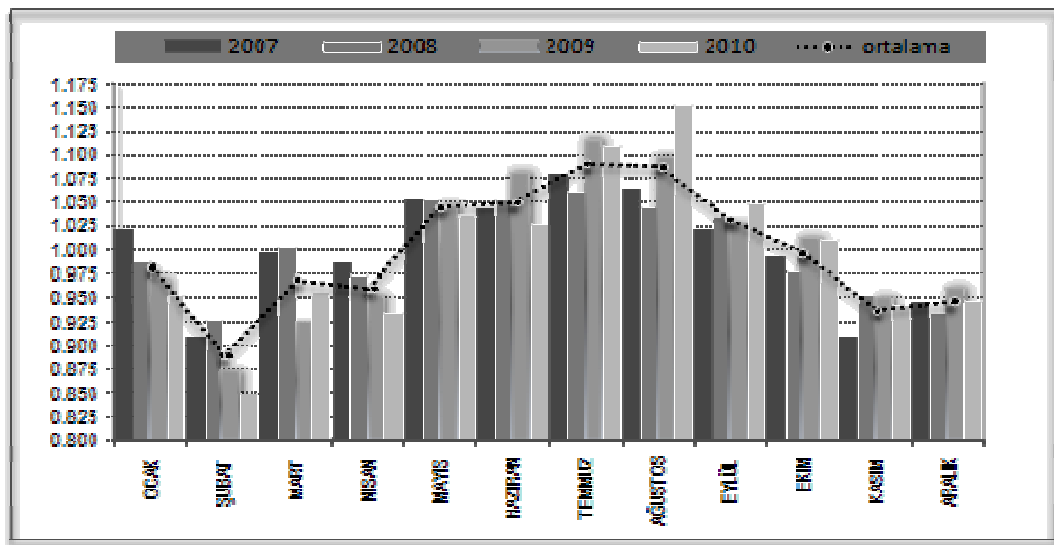


Şekil 3.22 2007 -2010 yılları sarfiyat –üretim aylık değişim parametre grafiği.

2007-2010 arası sarfiyat-üretim aylık değişim parametre grafiklerine bakıldığında üretilen suya karşılık sarfiyat miktarlarının orantılı olmadığı görülerek tahakkuk da eksik okumalar, sayaç ölçüm hataları, sayaç okuma zamanlarında ki değişimler vb. gibi nedenlerle aylık değişim katsayısının abonelerden tahakkuk edilen miktarlar üzerinden yapılmasının uygun olmadığı, ayrıca üretim kaynaklarından kente verilen su miktarının diğer tüm ölçümlendirmede olduğu şekilde su kaçaklarının da dahil olduğu hesaplar, üretilen su miktarına göre yapılarak ortalama model mevsimsellik parametreleri bulunmuştur (Tablo 3.11 ve Şekil 3.23).

**Tablo 3.11** 2009 -2010 yıllarında aylık su üretimleri ve model için hesaplanan katsayılar

ZAMAN	2010	2009	2008	2007	ORTALAMA	D. Katsayısı
OCAK	14,575,153	14,834,467	15,811,469	17,108,351	15,582,360	0.984
ŞUBAT	13,013,852	13,359,394	14,829,874	15,242,491	14,111,403	0.891
MART	14,645,337	14,120,324	16,053,589	16,709,931	15,382,295	0.971
NISAN	14,285,362	14,581,093	15,586,959	16,511,348	15,243,691	0.962
MAYIS	15,875,045	16,000,661	16,852,954	17,638,497	16,581,889	1.047
HAZİRAN	15,700,857	16,539,588	16,855,968	17,462,605	16,639,754	1.050
TEMMUZ	16,979,375	17,058,838	16,991,770	18,078,226	17,277,052	1.091
AĞUSTOS	17,648,785	16,772,308	16,716,805	17,802,373	17,235,068	1.088
EYLÜL	16,044,635	15,691,594	16,563,591	17,111,453	16,352,818	1.032
EKİM	15,460,454	15,485,439	15,863,292	16,620,481	15,807,417	0.998
KASIM	14,435,175	14,548,362	15,258,075	15,229,586	14,867,300	0.939
ARALIK	14,487,353	14,688,265	14,954,068	15,241,963	14,985,417	0.947
Ortalama	15,264,282	15,306,529	16,011,535	16,779,809	15,840,539	1.000
	Ağustos		Temmuz			Temmuz
Maksimum	17,648,785	17,058,838	16,991,770	18,078,226	17,444,405	1.091
		Şubat		Kasım		Şubat
Minimum	13,013,852	13,359,394	14,829,874	15,229,586	14,108,177	0.891

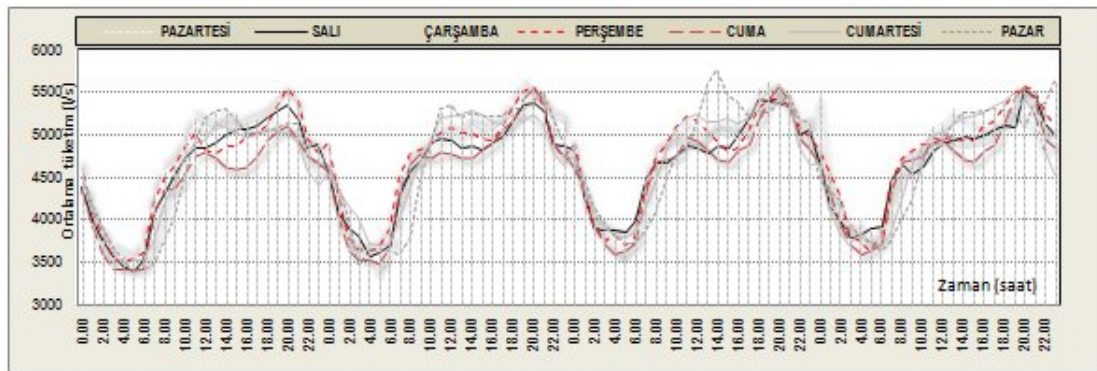


**Şekil 3.23** 2009 -2010 yıllarında aylık su üretimlerinden hesaplanan parametrelerinden modelde ortalama mevsimsellik parametresi kullanılmıştır.



### 3.3.2.1 Günlük ve Saatlik Değişim Parametresi

İçme suyu tüketimi insanların iş ve yaşam biçimlerine bağlı olarak haftanın her gününde farklılıklar göstermektedir. Bu değişimin temel olarak hafta içi ve hafta sonu olarak farklılık göstereceği düşünülmüş olmakla birlikte tüm günler 30 gün ve 24 saat üzerinden aynı günler için modeldeki kullanıma esas tüm kentin su tüketim miktarları incelendiğinde, Şekil 3.24'de de görüleceği üzere her gün saati ve su kullanım miktarının kayda değer farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3.12)

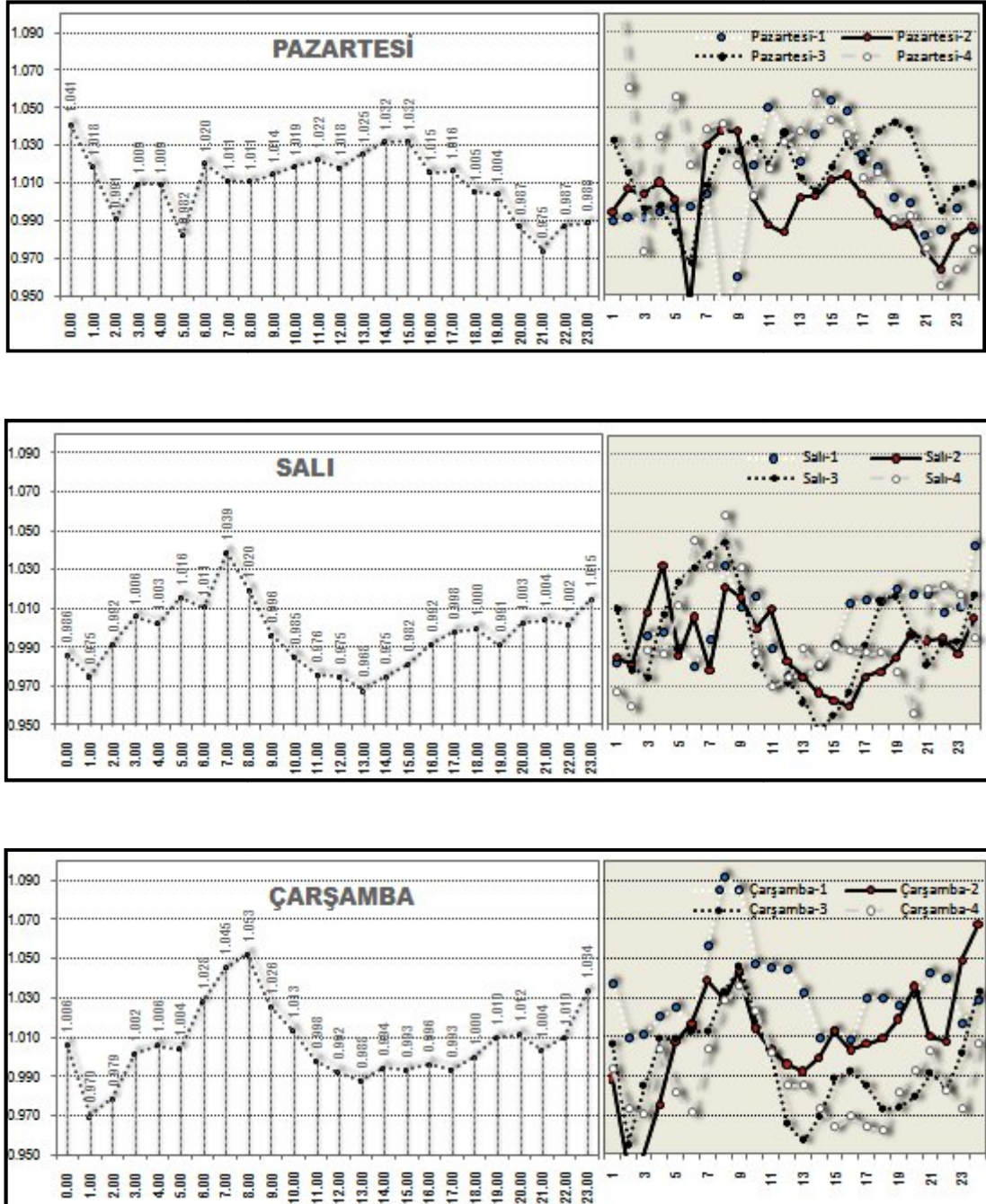


Şekil 3.24 Aylık saatlik ortalama günler tüketimi

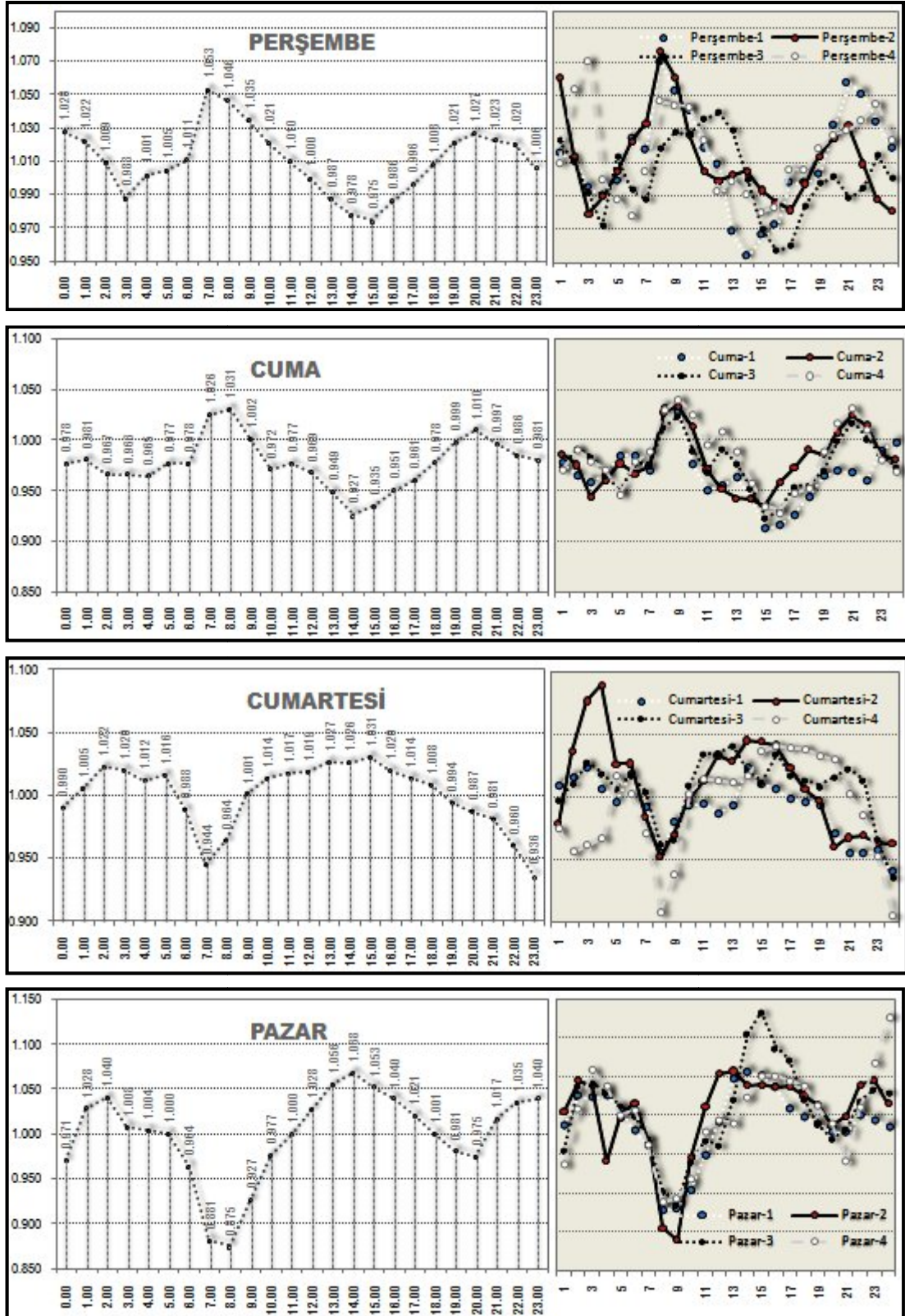
Tablo 3.12 Günlük-saatlik ortalama günler parametre hesap tablosu

GÜNLÜK DEĞİŞİM KATSAYILARI							
ZAMAN	1.005	1.002	1.033	1.012	0.968	0.990	0.989
	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	PAZAR-
0.00	0.989	0.982	1.037	1.016	0.978	1.010	0.987
1.00	0.991	0.981	1.010	1.011	0.966	1.016	1.025
2.00	0.991	0.996	1.012	0.995	0.960	1.023	1.023
3.00	0.994	0.998	1.020	0.990	0.966	1.007	1.025
4.00	0.996	0.989	1.025	0.999	0.986	0.996	1.009
5.00	0.997	0.980	1.015	1.024	0.985	1.018	0.981
6.00	1.004	0.994	1.057	1.018	0.971	0.992	0.965
7.00	0.937	1.032	1.092	1.071	1.033	0.955	0.880
8.00	0.960	1.011	1.085	1.053	1.028	0.981	0.882
9.00	1.019	1.017	1.047	1.041	0.978	0.993	0.905
10.00	1.050	0.990	1.046	1.019	0.952	0.995	0.950
11.00	1.036	0.976	1.045	1.009	0.955	0.987	0.991
12.00	1.021	0.975	1.033	0.968	0.964	0.993	1.046
13.00	1.035	0.980	1.010	0.953	0.942	1.024	1.056
14.00	1.054	0.992	1.013	0.966	0.913	1.011	1.051
15.00	1.048	1.013	1.008	0.972	0.917	1.006	1.036
16.00	1.025	1.015	1.030	0.998	0.927	0.998	1.008
17.00	1.018	1.014	1.030	0.997	0.946	0.997	0.998
18.00	1.002	1.021	1.026	1.003	0.965	0.994	0.989
19.00	0.999	1.017	1.032	1.032	0.970	0.970	0.979
20.00	0.981	1.017	1.043	1.057	0.969	0.955	0.978
21.00	0.984	1.009	1.040	1.051	0.960	0.955	1.001
22.00	0.996	1.011	1.017	1.034	0.990	0.957	0.994
23.00	0.984	1.043	1.029	1.019	0.998	0.940	0.986

İçme suyu tüketimi insanların iş ve yaşam biçimlerine bağlı olarak haftanın her gününde farklılıklar göstermektedir. Bu değişimin temel olarak hafta içi ve hafta sonu olarak farklılık göstereceği düşünülmüş olmakla birlikte elde yeterli veri olduğundan tüm günler 24 saat üzerinden 30 günlük incelenmiştir (Şekil 3.25 ve Şekil 3.25a)



Şekil 3.25 1 Aylık saatlik ortalama pazartesi-çarşamba günleri tüketim eğilim değişim katsayıları



Şekil 3.25a1 Aylık saatlik ortalama pazartesi – perşembe günleri değişim grafikleri.

Grafikler incelendiğinde salı, çarşamba ve perşembe günlerinin benzerlik gösterdiği diğer günlerin daha farklı bir yapı oluşturduğu görülmektedir. Modelde tüm günler için farklı 24 saat dilimleri olacak şekilde uygulanmıştır (Tablo 3.13).

**Tablo 3.13** 24 saatlik haftanın günleri değişim parametre tablosu

ZAMAN	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
0.00	↑1.0410	↓0.9860	⇒1.0064	↑1.0275	⇒0.9776	⇒0.9903	⇒0.9711
1.00	⇒1.0184	↓0.9749	↓0.9701	⇒1.0224	⇒0.9810	↑1.0050	↑1.0283
2.00	↓0.9909	↓0.9917	↓0.9788	⇒1.0092	⇒0.9667	↑1.0224	↑1.0403
3.00	⇒1.0091	⇒1.0061	⇒1.0020	↓0.9879	⇒0.9664	↑1.0205	↑1.0081
4.00	⇒1.0089	⇒1.0025	⇒1.0058	⇒1.0014	⇒0.9651	↑1.0118	⇒1.0044
5.00	↓0.9818	⇒1.0158	⇒1.0039	⇒1.0045	⇒0.9773	↑1.0163	⇒1.0005
6.00	↑1.0202	⇒1.0107	↑1.0281	⇒1.0109	⇒0.9776	⇒0.9883	⇒0.9641
7.00	⇒1.0109	↑1.0393	↑1.0455	↑1.0531	↑1.0255	↓0.9445	↓0.8813
8.00	⇒1.0106	↑1.0198	↑1.0526	↑1.0464	↑1.0312	↓0.9641	↓0.8753
9.00	⇒1.0143	⇒0.9962	↑1.0256	↑1.0346	↑1.0018	↑1.0010	↓0.9266
10.00	⇒1.0188	↓0.9850	⇒1.0131	⇒1.0206	⇒0.9718	↑1.0140	⇒0.9768
11.00	↑1.0220	↓0.9760	⇒0.9980	⇒1.0101	⇒0.9769	↑1.0172	⇒0.9998
12.00	⇒1.0180	↓0.9750	↓0.9919	↓0.9997	⇒0.9685	↑1.0187	↑1.0281
13.00	↑1.0253	↓0.9683	↓0.9878	↓0.9871	↓0.9491	↑1.0268	↑1.0555
14.00	↑1.0316	↓0.9748	↓0.9945	↓0.9775	↓0.9273	↑1.0259	↑1.0685
15.00	↑1.0322	↓0.9817	↓0.9933	↓0.9746	↓0.9346	↑1.0309	↑1.0527
16.00	⇒1.0152	⇒0.9917	↓0.9964	↓0.9864	↓0.9507	↑1.0196	↑1.0400
17.00	⇒1.0163	⇒0.9984	↓0.9934	↓0.9961	↓0.9613	↑1.0139	↑1.0206
18.00	⇒1.0051	⇒0.9997	⇒0.9999	⇒1.0081	⇒0.9780	↑1.0084	⇒1.0007
19.00	⇒1.0041	↓0.9914	⇒1.0099	⇒1.0211	↑0.9985	⇒0.9941	⇒0.9808
20.00	↓0.9866	⇒1.0030	⇒1.0116	⇒1.0269	↑1.0103	⇒0.9869	⇒0.9748
21.00	↓0.9747	⇒1.0044	⇒1.0036	⇒1.0226	⇒0.9969	⇒0.9810	↑1.0169
22.00	↓0.9870	⇒1.0019	⇒1.0099	⇒1.0203	⇒0.9857	↓0.9604	↑1.0348
23.00	↓0.9885	⇒1.0151	↑1.0336	⇒1.0060	⇒0.9807	↓0.9365	↑1.0396

### 3.4 Model İşlevsellik Yapısı

Model oluşturulmasında modüler bir yaklaşım, modelin hayata geçirilmesi için önerilen yöntemdir. Parçalara ayırım; etkilidir, kolaylıkla yürütülebilir ve düzeltilebilir. Parçalara ayırım yardımıyla, tüm yapıya entegre bloklar ve tekrarlayıcı işlemlerle model inşa edilir. Burada, her bir tekrarda model daha saf hale getirilmeye çalışılır.

Model inşasının modüler kavramı, ürün elde edilmesi ve hayata geçirme süresi boyunca model uygulama esnekliğine izin vermektedir. Modüller ve bloklar, diğer modüllerin gelişimi ve büyümesi etkisi olmaksızın düzeltilebilir. Bir modüler modelin inşasında, model fonksiyonlarını sonraki sıranın detay seviyesinin mantıksal alt fonksiyonlarına böleriz.

Modüller iki çeşittir; sistem modülleri ve yardımcı modüller.

**a. Sistem Modülleri** : Sistem mantığında özgün fonksiyonu simüle eder. Bir sistem modülü sistemin parçasını gösterir. Oluşturulan model çalışmasında kentin su yönetiminde ortaya çıkan şartlar doğrultusunda alternatif işletme olanaklarının neler olabileceğinin kararlarının verilmesi hedeflendiğinden mevcut veritabanı veya oluşturulabilecek senaryolar doğrultusunda ana dağıtım sisteminde meydana gelen durumlar ortaya konulmaktadır.

- i. Sistem analizi fonksiyonu
- ii. Senaryo oluşturma fonksiyonu

**b. Yardımcı Modüller** : Modelin bir entegral kısmıdır, fakat direkt olarak bir sistem fonksiyonunu göstermez. Ana dağıtım sistemindeki karar, değerlendirme ve durum bilgileri sağlanması için;

- i. Sistem durum izleme fonksiyonu
- ii. Sistem depo dengeleme
- iii. Kritik nokta su akış yön takibi
- iv. Üretilen su kontrol

fonksiyon modülleri hazırlanmıştır.

#### 3.4.1 Model Temel Fonksiyonlar

Modelleme temel fonksiyonlarının gerçekleştirme yönetimi için ara yüzler oluşturulmuştur. Böylece işletme çözümleri için ;

- a. Sistem Analizi** : Sistemin durumu ile ilgili de meydana gelen durum değişimlerine karşılık değerler depolama başlangıç değerleri veya kısıtlar oluşturularak sistem dengesinin sağlandığı ve sonuçların izlendiği,
- b. Senaryo Uygulama** : Sistemde su üretim kaynaklarında meydana gelebilecek olası olay ve durumların uygulanmasının sağlandığı,

### 3.4.1.1 Model Sistem Analizi Modülü

Sistem analizi modülü ile gerçekleşen veya senaryo uygulanan güne ait üretim, tüketim ve depolama sonuçları takip edilerek gerekli kararların alınması sağlanması amaçlanmıştır. Ana dağıtım sistemindeki 24 saatlik çalışma sonuçları, oluşan durumlar ve alınabilecek önlemler bu ekran üzerinde yapılabilmektedir (Şekil 3.26).

Ana dağıtım sisteminin model uygulaması sonuçları izleme, uyarı, kontrol ve analiz için gerçekleştirilen işlevler;

#### 1. Sistem sonuçları

- a. Bölgelerin, maksimum, ortalama su tüketimleri ve su tüketim oranları,
- b. 24 saatlik depo seviye değişimi grafikleri,
- c. Sistem ortalama üretim, tüketim miktarları ve minimum- maksimum değerlerin meydana geldiği saatler,
- d. Uygulama tarih bilgisi (senaryo için ay ve gün) ,

#### 2. Sistem durum mesajları

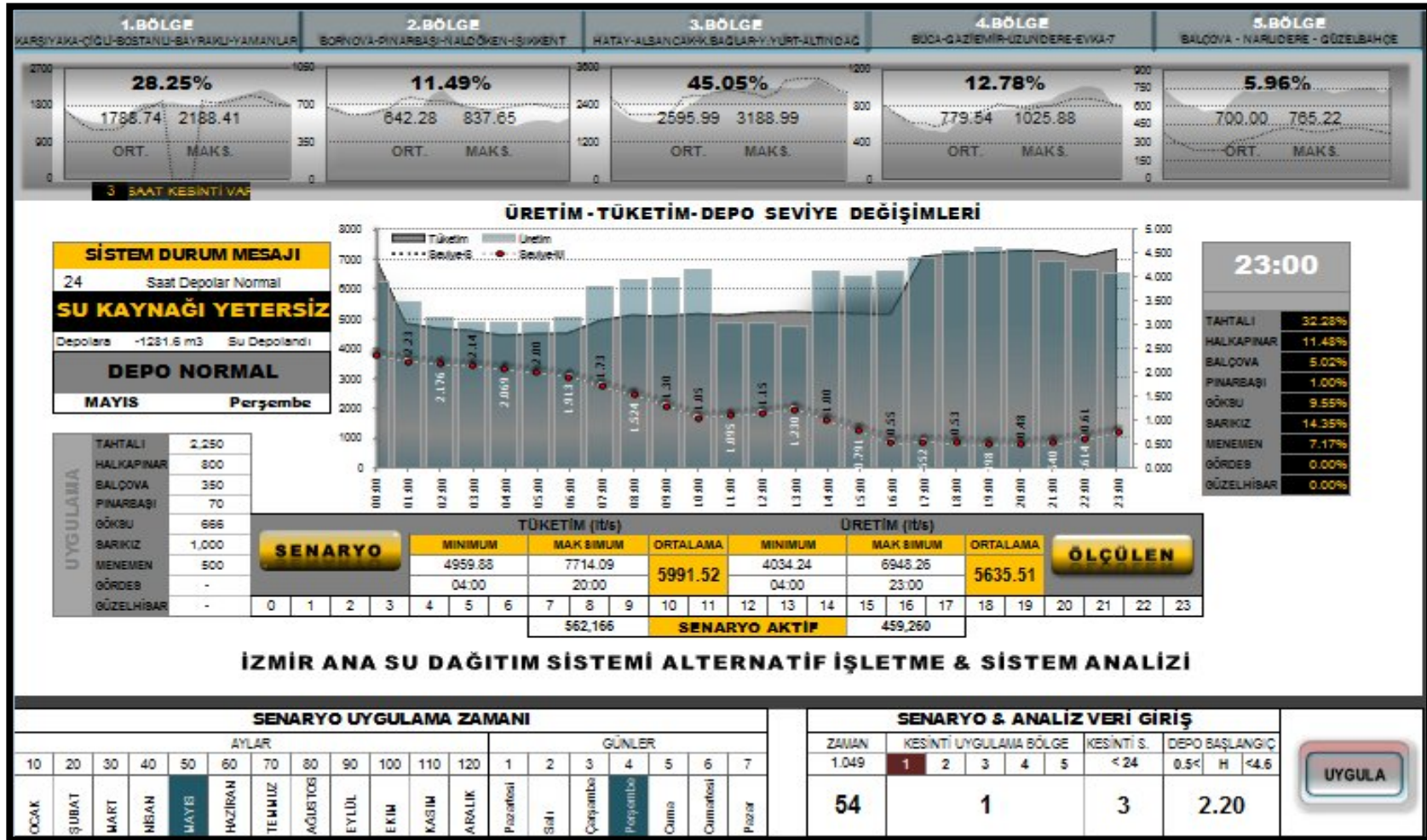
- a. Üretim miktarının uygunluğu (normal-yetersiz),
- b. Depolama durumu (normal-depo taşıyor-depoda su bitiyor),
- c. Depolardan sisteme verilen su durumu (24 saat normal – x saat su yetersiz),

#### 3. Sistemin kontrol altına alınması

- a. Su yetersizliği durumunda su kesintisi yapılacak bölge ve kesinti süresi,
- b. Su fazlası veya yetersizliği durumunda depo başlangıç seviye değişimi,
- c. Farklı ay ve gün uygulama,

#### 4. Sistem seçenekleri

- a. Senaryonun aktif hale getirilmesi,
- b. Veritabanının aktif hale getirilmesi,



**İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ**

SENARYO UYGULAMA ZAMANI																		
AYLAR						GÜNLER												
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	1	2	3	4	5	6	7
OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Pazarfesti	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar

SENARYO & ANALİZ VERİ GİRİŞ							
ZAMAN	KESİNTİ UYGULAMA BÖLGE					KESİNTİ S.	DEPO BAŞLANGIÇ
1.049	1	2	3	4	5	<24	0.5< H <4.6
54	1					3	2.20

**UYGULA**

Şekil 3.26 Model senaryo fonksiyonu kaynak kesinti uygulaması, uygulama-karar, kaynak kullanımı birimlerinin kullanıldığı ekran görüntüsü

### 3.4.1.2 Senaryo Uygulama Modülü

Ana dağıtım sistemini etkileyen gerçekleşecek olumsuz şart ve durumların modele yansıtılması amacıyla oluşturulan modüldür. Şekil 3.27 ve Şekil 3.27a' ekran girişleri gösterilen bu modülü kullanılarak farklı şartlar altında senaryo oluşturmak mümkündür.

- Kaynak Kesinti Uygulaması;** 24 saat içinde her bir kaynakta meydana gelebilecek durumlar karşılığı (pompa arızası, x saatlik bakım, x saatlik elektrik kesintisi vb.) tabloda işaretlenir.
- Uygulama-Karar;** Kaynak kesinti uygulaması sonucundaki etki oranı işaretlenir (%50-100 etki).
- Kaynak Kullanımı;** Üretim kaynaklarındaki maksimum kapasite kullanıma karşılık gerçekleştirilmesi öngörülen kullanım oranı işaretlenir. (% 0-100) kaynaktan sisteme verilecek su miktarı karşılığıdır.

0: Devredışı		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00		
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U1(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U3(t)																										
	U5(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U8(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U9(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U4(t)																										
	U6(t)																										
	U7(t)																										

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çıgıt
	0	10	20	30	40	50	
U1(t)	X						0
U2(t)	X						0
U3(t)							1
U5(t)	X						0
U8(t)	X						0
U9(t)	X						0
U4(t)							1
U6(t)							1
U7(t)							1

KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)				
	0%	25%	50%	75%	100%	Başlangıç	Alınan	Kuzey	Yer altı	
1000 U1(t)	X					0	0			
2000 U2(t)	X					0	0			
1000 U3(t)			X			500	500	12.1%	500.0	41.2%
70 U5(t)	X					0	0			
1500 U6(t)	X					0	0			
600 U9(t)	X					0	0			
1600 U4(t)				X		1200	1200			
700 U6(t)		X				175	175	87.9%	3625.0	66.8%
4500 U7(t)			X			2250	2250			
						4125.0				4125.0

Şekil 3.27 Model senaryo fonksiyonu kaynak kesinti uygulaması, uygulama-karar, kaynak kullanımı birimlerinden oluşan giriş ekranı.



Uygulanan senaryo girdilerinin takibi, ortalama toplam kullanım miktarları, kaynak bölgelerine göre dağılım oranları, başlangıç değerleri ve 24 saatlik içinde bir ayrı bir senaryo olması halinde ortalama toplam kullanım miktarları değişiminin gösterilmesi ile sağlanmıştır.

KAYNAK / KAPASİTE		KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)						
		0%	25%	50%	75%	100%	Başlangıç	4125.0	Alınan		Yer altı		
1000	U1(t)	X					0		0	12.1%	500.0	41.2%	1700.0
2000	U2(t)	X					0		0				
1000	U3(t)			X			500		500				
70	U5(t)	X					0		0	Güney	Yerüstü	4125.0	
1500	U8(t)	X					0		0				
600	U9(t)	X					0		0	87.9%	3625.0	58.8%	2425.0
1600	U4(t)				X		1200		1200				
700	U6(t)		X				175		175				
4500	U7(t)			X			2250		2250				

Şekil 3.27a Uygulanan senaryoya göre üretim kaynakları su miktarlarının belirlendiği giriş ekranı ve kullanımı ekranı.

### 3.4.2 Model Alt Fonksiyonlar

İzmir ana dağıtım sistemindeki benzetimi sağlayan modellemenin temel işlevselliği dışında sistemdeki durum ve etkileyen şartları yansıtacak alt fonksiyonlar oluşturulmuştur. Bu alt fonksiyonlar model temel fonksiyonları gerçekleştirilmesi sonrasında elde edilen verilerin kullanılması sonucunda işlevsel hale geldiğinden öncelikle model temel işlevinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

#### 3.4.2.1 Sistem Gerçek Zamanlı İzleme

Modelde kullanılan verilerin gerçekteki içme suyu ana dağıtım sistemdeki zamansal değişimini yansıtacak şekilde izlenebilmesi için görsel benzetim yapılmıştır. Bu ekranda veritabanı ve modelleme fonksiyonelliğinin sonuçlarını 24 saatlik gerçekleşme zamanına göre üretim, tüketim ve depo durum değişimleri izlenmesi mümkün olmaktadır. Geçmiş kayıtlar veya model senaryo numarası girilerek işlem başlatılır (Şekil 3.28).



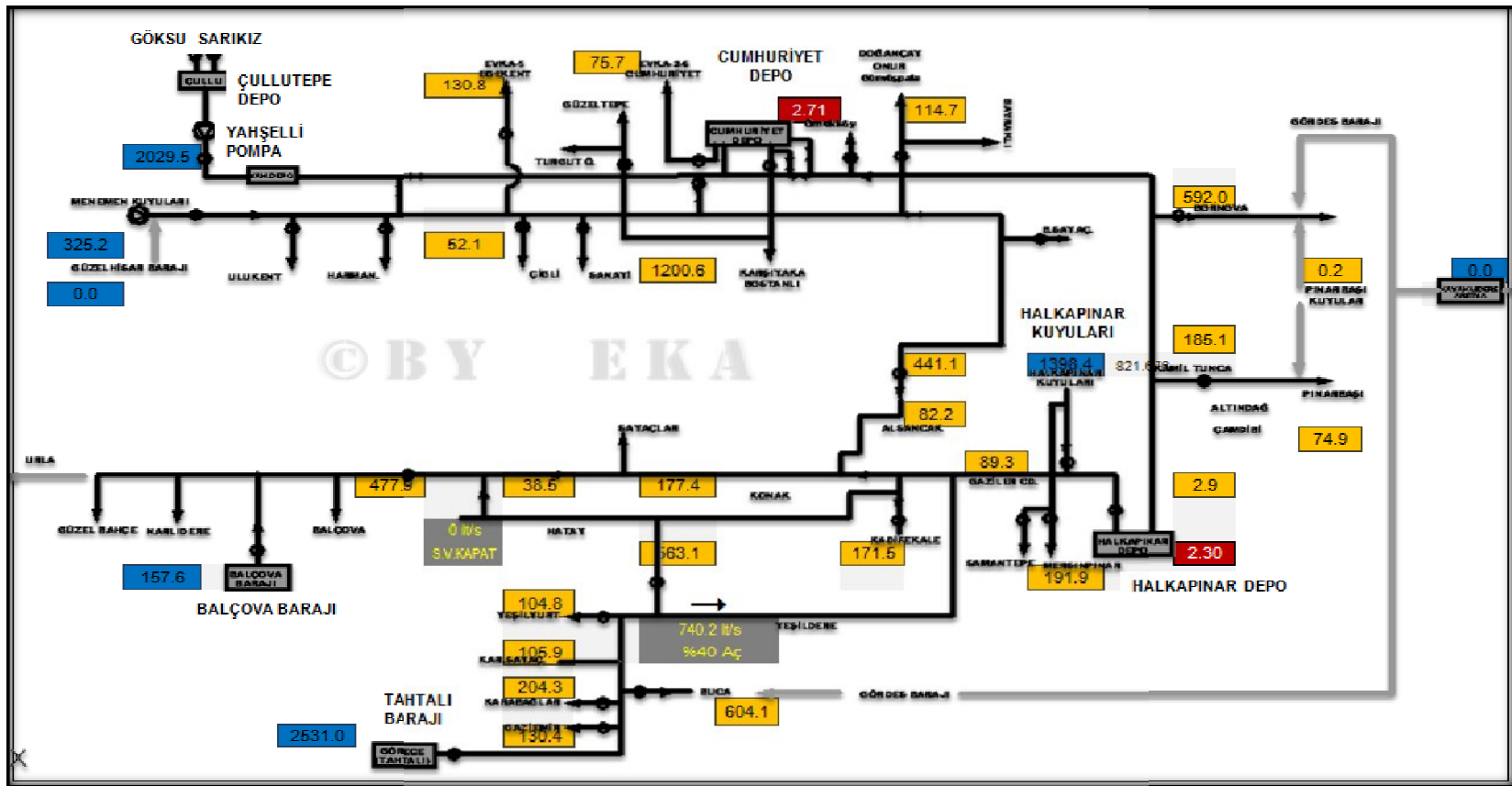
DOKUZ EYLÜL UNIVERSITY  
HYDRAULICS-HYDROLOGY AND WATER RESOURCES PROGRAM  
**İZMİR MAIN WATER DISTRIBUTION NETWORK  
SYSTEM ANALYSE**  
CONSTRUCTION & DESIGN BY ENES KARA -2011

22 Ocak 2009 Perşembe

# 23:00

**START**

OPERATION NUMBER  
**17**



Şekil 3.28 İzmir ana dağıtım sistemi modellemesi gerçek zamanı indirgenmiş izleme ekranı.

### 3.4.2.2 Model Depo Dönüşümü

Modelleme için kullanılan sistem ana depolaması, su dağıtım sistemdeki iki deponun (Halkapınar-Cumhuriyet) işlevini gerçekleştirecek şekilde dönüşümü sağlayan alt fonksiyon hazırlanmıştır.

Alt fonksiyonda, modelde kullanılan ana depo hesabı üzerinden matematiksel yakınsama algoritması kurularak Cumhuriyet ve Halkapınar depolarının seviyeleri üretim kaynaklarının durumu dikkate alınarak hesaplanmıştır (Tablo 3.14).

Bu fonksiyon ile Tablo 3.15' de örnek olarak gösterildiği gibi model ana deposundan İzmir kenti ana dağıtım sisteminin regülasyonunu sağlayan iki ana depo (Cumhuriyet ve Halkapınar depoları) seviyelerine dönüşümü sağlanarak gerçekleşen durum analizleri yapılabilmektedir.

- Hh(t)** : Sistem ana depo
- H1(t)** : Cumhuriyet depo
- H2(t)** : Halkapınar depo
- UK(t)** : Üretim kuzey
- UG(t)** : Üretim güney
- $\alpha(t)$**  : Katsayı
- $\beta(t)$**  : Katsayı
- KK1(t)** : Dönüşüm değeri
- KG2(t)** : Dönüşüm değeri

Hazırlanan bu fonksiyonun işlevini doğru bir şekilde yerine getirip getirmediğinin tespiti için gerçek seviye ölçümleri ile tutarlılığı test edilmiştir. Cumhuriyet ve Halkapınar depoları iki gözlüdür, sistem ana deposunu temsil etmesi için dört seviye ölçüm değerinin ortalaması alınarak ortaya çıkan ortalama seviye değerinin sistemi temsil edeceği düşünülmüştür.

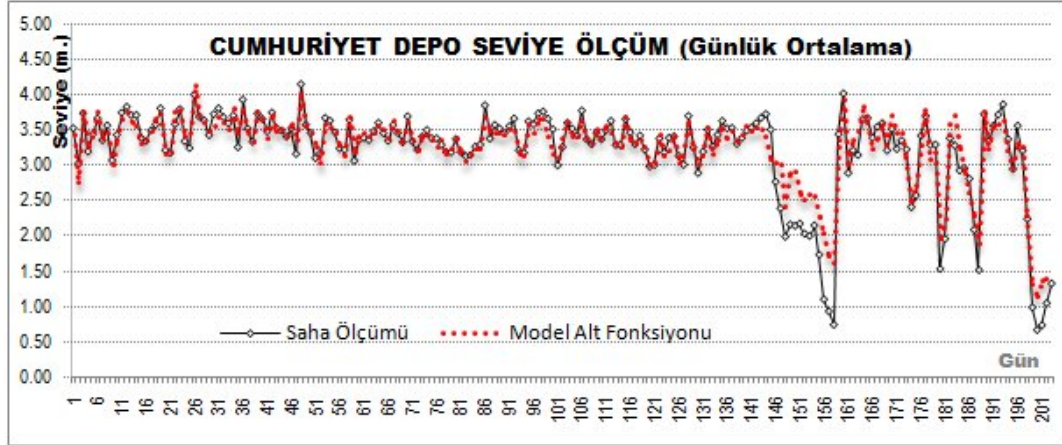
**Tablo 3.14** Model deposunun sistem iki ana deposuna dönüştürme alt fonksiyonu adımları.

<b>0</b>	<b>UK(t)</b>	<b>UG(t)</b>	<b>UT(t)</b>
	UK(t)	UG(t)	UK(t)+UG(t)
	<b><math>\alpha(t)</math></b>	<b><math>\beta(t)</math></b>	<b>Hh(t)</b>
	UK(t)/UT(t)	UG(t)/UT(t)	Hh(t)
<b>1</b>	<b>KK1(t)</b>	<b>KG1(t)</b>	<b>K1o(t)</b>
	Hh(t)* $\alpha(t)$	Hh(t)* $\beta(t)$	(KK(t)+KG(t))/ 2
	<b><math>\alpha_1(t)</math></b>	<b><math>\beta_1(t)</math></b>	<b>Hh(t)</b>
	KK1(t)/K1o(t)	KG1(t)/K1o(t)	
<b>2</b>	<b>KK2(t)</b>	<b>KG2(t)</b>	<b>K2o(t)</b>
	Hh(t)* $\alpha_1(t)$	Hh(t)* $\beta_1(t)$	(KK2(t)+KG2(t))/ 2
	<b><math>\alpha_2(t)</math></b>	<b><math>\beta_2(t)</math></b>	<b>Hh(t)</b>
	KK2(t)/K2o(t)	KG2(t)/K2o(t)	
<b>3</b>	<b>KK3(t)</b>	<b>KG3(t)</b>	<b>K3o(t)</b>
	Hh(t)* $\alpha_2(t)$	Hh(t)* $\beta_2(t)$	(KK3(t)+KG3(t))/ 2
	<b><math>\alpha_3(t)</math></b>	<b><math>\beta_3(t)</math></b>	<b>Hh(t)</b>
	KK3(t)/K2o(t)	KG3(t)/K2o(t)	
<b>SONUÇ</b>	<b>H1(t)</b>	<b>H2(t)</b>	<b>Hh(t)</b>
	KK3(t)	KG3(t)	K3o(t)

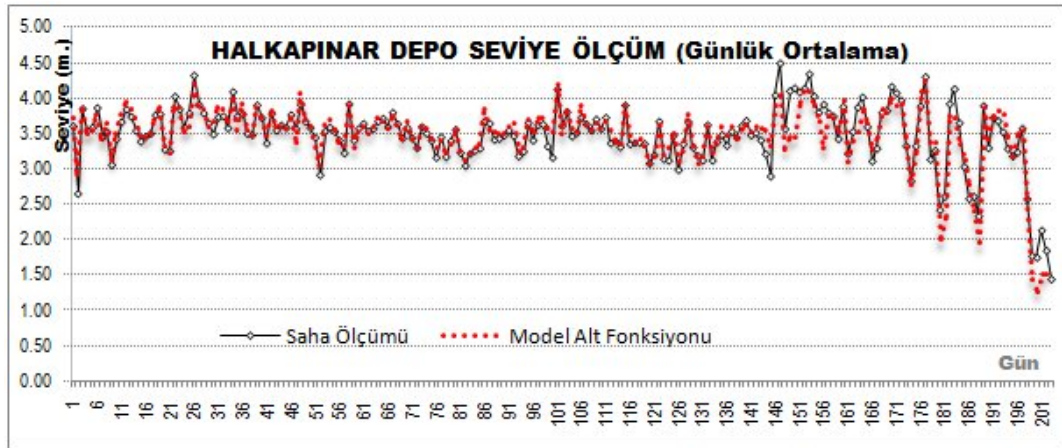
**Tablo 3.15** Model ana depolamanın sistem alt depolarına dönüşümü hesabı örneği.

9 BY EKA	UK(t)	UG(t)	UT(t)	Rate of source	Vis Level	Cal Level	1. Rated Level	1. Average	1. Visual Level	2. Rated Level	2. Average	2. Visual Level	3. Rated Level	
00:00	3558.21	2280.52	6838.7	0.609	0.391	2.699	2.799	1.705	1.593	1.399	0.620	0.781	2.299	2.188
01:00	3552.51	2353.05	6905.6	0.602	0.398	2.755	2.850	1.738	1.151	1.445	0.831	0.797	2.401	2.302
02:00	3559.22	2295.71	6816.9	0.612	0.388	2.904	3.093	1.874	1.188	1.531	0.817	0.776	2.502	2.377
03:00	3548.87	2214.31	6761.2	0.616	0.384	3.039	3.265	2.010	1.255	1.633	0.812	0.769	2.652	2.510
04:00	3544.20	2155.90	6700.2	0.622	0.378	3.173	3.471	2.158	1.313	1.736	0.804	0.756	2.792	2.628
05:00	3554.17	2247.51	6811.7	0.613	0.387	3.347	3.677	2.255	1.422	1.838	0.815	0.773	2.927	2.844
06:00	3340.45	2008.43	6948.9	0.592	0.438	3.488	3.888	2.183	1.705	1.944	0.890	0.877	3.482	3.409
07:00	3337.04	2055.84	6192.9	0.539	0.461	3.551	4.047	2.181	1.895	2.023	0.928	0.922	3.755	3.732
08:00	3548.51	2580.45	6198.0	0.578	0.422	3.553	4.121	2.384	1.737	2.081	0.884	0.843	3.582	3.475
09:00	3545.43	2725.18	6270.8	0.595	0.435	3.551	4.083	2.308	1.774	2.041	0.884	0.895	3.611	3.540
10:00	3545.48	3015.57	6681.0	0.540	0.460	3.534	4.003	2.183	1.940	2.002	0.925	0.910	3.704	3.680
11:00	3543.15	2895.27	6411.4	0.553	0.447	3.429	3.888	2.148	1.739	1.944	0.905	0.895	3.517	3.478
12:00	3548.44	2653.30	6199.7	0.572	0.428	3.277	3.721	2.129	1.593	1.801	0.874	0.850	3.253	3.185
13:00	3540.13	2575.05	6116.2	0.579	0.421	3.110	3.548	2.054	1.494	1.774	0.884	0.842	3.084	2.988
14:00	3541.55	2538.30	6079.8	0.583	0.417	2.901	3.399	1.980	1.419	1.700	0.888	0.835	2.918	2.838
15:00	3548.39	2659.58	6209.0	0.571	0.429	2.859	3.301	1.887	1.415	1.651	0.875	0.857	2.889	2.830
16:00	3542.53	2880.63	6409.2	0.553	0.447	2.788	3.225	1.783	1.443	1.613	0.905	0.895	2.918	2.885
17:00	3538.88	2977.28	6618.2	0.543	0.457	2.698	3.121	1.695	1.429	1.501	0.921	0.914	2.874	2.852
18:00	3458.90	2870.13	6127.0	0.594	0.436	2.472	3.049	1.720	1.329	1.524	0.889	0.872	2.702	2.657
19:00	3405.81	2759.81	6188.8	0.553	0.447	2.275	2.908	1.640	1.327	1.484	0.905	0.895	2.685	2.655
20:00	3559.75	2824.24	6884.0	0.558	0.442	2.156	2.805	1.615	1.281	1.448	0.897	0.885	2.597	2.593
21:00	3563.79	2747.41	6811.2	0.595	0.435	2.100	2.849	1.609	1.240	1.424	0.885	0.871	2.523	2.480
22:00	3542.10	2770.87	6818.0	0.591	0.439	2.079	2.838	1.593	1.240	1.419	0.891	0.878	2.520	2.492
23:00	3544.29	2977.38	6221.7	0.570	0.430	2.045	2.849	1.623	1.228	1.424	0.878	0.861	2.501	2.452

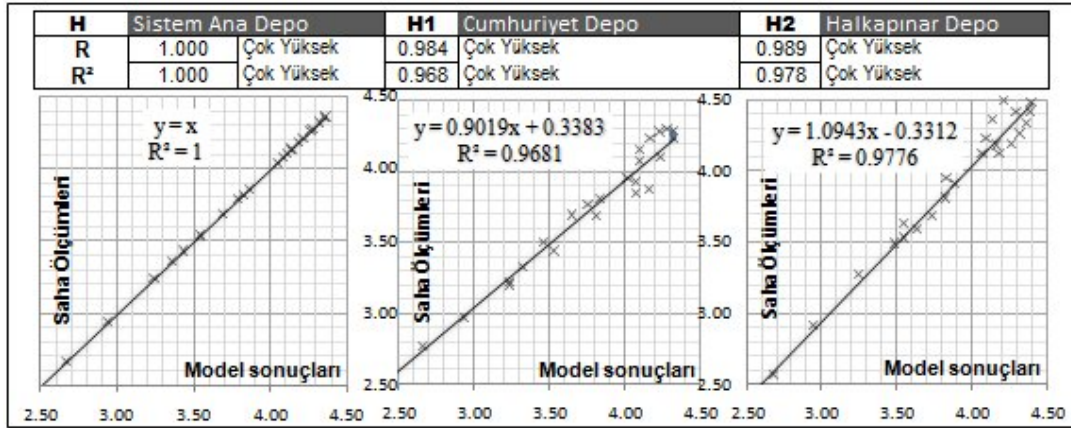
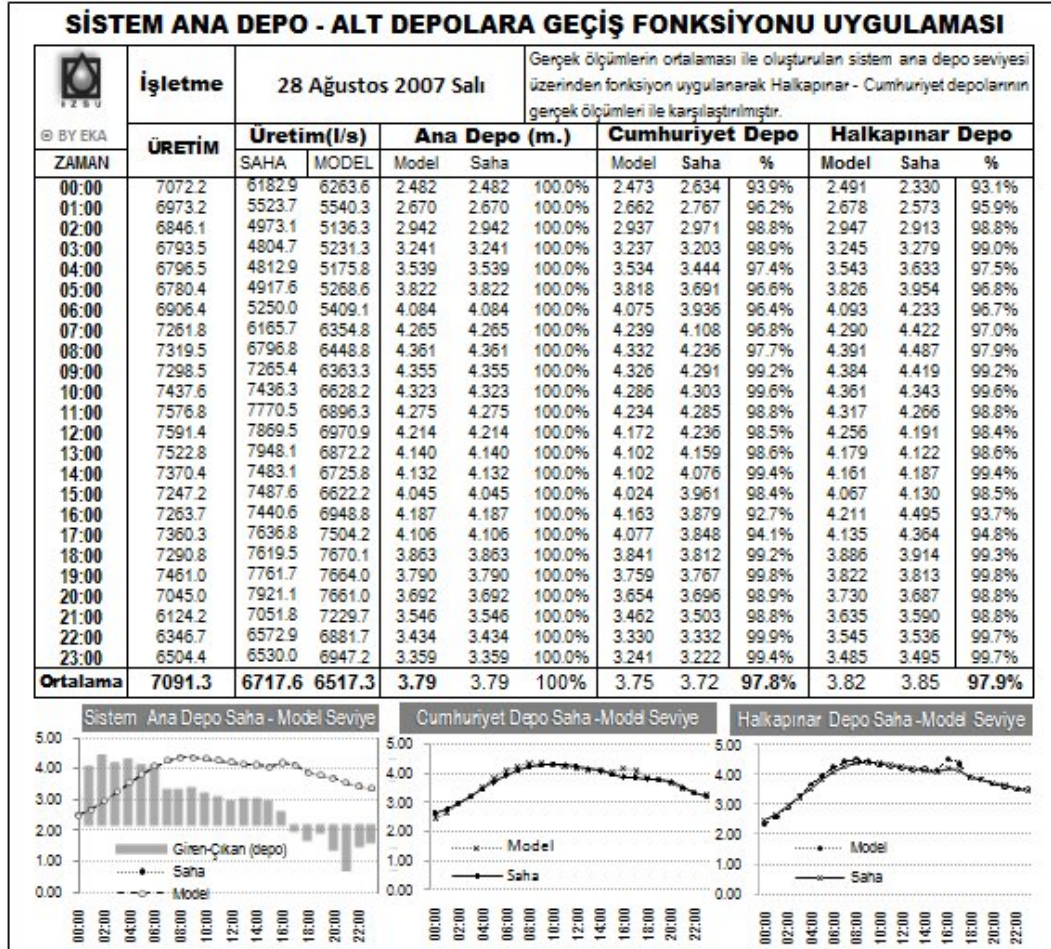
Tüm sistem için bulunan bu ortalama depo seviyeleri daha sonra model alt fonksiyonu kullanılarak iki depo seviyesi tekrar elde edilmiştir. Fonksiyon tutarlılığı 200 günlük ortalama depo seviyeleri her depo için saha ölçümleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 3.29-Şekil 3.30). Ayrıca 24 saatlik üzerinden yapılan saatlik test sonucunda da % 95 üzerinde bir yakınsama olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 3.31).



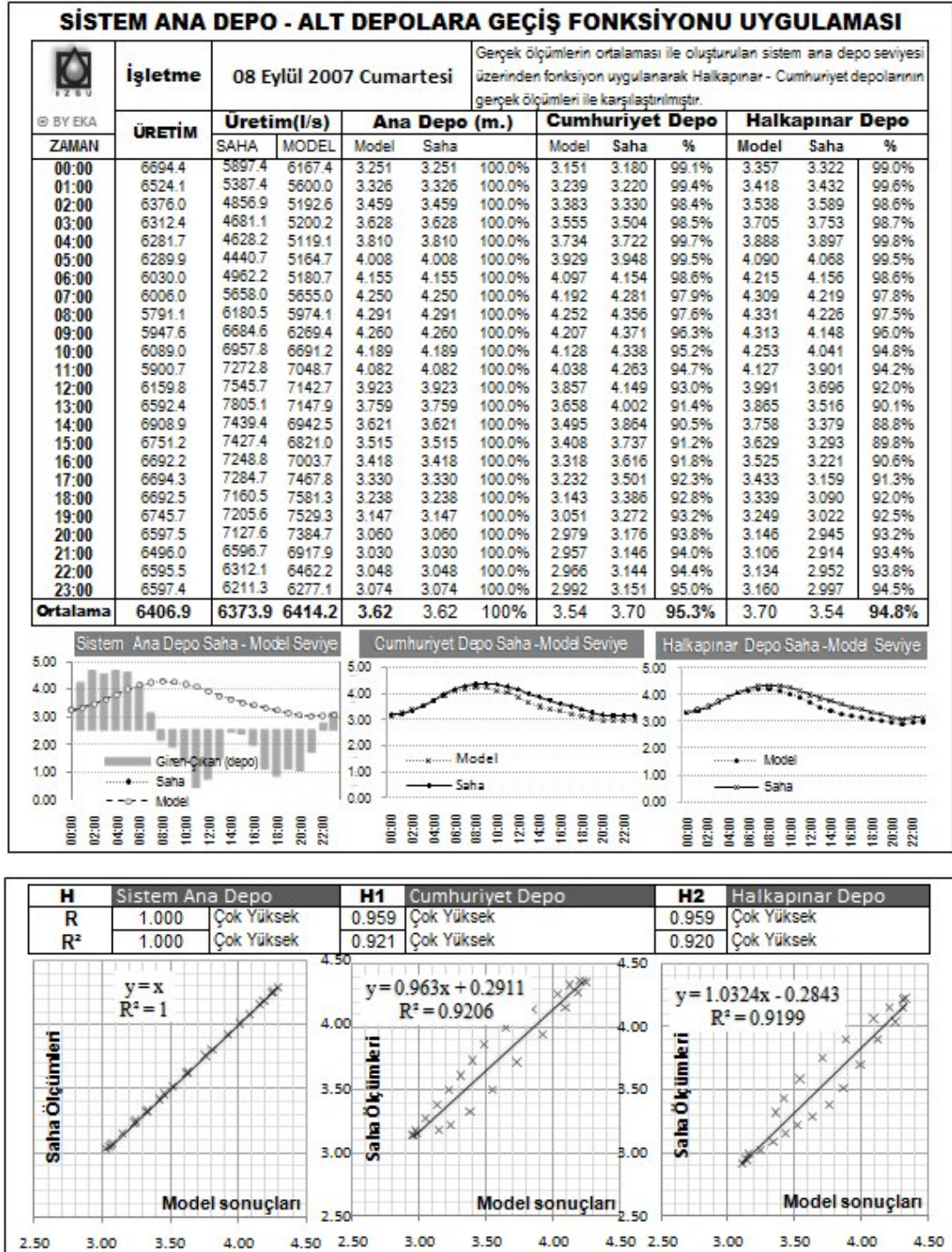
Şekil 3.29 Cumhuriyet deponun gerçekleşen depo seviyesi ile alt fonksiyon hesabı karşılaştırılması



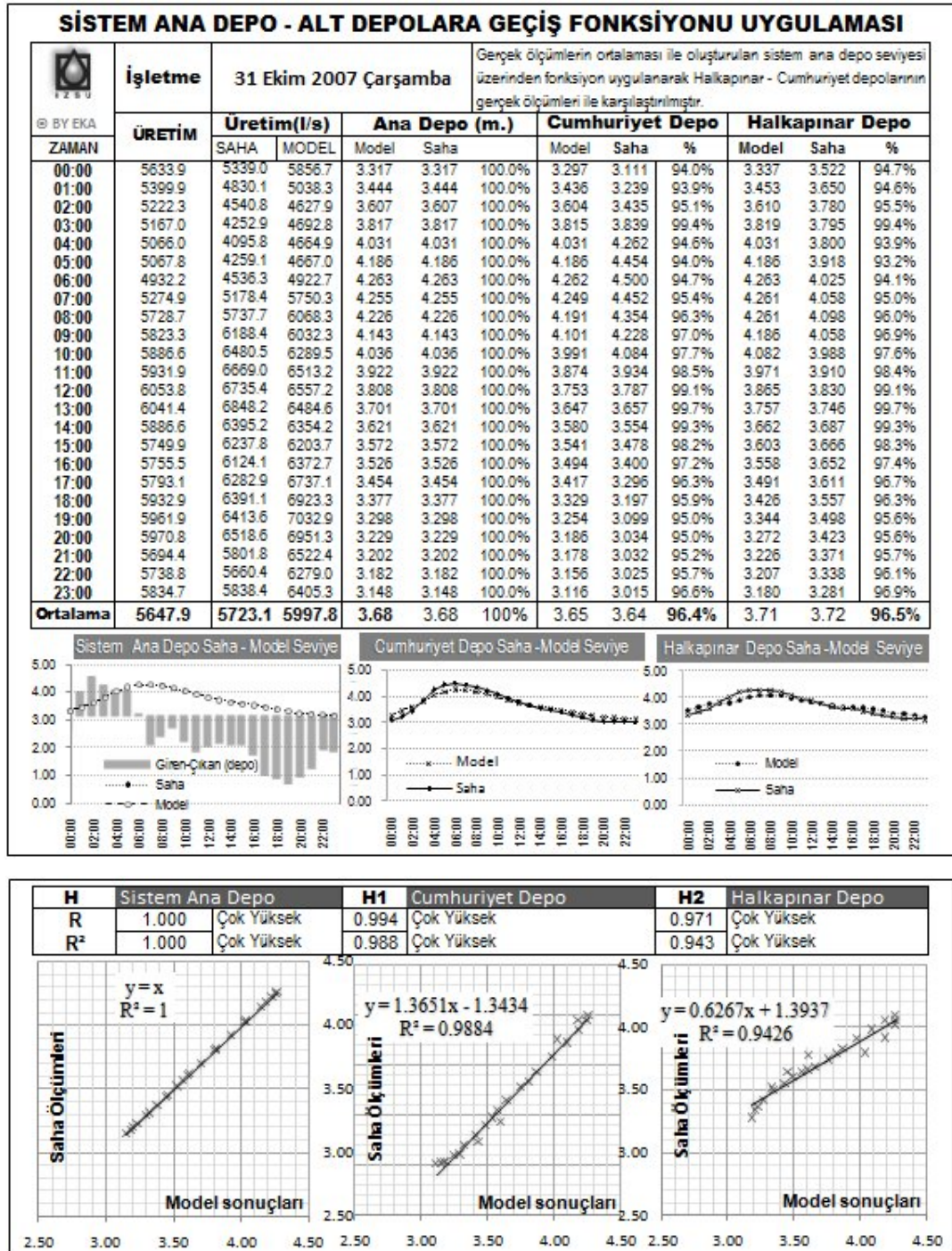
Şekil 3.30 Halkapınar deponun gerçekleşen depo seviyesi ile alt fonksiyon hesabı karşılaştırılması



Şekil 3.31/1 Depoların 24 saatlik ölçülen seviyeleri ile alt fonksiyon hesap sonuçları karşılaştırılması



Şekil 3.31/2 Depoların 24 saatlik ölçülen seviyeleri ile alt fonksiyon hesap sonuçları karşılaştırılması



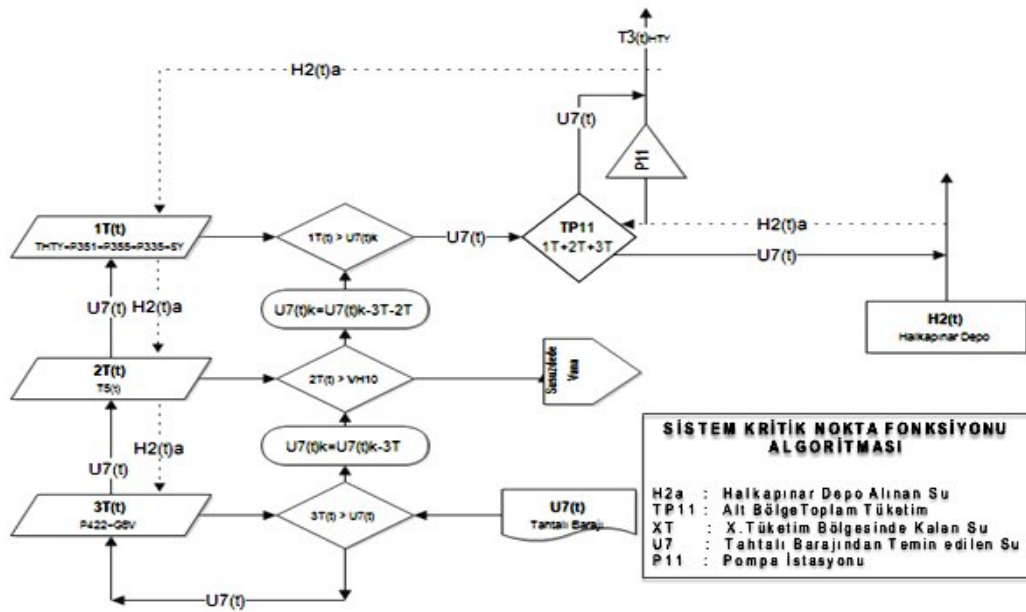
Şekil 3.31/3 Depoların 24 saatlik ölçülen seviyeleri ile alt fonksiyon hesap sonuçları karşılaştırılması



### 3.4.2.3 Dağıtım Sistemi Kritik Nokta Çözümü

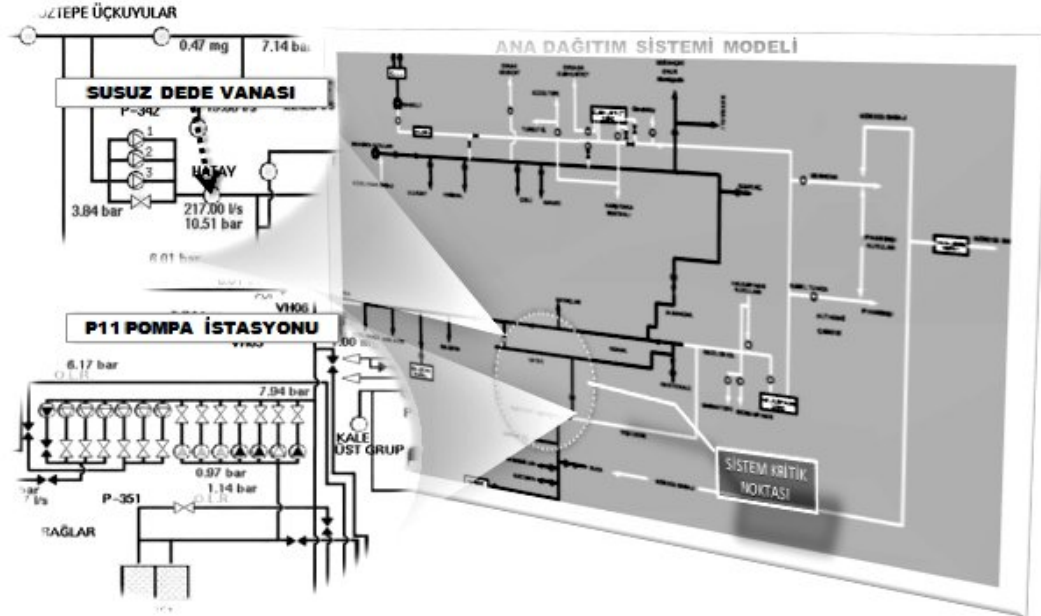
Ana dağıtım sisteminde P11 pompa istasyonu Tahtalı Barajından temin edilen su ile Halkapınar deposu (Halkapınar kaynağı + Kuzey kaynakları) tarafından sağlanan suyun sisteme dağıtımının sağlanması açısından kritik bir uygulama noktasıdır. P11 pompa istasyonuna Tahtalı Barajı tarafından gelen su miktarı dağıtım yapılan bölge ihtiyacından fazla ise vana uygulaması ile Halkapınar tarafına, yeterli değil ise Halkapınar suyu pompalar devreye alınarak Tahtalı Barajından beslenen bölgelere dağıtımını sağlanmaktadır. Üretim kaynaklarının durumuna göre 1000-2000 lt/s 'ye su dağıtımının sağlandığı bu istasyon kritik nokta olarak kabul edilmiş ve model alt fonksiyonu olarak kullanılmak üzere hazırlanmıştır (Şekil 3.32 ve Şekil 3.33).

Ayrıca aynı uygulama içinde Halkapınar tarafından gelen su yetersizliği ve Balçova Barajından su temin edilememesi durumunda beşinci bölge için ilave su ihtiyacı ve P11 pompa istasyonu sonrasındaki dağıtım sistemi üzerinde suyun üçüncü bölgeden beşinci bölgeye takviye ihtiyacı (Susuzdede vana uygulaması) ortaya çıkmaktadır (Tablo 3.15 ve Şekil 3.34). Bu durumda bu alt fonksiyon içinde dikkate alınarak işlevselliği sağlanmıştır.



Şekil 3.32 P11 pompa istasyonu alt fonksiyon uygulama algoritması.

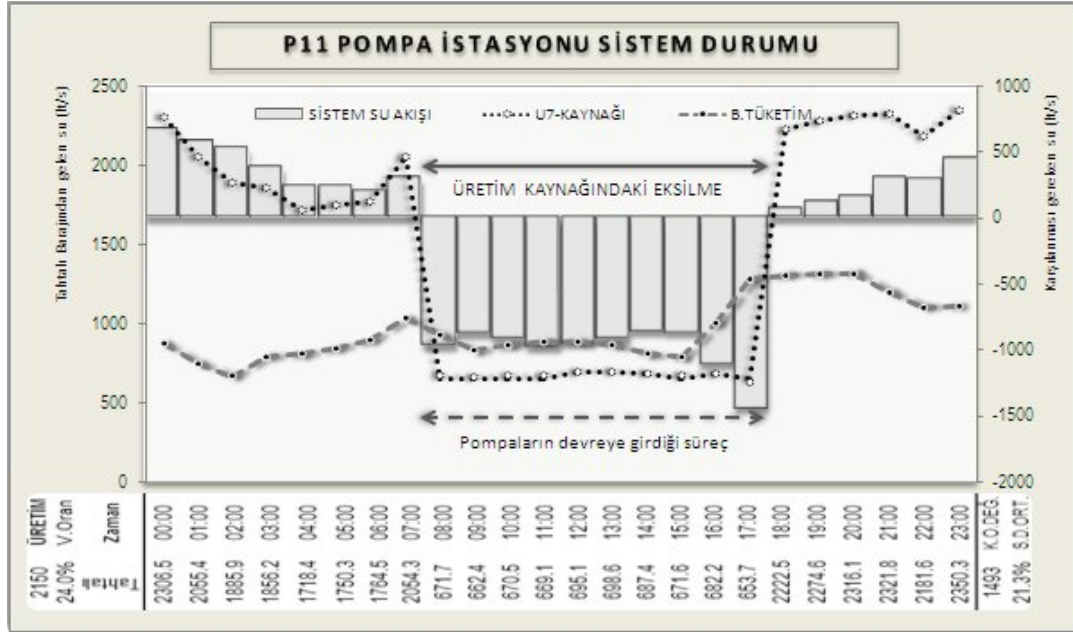
Hazırlanan kritik nokta alt fonksiyon modülü; model temel fonksiyonları hesapları üzerinden gerekli verileri alarak gerçek durum benzetimini yerine getirmektedir.



Şekil 3.33 Kritik nokta uygulamasının modeldeki yeri.

Tablo 3.15 Kritik nokta fonksiyonunun örnek uygulama sonuç tablosu.

SAHA ÖLÇÜMLERİNE GÖRE											
BY EKA	3T	3TS	DURUM	2T	2TS	UYGULAMA	1T	1TS	UYGULAMA		
00:00	805.99	1500.53	Normal	-31.65	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1280.80	218.07	Su fazla <--- H. Vane	218.07	%10 Aç
01:00	750.21	1305.16	Normal	-81.35	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1173.01	50.80	Su fazla <--- H. Vane	50.80	%10 Aç
02:00	688.56	1197.37	Normal	-118.41	l/s	Susuzdede Vane AÇ	971.89	107.07	Su fazla <--- H. Vane	107.07	%10 Aç
03:00	593.25	1262.99	Normal	-140.47	l/s	Susuzdede Vane AÇ	982.03	140.49	Su fazla <--- H. Vane	140.49	%10 Aç
04:00	549.13	1189.23	Normal	-143.81	l/s	Susuzdede Vane AÇ	992.89	32.83	Su fazla <--- H. Vane	32.83	%10 Aç
05:00	540.92	1209.42	Normal	-150.03	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1013.92	45.47	Su fazla <--- H. Vane	45.47	%10 Aç
06:00	520.80	1243.68	Normal	-141.05	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1061.29	41.33	Su fazla <--- H. Vane	41.33	%10 Aç
07:00	630.34	1423.97	Normal	-91.18	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1228.79	104.01	Su fazla <--- H. Vane	104.01	%10 Aç
08:00	664.65	1574.19	Normal	-71.11	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1354.01	149.07	Su fazla <--- H. Vane	149.07	%10 Aç
09:00	716.94	1491.23	Normal	-62.65	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1462.03	-23.45	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-23.45	1 pompa
10:00	743.09	1491.96	Normal	-24.29	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1429.82	37.85	Su fazla <--- H. Vane	37.85	%10 Aç
11:00	770.22	1460.15	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1608.80	-148.65	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-148.65	1 pompa
12:00	776.49	1540.62	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1598.66	-68.04	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-68.04	1 pompa
13:00	777.64	1551.16	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1692.84	-141.68	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-141.68	1 pompa
14:00	828.71	1462.66	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1429.20	33.45	Su fazla <--- H. Vane	33.45	%10 Aç
15:00	863.35	1375.34	Normal	-13.65	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1629.13	-267.44	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-267.44	2 Pompa
16:00	871.59	1402.50	Normal	-10.81	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1637.58	-245.89	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-245.89	1 pompa
17:00	946.10	1232.99	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1654.73	-421.74	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-421.74	2 Pompa
18:00	982.07	1240.45	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1611.33	-370.88	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-370.88	2 Pompa
19:00	1022.83	1251.75	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1543.32	-291.57	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-291.57	2 Pompa
20:00	1025.88	1290.25	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1780.18	-489.93	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-489.93	2 Pompa
21:00	993.35	1328.42	Normal	0.00	Normal	Susuzdede V.KAPAT	1599.42	-271.00	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-271.00	2 Pompa
22:00	832.65	1348.94	Normal	-19.01	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1444.81	-114.87	Su yetersiz -> Pompa çeliş	-114.87	1 pompa
23:00	814.30	1536.02	Normal	-27.94	l/s	Susuzdede Vane AÇ	1395.16	112.92	Su fazla <--- H. Vane	112.92	%10 Aç



Şekil 3.34 Kritik nokta fonksiyonun örnek uygulama grafiği.

#### 3.4.2.4 Su Üretim Durumu Kontrolü

İzmir kentinin ihtiyacı için temin edilen su yeraltı ve yer üstü kaynaklarından kente verilen suyun tüketilen miktarı dışında artan kısmı zaman periyodundaki depolama hacmi miktarı alt ve üst sınırlarını dışına çıkmadan sistem dengesini sağlamalıdır.

Ancak kaynaklarda ortaya çıkabilecek su kalitesi, arıza, bakım veya maliyet vb. gibi belli bir zaman dilimi için geçerli olan olayların dışında sisteme verilecek su miktarının uygunluğunu etkileyen unsur pompa istasyonlarındaki pompa kapasiteleridir.

Pompalar yeraltı su kaynaklarından suyun yüzeye çıkarılması için kullanıldığı gibi kot farkları nedeniyle isale hatları üzerinde de bulunmaktadır. Bu nedenle ana dağıtım sisteminin dengesi sağlanırken pompa kapasite değerleri önem kazanmaktadır. Sistem dengesi sağlanırken yapılan hesaplamada belirli bir kaynaktan sisteme temin edilmesi gereken miktar ile o kaynaktan ve/veya isale hattı üzerindeki pompa kapasiteleri ile orantılı olmak durumundadır.

Örneğin hesaplama sonucunda bir kaynaktan 1350 lt/s su temini ile sistem dengesi sağlanabiliyor iken gerçekte pompa kapasiteleri gereği olarak 1250 lt/s veya 1450 lt/s lik sağlanabilmesi söz konusudur. Bu durumun modellemede dikkate alınabilmesi için üretilen su temel yönlendirici alt fonksiyonu oluşturulmuştur.

Bu fonksiyon ile sistem dengesi ve/veya senaryo uygulamaları sırasında kaynaktan temin edilecek su miktarı o noktada bulunan tüm farklı pompa kapasite ve sayısı dikkate alınarak yapılabilecek uygulama olasılıkları listelenmekte ve istenen su miktarına karşılık uygulama sonucunda verilebilen su miktarı hesaplanmaktadır (Şekil 3.35).

Fonksiyon sistemde;

- |           |   |                                  |
|-----------|---|----------------------------------|
| <b>a.</b> | <i>Göksu Kuyuları</i>                       | Göksu pompa istasyonu            |
| <b>b.</b> | <i>Göksu-Sarıköz Kaynakları İsale Hattı</i> | Yahşelli pompa istasyonu         |
| <b>c.</b> | <i>Menemen Kuyuları</i>                     | Menemen acil pompa istasyonu     |
| <b>d.</b> | <i>Güzelhisar Barajı</i>                    | Petkim pompa istasyonu           |
| <b>e.</b> | <i>Halkapınar Kuyuları</i>                  | Halkapınar pompa istasyonu       |
| <b>f.</b> | <i>Tahtalı Barajı</i>                       | Tahtalı su alma yapısı pompaları |

noktaların da uygulanmıştır.

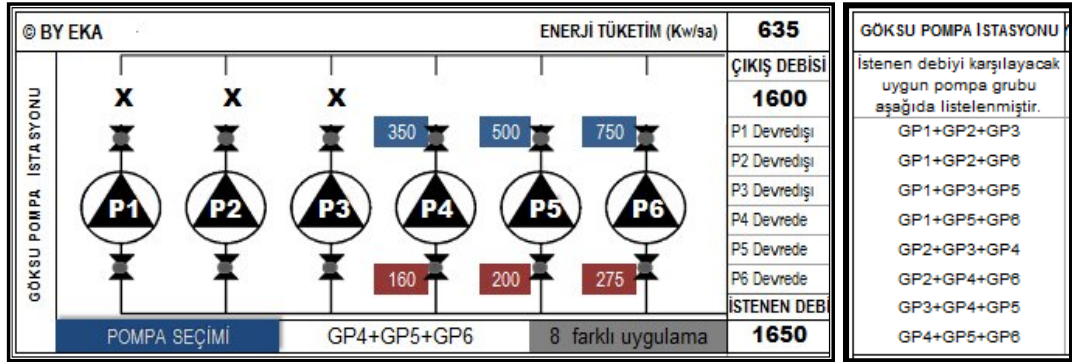
Bu alt fonksiyon işlevi ile ilgili örnek olarak Göksu pompa istasyonunda toplam altı adet pompa bulunmaktadır. İstenen debi olarak 1650 lt/s girişi yapıldığında pompa istasyonunda sekiz farklı uygulama yapılabileceği mesajı çıkmakta ve bunlar listelenmektedir.

Uygun pompa grubu seçeneklerine göre işaretlenerek pompalar devreye alındığında çıkış debisinin 1600 lt/s 'i ayrıca pompa gruplarının kapasite değerlerine göre tüketilecek enerjinin de 635 Kw/h olduğu Şekil 3.36'da görülmektedir.

### ÜRETİM DURUM KONTROL UYGULAMASI

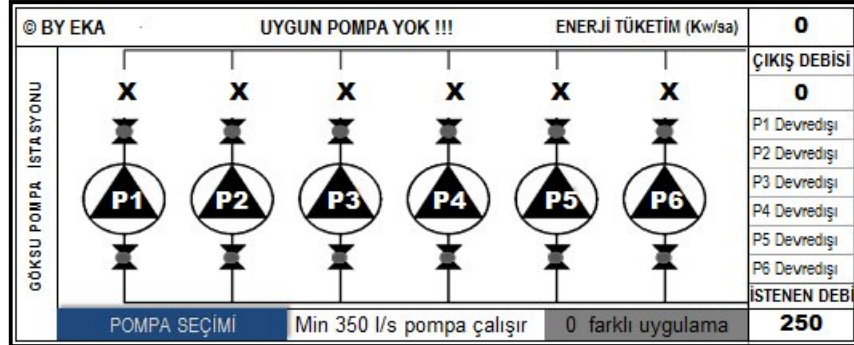
BY EKA		[ uygun pompaları devreye almadiniz. ]		ENERJİ TÜKETİM (Kw/sa)		795		3800		[ uygun pompaları devreye almadiniz. ]		GÖKSU POMPA İSTASYONU			
GÖKSU POMPA İSTASYONU	POMPA SEÇİMİ		GP2+GP5		1 farklı uygulama		ÇIKIŞ DEBİSİ	1950	ÇIKIŞ DEBİSİ	4998	YARISHELLI POMPA İSTASYONU	İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P1 Devrede	X					P1 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P2 Devrede						P2 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P3 Devrede						P3 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P4 Devrede						P4 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P5 Devrede						P5 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P6 Devrede						P6 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
POMPA SEÇİMİ		GP2+GP5		1 farklı uygulama		İSTENEN DEBİ	1000	İSTENEN DEBİ	2200	POMPA SEÇİMİ		YP1+YP2		1 farklı uygulama	
BY EKA		[ uygun pompaları devreye almadiniz. ]		ENERJİ TÜKETİM (Kw/sa)		780		400		[ uygun pompaları devreye almadiniz. ]		MENEMEN POMPA İSTASYONU			
MENEMEN POMPA İSTASYONU	POMPA SEÇİMİ		MP4+MP5		10 farklı uygulama		ÇIKIŞ DEBİSİ	670	ÇIKIŞ DEBİSİ	740	PETKİM POMPA İSTASYONU	İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P1 Devrede	X					P1 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P2 Devrede						P2 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P3 Devrede						P3 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P4 Devrede						P4 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P5 Devrede						P5 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P6 Devrede						P6 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
POMPA SEÇİMİ		MP4+MP5		10 farklı uygulama		İSTENEN DEBİ	1000	İSTENEN DEBİ	500	POMPA SEÇİMİ		PP4		4 farklı uygulama	
BY EKA		UYGUN POMPA YOK !!!		ENERJİ TÜKETİM (Kw/sa)		2500		1400		[ uygun pompaları devreye almadiniz. ]		TAHTALI POMPA İSTASYONU			
TAHTALI POMPA İSTASYONU	POMPA SEÇİMİ		Min 1500 l/s pompa çalışır		0 farklı uygulama		ÇIKIŞ DEBİSİ	1500	ÇIKIŞ DEBİSİ	1112	HALI KARIŞIK POMPA İSTASYONU	İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P1 Devrede	X					P1 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P2 Devrede						P2 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P3 Devrede						P3 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P4 Devrede						P4 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P5 Devrede						P5 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
	P6 Devrede						P6 Devrede					İstenen debiyi karşılayacak uygun pompa grubu aşağıda listelenmiştir.			
POMPA SEÇİMİ		Min 1500 l/s pompa çalışır		0 farklı uygulama		İSTENEN DEBİ	300	İSTENEN DEBİ	1200	POMPA SEÇİMİ		HP2+HP4		3 farklı uygulama	

Şekil 3.35 Üretim durum kontrol uygulaması ekran görüntüsü.



Şekil 3.36 Göksu pompa istasyonu için üretilen su durum kontrol işlevi.

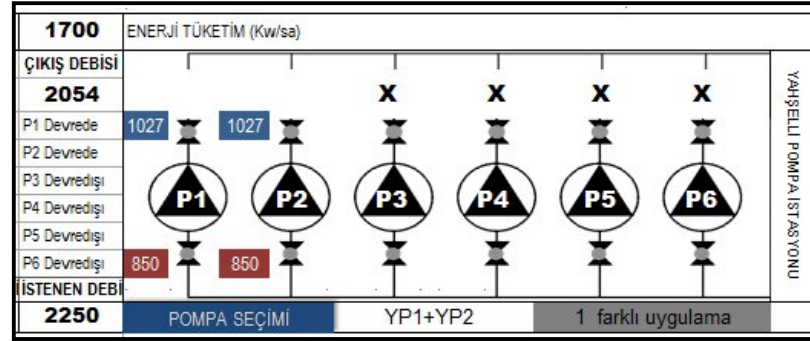
Yine aynı istasyon için istenen debi olarak 250 lt/s girildiğinde uygun pompa olmadığı mesajı alınmakta ve Göksu kaynağındaki derin kuyu pompalarından bu değer sağlanabiliyor olsa bile pompa istasyonundan bu değere karşılık bir pompa çalıştırılması mümkün olmadığından minimum 350 lt/s pompa kullanılabilceği mesajı alınmaktadır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37 Göksu pompa istasyonu için istenen debinin uygun olmadığı mesajı.

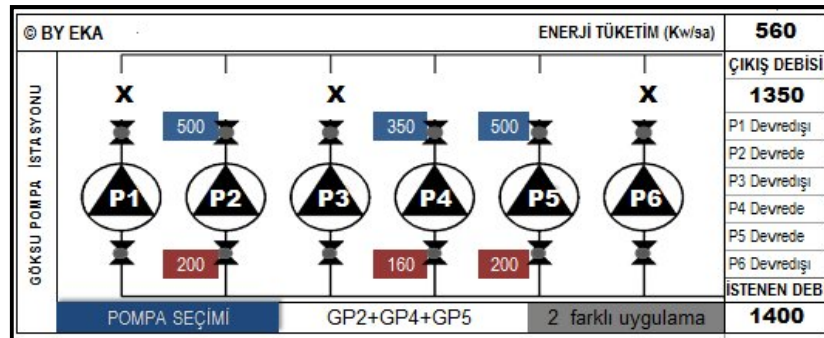
Sarıköz ve Göksu kaynaklarından temin edilen su Çullutepe deposunda birleştikten sonra Ø2200 mm isale hattı üzerinden Cumhuriyet depo'ya Yahşelli pompa istasyonu kullanılarak aktarıldığından fonksiyonun uygulandığı bir diğer noktadır.

Bu istasyonda elde edilecek debi Sarıkız ve Göksu kaynaklarının üretimi toplamı şeklinde olmaktadır. Su dağıtım sisteminin işletilmesi sırasında Yahşelli pompa istasyonundan 2250 lt/s lik bir debi talep ettiğimizde Şekil 3.38'den çıkış debisinin 2054 lt/s olacağı görülmektedir.



Şekil 3.38 Yahşelli pompa istasyonundaki fonksiyon uygulama işlevi.

Göksu ile Sarıkız kapasiteleri dikkate alındığında  $\sim 1/2$  gibi bir orantıda su alınacağı öngörüldüğünde ; Göksu pompa istasyonundan 1400 lt/s debiye karşılık çıkış debisinin 1350 lt/s olmaktadır (Şekil 3.39) Sarıkız kaynağından cazibe ile su alındığından 700 lt/s karşılık gelecek uygun kuyular seçilerek Yahşelli pompa istasyonundan 2050 lt/s çıkış debisi karşılanabilecektir.



Şekil 3.39 Göksu pompa istasyonundaki fonksiyon uygulama işlevi.

## BÖLÜM DÖRT

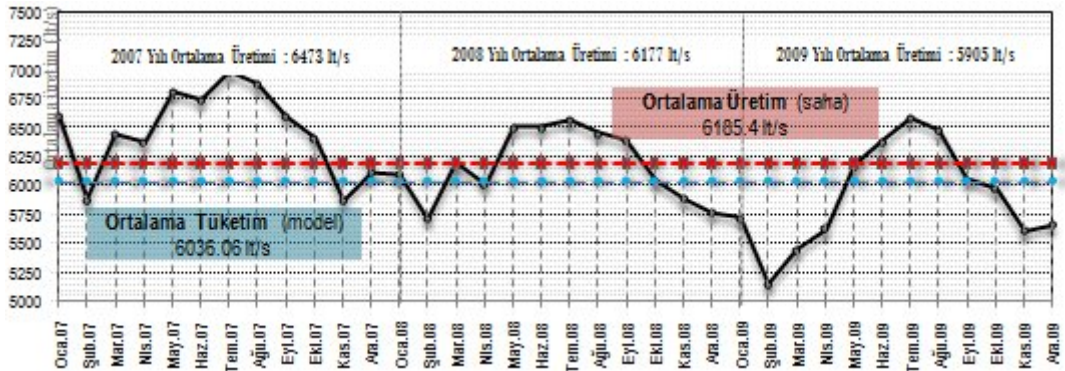
### BULGULAR

#### 4.1 Gerçekleşen İşletme ile Model Uygulaması

Su dağıtım sisteminde sistemin denge noktası depolardır. Kaynaklardan gelen su ile kullanılan su arasındaki fark depo seviyesini belirlemektedir. Bu nedenle gerçek üretim değerleri kullanılarak modelden elde edilen depo seviyelerinin saha ölçümlerine yakın sonuçlar olması modelin güvenilirlik oranını yansıtacaktır.

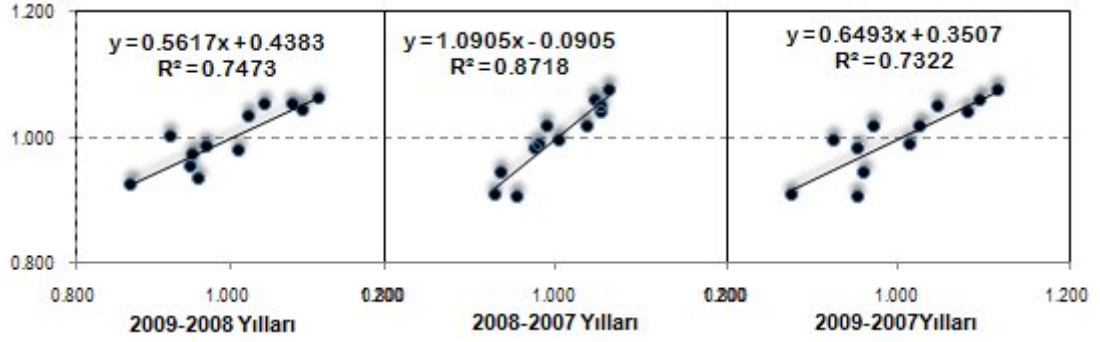
Model tutarlılığını tespit etmek amacıyla sistemin denge noktasında gerçekleşen işletmenin sonuçları model sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bunun için SCADA sisteminden temin edilmiş olan üretim debileri model girdisi olarak kullanılarak depo seviyeleri üzerinden karşılaştırılmıştır.

Bu karşılaştırmada kullanılan ve Şekil 4.1’de 2007-2008-2009 yıllarında kente temin edilen su miktarlarına bakıldığında, her sene azaldığı, aynı zamanda üretilen su miktarı Şekil 4.2’de gösterildiği üzere farklı yılların aynı aylarında oldukça değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle model ile gerçekleşen duruma ait sonuçların karşılaştırılması modelde ortalama olarak kullanılan mevsimsellik parametreleri yerine gerçekleşen yıllar için oluşturulan parametreler kullanılmıştır.



Şekil 4.1 İzmir kentine 2007-2009 yılları arasında verilen aylık su miktarları





Şekil 4.2 2007-2009 yılları arasında üretilen aylık su miktarının yıllar arası ilişkisi.

#### 4.1.1 Model Uygulama Sonuçları

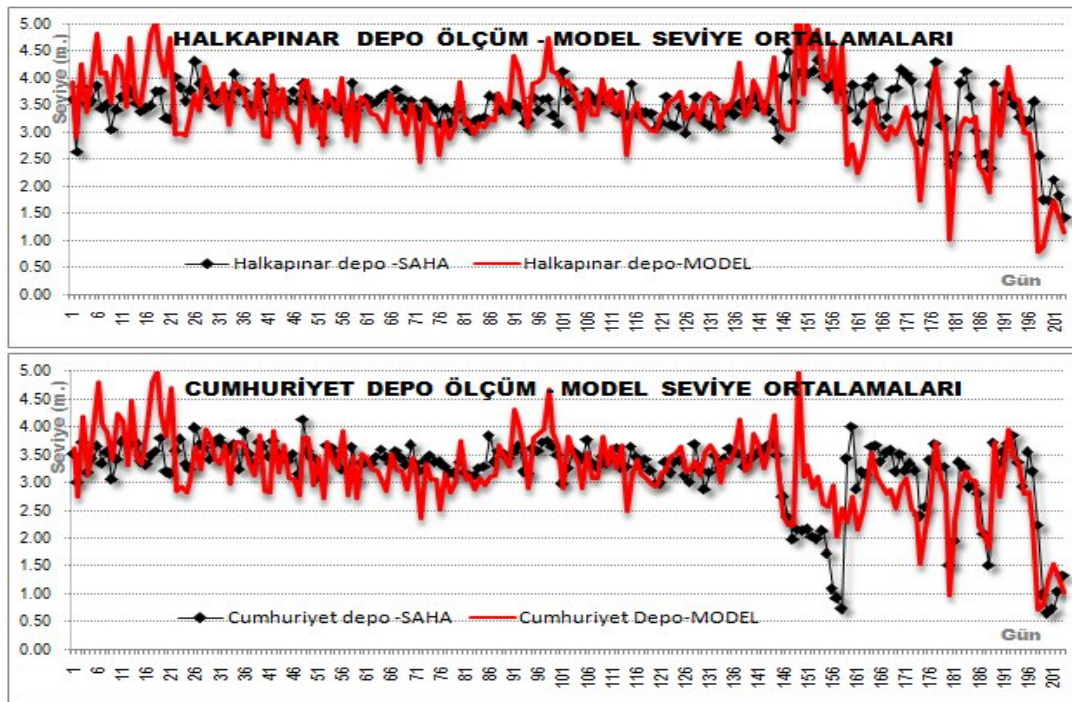
Gerçekleşen işletme sırasında kayıt altına alınmış olan 24 saatlik depo seviye ölçüm değerleri ile model sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonuçları için ayrı bir raporlama modülü hazırlanmıştır. Bu raporlama ekranında bulunan bilgiler ;

- a. **Zaman** : 24 saat  
Gerçekleşen : gün, ay, yıl  
Model : gün, ay
- b. **Üretim** : kaynaklardan temin edilen su miktarı (lt/s)  
Gerçekleşen : saha ölçümü  
Model : saha ölçümü  
Karşılaştırma yapılabilmesi için girdilerin aynı olması gerekmektedir.
- c. **Tüketim miktarları** : SCADA sistemi ve bölge sayaç ölçümleri (lt/s)  
Gerçekleşen : saha ölçümü  
Model : model hesaplama
- d. **Sistem ana deposu** : sistem depolarının ortalama seviyesi (m)  
Gerçekleşen : saha ölçümünden elde edilen iki ana deponun toplam dört seviye ölçüm değeri ortalaması  
Model : saha üretim ve model tüketim değerleri üzerinden hesaplama
- e. **Cumhuriyet depo** : depo seviyesi ortalaması (m/h)  
Gerçekleşen : saha ölçümü deponun iki göz ortalaması  
Model : model sistem ana depo fonksiyonu hesabı

- f. **Halkapınar depo** : depo seviyesi ortalaması (m/h)  
 Gerçekleşen : saha ölçümü deponun iki göz ortalaması  
 Model : model sistem ana depo fonksiyon
- g. **Yüzde değişim oranları** : gerçekleşen saha ölçümü ve model hesapları % fark oranları (saatlik ve ortalama)
- h. **Üretim, tüketim ve seviye grafikleri**
- i. **İlişki düzeyi** : saha ve model depo seviye değerleri arasındaki istatistikî yakınlık ( $-1 \leq r \leq +1$ ; R ve R<sup>2</sup>)

şeklinde belirtilmektedir.

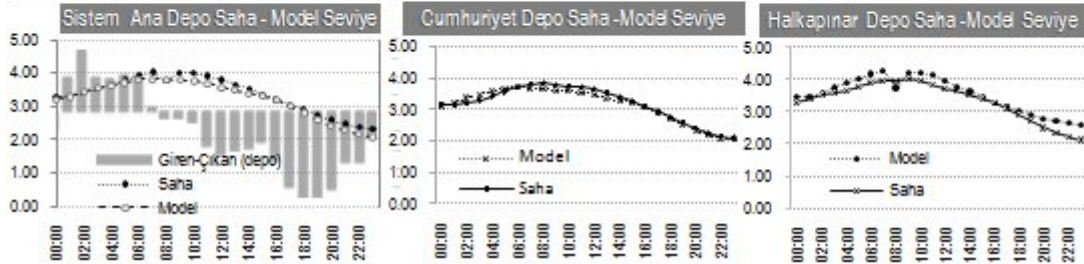
Bu bilgilerden oluşan üç günlük örnek sonuçlar Şekil 4.4- 4.5- 4.6 'da verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.3' de depo seviyelerinin saha ölçümü ve model sonuçları 200 günlük 24 saat ortalamaları şeklinde gösterilmektedir.



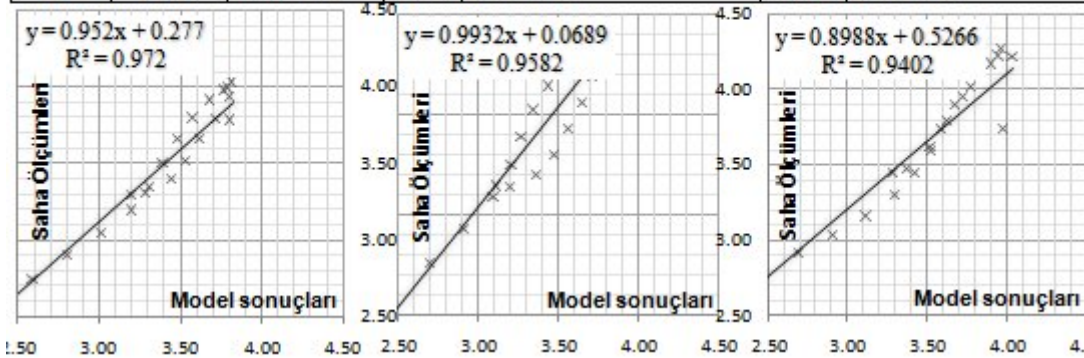
Şekil 4.3 Gerçekleşen işletme sonucundaki saha ölçüm değerleri ile model sonuçlarının günlük ortalama depo seviyeleri.

## İZMİR İÇMESUYU GERÇEKLEŞEN İŞLETME - MODEL SONUÇLARI

Model İşletme	Ağustos		Çarşamba		ÜRETİM	TÜKETİM	ÖLÇÜM D.	HESAP	FARK	%		
	29 Ağustos 2007 Çarşamba											
ZAMAN	ÜRETİM	Tüketim (l/s)		Ana Depo (m.)			Cumhuriyet Depo			Halkapınar Depo		
		SAHA	MODEL	Model	Saha	%	Model	Saha	%	Model	Saha	%
00:00	6191.4	5863.0	6458.8	3.197	3.297	97.0%	3.113	3.148	98.9%	3.286	3.447	95.3%
01:00	6100.8	5290.9	5572.8	3.287	3.309	99.3%	3.208	3.144	98.0%	3.370	3.475	97.0%
02:00	6050.7	4817.8	5126.9	3.444	3.398	98.6%	3.367	3.199	94.8%	3.525	3.596	98.0%
03:00	5773.4	4591.9	5250.9	3.533	3.523	99.7%	3.480	3.303	94.6%	3.587	3.742	95.8%
04:00	5727.9	4592.1	5230.6	3.617	3.664	98.7%	3.567	3.432	96.1%	3.669	3.896	94.2%
05:00	5798.2	4546.3	5240.8	3.712	3.794	97.8%	3.654	3.565	97.5%	3.771	4.023	93.7%
06:00	6083.6	4983.1	5533.1	3.805	3.933	96.7%	3.716	3.695	99.4%	3.899	4.171	93.5%
07:00	6491.9	5889.7	6428.1	3.816	4.034	94.6%	3.680	3.795	97.0%	3.962	4.274	92.7%
08:00	6645.3	6399.4	6712.0	3.805	3.785	99.5%	3.649	3.831	95.3%	3.974	3.740	93.7%
09:00	6540.4	6862.5	6621.4	3.791	3.997	94.8%	3.579	3.774	94.8%	4.030	4.220	95.5%
10:00	6741.9	6874.8	6890.9	3.766	3.983	94.5%	3.605	3.741	96.4%	3.941	4.225	93.3%
11:00	6620.0	7322.9	7127.7	3.679	3.916	93.9%	3.536	3.716	95.2%	3.835	4.117	93.2%
12:00	6552.8	7404.5	7171.0	3.574	3.799	94.1%	3.442	3.647	94.4%	3.718	3.951	94.1%
13:00	6538.0	7487.0	7091.9	3.480	3.662	95.0%	3.347	3.528	94.9%	3.625	3.797	95.5%
14:00	6409.4	7123.4	6946.5	3.389	3.507	96.7%	3.271	3.394	96.4%	3.516	3.619	97.1%
15:00	6335.9	7058.8	6784.3	3.313	3.350	98.9%	3.210	3.249	98.8%	3.422	3.452	99.1%
16:00	6346.0	6969.2	7043.0	3.195	3.196	99.9%	3.096	3.094	99.9%	3.299	3.299	100.0%
17:00	6415.4	7238.6	7501.9	3.010	3.046	98.8%	2.913	2.928	99.5%	3.114	3.164	98.4%
18:00	6470.1	7192.9	7706.8	2.800	2.900	96.6%	2.705	2.759	98.0%	2.903	3.040	95.5%
19:00	6584.3	7262.1	7840.4	2.587	2.750	94.1%	2.490	2.585	96.3%	2.691	2.916	92.3%
20:00	6639.6	7467.7	7758.1	2.397	2.591	92.5%	2.303	2.395	96.2%	2.499	2.788	89.6%
21:00	6538.1	6840.9	7263.7	2.274	2.470	92.0%	2.191	2.247	97.5%	2.363	2.693	87.7%
22:00	6253.0	6371.1	6982.0	2.150	2.389	90.0%	2.089	2.151	97.1%	2.214	2.626	84.3%
23:00	6743.8	6416.1	7121.0	2.086	2.330	89.5%	2.052	2.091	98.2%	2.120	2.570	82.5%
<b>Ortalama</b>	<b>6358.0</b>	<b>6369.5</b>	<b>6641.9</b>	<b>3.24</b>	<b>3.36</b>	<b>96.0%</b>	<b>3.14</b>	<b>3.18</b>	<b>96.9%</b>	<b>3.35</b>	<b>3.54</b>	<b>93.8%</b>



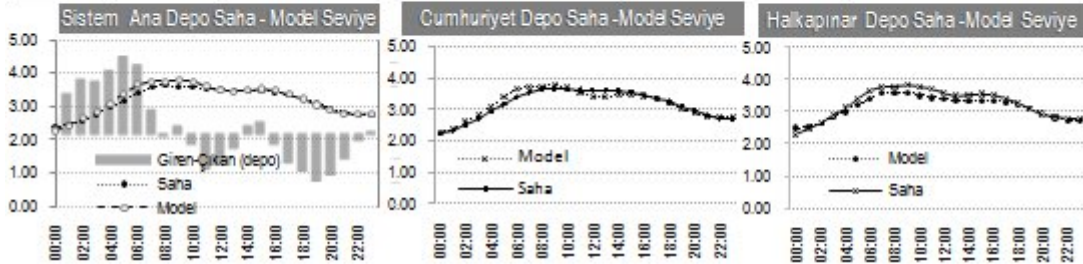
H	Sistem Ana Depo		H1	Cumhuriyet Depo		H2	Halkapınar Depo	
R	0.986	Çok Yüksek	0.979	Çok Yüksek	0.970	Çok Yüksek		
R <sup>2</sup>	0.972	Çok Yüksek	0.958	Çok Yüksek	0.940	Çok Yüksek		



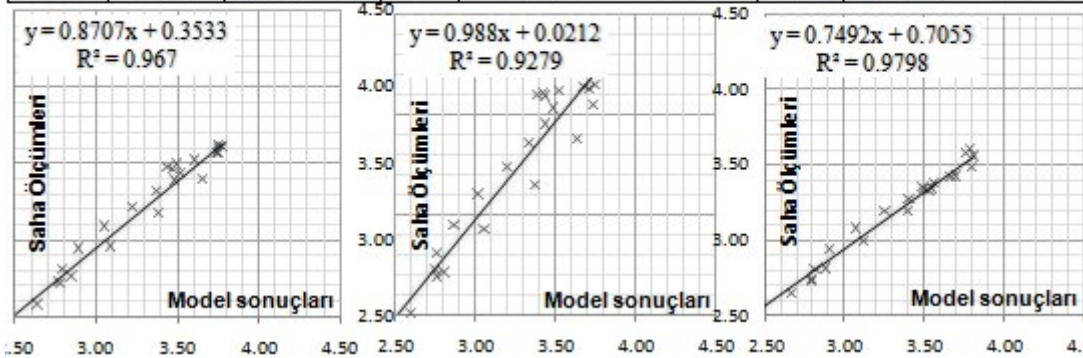
Şekil 4.4 Saha ölçümleri ile model depo seviyelerinin sonuçları arasındaki benzerlik seviyesi.

### İZMİR İÇMESUYU GERÇEKLEŞEN İŞLETME - MODEL SONUÇLARI

Model İşletme	Mayıs Cuma		ÜRETİM	TÜKETİM	ÖLÇÜM D.	HESAP	FARK	%				
	23 Mayıs 2008 Cuma											
	ZAMAN	ÜRETİM	Tüketim (l/s)		Ana Depo (m.)			Cumhuriyet Depo			Halkapınar Depo	
		SAHA	MODEL	Model	Saha	%	Model	Saha	%	Model	Saha	%
00:00	6518.4	6203.9	6096.3	2.263	2.363	95.8%	2.250	2.231	99.2%	2.275	2.494	91.2%
01:00	6435.8	5761.1	5491.6	2.423	2.437	99.4%	2.405	2.339	97.2%	2.441	2.536	96.3%
02:00	6213.4	5142.9	4951.8	2.637	2.583	97.9%	2.604	2.512	96.4%	2.672	2.654	99.3%
03:00	6195.0	4990.7	4966.1	2.846	2.766	97.1%	2.808	2.716	96.6%	2.885	2.816	97.6%
04:00	6353.0	5006.9	4926.3	3.088	2.962	95.7%	3.059	2.930	95.6%	3.117	2.995	95.9%
05:00	6768.4	4989.6	5009.9	3.387	3.173	93.3%	3.380	3.153	92.8%	3.394	3.193	93.7%
06:00	6740.4	5257.1	5166.5	3.654	3.398	92.5%	3.644	3.379	92.2%	3.664	3.417	92.8%
07:00	6724.6	5903.3	6156.0	3.751	3.568	94.9%	3.739	3.551	94.7%	3.762	3.586	95.1%
08:00	6400.4	6405.1	6403.0	3.750	3.622	96.5%	3.720	3.636	97.7%	3.781	3.607	95.2%
09:00	6477.7	6670.5	6293.9	3.781	3.607	95.2%	3.757	3.654	97.2%	3.807	3.560	93.1%
10:00	6190.2	6668.3	6429.0	3.741	3.568	95.2%	3.687	3.644	98.8%	3.796	3.493	91.3%
11:00	5993.6	6879.5	6776.1	3.608	3.526	97.7%	3.525	3.623	97.3%	3.695	3.429	92.2%
12:00	6126.7	6901.0	6793.7	3.495	3.498	99.9%	3.430	3.611	95.0%	3.562	3.386	94.8%
13:00	6274.9	6930.3	6607.9	3.438	3.480	98.8%	3.390	3.602	94.1%	3.488	3.358	96.1%
14:00	6471.3	6690.5	6273.3	3.472	3.469	99.9%	3.444	3.598	95.7%	3.500	3.340	95.2%
15:00	6472.9	6912.5	6184.1	3.521	3.443	97.7%	3.493	3.539	98.7%	3.549	3.347	94.0%
16:00	6287.6	6956.9	6516.9	3.482	3.393	97.4%	3.437	3.458	99.4%	3.528	3.329	94.0%
17:00	6414.8	7113.8	7072.1	3.370	3.319	98.4%	3.339	3.363	99.3%	3.402	3.274	96.1%
18:00	6485.3	7158.9	7339.1	3.225	3.222	99.9%	3.200	3.244	98.6%	3.251	3.200	98.4%
19:00	6483.5	7308.7	7539.5	3.046	3.094	98.4%	3.022	3.105	97.3%	3.071	3.083	99.6%
20:00	6600.6	7621.2	7535.1	2.887	2.948	97.9%	2.872	2.953	97.3%	2.903	2.943	98.6%
21:00	6448.5	7245.5	7015.5	2.791	2.808	99.4%	2.768	2.809	98.5%	2.814	2.806	99.7%
22:00	6508.7	6601.8	6628.1	2.771	2.729	98.5%	2.751	2.727	99.1%	2.790	2.732	97.8%
23:00	6602.5	6439.9	6570.2	2.776	2.720	97.9%	2.761	2.696	97.6%	2.791	2.745	98.3%
<b>Ortalama</b>	<b>6424.5</b>	<b>6406.7</b>	<b>6280.9</b>	<b>3.22</b>	<b>3.15</b>	<b>97.3%</b>	<b>3.19</b>	<b>3.17</b>	<b>96.9%</b>	<b>3.25</b>	<b>3.14</b>	<b>95.7%</b>



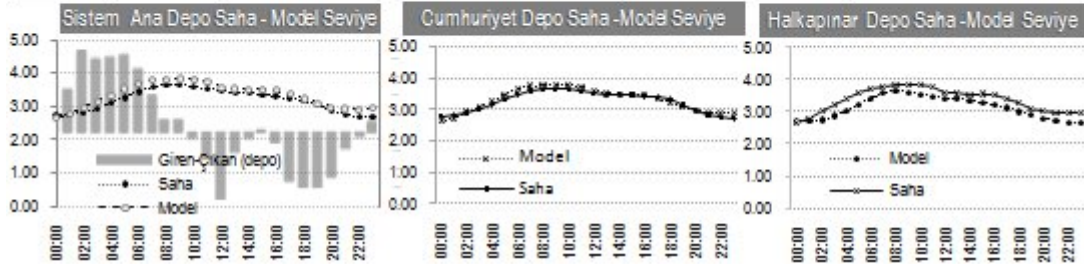
H	Sistem Ana Depo		H1	Cumhuriyet Depo		H2	Halkapınar Depo	
R	0.983	Çok Yüksek	0.963	Çok Yüksek	0.990	Çok Yüksek		
R <sup>2</sup>	0.967	Çok Yüksek	0.928	Çok Yüksek	0.980	Çok Yüksek		



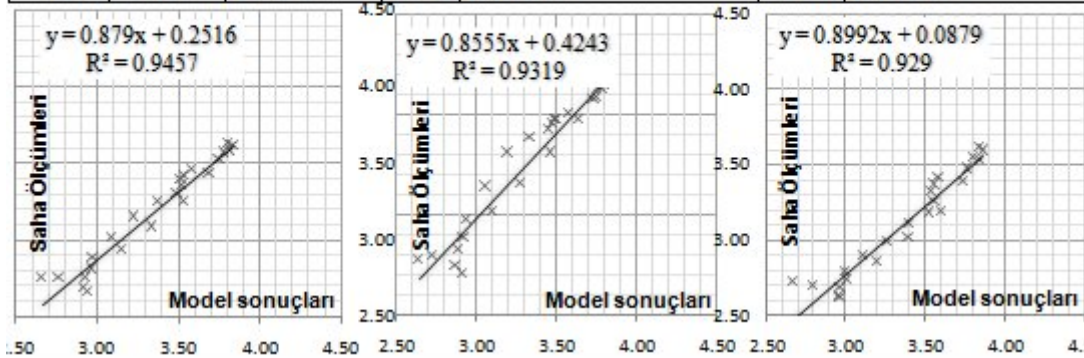
Şekil 4.5 Saha ölçümleri ile model depo seviyelerinin sonuçları arasındaki benzerlik seviyesi.

### İZMİR İÇMESUYU GERÇEKLEŞEN İŞLETME – MODEL SONUÇLARI

BY EKA	Model	Haziran Pazartesi		ÜRETİM	TÜKETİM	ÖLÇÜM D.	HESAP	FARK	%			
	İşletme	02 Haziran 2008 Pazartesi										
	ÜRETİM	Tüketim (l/s)								Ana Depo (m.)		
ZAMAN	SAHA	MODEL	Model	Saha	%	Model	Saha	%	Model	Saha	%	
00:00	6645.3	6632.6	6519.3	2.655	2.755	96.4%	2.642	2.778	95.1%	2.669	2.733	97.6%
01:00	6309.5	6193.8	5691.2	2.760	2.756	99.8%	2.726	2.803	97.2%	2.796	2.709	96.8%
02:00	6234.8	5559.5	5033.7	2.964	2.817	94.8%	2.921	2.893	99.0%	3.009	2.742	90.2%
03:00	6229.0	5368.3	5155.0	3.147	2.945	93.1%	3.100	3.021	97.4%	3.195	2.868	88.6%
04:00	6224.9	5266.5	5119.2	3.335	3.092	92.1%	3.283	3.159	96.1%	3.388	3.024	88.0%
05:00	6149.8	5202.5	5003.3	3.529	3.257	91.6%	3.463	3.318	95.6%	3.598	3.196	87.4%
06:00	6294.7	5530.3	5377.7	3.685	3.438	92.8%	3.637	3.484	95.6%	3.734	3.393	89.9%
07:00	6626.0	6087.5	6098.8	3.774	3.575	94.4%	3.754	3.592	95.5%	3.795	3.558	93.3%
08:00	6482.2	6546.4	6309.0	3.804	3.632	95.3%	3.772	3.642	96.4%	3.836	3.622	94.1%
09:00	6562.4	6964.3	6399.3	3.832	3.626	94.3%	3.806	3.653	95.8%	3.858	3.600	92.8%
10:00	6672.4	7106.2	6780.0	3.813	3.589	93.8%	3.796	3.633	95.5%	3.831	3.546	92.0%
11:00	6757.2	7454.7	7146.9	3.747	3.533	93.9%	3.734	3.584	95.8%	3.760	3.482	92.0%
12:00	6201.7	7419.3	7199.3	3.578	3.466	96.8%	3.577	3.511	98.1%	3.578	3.422	95.4%
13:00	6893.8	7430.1	7191.1	3.527	3.430	97.2%	3.502	3.484	99.5%	3.553	3.376	94.7%
14:00	6924.7	7243.3	7016.1	3.512	3.405	96.9%	3.488	3.485	99.9%	3.536	3.324	93.6%
15:00	6888.3	7396.3	6860.5	3.516	3.363	95.4%	3.483	3.464	99.5%	3.551	3.263	91.2%
16:00	6846.2	7323.2	7013.8	3.488	3.311	94.6%	3.458	3.433	99.3%	3.519	3.188	89.6%
17:00	6853.5	7496.9	7572.5	3.366	3.254	96.6%	3.336	3.394	98.3%	3.396	3.115	91.0%
18:00	6828.9	7651.2	7647.9	3.227	3.158	97.8%	3.198	3.318	96.4%	3.256	2.997	91.4%
19:00	6855.8	7636.2	7693.2	3.085	3.023	98.0%	3.059	3.146	97.2%	3.111	2.899	92.7%
20:00	6777.4	7778.9	7463.0	2.968	2.887	97.2%	2.939	2.980	98.6%	2.998	2.793	92.7%
21:00	6677.7	7323.5	6931.9	2.925	2.760	94.0%	2.888	2.830	98.0%	2.963	2.689	89.8%
22:00	6625.9	6878.9	6691.8	2.914	2.695	91.9%	2.873	2.749	95.5%	2.956	2.641	88.0%
23:00	6819.8	6815.0	6674.6	2.938	2.668	89.9%	2.913	2.707	92.4%	2.965	2.629	87.2%
<b>Ortalama</b>	<b>6599.2</b>	<b>6762.7</b>	<b>6524.5</b>	<b>3.34</b>	<b>3.18</b>	<b>94.9%</b>	<b>3.31</b>	<b>3.25</b>	<b>97.0%</b>	<b>3.37</b>	<b>3.12</b>	<b>91.7%</b>



H	Sistem Ana Depo		H1	Cumhuriyet Depo		H2	Halkapınar Depo	
R	0.972	Çok Yüksek	0.965	Çok Yüksek	0.964	Çok Yüksek		
R <sup>2</sup>	0.946	Çok Yüksek	0.932	Çok Yüksek	0.929	Çok Yüksek		



Şekil 4.6 Saha ölçümleri ile model depo seviyelerinin sonuçları arasındaki benzerlik seviyesi.

## 4.2 Senaryo -1 : Enerji Kesintisi

01 Mayıs ayı perşembe günü saat 01.00 Göksu pompa istasyonunda enerji kesilir. Tedaş' la yapılan görüşme sonunda enterkonnette sistemde arıza meydana geldiği ve yaklaşık tamir süresinin yaklaşık 15 saat olduğu öğrenilir. Olay anında Göksu pompa istasyonundan yaklaşık 2000 lt/s kente su basılmaktadır. Bu miktar kente o an verilen suyun yaklaşık % 30'na karşılık gelmektedir.

### 4.2.1 Normal İşletme Durumu

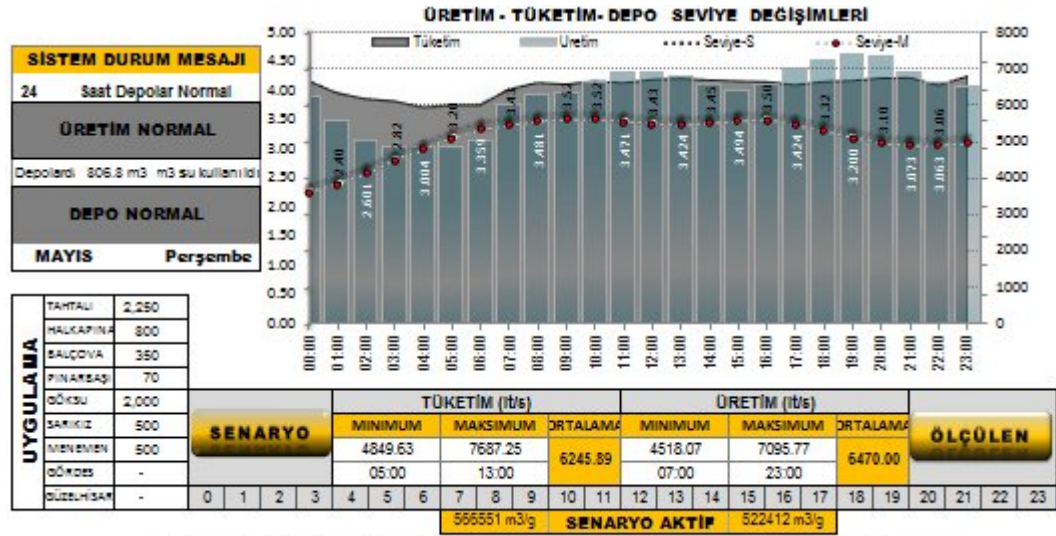
Ortaya çıkan olay karşısında alınacak alternatif işletme şeklinin belirlenmesi için sistemde olay meydana gelmeden önceki duruma göre işletme koşullarının modelde oluşturulması gerekmektedir. Bu duruma göre model senaryo ve işletme ekranından oluşturulan normal işletme şartları Şekil 4.7 ve 4.8'de gösterilmektedir.

O: Devredışı		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00			
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)																										
	U1(t)																										
	U3(t)																										
	U5(t)																										
	U8(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	U9(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	U4(t)																										
	U6(t)																										
U7(t)																											

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çağrıt	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)			
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%	Bağlanış	Alınan	Kuzey	Yer altı
U1(t)							1	1000 U1(t)			X			500	500		
U2(t)							1	2000 U2(t)				X		2000	2000		
U3(t)							1	1000 U3(t)			X			500	500	47.4%	3070.0
U5(t)							1	70 U5(t)				X		70	70		
U8(t)	X						0	1500 U8(t)	X					0	0		
U9(t)	X						0	600 U9(t)	X					0	0		
U4(t)							1	1600 U4(t)		X				800	800		
U6(t)							1	700 U6(t)		X				350	350	52.0%	3400.0
U7(t)							1	4500 U7(t)		X				2250	2250	40.2%	2000.0
													6470.0				
													6470.0				

Şekil 4.7 Oluşturulan senaryo için su üretim kaynaklarının miktarı ve durum tanımlama ekranı.



**İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ**

SENARYO UYGULAMA ZAMANI												SENARYO & ANALİZ VERİ GİRİŞİ																
AYLAR												GÜNLER					ZAMAN	KESİNTİ UYGULAMA BÖLGE				KESİNTİ S.	DEPO BAŞLANGIÇ					
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	1	2	3	4	5	6	7	1,049	1	2	3	4	5	< 24	0.5<	H	<4.6
				MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar	54									2.20

Şekil 4.8 Modelde sistemin işletme şartlarının tanımlandığı ekran.

Uygun kararların alınması için sistemin normal şartlar detay bilgileri Tablo 4.1’ de, günlük işletme durumu Şekil 4.7’ de verilmiştir. Herhangi bir olay söz konusu olmasada sistemin durumunun takip edilmesi önemlidir.

**Tablo 4.1** Olay öncesine göre hazırlanan normal işletme şartlarına ait sistem bilgileri.

**BÖLGE TÜKETİMLERİ (lt/s)**

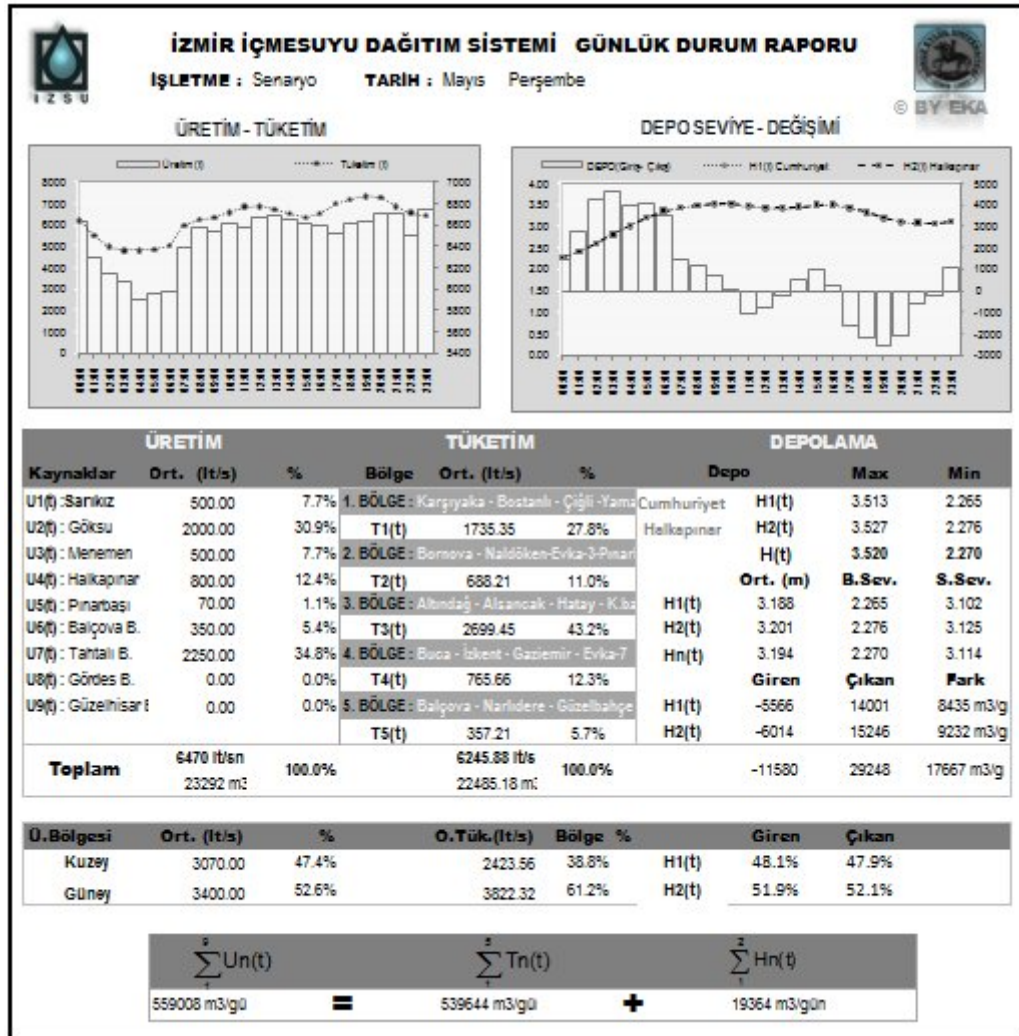
	1.Bölge	2. Bölge	3.Bölge	4. Bölge	5.Bölge	TOPLAM
<b>Maksimum</b>	2060.87	777.41	3259.71	895.30	421.90	7415.19
<b>Minimum</b>	1205.37	618.27	2096.89	590.62	249.97	4761.12
<b>Ortalama</b>	1735.35	688.21	2699.46	765.66	357.21	6245.89
<b>Kesinti (Sa)</b>	----	----	----	----	----	

**ÜRETİLEN SU (lt/s)**

	Gördes		Güzelhisar				TOPLAM
	Sarıkız	Göksu	Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Balçova	
<b>Maksimum</b>	502.23	2008.91	523.83	824.31	73.34	382.61	2459.63
<b>Minimum</b>	498.23	1992.94	476.50	757.12	66.71	279.73	1798.28
<b>Ortalama</b>	500.00	2000.00	500.00	800.00	70.00	350.00	2250.00
<b>Kesinti (Sa)</b>	----	----	----	----	----	----	----

**SİSTEM UYGULAMALARI**

P11 Pompa İstasyonu		Susuzdede Vana	
---->	0 Saat Pompa çalıştırıldı.	0 lt/sn	0 Saat ---->
<-----	24 Saat Halkapınar'a su verildi	434.07 lt/s	0 lt/sn Vana Kapalı 5.Bölge+Mpaşa

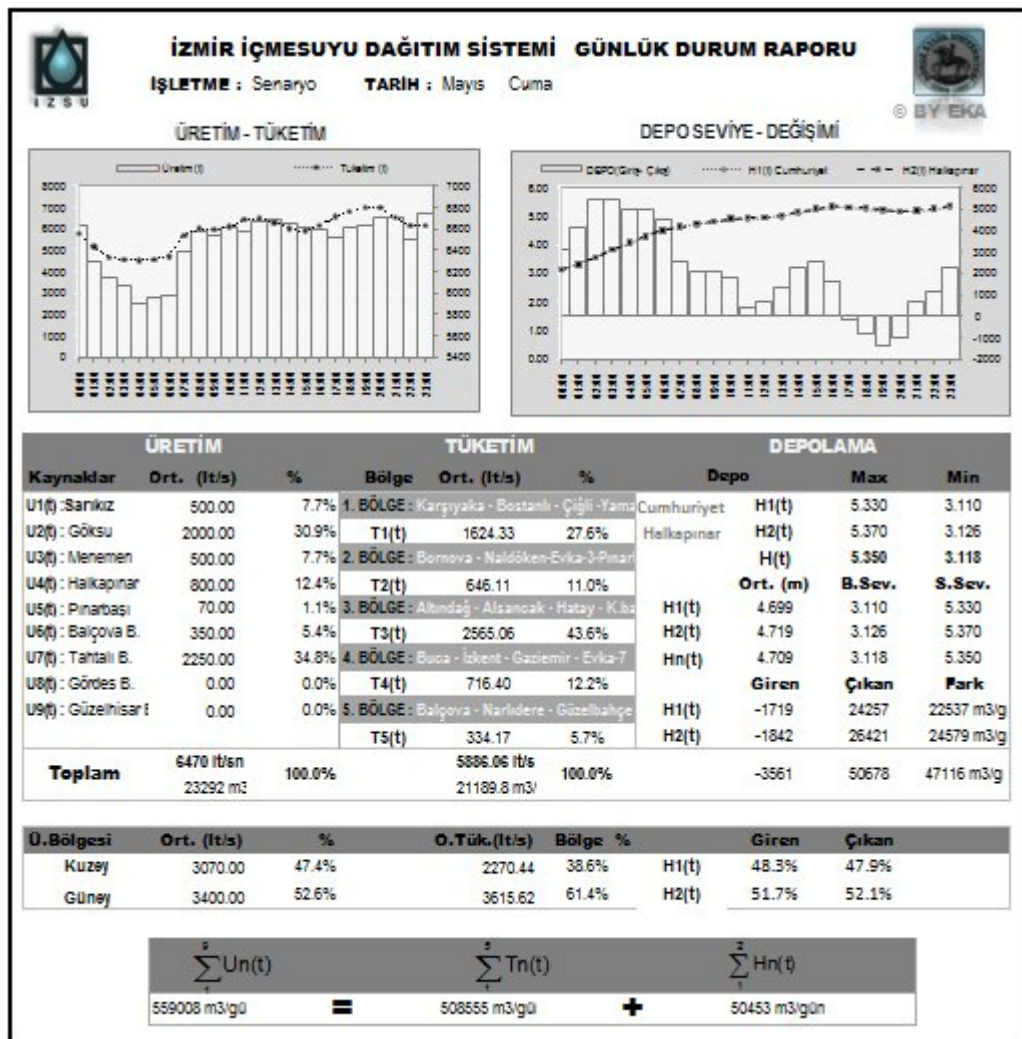


Şekil 4.9 Mayıs ayı perşembe gününe ait normal şartlar altındaki işletme durumunu gösterir 24 saatlik sistem durum raporu.

Şekil 4.9 'da ki sistem durumuna bakıldığında Kuzey ve Güney kaynakların yaklaşık eşit oranda kullanıldığı ve depo başlangıç seviyesinin 2.27 m gün sonunda ise 3.11 m 'ye ulaştığı görülmektedir. Bu durumu kontrol etmek için Şekil 4.10 'daki bir sonraki günün (Cuma) model uygulamasından alınan sistem durum raporu alınmıştır.

Burada depo başlangıç seviyesinin gün sonunda biraz fazla yükselmiş olması ertesi gün şartlarına göre kaynaklardan su miktarının azaltılmasını gerektireceğinden kontrol edilmesi düşünülmüştür.





Şekil 4.10 Mayıs ayı perşembe günün devamı şeklinde cuma gününe ait işletmeyi gösterir 24 saatlik sistem durum raporu.

Sistem raporları takip edildiğinde Perşembe günü saat 23.00 itibari ile depo seviyesi yükselmesi sonucunda bir sonraki gün olan cuma günü 00.00 saatinde başlangıç depo seviyesi 3,11 olarak kabul edilerek gerçekleşen işletmede depo saat 13.00'den sonra taşmıştır. Bu durum normal şartlar altında dahi sistem dengesinin takibinin önemini göstermektedir.

#### 4.2.2 Olay Senaryo Uygulaması

Meydana gelen olayın sistemde temsil edilebilmesi için öncelikle Şekil 4.7’de gösterildiği üzere normal şartlar oluşturulmuş, daha sonra Şekil 4.11 ‘deki senaryo ekranı saatlik uygulama tablosundan Göksu kaynağı (U2) üzerinde 01.00 ‘den itibaren 16.00 ’ya kadar işaretlenerek uygulama karar kısmından onbeş saatlik tam kesinti uygulanmıştır.

0: Devredışı		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00			
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
	U1(t)																										
	U3(t)																										
	U5(t)																										
	U8(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U9(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U4(t)																										
	U6(t)																										
	U7(t)																										

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çıgıt	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)				
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%	Başlangıç	Alman	Kuzey	Yeraltı	
U1(t)							1	1000			X			500				
U2(t)	X						0	2000					X	2000				
U3(t)							1	1000			X			500				
U5(t)							1	70					X	70				
U8(t)							1	1500	X					0				
U9(t)							1	600	X					0				
U4(t)							1	1800			X			800				
U6(t)							1	700			X			350				
U7(t)							1	4800			X			2250				

Şekil 4.11 Saat 01.00 Göksu Pompa istasyonunda enerji kesilmesi sonrasında arızanın yaklaşık 15 saat süreceği durumuna göre senaryo ekranında yapılan işlemler.

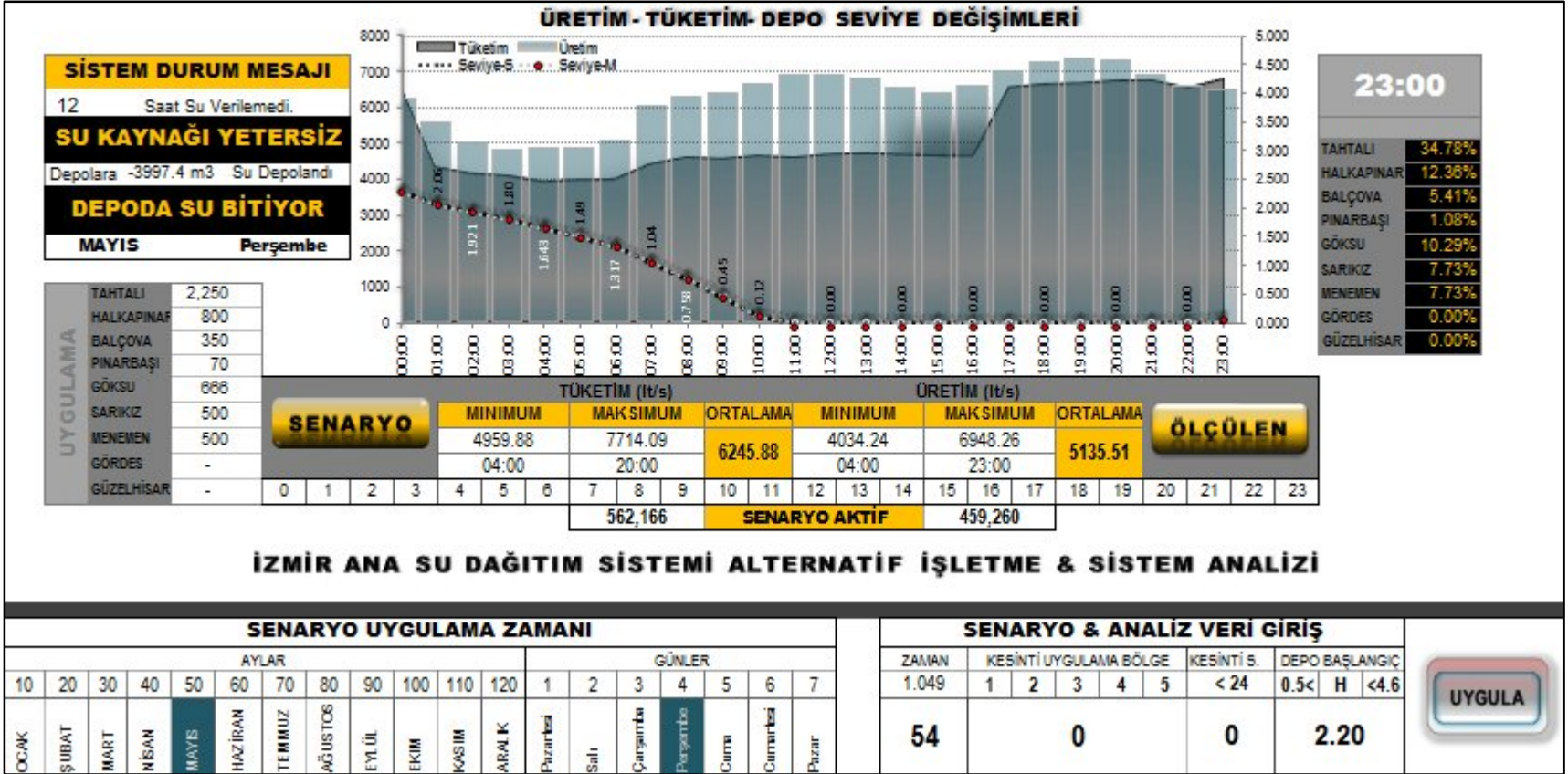
Uygulama – karar bölümündeki 0 seviyesi U2(t) değişkenin “X” işaretlemesi ile saatlik uygulama aktif hale getirilir. Bu işlem sonrasında su kaynaklarındaki durum Tablo 4.2 ‘de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2** Üretim kaynaklarının Senaryo uygulaması sonucundaki 24 saatlik değerleri.

ÜRETİM KAYNAKLARI									
500	2000	500	0	0	800	70	350	2250	VERİLEN
50%	100%	50%	0%	0%	50%	100%	50%	50%	ORAN
Sankız	Göksu	Menemen	Güzelhisar	Göğdes	Halkapınar	Pınarbaşı	Balgova	Tahtalı	AYNAKLAR
502.23	2008.91	499.85	0.00	0.00	757.24	69.98	375.48	2413.79	00:00
499.72	0.00	490.01	0.00	0.00	757.12	68.60	334.59	2150.97	01:00
501.62	0.00	511.44	0.00	0.00	765.31	71.60	307.01	1973.64	02:00
501.29	0.00	488.35	0.00	0.00	766.85	68.37	302.18	1942.58	03:00
501.32	0.00	490.98	0.00	0.00	764.10	68.74	279.73	1798.28	04:00
502.12	0.00	500.30	0.00	0.00	763.38	70.04	284.94	1831.75	05:00
500.65	0.00	496.17	0.00	0.00	769.35	69.46	287.24	1846.54	06:00
501.99	0.00	521.04	0.00	0.00	805.73	72.95	334.42	2149.86	07:00
500.62	0.00	481.50	0.00	0.00	814.80	67.41	364.46	2342.97	08:00
499.67	0.00	478.94	0.00	0.00	817.64	67.05	359.47	2310.87	09:00
500.00	0.00	523.83	0.00	0.00	817.28	73.34	363.85	2339.01	10:00
499.97	0.00	484.64	0.00	0.00	818.31	67.85	363.08	2334.11	11:00
499.91	0.00	515.42	0.00	0.00	770.78	72.16	377.20	2424.88	12:00
500.08	0.00	497.50	0.00	0.00	799.23	69.65	379.11	2437.11	13:00
499.02	0.00	490.87	0.00	0.00	820.70	68.72	373.01	2397.94	14:00
499.91	0.00	515.68	0.00	0.00	822.87	72.20	364.44	2342.81	15:00
499.06	0.00	476.50	0.00	0.00	812.21	66.71	370.20	2379.87	16:00
499.38	1997.52	491.57	0.00	0.00	821.53	68.82	354.74	2280.44	17:00
499.07	1996.30	523.42	0.00	0.00	824.31	73.28	361.80	2325.89	18:00
498.91	1995.64	492.35	0.00	0.00	822.71	68.93	370.28	2380.38	19:00
498.34	1993.35	511.58	0.00	0.00	822.38	71.62	377.04	2423.85	20:00
498.26	1993.03	514.65	0.00	0.00	820.74	72.05	377.96	2429.76	21:00
498.23	1992.94	487.57	0.00	0.00	821.68	68.26	355.14	2283.07	22:00
498.62	1994.50	515.85	0.00	0.00	823.76	72.22	382.61	2459.63	23:00
<b>500</b>	<b>666</b>	<b>500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>800</b>	<b>70</b>	<b>350</b>	<b>2250</b>	<b>ORTALAMA</b>
50%	33%	50%	0%	0%	50%	100%	50%	50%	K.K.ORANI
9.7%	13.0%	9.7%	0.0%	0.0%	15.6%	1.4%	6.8%	43.8%	S.K.ORANI

Senaryo ekranından sistemin mevcut şartlara uygun hale getirilmesi sonrasında model analiz bölümüne geçilerek sistem mesajları ve durum analiz bilgileri yorumlanarak yapılabilecek uygulamalar tasarlanır.

Analiz ekranında Göksu kaynağında ortaya çıkan enerji kesintisi sonrasında sisteme saat 11.00 den itibaren 10 saat su verilemeyeceği, su kaynağının yetersiz kaldığı, saat 22.00 den sonra depo ya su girişi başlayacağı sistemin üretim tüketim farkından kalan depo seviyesi üzerinde Şekil 4.12’de görülmektedir.



Şekil 4.12 Enerji kesintisi senaryo uygulaması sonucunda sistemin durumunu gösteren analiz ekranı

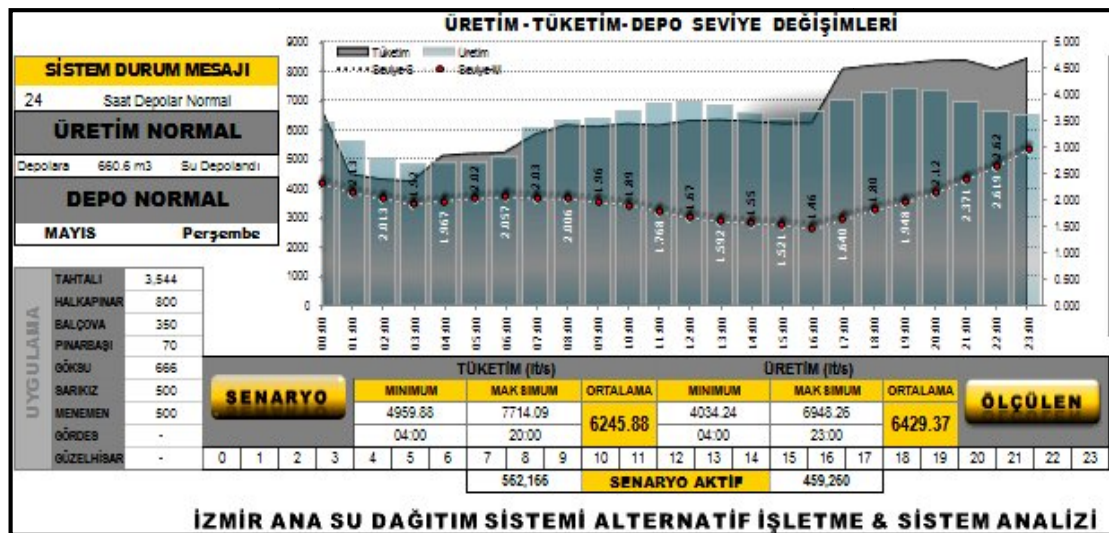
### 4.2.3 Alternatif İşletme Olanakları

#### 4.2.3.1 Kaynakların Yönetimi

Sistemde meydana gelen olay öncesine göre normal işletme haline göre 24 saatlik ortalama debi 6470 lt/s olay sonrasındaki duruma göre ortaya çıkan açığın farklı kaynaklardan karşılanması gerekmektedir. Bu duruma göre ;

#### a. Tahtalı Barajı

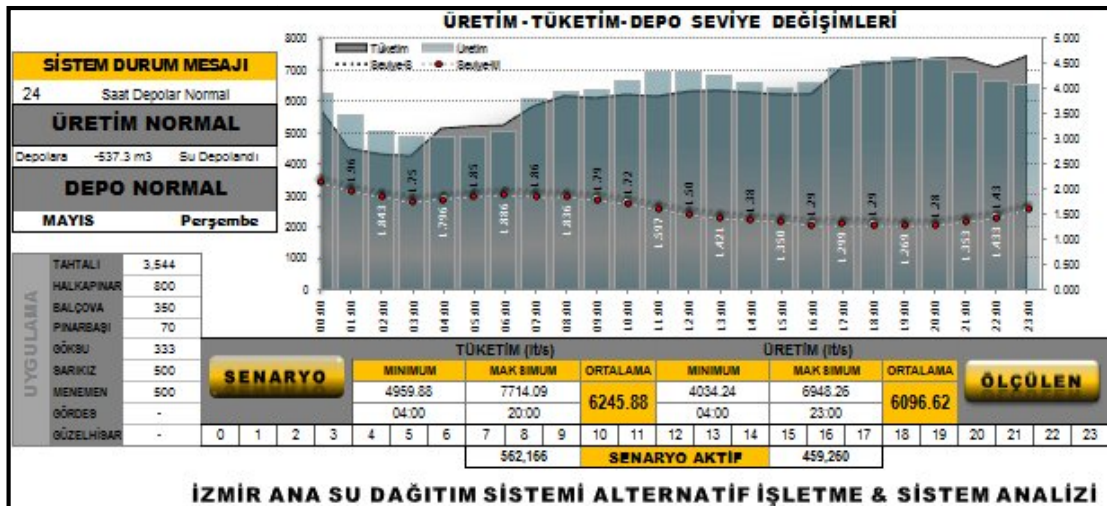
Tahtalı Barajından su alma kulesindeki 1500 lt/s bir pompalar olaydan 2 saat sonra 03.00 'de devreye alındığında sistemin dengelendiği Şekil 4.13'de görülmektedir. Ancak gün sonunda depodaki yükselme ertesi gün için kaynak azaltılmasını gerektirecektir.



Şekil 4.13 Tahtalı Barajından bir pompa ile yaklaşık 1500 lt/s su temin edilmesi halinde sistemin durumu.

Bu durumda enerji gelmesinden sonra, kesinti öncesindeki 2000 lt/s yerine 1000 lt/s olarak pompa devreye alınması daha doğru olacaktır (Şekil 4.14).

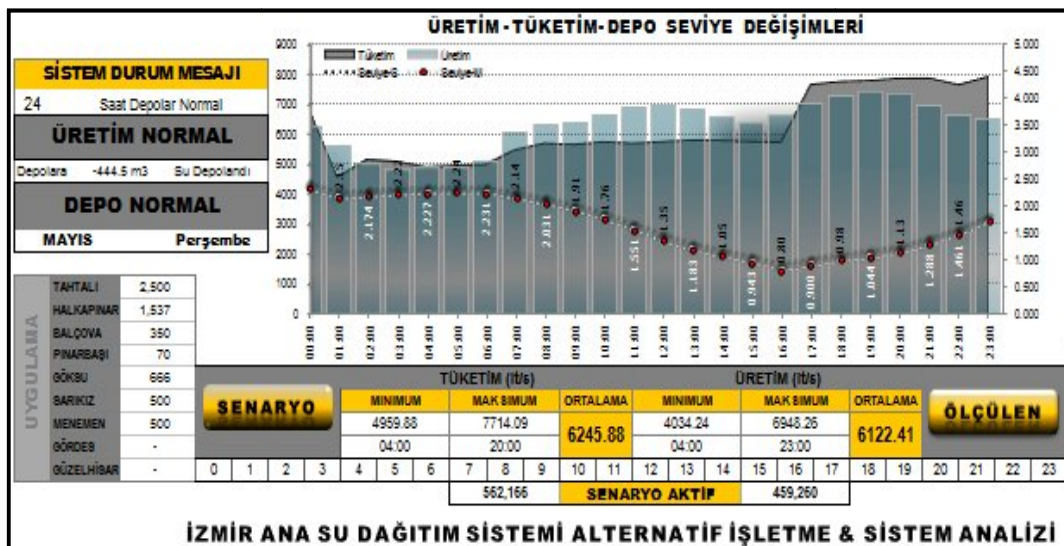
Tahtalı Barajından su basan pompalardan iki tanesi değişken devirli olmasına rağmen saat 03.00 civarında bu pompaların diğer pompalar çalışırken devreye alınması pompa millerinde ortaya çıkacak titreşim nedeniyle oldukça riskli olacaktır.



Şekil 4.14 Tahtalı Barajından bir pompa ile yaklaşık 1500 lt/s ve Gökusu Pompa İstasyonundan 1000 lt/s su temin edilmesi halinde sistemin durumu.

### b. Halkapınar Kuyular

Halkapınar kaynaklarından olay anındaki 800 lt/s lik debisine ilave olarak 1 saat içinde 02.00 'de tam kapasiteye çıkılarak, yaklaşık 800 lt/s 'lik su temin edildiğinde sistemin dengelendiği Şekil 4.15 'de görülmektedir. Halkapınar kuyularının kent merkezinde olması suyun direkt olarak dağıtım sistemine girişi sağlandığından olayda zaman kısıtlaması varsa uygulama yapılacak ilk kaynaktır.

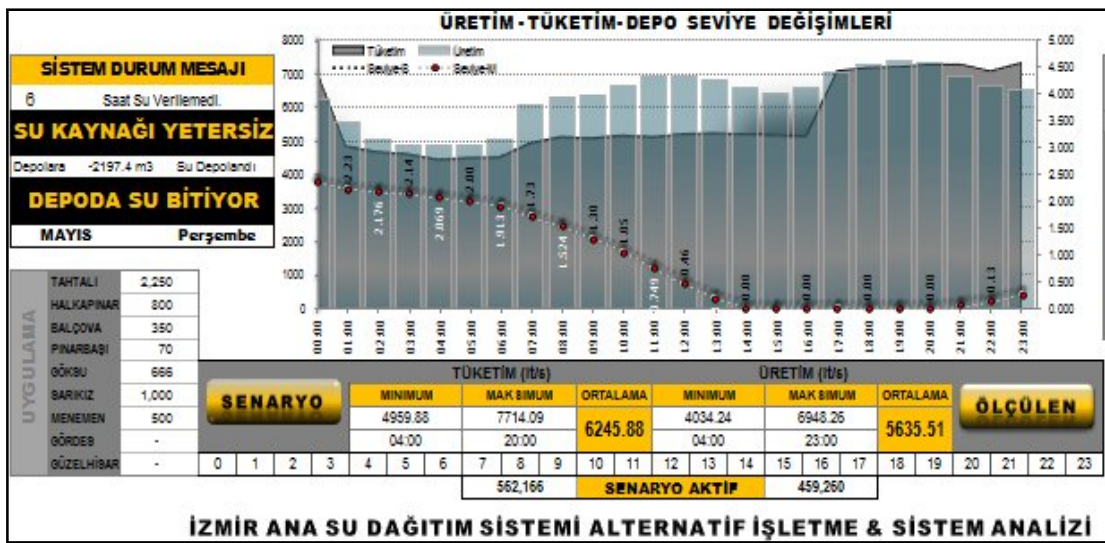


Şekil 4.15 Halkapınar kaynağının tam kapasite devreye alınması ile sistemin dengelenmesi sonucu.

### c. Sarıkız Kuyular

Sarıkız kaynakları tam kapasite olarak saat 02.00 den itibaren yaklaşık 500 lt/s lik ilave kuyuları devreye alınarak toplam 1000 lt/s su temin edilmesi durumunda sisteme 6 saat su verilemeyeceği mesajı alınmaktadır (Şekil 4.16).

Diğer kaynaklarda problem olduğu takdirde düşünebilecek bir kaynaktır. Yeraltı kaynakları içinde ekonomik kaynak olması bakımından ilave kaynak olarak değerlendirilebilir.



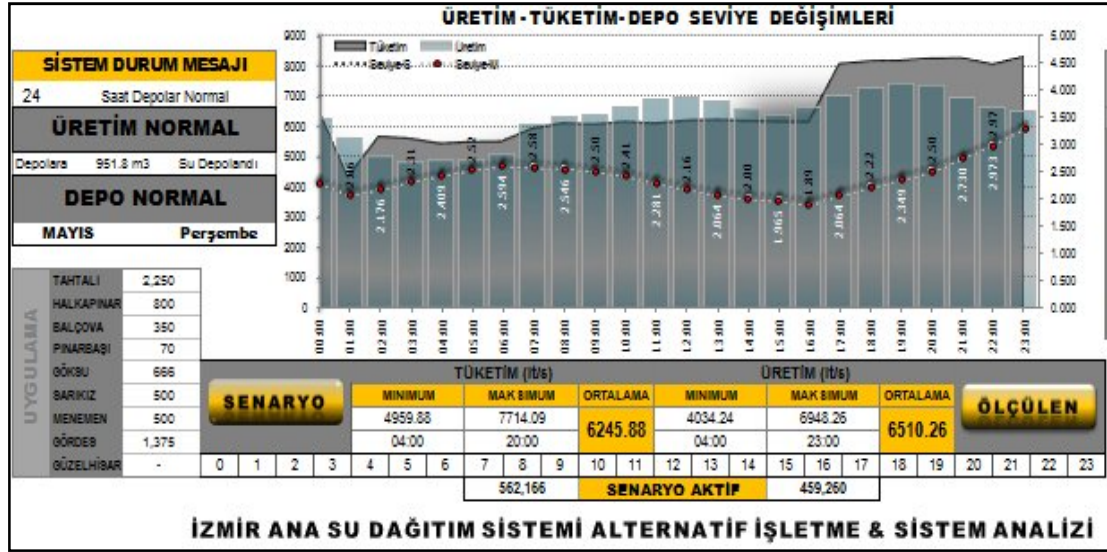
Şekil 4.16 Sarıkız kaynağının tam kapasite devreye alınması sonucundaki sistem analizi.

### d. Menemen Kuyuları

Menemen bölgesinde bulunan kuyularda tuzlanmadan dolayı dinlenmeye alındığından tam kapasite kullanılamamaktadır.

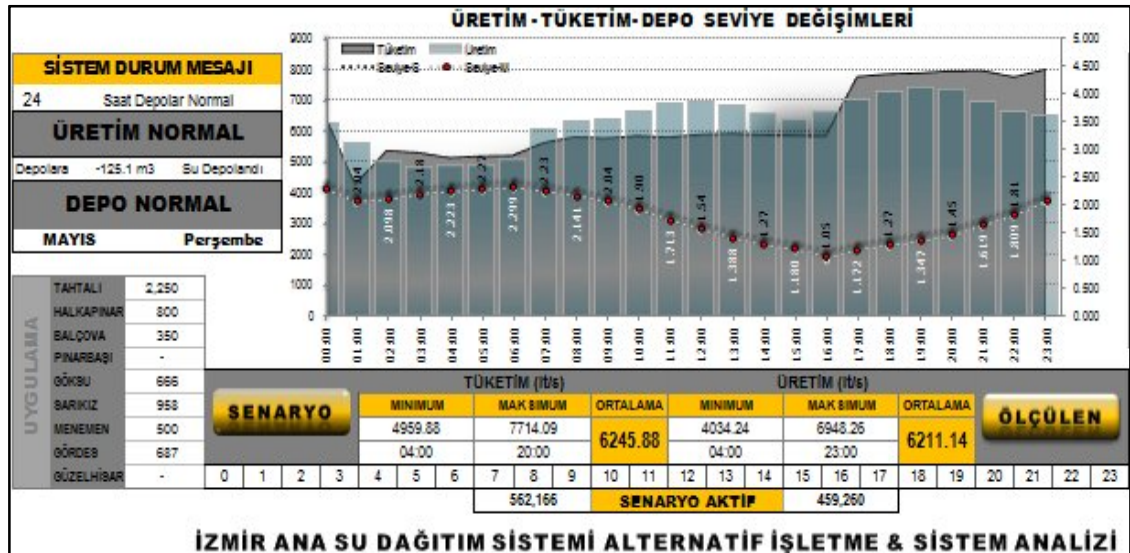
### e. Gördes Barajı

Gördes Barajından gelen suyu sarıkız hattı üzerinden kente ulaştırmak için gerekli boru hattı ve bağlantılar yapılarak arıtma tesisi devreye alınmıştır. Arıtma tesisinin kapasitesi olan 750 lt/s veya 1500 lt/s debide su alınabilmektedir. Tesis tam kapasite olarak devreye alındığında 1500 lt/s suyun fazla geldiği özellikle gün sonunda depo seviyesinin 3.50 m üzerine çıkmasından anlaşılmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Gördes Barajı arıtma tesisinden tam kapasite olarak 1500 lt/s su alındığında sistem durumu

Arıtma tesisinden tam kapasite olarak su alındığında fazla gelmesi nedeniyle tesisten yarı kapasite olarak 750 lt/s ve aynı anda Sarıkız kaynağının tam kapasite olarak devreye alınması durumundaki sistemin dengesi Şekil 4.18 'de gösterilmiştir. Gördes Barajından suyun tamamen cazibe ile alınması ve Sarıkız kaynaklarından temin edilen suyun kente verilmesi düşünüldüğünde uygulama en ekonomik çözümü oluşturmaktadır.

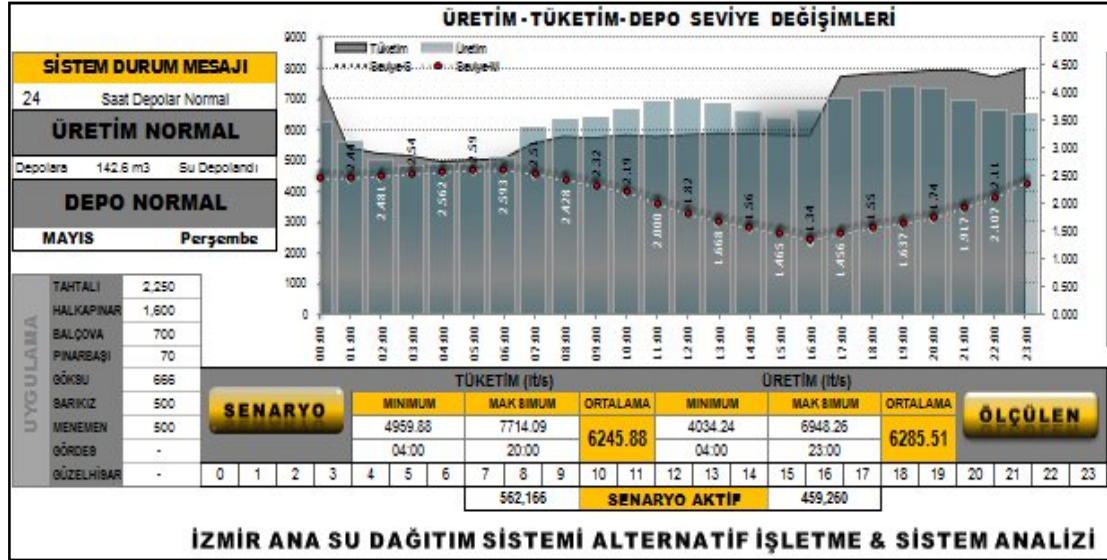


Şekil 4.18 Gördes Barajı arıtma tesisinden 750 lt/s Sarıkız kaynağından 1000 lt/s su alındığında sistemin durumu.



### f. Balçova Barajı

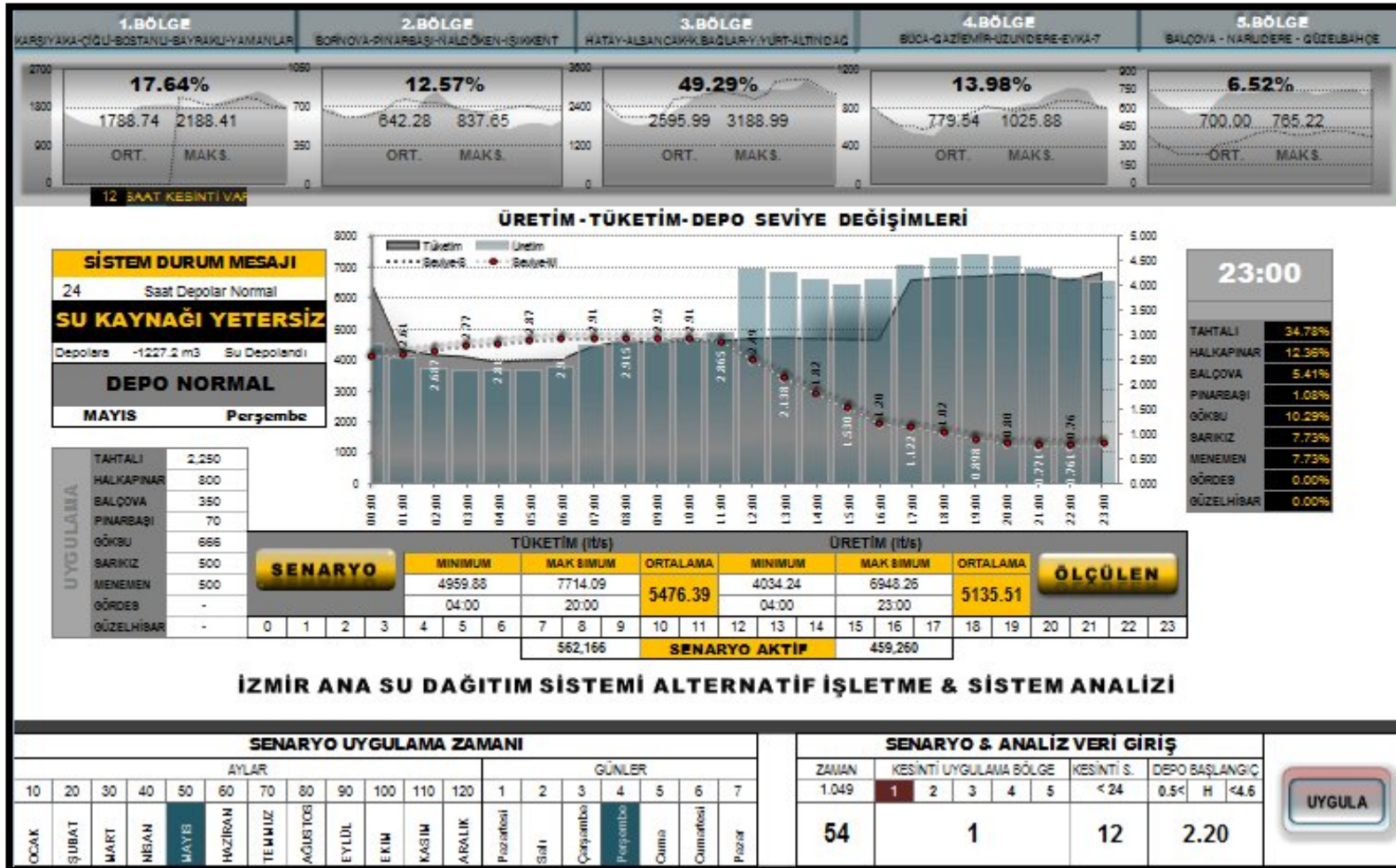
Balçova Barajını mevcut duruma göre tam kapasiteye çıkarmak için ilave 350 lt/s su alınabileceği düşünüldüğünde tek başına yeterli olmayacaktır. Bu durumda Halkapınar kaynağı da tam kapasite devreye alınarak sistem dengesi sağlanmıştır (Şekil 4.19).



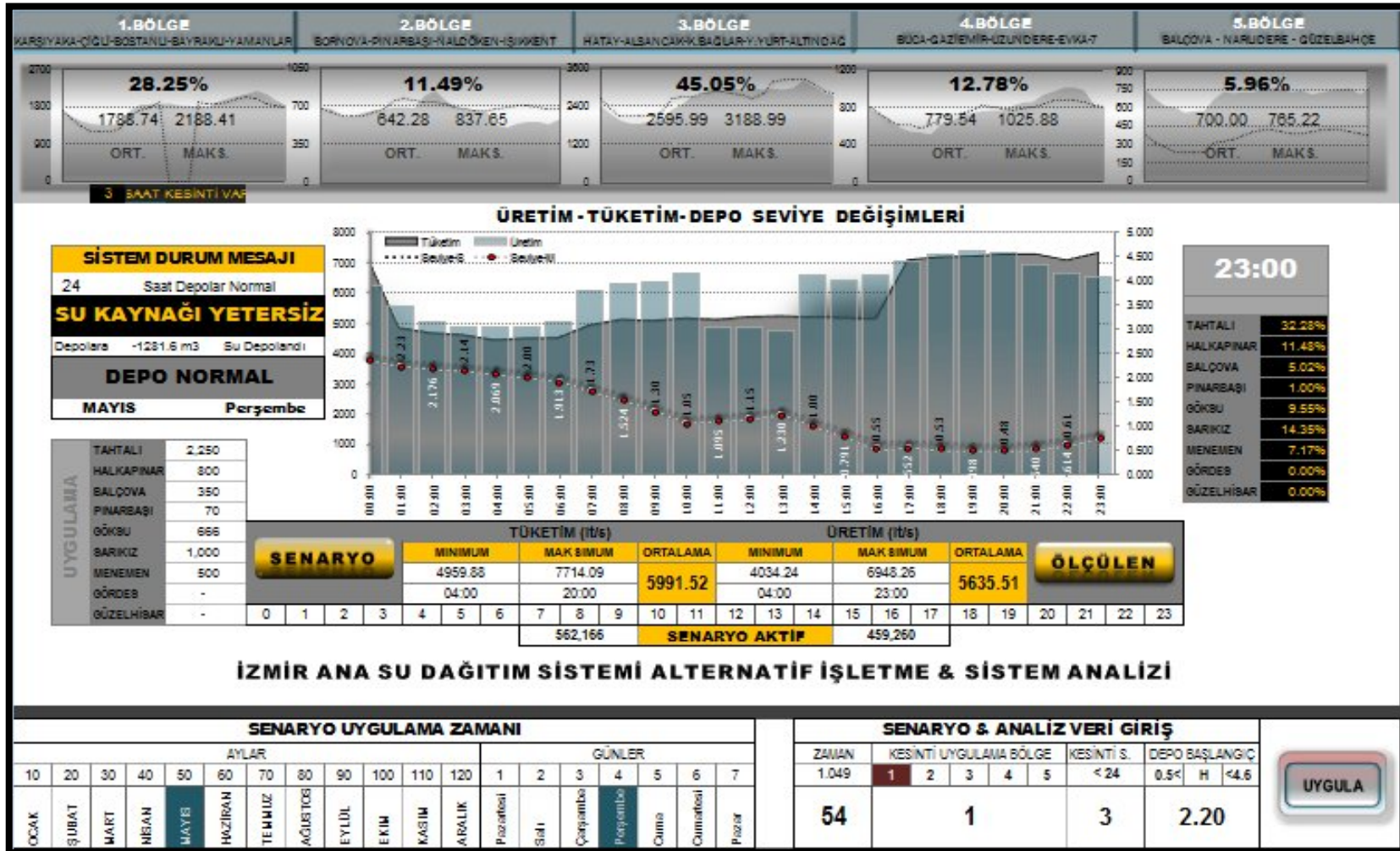
Şekil 4.19 Balçova Barajı ve Halkapınar kaynaklarının tam kapasite girmesi sonucunda sistem durumu

#### 4.2.3.2 Su Dağıtım Yönetimi

Kaynaklardan çeşitli nedenlerle yeterli su temin edilemediği takdirde (Su kalitesi, pompa, sistem arızaları, uygulama sırasındaki riskler vb.) bölgesel kesinti uygulamasına gidilebilir. Saat 01.00' de meydana gelen olaya karşılık 02.00'de 1. bölgeye 12 saatlik bir kesinti uygulandığında sistem dengesinin olduğu Şekil 4.20'de görülmektedir. Ancak kesinti süresini azaltmak için farklı çözümlerde aranabilir. Şekil 4.21'de Sarıkız kaynaklarının tam kapasite devreye alındığında 1. bölgede 3 saatlik bir su kesintisinin yeterli olduğu görülmektedir.



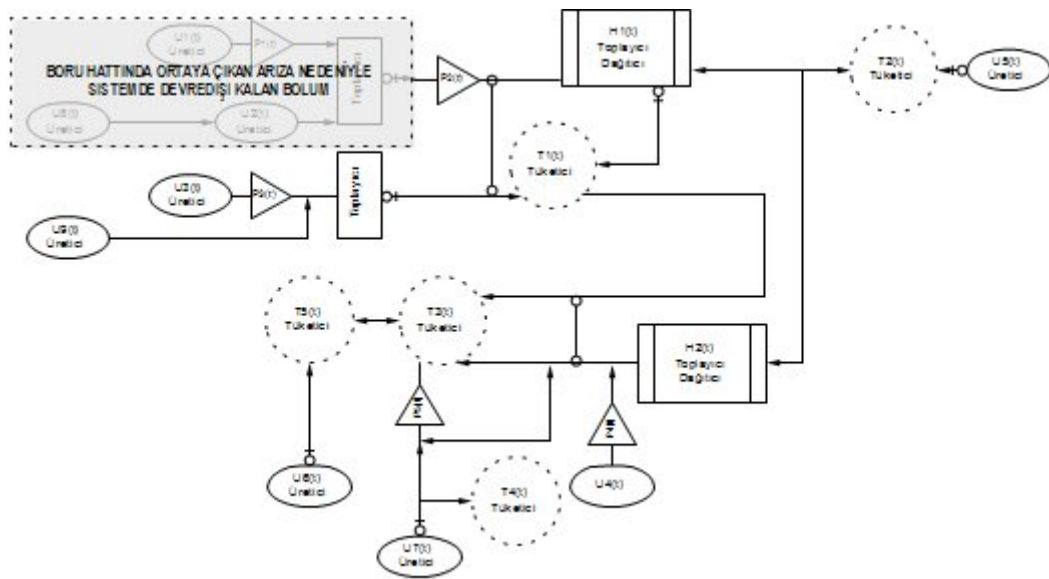
Şekil 4.20 1.bölgede 12 saatlik kesinti sonucu sistem dengesi.



Şekil 4.21 Sarıkız kaynaklarından 500 lt/s ilave su alınması ve 1. bölgede 3 saat kesinti (11.00 -12.00-13.00 ) uygulaması sonucu sistem dengesi .

### 4.3 Senaryo-2: Boru Hattı Arızası

Hat bakım ekibi yapmış olduğu kontroller sırasında Çullutepe depodan yahşelli pompa istasyonuna su iletimini sağlayan boru üzerinde yaklaşık 10 lt/s suyun yüzeye çıkmakta olduğu tespit etmiştir. Yapılan değerlendirmede arızanın acil bir şekilde giderilmesi gerektiği kararı alınarak boru içten tamir parçası ile 36 saatte tamir edilebileceğine karar verilmiştir. Bu tamir sırasında etkilenecek birimler Şekil 4.22'deki model şematığı üzerinde gösterilmiştir.



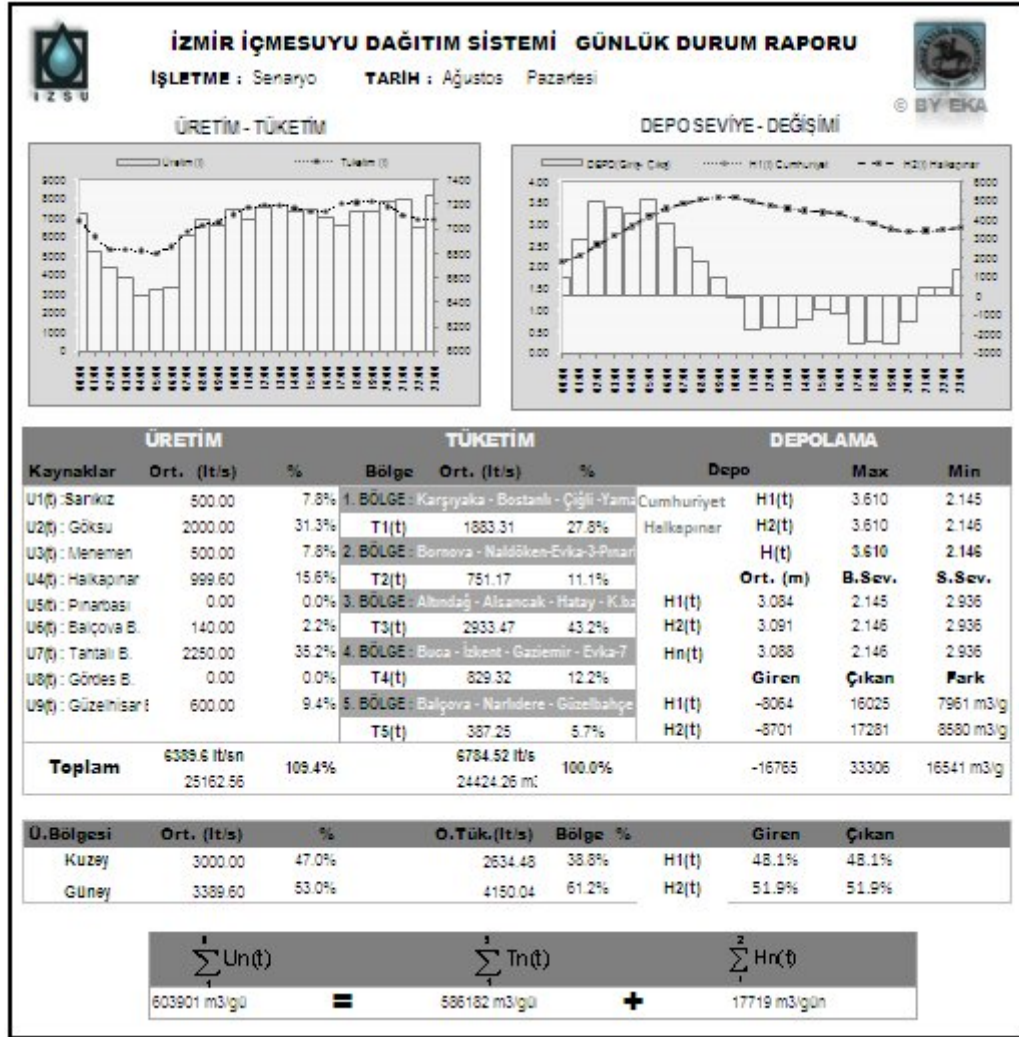
Şekil 4.22 Arıza nedeniyle model sistemde devre dışı kalan birimler (U1,U2,U8 kaynakları)

#### 4.3.1 Normal İşletme Durumu

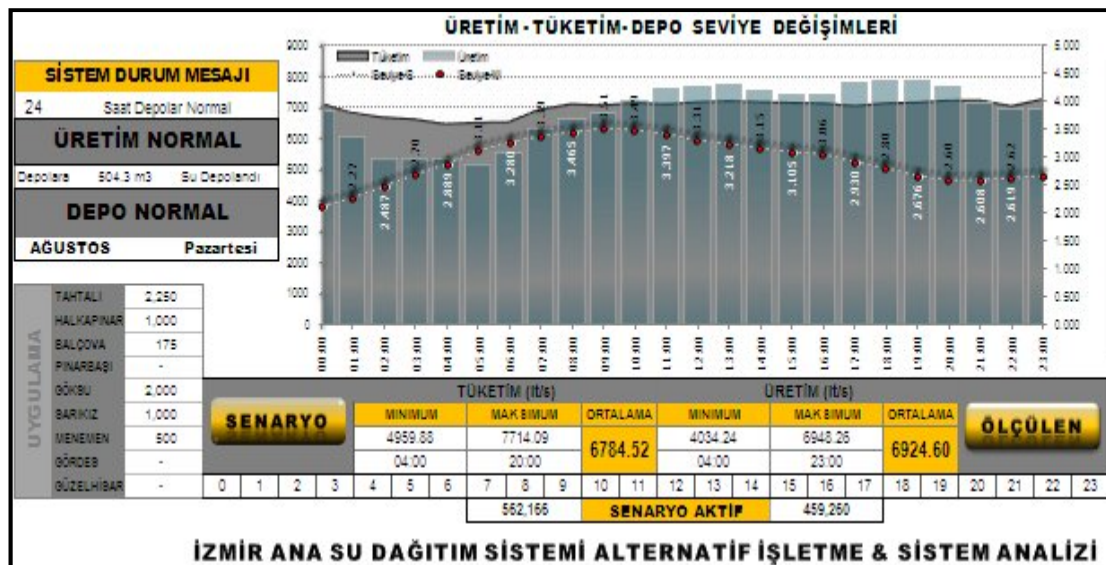
Ortaya çıkan olay karşısında alınacak alternatif işletme şeklinin belirlenmesi için sistemde olay meydana gelmeden önceki duruma göre;

- Balçova Barajı su seviyesi azaldığından bulanık ve mangan değerlerinin oldukça arttığından şebekeye ortalama 175 lt/s su verilebildiği,
- Halkapınar kuyularında su kalitesi problemi yaşandığından maksimum arıtma tesisi kapasitesi olan 1000 lt/s su alınabileceği,

işletme koşulları altında oluşturulan sistem durumu Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de gösterilmiştir.



Şekil 4.23 Ağustos pazartesi normal şartlar altında sistemin günlük durum raporu.



Şekil 4.24 Ağustos pazartesi günü için normal şartlar altında sistem analizi.

### 4.3.2 Olay Senaryo Uygulaması

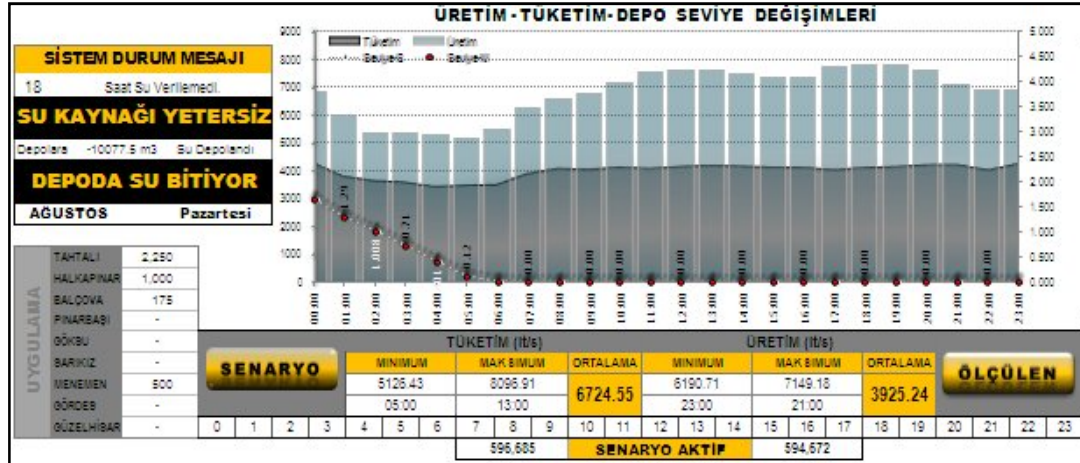
Uygulamanın planlı olduğu dikkate alındığında yapılacak çalışma saatleri öngörülebilmektedir. Ø2200 mm boru hattı üzerindeki arızanın içten tamiri yapılabilmesi için boru içindeki suyun boşaltılması gerekmektedir. Bu durumda yaklaşık hattın 15 km sindeki suyun boşaltılması yaklaşık 6-7 saat sürecektir. Buna göre bu işleme gece yarısı başlanması ve gündüz tamirata geçilmesi uygun olacaktır. Bu durumun model tanımlaması Şekil 4.25’de, sonuçlar Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’ de gösterilmiştir.

		0: Devredışı		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00				
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U1(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U3(t)																												
	U5(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U8(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U9(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	U4(t)																												
	U6(t)																												
	U7(t)																												

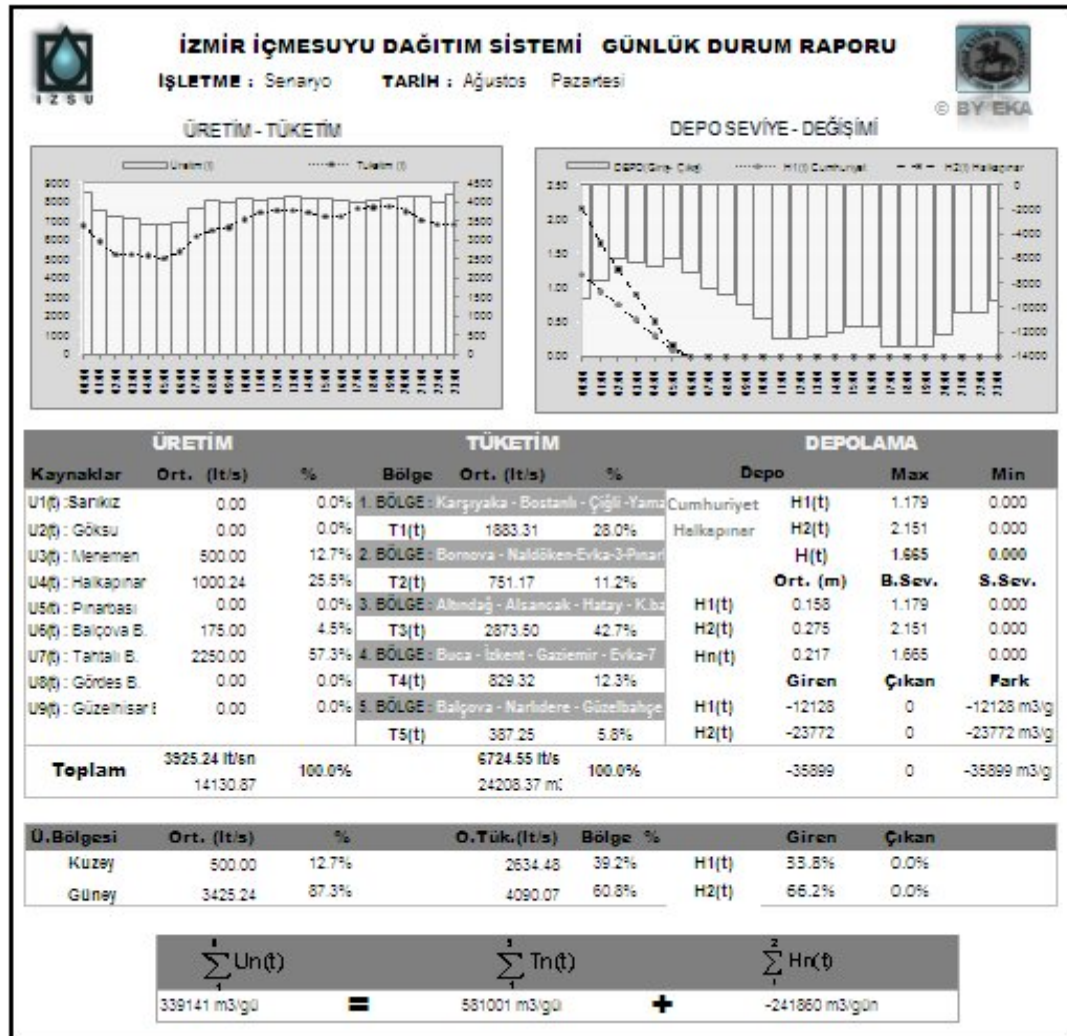
  

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çeyrek	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					Başlangıç	ORTALAMA DEBİ (lt/s)					
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%		Alınan	Kuzey	Yer altı			
U1(t)	X						0	1000	U1(t)	X				0	4125.0	0	12.1%	500.0	41.2%	1700.0
U2(t)	X						2000	U2(t)	X				0	0						
U3(t)						1	1000	U3(t)			X		500	500						
U5(t)	X						70	U5(t)	X			0	0	0						
U8(t)	X						1500	U8(t)	X				0	0		Güney	Yerüstü			
U9(t)	X						600	U9(t)	X				0	0						
U4(t)						1	1800	U4(t)			X		1200	1200						
U6(t)						1	700	U6(t)		X			175	175		87.8%	3625.0	68.8%	2425.0	
U7(t)						1	4500	U7(t)			X		2250	2250						

Şekil 4.25 Senaryo ekranında su kaynakları uygulanması ve sonucunda temin edilen miktarlar



Şekil 4.26 Sarıkız ve Göksu kaynaklarından gelen suyun eksilmesi sonucundaki sistem durumu (Sistem deposu 18 saat susuz kalmaktadır)



Şekil 4.27 Yahşelli pompa istasyonunun 00.00 'da durdurulması sonucuna göre sistem durum raporu (Sarıköz ve Göksu kaynaklarından kente aktarılan ortalama 3000 lt/s su kesilmiştir.)

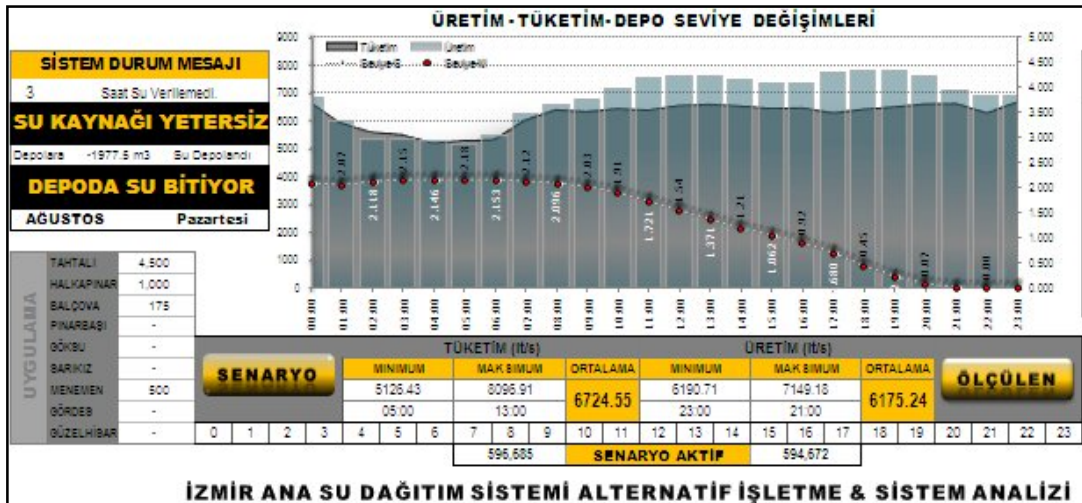
### 4.3.3 Alternatif İşletme Olanakları

#### 4.3.3.1 Kaynak Yönetimi

Çullutepe depo ile Yahşelli pompa istasyonu arasındaki Ø2200 mm borunun tamir işlemi nedeniyle devre dışı kalan kaynaklar Sarıkız, Göksu ve aynı hattı kullanması nedeniyle Gördes Barajıdır.

Yapılacak çalışmalar için öngörülen süre yaklaşık 36 saat olarak belirtilmiştir. Bu durum su kesintisi veya alternatif bir işletme yöntemi uygulanmadığı takdirde sistemde depoların 30 saat susuz kalmasına neden olmaktadır. Ancak su açığının çok yüksek olması ve sistem kısıtları nedeniyle her kaynak için ayrı analiz yapılmasına gerek duyulmamıştır.

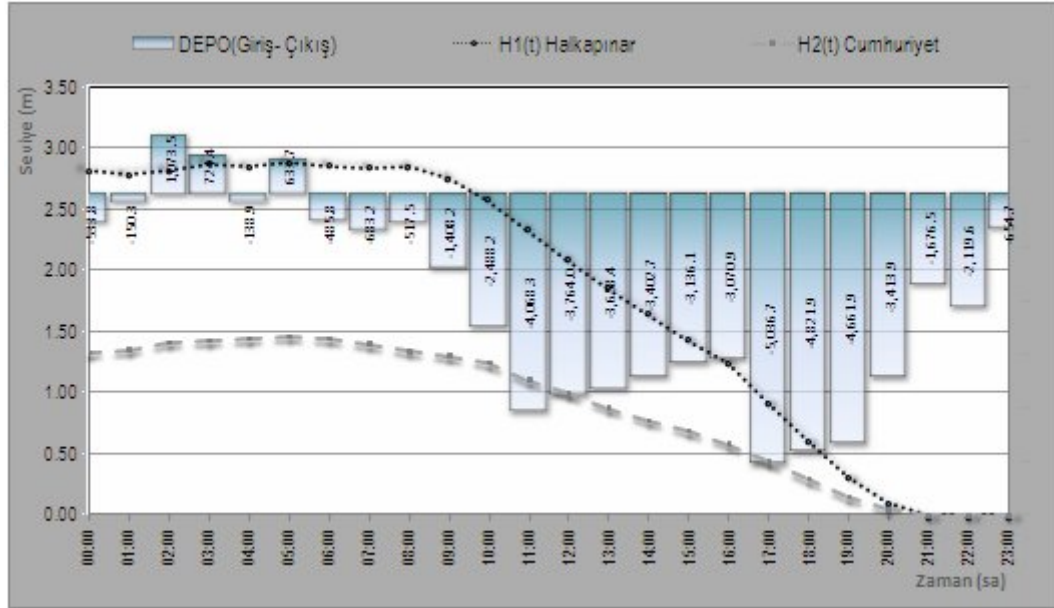
Kentin en büyük su kaynağı olan Tahtalı Barajından temin edilen su ortalama 4500 lt/s ye çıkarılması halinde Şekil 4.28'deki sistem mesajında sisteme “3 saat su verilemediği”, Şekil 4.29’ da da her depodaki seviye değişimleri görülmektedir.



Şekil 4.28 Tahtalı Barajının tam kapasite devreye alınması sonucu sistem durumu.

Bu durumda Tahtalı Barajından gelen suyun Yeşildere hattı üzerinden Bornova ve Karşıyaka bölgelerine aktarılması için modelde “Sistem Kritik Nokta Takip” fonksiyonu sonuçlarına bakılması gerekmektedir (Tablo4.3).





Şekil 4.29 Tahtalı Barajının tam kapasite devreye alınması sonucu sistemdeki depo seviyeleri.

Modelde alt fonksiyon olarak tanımlanmış P11 pompa istasyonundaki uygulamasının Tablo 4.3'deki sonuçlarında; Tahtalı Barajından temin edilen suyun 4. ve 3. bölgelerde kullanıldıktan sonra artan kısmının Halkapınar tarafına aktarıldığı, aynı zamanda Susuzdede vanasının açılarak 5. Bölge'ye takviye yapıldığı görülmektedir.

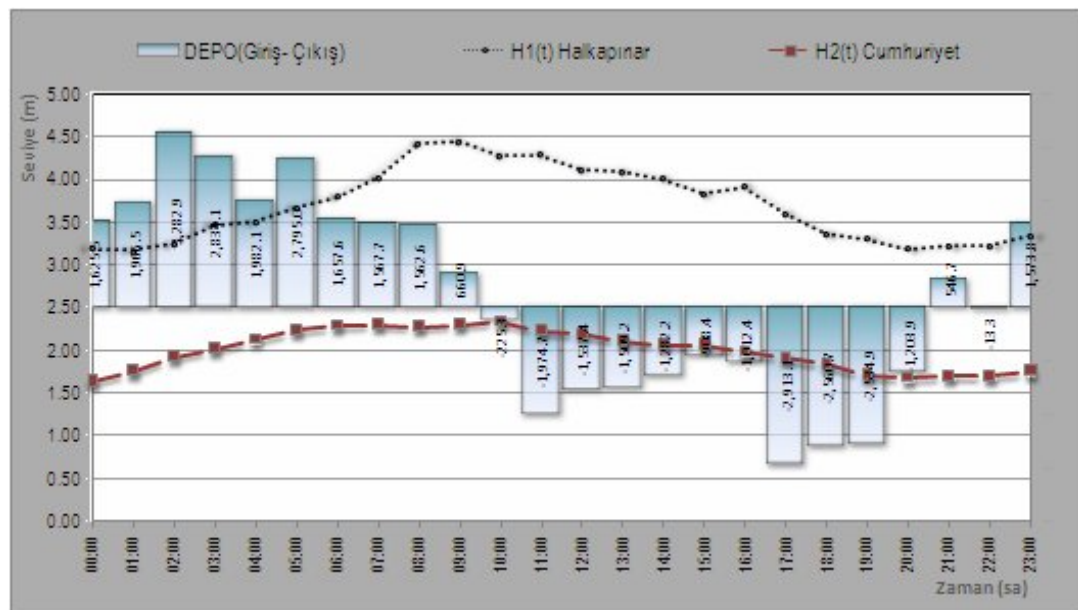
Tablo 4.3 Tahtalı Barajının tam kapasite devreye alınması sonucu sistem durumu.

SİSTEM KRİTİK NOKTA TAKİBİ												
Ş BY EKA	3T	3TS	2T	2TS	UYGULAMA	DURUM	1T	1TS	UYGULAMA			
00:00	897.41	3930.17	-195.52	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1043.58	2691.07	Su fazla	<---H. Vana	2691.07	%100 Aç
01:00	790.32	3511.61	-255.99	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	882.04	2373.58	Su fazla	<---H. Vana	2373.58	%100 Aç
02:00	693.17	3254.12	-300.35	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	749.46	2204.30	Su fazla	<---H. Vana	2204.30	%100 Aç
03:00	678.34	3205.82	-312.66	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	683.74	2010.42	Su fazla	<---H. Vana	2010.42	%100 Aç
04:00	658.11	2938.46	-320.25	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	699.25	1718.96	Su fazla	<---H. Vana	1718.96	%100 Aç
05:00	625.60	3037.90	-335.22	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	905.41	1797.27	Su fazla	<---H. Vana	1797.27	%100 Aç
06:00	663.76	3029.31	-316.77	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1002.07	1710.48	Su fazla	<---H. Vana	1710.48	%100 Aç
07:00	734.65	3565.07	-278.71	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1117.01	2169.35	Su fazla	<---H. Vana	2169.35	%100 Aç
08:00	751.45	3934.50	-255.75	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1028.69	2650.05	Su fazla	<---H. Vana	2650.05	%100 Aç
09:00	778.89	3843.15	-230.93	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	951.91	2660.31	Su fazla	<---H. Vana	2660.31	%100 Aç
10:00	833.28	3844.74	-193.62	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1008.16	2642.06	Su fazla	<---H. Vana	2642.06	%100 Aç
11:00	902.61	3765.61	-157.91	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1058.00	2551.70	Su fazla	<---H. Vana	2551.70	%100 Aç
12:00	895.15	3954.60	-140.69	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1053.39	2760.53	Su fazla	<---H. Vana	2760.53	%100 Aç
13:00	900.43	3973.78	-132.16	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1045.47	2796.15	Su fazla	<---H. Vana	2796.15	%100 Aç
14:00	889.24	3908.65	-140.33	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	974.95	2791.35	Su fazla	<---H. Vana	2791.35	%100 Aç
15:00	899.63	3785.98	-155.51	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	943.48	2686.00	Su fazla	<---H. Vana	2686.00	%100 Aç
16:00	904.69	3855.04	-165.85	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1184.53	2524.66	Su fazla	<---H. Vana	2524.66	%100 Aç
17:00	934.12	3826.76	-155.63	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1451.55	2008.39	Su fazla	<---H. Vana	2008.39	%100 Aç
18:00	958.04	3893.74	-154.16	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1478.06	2061.51	Su fazla	<---H. Vana	2061.51	%100 Aç
19:00	931.51	3809.24	-150.38	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1494.14	2164.73	Su fazla	<---H. Vana	2164.73	%100 Aç
20:00	932.27	3915.43	-165.11	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1457.31	2293.02	Su fazla	<---H. Vana	2293.02	%100 Aç
21:00	899.84	3999.67	-185.07	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1310.74	2472.85	Su fazla	<---H. Vana	2472.85	%100 Aç
22:00	870.82	3895.62	-200.57	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1223.92	2271.14	Su fazla	<---H. Vana	2271.14	%100 Aç
23:00	870.95	4048.32	-203.61	İt's Blak	Susuzdede Vana Aç	Normal	1217.50	2627.01	Su fazla	<---H. Vana	2627.01	%100 Aç

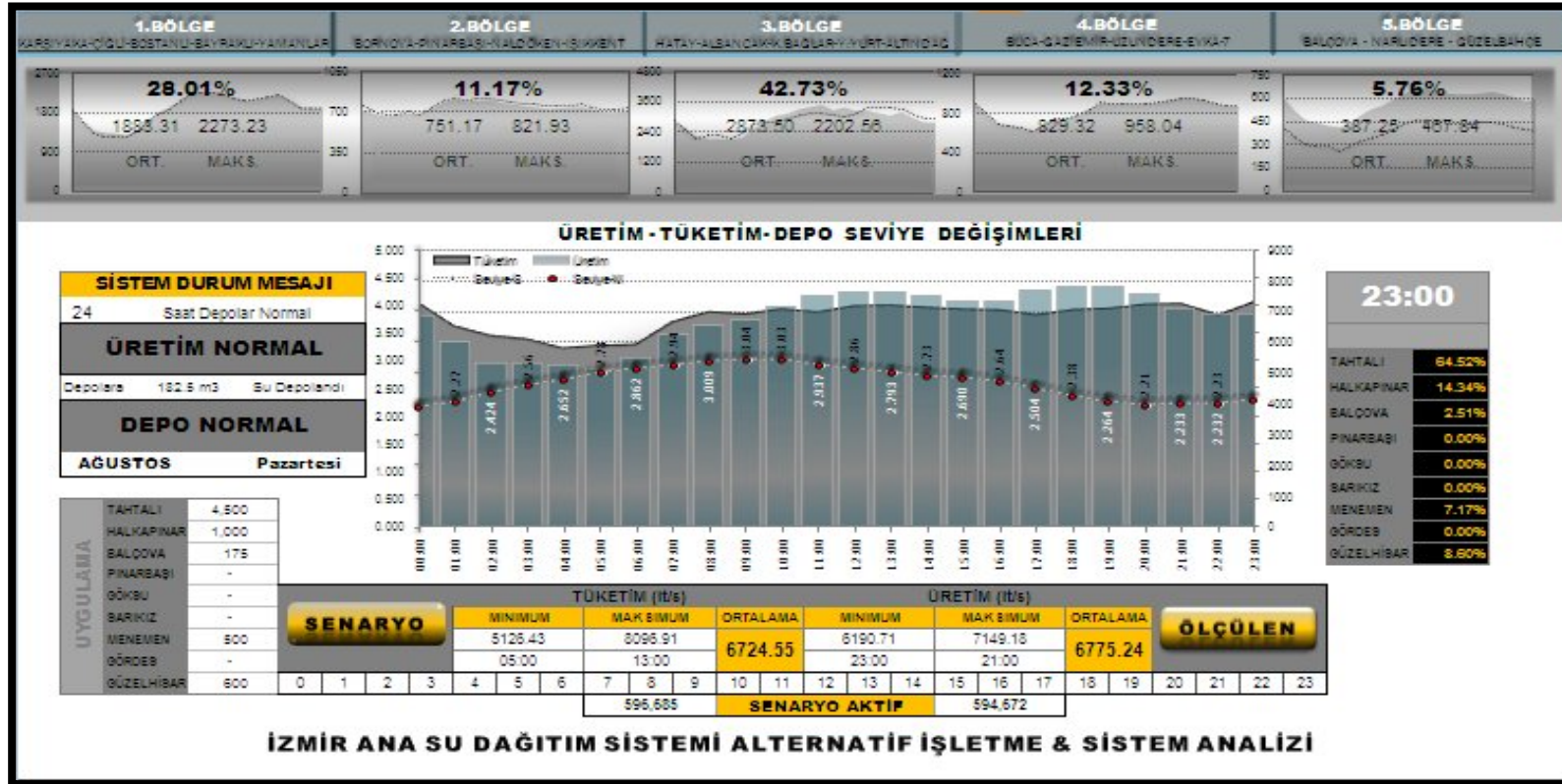
Kentin en büyük su kaynağı olan Tahtalı Barajının tam kapasiteye çıkarılmasının yeterli gelmemesi nedeniyle ilave olarak Güzelhisar Barajından ortalama 600 lt/s su alınması düşünülmüştür. Bu uygulama sonucundaki sistem dengesi Şekil 4.31’de, modelde sistem depo denge hesabının bu senaryodaki uygulaması da Tablo 4.4 ’de ve depo seviye grafikleri Şekil 4.30’da gösterilmektedir.

**Tablo 4.4** Tahtalı ve Güzelhisar barajlarının tam kapasite devreye alınması sonucunda depoların seviye değişim hesabı.

Cell Level	1. Rated Level	1.Average	1.Visual Level	2. Rated Level	2.Average	2.Visual Level	3. Rated Level	3.Average	3.Visual Level	C	H	
2.177	0.330	1.847	1.088	3.297	1.897	7.177	3.893	5.435	0.787	1.472	1.849	3.203
2.270	0.377	1.892	1.135	3.008	1.888	6.828	3.785	5.308	0.777	1.402	1.764	3.182
2.424	0.442	1.983	1.212	2.744	1.836	6.633	3.985	5.309	0.798	1.339	1.935	3.246
2.558	0.483	2.108	1.279	2.821	1.848	7.216	4.209	5.713	0.792	1.387	2.028	3.472
2.652	0.497	2.155	1.326	2.658	1.825	7.075	4.309	5.692	0.805	1.321	2.133	3.502
2.763	0.523	2.260	1.392	2.659	1.824	7.401	4.520	5.951	0.808	1.319	2.242	3.670
2.862	0.531	2.331	1.431	2.894	1.829	7.710	4.651	6.186	0.802	1.327	2.296	3.798
2.936	0.509	2.427	1.468	2.884	1.853	8.467	4.853	6.650	0.787	1.372	2.309	4.028
3.009	0.459	2.550	1.505	3.275	1.898	9.854	5.100	7.477	0.789	1.466	2.283	4.412
3.040	0.466	2.674	1.520	3.260	1.893	9.911	5.148	7.529	0.780	1.463	2.310	4.447
3.030	0.497	2.633	1.516	3.048	1.872	9.236	5.086	7.151	0.774	1.412	2.346	4.277
2.937	0.452	2.485	1.468	3.250	1.892	9.545	4.970	7.257	0.780	1.480	2.233	4.288
2.964	0.456	2.409	1.432	3.143	1.882	9.002	4.817	6.910	0.768	1.434	2.198	4.108
2.793	0.428	2.365	1.396	3.286	1.894	9.122	4.731	6.926	0.789	1.464	2.121	4.089
2.732	0.417	2.316	1.368	3.278	1.895	8.957	4.631	6.794	0.789	1.467	2.073	4.009
2.690	0.434	2.255	1.345	3.095	1.877	8.325	4.510	6.417	0.771	1.423	2.073	3.827
2.642	0.396	2.246	1.321	3.339	1.701	8.821	4.492	6.657	0.766	1.482	1.994	3.918
2.604	0.396	2.108	1.252	3.162	1.684	7.918	4.217	6.068	0.766	1.439	1.919	3.604
2.384	0.392	1.992	1.192	3.042	1.671	7.252	3.984	5.616	0.778	1.410	1.847	3.361
2.264	0.348	1.916	1.132	3.254	1.893	7.367	3.832	5.800	0.780	1.461	1.721	3.308
2.207	0.346	1.861	1.104	3.190	1.687	7.042	3.723	5.382	0.764	1.446	1.687	3.191
2.233	0.351	1.882	1.117	3.179	1.688	7.099	3.764	5.431	0.765	1.443	1.709	3.222
2.232	0.360	1.882	1.116	3.186	1.686	7.113	3.764	5.439	0.765	1.446	1.707	3.225
2.307	0.360	1.946	1.153	3.202	1.688	7.385	3.893	5.639	0.764	1.449	1.761	3.341



**Şekil 4.30** Tahtalı ve Güzelhisar barajlarının tam kapasite devreye alınması sonucu depolardaki seviye değişimleri.



SENARYO UYGULAMA ZAMANI												SENARYO & ANALİZ VERİ GİRİŞ																
AYLAR												GÜNLER				ZAMAN	KESİNTİ UYGULAMA BÖLGE					KESİNTİ S.	DEPO BAŞLANGIÇ					
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	1	2	3	4	5	6	7	1.137	1	2	3	4	5	<24	0.5<	H	<4.6
OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar	<b>81</b>	<b>0</b>					<b>0</b>	<b>2.10</b>		

Şekil 4.31 Tahtalı Barajı ve Güzelhisar Barajı tam kapasite devrede olmasına göre sistemin durumu.

#### 4.3.3.2 Su Dağıtım Yönetimi

Ağustos ayında boru hattında meydana gelen arızanın tamiri için yapılacak çalışma nedeniyle kaynakların yaklaşık % 35 'i devre dışı kalmıştır. Yaz ayında tüketimin yüksek olması ve sistemde bulunan diğer kaynaklardaki kısıtlar nedeniyle ciddi bir su açığı ortaya çıkmaktadır (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5** Ağustos pazartesi günü su kaynakları ve bölgelerin tüketim durumu. (lt/s)

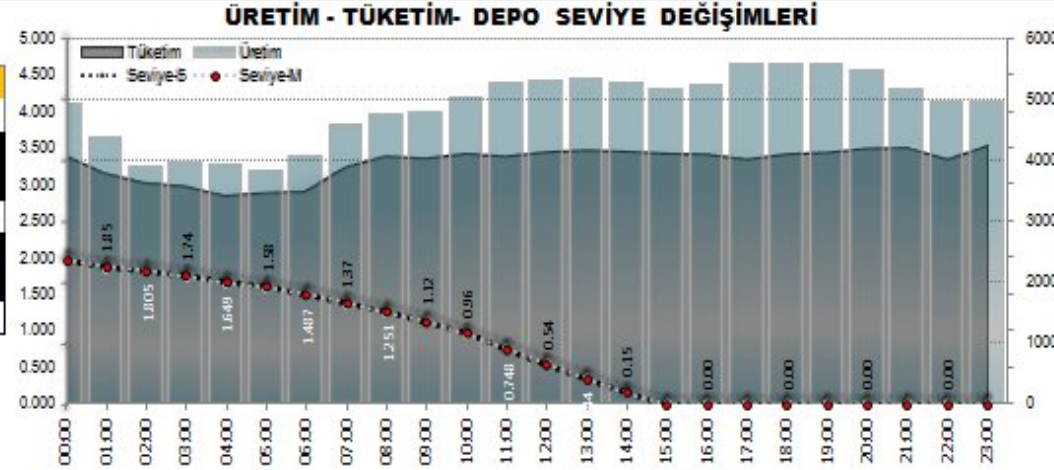
TÜKETİM	1.BÖLGE	2. BÖLGE	3.BÖLGE	4. BÖLGE	5.BÖLGE	TOPLAM		
<b>Maksimum</b>	2273.23	821.93	3407.03	958.04	467.84	7928.07		
<b>Minimum</b>	1278.50	675.28	2202.56	625.60	264.78	5046.73		
<b>Ortalama</b>	1883.31	751.17	2873.50	829.32	387.25	6724.55		
ÜRETİM	0 %	0%	12.8 %	25.3 %	0%	4.5%	57.4%	
<b>Maksimum</b>	0.00	0.00	523.83	1022.18	0.00	191.30	2459.63	
<b>Minimum</b>	0.00	0.00	476.50	938.86	0.00	139.87	1798.28	
<b>Ortalama</b>	0.00	0.00	500.00	992.04	0.00	175.00	2250.00	
	Gördes Sarıkız	Göksu	Güzelhisar Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Balçova	Tahtalı	Zaman
	-	-	499.85	939.01	-	187.74	2,413.79	<b>00.00</b>
	-	-	490.01	938.86	-	167.30	2,150.97	<b>01.00</b>
	-	-	511.44	949.02	-	153.51	1,973.64	<b>02.00</b>
	-	-	488.35	950.93	-	151.09	1,942.58	<b>03.00</b>
	-	-	490.98	947.52	-	139.87	1,798.28	<b>04.00</b>
	-	-	500.30	946.62	-	142.47	1,831.75	<b>05.00</b>
	-	-	496.17	954.04	-	143.62	1,846.54	<b>06.00</b>
	-	-	521.04	999.14	-	167.21	2,149.86	<b>07.00</b>
	-	-	481.50	1,010.39	-	182.23	2,342.97	<b>08.00</b>
	-	-	478.94	1,013.91	-	179.73	2,310.87	<b>09.00</b>
	-	-	523.83	1,013.47	-	181.92	2,339.01	<b>10.00</b>
	-	-	484.64	1,014.75	-	181.54	2,334.11	<b>11.00</b>
	-	-	515.42	955.81	-	188.60	2,424.88	<b>12.00</b>
	-	-	497.50	991.09	-	189.55	2,437.11	<b>13.00</b>
	-	-	490.87	1,017.71	-	186.51	2,397.94	<b>14.00</b>
	-	-	515.68	1,020.40	-	182.22	2,342.81	<b>15.00</b>
	-	-	476.50	1,007.18	-	185.10	2,379.87	<b>16.00</b>
	-	-	491.57	1,018.74	-	177.37	2,280.44	<b>17.00</b>
	-	-	523.42	1,022.18	-	180.90	2,325.89	<b>18.00</b>
	-	-	492.35	1,020.21	-	185.14	2,380.38	<b>19.00</b>
	-	-	511.58	1,019.79	-	188.52	2,423.85	<b>20.00</b>
	-	-	514.65	1,017.76	-	188.98	2,429.76	<b>21.00</b>
	-	-	487.57	1,018.92	-	177.57	2,283.07	<b>22.00</b>
	-	-	515.85	1,021.50	-	191.30	2,459.63	<b>23.00</b>

Tahtalı Barajında kapasite artışı sağlanamaması halinde uzun süreli ve geniş bölgeyi etkileyen kesinti gerekmektedir. 1. ve 2. bölgelerde ayrı ayrı kesinti uygulandığında yeterli 24 saatlik kesinti yeterli gelmemektedir (Şekil 4.32 - Şekil 4.33) Ancak her iki bölgede aynı anda 24 saatlik veya 3. bölgede 22 saatlik kesinti uygulanması ile sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.34 ve Şekil 4.35'de gösterilmiştir.



**SİSTEM DURUM MESAJI**  
 9 Saat Su Verilemedi.  
**SU KAYNAĞI YETERSİZ**  
 Depolara -3327.1 m3 Su Depolandı  
**DEPODA SU BİTİYOR**  
**AĞUSTOS Pazartesi**

UYGULAMA	TAHTALI	2,250
	HALKAPINAR	992
	BALÇOVA	175
	PINARBAŞI	-
	GÖKSU	-
	SARIKIZ	-
	MENEMEN	500
	GÖRDES	-
	GÜZELHİSAR	-

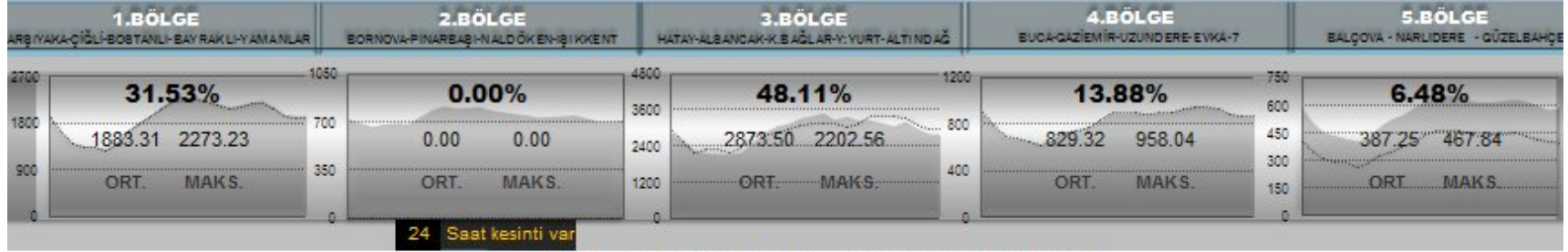


**23:00**

TAHTALI	54.55%
HALKAPINAR	24.05%
BALÇOVA	4.24%
PINARBAŞI	0.00%
GÖKSU	0.00%
SARIKIZ	0.00%
MENEMEN	12.12%
GÖRDES	0.00%
GÜZELHİSAR	0.00%

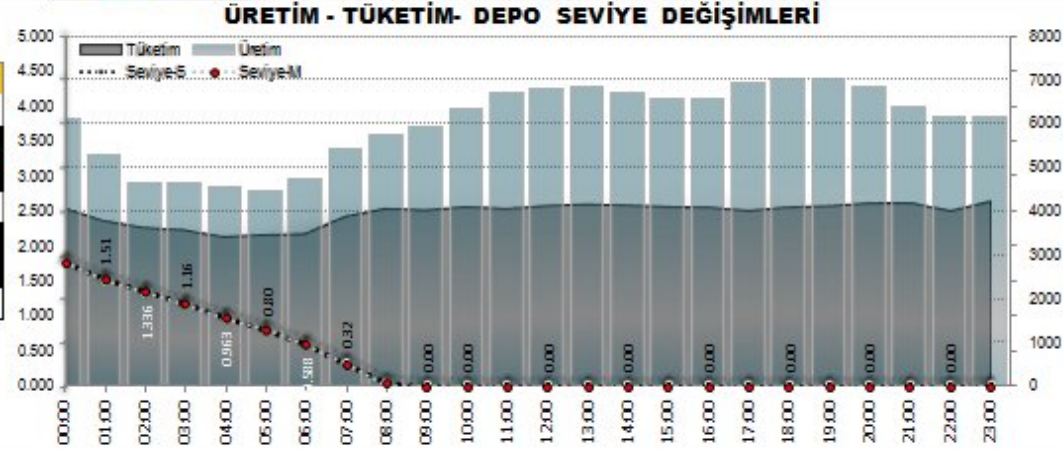
SENARYO	TÜKETİM (lt/s)			ÜRETİM (lt/s)			ÖLÇÜLEN																		
	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA																			
	5126.43	8096.91	4841.24	6190.71	7149.18	3917.04																			
	05:00	13:00		23:00	21:00																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	596,685											<b>SENARYO AKTİF</b>			594,672										

Şekil 4.32 1. bölgede 24 saatlik su kesintisi sonucunda sistemin durumu. (15.00' den itibaren depoda su bitmekte 2.3.4.5. bölgeler su alamamaktadır.)



**SİSTEM DURUM MESAJI**  
15 Saat Su Verilemedi.  
**SU KAYNAĞI YETERSİZ**  
Depolara -7402.8 m3 Su Depolandı  
**DEPODA SU BİTİYOR**  
**AĞUSTOS Pazartesi**

UYGULAMA	TAHTALI	HALKAPINAR	BALÇOVA	PINARBAŞI	GÖKSU	SARIKIZ	MENEMEN	GÖRDES	GÜZELHİSAR
	2,250	992	175	-	-	-	500	-	-



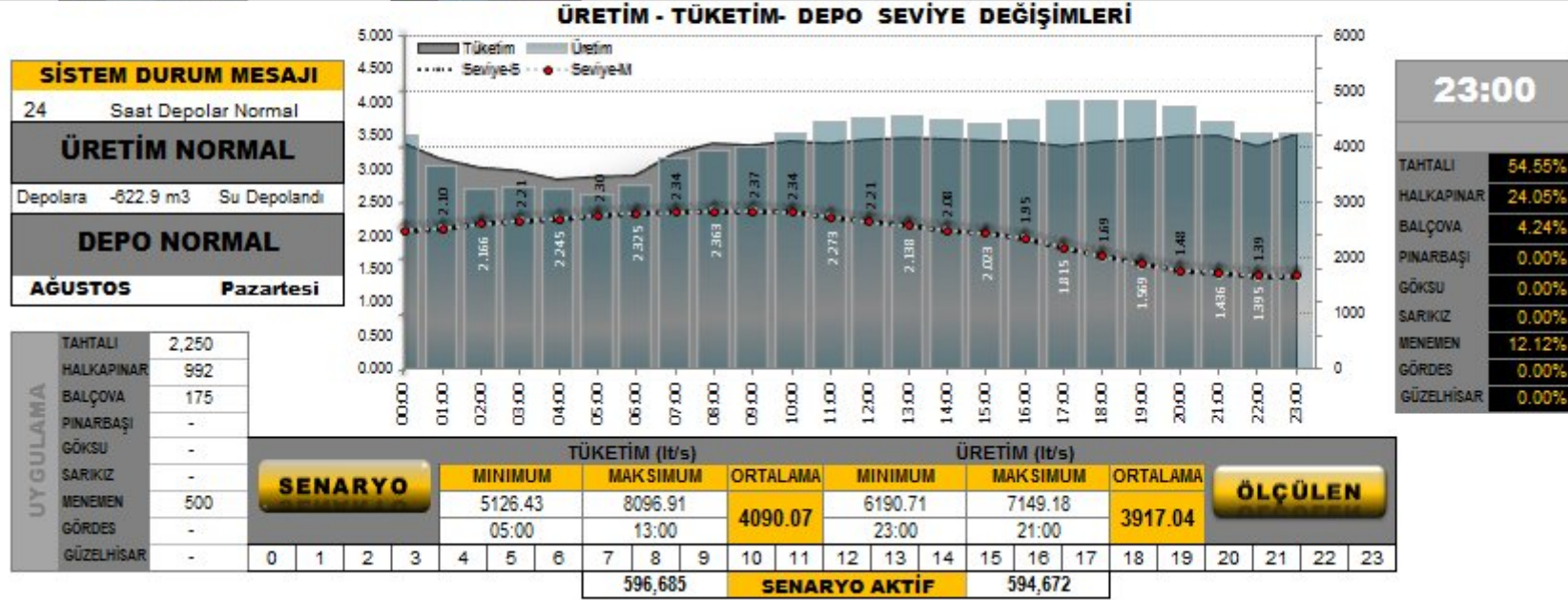
**23:00**

TAHTALI	54.55%
HALKAPINAR	24.05%
BALÇOVA	4.24%
PINARBAŞI	0.00%
GÖKSU	0.00%
SARIKIZ	0.00%
MENEMEN	12.12%
GÖRDES	0.00%
GÜZELHİSAR	0.00%

SENARYO	TÜKETİM (lt/s)			ÜRETİM (lt/s)			ÖLÇÜLEN																	
	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA																		
	5126.43	8096.91	5973.38	6190.71	7149.18	3917.04																		
	05:00	13:00		23:00	21:00																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	596,685									<b>SENARYO AKTİF</b>			594,672											

## İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ

Şekil 4.33 2. bölgede 24 saatlik su kesintisi sonucunda sistemin durumu. (08.00' den itibaren depoda su bitmekte 1.3.4.5. bölgeler su alamamaktadır.)



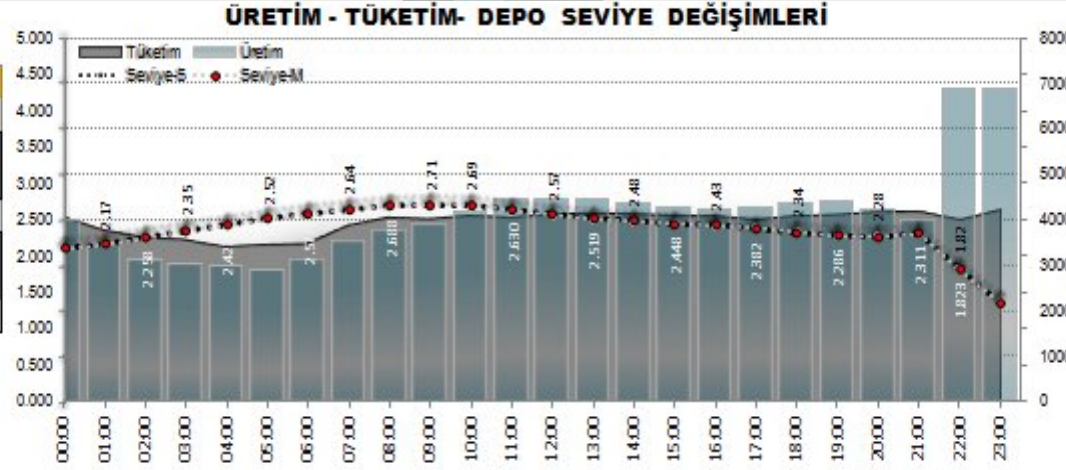
## İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ

Şekil 4.34 1. ve 2. bölgede 24 saatlik su kesintisi sonucunda sistemin durumu. (3.4.5. bölgeler 24 saat su alabilmektedir.)



SİSTEM DURUM MESAJI	
24	Saat Depolar Normal
ÜRETİM NORMAL	
Depolara	-641.1 m3 Su Depolandı
DEPO NORMAL	
<b>AĞUSTOS</b>	<b>Pazartesi</b>

UYGULAMA	TAHTALI	2,250
	HALKAPINAR	992
	BALÇOVA	175
	PINARBAŞI	-
	GÖKSU	-
	SARIKIZ	-
	MENEMEN	500
	GÖRDES	-
	GÜZELHISAR	-



23:00	
TAHTALI	54.55%
HALKAPINAR	24.05%
BALÇOVA	4.24%
PINARBAŞI	0.00%
GÖKSU	0.00%
SARIKIZ	0.00%
MENEMEN	12.12%
GÖRDES	0.00%
GÜZELHISAR	0.00%

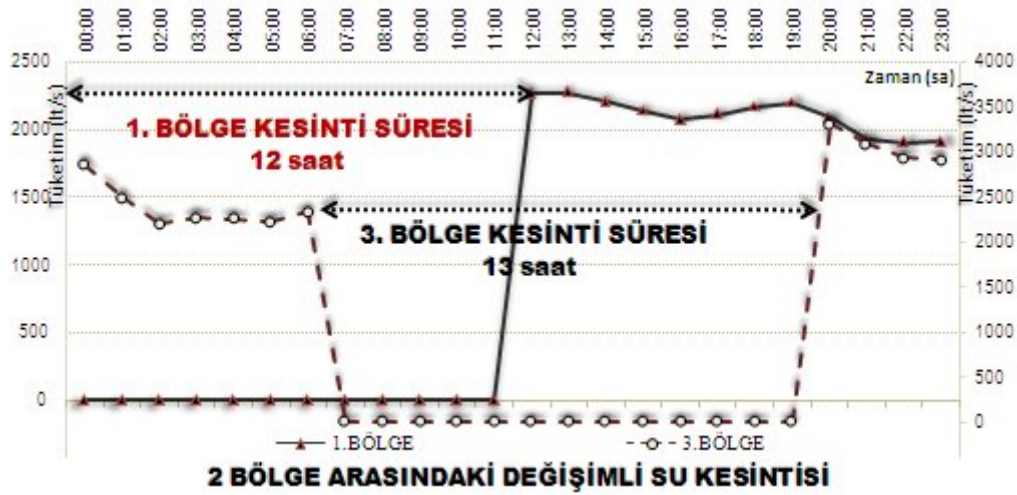
SENARYO	TÜKETİM (lt/s)			ÜRETİM (lt/s)			ÖLÇÜLEN																
	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA	MINIMUM	MAKSİMUM	ORTALAMA																	
	5126.43	8096.91	4095.13	6190.71	7149.18	3917.04																	
	05:00	13:00		23:00	21:00																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
			596,685			SENARYO AKTİF			594,672														

### İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ

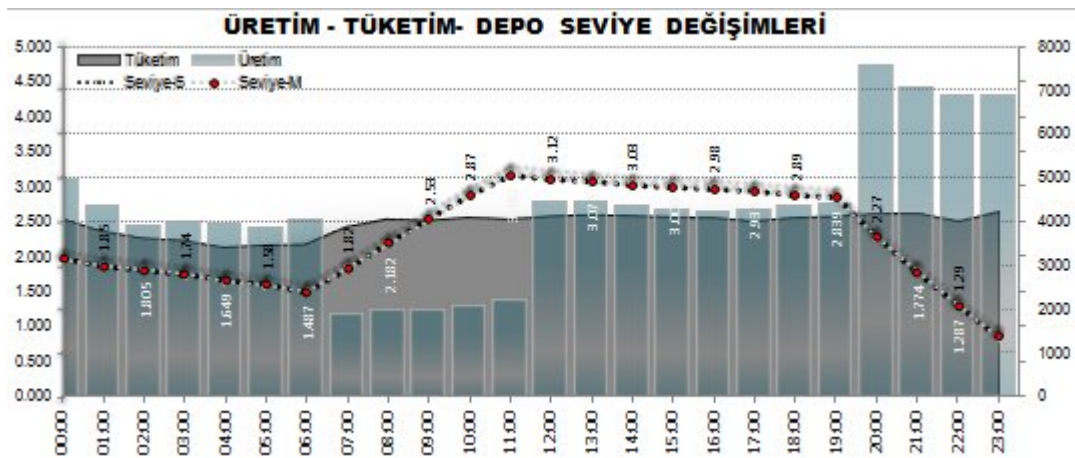
Şekil 4.35 3. bölgede 22 saatlik su kesintisi sonucunda sistemin durumu. (1.2.4.5. bölgeler 24 saat su alabilmektedir.)



Ancak yapılan tamir çalışmasının 36 saatlik planlı bir çalışma olduğu dikkate alındığında su dağıtımını açısından uzun süreli kesintiler yerine bölgelerde değişimli su kesintisi yapılması ve abonelere önceden bilgi verilerek önlem alınması sağlanması uygun olacaktır (Şekil 4.36 ve Şekil 4.37).

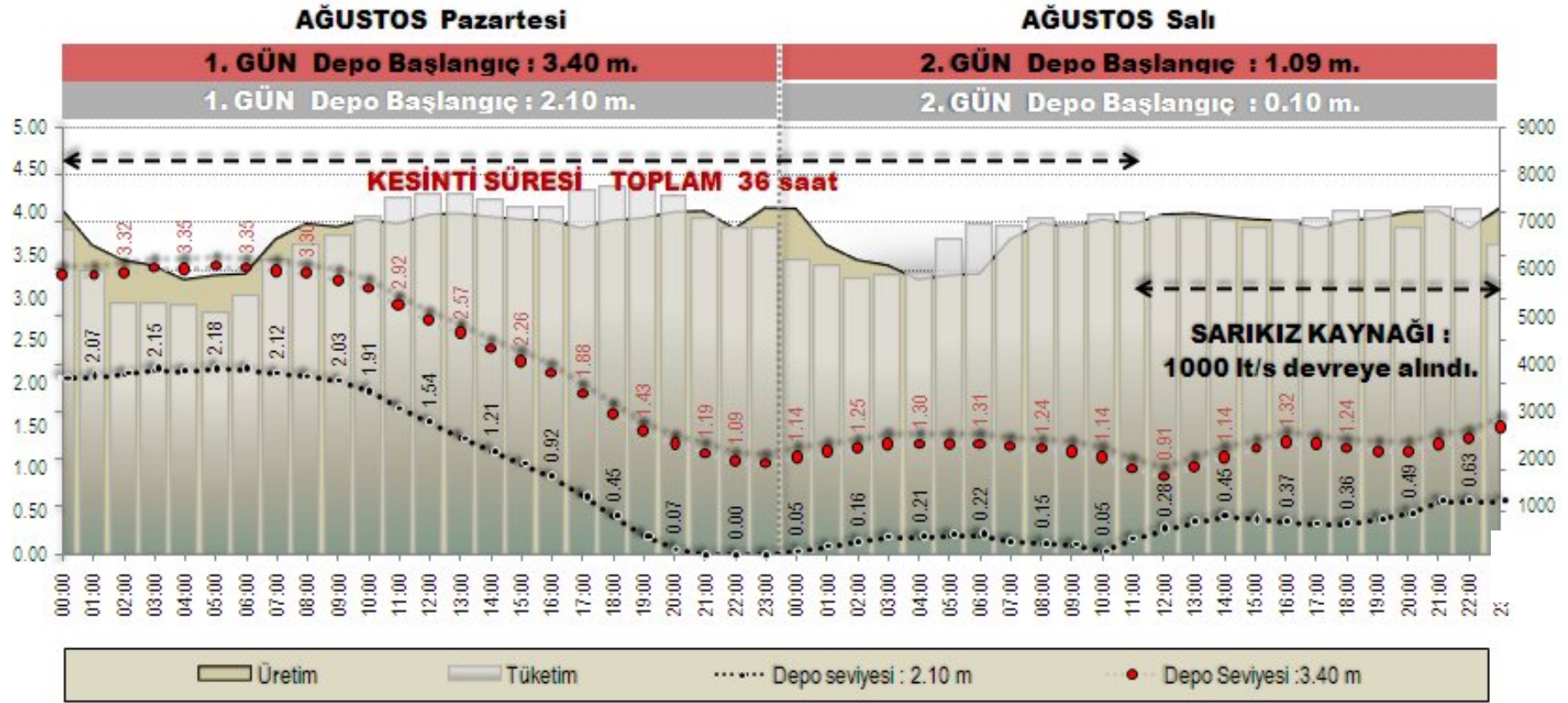


Şekil 4.36 1. ve 3. bölgelerde değişimli olarak kesinti uygulaması sonucunda tüketimler



Şekil 4.37 1. ve 3. bölgeler arasında değişimli olarak kesinti uygulaması sonucunda sistem dengesi

Planlı kesintilerde bir diğer yaklaşımda kesinti öncesinde depo seviyelerinin yükseltilerek su depolanmasıdır. Bu nedenle yapılacak kesinti öncesinde ilave kaynak devreye alınarak depolardaki su seviyesi yükseltilmesi su kesintisi sırasında kaynak yetersizliğinin karşılanması ve/veya kesinti süresinin azaltılmasında alternatif bir işletme şekli olarak olumlu katkı sağlayacaktır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Sistemde su kesintisi sonrasında farklı depo başlangıç seviyelerinin karşılaştırılması. (depo başlangıç seviyesi 3.40 m olması halinde su tüketimi karşılanabilmektedir )

#### 4.4 Senaryo -3: Arıtma Tesisi Problemi

Temmuz ayı pazar günü sabah 06:30 Tahtalı Barajı Görece arıtma tesisinde klor ünitesinde arıza meydana gelir. Arızanın 6-7 saat içinde giderileceği öngörülmüştür. Ancak kente verilen suya yeterli klor verilemediği için tesis çıkış debisinin %50 düşürülmesi gerekmektedir. Ayrıca arıza tamirinin tamamlanabilmesi için 5. saat sonrasında 1-2 saat tesis giriş vanasının kapatılacağından kente su verilen Ø2200 mm isale hattının boşalmaması için gereken önlemlerin alınması bildirilmiştir. Saat 13.00 civarında kapanan vananın 14.00'de açılması gerekirken arıza meydana gelir ve açılmaz. Tesise su girişi olmadığından tesis çıkışı kapatılır ve kente hiç su verilememektedir. Vananın tamiri yerine değiştirilmesine karar verilir. Yeni vananın temini ve değiştirilmesi yaklaşık 10 saat sürecektir.

##### 4.4.1 Normal İşletme Durumu

Alternatif işletme olanaklarının araştırılabilmesi için olayın olduğu güne ait normal işletme koşulları ve kısıtlar doğrultusunda Şekil 4.39'de gösterildiği üzere model girişi yapılarak sistem üretim ve tüketim istatistikleri bilgileri Tablo 4.6' da raporlanmıştır.

0: Devredışı		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman	06:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00			
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)																										
	U1(t)																										
	U3(t)																										
	U5(t)																										
	U8(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	U9(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	U4(t)																										
	U6(t)																										
U7(t)																											

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çıgıt	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					Başlangıç	ORTALAMA DEBİ (lt/s)			
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%		Alınan	Kuzey	Yer altı	Yer üstü
U1(t)							1	1000			X			500				
U2(t)							1	2000			X			1000				
U3(t)							1	1000			X			500				
U5(t)							1	70				X		70				
U8(t)	X						0	1500	X					0				
U9(t)	X						0	600	X					0				
U4(t)							1	1600			X			800				
U6(t)							1	700	X					0				
U7(t)							1	4500				X		3375				
								6245.0					6245.0					
								33.1%					3375.0					
								64.0%					3375.0					

Şekil 4.39 Temmuz ayı pazar gününe ait olay öncesine göre sistemin normal şartları senaryo girişi

**Tablo 4.6** Sistemin olay öncesine göre işletilmeye devam etmesi durumundaki bilgileri

<b>BÖLGE TÜKETİMLERİ (Lt/S)</b>	<b>1.BÖLGE</b>	<b>2. BÖLGE</b>	<b>3.BÖLGE</b>	<b>4. BÖLGE</b>	<b>5.BÖLGE</b>	<b>TOPLAM</b>
<b>Maksimum</b>	2224.92	767.40	3265.65	907.35	458.13	7623.44
<b>Minimum</b>	1238.76	653.04	2108.15	596.69	254.61	4851.25
<b>Ortalama</b>	1775.04	704.12	2710.78	782.45	365.59	6337.98
<b>Kesinti (Sa)</b>	----	----	----	----	----	

<b>ÜRETİLEN SU (Lt/S)</b>	<b>Gördes</b>		<b>Güzelhisar</b>			<b>Balçova</b>	<b>Tahtalı</b>	<b>TOPLAM</b>
	<b>Sarıköz</b>	<b>Göksu</b>	<b>Menemen</b>	<b>Halkapınar</b>	<b>Pınarbaşı</b>			
<b>Maksimum</b>	502.23	1004.45	523.83	824.31	73.34	0.00	3689.45	6617.60
<b>Minimum</b>	498.23	996.47	476.50	757.12	66.71	0.00	2697.43	5492.45
<b>Ortalama</b>	500.00	1000.00	500.00	800.00	70.00	0.00	3375.00	6245.00
<b>Kesinti (Sa)</b>	----	----	----	----	----	----	----	

**SİSTEM UYGULAMALARI**

<b>P11 Pompa İstasyonu</b>	<b>SUSUZDEDE VANA</b>
---->	0 Saat Pompa çalıştırıldı. 0 lt/sn 24 Saat ---->
<-----	24 Saat Halkapınar'a su verildi 1302.68 lt/s -234.41 lt/sn Vana Kapalı 5.Bölge+Mpaşa

Normal şartlar altında sistemin durumuna bakıldığında güney kaynaklarından suyun yaklaşık %68 ve Tahtalı Barajından %54 temin edildiği görülmektedir. Balçova Barajından su kalitesi nedeniyle su alınmamaktadır.

**4.4.2 Olay Senaryo Uygulaması**

Meydana gelen olayın sistemde temsil edilebilmesi senaryo ekranından normal şartlar altında oluşturulması gerekmektedir (Şekil 4.40a ve 4.40b).

		<b>SAATLİK SENARYO UYGULAMASI</b>																								
		<b>O: Devredışı X:Uygulama</b>																								
<b>Zaman</b>		00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
<b>ÜRETİM KAYNAĞI</b>	<b>U2(t)</b>																									
	<b>U1(t)</b>																									
	<b>U3(t)</b>																									
	<b>U5(t)</b>																									
	<b>U8(t)</b>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	<b>U9(t)</b>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	<b>U4(t)</b>																									
	<b>U6(t)</b>																									
<b>U7(t)</b>								X	X	X	X	X	X	X	X											

**Şekil 4.40a** Tahtalı Barajı Görece Arıtma tesisinde ortaya çıkan arızanın model senaryo ekranındaki saatlik uygulama giriş bölümü.

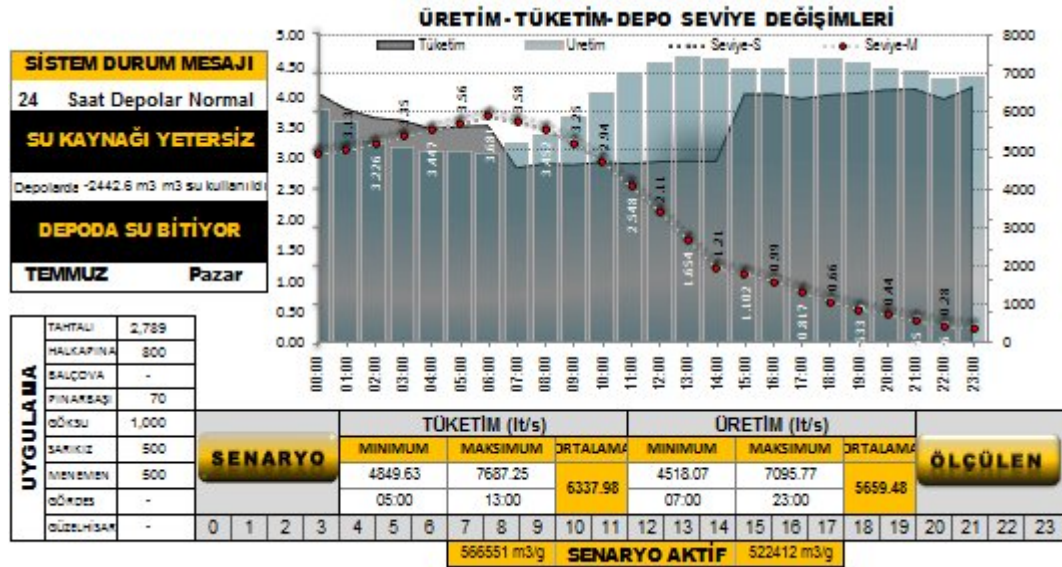
Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Oran	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)				
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%	Bağlanış	Alınan	Kuzey	Yer altı	
U1(ç)							1	1000 U1(ç)			X			500				
U2(ç)							1	2000 U2(ç)			X			1000				
U3(ç)							1	1000 U3(ç)			X			500				
U5(ç)							1	70 U5(ç)					X	70				
U8(ç)	X						0	1500 U8(ç)	X					0				
U9(ç)	X						0	600 U9(ç)	X					0				
U4(ç)							1	1600 U4(ç)			X			800				
U6(ç)							1	700 U6(ç)	X					0				
U7(ç)					X		0.5	4500 U7(ç)			X			3375				
								62.465.0					5669.5					
													36.6% 2070.0 60.7% 2070.0					
													63.4% 3689.5 48.3% 2189.5					

Şekil 4.40b Tahtalı Barajı Görece Arıtma tesisinde ortaya çıkan arızanın model senaryo ekranındaki uygulanması karar girişi ve üretim kaynaklarının durumu.

Model senaryo girişi yapıldıktan sonra üretim kaynaklarının ilk durum bilgileri Tablo 4.7 'de, sistemde ortaya çıkan sonuçları ise Şekil 4.41'deki sistem analiz ekranında görülmektedir. Bu şartlar altında sistem dengesinin saat 19.00 'dan itibaren sağlanamayacağı riski söz konusudur. Ayrıca arıza sonrasında sistemin kritik noktası olan P11 pompa istasyonunun durumu Tablo 4.8 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Senaryo uygulaması sonucu üretim kaynaklarının 24 saatlik durumu.

Zaman	Sarıköz	Göksu	Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Gördes	Güzelhisar	Balçova	Tahtalı
00.00	502.23	1,004.45	499.85	757.24	69.98	-	-	-	3,620.69
01.00	499.72	999.44	490.01	757.12	68.60	-	-	-	3,226.45
02.00	501.62	1,003.24	511.44	765.31	71.60	-	-	-	2,960.46
03.00	501.29	1,002.59	488.35	766.85	68.37	-	-	-	2,913.87
04.00	501.32	1,002.65	490.98	764.10	68.74	-	-	-	2,697.43
05.00	502.12	1,004.23	500.30	763.38	70.04	-	-	-	2,747.63
06.00	500.65	1,001.30	496.17	769.35	69.46	-	-	-	2,769.82
07.00	501.99	1,003.97	521.04	805.73	72.95	-	-	-	1,612.39
08.00	500.62	1,001.24	481.50	814.80	67.41	-	-	-	1,757.23
09.00	499.67	999.35	478.94	817.64	67.05	<b>Görece Arıtma Tesisindeki arıza nedeniyle debisinin % 50 azalması</b>	-	-	1,733.15
10.00	500.00	1,000.01	523.83	817.28	73.34				1,754.26
11.00	499.97	999.94	484.64	818.31	67.85				1,750.58
12.00	499.91	999.83	515.42	770.78	72.16				1,818.66
13.00	500.08	1,000.15	497.50	799.23	69.65				1,827.83
14.00	499.02	998.04	490.87	820.70	68.72				1,798.46
15.00	499.91	999.82	515.68	822.87	72.20	-	-	-	3,514.21
16.00	499.06	998.12	476.50	812.21	66.71	-	-	-	3,569.80
17.00	499.38	998.76	491.57	821.53	68.82	-	-	-	3,420.66
18.00	499.07	998.15	523.42	824.31	73.28	-	-	-	3,488.83
19.00	498.91	997.82	492.35	822.71	68.93	-	-	-	3,570.56
20.00	498.34	996.67	511.58	822.38	71.62	-	-	-	3,635.77
21.00	498.26	996.51	514.65	820.74	72.05	-	-	-	3,644.63
22.00	498.23	996.47	487.57	821.68	68.26	-	-	-	3,424.61
23.00	498.62	997.25	515.85	823.76	72.22	-	-	-	3,689.45



**İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ**

Şekil 4.41 Görece arıtma tesisi klor biriminde ortaya çıkan arıza sonucundaki sistem dengesi.

Tablo 4.8 Arıza sonrası “sistem kritik noktası” p11 pompa istasyonu 24 saatlik durumu.

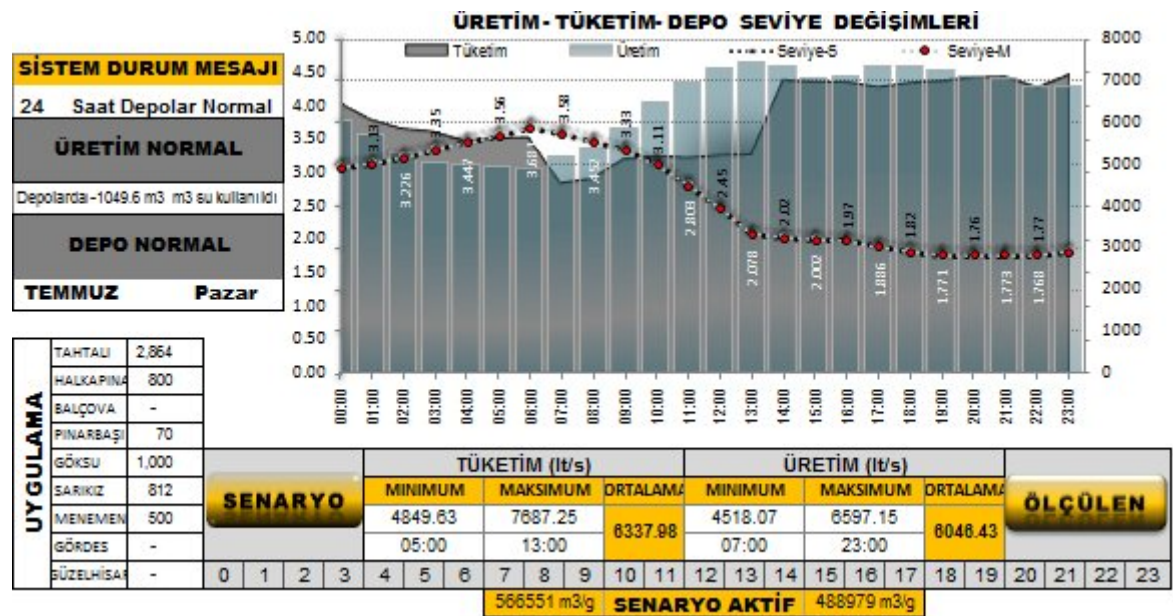
Zaman	3T	3TS	2TS	Uygulama	1T	1TS	Uygulama			
00.00	796.33	2824.36	Normal	S.dede V.KAPAT	940.88	1883.47	Su fazla	< - - H. Vana	1883.47	%100 Aç
01.00	759.13	2467.32	Normal	S.dede V.KAPAT	862.61	1604.71	Su fazla	< - - H. Vana	1604.71	%100 Aç
02.00	692.29	2268.17	Normal	S.dede V.KAPAT	763.40	1504.78	Su fazla	< - - H. Vana	1504.78	%100 Aç
03.00	644.59	2269.28	Normal	S.dede V.KAPAT	861.76	1407.52	Su fazla	< - - H. Vana	1407.52	%80 Aç
04.00	623.23	2074.20	Normal	S.dede V.KAPAT	874.97	1199.23	Su fazla	< - - H. Vana	1199.23	%80 Aç
05.00	606.47	2141.16	Normal	S.dede V.KAPAT	902.58	1238.58	Su fazla	< - - H. Vana	1238.58	%80 Aç
06.00	596.69	2173.13	Normal	S.dede V.KAPAT	926.80	1246.32	Su fazla	< - - H. Vana	1246.32	%80 Aç
07.00	609.26	1003.13	Normal	S.dede V.KAPAT	950.67	52.46	Su fazla	< - - H. Vana	52.46	%10 Aç
08.00	619.13	1138.10	Normal	S.dede V.KAPAT	865.38	272.73	Su fazla	< - - H. Vana	272.73	%20 Aç
09.00	676.61	1056.55	Normal	S.dede V.KAPAT	840.34	216.21	Su fazla	< - - H. Vana	216.21	%10 Aç
10.00	760.02	994.24	Normal	S.dede V.KAPAT	933.67	60.57	Su fazla	< - - H. Vana	60.57	%10 Aç
11.00	839.93	910.65	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	995.69	-96.43	Su yetersiz	->Pompa çalış	-96.43	1 pompa
12.00	859.93	958.73	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1024.09	-106.60	Su yetersiz	->Pompa çalış	-106.60	1 pompa
13.00	881.74	946.09	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1035.03	-147.06	Su yetersiz	->Pompa çalış	-147.06	1 pompa
14.00	876.12	922.33	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	969.33	-99.88	Su yetersiz	->Pompa çalış	-99.88	1 pompa
15.00	872.79	2641.42	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	923.91	1687.25	Su fazla	< - - H. Vana	1687.25	%100 Aç
16.00	881.61	2688.19	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1154.23	1510.89	Su fazla	< - - H. Vana	1510.89	%100 Aç
17.00	892.38	2528.28	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1428.43	1076.47	Su fazla	< - - H. Vana	1076.47	%80 Aç
18.00	907.35	2581.48	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1432.25	1126.98	Su fazla	< - - H. Vana	1126.98	%80 Aç
19.00	884.20	2686.36	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1421.33	1247.21	Su fazla	< - - H. Vana	1247.21	%80 Aç
20.00	876.21	2759.56	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1402.78	1348.04	Su fazla	< - - H. Vana	1348.04	%80 Aç
21.00	883.18	2761.46	lt/s Eksik	S.dede Vana Aç	1330.02	1420.61	Su fazla	< - - H. Vana	1420.61	%80 Aç
22.00	868.17	2556.44	Normal	S.dede V.KAPAT	1246.90	1309.54	Su fazla	< - - H. Vana	1309.54	%80 Aç
23.00	871.40	2818.05	Normal	S.dede V.KAPAT	1244.12	1573.93	Su fazla	< - - H. Vana	1573.93	%100 Aç

### 4.4.3 Alternatif İşletme Olanakları

#### 4.4.3.1 Kaynak Yönetimi

Arıtma tesisinde meydana gelen arıza nedeniyle kente verilen su %50 azalarak 1600 lt/s verilmeye başlanması ve saat 14.00 'den itibaren normal işletme durumuna geçilerek ortalama 3200 lt/s olarak devreye alınması durumunda Şekil 4.41' deki sistem analizi incelenerek ortalama 300-400 lt/s ilave su temini halinde sistem dengesinin sağlanabileceği düşünülmüştür.

Öncelikle en ekonomik yer altı su kaynağı olan Sarıkız kaynağından 09.00 'dan itibaren tam kapasiteye çıkarılması halinde sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.42' de görülmektedir. Böyle bir durumda Sarıkız kaynağının uygulama sonuçlarının da gösterildiği Tablo 4.9' da Göksu, Menemen, Halkapınar su kaynaklarından istenilen miktarda suyun karşılayabileceği görüldüğünden ayrıca analiz yapılmasına gerek duyulmamıştır.



Şekil 4.42 Görece arıtma tesisi klor biriminde ortaya çıkan arıza sonucunda Sarıkız kaynağının saat 07.00 den 14.00'e kadar devreye alındığında sistemin durumu.

**Tablo 4.9** Sarıkız kaynağının devreye alınması sonuçları ile üretim kaynaklarının 24 saatlik durumu.

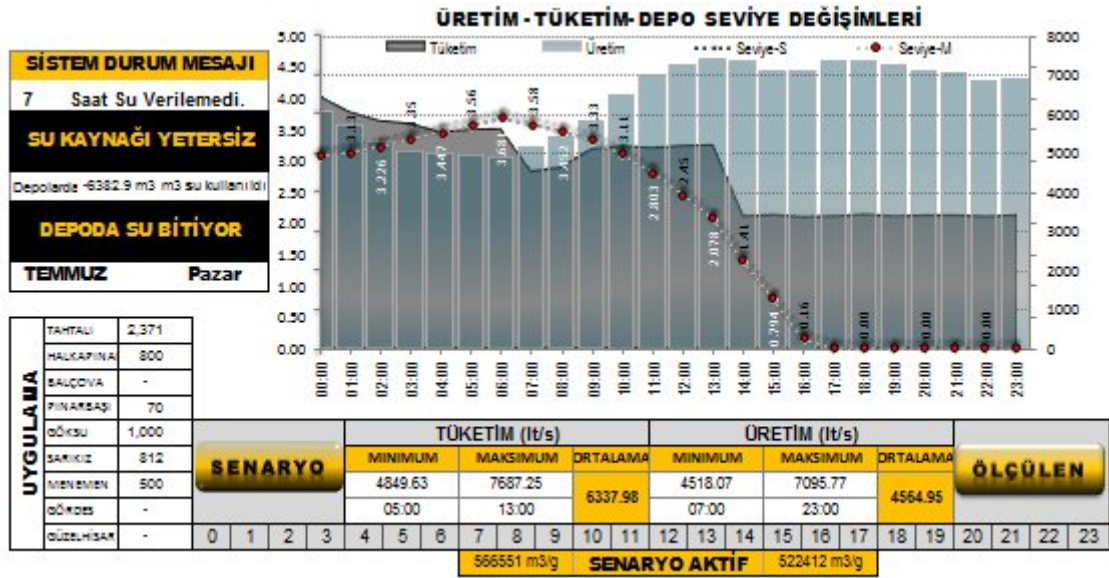
Sarıkız	Sarıkız	Göksu	Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Görece	Güzelhisar	Balçova	Tahtalı
00.00	502.23	1,004.45	499.85	757.24	69.98	-	-	-	3,620.69
01.00	499.72	999.44	490.01	757.12	68.60	-	-	-	3,226.45
02.00	501.62	1,003.24	511.44	765.31	71.60	-	-	-	2,960.46
03.00	501.29	1,002.59	488.35	766.85	68.37	-	-	-	2,913.87
04.00	501.32	1,002.65	490.98	764.10	68.74	-	-	-	2,697.43
05.00	502.12	1,004.23	500.30	763.38	70.04	-	-	-	2,747.63
06.00	500.65	1,001.30	496.17	769.35	69.46	-	-	-	2,769.82
07.00	501.99	1,003.97	521.04	805.73	72.95	-	-	-	1,612.39
08.00	500.62	1,001.24	481.50	814.80	67.41	-	-	-	1,757.23
09.00	999.35	999.35	478.94	817.64	67.05	Görece	Arıtma	-	1,733.15
10.00	1,000.01	1,000.01	523.83	817.28	73.34	Tesisindeki	arıza	-	1,754.26
11.00	999.94	999.94	484.64	818.31	67.85	nedeniyle	çıkış	-	1,750.58
12.00	999.83	999.83	515.42	770.78	72.16	debisinin	% 50	-	1,818.66
13.00	1,000.15	1,000.15	497.50	799.23	69.65	azalması	-	-	1,827.83
14.00	998.04	998.04	490.87	820.70	68.72	-	-	-	1,798.46
15.00	999.82	999.82	515.68	822.87	72.20	-	-	-	3,514.21
16.00	998.12	998.12	476.50	812.21	66.71	Arıza	nedeniyle	-	3,569.80
17.00	998.76	998.76	491.57	821.53	68.82	sistem	dengesinin	-	3,420.66
18.00	998.15	998.15	523.42	824.31	73.28	sağlanması	için	-	3,488.83
19.00	997.82	997.82	492.35	822.71	68.93	Sarıkız Kuyularının	-	-	3,570.56
20.00	996.67	996.67	511.58	822.38	71.62	tam kapasite olarak	-	-	3,635.77
21.00	996.51	996.51	514.65	820.74	72.05	devreye alınması	-	-	3,644.63
22.00	996.47	996.47	487.57	821.68	68.26	-	-	-	3,424.61
23.00	997.25	997.25	515.85	823.76	72.22	-	-	-	3,689.45

Ancak Görece içmesuyu arıtma tesisi saat 13.00 civarında tesis giriş vanası arızası nedeniyle tamamen devre dışı kalmış ve kente Tahtalı Barajından hiç su aktarılamayacak duruma gelmiştir.

Ortaya çıkan bu yeni durumun sisteme yansması Şekil 4.43'deki sistem analizi ekranında gösterilmektedir. Sistem analizine bakıldığında mevcut Sarıkız kaynağının devreye alınmış haliyle yaklaşık 7 saatlik bir su yetersizliği ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda saat 14.00 'de aktif durumda olan diğer kaynakların (Göksu, Menemen ve Halkapınar) tam kapasite devreye alınması düşünülerek senaryo uygulaması Şekil 4.44'de gösterilmektedir. Bu senaryo uygulamasının Şekil 4.45'de gösterilen sistem analiz sonuçlarına göre sistemde 6 saatlik su yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda farklı kaynaklardan ilave su temin edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.





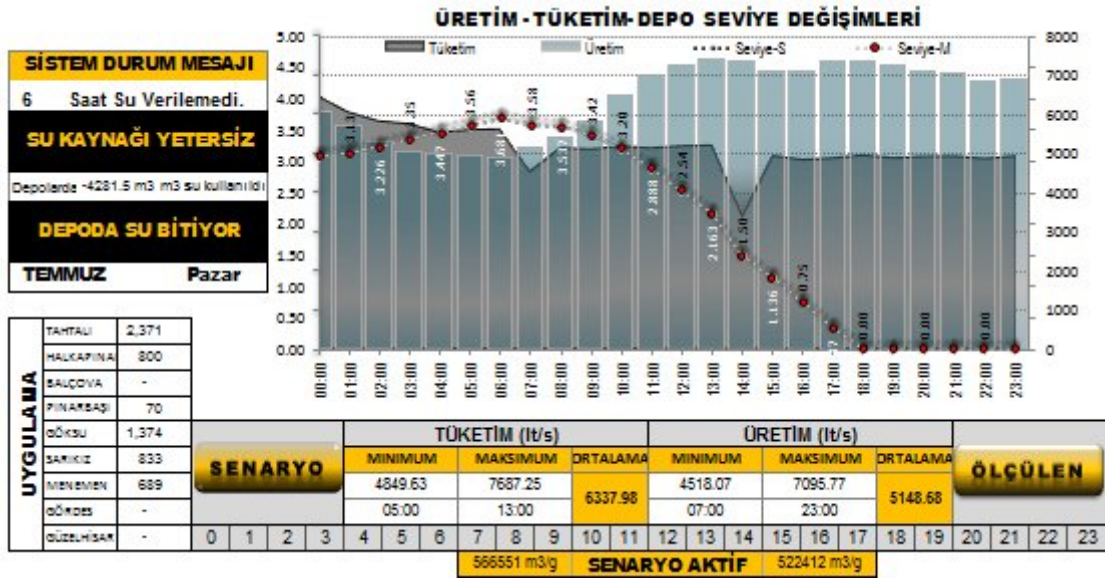
**İZMİR ANA SU DAĞITIM SİSTEMİ ALTERNATİF İŞLETME & SİSTEM ANALİZİ**

Şekil 4.43 Sarıkız kaynağının devreye alınması sonuçları ile üretim kaynaklarının 24 saatlik durumu.

0: Devredışı		X:Uygulama																							
SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																									
Zaman	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
	U1(t)	X	X	X	X	X	X	X	X																
	U3(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
	U5(t)																								
	U8(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U9(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U4(t)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
	U6(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U7(t)							X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çıgıt	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					Başlangıç	ORTALAMA DEBİ (lt/s)					
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%		Alınan	Kuzey		Yer altı		
ÜRETİM KAYNAĞI	U1(t)					X	0.5	1000				X	1000	6437.0	812	56.9%	2944.9	72.4%	3814.9	
	U2(t)					X	0.5	2000				X	2000		1374					
	U3(t)					X	0.5	1000				X	1000		689					
	U5(t)						1	70				X	70		70					
	U8(t)						1	1500	X				0		0	Güney		Yerüstü		
	U9(t)						1	600	X				0		0	44.1%	2027.9	27.6%	1467.9	
	U4(t)					X		1600				X	992		870					
	U6(t)						1	700	X				0		0					
U7(t)						X	0.5	4500			X	3375	1458							

Şekil 4.44 Saat 15.00'den itibaren ilave kaynakların devreye alınması senaryo uygulaması.



Şekil 4.45 Saat 15.00'den itibaren ilave kaynakların devreye alınması sonucundaki sistem dengesi.

Balçova Barajı su kalitesi nedeniyle devreye alınmamakta, Halkapınar kaynaklarından arıtma tesisi kapasitesi nedeniyle, Güzelhisar Barajı ancak bir gün öncesinden arıtma tesisinin devreye alınması için hazırlık yapılmış olması gerekmesi nedeniyle diğer kaynakların tam kapasiteye çıkarılma durumu (Tablo 4.10).

Tablo 4.10 Sarıkız kaynağının devreye alınması sonuçları ile üretim kaynaklarının 24 saatlik durumu.

Kapasite (lt/s)	Uygun	Uygun	Uygun	Max=1000	Uygun	Sarıkoz	Arıtma	Arıtma	Arıtma
	1000	2000	1000	1600	70	1500	600	700	4500
Zaman	Sarıkoz	Göksu	Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Gördes	Güzelhisar	Balçova	Tahtalı
00.00	502.23	1,004.45	499.85	757.24	69.98	-	-	-	3,620.69
01.00	499.72	999.44	490.01	757.12	68.60	-	-	-	3,226.45
02.00	501.62	1,003.24	511.44	765.31	71.60	-	-	-	2,960.46
03.00	501.29	1,002.59	488.35	766.85	68.37	-	-	-	2,913.87
04.00	501.32	1,002.65	490.98	764.10	68.74	-	-	-	2,697.43
05.00	502.12	1,004.23	500.30	763.38	70.04	-	-	-	2,747.63
06.00	500.65	1,001.30	496.17	769.35	69.46	-	-	-	2,769.82
07.00	501.99	1,003.97	521.04	805.73	72.95	-	-	-	<b>1,612.39</b>
08.00	<b>1,001.24</b>	1,001.24	481.50	814.80	67.41	-	-	-	<b>1,757.23</b>
09.00	<b>999.35</b>	999.35	478.94	817.64	67.05	-	-	-	<b>1,733.15</b>
10.00	<b>1,000.01</b>	1,000.01	523.83	817.28	73.34	-	-	-	<b>1,754.26</b>
11.00	<b>999.94</b>	999.94	484.64	818.31	67.85	-	-	-	<b>1,750.58</b>
12.00	<b>999.83</b>	999.83	515.42	770.78	72.16	-	-	-	<b>1,818.66</b>
13.00	<b>1,000.15</b>	1,000.15	497.50	799.23	69.65	-	-	-	<b>1,827.83</b>
14.00	<b>998.04</b>	998.04	490.87	820.70	68.72	-	-	-	-
15.00	<b>999.82</b>	<b>1,999.63</b>	<b>1,031.36</b>	822.87	72.20	-	-	-	-
16.00	<b>998.12</b>	<b>1,996.23</b>	<b>952.99</b>	812.21	66.71	<b>Beklenmeyen</b>	<b>durum</b>	-	-
17.00	<b>998.76</b>	<b>1,997.52</b>	<b>983.15</b>	821.53	68.82	<b>nedeniyle</b>	<b>sistem</b>	-	-
18.00	<b>998.15</b>	<b>1,996.30</b>	<b>1,046.84</b>	824.31	73.28	<b>dengesinin</b>	<b>uygun</b>	-	-
19.00	<b>997.82</b>	<b>1,995.64</b>	<b>984.70</b>	822.71	68.93	<b>kaynakların</b>	<b>devreye</b>	-	-
20.00	<b>996.67</b>	<b>1,993.35</b>	<b>1,023.16</b>	822.38	71.62	<b>alınması</b>	-	-	-
21.00	<b>996.51</b>	<b>1,993.03</b>	<b>1,029.29</b>	820.74	72.05	-	-	-	-
22.00	<b>996.47</b>	<b>1,992.94</b>	<b>975.13</b>	821.68	68.26	-	-	-	-
23.00	<b>997.25</b>	<b>1,994.50</b>	<b>1,031.69</b>	823.76	72.22	-	-	-	-

Bu durumda bölgesel su kesintisi uygulaması dışında bir seçenek kalmadığı düşünülebilir. Ancak modelde bir işletme anlayışı olarak uygulanabilecek senaryo uygulaması Şekil 4.46’da gösterilmiştir.

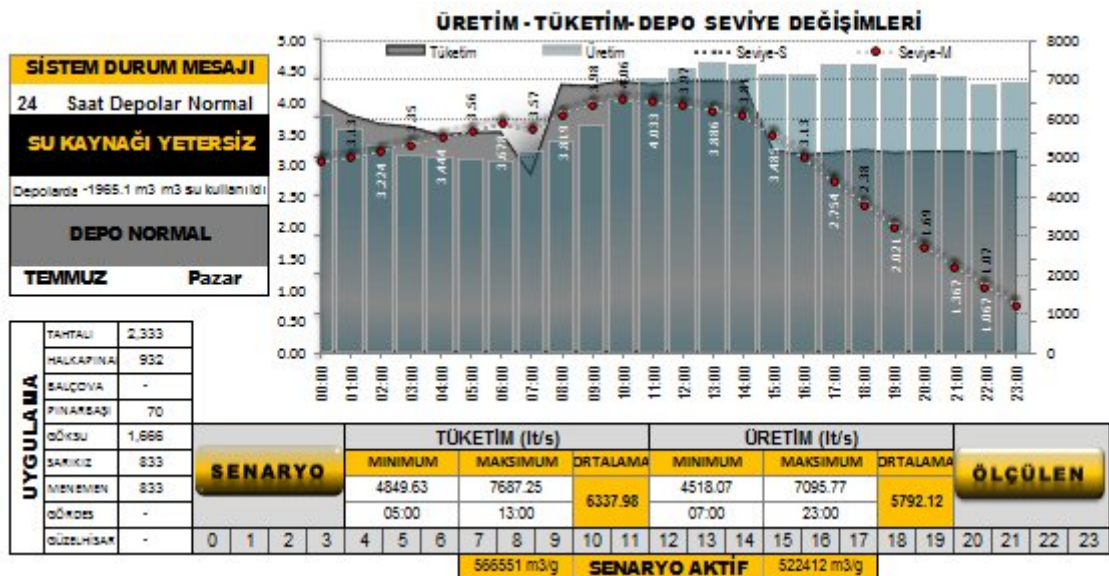
0: Devrediş		X:Uygulama		SAATLİK SENARYO UYGULAMASI																							
Zaman	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00			
ÜRETİM KAYNAĞI	U2(t)	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	U1(t)	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	U3(t)	X	X	X	X	X	X	X	X																		
	U5(t)																										
	U8(t)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
	U9(t)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
	U4(t)	X	X	X	X	X	X	X	X																		
U6(t)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o			
U7(t)								X	X	X	X	X	X	X	X	o	o	o	o	o	o	o	o	o			

Kaynaklar	UYGULAMA-KARAR						Çıgırıt	KAYNAK / KAPASİTE	KULLANIM ORANI					ORTALAMA DEBİ (lt/s)					
	0	10	20	30	40	50			0%	25%	50%	75%	100%	Başlangıç	Alınan	Kuzey	Yaraltı		
U1(t)					X	0.5	1000	U1(t)				X	1000	8441.0	833	51.0%	3402.0	66.0%	4314.2
U2(t)					X	0.5	2000	U2(t)			X	2000	1666						
U3(t)					X	0.5	1000	U3(t)			X	1000	833						
U5(t)						1	70	U5(t)			X	70	70						
U8(t)						1	1500	U8(t)	X			0	0						
U9(t)						1	600	U9(t)	X			0	0						
U4(t)					X		1600	U4(t)			X	996	932						
U6(t)						1	700	U6(t)	X			0	0						
U7(t)					X	0.5	4800	U7(t)			X	3375	2333						
													6666.8						

Şekil 4.46 Saat 08.00’ den farklı bir işletme anlayışı olarak uygulanan senaryonun oluşturulması.

Burada uygulanan alternatif işletme, olayın olduğu anda ileriye yönelik işletme tamamen şeklinin değiştirilmesidir. Bu uygulama sonucunda sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.47’de görülmektedir.



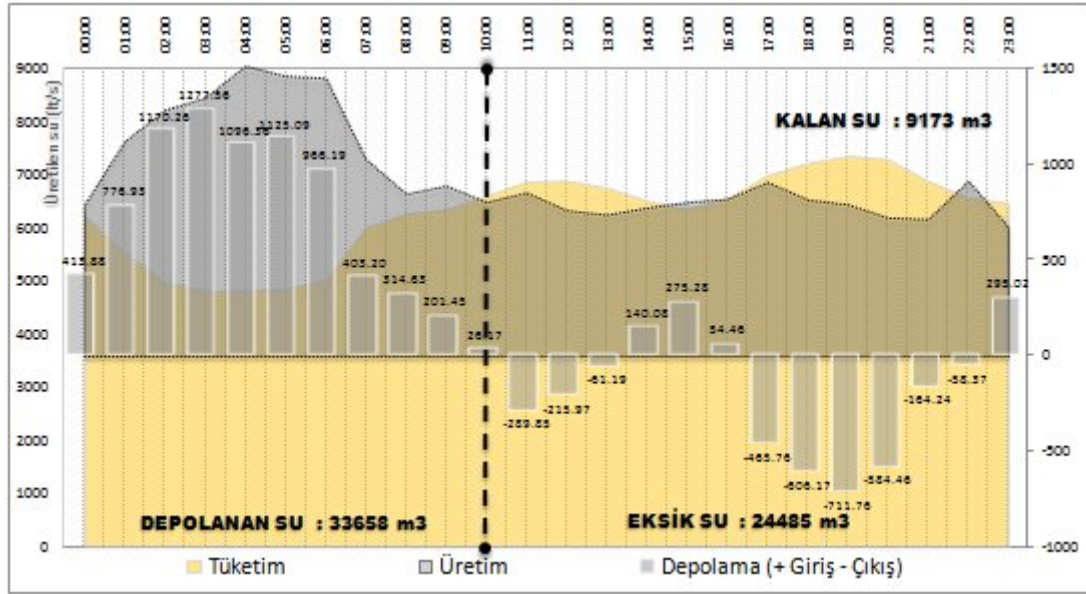
Şekil 4.47 Saat 08.00’den itibaren uygulanan alternatif işletme ile sistem dengesinin oluşması.

Tablo 4.11 Uygulanan senaryoya göre üretim kaynaklarından temin edilen su miktarları.(lt/s)

Zaman	Sarıköz	Göksu	Menemen	Halkapınar	Pınarbaşı	Gördes	Güzelhisar	Bağcıva	Tahtalı
00.00	502.23	1,004.45	499.85	754.21	69.98	-	-	-	3,620.69
01.00	499.72	999.44	490.01	754.09	68.60	-	-	-	3,226.45
02.00	501.62	1,003.24	511.44	762.24	71.60	-	-	-	2,960.46
03.00	501.29	1,002.59	488.35	763.78	68.37	-	-	-	2,913.87
04.00	501.32	1,002.65	490.98	761.04	68.74	-	-	-	2,697.43
05.00	502.12	1,004.23	500.30	760.32	70.04	-	-	-	2,747.63
06.00	500.65	1,001.30	496.17	766.28	69.46	-	-	-	2,769.82
07.00	501.99	1,003.97	521.04	802.51	72.95	<b>1 saat sonra</b>			1,612.39
08.00	<b>1,001.24</b>	<b>2,002.48</b>	<b>963.00</b>	<b>1,014.43</b>	67.41	<b>Artış ve Azalma</b>			1,757.23
09.00	<b>999.35</b>	<b>1,998.70</b>	<b>957.88</b>	<b>1,017.96</b>	67.05	-	-	-	1,733.15
10.00	<b>1,000.01</b>	<b>2,000.02</b>	<b>1,047.65</b>	<b>1,017.52</b>	73.34	-	-	-	1,754.26
11.00	<b>999.94</b>	<b>1,999.87</b>	<b>969.28</b>	<b>1,018.80</b>	67.85	-	-	-	1,750.58
12.00	<b>999.83</b>	<b>1,999.65</b>	<b>1,030.83</b>	<b>959.62</b>	72.16	-	-	-	1,818.66
13.00	<b>1,000.15</b>	<b>2,000.31</b>	<b>995.00</b>	<b>995.04</b>	69.65	-	-	-	1,827.83
14.00	<b>998.04</b>	<b>1,996.08</b>	<b>981.74</b>	<b>1,021.77</b>	68.72	-	-	-	1,798.46
15.00	<b>999.82</b>	<b>1,999.63</b>	<b>1,031.36</b>	<b>1,024.48</b>	72.20	-	-	-	-
16.00	<b>998.12</b>	<b>1,996.23</b>	<b>952.99</b>	<b>1,011.20</b>	66.71	-	-	-	-
17.00	<b>998.76</b>	<b>1,997.52</b>	<b>983.15</b>	<b>1,022.81</b>	68.82	-	-	-	-
18.00	<b>998.15</b>	<b>1,996.30</b>	<b>1,046.84</b>	<b>1,026.26</b>	73.28	<b>Beklenmedik</b>			-
19.00	<b>997.82</b>	<b>1,995.64</b>	<b>984.70</b>	<b>1,024.28</b>	68.93	-	-	-	-
20.00	<b>996.67</b>	<b>1,993.35</b>	<b>1,023.16</b>	<b>1,023.86</b>	71.62	-	-	-	-
21.00	<b>996.51</b>	<b>1,993.03</b>	<b>1,029.29</b>	<b>1,021.82</b>	72.05	-	-	-	-
22.00	<b>996.47</b>	<b>1,992.94</b>	<b>975.13</b>	<b>1,022.99</b>	68.26	-	-	-	-
23.00	<b>997.25</b>	<b>1,994.50</b>	<b>1,031.69</b>	<b>1,025.58</b>	72.22	-	-	-	-

Tablo 4.12 Uygulanan senaryoya göre 24 saatlik üretim, tüketim ve depolama miktarları.

ZAMAN	ÜRETİM (lt/s)	TÜKETİM (lt/s)	FARK	DURUM
00.00	6540.77	6027.46	513.31	ÜRETİM FAZLASI SU DEPOLANMAKTADIR
01.00	6367.30	5701.35	665.95	
02.00	6217.64	5253.39	964.26	
03.00	6124.31	5017.47	1106.84	
04.00	6093.41	4944.50	1148.91	
05.00	6087.47	4930.72	1156.75	
06.00	6067.25	4884.40	1182.84	
07.00	6170.45	5130.93	1039.52	
08.00	6256.34	5359.45	896.89	
09.00	6396.41	5803.66	592.75	
10.00	6537.77	6456.25	81.51	
11.00	6593.66	6948.41	-354.74	ÜRETİMDEN KARŞILANAMAYAN SU DEPOLARDAN KARŞILANMAKTADIR.
12.00	6606.28	7243.87	-637.59	
13.00	6606.65	7395.49	-788.83	
14.00	6606.94	7308.15	-701.21	
15.00	6599.30	7040.82	-441.52	
16.00	6601.67	7089.93	-488.26	
17.00	6606.96	7313.04	-706.08	
18.00	6606.98	7316.85	-709.88	
19.00	6605.70	7213.34	-607.64	
20.00	6600.91	7073.16	-472.25	
21.00	6596.94	6999.00	-402.06	
22.00	6583.62	6823.65	-240.03	
23.00	6584.75	6836.13	-251.38	



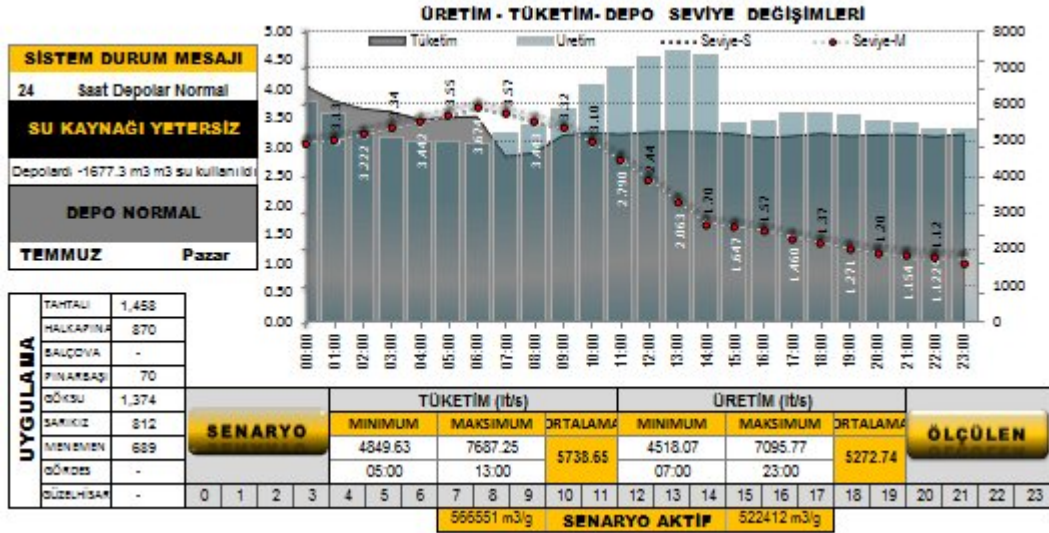
Şekil 4.48 24 saatlik üretim, tüketim ve depolama miktarları.

Bu senaryo uygulamasında Tablo 4.11 ve Tablo 4.12 'de kente verilen su miktarlarına karşılık tüketim ve depolamaya kalan miktarlar gösterilmiştir. 24 saatlik bu işlemede suyun saat 10.00'a tüketimden artan kısmı yaklaşık 33658 m<sup>3</sup> 'ü depolarda biriktiği, Saat 10.00 – 23.00 arasında ise tüketim üretilen sudan daha fazla olduğundan eksik 24485 m<sup>3</sup>'lük su ihtiyacının depolarda birikmiş olan sudan karşılandığı saat 23.00 civarında depolarda yaklaşık 9173 m<sup>3</sup> su kaldığı Şekil 4.48' de gösterilmektedir. Arıza giderilmiş depolamada kalan miktar yaklaşık 0.813 m' lik bir su seviyesine karşılık ve saat 23.00'den tüketim düşme eğilimine girdiğinden depo seviyesi artmaya başlayacaktır.

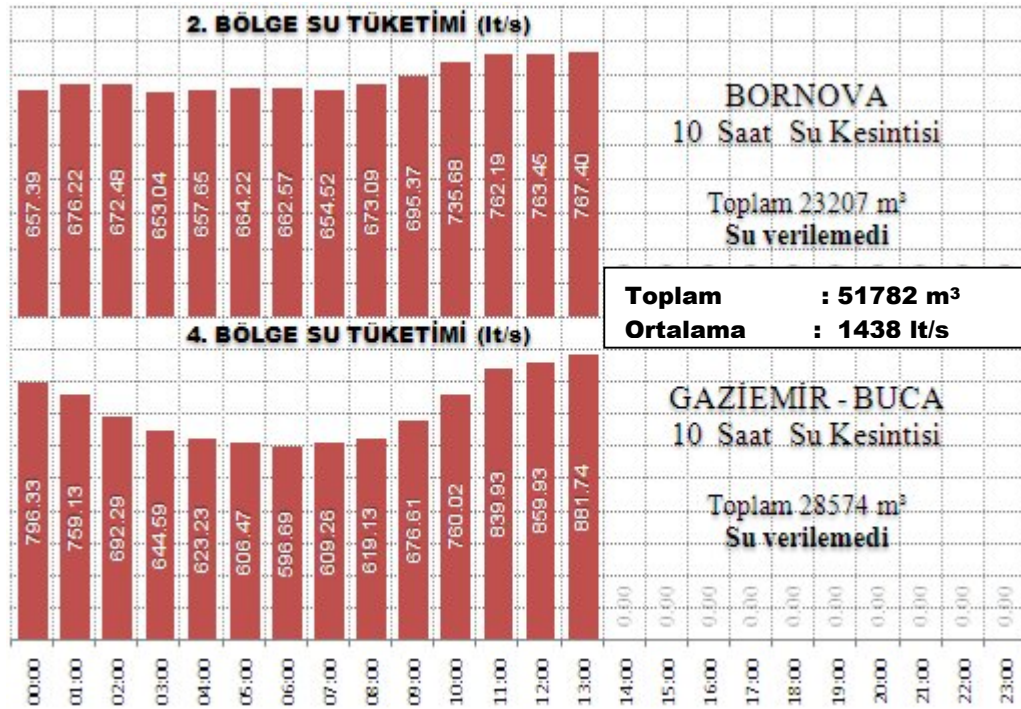
#### 4.4.3.2 Su Dağıtım Yönetimi

Arıtma tesisinde meydana gelen arıza nedeniyle sabah 08.00' den itibaren Sarıkız kaynağının 500 lt/s artırılması ve saat 14.00' arıtma tesisinin tamamen devredışı kalması sonucunda mevcut kaynaklar tam kapasite devreye alınmış ancak yetersiz kalmıştır.

Bu durumda bölgesel su kesintisi uygulanması gerekmektedir Sistemde ortaya çıkan su açığını karşılamak için 2. ve 4. bölgelerde 14.00 'dan 23.00'e kadar kesinti uygulandığında bu bölgelerdeki eksilen su tüketim miktarı Şekil 4.50'de ve sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.49' da görülmektedir.

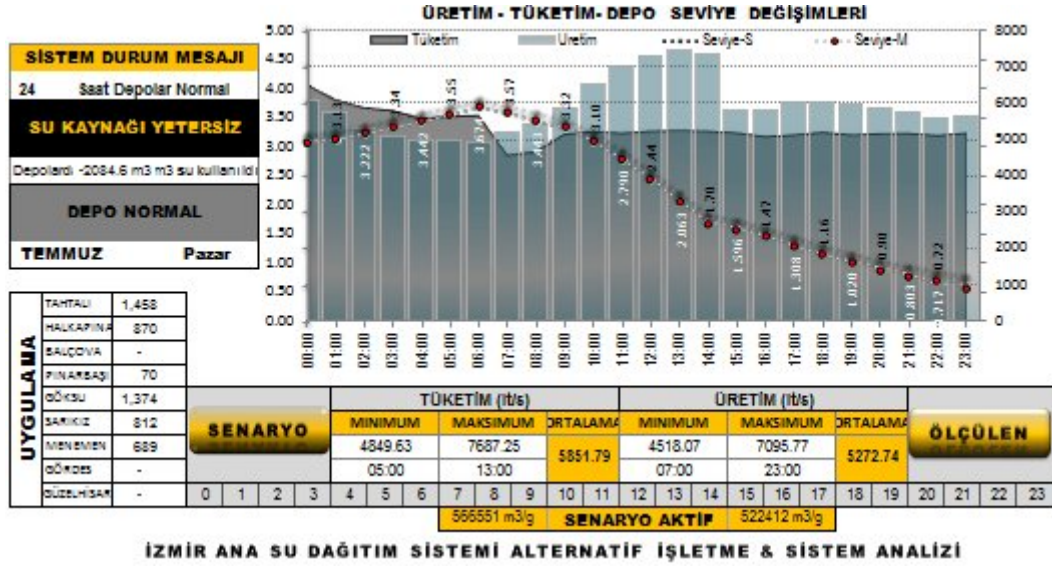


Şekil 4.49 2.v 4. bölgelerdeki saat 14.00' başlatılan su kesintisi sonucu sistem dengesi.

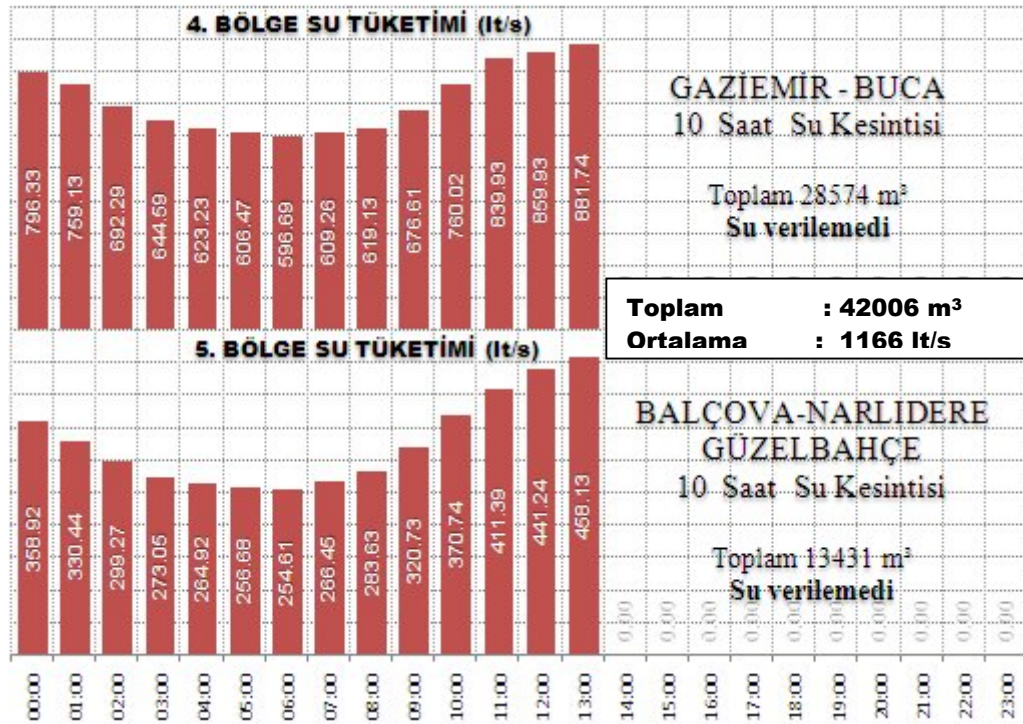


Şekil 4.50 2.v 4. bölgelerdeki 10 saatlik su kesintisi ve tüketimdeki eksilme miktarı.

Aynı şekilde 4. ve 5. bölgelerde 15.00 'dan 23.00'e kadar kesinti uygulandığında bu bölgelerdeki eksilen su tüketim miktarı Şekil 4.52'da ve sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.51' de görülmektedir.

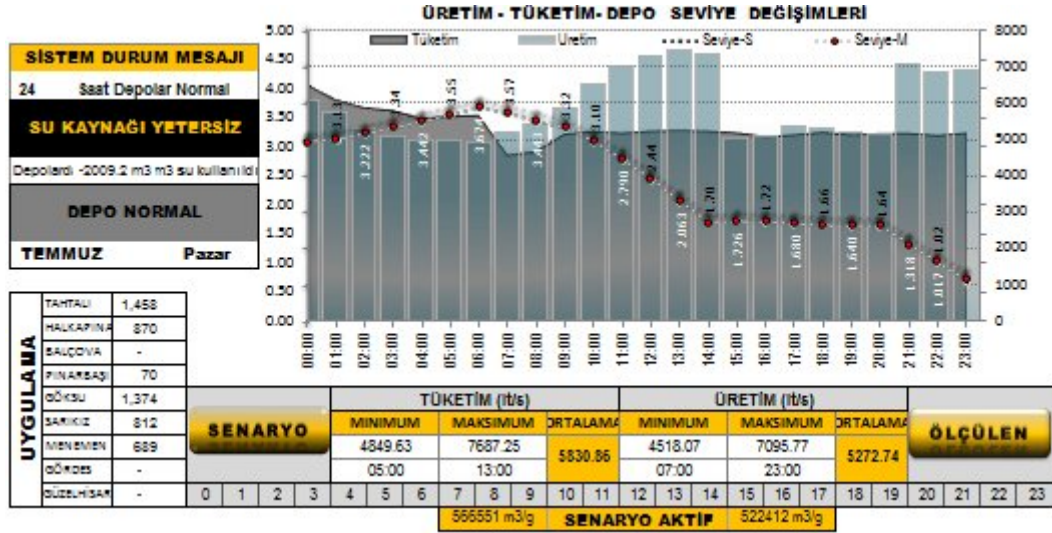


Şekil 4.51 4.v 5. bölgelerdeki 9 saatlik su kesintisi ve tüketimdeki eksilme miktarı.

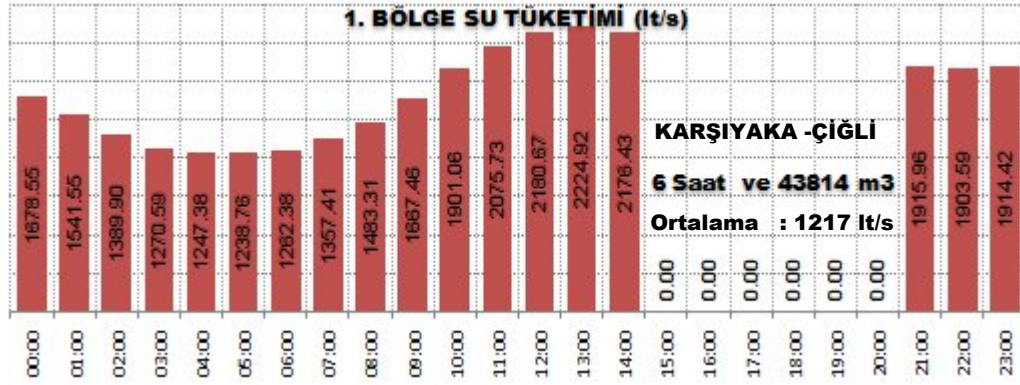


Şekil 4.52 4.v 5. bölgelerdeki 10 saatlik su kesintisi ve tüketimdeki eksilme miktarı.

Sistemde ortaya çıkan su açığını karşılamak için 2. ve 4. bölgelerde 15.00'dan 23.00'e kadar kesinti uygulandığında bu bölgelerdeki tüketim eksilmesi Şekil 4.49'da ve sistem dengesinin sağlandığı Şekil 4.49'da görülmektedir.



Şekil 4.53 1.bölgedeki 6 saatlik su kesintisi ve tüketimdeki eksilme miktarı.



Şekil 4.54 1. bölgede 6 saatlik su kesintisi ve tüketimdeki eksilme miktarı.



## **BÖLÜM BEŞ**

### **SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

#### **5.1 Su Dağıtım Sistemleri Yönetim Anlayışı**

Belirlenen hedeflere karşın artan su talebi, nüfus artış hızı, bilinçsiz su kullanımı, çevre kirliliği, su kalitesindeki düşüş, su kalitesini iyileştirme, su kaynaklarını besleme, kullanımlar arasında dengeli su dağıtımı, atıksuların yeniden kullanımı, her alanda su kullanım verimliliğinin artırılması ve küresel boyutta iklim değişikliği ve su kaynaklarına etkileri gibi ana konular ileriye dönük planlarda ele alınması gereken hususlar olmaktadır. Bu durumda mevcut su kaynağımızın tamamen kullanımı yeni yaklaşımları gerekli kılmaktadır.

Yirminci yüzyılda kentleşme ve ekonomik büyüme doğal kaynakların yönetimi ile birlikte evrimleşmiştir. Bu süreçte kentsel alanlara yönelik içmesuyu temini ve dağıtımı hizmetinin sağlanması da aynı düzlemde gelişmiştir. Kamunun etkin rolü su kaynaklarının yönetimi ve hizmetin karşılanmasında kendini hissettirmiştir. Altyapı yatırımları merkezce tayin edilmiş, su kaynakları bulunmuş, yapılandırılmış, depolanmış, dağıtılmış ve arıtılmıştır. Teknik açıdan bu süreci mühendisler belirlediğinden bu yüzyıla “hidroloji çağı” adı verilmiştir. Tüm süreç “ihtiyaç” üzerine kurgulanmıştır ve ihtiyacı karşılamak adına büyük yatırımlar gerçekleştirilmiştir. Kalkınma ve toplumun ihtiyaçları için su kaynaklarının kullanımı (su çekimi ve tanzimi) ve değerlendirilmesine çalışılmıştır. Ancak ekosistemin ihtiyaç duyacağı su miktarı ve kalitesi üzerinde yeterince durulmamıştır.

Su yönetimi “geliştir-arz et- kullan” teması üzerine inşa edilmiştir. Su kaynaklarının planlanmasında dikkate alınan parametreler nüfus tahmini, kişi başına düşen su talebi, tarımsal üretim, ekonomik üretkenlik seviyesi olmuştur. Bu parametreler kullanılarak gelecekteki su ihtiyacı tahmin edilmekte ve tahmin edilen bu değerler, talebi karşılayacak sistemlerin projelendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda su talebi, insan ihtiyaçlarındaki özel konulardan, sağlıklı bir ekosistemin ihtiyaç duyacağı su miktarından veya bölgesel su yeterliliği gibi hususlardan bağımsız belirlenmiştir.

Geleneksel su planlamasındaki bu yaklaşım yerini, ekonomik gelişmede ortaya konulan büyüme modelinin yarattığı çevre sorunları ile tıkanmasıyla yeni arayışlara bırakmıştır. Bu süreçte mühendisler, geleneksel planlamanın tıkanıp noktaları teknolojik çözümler ile ortadan kaldırma yolunu seçmişlerdir. Sorunu artan talep karşısında arzı artırma ile çözüme yolunu tercih etmişlerdir. Ekonomistler ise, birden fazla çözümü irdeleyerek alternatif bulmayı benimsemişlerdir. Eklenen her yeni kaynağın ek faydası ve maliyetleri üzerinden politik çözümler önermişlerdir. Suyun fiyatı ve miktarı ekonomistlerin temel çıkış yolları olmuştur.

Özetle 20. yüzyıl boyunca ve 21.yüzyıl başlarına kadar hakim olan hidroloji paradigması-kaynağı bul, çıkar, taşı, dağıt ve maliyetleri hizmet alanına yansıtma şeklinde olmuştur (Şehir Planlama Odası Su Komisyonu, 2006).

Günümüzde azalan su kaynakları iklim değişikliği ve bu değişimin su kaynakları üzerindeki etkisi karşısında suyun ekonomik, sosyal ve çevresel değerlerini yeniden gözden geçirerek, su kaynaklarını verimli kullanmanın önemi artmıştır. Bir su dağıtım sisteminin işletilmesi aynı zamanda, su dağıtım sürekliliğini kontrol altında tutmayı amaçlayan politikaların uygulanması olarak tanımlanmaktadır.

Bu politikalar kaynakları verimli bir şekilde kullanma ihtiyacını tarif eden, kimi zaman tüketim modellerini etkileyen ve kullanıcılara sunulan ürün ve hizmetlerin çevresel performansını iyileştiren, sürdürülebilir gelişme stratejisinin parçası olarak düşünülebilir.

Su dağıtım yönetiminin başarılı uygulaması (kaçak azaltma dahil) çevre için ortak yarar sağlayacak şekilde kaynak geliştirmenin geleceğe ertelenmesine izin vermelidir. Seçeneklerin yetersiz veya çok pahalı olduğu durumlarda, seçenek seçimi kaynakların geliştirilmesini düşünmelidir.

## 5.2 Model Uygulaması ile Sistem Yönetimi

Bu çalışmada İzmir kenti su dağıtımının maksimum verim ve/veya optimum işletme olanakları sistemin mevcut ve alternatif su üretim kapasitesi ve kısıtları doğrultusunda, gerçek zamanlı işletme koşulları altında, belirli ölçekteki matematiksel modellemesi ile ortaya konulmuştur.

Bir su dağıtım sisteminde su kaynakları (yer altı ve yerüstü) , arıtma tesisleri, depolar, pompalar, besleme, iletim, ana ve tali borular, vanalar, servis bağlantıları ve bu bütünlüğü teşkil eden bağlantı elemanları bulunur.

Su dağıtım sisteminin işletilmesinde ana amaç; ihtiyaç duyulan suyu yeterli miktarda, istenilen basınç ve kullanılabilir kalitede kesintisiz bir şekilde tüketiciye ulaştırılmasıdır.

Yerleşim alanlarına içme, kullanma ve endüstriyel amaçlı suyun temini için;

- Bölgesel şartlar doğrultusunda yer altı ve yerüstü su kaynakları,
- Kaynaklardan temin edilen suyun standartlara uygun kalitede tutulmasını sağlayan arıtma tesisleri,
- Elde edilen suyun yerleşim alanlarına hidrolik yeterlik sınırları içinde ulaşmasını sağlayan boru hatları,
- Hidrolik dengenin sağlanarak belli durumlarda tüketimi karşılayabilecek sayı ve büyüklükte depolar,
- Topografik yapı nedeniyle ihtiyaç duyulabilecek pompalar,
- Yerleşim alanı içinde suyun kullanıcıya ulaşımını sağlayan boru hatları,

Tüm yapının bilimsel formül ve çalışmalar doğrultusunda oluşturulduğu düşünüldüğünde ( Örneğin bir yerleşim alanına temin edilmesi öngörülen su miktarı ; 35 yıl sonrasındaki nüfus ve/veya imar planlarına bağlı alansal büyükler, ihtiyaç debilerinin pik kullanım saatindeki katsayıları ile en yüksek kullanım, aynı şekilde suyun temin veya depolandığı noktadan daha üst kotlara ulaştırılması için kullanılan pompa büyüklük hesaplarında da belirli güven aralığına bağlı katsayılar dikkate alınmaktadır.)

hesaplanan bu su miktarına göre hidrolik çözüm içinde boru büyüklerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Planlanma aşamasında standartlara uygun, istenilen kalite, yeterli büyüklüklerde yapılmış olması halinde ancak sürekli ve sağlıklı bir su dağıtımından söz edilebilir. Sistemde eksik, yanlış veya yetersiz bir eleman söz konusu ise bunun uygun hale getirilmeksizin bir işletmeden söz edilemez.

İzmir kenti su dağıtımının Tahtalı Barajı'nın devreye girdiği 2000 yıllardan sistemi üzerinde yapıldığı düşünüldüğünde; su dağıtım sisteminin uygun ve yeterli şartlar teşkil edildiği, uygun olmayan koşullar hariç olmak üzere 24 saat kesintisiz suyun kullanıcılara ulaştırılabiliyor olmasından ortaya çıkmaktadır.

Yeni yerleşim alanları hariç olmak üzere mevcut yerleşim alanlarında yukarıda belirtilen esaslar doğrultusunda teşkil edilmiş olan depoların konumları büyüklükleri, boru çapları, pompaların kapasite ve basma yükseklikleri kısa dönemler (en az 10-50 yıl) içinde değişmemekte ve sistem davranışı (üretim–tüketim ve depolama döngüsü) içinde aynı hidrolik şartlar altındadır. Bu noktada esas olan sistemin işletilmesi sırasında olağan dışı şartlar karşısında uygun çözümlerin (hızlı, sağlıklı, ekonomik, alternatif vb.) uygulanabilmesi için doğru kararların alınabilmesidir. Bunun için esas olan zaman periyodunda sistem dengesinin sağlanmasıdır. Bu dengede üretilen su tüketilen suya eşit değildir. Bu dengenin sağlanmasında kontrol edilebilir olan birincil unsur üretilen su miktarıdır. Eğer su kaynaklarınız yeterli ise talep doğrultusunda istenilen miktardaki su sağlanır. Kullanıcıların talebi, anlık kontrol edilebilir ve/veya ölçülerek üretime yansıtılabilir değildir. Bu durumda sistemin dengelemesi kalan su üzerinden yani depolamadaki su miktarıdır.

Su dağıtımında ortaya çıkabilecek problemlere karşı alternatif işletmenin neler olabileceği gerçek olaylar dikkate alınarak matematiksel modelde uygulanan üç senaryo ile;

- **Senaryo-1** : Sekiz alternatif işletme
- **Senaryo-2** : Sekiz alternatif işletme
- **Senaryo-3** : Altı alternatif işletme

incelenerek sonuçları uygulama sırasında belirtilmiştir.

Bir içmesuyu dağıtım sisteminin işletmesi; mevcut kaynakların verimli kullanımı ve üretim-tüketim dengelemesini amaçlayarak ortaya konulduğu uygulamalar ile su kaynakları kullanımını mükemmel hale getirmeye çalışan bir yaklaşımın bir bölümüdür. Bu yüzden, daha fazla kaynak geliştirme ihtiyacı gerekli hale geldikçe, suyu daha verimli kullanmak için harcanan çabalar da artmalıdır. Bu anlayış içinde yapılacak işletme ile ;

1. Optimum sistem dengesinin sağlanması ancak doğru işlemin doğru zaman diliminde uygulanması ile mümkündür.
2. Her su üretim kaynağının sistemde kendine özgü etki ve riske sahip olduğu düşünülerek uygulama önceliklerine karar verilmelidir. Bazı durumlarda en ekonomik kaynak düşünülürken, bazı durumlarda ise dağıtım sistemine en hızlı katkıda bulunan kaynak dikkate alınmalıdır.
3. Belli büyüklükler üzerindeki her su dağıtım sistemi daimi dinamik haldedir her ayın, günleri ve her günün saatleri aynı olmadığı gibi her bölgenin özelliklerinin farklı olduğu düşünülerek uygulamalara karar verilmelidir. Örneğin su kesintisi gerektirecek bir olay anında ticari ağırlıklı bir bölgede belli saatler dışında su kesintisi yapmak hiçbir fayda sağlamayabilir veya çok uzun süreli kesintiye gidilmesine neden olabilir.
4. Su üretim kaynaklarında devreye alma ve devre dışı bırakma işlemleri en az sayıda olacak şekilde uygulamalara karar verilmelidir. Her yeni uygulama ile farklı riskler (pompa, kuyu enerji vb.) oluşturduğu unutulmamalıdır.
5. Normal işletme koşulları altında herhangi bir olay meydana gelmeksizin ileriki zaman dilimlerinde oluşacak sistem dengesi kontrol edilerek, herhangi bir olumsuzluğa karşı önceden tedbir alma imkanı sağlanabilmelidir.

Şeklinde sıralanabilecek unsurlar olarak dikkat çekmektedir.

Ayrıca su dağıtım sistemlerinin modelleme çalışmalarında değerlendirilmek üzere;

1. Yerleşim bölgelerindeki ticari, konut, sanayi, eğitim vb. farklı alanların yoğunlukları doğrultusunda bir su kullanım eğilimi gösterdiklerinden yapılacak çalışmaların derinliğine göre gerekli bölgesel araştırmaların yapılarak ve ihtiyaç dağılımları belirlenmesi,
2. Su dağıtım sistemlerinde farklı amaçlar doğrultusunda modelleme yapılabilir. Ancak amaçlar doğrultusunda sonuçlara ulaşılabilmesi için gerekli ve yeterli bilgi ve veriye sahip olunması gerektiği,
3. Genel öğretilerde sıcaklık dolayısıyla iklim değişiminin dört mevsimde gerçekleştiği kabul edilmektedir. Ancak günümüz koşullarında sözü edilen küresel ısınma dikkate alındığında her ayın, hatta ilk ve ikinci yarısı olmak üzere değerlendirilerek mevsimsel değişimin yansıtılması,
4. Günümüz çalışma hayatı ve yaşam koşulları altında haftanın her günün saatinin, hatta özel zaman dilimlerinin farklı özellikler taşıdığı (bayram günleri, ramazan ayı, yılbaşı vb.) düşünülerek bu tür günlerin tanımlaması,

şeklin de özetlenebilecek hususların dikkate alınması ile en son verilere dayalı olarak oluşturulan modelin gerçek sistemi temsil ettiği oranı her zaman yükseltmek mümkündür.

**KAYNAKLAR**

Devlet Su İşleri. (1986). İzmir Şehri İçme Kullanma ve Endüstri Suyu Temin ve Dağıtım Kat'i Proje Revizyonu Kesin Proje Raporu, İzmir.

Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü.(2010). *Matematiksel Modelleme Ders Notları*. 02 Şubat 2011 <http://web.firat.edu.tr/kimmuh/kimya/dokuman.htm>

İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. (2010). İZSU Arşiv, Proje ve Dökümanları, İzmir.

İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, (2009). İZSU Gördes Barajı Planlama Raporu, İzmir.

İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. (2010). *İZSU Faaliyet Raporu 2008-2009*. 10 Mayıs 2010 <http://www.izsu.gov.tr/indextr.htm>

Şehir Planlama Odası Su Komisyonu. (2006), *Planlama ve Kentsel Su Tüketim İlişkisi: Antalya Örneği*. Antalya İçme suyu ve Sorunları Sempozyumu. Akdeniz Üniversitesi ve Antalya Kent Konseyi. 15-16 haziran 2006.