

T.C.  
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE OLUŞAN SU KAYIP VE  
KAÇAKLARI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN SCADA  
SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ERZİNCAN İLİ ÖRNEĞİ

Oğuz BULUT

Danışman: Doç.Dr. NeşeERTUGAY

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN  
2020  
Her Hakkı Saklıdır

### Bilimsel Etięe Uygunluk Sayfası

"İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıp Ve Kaçakları Belirlemek İçin Kullanılan SCADA Sisteminin Değerlendirilmesi: Erzincan İli Örneği" isimli Yüksek Lisans tezini tarafımda intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 03/09/2020

(İmza)  
  
ÖZGÜR BULUT

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE OLUŞAN SU KAYIP VE KAÇAKLARI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILAN SCADA SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ERZİNCAN İLİ ÖRNEĞİ

Oğuz BULUT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. NEŞE ERTUGAY

Hızlı nüfus artışı, kentleşme, bilinçsiz su kullanımı, çevre kirliliği ve iklim şartlarındaki değişim gibi nedenler su tüketimini arttırmakta ve su doğada döngüsünü tamamlamadan tüketilmektedir. Bu durum su üreticilerini, artan su talebi ve giderek azalan kaynaklar karşısında yeni kaynak arayışına yöneltmiş fakat kaynak arayışının maliyetinin yüksek oluşundan dolayı su üreticileri çok yüksek miktarlarda olan kayıp su oranlarının azaltılması ve su kaynaklarının daha planlı ve verimli bir şekilde kullanılmasını amaçlamışlardır. Bu da içme suyu dağıtım şebekelerinde meydana gelen su kayıplarını minimum düzeye indirilmesi ile tam olarak sağlanacaktır.

Bu çalışmada, Erzincan ili Ocak 2014-Ocak 2020 yılları arasındaki içme suyu verileri incelenerek içme suyu dağıtım sistemine 2018 yılı Mart ayında içme suyunu kontrol etmek için yerleştirilen SCADA (Supervising Control and Data Acquisition: Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme)sistemi ile sistem öncesi ve sonrası içme suyu verileri ele alınarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Öncelikle Ocak 2014-Mart 2018 tarihleri arasındaki SCADA öncesi üretilen su miktarı ile belediye su işlerinden alınan aboneler tarafından tüketilen su verilerinin su dengesi tablosuna aktarılması sonucu analiz edilmiş ve gerçek su kayıp oranlarının tahmini yapılmıştır. Yapılan bu tahmin sonucunda SCADA öncesi toplam fiziksel ve idari kayıp su oranı %64,46 iken fiziksel su kayıp oranı ise %27,89 olarak tespit edilmiştir. Mart 2018-Ocak 2020 tarihleri arasında içme suyu şebeke hattı üzerinde SCADA otomasyon sistemi kurulması ile SCADA sistemi üzerinden üretilen su miktarı ile belediye su işlerinden alınan aboneler tarafından tüketilen su verilerinin su dengesi tablosuna aktarılması sonucu analiz edilmiş fiziksel ve idari kayıp su oranı % 36,53 iken fiziksel su kayıp oranı ise % 13,64 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre SCADA otomasyon sistemi ile birlikte kısa bir süre içerisinde su kayıplarının minimum seviyeye yaklaştığı gözlemlenmiştir.

**2020, 80 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:**Hat basıncı,SCADA,Su akımı değerleri, Su kaçakları,Su kayıpları.

## ABSTRACT

Master Thesis

### EVALUATION OF SCADA SYSTEM USED TO DETERMINATE WATER LOSS AND LEAKAGE IN DRINKING WATER NETWORKS: EXAMPLE OF ERZİNCAN

Oğuz BULUT

Erzincan Binali Yıldırım University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. NEŞE ERTUGAY

Reasons such as rapid population growth, urbanization, unconscious water use, environmental pollution and changes in climate conditions increase water consumption and water is consumed before completing its cycle in nature. This situation has directed the water producers to search for new resources in the face of increasing water demand and decreasing resources, but due to the high cost of the resource search, the water producers have turned to the understanding of reducing the high amounts of lost water and using water resources in a more planned and efficient manner. This will be achieved by minimizing water losses in drinking water distribution networks.

In this study, drinking water data between January 2014 and January 2020 in Erzincan was examined, and the SCADA (Supervising Control and Data Acquisition: Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi) system placed in the drinking water distribution network in March 2018 was evaluated by considering the pre and post drinking water data in system. First of all, the terms between January 2014 and March 2018 which means before the installation of SCADA system were examined, the data of the amount of water produced and the data of water consumed by the subscribers was collected from the Municipal Waterworks Unit, these data were transferred to the Water Balance Table, the results was analyzed and the actual water loss rates in the system were estimated. As a result of this estimation, before the SCADA system was established, the total physical and administrative water loss rate was seen as 64,46%, while the physical water loss rate was 27,89%. After the establishment of the SCADA automation system after March 2018, the date of the amount of water produced received from the SCADA system and the amount of water consumed were transferred to the Water Balance Table and the total physical and administrative loss was seen as 36,53% while the physical water loss rate was 13,64%. According to these results, it was observed that the water loss rate approached the minimum level within a short period of time with the SCADA automation system.

**2020,80 Pages**

**Keywords:** Line pressure, SCADA, Water flow values, Water leaks, Water losses.

## TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐan değerli danışman hocam sayın Doç.Dr. NEŞE ERTUGAY' ve ayrıca Erzincan belediyesi su kanalizasyon m¼d¼rl¼ę¼ SCADA Birimine teŐekk¼r eder, saygılarımı sunarım.

Oğuz BULUT

Eyl¼l, 2020

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER.....</b>	<b>6</b>
2.1. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri.....	6
2.2. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri ve Su Tüketim Miktarı .....	9
2.3. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri ve Su Kayıp Miktarı .....	12
2.3.1. Fiziki su kayıp miktarları .....	14
2.4. Su Kayıpları ve Yönetimi.....	16
2.5. Şebekede Oluşan Sızıntılar.....	17
2.5.1. Sızıntının nedenleri .....	17
2.5.2. Su sızıntılarının etkileri.....	21
2.6. Su Bilanço Yönetimi .....	21
2.7. Türkiye ve Dünya Çerçevesinde Yaşanan Su Kayıpları .....	22
2.7.1. Dünyada yaşanan su kayıpları .....	22
2.7.2. Türkiye’de yaşanan su kayıpları .....	24
2.8. Akıllı İzleme Sistemleri.....	28
2.8.1. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) .....	28
2.8.2. SCADA .....	28
2.9. Literatür Taraması .....	29
2.9.1. Su Kayıpları ile ilgili literatür taraması .....	29
2.9.2. Scada sistemi ile ilgili literatür taraması .....	32
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>35</b>
3.1. Materyal.....	35
3.1.1. Çalışma sahası ve özellikleri.....	35
3.1.2. Erzincan içme suyu dağıtım sistemi .....	35

3.1.3. Erzincan scada sistemi .....	36
3.1.4. Çalışma sahası.....	38
3.2. Yöntem .....	39
3.2.1. Standart su dengesi tablosu .....	39
3.2.2. IWA/AWWA yöntemi .....	39
3.2.3. IBNET Yöntemi .....	41
3.3. Su Dengesi Tablosu .....	42
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>48</b>
4.1. Erzincan İli Fiziki Su Kayıplarının Belirlenmesi .....	48
4.1.1. Sisteme giren su miktarı.....	51
4.2. Su Abonelerinin Aylık Tüketim Miktarları .....	52
4.3. Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım.....	54
4.4. Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi .....	55
4.5. Gelir Getiren Su Miktarı.....	55
4.6. Gelir Getirmeyen Su Miktarı.....	56
4.7. Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım .....	57
4.8. Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım .....	57
4.9. Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi .....	58
4.10. İzinli Tüketim Miktarı .....	59
4.11. Su Kayıpları.....	59
4.12. İzinsiz Tüketim Miktarı .....	59
4.13. Sayaçlardaki Ölçüm Hatası Miktarı .....	60
4.14. İdari Kayıplar Miktarı .....	60
4.15. Fizik Kayıpların Miktarı.....	61
4.16. Depolarda Meydana Gelen Kaçak Ve Taşmalar .....	61
4.17. Temin ve Dağıtım Hatları İle Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar .....	62
4.18. Gelir Getiren Ve Gelir Getirmeyen İçme Suyu Verilerinin Yıllara Göre Değişimi .....	63
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>74</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>76</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>80</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Türkiye Su Potansiyeli.....	2
Şekil 1.2. Kıtalara göre kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı .....	2
Şekil 2.1. İçme Suyu Şebekesi Tipleri (a. Dal Şebeke Sistemi, b. Ortadaki Esas Borudan Beslenen Ağ Sistemi c. Ortadaki Halkadan Beslenen Ağ Sistemi) (Muslu, 2008).....	8
Şekil 2.2. Fiziki su kayıplarına ait bir görüntü (eski bir boruda oluşan sızıntı).....	14
Şekil 2.3. İdari Su Kayıplarına Ait Bir Görüntü (su sayacına by-pass yapılarak izinsiz su kullanımı) .....	15
Şekil 2.4. Su Kaçak Yönetimi İBB (2013) “Su Yönetiminde Kayıp Kaçakların Düşürülmesi.....	17
Şekil 2.5. Su Sızıntısı .....	18
Şekil 2.6. Şebeke Yaşına Bağlı Olarak Çürüyen Boru.....	19
Şekil 2.7. 2010 Yılı İçin Bazı Ülkelerdeki Gelir Getirmeyen Su Seviyeleri (Muhammetoğlu vd., 2011).....	23
Şekil 2.8. Büyükşehir Belediyeleri Bulunduran İller ve Gelir Getirmeyen Su Miktarları (DSİ, 2020). .....	27
Şekil 2.9. İSKİ Kayıp Kaçak Çalışmasında Ekran Görüntüsü (CSB).....	32
Şekil 3.1. Erzincan İçme Suyu Dağıtım Sistemi .....	35
Şekil 3.2. Erzincan İçme Suyu Dağıtım Temin Projesi .....	36
Şekil 3.3. Erzincan Scada Sistemi.....	37
Şekil 3.4. Çalışma Sahası .....	38
Şekil 4.1. İçme Suyu Zaman Çizelgesi .....	48
Şekil 4.2. Gelir Getirmeyen Su Miktarının Yıllara Göre Değişimi .....	63
Şekil 4.2. 2014-2019 Yılları Fiziki Su Kayıp Yüzdesi .....	72



## TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Bazı Ülke Ve Kıtalarda Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Miktarı .....	3
Tablo 2.1. Yerleşim Yerlerinin Nüfuslarına Göre Kişi Başı Su Tüketimi(İlbank,2013) .	11
Tablo 2.2. Yerleşim Yerlerinin Nüfuslarına Göre Kişi Başı Su Tüketimi(İlbank,2013) .	11
Tablo 2.3. Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Bazı Şehirlerde Kayıp-Kaçaklar ile İlgili Yapılan Tespit Çalışmaların Özet Gösterimi (Lee ve Schwab, 2005).....	24
Tablo 3.1. IWA/AWWA Yöntemine Göre Su Bütçesinin Bileşenleri.....	40
Tablo 3.2. IWA/AWWA Yöntemine Göre Su Bütçesi Tablosu (Bütçe Dönemi Genellikle Yıllık Alınır).....	40
Tablo 3.3. Gelir Getirmeyen Su Ve Su Kayıpları İçin Performans Göstergeleri.....	41
Tablo 3.4. Gelir Getirmeyen Su İçin IBNET Tarafından Önerilen Göstergeler .....	41
Tablo 3.5. Su Dengesi Tablosu .....	42
Tablo 3.6. Standart Su Dengesi Tablosu .....	43
Tablo 4.1. Scada Mart 2018 Tablosu .....	50
Tablo 4.2. Scada Mart 2018--Ocak 2020 Yılları Arası Aylık Sisteme Giren Su Miktarı Tablosu .....	51
Tablo 4.3. 2014-2019 Erzincan İli Sisteme Verilen Su Miktarları .....	52
Tablo 4.4. 2019 Yılı Su Abonelerinin Aylık Tüketim Miktarları .....	52
Tablo 4.5. Erzincan İli İçme Suyu Abone Bilgileri .....	54
Tablo 4.6. Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım .....	54
Tablo 4.7. Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım .....	55
Tablo 4.8. Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi .....	55
Tablo 4.9. Gelir Getiren Su Miktarı .....	56
Tablo 4.10. Gelir Getirmeyen Su Miktarı .....	57
Tablo 4.11. Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım .....	57
Tablo 4.12. Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım .....	58
Tablo 4.13. Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi.....	58
Tablo 4.14. İzinli Tüketim Miktarı .....	59
Tablo 4.15. Su Kayıpları Miktarı .....	59
Tablo 4.16. İzinsiz Tüketim Miktarı .....	60
Tablo 4.17. Sayaçlardaki Ölçüm Hatası Miktarı.....	60
Tablo 4.18. İdari Kayıplar Miktarı .....	61
Tablo 4.19. Fiziki Kayıpların Miktarı .....	61
Tablo 4.20. Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar .....	62

Tablo 4.21. Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar .....	63
Tablo 4.22. 2014 yılı Su Dengesi Tablosu .....	65
Tablo 4.23. 2015 Yılı Su Dengesi Envanteri .....	66
Tablo 4.24. 2016 Yılı Su Dengesi Envanteri .....	67
Tablo 4.25. 2017 Yılı Su Dengesi Envanteri .....	68
Tablo 4.26. 2018 Yılı Su Dengesi Envanteri .....	69
Tablo 4.27. 2019 Yılı Su Dengesi Envanteri .....	70
Tablo 4.28.2014-2017/2018-2019 Özet Tablosu .....	71
Tablo 5.1. Sayaçlardaki Ölçüm Hataları Ve Sisteme Giren Su Miktarı .....	76



## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### Simgeler

$km^3$	Kilometre küp
$L/sn$	Litre/San
$m^3$	Metre küp
$N$	Proje Başlangıç Nüfusu
$Q$	Debi
$q_{evsel}$	Evsel Birim Su Tüketimi

### Kısaltmalar

A.Ş.	Anonim Şirketi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABS	Abone Bilgi Sisteminin
ASAT	Antalya Su ve Atıksu İdaresi
AWWA	Amerikan Su İşleri Birliği
Bar	Basınç
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DMA	District Metered Area
DSİ	Devlet Su İşleri
GA	Genetik Algoritma
GASKİ	Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi
IAWQ	Global Positioning System
ILI	International Association On Water Quality
IWA	Uluslararası Su Birliği
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İSU	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
İZSU	İzmit Su ve Kanalizasyon İdaresi
KASKİ	Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi
KOSKİ	Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi

mSS	1 metre yükseklikte su sütununun dikey etkimesi ile yüzeye yaptığı basınç
No	Numara
PRV	Basınç-Kırıcı Vana (Pressure Reducing Valve)
SASKİ	Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition(Denetlemeli Kontrol ve Veri Edinme)
SKES	Su Kayıplarının Ekonomik Seviyesi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Vd.	Ve diğerleri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WSAA	The Water Services Association Of Australia

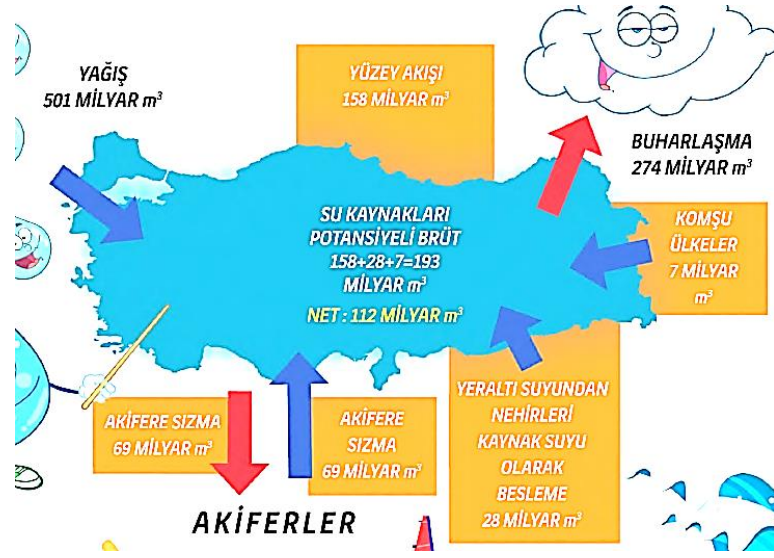
## 1. GİRİŞ

Günümüzde nüfus ve buna bağlı olarak da ihtiyaçlar günden güne artarken, bu ihtiyaçları karşılamak için kullanılan kaynaklar hızla azalmaktadır. Kaynakların bir kısmı artan ihtiyaçları karşılamak üzere tüketilirken, bir kısmı da gerekli tedbirlerin zamanında alınmadığı için ya kirletilmek suretiyle ya da boşa harcamak suretiyle kullanılamaz hale getirilmektedir.

Dünya geneline bakıldığında 1,4 milyon km<sup>3</sup> su bulunduğu görülmektedir. Ancak, bu suların % 97,5'i tuzlu su % 2,5'i tatlı su kaynağıdır. % 2,5'lik bu kaynağın yaklaşık % 70'i kutuplarda donmuş, bir kısmı yeraltı katmanlarının derinliklerinde, bir kısmı toprakta nem olarak bulunmaktadır. İnsanoğlunun kolaylıkla ulaşabileceği tatlı suyun toplam tatlı su içindeki oranı ise sadece % 0,3 mertebesindedir.

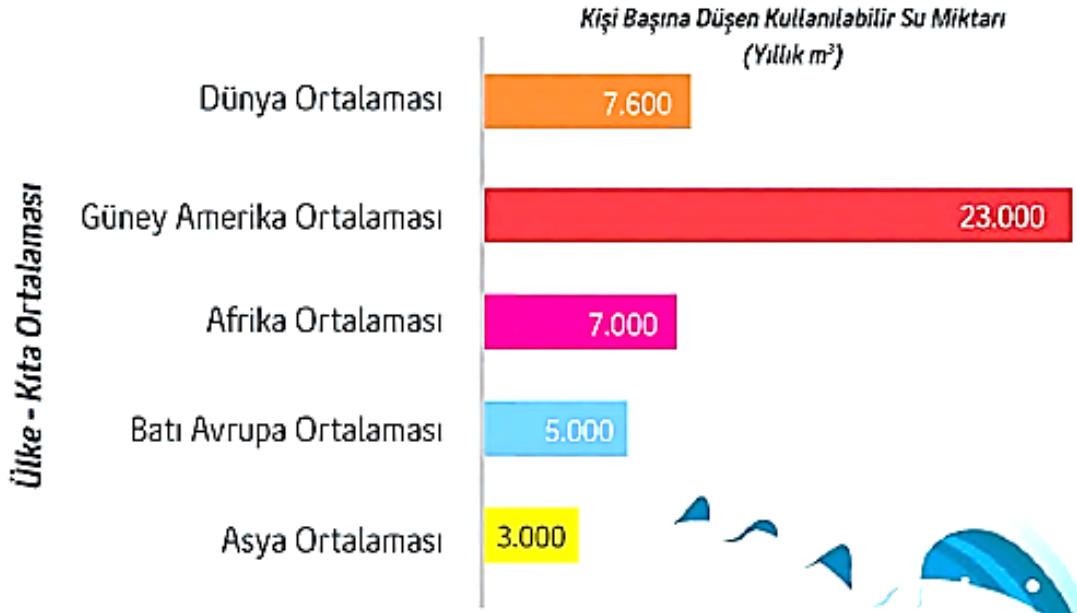
Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarına bakıldığında 643 mm, toplam su kapasitesi ise 501 milyar m<sup>3</sup>'tür. Şekil 1,1'dende görüldüğü gibi 501 milyar m<sup>3</sup> suyun 274 milyar m<sup>3</sup>'ü buharlaşmakta, 69 milyar m<sup>3</sup>'ü yeraltına sızmakta, 158 milyar m<sup>3</sup>'ü ise akışa geçmektedir. Yeraltına sızan suların 28 milyar m<sup>3</sup>'ü yeniden akışa geçmekte, 7 milyar m<sup>3</sup> su da komşu ülkelerden Türkiye sınırlarına girmektedir. Türkiye'nin brüt su potansiyeli (158+28+7) 193 milyar m<sup>3</sup> ve net su potansiyeli ise 112 milyar m<sup>3</sup>'tür (DSİ, 2020).

31.12.2019 tarihi itibari ile nüfusu 83.154.997 kişi olarak tespit edilen(TÜİK, 2019)Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının yaklaşık 1344 m<sup>3</sup>/kişi/yıl olduğu görülmektedir.



Şekil 1.1. Türkiye Su Potansiyeli

Dünya tatlı su potansiyelinin % 36'lık kısmını 504.000 km<sup>3</sup> su ile oluşturan Asya kıtası içerisinde yer alan Türkiye'nin bu pay içerisindeki oranı ise %3,5 ile 4000 km<sup>3</sup>'tür. Şekil 1.2'de kıtalara göre kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları belirtilmiştir.



Şekil 1.2. Kıtalara göre kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı

**Tablo 1.1.**Bazı Ülke Ve Kıtalarda Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Miktarı

Ülke Adı	Kullanılabilir Su (m <sup>3</sup> /Kişi)
Irak	2.020
Lübnan	1.300
Türkiye	1.344
Suriye	1.200
Asya Ortalaması	3.000
Batı Avrupa Ortalaması	5.000
Afrika Ortalaması	7.000
Güney Afrika Ortalaması	23.000
Dünya Ortalaması	7.600

Tablo 1.1’de ise bazı ülke ve kıtalarda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarları sunulmuştur. Dünya üzerinde toplam su miktarının sadece %0,8 kadarının kullanılabilen tatlı su olduğunu düşünecek olursak bu noktada mevcut su kaynaklarının ne kadar nüfusa yeterli olabileceği büyük önem arz etmektedir. Dünya ve bazı Akdeniz ülkelerindeki mevcut ve gelecekteki durum Şekil 1.2 ve Tablo 1.1’de verilmiştir. Buna göre kişi başına yılda 3500 m<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>/N/yıl) kullanılabilir su kaynağına sahip bölgeler su zengini iken, 1500-3500 m<sup>3</sup>/N/yıl değerinde olanlar normal su kaynağına sahip ülkeler, 1500 m<sup>3</sup>/N/yıl değerinin altındaki bölgeler ise su fakiri bölgeler olarak nitelendirilmektedir(Samsunlu, 2011).

Kullanılabilir toplam su potansiyelinin 112 milyar m<sup>3</sup> olduğu Türkiye’de bu potansiyelin yaklaşık % 72’si tarımda, % 12’si sanayide, % 16’sı içme ve kullanma suyu olarak tüketilmektedir. Bütün bunlara ek olarak büyüyen nüfusa paralel olarak artan yaşam standartlarını da ekleyecek olursak suya olan talebimiz her geçen gün hızla artmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi ülkemiz su zengini olmayıp su kaynakları sınırlıdır.

Türkiye şu an su stresi yaşayan ülkeler arasında olduğu için su kaynaklarının doğru tüketilmesi ile ilgili farkındalık yaratılmadığı sürece 25 yıl içerisinde Türkiye su fakiri bir ülke konumuna gelecektir. Bu bağlamda yeryüzündeki suların miktarını değiştiremeyeceğimizi düşünecek olursak bu belirli miktar suyu en optimum şekilde kullanma zorunluluğunda olduğumuzu unutmamamız gerekir.

Dolayısıyla her ülke kendi su kaynaklarını en uygun şekilde kullanılmasını sağlayan plan ve programları hazırlayıp yağış, buharlaşma, yer altı ve yer üstü sularının miktarı gibi durumları tespit ederek bu planlamaya yönelik tedbirler almak zorundadır. Alınması gereken tedbirler ise aşağıdaki gibidir:

- Yeni su kaynakları aranarak su rezervlerinin artırılması,
- Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi,
- Arıtma metot ve tekniklerinin geliştirilmesi,
- Tuzlu sulardan tatlı su elde etme metotlarının geliştirilmesi,
- Su kayıplarının ve aşırı su kullanımının önlenmesi,
- Kullanılmış sulardan faydalanılması,

Su kaynaklarının en uygun şekilde kullanılmasına yönelik alınacak önlemler arasında yer alan aynı zamanda tezimizin konusu olan “su kayıp ve kaçakları” hem dünyada hem de ülkemizde üzerinde durulması gereken konulardan birisidir. İçme ve kullanma suları dağıtım sistemleri ile kaynaktan alınarak eğer gerek duyulursa arıtma tesisine gönderildikten sonra yerleşim bölgelerine iletilir ve şebeke sistemini ile kullanıcılara ulaştırılır. Ancak kaynaktan iletilmek üzere alınan su hem miktar olarak hem de faturalandırılan kısmı bakımından şebekeden çıkan su ile örtüşmez. Bu durum hem iletim hattında hemde şebekede meydana gelen kayıp ve kaçaklardan kaynaklanmaktadır.

Su kayıpları iki farklı şekilde ele alınmaktadır:

- Fiziki su kayıpları
- Ticari su kayıpları

**Fiziki Su Kayıpları:** İçme suyu şebekelerinde sular, farklı boyutlara ve çaplara sahip olan borular ile iletilmektedir. Borularda zaman içerisinde gerek korozyon sonucunda gerekse farklı deformasyonlarla çatlaklar oluşarak bu çatlaklar ile de su sızıntıları meydana gelmektedir.

Su kaybının yaşanması için şebekenin eski olmasına gerek yoktur. Yeni yapılan bir şebekede bile su kayıpları meydana gelebilmektedir. Çeşitli yöntemler ile su kayıplarının azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır.



Ticari Su Kayıpları: Tüketilmiş olduğu halde kayıt dışı kalan sulardır. Söz konusu ticari kayıplar sayaç hassasiyetleri, resmi kurum ve kuruluşların herhangi bir şekilde ücret ödemek zorunda olmadıkları faturalandırılmayan sular, illegal ve kontrolsüz kalan sular olarak adlandırılmaktadır. Ticari kayıplarda su harcandığı halde gelir hanesine herhangi bir su yazılmamaktadır. Ticari su kayıplarının oluşmasında etkisi olan durumlar:

1. Şebeke içerisinde yapılan deşarjlar,
2. Yangın musluklarından temin edilen denetimsiz sular,
3. Okuyucuların yapmış olduğu hatalar,
4. Kanal açmada ve temizlemede kullanılan sular,
5. Yasal olmayan bağlantılar,
6. Eksik yapılan ölçümler,
7. Faturalandırma sisteminde yapılan hatalar.

Hem fiziki hem de ticari su kayıplarının azaltılması, su kaynaklarının daha dikkatli bir şekilde kullanılması için içme suyu şebekelerindeki kayıpların neden meydana geldiğinin anlaşılması gerekir. Böylelikle yatırım ve işletme maliyetlerinin minimum seviye çekilmesi mümkün olacaktır. Bunun yanında su kayıpları yönetimi sayesinde su kalitesinin korunması da imkânlar dâhilindedir.

Su kayıpları yönetimi için su kayıplarının inmesi gereken seviyeyi belirlemek çok önemlidir. Bu seviyesinin düşürülmesi ile ekonomik hamleler birbiri ile bir bütün olarak hareket etmelidir. Su kayıplarının ekonomik seviyesi (SKES), su kaybının azaltılması aşamasında ekonomik açıdan en anlamlı seviyeyi ifade etmektedir. SKES seviyesinde 1 m<sup>3</sup> suyun maliyetinin, 1 m<sup>3</sup> su kaybının azaltılmasında çıkan maliyete eşitliği söz konusudur.

Su kaçakları genel olarak isale hatlarından ve su depolarından meydana gelmektedir. Günümüz teknolojisi ile kaçakları tam olarak tespit etmek ise mümkün değildir. Şehir içerisinde yaşanan %10'luk bir kaçak normal seviye olarak kabul edilmektedir. Ancak, yapılan araştırmalara göre Türkiye'deki seviye %45'e yaklaşmıştır.

Su kaçaklarını tespit etmek için kullanılan birçok teknolojik yöntem bulunmaktadır. Bu teknolojilere bakıldığı zaman çoğu zaman izleme ve kontrol sistemlerinin tek bir

merkezden yapıldığı sistemlerden olan Scada, bu teknolojilerden birisidir. Scada sistemi İngilizce “*Supervisory Control And Data Acquisition*” olarak açılmaktadır. Türkçe açılımı ise “*Denetlemeli Kontrol ve Veri Edinme*” olarak kabul edilmektedir. Bu sistem ile saha alanlarına montajı yapılan enstrümanlar ve sensörler sayesinde elde edilen verilerin bilgisayarlara aktarılması, işlenmesi ve kayıt altında tutulması sağlanmaktadır. Yani sistemin uzaktan izleme ve kontrol sistemi olduğu söylenebilir (Scada, 1999).

Tez çalışmamız kapsamında içme suyu şebekelerinde oluşan su kayıp ve kaçakları belirlemek için Erzincan ili için kullanılan Scada sistemi değerlendirilecektir. Bu tez çalışması ile birlikte işletmenin gerçek zamanlı kontrolünü sağlamak, işletme yatırım maliyetlerini düşürmek, kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak ve su kayıplarının beklenen değerine aşım aşmadığı anlaşılacaktır.

## **2. KURAMSAL TEMELLER**

### **2.1. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri**

İsale hattı ile haznelere getirilen su, yerleşim birimine bir boru ağ sistemi ile dağıtılır. Buna su şebekesi denir. Şebeke boruları, her binada yeteri kadar basınçlı suyu sağlayacak şekilde planlanır. Devamlı su ile dolu ve basınç altında bulunmalıdır, aksi takdirde kirlenme ihtimali artar. Şebeke boruları ev ihtiyaçları ile birlikte sanayi, yangın, bahçe sulama ve diğer ihtiyaçları da temin edecek kapasitede olmalıdır. Bir içme suyu şebekesi içerisinde pompa istasyonu, depolar, yangın muslukları, aboneler için bağlantılar, sayaçlar, vanalar bulunmaktadır. En önemli temel bileşeni ise boru sistemleridir (Karaca, 2009).

Pompalar sayesinde mekanik bir enerji direkt olarak hidrolik enerjiye çevrilebilmektedir. Her içme suyu dağıtım şebekesinde olmasa da pompa bu sistemin bir bileşenidir (Toprak vd., 2007). Pompalar sayesinde göllerden, nehirlerden, kuyulardan su çekmek, arıtma tesisinden suları şebekeye taşımak adına önemli bir görev üstlenirler. Basıncın sürekliliğinin sağlanması, kimyasal maddelerin sistem içerisindeki dozajını ayarlama pompalar kullanılmaktadır (Özcan, 1982).

Şebeke içerisinde birbirinden farklı pek çok boru sistemi kullanılabilir. Düktil demir borular ile polivinil klorür borular sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda çelik borulardan basınçlı betonarme borulara kadar da pek çok seçenek söz konusudur (Gül, 2007).

İçme suyu şebekeleri söz konusu olduğunda vanalar önemli bir yere sahiptir. Birbirinden farklı vana, birbirinden farklı amaç ile çalışmasını sürdürmektedir. Bunlar; izolasyon vanaları, debi kontrol vanaları, basınç boşaltma vanaları, hava çıkış vanaları sistemde yer alan vana tiplerine örnek olarak verilebilir (Gül, 2007).

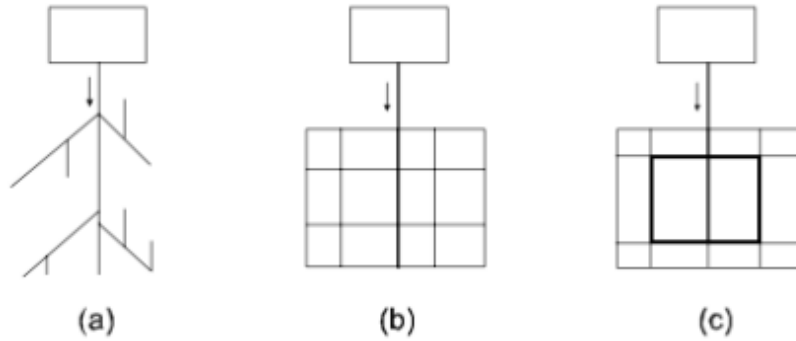
Günümüzde artık içme suyu şebekelerinin ayrılmaz bir parçası olan ve su kayıplarıyla beraber pH, klor ayarlama gibi pek çok sistemi içinde barındırabilen bilgisayarlı veri tabanlı izleme ve kontrol sistemi olan Scada, teknolojik olarak kullanılmaktadır.

Merkezi bir alan üzerinde kurularak sahada yer alan ekipmanların çalışma durumlarını kontrol etmektedir. Söz konusu saha üzerinde bulunan ekipmanlar; kuyular, pompa istasyonları, vanalar, arıtma tesisleri, tanklar ve rezervuarlardır.

Scada sisteminin genel olarak amaçlarından bahsetmek gerekirse;

- Şebeke sisteminin takip edilmesi,
- Şebeke sisteminin kontrol altına alınması ve performans değerlendirmesi yapılması,
- Tek bir merkez üzerinden otomasyon sağlanarak minimum düzeyde personel sayısına ulaşılması,
- Sistemden bilgi alınması, bu bilgilerin veriler aracılığı ile saptanması,
- Sistemin performansının temini, varlık yönetim prosedürünün oluşturulması,
- Rutin ziyaretlerin minimum düzeye çekilmesi, sistemin daha hızlı çalışmasının planlanması,
- Hataların ve arızaların anında tespit edilmesi Scada'nın görevleri arasında yer almaktadır (İbrahim, 2010).

Yerleşim durumuna göre boruların teşkil ettiği sistem birbirinden farklı olur. Buna göre iki ayrı su dağıtma sistemi vardır. Bunlardan biri dal sistemdir. Diğerleri ise ağ sistemidir(Muslu, 2008). İçme suyu dağıtım şebekesi tipleri Şekil 2.1'de verilmiştir.



**Şekil 2.1.** İçme Suyu Şebekesi Tipleri (a. Dal Şebeke Sistemi, b. Ortadaki Esas Borudan Beslenen Ağ Sistemi c. Ortadaki Halkadan Beslenen Ağ Sistemi) (Muslu, 2008)

-Dal Sistem: İçme suyu şebekelerinde dal sistemde borular birbiri ile birleşim göstermezler. Bunları ağaç dallarına benzetmek mümkündür. Dal sistemlerde şebeke hesabı yapmak oldukça kolaydır. Bunun yanında hem çaplar hem de boru boyları diğer şebekelere göre daha küçüktür. Bu da sistemin daha ekonomik olmasına vesile olmaktadır. Dal sistemde boruların uç bölümleri ölü bölge olarak kabul edilmektedir ve

bu uç bölümlerde debiler sıfıra yakındır. Dal sistemde suyun hızı oldukça düşüktür. Bu da boruların içinde birikim oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum ise klor konsantrasyonunun sıfır olmasına sebebiyet vermektedir.

Dal sistemlerde herhangi bir arıza olduğunda bölgeye su taşıyan başka bir boru olmadığı için su kesintilerinin yaşanması kaçınılmazdır. Şebekeler bazı durumlarda genişletilmek durumunda kalabilir ve bu aşamada basınç yetersizlikleri ortaya çıkmaktadır. Bu tarz sistemlerde tek yönlü akımlardan bahsetmek mümkündür (Muslu, 2008).

-Ağ Sistem: Ağ sistemlerde her bir boru birbiri ile bağlantılıdır. Dolayısıyla burada herhangi bir ölü noktadan bahsedilemez Su bir noktaya pek çok farklı yoldan gelebildiği için arıza durumunda su kesintisi gibi problemler ortadan kalkmaktadır. Su tüketimlerinde herhangi bir değişim söz konusu olduğunda dal sistemden daha az bir etki yaratacaktır. Hidrolik hesap yönünden inceleme yapıldığında dal sisteme göre daha karmaşık bir yapı oluştuğu söylenebilir. Çünkü burada çok daha fazla boru ve daha fazla parça bulunmalıdır (Muslu, 2008).

## **2.2. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri ve Su Tüketim Miktarı**

Abonelerin su tüketimine etki eden pek çok parametre vardır. Su tüketimini etkileyen en önemli unsurlar ise hava şartları, yaşam standartları, kanalizasyon sistemleri, ticari faaliyetlerin tipleri, su fiyatları, özel su tesisleri, şebekede bulunan su basıncı, suyun kalitesi ve şebekede yer alan su kayıpları olarak kabul edilebilir (Muslu, 2008).

Hava Şartları: Sıcaklık arttığı zaman insanlar daha fazla su tüketmeye başlamaktadır. Kış aylarına göre yaz aylarında bahçe sulamaları, eğlence alanları, buharlaşma gibi durumlar daha fazla yapılmaktadır. Yani sıcaklık artışı ile su tüketimi doğru orantılı bir şekilde artar.

Hayat Standardı: Hayat standartlarına bakıldığı zaman kırsal alanlarda su tüketiminin daha az olduğu görülmektedir. Yani hayat standardının yükselmesi su tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Bu da nüfus artışı ile doğru orantılıdır.

Kanalizasyon Sistemi: Kanalizasyon sisteminin var olup olmadığı su tüketimini direkt olarak etkilemektedir. Kanalizasyon sistemi bulunmuyorsa insanlar atık suları biriktirmek

zorunda kalır ve bu durum daha az su tüketiminin yolunu açar. Kanalizasyon tesislerinin mevcudiyeti ise sarfıyatı artırır.

Ticari ve Sanayi Faaliyetin Tipi: Suyun kullanım amaçları su tüketimini de direkt olarak etkileyeceği için ticari ve sanayi su tüketimini artırmakla birlikte şekline bağlı olarak da tüketim miktarı değişiklik göstermektedir.

Su Fiyatı: Yüksek su fiyatı su tüketimini azalmasını sağlar.

Özel Su Tesislerinin Mevcut Olup Olmaması: Özel su tesislerinin mevcut olduğu durumlarda su tüketiminin daha yüksek, özel su tesislerinin olmaması durumunda su tüketimi daha düşüktür.

Suyun Kalitesi: Bir alanda suyun kalitesi düşük ise insanlar içme suyu olarak ambalajlı suları tercihe edeceği için su tüketimi azalacaktır. Bunun yanında kaliteli su sarfıyatı artırır.

Şebekedeki Su Basıncı: Su basıncının yüksek olması su tüketim miktarının artmasına neden olur.

Şebekede Meydana Gelen Su Kayıpları: Şebeke içerisinde su kayıpları meydana gelip gelmemesi tüketilen suyun miktarında farklılık gösterecektir. Şebekede meydana gelen su kayıplarının en önemli nedenleri çatlaklar, hasarlar, bağlantı noktalarındaki hatalı contalamalardır. Sayaç hataları, okuma hataları ya da kaçak bağlantılar da yine su kayıplarına neden olmuştur. Sızıntılar iki ana bileşende incelenmektedir. Bunlardan biri fittingslerdeki sızıntılardır. Diğerisi ise boru kırıklardır. Fittingslerde oluşan kaçakları bulmak oldukça zordur. Yıl içerisinde şebekedeki boru kırılmaları ve çatlakları kayıp sulara neden olmaktadır.

Su ihtiyaçları gözetilerek şebekelerin tasarımlarının yapılması gerekmektedir. İçmesuyu temin tesislerinin proje hesaplarının yapılmasında önemli faktörlerden olan nüfus hesabına ek olarak bir diğer önemli kriter “kişi başına tüketilen günlük su miktarı” (q)’dır. 25.04.2013 tarihinde “İçme suyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname” İlbank A.Ş. tarafından yayınlanmış olup, şebekelerin tasarımı bu şartnameye göre yapılmaktadır. Tahakkuk verileri ile bölgenin su ihtiyacının saptanması

gerekmektedir (Aküzüm vd., 2010). Eğer ki tahakkuk verilerini elde etmenin imkanı yoksa Tablo 2.1'deki veriler kullanılabilir.

**Tablo 2.1.** Yerleşim Yerlerinin Nüfuslarına Göre Kişi Başı Su Tüketimi (İlbank, 2013)

Proje başlangıç nüfusu (N) (Kişi)	Evsel Birim Su Tüketimi ( $q_{evsel}$ )(L/N/gün)
$N \leq 50.000$	80-100
$50.000 < N \leq 100.000$	100-120
$100.000 < N$	120-140

**Tablo 2.2.** Yerleşim Yerlerinin Nüfuslarına Göre Kişi Başı Su Tüketimi (İlbank 2013)

Şehir	Belediye Nüfusu (kişi)	Su Üretimi ( $m^3/yıl$ )	Su Tüketimi ( $m^3/yıl$ )
Adana	1 877 373	165 840 000	80 289 051
Adıyaman	392 574	29 288 000	17 459 449
Afyonkarahisar	551 824	44 503 000	27 564 686
Ağrı	284 307	25 892 000	4 214 875
Amasya	246 085	19 945 000	10 399 633
Ankara	4 672 162	338 112 000	214 922 886
Antalya	1 694 109	180 615 000	104 498 317
Artvin	98 507	9 909 000	3 209 069
Aydın	736 465	50 084 000	33 916 184
Balıkesir	825 980	67 447 000	31 312 608
Bilecik	184 896	17 283 000	7 845 006
Bingöl	150 077	11 714 000	9 551 064
Bitlis	191 523	17 788 000	8 752 567
Bolu	177 618	13 546 000	5 895 521
Burdur	188 865	15 056 000	8 626 151
Bursa	2 367 195	135 375 000	95 126 738
Çanakkale	327 188	27 084 000	13 359 531
Çankırı	132 801	12 402 000	5 200 596
Çorum	381 391	25 347 000	16 090 688
Denizli	778 209	58 030 000	36 411 094
Diyarbakır	1 124 305	94 086 000	30 168 382
Edirne	291 092	18 269 000	11 077 158
Elazığ	447 072	33 012 000	22 445 971
Erzincan	181 130	21 272 000	11 717 319
Erzurum	517 398	70 297 000	26 163 849
Eskişehir	699 748	41 454 000	28 818 044
Gaziantep	1 539 193	100 367 000	51 680 733
Giresun	274 837	21 187 000	11 239 959
Gümüşhane	84 819	7 310 000	3 323 847

**Tablo 2.2.** Yerleşim Yerlerinin Nüfuslarına Göre Kişi Başı Su Tüketimi (Devam)

Hakkâri	154 402	8 267 000	2 205 081
Hatay	1 164 243	78 937 000	41 233 261
Isparta	374 601	30 867 000	16 238 032
Mersin	1 434 937	110 021 000	49 234 793
İstanbul	13 120 596	931 885 000	548 403 417
İzmir	3 670 764	254 621 000	155 158 701
Kars	127 947	11 622 000	7 187 131
Kastamonu	196 162	14 175 000	7 947 448
Kayseri	1 119 224	87 822 000	44 740 224
Kırklareli	265 085	17 833 000	9 849 502
Kırşehir	184 984	24 045 000	9 649 021
Kocaeli	1 459 772	134 757 000	89 633 749
Konya	1 812 306	123 099 000	83 709 258
Kütahya	466 095	35 781 000	19 470 774
Malatya	610 823	48 547 000	36 875 584
Manisa	1 089 431	61 724 000	38 995 485
Kahramanmaraş	801 592	65 744 000	28 362 501
Mardin	514 303	30 824 000	9 693 952
Muğla	564 742	70 930 000	35 638 079
Muş	203 342	23 199 000	10 406 104
Nevşehir	228 778	19 340 000	12 625 906
Niğde	278 017	23 754 000	12 320 228
Ordu	534 750	38 317 000	14 989 307
Rize	221 185	13 643 000	7 710 477
Sakarya	681 404	65 037 000	33 409 675
Samsun	865 238	76 421 000	36 852 626
Siirt	203 537	17 139 000	4 950 076
Sinop	109 915	8 554 000	6 193 631
Sivas	486 775	41 265 000	20 674 889
Tekirdağ	701 640	43 472 000	25 409 509
Tokat	482 327	45 541 000	18 967 039
Trabzon	593 168	59 893 000	23 926 508
Tunceli	49 711	5 355 000	3 400 430
Şanlıurfa	1 021 382	93 933 000	31 791 649
Uşak	253 942	16 903 000	9 182 454
Van	598 931	76 824 000	19 245 031
Yozgat	352 914	35 697 000	13 249 200
Zonguldak	417 299	42 000 000	14 144 205
Aksaray	315 401	21 301 000	10 097 887
Bayburt	45 166	4 633 000	2 121 284
Karaman	179 928	11 320 000	6 176 895
Kırıkkale	250 188	23 149 000	11 904 082
Batman	386 356	46 227 000	10 595 303
Şırnak	312 799	13 659 000	7 054 676
Bartın	78 429	8 488 000	2 888 986
Ardahan	36 614	4 343 000	1 557 739
İğdır	111 231	6 001 000	3 142 011
Yalova	173 122	38 518 000	10 194 120
Karabük	180 985	11 782 000	7 155 178
Kilis	87 750	4 101 000	1 817 187
Osmaniye	371 326	24 516 000	12 626 204
Düzce	207 030	16 893 000	7 388 054

Türkiye’de belediyelerin nüfusuna bağlı olarak su üretimi ve su tüketimi Tablo 2.2’de verilmiştir.

### 2.3. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri ve Su Kayıp Miktarı



Su kayıpları farklı şekillerde tanımlanabilir. Bunun yanında hesaplama aşamasında da birbirinden farklı yol kullanılabilir. Her bir kurum hesaplama için farklı yöntemleri tercih etme hakkına sahiptir. Bazı kuruluşlar su kayıplarını hesaplarken üretilen su içerisinde tahliye ve sulama sularını çıkarmaktadır. Bazı kurumlar ise tahliye ve sulama sularını bir su kaybı olarak değerlendirmekte, o şekilde işlem yapmaktadır. Arıza sırasında oluşan su kaçakları bazı kurumlar tarafından bilinen kullanımlara dâhil edilmektedir. Sistemin performansının belirlenmesinde su kaçakları önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Karakuş vd., 2010).

Her bir kurum, su kayıplarını minimum düzeye indirmeye çalışmaktadır. Ancak, hiçbir zaman su kaçaklarının sıfıra inmesi söz konusu olamaz. Bu nedenle kabul edilebilir olan bir su kayıp seviyesi söz konusudur. Bu seviye ise %15 olarak alınmaktadır. Yine de kurumlar bu değere ulaşmakta zorlanmaktadır. Kayıp suları engellemek için belirli bir ekonomik yatırım söz konusudur. Bu nedenle öncelikle kaybı önlenmeye çalışan suyun ekonomik avantajı, kaybın önlenmesi için gerekli olan ekonomik yatırımın üzerinde mi sorusu sorulmaktadır (Karaca, 2009).

Su şebekelerinde meydana gelen kayıpların pek çok farklı nedenden ötürü olduğu görülmektedir. Yanlış ya da eksik kayıtlar, su değerinin daha altında yapılan hesaplamalar, hatalı sayaç okunması, kamuya ait olan ve sayaç bulundurmeyen yerlerde su tüketiminin yapılması, yasal olmayan aboneler nedeni ile su kayıpları meydana gelmektedir. Bunların yanında depolar, borular, sayaçlar, vanalar ve yangın hidratlarında yer alan sızıntılar da kayıplara neden olmaktadır (AWWA, 2007).

Sayaçlı abonelerin ölçülen su tüketimleri ile sarfiyat ile üretilmiş olan su arasındaki fark su kayıplarını vermektedir. Su kayıp miktarını suyun yüzdesi üzerinden de ifade edecek olursak;

$$\text{Su Kaybı} = (\text{Üretim} - \text{Ölçülen Kullanım}) \times \frac{100(\%)}{\text{Üretim}}$$

Su kayıplarının ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile değiştiği de bir gerçektir. Ekonomik yapıya göre aşağıdaki sıralama yapılabilir:

- Gelişmiş ülkelerdeki su kayıpları % 8-14 arasında,
- Yeni gelişim sağlamış ülkelerdeki su kayıpları % 15-24 arasında,
- Gelişmekte olan ülkelerde su kayıpları % 25-45 arasındadır (IWA, 2007).

Fiziksel su kayıpları ile ticari su kayıpları su kaybının iki unsurudur. Her iki kayıp çeşidi birbirinden bağımsızdır.

### 2.3.1. Fiziki su kayıp miktarları

Su kaynağından çıkaran abone bağlantısına kadar gelen sistemde ana iletim hatlarından, su depolarından ve şebekeden kaçan tüm sular fiziki kaçaklar olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel kayıpların tespitinin yapılması oldukça zordur. Şebekenin yaşı, işçilik kalitesi, malzeme kalitesi, bakımı ve işletme basıncı kayıpları direkt olarak etkilemektedir. Şekil 2.2'de fiziki su kayıplarına ait bir görüntü gösterilmektedir.



**Şekil 2.2.**Fiziki su kayıplarına ait bir görüntü (eski bir boruda oluşan sızıntı)

Fiziksel kayıpların ortaya çıkmasında pek çok unsur söz konusudur. Aşağıda bu unsurlar verilmiştir:

- Yeni şebekeler ile eski şebekelerin bir arada kullanılması nedeniyle oluşan sızıntılar,
- Su hizmetinin sağlandığı depolarda yer alan sızıntılar,
- Yetersiz planlanan ve kalitesiz olan şebeke hatları nedeni ile oluşan sızıntılar,
- İsale hatlarında ya da dağıtım şebekelerinde yer alan arızalar, ek bölümlerdeki kaçaklar, boruların kırılmasından oluşan sızıntılar,
- Abone depolarında yer alan sızıntılar,
- Yaşlanmış olan borular ve bağlantıları nedeni ile oluşan sızıntılar,
- Topraktan ötürü gerçekleşen çöküntüler,
- Yüksek su basınçları.

Kurum ya da kuruluşlar tarafından tüketilmiş olsa da kayıt dışı olarak kabul edilen sular ticari sulardır. Ticari kayıpların oluşmasında pek çok parametre etkisini göstermektedir. Öncelikle sayaçlarda meydana gelen hassasiyetler, resmi kurumların ödeme yapmadan kullanmış oldukları sular, illegal kullanımlar genel olarak ticari kayıpları oluşturmaktadır. Şekil 2.3'te idari su kayıplarına ait bir görüntü gösterilmektedir.



**Şekil 2.3.**İdari Su Kayıplarına Ait Bir Görüntü (su sayacına by-pass yapılarak izinsiz su kullanımı)

Fiziksel kaçaqlarda su kaybından haberdar olunmaz ancak, ticari kaçaqların kullanılan sulardan kaynaklandığı görülmektedir. Ticari kayıpların oluşmasında etkili olan parametreler şu şekildedir:

- Şebeke içerisinde yapılan deşarjlar,
- Yangın musluklarından tahsil edilen kontrolsüz sular,
- Okuyucuların yapmış olduğu hatalar,

- Kanal açmada ve temizlemede kullanılan sular,
- Kaçak kullanımlar,
- Eksik ölçümler,
- Faturalama sistemindeki arızalar (Resmi Gazete, 2015).

#### **2.4. Su Kayıpları ve Yönetimi**

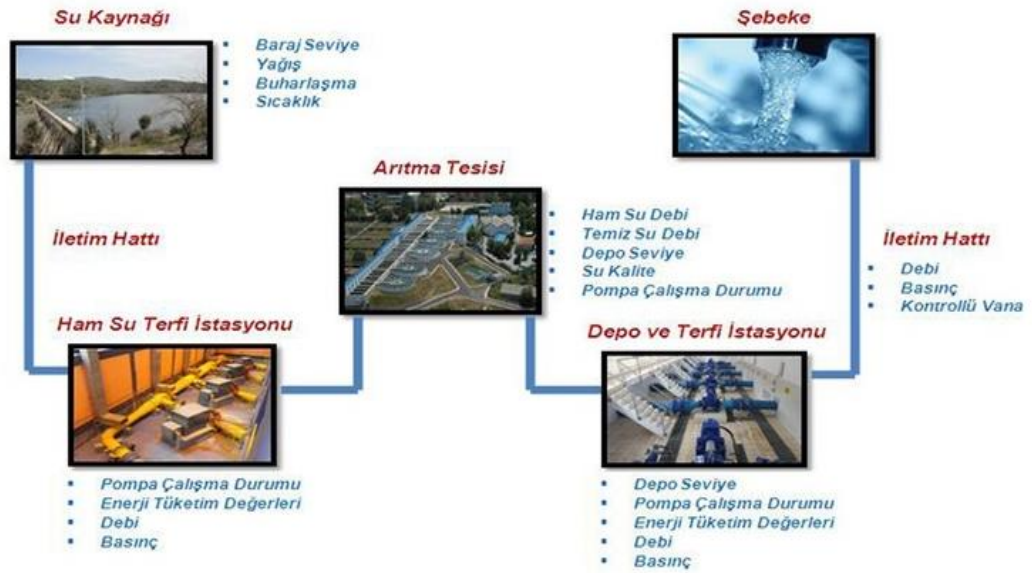
Hem Uluslararası Su Birliği (IWA) hem de Amerikan Su İşleri Birliği su kaybının parametrelerini tanımlayarak Su Bilanço Yöntemini oluşturmuşlardır. Böylelikle farklı su dağıtım sistemlerinin performansları birbiri ile kıyaslanabilmektedir (AWWA, 2007; IWA, 2001).

Su bilançosu sayesinde hem toplam su kaybı hem de sızıntının miktarları belirlenmektedir. Öncelikle kullanılmış olan su miktarları ile şebeke içerisine giren su miktarı birbiri ile kıyaslanmaktadır. Bu karşılaştırma sonrasında ortaya çıkan fark, kaybı ifade etmektedir.

Su sistemlerinde yer alan her bir sızıntının bulunabilmesi, sistemin daha yüksek performans ile çalışmasına yardımcı olmaktadır. Bu aşamada maliyet hesabının önemli bir yeri vardır. Maliyet hesabının yapılması ile birlikte şebeke sisteminde yer alan ancak, faturalandırılmayan su kayıpları kolaylıkla elde edilebilir. Su bilançosunda su dağıtım sistemleri değerlendirilir ve su dengesi sağlanır. Değerlendirme aşamasında şebekede yer alan hasarlar, bu hasarların oranları, şiddetleri ve hasara uğrama yatkınlıkları elde edilmektedir. Yenileme ve düzeltme çalışmaları oluşturulur. Bu oluşturma aşamasında ise aşağıdaki adımlar izlenir (Karaca, 2009):

1. Finansal kaynakların incelenmesi ve yapılacak olan sınırlamaların gözden geçirilmesi ile birlikte gelecek hedeflerin belirlenmesi,
2. Sistemin değerlendirilebilmesi için gerekli olan verilerin toplanması,
  - a. Üretim maliyetleri,
  - b. Teknikler ve tekniklerin uygulanması için gerekli olan ekipmanlar,
  - c. Sayaçların daha güvenilir olmasının sağlanması,
  - d. Var olan uygulamaların değerlendirilmesi ve yeni teknikler geliştirilmesi,

- e. Sızıntı miktarlarının elde edilmesi ve diğer su kaçaklarının kaynaklarının bulunması,
- f. Toplam su kaybının hesaplanması,
- g. Fiziksel tüm bilgilerin toplanması (topografik yapı, nüfus...),
- h. Tamir ve onarım için gerekli olan programın oluşturulması
- i. Kayıtlı olan tüm faturalandırma bilgileri.



**Şekil 2.4.** Su Kaçak Yönetimi İBB (2013) "Su Yönetiminde Kayıp Kaçakların Düşürülmesi"

Su kayıp miktarlarının düşürülebilmesi için iyi bir su kayıp yönetimi şarttır. Bu bağlamda Şekil 2.4'te akış şeması gösterilmiştir.

## 2.5. Şebekede Oluşan Sızıntılar

### 2.5.1. Sızıntının nedenleri

Şebekelerde yer alan sızıntıların pek çok nedeni olabilir. Fittings ve bağlantı hataları, borulardaki çatlaklar bunlara örnek verilebilir. Şekil 2.5'te su sızıntısı görülmektedir.



**Şekil2.5. Su Sızıntısı**

Bunun yanında bağlantı noktalarında yetersiz düzeyde kullanılan contalar su kayıplarının yaşanmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Gelişmiş ülkelere bakıldığında su kayıplarının temeli sızıntılardan kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise su kayıplarının temeli kaçak bağlantılar ve sayaç hatalarıdır. Sızıntı söz konusu olduğunda iki ana bileşen üzerinden değerlendirme yapmak gerekmektedir. Bunlardan biri Fittingsdeki sızıntılar, diğeri ise kırılmadan oluşan sızıntılardır. Fittingslerde herhangi bir sızıntı varsa bunları tespit etmek oldukça zor olacaktır. Boruların patlamasından, kırılmasından ya da çatlaklardan sızan su kayıp su olarak kabul edilmektedir (Morrison, 2004).

**Şebeke Hatlarındaki Yapısal Hasarlar:** Yapısal hasarlar meydana gelmesin diye ana borular oldukça dayanıklı tasarlanmaktadır. Ancak, yine de öngörülen yükü taşıyamayan ya da ani yük değişimlerinde hasara uğrayan ana borulardan bahsedilebilir. Borunun dış yüzünde oluşacak olan korozyon, borunun yatağında meydana gelen erozyon, yaltaklanmanın bozulması, sıcaklığın yükselmesi ya da aşırı yüksek ana borunun hasar görmesine neden olabilir.

**Şebeke Yaşı:** Yerleşim bölgesinin eski olması hem yaşlanmış hem de yıpranmış şebeke sistemlerine davetiye çıkarmaktadır. Bu nedenle de bakım ve onarımlara çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Her ne kadar borulardaki kırılmalar borunun yaşı ile direkt alakalı olmasa da yine de bakımlara dikkat etmek önemlidir. Yapılan çalışmalar borunun yaşının kırılma ile ilgili olmadığını ortaya koymuştur. Henüz yeni yapılan bir şebekede



de kırılmalar meydana gelebilir. Tek başına yaşın boru kırılmalarına etki etmediği bilinmektedir. Yaşın boyut ve fiziki koşullar ile bir araya gelmesi ile birlikte kırılmalardan söz edilebilir. Boru yaşı ile borunun hasar oranının ilişkisine bakıldığında borunun çapından, borunun yapıldığı malzemeden bahsetmek gerekecektir. Çapı büyük olan boruların bakım ve onarım gereksinimleri çapı küçük olanlara göre daha azdır. Boruların çaplarının büyük tutulması, akış debisini arttırmakta, böylelikle ihtiyacı karşılayacak tasarım sağlanmaktadır. Bir boru beton ile güçlendiriliyorsa bu boruların daha fazla bakıma ihtiyacı olacaktır. Onarım ve bakım yapılan alanlarda kırıklar daha az görülmektedir.



**Şekil 2.6.** Şebeke Yaşına Bağlı Olarak Çürüyen Boru

**İç Basınç:** Su borusu içerisinde basınç değişimleri ani bir şekilde gerçekleşiyorsa yani koç darbesi oluşuyorsa boruların iç bölgelerinde hasarlar meydana gelecektir. Yangın muslukları kullanım sonrasında ani bir şekilde kapatıldığı zaman içerideki borularda hasarlar olabilmektedir. Bu durum pompaların açılması ve kapatılması esnasında da oluşabilir. Koç darbesi etkisinin daha az olmasını sağlamak adına mutlaka vana kurulumu sağlanmalıdır. Bunun yanında basınç kontrollerinin de düzenli şekilde yapılması gerekmektedir.

Aşırı Yük: Boru kırıklarının oluşumundaki en büyük etken dış yüklerin yüksek olmasıdır. Dış Yüksellerin yüksek olması nedeni ile aşağıdaki durumlar oluşacaktır:

- Kurulumda sorun yaşanması ve malzeme kalitesinin yetersiz kalması,
- Yüzeyde yatağın konumunun değişmesi ya da yüklerin değişim göstermesi,
- Yapılan kazı çalışmalarının etkisi.

Hatalı bir imalatın oluşması ya da kalitesiz bir malzemenin kullanılması şebeke sistemlerinde kabul edilemez bir durumdur. İmalatın hemen ardından kırıkların ve sızıntıların oranları yüksek oluyorsa,

- Üretimde hata yapıldığının,
- Boruların taşıma sırasında hasar görmüş olabileceğinin,
- Boruların yanlış döşenmiş olabileceğinin anlaşılması gerekmektedir.

Her bir kullanılacak ürünlerin standartları üreticiler tarafından sağlanmaktadır. Eğer ki standartlarda sıkıntı olursa o zaman kırıklardan bahsetmek gerekir. Boruların döşenmesinden sonra yatağın tüm beklenmeyen yüklere karşı korumada olması gerekmektedir.

Yetersiz Contalama: Sızıntıların en temel nedenlerinden biri vanalarda ya da fitting boruların bileşim bölgelerinde oluşan malzeme hasarlarıdır. Vanada var olan sızıntı her ne kadar yüksek su kayıplarına neden olmasa da uzun sürede durum kontrol altına alınmazsa o zaman kayıp yükselişe geçecektir. Vanalarda herhangi bir sızıntı varsa bu durum ses çıkarır. Dolayısıyla dinleme yöntemi ile vanalardaki sızıntılar anlaşılabilir. Bağlantı noktalarında hataların oluşması için pek çok nedenden söz edilebilir. Zayıf tasarımlar, yanlış kurulumlar, malzeme kalitesi nedenler arasında yer almaktadır. Dönüş bölgelerinde bağlantının yerleri boru için uygun değilse bileşimin ayrıldığı gözlemlenebilir. Bunun yanında işçilik hataları da ayrılmalara etki edebilir.

Korozyon: Metalik borularda hasarın ortaya çıkmasında korozyon büyük bir etki göstermektedir. Her bir metal oksitlenerek cevhere dönüşme eğilimi göstermektedir. Dolayısıyla çelik borularda demir kısımlarında oksitlenme olur ve bu durum oldukça doğaldır. Bu durum grafitizasyon olarak kabul edilmektedir (AWWA, 1987).



### **2.5.2. Su sızıntılarının etkileri**

Metalik borular korozyon nedeni ile bir süre sonra dayanıklılığını kaybetmeye başlar. Toprak tipi ve çevre koşulları korozyonun şiddetini belirlemektedir. Borunun çevresinde yer alan toprağın kuru olması, korozyonun daha yavaş olmasını sağlayacaktır. Toprağın nem yüzdesinin yüksek olması ise korozyonu hızlandıracaktır. Galvanik etki de yine korozyonun hızlanmasında rol oynamaktadır. Korozyon ürünlerinin borunun iç bölümünde birikmesi hem akış kapasitesini hem de basıncı olumsuz etkilemektedir (AWWS, 2002).

Erozyon: Borunun yer almış olduğu yataklarda sızıntıların oluşması şekli bozacak, borunun etrafında boşluk oluşmasına neden olacaktır. Borunun desteklenme seviyesi azaldığında yük dağılımında sapmalar meydana gelecektir. Dolayısıyla uygulanan dış yük ile birlikte kırılmalar oluşacaktır. Bunun yanında elektrik, doğalgaz, internet gibi çalışmalar, borunun erozyona uğramasına neden olabilmektedir.

Sıcaklık Etkisi: Şebekeler sıcaklık etkisinden etkilenmektedir. Burada iki farklı türde etkilenme söz konusudur (Moser, 2001):

-Bunlardan birincisi topraktaki nemin genişmesidir. Buzlanma sırasında nem genişerek dış kuvvet oluşturmaktadır.

-İkincisi ise büzülmenin ve genişmelerin gerilim yaratması olarak kabul edilmektedir. Şebekelerin inşası sırasında genel olarak çan-tıkaç yöntemi kullanılmaktadır.

Bu aşamada hem büzülme hem genişme hem de toprak hareketleri engellenmiş olmaktadır.

### **2.6. Su Bilanço Yönetimi**

Uluslararası Su Birliği (IWA) ile Amerikan Su İşleri Birliği (AWWA), su bilanço sistemini geliştirmiştir. Su bilanço sistemi sayesinde su kaybının bileşenlerini tanımlamak ve farklı sistemleri birbiri ile karşılaştırmak mümkündür (AWWA, 1987; IWA, 2001).

Su bilançosu sayesinde şebeke içerisinde ne kadar su kaybının ve sızıntının olduğu öğrenilmektedir. Tüketilmiş su miktarı ile şebeke içerisinde yer alan su miktarı birbiri ile kıyaslanır. Böylelikle aralarındaki fark ortaya çıkmış olur. Fark ise kayıp miktarını vermektedir. Su kayıplarının bulunabilmesi için ilk olarak maliyet hesaplamaları yapılmaktadır. Sızıntıdan kaynaklanan ve faturalandırılmayan su kayıp miktarının elde edilmesi gerekmektedir. Su dengesinin hesaplanmasında su bilançosu önemli bir parametredir.

Su dağıtım şebekelerinde öncelikle hasarların tespit edilmesi, oranlarının ve şiddetlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra da nasıl bir bakım ve onarım yapılacağına karar verilecektir.

Tüm bu işlemlerin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

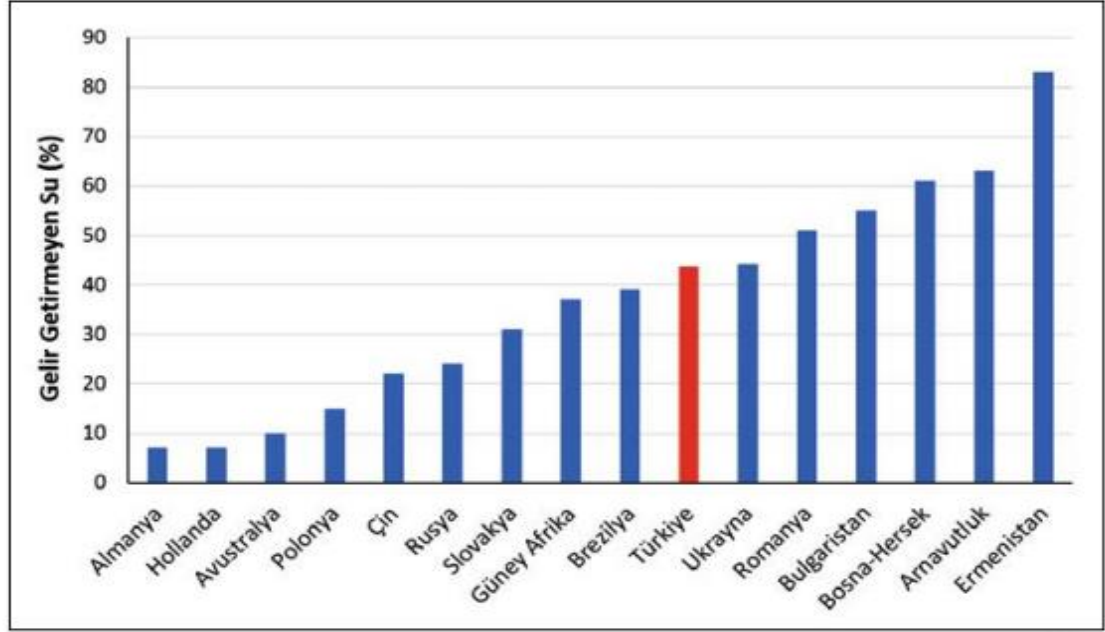
1. Ekonomik kaynakların elde edilmesi ve sınırlandırmaların belirlenmesi, gelecek hedeflerin oluşturulması,
2. Sistemin optimum düzeyde değerlendirilmesi için verilere ulaşılması,
  - a. Üretim maliyeti verileri,
  - b. Ekipmanlar ve teknikler,
  - c. Sayaç güvenilirliğinin sağlanması,
  - d. Sızan suyun miktarının değerlendirilmesi,
  - e. Su kaybının hesaplanması,
  - f. Nüfus, gereksinimler, topografik yapı ve tedarik düzenlemeleri,
  - g. Tamir programının oluşturulması,
  - h. Kayıt altına alınan fatura verileri.

## **2.7. Türkiye ve Dünya Çerçevesinde Yaşanan Su Kayıpları**

### **2.7.1. Dünyada yaşanan su kayıpları**

Gelişmiş ülkelerin su kaybı yüzdeleri çok daha az bir seviyeyi ifade etmektedir. Avrupa ülkelerine bakıldığında çok az ülkede (Romanya gibi) temin edilen sular içme suyunun yanında sulama aracı olarak kullanılmaktadır. Romanya’da elde edilen suyun %15’ine yakını tarımda kullanılmaktadır. İtalya’da, Türkiye’de, Yunanistan’da ise yeni su temini projelerinin planlanması gerekmektedir.

2010 senesinin su kayıplarına bakıldığında Ermenistan'ın su kayıp yönetiminin daha fazla geliştirilmesi gerektiği görülmektedir (Şekil 2.7):



Şekil 2.7. 2010 Yılı İçin Bazı Ülkelerdeki Gelir Getirmeyen Su Seviyeleri(Muhammetoğlu vd., 2011)

Aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerin pek çoğunda su kaçağının tespiti ile ilgili pek çok farklı çalışma yapılmıştır. Bazı şehirlerde kayıplar ile ilgili olarak yapılan çalışmaların özetleri de aşağıda verilmiştir (Tablo 2.3):

**Tablo 2.3.** Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Bazı Şehirlerde Kayıp-Kaçaklar ile İlgili Yapılan Tespit Çalışmaların Özet Gösterimi (Lee ve Schwab, 2005)

Bölge	Durum	Kaynak
Mekke, Suudi Arabistan	Kaçak oranları %56 olarak hesaplanmıştır.	Al-Ghamdi ve Gutub, 2002
Riohacha, Kolombiya	Boru hatlarındaki çatlaklardan, su kaynağının kontaminasyonu gerçekleşmiştir.	Ca' rdenas vd., 1993
Bangladeş ve Asya	Gelir getirmeyen su Bangladeş'te %22 ile %56 arasında değişirken; diğer Asya şehirlerinden Kalküta, Hindistan'da %25, Manila, Filipinler'de ise %58 oranında hesaplanmıştır.	Chowdhury vd., 2002
Meksiko, Meksika	Kayıp-kaçak oranları %37 olarak hesaplanmıştır.	Conger, 1999
Meksiko, Meksika	Örneklerde toplam ve fekal koliform seviyelerinin yüksek bulunmasının, kırık veya yetersiz bakılmış borulardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.	Gaytan vd., 1997
Saˆo Paulo, Brezilya	Ayda 35.000 sızıntı/kaçak olayı meydana gelmektedir.	Massato ve Thornton 1999
Cebu, Filipinler	Açık oluklarda yatan ve sızıntı görülen borularda suların kirlendiği tespit edilmiştir.	Moe vd., 1991
Haydarabad, Hindistan	Her gün 181 sızıntı olduğu rapor edilmiştir.	Mohanty vd., 2003
Çeşitli şehirler	Gelir getirmeyen su oranları; %17 Abidjan, Fildişi Sahili, %62 Bursa, Türkiye	Dünya Bankası, 1996a
Minsk, Beyaz Rusya	Her yıl her 70 km'de bir yaklaşık 70 adet boru çatlağı görülmüştür.	Dünya Bankası, 1996a
Bogota, Kolombiya	Her yıl her 100 km'de bir yaklaşık 187 adet boru çatlağı görülmüştür.	Dünya Bankası, 1996a
Orta Doğu ve Kuzey Afrika	Gelir getirmeyen su oranları; %15 Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri, %64 Şam, Suriye	Dünya Bankası, 2003

### 2.7.2. Türkiye’de yaşanan su kayıpları

Türkiye’de kullanılan suların çoğunun faturasız tüketim dâhilinde olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir su yönetimi için faturalandırma çok önemli olsa da kayıt dışı kullanımların sayısının hayli fazla olduğu anlaşılmaktadır. Günümüz şartlarına bakıldığında hem arıtma

hem de dağıtım maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu, bu nedenle de kayıp miktarlarının azaltılması çalışmalarının yapılamadığı görülmektedir. Maliyetleri azaltabilmek adına su kayıp miktarlarının minimum düzeye çekilmesi gerekmektedir. Böylelikle su yönetiminin pek çok avantaj sağlayacağı görülecektir.

- Arıtım ve iletim maliyetlerinde azalma meydana gelecektir.
- Hem fiziki hem de ticari su kayıplarının minimum seviyeye çekilmesi mümkün olacaktır.
- Su satışı sonucunda elde edilen gelirlerin su alanlarında kullanılması kolaylaşacaktır.
- Dağıtım sistemi daha verimli ve büyük bir hale getirilecektir.
- Su yönetim giderleri minimum seviyeye çekilecek, müşterilere kaliteli hizmet sunulacaktır.

Türkiye’de içme suyu dağıtım şebekeleri ile ilgili yapılan çalışmalarda kayıplar üzerinde fazla durulmamıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak belediyelerin aktif olduğu, çalışmaların amacının ise su kaybı yüzdelerini belirlemek olduğu görülmektedir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2013;TOBSYGM), ülke genelinde %46 oranında su kaybının olduğunu duyurmuş, bu durumu kontrol altına almak adına seferberlik başlatmıştır. Bakanlık belediyelerin ilk 2 sene içerisinde kayıp yüzdelerini %40’a, 4 sene içerisinde ise kayıp yüzdelerini %30’a çekmesi için emir vermiştir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Su Kayıp ve Kaçakları Yönetmelik Taslağı hazırlamış ve belediyelere sunmuştur. Belediyelere bağlı olarak çalışan su firmaları, su hacimlerini sürekli ölçmek ve CBS sistemini kullanmak durumunda kalmıştır. Aynı zamanda scada’nın kurulması ve hidrolik modellemelerin yapılması da taslak içinde yer almıştır.

Su kayıplarının azaltılabilmesi için su bütçelerinin oluşturulması gerekmektedir. Aynı zamanda sayaç hatalarının tespit edilmesi, yasa dışı bağlantıların engellenmesi adına ticari kayıpların da ortaya çıkarılması önemlidir. Su kaybının netleşebilmesi için sızıntıların da elde edilmesi gereklidir. Bunların yanında su kayıplarının önüne geçebilmek adına:

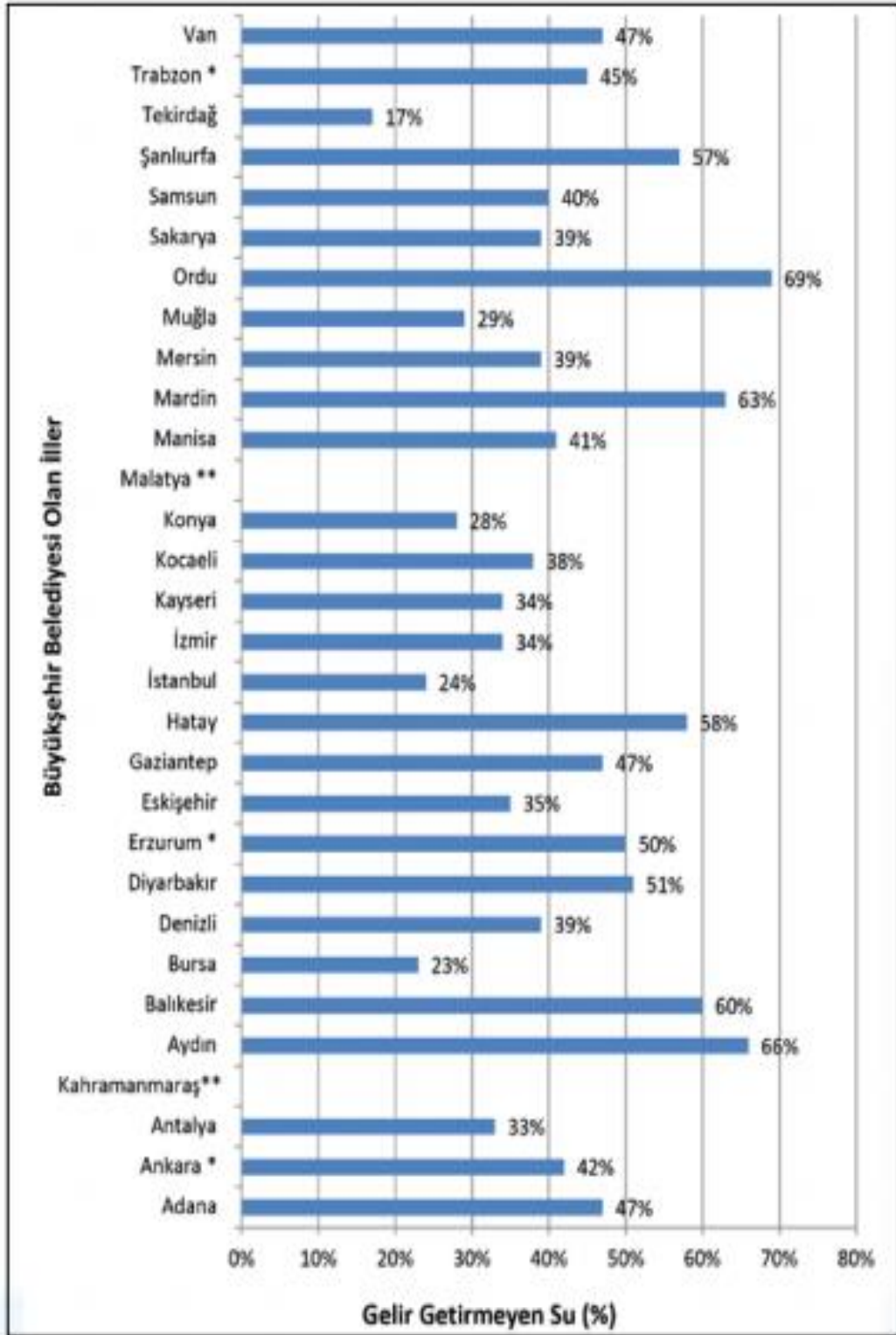
- İzinsiz tüketimin engellenmesi,
- Basınç yönetiminin yapılması,
- Sızıntı tespiti sonrası doğru onarım,
- Altyapının bakımı ve yenilenmesi gerekmektedir.

Hazırlanan taslağa göre SCADA sistemini kullanan belediyeler su kayıplarını 2 yıl içinde %40 oranına, 4 yıl içerisinde %30 oranına; Scada sistemine geçmemiş olan belediyeler ise su kayıplarını 3 yıl içerisinde %40'a, 5 yıl içerisinde ise %30'a indirmekle yükümlüdür.

Basınç yönetimi ile ilgili tasarı içerisinde belirli kurallar vardır. En yüksek statik basınç 80 mSS'den 60 mSS'ye indirilmiştir. Aynı zamanda gerekli olan alanlara da basınç düşürme vanalarının takılması gerekmektedir. Tüm abone noktalarında sayaç bulundurulması da zorunlu hale getirilmiştir.

Sayaç okumalarının sıklaştırılması ve düzenlenmesi taslakta belirtilmiştir. Sayaçlar 10 yıldan daha eski ise yenilenmelidir. B sınıfı ve daha düşük tiplerdeki sayaçlar en az C sınıfı sayaçlar ile değiştirilecektir. Her yıl Kasım ayında belediyeler su kayıpları ile ilgili Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na rapor sunmak zorundadır. Tasarıya uymayan belediyeler ise yaptırımlar ile karşı karşıya kalacaktır.

Şekil 2.8 de büyükşehir belediyesi olan şehirler ve gelir getirmeyen su miktarları verilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında il bazında olarak en yüksek gelir getirmeyen il % 69 ile Ordu iken en az gelir getirmeyen il ise % 17 ile Tekirdağ'dır.



Şekil 2.8. Büyükşehir Belediyeleri Bulunduran İller ve Gelir Getirmeyen Su Miktarları (DSİ, 2020).

## **2.8. Akıllı İzleme Sistemleri**

### **2.8.1.Coğrafi bilgi sistemi (CBS)**

CBS sistemi GPS koordinatlarına dayalı saha verilerinin bilgisayar yazılımına girilmesine dayanan toplama, hafızaya alma ve istenilen sonuçların analiz edilerek işlenmesini sağlayan akıllı haritalama sistemidir. CBS sistemleri, web ve mobil uygulamalar ile bütünleşmiş su yönetimine geçişte ciddi katkılar sunmaktadır

### **2.8.2.SCADA**

Scada "Supervisory Control And Data Acquisition" sözcüklerinin baş harflerinden oluşmakta ve Merkezi kontrol ve veri edinme anlamına gelmektedir. Scada Sistemi; endüstride çok geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Su dağıtım sisteminde, suyun kaynaktan çekilip tüketiciye kadarulaşımı sırasında suyu taşımak, isale hattındaki suyun basınç ve debisinin ayarlamak için şebeke boruları, vanalar, pompalar ve depolama tankları gibi birçok malzeme kullanılmaktadır. Şehirlerde kurulan şebeke sistemi, suyu tüketen abonelere düzenli bir şekilde su akışını düzenli bir şekilde sağlamak zorundadır.

Scada ile çok büyük coğrafi alanları, birbirlerinden çok uzak noktalardaki sistemleri tek bir merkezden kolay bir şekilde yönetebilir, gerçek zamanlı verileri anında ulaşabilir ve bunlara anında müdahale edebilirsiniz.

Su dağıtım sistem endüstrisinde, Scada sistemleri dağıtımda kullanılan şebeke hatları, vanalar, depolar ve pompa istasyonlarında kurulu olan sensörlerden bilgi toplama ve operatörler tarafından istenen kumanda işlemlerini uzak terminaller aracılığıyla gerçekleştirmek için kullanılır. Bu endüstri uygulamaları için Scada merkezinde bulunan ana kontrol bilgisayarı, sahada bulunan sensörlere(debimetre, basınç, sıcaklık, kimyasal sensörler vb.), ve dağıtım elemanlarına(pompalar, vanalar, kontrol birimleri vb.) haberleşme vasıtasıyla bağlanır. Bu haberleşme bağlantısı kiralık telefon hatları, GPRS, uydu ve radyo gibi yöntemlerle yapılır.



Teknolojini hızla gelişmesi ile Scada sistem kurmanın maliyetleri de azalmış olup, su dağıtım sistem Scada'sı kurulmasında çok büyük faydalar getirmiştir. Hatta teknolojik ilerlemeler Scada fonksiyonelliğini çok büyük oranda geliştirmiştir. Scada geliştiricilerin birçok analitik araç eklemeleriyle, şebeke boruları daha iyi izlenebilmektedir.

Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemleri(Scada), genelde bir ana(master) istasyon ve coğrafi olarak dağıtılan birçok RTU'dan oluşur. RTU (İngilizce Remote Terminal Unit kelimelerinin kısaltması), içerisinde mikroprosesör kontrol sistemi olan, fiziksel saha ekipmanları ile Scada sistemi arasında iletişimi sağlayan, sahadan gelen sinyal ve bilgileri merkez kontrol sistemine ileten ve merkez kontrol sisteminden gelen komutları sahaya taşıyan elektronik bir cihazdır.

SCADA merkezinde bulunan ana istasyonlara radyo linkleri, kablolar, kiralık hatlar ve mikrodalga gibi birçok haberleşme birimleri kullanılarak bağlanırlar (Gaushell ve Block, 1993). Scada genelde dağıtım yapılan yerlerde kullanılan bir kontrol sistemi teriminin adıdır. RTU'lar marka ve modeline bağlı olarak farklı boyut ve işlevleri olan Uzak Terminal Birimleridir.

## **2.9. Literatür Taraması**

### **2.9.1. Su Kayıpları ile ilgili literatür taraması**

Vítkovskývd. (2000) yapmış olduğu çalışmada, Geçici ve Genetik Algoritmalar Kullanılarak Kaçak Tespiti ve Kalibrasyonu çalışmasını yapmıştır. Bir su dağıtım ağındaki boru iç pürüzlerinin sızıntı tespiti ve kalibrasyonu, dünyadaki su otoriteleri için önemli konulardır. Su dağıtım sistemlerinin bilgisayar simülasyonu kaçakların yerini ve büyüklüğünü belirlemek için önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Bilgisayar modellerinin geliştirilmesindeki önemli bir belirsizlik, özellikle eskiyse, ağdaki boruların iç kısmının durumudur. Son zamanlarda ters geçici teknik adı verilen kaçak tespiti ve kalibrasyonu için yenilikçi bir teknik geliştirilmiştir. Bu makale, su dağıtım sistemlerindeki sızıntıları ve sürtünme faktörlerini tespit etmek için ters geçici yöntemle birlikte genetik algoritma (GA) tekniğini kullanmaktadır. Bu yazıda GA kodlama şeması için sürekli bir değişken gösterim geliştirilmiştir. Geçiş ve mutasyon için iki yeni GA operatörü de tanıtıldı. GA tekniğini kullanan ters geçici yöntem, aynı anda farklı geçici

veriler için sürtünme faktörlerini bulurken kaçak yerleri ve büyüklükleri bulmada etkilidir.

Beecher (2002), ABD'nin su idarelerinden veriler toplamış ve bir rapor hazırlamıştır. Yayınlanmış olan bu raporun içerisinde su kayıpları politikaları, su kayıplarının tanımları, planlama gereksinimleri, hedefler yer almıştır.

Thornton vd. (2008) "Su Kayıplarının Kontrolü" kitabını hazırlamış, su kaybı ile ilgili tüm alanları incelemiştir. Kitap içerisinde su kayıplarından, su kayıplarının tespitlerinden, bilgisayarlı modellemelerden bahsedilmektedir.

Hardeman (2008) yapmış olduğu çalışmada, New Mexico Su Sistemleri için Kaçak Tespitinin Maliyet Fayda Analizi ve Gerçek Su Tasarruf Potansiyelini araştırmıştır. 30 adet içme suyu sistemi değerlendirilmiş, şebekelerin ne kadar verimli olduğu ölçülmüştür.

Demir (2001), Konya içme suyu şebekesinde su kayıplarının belirlemiştir. Hem üretilen hem de tüketilen su miktarları hesaplanmıştır. Elektronik debimetreler sayesinde hesaplamaların doğruluğu teyit edilmiştir. Sayaç kullanılmayan bölgelere sayaçlar geçici bir süreliğine takılmış, sayaç okumaları yapılmıştır. Su tüketim miktarları hesaplanmıştır. Sonuç olarak yasadışı kayıpların miktarı elde edilmiştir. Toplam su üretimi içinde yasadışı kayıpların oranı %22,78 olarak bulunmuştur.

Pala (2002), içme suyu şebekelerinde oluşan su kayıplarının belirlenmesi ve kontrolünü Kayseri ilinde incelemiştir. Araştırma sırasında istatistiksel bilgilerden yararlanılmıştır. Hem doğrudan hem de dolaylı su kaybına etki eden unsurlar tespit edilmiş, sayaç kayıt hatalarının su kaybına büyük ölçüde etkidiği anlaşılmıştır.

Dikmen (2005) yapmış olduğu çalışmada, İstanbul içme suyu dağıtım sisteminde su kayıpları kontrolü yapmıştır. Debimetreler aracılığı ile sisteme verilen su miktarları ölçülmüş, sayaç hassasiyetinden kaynaklanan kayıplar tespit edilmiştir.

Muhammetoğlu vd. (2011) yapılan çalışmalarda, alt bölgeler oluşturularak ve Scada sistemi kullanılarak su kayıpları yönetimi geliştirmiştir. Konyaaltı merkez, 18 farklı alt bölgeye ayrılmıştır. Sayaçlar hassas sayaçlar ile değiştirilmiş ve tahakkukta % 20

oranında artış olmuştur. Aynı zamanda giriş basıncı 5,5 bar'dan 3,0 bar'a indirildiği zaman fiziki su kayıpları azalmıştır.

Kara (2011) yapmış olduğu çalışmada, içme suyu dağıtım şebekelerinde basınç yönetimi ve hidrolik modellemenin entegre edilerek su kayıplarını incelemiştir. Konyaaltı ilçesi 18 farklı alt bölgeye ayrılmış, yeni bir model kurulmuş, basınç seviyeleri ölçülmüştür. 10 farklı alt bölgede basınçlar yüksek çıkmış ve basınç yönetimi önerilmiştir. Su kaybı modeli sayesinde 45 m<sup>3</sup>/sa su tasarrufu sağlanabileceği önerisinde bulunulmuştur.

Yılmaz (2011) yapmış olduğu çalışmada, Antalya-Konya altı su dağıtım şebekesi alt bölgelerinde toplam su kayıplarının bileşenlerini değerlendirmiştir. 18 alt bölge oluşturulmuş, gelir getiren su hacimleri hesaplanmıştır. IWA su bütçesi hazırlanmış, Altyapı Kaçak Endeksi 18 bölge için hesaplanmıştır.

Karadirekvd. (2012) yapılan çalışmalarda, Antalya'da 18 alt bölge oluşturmuş, su kayıpları yönetimini geliştirmeyi hedeflemiştir. SCADA sistemi şebeke içerisinde kullanılmış, hidrolik bir model oluşturulmuştur. DMA kapsamında basınçların 3,5 bar'dan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. ILI değeri 20'den fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle kayıpların azaltılması amacı ile PRV'den yararlanılmıştır.

Kanakoudis ve Muhammetoglu (2013), gelir getirmeyen suyun, enerji kaybına neden olduğunu, bu nedenle de dünya çapında % 50 oranda su kaybı bulunduğunu ifade etmiştir. Akdeniz'in su ihtiyacını karşılamakta zorlandığını, basınç yönetiminin bu aşamada çok önemli olduğunu belirtmiştir.

Can (2014), içme suyu şebekelerinde oluşan su kayıplarının belirlenmesi ve kontrolü için İstanbul'da bir çalışma yapmıştır. Kaçakların ne kadar olduğunun anlaşılabilmesi için sayaç olmayan yerlere geçici sayaçlar takılmıştır. İzinsiz bağlantılar üzerinden ne kadar su kaçağı olduğu hesaplanmıştır. Bakırköy pilot bölge olarak kullanılmış, su kayıp oranı ise % 20,13 olarak elde edilmiştir. Fiziksel kayıplar ise %10'u bulmuştur.

Gülaydın (2017), içme suyu dağıtım şebekelerinde ekonomik su kayıpları seviyesinin belirlenmesi için bir çalışma yapmıştır. Kaleiçi bölgesi yıllık fiziki kayıp miktarı 144.064 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan ekonomik kayıp seviyesi 59.693,39 m<sup>3</sup>/yıl'dan büyüktür ve sisteme verilen hacim ile kıyaslandığında su kayıplarının ekonomik seviyesi%7,1 olarak bulunmuştur.

### 2.9.2. Scada sistemi ile ilgili literatür taraması

Scada ile ilgili en önemli çalışmalar 2000 senesinden sonra yapılmıştır. Bunun en önemli nedeni ise Scada sisteminin ve Coğrafi Bilgi Sistemi'nin (CBS) su kayıpları için 2000 senesinden sonra bütünleşmiş edilmesidir. Abone Bilgi Sisteminin entegrasyonundan sonra (2010), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler hem enerji kayıplarını hem de maddi kayıplarını minimum seviyeye çekebilmek adına Scada, CBS ve ABS'den yararlanmaya başlamıştır.

Bakanlıkların, üniversitelerin, belediyelerin ortak çalışmaları sürmüştür, 2013 senesinde ise su kayıplarını önleme çalışmayı yapmıştır (TOBSYGM).

İstanbul su ve kanalizasyon idaresi (İSKİ), Antalya su ve atık su idaresi (ASAT), İzmir su ve kanalizasyon idaresi (İSU) yapmış oldukları sunumlar ile çalışmaya katkıda bulunmuştur (İZSU). İSKİ'nin yapmış olduğu sunumda su kayıp kaçakları District Metered Area (DMA) üzerinden saptanmıştır (Şekil 2.9):



Şekil 2.9. İSKİ KayıpKaçak Çalışmasında Ekran Görüntüsü (CSB).

Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ), Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ), İzmit Su ve Kanalizasyon İdaresi (İZSU), Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi

(ASKİ), Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ), Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi (SASKİ) Scada'dan yararlanarak çalışmalar sağlamıştır.

Pala ve Latifoğlu (1998), İçme suyu şebekelerinde oluşan su kayıpları: Kayseri ili örneği çalışmasında faturalandırılmayan su kayıplarının nedenlerini tespit etmiştir. Aynı zamanda nedenlerin istatistik bilgilerini de sunmuştur.

Kabakçı ve Karadoğan (2002), İzmir içme suyu sistemi kaçak azaltma pilot çalışması yapmış, DMA oluşturmuş, su kaçaklarını azaltmayı hedeflemiştir. Çalışmada gelir getirmeyen suyun azaltılmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Karaca (2009) yapmış olduğu çalışmada, içme suyu şebeke sistemlerinde su kayıp ve kaçakların tespiti çalışması yapmış, alt bölgeler oluşturmuş, basınç yöntemi sayesinde su kayıplarının önlenmesini konu almıştır.

Bektaş (2010) yapmış olduğu çalışmada, Bilgi teknolojilerini kullanarak şebeke su kayıplarını bulmak için bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışma kapsamında SCADA, CBS ve Abone Bilgi Sistemi bir arada kullanılmış, bu sistemlerin önemi vurgulanmıştır.

Karadilek(2012), Basınç yönetimi ile su kaybını azaltmak için hidrolik modelleme uygulaması yapmış, Antalya ili için en ideal basınç yöntemini aramıştır.

Uçaner ve Özdemir (2012) yapmış olduğu çalışmada, Su kayıp kaçaklarının tespitine yönelik CBS destekli su şebekesi hidrolik model oluşturulması çalışması yapmıştır. Ankara'nın Çankaya ilçesinde yapılan çalışmada kayıpların oranlarının ölçülmesi için CBS ve Scada verileri kullanılmıştır.

Geçmişte yapılan çalışmaların genelinde Scada'nın kullanıldığı görülmektedir. 1965 senesinde International Association on WaterQuality (IAWQ) geliştirilmiş, 1999 senesinde ise iki kurum birleşmiş ve International WaterAssociation (IWA) oluşmuştur. IWA her iki senede bir su kayıpları konferansı düzenlemektedir. Konferansa 50 ülke katılmakta, çalışmalar bu konferansta sunulmaktadır.

Farley ve Trow (1999) yapmış olduğu çalışmada, Güney Avrupa'da kaçak kontrolü çalışması yapmıştır. İtalya su endüstrisi açısından en önemli ülkelerden biridir. Su kaçak yöntemini ile ilgili 8 binden fazla firma bir arada çalışmaktadır. Su kayıplarına

bakıldığında %50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Gubbio ve Brescia şehirlerinde su kayıpları ile ilgili çalışma başlatılmış, CBS ve DMA kullanılmıştır. Başta %60'a yakın olan su kayıpları, çalışma sonrasında %40'ın altına inmiştir.

Water Works Scorporation (1999) yapmış olduğu çalışmada, Malta ülkesinde kaçak kontrolü çalışması yapmıştır. Yapılan çalışmanın amacı ise hem su kaçaklarını kontrol etmek hem de gelir getirmeyen su analizlerinde pratik uygulamalar geliştirmektir.

Farley ve WHO (2001), yapmış oldukları çalışmada su kayıplarının önemine dikkat çekmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Farley su kayıp yönetimi ile ilgili bilgilendirme sağlamıştır.

Council (2001), yapmış olduğu çalışmada su dağıtım şebekelerini basınç altında izlemiş, tüketim analizleri yapmıştır. Bu aşamada IWA ve TheWater Services Associaton of Australia (WSAA) yazılımlarından yararlanmış, fiziki kayıpları elde etmiştir.

McKenzie vd. (2002), yapmış olduğu çalışmada Güney Afrika Su Araştırma Komisyonu ile birlikte su kayıp termolojisi oluşturmuştur. Kayıpların önlenmesi için önerilerde bulunulmuştur.

AWWA (2007), yapmış olduğu çalışmada su kayıp kaçak yönetimleri için gerekli olan tüm teknolojiler için değerlendirme yaparak ideal yöntemi aramıştır.

Brown (2009), yapmış olduğu çalışmada WatetCAD yazılımını kullanmış, böylelikle basınç yönetiminin kayıplar üzerindeki etkisini incelemiştir.

Hunaidi (2010), yapmış olduğu çalışmada Kanada'da yapmış olduğu araştırmada su kayıplarının kontrolü için akustik dinleme yönteminin kullanıldığını ancak, bu yöntemin etkisiz kaldığını belirtmiştir. Bunun yerine DMA bölgelerinin çoğaltılması ile su kayıplarının minimuma indirilmesinin doğru adım olacağını vurgulamıştır.

Studzinski (2013), yapmış olduğu çalışmada hem CBS hem de Scada sistemleri sayesinde su şebekelerinin bilgisayara aktarılabilmesi için matematiksel modeller üzerinde çalışmıştır. Böylelikle CBS, Scada ve ABS çok daha etkin bir şekilde çalışmaya başlamıştır.

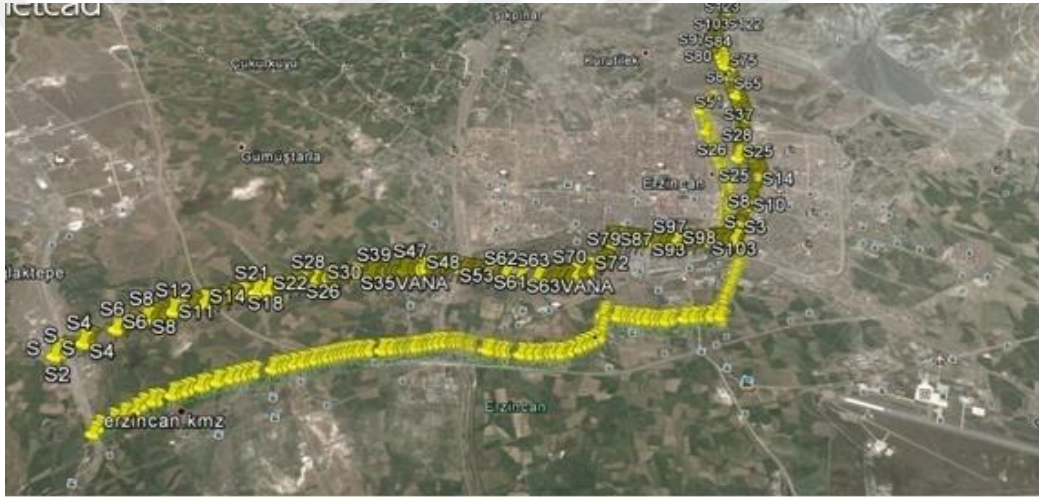
### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma sahası ve özellikleri

##### 3.1.2. Erzincan içme suyu dağıtım sistemi

Şekil 3.1’de Erzincan içme suyu dağıtım sistemi gösterilmiştir. Bu dağıtım sisteminde suyun çıkış noktası olan Beytahtı ve Kurutilek mevkiinden başlayıp esen tepeye kadar olan kısmın isale hattı gösterilmiştir. Gösterilen içme suyu hattı ve atık su yönetiminden Erzincan Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü sorumludur.



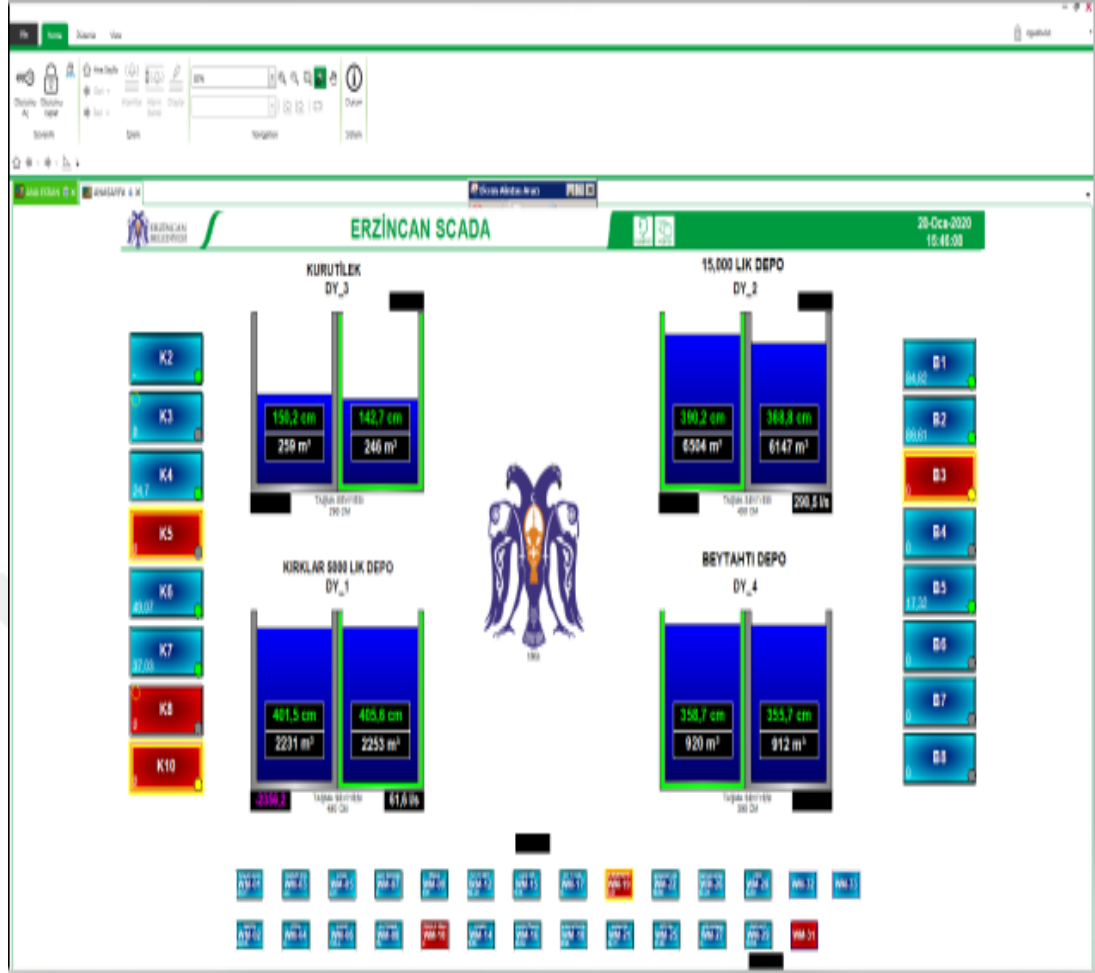
Şekil3.1.Erzincan İçme Suyu Dağıtım Sistemi

Erzincan’ın ilinin içme suyu sondaj suyudur. Toplamda 9 adet kuyu ve 4 adet depodan faydalanılarak Erzincan iline içme suyu iletilmektedir. İletilecek bu sondaj suyu bey tahtı ve Kurutilek’teki sondaj kuyulardan temin edilmektedir. Beytahtı bölgesinde 8 adet sondaj kuyusu ve 2000’lik su deposu mevcuttur. Bey Tahtındaki kuyulardan dönüşümlü olarak 1000 m<sup>3</sup>’lük su bölgede bulunan 2000’lik depoya iletilmektedir.

Elde edilen bu su depolarda dinlendirilmekte ve klorlanmaktadır. Bu işlem yapıldıktan sonra depodaki su 6 adet yatay milli motor ile birlikte 12 kilometre uzunluğa sahip, Q800’lük çelik boru ile Kurutilek mevkiinde bulunan depoya iletilmektedir. İletilen su ve Kurutilek’teki sondaj suyu Kırklar tepesinde bulunan 5000’lik ve 15000’lik depolara Q200’lük font boru kullanılarak gün içinde 22 L/sn su ana isale hattı boyunca Kırklar







Şekil 3.3.Erzincan Scada Sistemi

Bu sisteminin daha etkin olarak kullanılabilmesi için ağ 3 DMA'ya bölünmüştür. Su iletim hattı üzerinde 389 adet vana mevcuttur. Bu vanalar scada sistemine entegre edilmiş olup kontrolü sistem üzerinden yapılmaktadır. Bu vanalar Cors-TR uyumlu GPS alıcıları ile yerleri işaretlenerek dış etkenlerden korunması sağlanmıştır. Erzincan ilinde scada sistemi ve alt yapı çalışma işlemleri 2015 yılında can suyu projesi kapsamında alt yapı çalışmalarına başlanarak 2018 şubat ayında alt yapı çalışmaları bitirilmiş ve 2018 mart ayındascada sistemi tam olarak sisteme entegre edilmiştir.

Her bir DMA'nın vanaların da bulunduğu giriş borularına elektromanyetik akış ölçerler (debimetre) yerleştirilmiştir ve scada sistemine bağlanmıştır. Toplamda 46 adet elektromanyetik debi ölçer bulunmaktadır. Bu sistem sayesinde, ilgili DMA'nın akış, basınç ve su kalitesi değerleri anlık olarak izlenmekte ve sistem üzerinden kaydedilerek tüm şehrin ağ sistemi scada üzerinden kontrolleri yapılmaktadır.



kuyulardan çıkarılmaktadır. Beytahtı mevkiinde 7 adet sondaj kuyusu bulunmakta ve bu kuyulardan elde edilen içme suyu burada bulunan 1000 m<sup>3</sup>'lük depoda toplanarak suyun dinlendirilmesi ve klorlanması yapılmakta ve buradan 6 adet yatay milli motor yardımıyla 12 kilometre uzunluğundaki, Q800'lük çelik boruyla Kırklar tepesi mevkiinde bulunan 800m<sup>3</sup> 'lük depoya dökülmektedir.

Burada Q600' lük asbest ana çıkış borusuyla, çeşitli cins ve çapta, 320 km. civarındaki borularla cazibeli olarak şehir merkezine içme suyu dağıtılmaktadır.

### **3.2.Yöntem**

#### **3.2.1.Standart su dengesi tablosu**

Su kaybı denildiği zaman genellikle su dağıtım sistemindeki gerçek fiziksel kayıplar düşünülür. Oysa toplam kayıp çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır. Su kayıpları konusunun standartlaştırılması ve bu konuyla ilgili çalışan araştırmacıların aynı terimleri kullanması için bazı uluslararası kuruluşlar su kaybını oluşturan bileşenleri tanımlayan ve bir su dağıtım sisteminin su kayıpları yönünden değerlendirilebilmesi için gerekli olan performans göstergelerini belirten yöntemler oluşturmuşlardır. Bunlardan dünya çapında en çok kullanılan IWA/AWWA ve IBNET yöntemleridir. Bu yöntemler sayesinde su dengesi tablosu oluşturularak kayıp kaçak miktarları hesap edilmiştir.

#### **3.2.2. IWA/AWWA yöntemi**

Amerikan Su İşleri Kurumu (American Water Works Association-AWWA) ve Uluslararası Su Kurumu (International Water Association-IWA) 2003 yılında Su Bilançosu Yöntemini önermiştir (AWWA, 2007; IWA, 2007). Bu yönteme göre su bütçesinin bileşenleri tanımlanmış (Tablo 3.1), su bütçesinin nasıl oluşturulacağı belirtilmiş (Tablo 3.2) ve bir su şebekesinin su kayıpları yönünden değerlendirilebilmesi için gerekli göstergeler tanımlanmıştır (Tablo 3.3).

**Tablo 3.1.IWA/AWWA Yöntemine Göre Su Bütçesinin Bileşenleri**

Su Bütçesi Bileşeni	Tanım
Sisteme Giren Hacim	Su dağıtım sistemine yıllık giren hacim
Yasal Tüketim	Kayıtlı kullanıcılar tarafından çekilen, ölçülmüş ve/veya ölçülmemiş yıllık su hacmi
Su Kayıpları	İdari Kayıplar ve Fiziksel Kayıpların toplamından oluşan, Sisteme Giren Hacim ile Yasal Tüketim arasındaki fark
İdari Kayıplar	Yasadışı tüketimler, ölçüm cihazlarındaki ve okumalardaki hatalar sonucu faturalandırılmayan su
Fiziksel Kayıplar	Sızıntılar ve kırıklardan kaybedilen, iletim hatlarından ve depolardan savaklanan, branşman bağlantılarından gerçekleşen, özetle tüketicinin sayacından önceki tüm kayıpların hacmi
Gelir Getiren Su	Sisteme Giren Hacmin faturalandırılan ve gelir getiren kısmı
Gelir Getirmeyen Su	Sisteme Giren Hacim ve Faturalandırılan Tüketim arasındaki fark

**Tablo 3.2.IWA/AWWA Yöntemine Göre Su Bütçesi Tablosu (Bütçe Dönemi Genellikle Yıllık Alınır)**

	Faturalandırılmış Yasal Tüketim	Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım		Gelir Getiren Su
		Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım	
Yasal Tüketim	Faturalandırılmamış Yasal Tüketim	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım		
		Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım		
Sisteme Giren Hacim	İdari Kayıplar	Yasadışı Kullanım		
		Sayaç Hatası		
Su Kayıpları	Fiziksel Kayıplar	Okuma Hatası		
		İletim ve Dağıtım Hatlarındaki Kaçaklar		
		Depolardaki Kaçak ve Savaklanan		
		Sayaç ile Dağıtım Borusu Arasında Bağlantı Hatlarındaki Kaçaklar		

**Tablo 3.3. Gelir Getirmeyen Su Ve Su Kayıpları İçin Performans Göstergeleri**

Performans Göstergesi	Yorum
Gelir Getirmeyen Su hacminin, Sisteme Giren Hacmin yüzdesi olarak ifadesi	Basit su dengesi ile hesaplanabilir; genel bir finansal gösterge olarak iyidir.
Gelir Getirmeyen Su maliyetinin su dağıtım sisteminin yıllık masraflarının yüzdesi olarak ifadesi	Gelir Getirmeyen Su bileşenlerinin farklı birimlerle ifadesine imkan sağlar.
İdari Kayıpların hacminin günlük servis bağlantı sayısı cinsinden ifadesi	Temel fakat anlamlı bir gösterge, önce İdari Kayıpların hacmi hesaplanmalı veya tahmin edilmelidir.
Fiziksel Kayıpların, Sisteme Giren Hacmin yüzdesi olarak ifadesi	Dağıtım sisteminin işletiminin verimini değerlendirmek için uygun değildir.
Normalleştirilmiş Fiziksel Kayıplar - Hacim/Servis Bağlantı Sayısı/Gün	Fiziksel kayıpların azaltılması hedeflerini koymak için iyi bir işletme performans göstergesidir.
Kaçınılamayan Yıllık Fiziksel Kayıplar (Unavoidable Real Losses-UARL)	Teknolojinin ulaştığı son nokta uygulanırsa kaçakların azalabileceği limiti gösteren teorik bir değer. Altyapı Kaçak İndeksinin (ILI) hesaplanması için anahtar bir değer. Su çok pahalı veya az değilse sistemin bu seviyede olması gerekmez.
Altyapı Kaçak İndeksi (Infrastructure Leakage Index-ILI)	Mevcut Yıllık Fiziksel Kayıpların (Current Annual Real Losses-CARL), Kaçınılamayan Yıllık Fiziksel Kayıplara oranı (UARL); fiziksel kayıpların kontrolü için iyi bir işletme kriteridir.

### 3.2.3. IBNET Yöntemi

Uluslararası Su Dağıtım ve Kanalizasyon Hizmetlerini Standartlaştırma Birliği (The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities-IBNET) tarafından tanımlanan (IBNET, 2007) su kayıplarıyla ilgili göstergeler Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4. Gelir Getirmeyen Su İçin IBNET Tarafından Önerilen Göstergeler**

IBNET Gösterge No	Tanım	Birim
6.1	Sağlanan ve satılan su hacimleri arasındaki fark (kayıp su hacmi) net sağlanan suyun yüzdesi cinsinden	%
6.2	Günlük kayıp su hacminin şebekenin kilometre başına düşen miktarı	m <sup>3</sup> /km/gün
6.3	Günlük kayıp su hacminin bağlantı başına düşen miktarı	m <sup>3</sup> /bağ./gün

### 3.3. Su Dengesi Tablosu

“İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıplarının kontrolü yönetmeliği” kapsamında su dengesi tablosu ile su kayıplarının belirlenmesi mümkündür. Su dengesi tablosunun pek çok farklı bileşeni bulunmaktadır. Sistem içine giren yıllık arıtılmış olan su hacmi sisteme giren su olarak adlandırılmaktadır. Öncelikle su kaynaklarından gelecek ve tedarik edilmiş olan suların miktarlarının tanımlanması gerekmektedir. Şebeke girişlerinde ölçüm yapan sayaçlar vardır ve bu sayaçların kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. Bunun yanında depoların ve arıtma tesislerinin hem girişlerinde hem de çıkışlarında sayaç bulundurulmalıdır. Pompaların değerlerinin de kontrol altında tutulması gerekecektir (Farley ve Liemberger, 2004).

Fiziki su kayıplarının belirlenmesi için ilk önce Tablo 3.5’te gösteriliği gibi su dengesi tablosu oluşturulur. Bu tabloya göre aşağıda verilen hesaplamalar yapılarak kayıp su miktarlarına ulaşılmıştır.

**Tablo 3.5.** Su Dengesi Tablosu

SISTEME GİREN SU	YASAL TÜKETİM	Faturalandırılan Yasal Tüketim	Ölçülen Faturalandırılan Tüketim	Faturalandırılan Tüketim(Gelir Getiren Su)
		Faturalandırılmamış Yasal Tüketim (Bedelsiz Tüketim)	Ölçülmemeyen Faturalandırılan Tüketim	
SU KAYIPLARI	İdari Kayıplar	Fiziksel Kayıplar	İllegal Kullanım	KAYIP SU (NRW) (Gelir Getirmeyen Su)
			Sayaç Hataları	
			Faturalama Kayıpları	
	İsale ve Şebeke Borularındaki Kaçaklar			
	Şube Yolu Bağlantılarındaki Kaçaklar			
	Depolardaki Taşkınlar ve Kaçaklar			

**Tablo 3.6.**Standart Su Dengesi Tablosu

		(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (...%)</b>	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	(5) Gelir Getiren Su Miktarı ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>
	(10) İzinli Tüketim ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (...%)</b>		(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	
		(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	
(1)			(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	
Sisteme Giren Su Miktarı ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (100%)</b>		(14) İdari Kayıplar ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	(12) İzinsiz Tüketim ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (...%)</b>
	(11) Su Kayıpları ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (...%)</b>		(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	
		(15) Fiziki Kayıplar ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl (...%)</b>	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	
			(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar ..... <b>m<sup>3</sup>/yıl(...%)</b>	

1.Sisteme Giren Su Miktarı:Baraj göllerinden, pınarlardan, kuyulardan ya da yeraltı su kaynaklarından elde edilen ve arıtılan, temiz su sisteme giren su olarak kabul edilmektedir. Sisteme giren su miktarı tesis çıkışında ölçülmekte ve m<sup>3</sup>/ yıl olarak ifade edilir.

2.Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım: Abone veri tabanına kayıtlı (abone sözleşmesi bulunan) her türlü abonenin (mesken, ticari, resmi kurum, vb.) belirli periyotlarla endekslerinin okunması sureti ile elde edilen toplam su miktarının m<sup>3</sup>/yıl cinsinden ifadesidir.

3.Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım:Faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım ölçüm yapılmadan önce su tüketiminde bulunan kişilerin tüketim miktarları ile tüketim açısından emsal olarak kabul edilen kişilerin tüketim miktarlarının karşılaştırılmasında rol oynamaktadır. Su tüketim toplamları m<sup>3</sup>/yıl cinsinden ele alınır.

4. Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi: Faturalandırılmış ölçülmüş kullanım ile faturalandırılmış ölçülmemiş kullanımın toplamını ifade etmektedir. Faturalandırılmış izinli su tüketimi m<sup>3</sup>/yıl cinsinden sisteme dahil edilir.

5. Gelir Getiren Su Miktarı: Faturalandırılmış ölçülmüş kullanım ile faturalandırılmış ölçülmemiş kullanımın toplamı ile hesap edilir.

6. Gelir Getirmeyen Su Miktarı:Sisteme giren su miktarından gelir getiren su miktarının çıkarılması ile gelir getirmeyen su miktarı hesap edilir.

$$\text{Gelir Getirmeyen Su Miktarı}=\text{Sisteme Giren Su Miktarı}-\text{Gelir Getiren Su Miktarı}$$

7. Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım:İbadethanelerin, itfaiyelerin, halk çeşmelerinin kullanmış oldukları sular ücretlendirilmemektedir. Yine de bu alanlarda kullanılan suların sayaçlar ile ölçülmesi ve veri tabanı kayıtlarında yer alması gerekmektedir.



8. Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım:Söz konusu kullanım kurumların tecrübelerine ve kayıtlarına göre tahmin yapılarak bulunmaktadır. Yangın hidratlarından itfaiyenin kullanımı için çekilen sular, boru arızalarında boşa akan sular, boru bakımları sırasında tahliye edilen sular mutlaka tarihlerine, çalışma sürelerine, boruların çapına göre kayıt altına alınmalı, yılsonunda toplanmalı ve m<sup>3</sup>/yıl olarak kaydedilmelidir.

9. Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi: Faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım ile faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanımın toplamına eşittir.

Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi=

(Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım-Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım)

10. İzinli Tüketim Miktarı:Faturalandırılmış izinli su tüketimi ile faturalandırılmamış izinli su tüketiminin toplamını ifade etmektedir.

İzinli Tüketim Miktarı=

(Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi+Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi)

11. Su Kayıpları Miktarı: Sisteme giren su miktarından izinli tüketim miktarının çıkarılması ile elde edilmektedir.

Su Kayıpları Miktarı=Sisteme Giren Su-İzinli Tüketim

12. İzinsiz Tüketim Miktarı:En önemli ve hassas olan tüketim miktarlarından biridir. Tahminler ve yaklaşık değerler üzerinden hesaplanmaktadır. Yapılan tahminlerin doğru olup olmadığı ise CBS ile kontrol edilmektedir. Ulusal Adres Veri Tabanı esas alınarak,

abone olmayan meskenler başta olmak üzere, su gereksinimi olan işletmeler, kurum ve kuruluşlarda yer alan çalışanların analizlerinden yararlanılmaktadır.

13. Sayaçlardaki Ölçüm Hatası Miktarı: Abone sayaçlarının yanlış montaj edilmesi, 10 yıldan daha fazladır kullanılıyor olması, bozulduğu halde tamir edilmemiş olması eksik ölçümlerin elde edilmesine neden olmaktadır. Sayaç tamir istasyonlarına sahip olan idareler kalibrasyon deneyimlerine ve veri kayıtlarına göre miktarı belirlemek durumundadır. Sayaç tamir istasyonuna sahip olmayan idareler ise ölçü ve ayar mevzuatına, üretici bilgilerine göre bu miktarı belirlemelidir.

14. İdari Kayıplar Miktarı:İzinsiz tüketim miktarı ile sayaçlardaki ölçüm hatalarının toplamı ile elde edilmektedir.

$$\text{İdari Kayıplar}=\text{İzinsiz Tüketim}+\text{Sayaçlardaki Ölçüm Hataları}$$

15. Fiziki Kayıpların Miktarı:Su kayıplarından idari kayıpların çıkarılması ile fiziki kayıp miktarı saptanmaktadır.

$$\text{Fiziki Kayıp Miktarı}=\text{Su Kayıpları}-\text{İdari Kayıplar}$$

16. Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar:Hatalı su yönetimleri, deponun yanlış fiziki durumu nedeni ile görülmeyen sızıntılar meydana gelebilmektedir. Depolarda meydana gelen kaçak ve taşmaların miktarının belirlenmesinde SCADA sisteminden yararlanılmaktadır. Günlük, haftalık, aylık veriler kaydedilmekte, yıllık değer elde edilmektedir.

17. Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar:Fiziki kayıplardan depolarda meydana gelen kaçak ve taşmaların çıkarılması ile elde edilmektedir.

## Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarındaki Kaçaklar=

### (Fiziki Kayıplar-Depolarda Meydana Gelen Kayıplar)

**Yasal Tüketim:** Su tedarikçileri konutlara, ticari ve sanayi alanlarına su aktarımı sağlamaktadır. Bu suyu kullanan kayıtlı aboneler tedarikçi tarafından kayıt altına alınmaktadır. Böylelikle ölçülere ya da ölçülmeden alınan yıllık su hacmi ortaya çıkacaktır. Ölçülen bir tüketimin hesabının yapılabilmesi adına faturalandırmaya önem verilmelidir. Faturalar aylık olarak düzenlenir ve aylık veriler günlük debilere dönüştürülür. Bazı aboneler yüksek, bazı aboneler ise düşük tüketim sağlayabilir.

**Bedelsiz Tüketim:** Camiler, mezarlıklar, parklar ve bahçeler kamuya ait ise ortak alan olarak tanımlanacaktır. Ortak alanlarda kullanılan suyun hesabının yapılabilmesi için ortak alanlarda da sayaç kullanılması gerekmektedir. Bedelsiz kullanım söz konusu olduğunda görünen ve gerçek kayıplardan söz etmek gerekecektir.

**Kaçak Kullanım(İllegal Kullanım):** Kaçak kullanımların belirlenebilmesi için kayıtlı kaçak bağlantıların sayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Öncelikle anket çalışması yapılmalı, ardından fatura bilgileri kontrol edilmelidir.

Bunun yanında kaçak kullanım yapan, kırılmış sayaçların tespitinin yapılması önemlidir. Böylelikle toplam kullanılan su miktarının hesaplanması ve kişi başı tüketimin bulunması mümkün olacaktır.

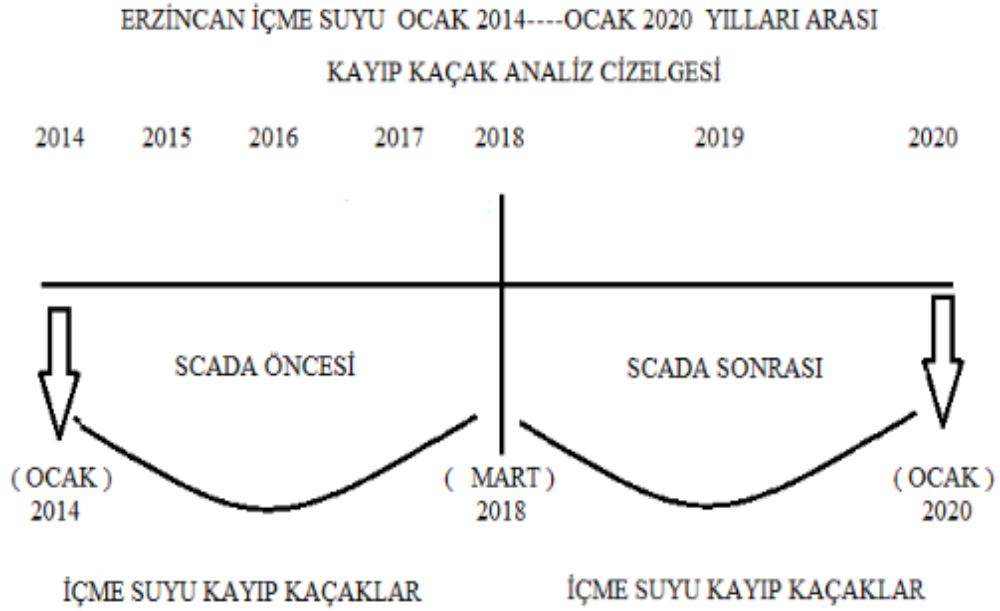
**Sayaç Hassasiyeti ve Sayaç Okuma Hataları:** Bazı durumlarda sayaçların okunmasında sorunlar yaşanabilir ve bu durum fazla ya da az okumalara neden olabilir. Bu gibi durumlarda temsil edici sayaçlar ile karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Bu aşamada hem farklı sınıf hem de farklı yaş gruplarına ait olan sayaçlar ön plana çıkarılmalıdır.

Her bir kullanıcı için doğruluk testlerinin yapılması da gerekmektedir. Ticari kayıplar aşamasında sayaç okuma hataları önemli bir paya sahiptir (Farley ve Liemberger, 2004).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Erzincan İli Fiziki Su Kayıplarının Belirlenmesi

“İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği”ne bağlı kalarak oluşturulan su denge tablosu aşağıdaki İçme Suyu Zaman Çizelgesine göre yapılmıştır.



Şekil 4.1.İçme Suyu Zaman Çizelgesi

Ocak 2014 ile Mart 2018 ayına kadar olan kısımda SCADA sistemi mevcut olmayıp şehre verilen içme suyu hesabı elle yapılmaktadır. Mart2018 den günümüze kadar olan kısımda içme suyu hattı üzerine scada sistemi dâhil edilmiş olup bu sistemle içme suyu iletim hattı üzerine elektromanyetik debimetreler yerleştirilerek borular içerisinden gecen su içme suyu verileri anlık, saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık periyotlarla kayıt altına alınarak gerçek içme suyu değerlerine ulaşılmıştır.

Kaydedilen bu verileri sistem üzerinden toplayarak yıllık içme suyu miktarlarına ulaşmak scada öncesi Ocak 2014 ile Mart 2018 yılları arasında şehre verilen içme suyu hesabı ise şu şekilde yapılmıştır. Mevcut kuyularda bulunan eşit kapasitedeki 12 adet motorun dönüşümlü olarak günlük 10 tanesinin günlük 24 saat çalıştırılmak kaydıyla 1 saatteki çektiği içme su ile motorların çalışma saati olan 24 saatle çarpılarak hesaplanmıştır.1 adet

motorun 1 saatte kuyulardan çektiği su miktarı 126 m<sup>3</sup>tür. Günlük eşit kapasiteli 10 adet motorun 24 saat çalıştırarak 1260 metre küpe denk gelmektedir bu şekilde yıl içerisindeki sisteme giren su miktarı hesaplanmıştır. Grafik 3.1’de görüldüğü gibi Ocak 2014 ile Mart2018 yılları arasındaki sisteme giren su miktarlarının yıllar içinde değişiklik göstermesinin sebebi motorların periyodik bakımı ve elektrik kesintisi gibi nedenlerden dolayı farklılık göstermektedir. Bu kesintiler ve bakım süreleri anlık olarak sorumlu kişiler tarafından kaydedilip motorların toplam çalışma saati ve süreleri üzerinden hesaplanmıştır.

#### Sisteme Giren Su Miktarı

Şehre verilen su miktarı= Bir motorun 1 saatte kuyudan çektiği su (m<sup>3</sup>/saat) x Günlük çalışan motor sayısı (adet)X Motorların günlük çalışma saatleri(saat/gün)

Scada öncesi şehre verilen su miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Örnek; 2014 yılı için;

$$\begin{aligned} \text{Bir günde şehre verilen su miktarı} &= 126 \text{ (m}^3\text{/saat)} \times 10 \text{ ad.} \times 24 \text{ (saat/gün)} \\ &= 30.240 \text{ m}^3\text{/gün} \end{aligned}$$

$$\text{Bir yılda şehre verilen su miktarı} = 30.240 \times 365 = 11.037.600 \text{ m}^3$$

Erzincan belediyesi tarafından Ocak 2014 ile Mart 2018 yılları arasında şehre verilen yıllık içme suyu verileri motorların arıza ve bakım süreleri çıkarılıp yukarıdaki formülle her yıl için ayrı hesaplama yapılarak Erzincan belediyesi tarafından bulunmuştur. Bu veriler Erzincan belediyesi su işletmeler müdürlüğünden alınarak Tablo 4.3 ‘de Erzincan İli Sisteme Verilen Su Miktarları tablosuna aktarılmıştır.

#### Scada Sonrası Sisteme Giren Su Miktarı

Mart 2018 ile Ocak 2020 yılları arasında şehre verilen su miktarı scada veri tabanında kurutilek ve beytahtı kuyusundan çıkan su miktarları günlük okuma yapılarak aşağıdaki Tablo 4.1.’de aktarılarak Mart 2018ayı su miktarına ulaşılmıştır.

**Tablo 4.1.** Scada Mart 2018 Tablosu

2018 Mart Ayı	Kurutilek kuyusundan ocak ayı çıkan günlük su miktarı (m <sup>3</sup> )	Beytahtı kuyusundan ocak ayı çıkan günlük su miktarı (m <sup>3</sup> )	Ocak ayı kuyulardan gelip sisteme giren günlük toplam su miktarı (m <sup>3</sup> )
1 GÜN	7337,25	17231	24568,25
2 GÜN	7313,5	16848,5	24162
3 GÜN	729975	17333,5	24633,25
4 GÜN	7309,25	17054	24363,25
5 GÜN	7133,75	17322	24455,75
6 GÜN	7660	18474	26134
7 GÜN	7320	17520	24840
8 GÜN	4968	15871	20839
9 GÜN	9147,25	23389	32536,25
10 GÜN	10635	14668	25303
11 GÜN	10661,75	13773	24434,75
12 GÜN	6402	17954,5	24356,5
13 GÜN	4545,5	21913,5	26459
14 GÜN	6750,5	19447,5	26198
15 GÜN	6235	18994	25229
16 GÜN	12112,5	21242	33354,5
17 GÜN	7990	20505	28495
18 GÜN	8010	17560	25570
19 GÜN	7983,25	17386	25369,25
20 GÜN	8015,5	17313,5	25329
21 GÜN	8924,5	15754	24678,5
22 GÜN	8724,5	16819	25543,5
23 GÜN	8667	16091,5	24758,5
24 GÜN	8677,5	17040	25717,5
25 GÜN	8640,5	17307,5	25948
26 GÜN	8671	17075	25746
27 GÜN	8609	18224	26833
28 GÜN	8603	17558	26161
29 GÜN	8620,5	20721,5	29342
30 GÜN	8664,5	16512	25176,5
31 GÜN	8574	16420	24994
Aylık toplam	250205,75(m <sup>3</sup> )	551322,5(m <sup>3</sup> )	801.528 (m) <sup>3</sup>

Mart 2018 ile Ocak 2020 yılları arasında şehre verilen su miktarı scada veri tabanında kurutilek ve beytahtı kuyusundan çıkan su miktarları toplanarak aylık okuma yapılarak aşağıdaki Tablo 4.2.'ye aktarılıp 2018 ve 2019 yılları arasında Sisteme giren aylık ve yıllık içme Suyu Miktarlarına ulaşılmıştır.

**Tablo 4.2.**Scada Mart 2018-Ocak 2020 Yılları Arası Aylık Sisteme Giren Su MiktarıTablosu

AYLAR	2018 yılı sisteme giren su miktarı (m <sup>3</sup> )	2019 yılı sisteme giren su miktarı (m <sup>3</sup> )
OCAK	782.485	620.825
ŞUBAT	717.668	717.626
MART	801.528	784.810
NİSAN	741.597	755.034
MAYIS	840.904	861.431
HAZİRAN	850.515	747.732
TEMMUZ	990.207	1.035.952
AĞUSTOS	995.759	781.246
EYLÜL	966.345	701.942
EKİM	620.825	699.780
KASIM	692.690	701.980
ARALIK	739.804	694.309
<b>YILLIK TOPLAM</b>	<b>9.740.329(m<sup>3</sup>)</b>	<b>9.780.670(m<sup>3</sup>)</b>

#### 4.1.1.Sisteme giren su miktarı

Ocak 2014 ile Mart 2018 yılları arasındaki sisteme giren su miktarları Erzincan belediyesi su kanalizasyon müdürlüğünden alınmıştır. Mart 2018 –Ocak 2020 yılları arasındaki sisteme giren su Tablo 4.1 aylık toplama Tablo4.2’de ise yıllık toplama ulaşılmış 2018-2019 Erzincan İli Sisteme Verilen Su Miktarları bu şekilde hesaplanarak Tablo 4.3 oluşturulmuştur.

**Tablo 4.3.** 2014-2019 Erzincan İli Sisteme Verilen Su Miktarları

2014-2019 ERZİNCANDA SİSTEME VERİLEN SU MİKTARLARI(m <sup>3</sup> /yıl)						
Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ŞEHRE VERİLEN SU MİKTARLARI	11.037.600	10.986.430	10.947.136	10.645.854	9.740.329	9.102.670
Abone Sayısı	37588	38490	39408	40352	41002	41544

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere 2014 ile 2017 yılları arasında inceleme yapıldığında sisteme giren suyun 2014' de 11.037.600 m<sup>3</sup>/yıl, 2015'de 10.986.430 m<sup>3</sup>/yıl, 2016'da 10.947.136 m<sup>3</sup>/yıl 2017'de 10.645.854 m<sup>3</sup>/yıl, 2018'de 9.740.329 m<sup>3</sup>/yıl, 2019'da 9.102.670 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Şebekede yer alan suların % 100'ü bu değeri kapsamaktadır.

Ocak 2014- Mart 2018 ayına kadar olan süreler arasında scada sistemi bulunmadığı için depolarda meydana gelen kaçaklar ile ilgili net bir rakama ulaşmak mümkün değildir. scada sisteminin 12 ay boyunca gözlemlendiği 2019 yılında sisteme giren su miktarının %100 değeri 9.102.670 m<sup>3</sup>/yıl olarak ölçülmüş ve şehre verilen gerçek içme suyu miktarına ulaşılmıştır.

#### **4.2. Su Abonelerinin Aylık Tüketim Miktarları**

Tablo 4.4'de 2019 yılında içme suyunu kullanan resmi kuruluşlar, okullar, ticarethaneler, meskenler, park bahçe ve wc'ler, inşaat şantiyeleri ve dini kuruluşlar gibi su abonelerinin yıl içinde belediye tarafından tahakkuk edilen su ve gelir getiren su tüketim miktarları verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere Tablo 4.3'ten 2019 verilerine göre sisteme verilen su miktarı 9.102.670m<sup>3</sup>iken sadece bunun 5.778.502 metre küpü ücretli olarak kullanılmıştır( Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.**2019 Yılı Su Abonelerinin Aylık Tüketim Miktarları



ABONE TİPİ	ABONE SAYISI	DAĞITILAN SU MİKTARI (m <sup>3</sup> /yıl)		ABONE BİRİM FİYATI (TL/m <sup>3</sup> ) (Atıksu bedeli ve KDV dahil)	TAHAKKUK MİKTARI (TL/yıl)
		Ücretli	Ücretsiz		
Resmi Kuruluşlar	207,00	734.895,00		4,23	3.108.605,85
Sağlık Kurumları	-	-		-	-
Okullar	88,00	116.310,00		4,23	491.991,30
Sanayi İşletmeleri	-	-		-	-
Ticarethaneler	3.785,00	761.390,00		6,48	4.933.807,20
Meskenler	34.037,00	3.719.591,00		2,84	10.563.638,44
Park, Bahçe ve WC'ler	2.316,00	293.297,00		1,40	410.615,80
Din ve Hayır Kurumları	106,00	41.996,00		0,98	41.156,08
İnşaat Şantiyeleri	1.005,00	111.023,00		4,21	467.406,83
Tankerle Su Satışı	-	-		-	-
Tarımsal Amaçlı Su Kullanımı	-	-		-	-
Köyler	-	-		-	-
Mahalle Çeşmesi	-	-		-	-
Liman	-	-		-	-
Diğer					
A)	-	-		-	-
B)					
<b>Toplam</b>	<b>41.544,00</b>	<b>5.778.502,00</b>			<b>20.017.221,50</b>

**Tablo 4.5.**Erzincan İli İçme Suyu Abone Bilgileri

ERZİNCAN İÇME SUYU ABONE BİLGİLERİ						
Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Abone Sayısı (kişi)	37588	38490	39408	40352	41002	41544

2014 yılında kayıtlı toplam abone sayısı 37588 kişi iken bu rakam yıllara göre artış göstererek 2019 yılında 41544 kişiye ulaşmıştır. Bu artışa bağlı olarak şehre verilen su miktarında artış olması gerekirken Tablo 4.5'e bakıldığında ise şehre verilen su miktarında azalma görülmüştür. Bu azalmanın sebebi ise oluşan fiziki ve idari kayıpların scada sistemi sayesinde azaltılmasıdır.

Tablo 4.6'dan 2018-2019 yılları arasında faturalandırılmış ölçülmüş kullanım tutarları verilmiştir. Bu değerler Erzincan belediyesi su tahakkuk servisinden alınmıştır. Bu değerlere bakıldığında 2014'te 3.652.458 m<sup>3</sup>/yıl, 2015'de 5.410.937 m<sup>3</sup>/yıl, 2016'da 5.606.952 m<sup>3</sup>/yıl 2017'de 5.920.692 m<sup>3</sup>/yıl, 2018'de 6.098.669 m<sup>3</sup>/yıl, 2019'da 5.778.502 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. 2014 den 2018 yılına kadar arttığı gözlemlenirken 2019 yılında ise azalmıştır. 2019 yılındaki azalmanın sebebi ise bazı belde belediyelerinde bulunan, itfaiye, halk çeşmesi gibi yerlerin kapatılmasıdır.

**Tablo 4.6.**Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmış ölçülmüş kullanım(m <sup>3</sup> /yıl)	3.652.458	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6,098.669	5.778.502
Yüzdellik Dilim (%)	33,08	49,25	51,21	55,61	62,60	63,47

### 4.3. Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım

Erzincan bölgesinde faturalandırılmış, ölçülmemiş yasal tüketimden söz etmek mümkün değildir. Tüm abonelerin su sayaçları bulunmakta, bu sayaçlar aylık olarak Erzincan Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından okunmaktadır.

Bu nedenle 2014-2019yılları arasında faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım söz konusu değildir (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7.**Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım(m <sup>3</sup> /yıl)	0	0	0	0	0	0
Yüzdelerik Dilim (%)	0	0	0	0	0	0

#### 4.4. Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi

Erzincan Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin her ay düzenli sayaç okumaları. Abone veri tabanına kayıtlı (abone sözleşmesi bulunan) her türlü abonenin (mesken, ticari, resmi kurum, vb.) belirli periyotlarla endekslerinin okunması sureti ile elde edilen toplam su miktarının m<sup>3</sup>/yıl cinsinden ifadesidir.Bu değerler Erzincan belediyesi su tahakkuk servisinden alınmıştır. Bu aşamada faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım olmadığından 2014'te 3.923.014 m<sup>3</sup>/yıl, 2015'de 5.410.937 m<sup>3</sup>/yıl, 2016'da 5.606.952m<sup>3</sup>/yıl 2017'de 5.920.692 m<sup>3</sup>/yıl, 2018'de 6.098.669 m<sup>3</sup>/yıl,2019'da ise 5.778.502m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir(Tablo 4.8).

**Tablo 4.8.**Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmış izinli su tüketimi (m <sup>3</sup> /yıl)	3.923.014	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6.098.669	5.778.502
Yüzdelerik Dilim(%)	35,54	49,25	51,21	55,61	62,61	63,47

#### 4.5. Gelir Getiren Su Miktarı

Abone veri tabanına kayıtlı (abone sözleşmesi bulunan) her türlü abonenin (mesken, ticari, resmi kurum, vb.) belirli periyotlarla endekslerinin okunması sureti ile elde edilen toplam su miktarı gelir getiren su miktarı olarak ifade edilir. Gelir getiren su miktarının hesaplanması yapıldığında Tablo 4.9'dan da görüldüğü üzere değerlerin faturalandırılmış

izinli su tüketimi ile aynı olduğu görülmüştür. Erzincan ili 2019 senesinde gelir getiren su miktarı 5.778.502 m<sup>3</sup>/yıl olarak sunulmakta, bu değer tüm suların % 63,47'sini kapsamaktadır. 2014'de % 46,36, 2015'de % 49,25, 2016'da % 51,21, 2017'de % 55,61,2018'de ise % 62,61 gelir getiren su miktarını ifade etmektedir. Bu tabloya bakıldığında gelir getiren su miktarının giderek arttığı görülmektedir. Bu artışın en önemli nedenlerinden biri yapılan şebeke denetimleridir. Aynı zamanda daha yeni abone sayaçları kullanılmakta, okumalar daha sık yapılmakta, kaçak su kullanımı kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

**Tablo 4.9.** Gelir Getiren Su Miktarı

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Gelir getiren su miktarı (m <sup>3</sup> /yıl)	3.652.458	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6.098.669	5.778.502
Yüzdalık Dilim (%)	33,09	49,25	51,21	55,61	62,61	63,47

#### 4.6. Gelir Getirmeyen Su Miktarı

Erzincan bölgesinde gelir getirmeyen su miktarı iki farklı dönem için oldukça farklı değerler yansıtmaktadır.2019 yılları arasında gelir getirmeyen su miktarının Tablo 4.10'da görüldüğü gibi 3.324.168 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Gelir getirmeyen su miktarının yüzdesinin ise %36,53 olduğu bilinmektedir. Bu değer 2014'te % 53,63, 2015'de % 50,74, 2016'da % 48,2017'de % 44,38,2018'de ise % 37,38 gelir getirmeyen su miktarını ifade etmektedir.

Bu tabloya bakıldığında gelir getirmeyen su miktarının giderek düştüğü ve içme suyuna olan hâkimiyetin giderek arttığı görülmektedir. Gelir getirmeyen su miktarının artmasında kaçakların, sızıntıların, kaçak kullanımların, hatalı sayaç okumalarının ve eski sayaçların rolü büyüktür. Gelişen teknoloji ile birlikte kaçak kullanımların önüne geçilmesi, daha yeni sayaçların kullanılması ve sayaç okumalarının profesyonel ekip tarafından yapılması gelir getirmeyen su miktarının azalmasına vesile olmaktadır.

**Tablo 4.10. Gelir Getirmeyen Su Miktarı**

2014-2019 ERZİNCANDA GELİR GETİRMEYEN SU MİKTARLARI						
Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Gelir getirmeyen su miktarları(m <sup>3</sup> /yıl)	7.385.142	5.575.493	5.340.184	4.725.162	3.641.660	3.324.168
Yüzdelerik Dilim (%)	53,63	50,74	48,78	44,38	37,38	36,53

#### 4.7. Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım

Söz konusu faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım olduğunda ibadethaneler, parklar, İtfaiye, Hayrat, Belediye vidanjörleri gibi alanların sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Çünkü bu tarz yerlerde ölçüm yapıldığı halde faturalandırma yapılmamaktadır. Tüketim miktarının net şekilde ifade edilebilmesi için hesaplamalara dahil edilmelidir. Bu gibi yerlere bir sayaç takılarak kullanılan su miktarlarının kayıt altına alınması gerekir. 2019 yıllarında faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım Tablo 4.11’de görüldüğü üzere 373.249 m<sup>3</sup>/yıl buna karşılık gelen oran ise % 4,10 olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında bu değer % 3,81 iken 2014-2017 seneleri arasında faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım ise 252.916 m<sup>3</sup>/yıl’dır ve yüzdelerik olarak %2,29 orana sahiptir. 2018 ve 2019 yılında yeni açılan bazı parkların içme suyu hattından su aldığından dolayı bu oran artmıştır.

**Tablo 4.11. Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım**

2014-2019 İÇME SUYU ERZİNCAN İLİ						
Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım(m <sup>3</sup> /yıl)	252.916	252.916	252.916	252.916	373.249	373.249
Yüzdelerik Dilim (%)	2,29	2,29	2,29	2,29	3,81	4,10

#### 4.8. Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım

Faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanımlardan söz edilecekse akla yangın hidratları ve boru arızaları nedeni ile bakım çalışmalarında boşa giden sular gelmelidir. Erzincan iline bakıldığında 76 adet yangın hidrandı olduğu görülmektedir.

2019 yılında faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım oranına Tablo 4.12'ye bakıldığında 26.603 m<sup>3</sup>/yıl su tüketimi olduğu görülmektedir. Bu su tüketimi % 0,30 değerine tekabül etmektedir.

2014-2017 yılları arasında ise faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım 17.640 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Bu da su tüketiminin % 0,15'ine denk gelmektedir.2018 yılında ise bu değer 18.620 m<sup>3</sup>/yıl' % 0,04'üne denk gelmektedir. Yangın hidratları büyük yangın esnasında bu hidratlar kullanılmaktadır.

**Tablo 4.12.Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım(m <sup>3</sup> /yıl)	17.640	17.640	17.640	17.640	18.620	26.603
Yüzelik Dilim	0,15	0,15	0,15	0,15	0,04	0,30

#### 4.9.Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi

Faturalandırılmamış izinli su tüketiminin hesaplaması yapılırken aşağıdaki formülün kullanılması gerekmektedir. 2014-2017 seneleri arasında faturalandırılmamış izinli su tüketimi ise 270.556 m<sup>3</sup>/yıl ve su tüketim yüzdesi % 2,45'tir.2018 yılında bu değer 391.869m<sup>3</sup>/yıl 2019 yılında faturalandırılmamış izinli su tüketimi ise Tablo 4.13'e bakıldığında 399.852 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmekte ve bu değer % 4,4 olarak ifade edilmektedir.

**Tablo 4.13.Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Faturalandırılmamış izinli su tüketimi(m <sup>3</sup> /yıl)	270.556	270.556	270.556	270.556	391.869	399.852
Yüzelik Dilim(%)	2,45	2,45	2,45	2,45	4	4,4

#### 4.10.İzinli Tüketim Miktarı

2019 yılında izinli su tüketim miktarının 6.178.354 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Bu değer %67,87 olarak kabul edilmektedir. Diğer yıllara baktığımızda ise 2014 de % 35,54, 2015 de % 51,71, 2016 da % 53,68, 2017 de %58,15,2018 de ise %66,63'lük gelir getirmeyen su miktarını ifade etmektedir.

**Tablo 4.14.İzinli Tüketim Miktarı**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
İzinli su tüketim miktarı(m <sup>3</sup> /yıl)	3.923.014	5.681.493	5.877.508	6.191.248	6.490.538	6.178.354
Yüzelik Dilim (%)	35,54	51,71	53,68	58,15	66,63	67,87

#### 4.11.Su Kayıpları

2019 yılında su kayıplarının miktarı 2.924.316m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir. Yani giren suyun % 32,13 kayıp su olarak değerlendirilmektedir. Diğer yıllarda ise bu değer 2014'te %64,46, 2015'de % 48,28, 2016'da % 46,31, 2017'de % 41,84,2018'de ise % 33,36'lık kısmı kayıp su miktarını ifade etmektedir (Tablo 4.15).

**Tablo 4.15.Su Kayıpları Miktarı**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Su Kayıpları miktarı(m <sup>3</sup> /yıl)	7.114.586	5.304.937	5.069.628	4.454.606	3.249.791	2.924.316
Yüzelik Dilim (%)	64,46	48,28	46,31	41,84	33,36	32,13

#### 4.12.İzinsiz Tüketim Miktarı

İzinsiz tüketim miktarının elde edilebilmesi için yaklaşık hesap yönteminin kullanılması gerekmektedir. Özellikle analiz işlemleri ile doğruluğun ispat edilmesi adına CBS'den yararlanılması önemlidir. Burada amaç abone olmadan kullanımın ne kadar olduğunu hesaplamaktır. Tablo 4.16'ya baktığımızda 2018 ve 2019 yıllarında izinsiz tüketim

miktarının 4.080 m<sup>3</sup>/yıl olduğu tespit edilmiştir. Yani %0,04'lük bir kesim abone olmadan su kullanmaktadır.2014-2017 yılları arasındaki izinsiz tüketim miktarına bakıldığında ise 2.040 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Buradaki oran ise %0,018 olarak belirtilmiştir.

**Tablo 4.16.İzinsiz Tüketim Miktarı**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
İzinsiz su tüketim miktarı(m <sup>3</sup> /yıl)	2.040	2.040	2.040	2.040	4.080	4.080
Yüzdeler Dilim (%)	0,018	0,018	0,018	0,018	0,04	0,04

#### 4.13.Sayaçlardaki Ölçüm Hatası Miktarı

Sayaçlardaki ölçüm hatası miktarının hesaplanmasında pek çok unsur etkili olmaktadır. Öncelikle yanlış montaj yanlış ölçüm alınmasına neden olmaktadır. Bunun yanında sayaçların kullanım sürelerinin 10 yılı aşması ya da bozuk olduğunun fark edilmemesi, hatalı ölçüm yapılmasına neden olacaktır. Erzincan ilinde sayaçlardaki ölçüm hatası miktarına bakıldığında 2019 senesinde 1.679.360 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Yani okuma esnasında % 18,45 oranla hata yapılmaktadır. 2014-2017 seneleri arasındaki hatalı okumalara bakıldığında ise bu değer % 16,10'a indiği görülmektedir. Bu yıllar arasında hatalı okuma miktarı 1.778.000 m<sup>3</sup>/yıldır.

**Tablo 4.17.Sayaçlardaki Ölçüm Hatası Miktarı**

Yıl/ Miktarlar	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sayaçlardaki Ölçüm Hataları(m <sup>3</sup> /yıl)	1.778.00	1.778.00	1.778.00	1.778.00	1.730.35	1.679.360
Sisteme Giren Su Miktarı (m <sup>3</sup> /yıl)	11.037.60	10.986.43	10.947.14	10.645.85	9.740.33	9.102.670
Yüzdeler Dilim (%)	16,11	16,18	16,24	16,70	17,76	18,45

#### 4.14.İdari Kayıplar Miktarı

2019 senesinde idari kayıpların miktarına bakıldığında 1.683.440 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. %18.49 olarak ifade edilmektedir.2018 yılında bu değer 1.734.429 m<sup>3</sup>/yıl ve oran olarak ise % 17.73 değere denk gelmektedir. 2014-2017 seneleri arasında da idari



kayıplara bakıldığında ise 1.780.040 m<sup>3</sup>/yıl olarak ölçülmüştür. İdari kayıpların yüzdesi % 16,12 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.18).

**Tablo 4.18.İdari Kayıplar Miktarı**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
İdari Kayıplar (m <sup>3</sup> /yıl)	1.780.040	1.780.040	1.780.040	1.780.040	1.734.429	1.683440
Yüzdeler Dilim (%)	16,12	16,12	16,12	16,12	17,73	18,49

#### 4.15.Fizik Kayıpların Miktarı

Erzincan ilinde meydana gelen fiziki kayıpların miktarını elde edebilmek adına aşağıda belirtilen formülden yararlanmak gerekmektedir. 2019 senesinde Erzincan ilinde fiziki kayıplar meydana gelmiştir. Fiziki kayıpların miktarı 1.240.876m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir.

Bu kayıpların nedeni yeni bağlandı ve yol yapımı çalışmaları esnasında bağlantı noktalarının koparılması gibi nedenlerden dolayı fizik kayıplar meydana gelmiştir. Oluşan fiziki su kayıplarının oranı ise %13,64'dur. 2014 de %48,33, 2015 de %32,08, 2016 da % 30,04,2017 de % 25,12,2018 de ise % 15,55'lik kısmı fiziki kayıp su miktarını ifade etmektedir (Tablo 4.19).

**Tablo 4.19.Fiziki Kayıpların Miktarı**

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fiziki kayıp miktarı(m <sup>3</sup> /yıl)	5.334.546	3.524.897	3.289.588	2.674.566	1.515.362	1.240.876
Yüzdeler Dilim (%)	48,33	32,08	30,04	25,12	15,55	13,64

#### 4.16.Depolarda Meydana Gelen Kaçak Ve Taşmalar

Bazı durumlarda deponun doğru şekilde yerleştirilmemesi ya da su seviyesinin optimum düzeyde ayarlanamaması taşkınlara neden olmaktadır. Depolardaki su kayıpları mutlaka su dengesine eklenmeli, ne kadarlık bir kaybın olduğu tespit edilmelidir.

SCADA sistemi sayesinde depo girişindeki ve depo çıkışındaki suların ölçümü oldukça kolaydır. Özellikle Erzincan ilinde 38 farklı noktada scada ölçüm noktasının bulunduğu bilinmektedir. Hem deponun girişinde hem de çıkışında scada sistemi kullanılmaktadır.

2014-2018 Mart ayına kadarki süreçler arasında Erzincan henüz scada sistemi ile tanışmamıştı. O nedenle bu yılların depo kayıplarına bakıldığında aşağı yukarı bir tahmin üzerinden işlem yapılması gerekmektedir.

Erzincan ili 2019 senesinde depolarda meydana gelen kaçak ve taşmaların miktarı 487.005 m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiştir. Oranına bakıldığında %5,36'yı bulduğu gözlemlenmiştir. 2014-2017 seneleri için tahmini depolarda meydana gelen kaçak ve taşma miktarı hesaplanmıştır. Bu miktarın 978.000 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmüştür. Yani oran olarak %8,86 değerini yansıtmaktadır (Tablo 4.20).

**Tablo 4.20.**Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar

Yıl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	978.000	978.000	978.000	978.000	1.220.000	487.005
Yüzdellik Dilim (%)	8,86	8,86	8,86	8,86	11,47	5,36

#### **4.17.Temin ve Dağıtım Hatları İle Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar**

Temin ve dağıtım hatlarının montajında aralıkların kalması, servis bağlantılarında hasarların meydana gelmesi kaçaklara neden olabilmektedir. Bu aşamada borunun yaşı ya da cinsi önemli değildir. Tamamen montaj ve çalışma esnasında meydana gelebilecek boru patlamalarından kaynaklı bir sızıntı yaşanmaktadır. Erzincan ili 2019 verilerine bakıldığında temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında meydana gelen kaçak miktarının 753.870 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir.

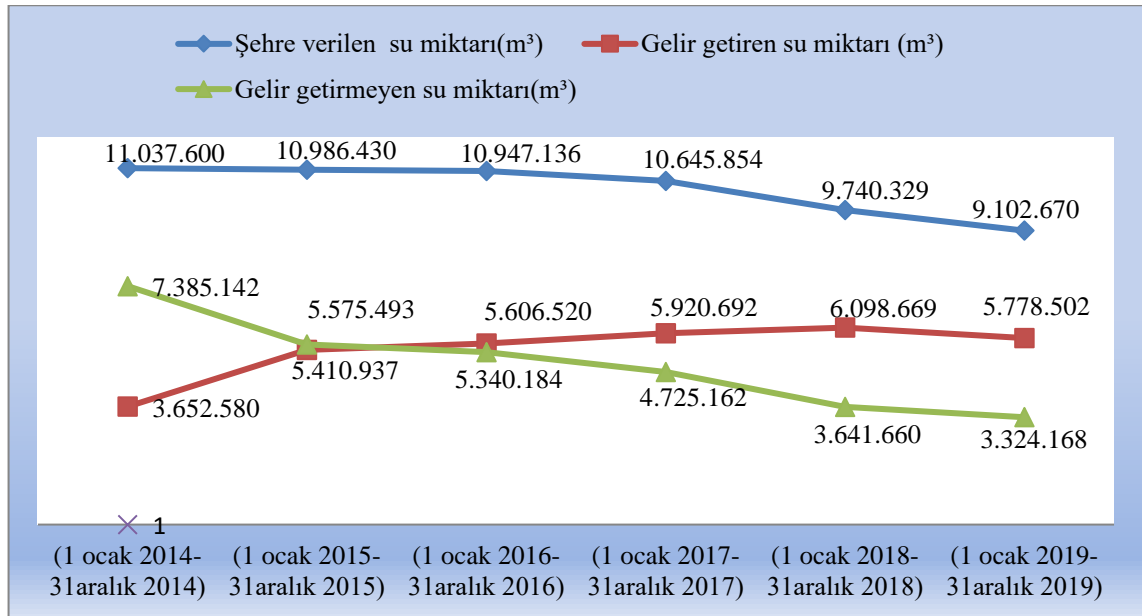
Bu kaçak miktarının oranına bakıldığında 2019 da % 8,28,2018 de ise bu oran % 7,74 değeri karşımıza çıkmaktadır. 2014-2017 seneleri arasındaki verilere bakıldığı zaman temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantıları sırasında meydana gelen kaçakların miktarı

4.356.546 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmüştür. Bu kaçak miktarının oranına bakıldığında %39,47 değeri ifade etmektedir. Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar Tablo 4.21’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.21.** Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Meydana Gelen Kaçaklar

Yıl/ Miktarlar	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında meydana gelen kaçaklar(m <sup>3</sup> /yıl)	4.356.546	4.356.546	4.356.546	4.356.546	753.870	753.870
Sisteme Giren Su Miktarı(M <sup>3</sup> /Yıl)	11.037.60	10.986.43	10.947.14	10.645.85	9.740.33	9.102.670
Yüzdalık Dilim (%)	39,47	39,65	39,80	40,92	7,74	8,28

#### 4.18. Gelir Getiren Ve Gelir Getirmeyen İçme Suyu Verilerinin Yıllara Göre Değişimi



**Şekil 4.2.** Gelir Getirmeyen Su Miktarının Yıllara Göre Değişimi

Şekil 4.2' ye bakıldığında 2014 yılında şehre verilen su miktarının 11.037.600 m<sup>3</sup> olduğu bunun 7.385.142 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 3.652.458 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. 2015 yılında şehre verilen su miktarının 10.986.430 m<sup>3</sup> olduğu bunun 5.575.493 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 5.410.937 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. 2016 yılında şehre verilen su miktarının 10.947.136 m<sup>3</sup> olduğu bunun 5.340.184 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 5.606.520 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. 2017 yılında şehre verilen su miktarının 10.645.854 m<sup>3</sup> olduğu bunun 4.725.162 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 5.920.692 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. 2018 yılında şehre verilen su miktarının 9.740.329 m<sup>3</sup> olduğu bunun 3.641.660 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 6.098.669 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. 2019 yılında şehre verilen su miktarının 9.102.670 m<sup>3</sup> olduğu bunun 3.324.168 m<sup>3</sup> gelir getirmeyen su geri kalan kısmı 5.778.502 m<sup>3</sup> ise gelir getiren su olarak görülmektedir. Gelir getirmeyen su miktarı yıllara göre azalıp gelir getiren su miktarı ise ayıllarla göre giderek arttığı görülmektedir. Her yıl için su dengesi tabloları aşağıda özet olarak ayrıca verilmiştir. (Tablo 4: 22; 23; 24; 25; 26; 27)

**Tablo 4.22.2014 yılı Su Dengesi Tablosu**

		(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	
		<b>3,652.458</b>	
	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	(5) Gelir Getiren Su Miktarı
	<b>3,652.458</b>	<b>(33,08 %)</b>	<b>3,652.458</b>
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>
	<b>(33,08 %)</b>	(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım	<b>(35,54 %)</b>
		<b>0</b>	
	(10) İzinli Tüketim	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>3,923.014</b>		
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım	
	<b>(35,54 %)</b>	<b>252.916</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
(1)	(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi	<b>(2,29 %)</b>	
	<b>270.556</b>		
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım	
	<b>(2,46 %)</b>	<b>18.620</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
		<b>( 0,17%)</b>	
		(12) İzinsiz Tüketim	
		<b>2.040</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
		<b>(0,02%)</b>	
Sisteme Giren Su Miktarı	(14) İdari Kayıplar	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı	
<b>11,037.600</b>	<b>1,780.040</b>	<b>7,385.142</b>	
<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
<b>(100%)</b>	<b>(16,12 %)</b>	<b>(64,46 %)</b>	
	(11) Su Kayıpları	(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	
	<b>7,114.586</b>	<b>1,778.000</b>	
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>(64,46 %)</b>	<b>( 16,1%)</b>	
		(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar	
		<b>4,356.546</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
		<b>(39,48 %)</b>	
	(15) Fiziki Kayıplar	(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	
	<b>5,334.546</b>	<b>978.000</b>	
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>(48,34%)</b>	<b>( 8,86 %)</b>	

**Tablo 4.23. 2015 Yılı Su Dengesi Envanteri**

	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi <b>5.410.937</b> m <sup>3</sup> /yıl (49,25 %)	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım <b>5.410.937</b> m <sup>3</sup> /yıl (49,25 %)	(5) Gelir Getiren Su Miktarı <b>5.410.937</b> m <sup>3</sup> /yıl (49,25 %)
(10) İzinli Tüketim <b>5.681.493</b> m <sup>3</sup> /yıl (51,71 %)		(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım <b>0</b> m <sup>3</sup> /yıl	
	(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi <b>270.556</b> m <sup>3</sup> /yıl (2,46 %)	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım <b>252.916</b> m <sup>3</sup> /yıl (2,29 %)	
		(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım <b>17.640</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,17%)	
Sisteme Giren Su Miktarı <b>10.986.430</b> m <sup>3</sup> /yıl (100%)	(14) İdari Kayıplar <b>1.780.040</b> m <sup>3</sup> /yıl (16,20%)	(12) İzinsiz Tüketim <b>2.040</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,018 %)	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı <b>5.575.493</b> m <sup>3</sup> /yıl (50,75 %)
	(11) Su Kayıpları <b>5.304.937</b> m <sup>3</sup> /yıl (48,29 %)	(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları <b>1.778.000</b> m <sup>3</sup> /yıl (16,18 %)	
	(15) Fiziki Kayıplar <b>3.524.897</b> m <sup>3</sup> /yıl (32,09 %)	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar <b>2.546.897</b> m <sup>3</sup> /yıl (23,18%)	
		(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar <b>978.000</b> (8,91 %) m <sup>3</sup> /yıl	

**Tablo 4.24. 2016 Yılı Su Dengesi Envanteri**

		(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	
	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi	<b>5.606.952</b>	(5) Gelir Getiren Su Miktarı
	<b>5.606.952</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>5.606.952</b>
	<b>(51,21 %)</b>	<b>(51,21 %)</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>
		(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım	<b>(51,21 %)</b>
	(10) İzinli Tüketim	<b>0</b>	
	<b>5.877.508</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>(53,68 %)</b>		
		(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım	
	(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi	<b>252.916</b>	
	<b>270.556</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>(2,47 %)</b>	<b>(2,3 %)</b>	
		(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım	
		<b>17.640</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
		<b>( 0,17%)</b>	
		(12) İzinsiz Tüketim	
		<b>2.040</b>	
		<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
		<b>(0,018 %)</b>	
		(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	
	(14) İdari Kayıplar	<b>1.778.000</b>	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı
	<b>1.780.040</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	<b>5.340.184</b>
	<b>(16,26 %)</b>	<b>(16,24 %)</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>
			<b>(48,79 %)</b>
	(11) Su Kayıpları		
	<b>5.069.628</b>		
	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>		
	<b>(46,32 %)</b>		
		(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar	
	(15) Fiziki Kayıplar	<b>2.311.588</b>	
	<b>3.289.588</b>	<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>	
	<b>(30,06%)</b>	<b>(21,12 %)</b>	
		(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	
		<b>978.000</b>	
		<b>( 8,94%) m<sup>3</sup>/yıl</b>	
(1) Sisteme Giren Su Miktarı			
<b>10.947.136</b>			
<b>m<sup>3</sup>/yıl</b>			
<b>(100%)</b>			

**Tablo 4.25. 2017 Yılı Su Dengesi Envanteri**

	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi <b>5.920.692</b> m <sup>3</sup> /yıl (55,61 %)	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım <b>5.920.692</b> m <sup>3</sup> /yıl (55,61 %)	(5) Gelir Getiren Su Miktarı <b>5.920.692</b> m <sup>3</sup> /yıl (55,61 %)
(10) İzinli Tüketim <b>6.191.248</b> m <sup>3</sup> /yıl (58,16 %)	(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi <b>270.556</b> m <sup>3</sup> /yıl (2,54 %)	(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım <b>0</b> m <sup>3</sup> /yıl	
	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım <b>252.916</b> m <sup>3</sup> /yıl (2,29 %)	(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım <b>17.640</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,16 %)	
Sisteme Giren Su Miktarı <b>10.645.854</b> m <sup>3</sup> /yıl (100%)	(14) İdari Kayıplar <b>1.780.040</b> m <sup>3</sup> /yıl (16,72 %)	(12) İzinsiz Tüketim <b>2.040</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,02 %)	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı <b>4.725.162</b> m <sup>3</sup> /yıl (44,38 %)
(11) Su Kayıpları <b>4.454.606</b> m <sup>3</sup> /yıl (41,84 %)	(15) Fiziki Kayıplar <b>2.674.566</b> m <sup>3</sup> /yıl (25,12%)	(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları <b>1.778.000</b> m <sup>3</sup> /yıl (16,70 %)	
	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar <b>1.696.566</b> m <sup>3</sup> /yıl (15,93 %)	(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar <b>978.000</b> (9,19 %) m <sup>3</sup> /yıl	



**Tablo 4.26. 2018 Yılı Su Dengesi Envanteri**

	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi <b>6.098.669</b> m <sup>3</sup> /yıl (62,60 %)	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım <b>6.098.669</b> m <sup>3</sup> /yıl (62,60 %)	(5) Gelir Getiren Su Miktarı <b>6.098.669</b> m <sup>3</sup> /yıl (62,60 %)
(10) İzinli Tüketim <b>6.490.538</b> m <sup>3</sup> /yıl (66,63 %)	(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım <b>0</b> m <sup>3</sup> /yıl	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım <b>373.249</b> m <sup>3</sup> /yıl (3,84 %)	
(1) Sisteme Giren Su Miktarı <b>9.740.329</b> m <sup>3</sup> /yıl (100%)	(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi <b>391.869</b> m <sup>3</sup> /yıl (4,03 %)	(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım <b>18.620</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,19%)	
	(12) İzinsiz Tüketim <b>2.040</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,05 %)	(11) Su Kayıpları <b>3.249.791</b> m <sup>3</sup> /yıl (33,37 %)	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı <b>3.641.660</b> m <sup>3</sup> /yıl (37,40 %)
	(14) İdari Kayıplar <b>1.734.429</b> m <sup>3</sup> /yıl (17,80 %)	(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları <b>1.730.349</b> m <sup>3</sup> /yıl (17,75 %)	
	(15) Fiziki Kayıplar <b>1.515.362</b> m <sup>3</sup> /yıl (15,57%)	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar <b>295.362</b> m <sup>3</sup> /yıl (3,04%)	
		(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar <b>1.220.000</b> m <sup>3</sup> /yıl (12,53 %)	

**Tablo 4.27.2019 Yılı Su Dengesi Envanteri**

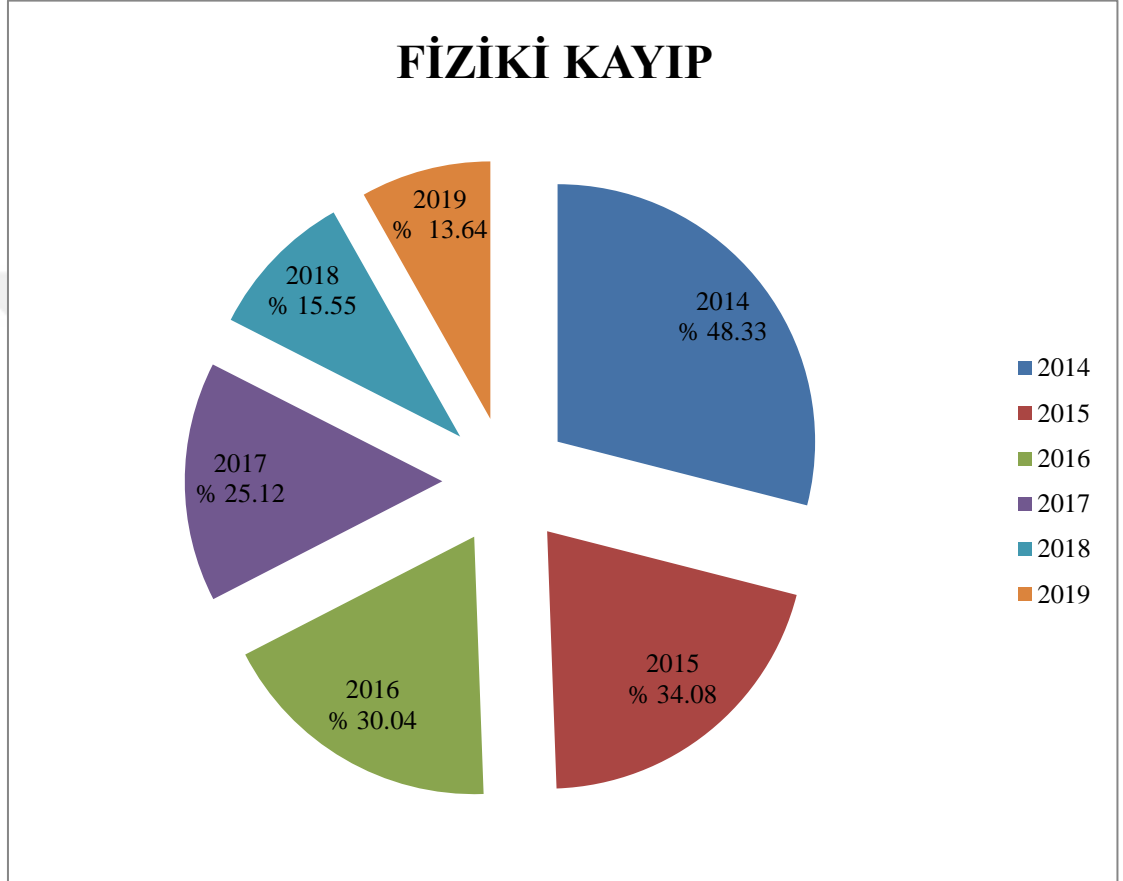
	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi <b>5,778.502</b> m <sup>3</sup> /yıl (63,47 %)	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım <b>5,778.502</b> m <sup>3</sup> /yıl (63,47 %)	(5) Gelir Getiren Su Miktarı <b>5,778,502</b> m <sup>3</sup> /yıl (63,47 %)
	(10) İzinli Tüketim <b>6,178.354</b> m <sup>3</sup> /yıl (67,87 %)	(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım <b>0</b> m <sup>3</sup> /yıl	
(1)	(9) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi <b>399,852</b> m <sup>3</sup> /yıl (4,4 %)	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım <b>373.249</b> m <sup>3</sup> /yıl (4,10 %)	
		(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım <b>26,603</b> m <sup>3</sup> /yıl (0,30%)	
Sisteme Giren Su Miktarı		(12) İzinsiz Tüketim <b>4,080</b> m <sup>3</sup> /yıl	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı
<b>9,102.670</b> m <sup>3</sup> /yıl (100%)	(14) İdari Kayıplar <b>1,683.440</b> m <sup>3</sup> /yıl (18,49%)	(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları <b>1,679.360</b> m <sup>3</sup> /yıl (18,45 %)	<b>3,324.168</b> m <sup>3</sup> /yıl (36,53 %)
	(11) Su Kayıpları <b>2,924.316</b> m <sup>3</sup> /yıl (32,13 %)	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar <b>753.871</b> m <sup>3</sup> /yıl (8,28 %)	
	(15) Fiziki Kayıplar <b>1,240.876</b> m <sup>3</sup> /yıl (13,64%)	(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar <b>487.005</b> m <sup>3</sup> /yıl (5,36 %)	

**Tablo 4.28.2014-2017/2018-2019 Özet Tablosu**

Yıl/ Miktarlar	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Birim
Sisteme Giren Su Miktarı	11.037.600	10.986.430	10.947.136	10.645.854	9.740.329	9.102.670	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	3.652.458	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6.098.669	5.778.502	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım	0	0	0	0	0	0	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi	3.652.458	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6.098.669	5.778.502	m <sup>3</sup> /yıl
Gelir Getiren Su Miktarı	3.652.458	5.410.937	5.606.952	5.920.692	6.098.669	5.778.502	m <sup>3</sup> /yıl
Gelir Getirmeyen Su Miktarı	7.385.142	5.575.493	5.340.194	4.725.162	3.641.660	3.324.168	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım	252.916	252.916	252.916	252.916	373.249	373.249	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım	17.640	17.640	17.640	17.640	18.620	26,603	m <sup>3</sup> /yıl
Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi	270.556	270.556	270.556	270.556	391.869	399,852	m <sup>3</sup> /yıl
İzinli Tüketim	3.923.014	5.681.493	5.877.508	6.191.248	6.490.538	6.178.354	m <sup>3</sup> /yıl
Su Kayıpları	7.114.586	5.304.937	5.069.628	4.454.606	3.249.791	2.924.316	m <sup>3</sup> /yıl
İzinsiz Tüketim	2.040	2.040	2.040	2.040	4.080	4.080	m <sup>3</sup> /yıl
Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	1.778.000	1.778.000	1.778.000	1.778.000	1.730.349	1.679.360	m <sup>3</sup> /yıl
İdari Kayıplar	1.780.040	1.780.040	1.780.040	1.780.040	1.734.429	1.683.440	m <sup>3</sup> /yıl
Fiziki Kayıplar	5.334.546	3.524.897	3.289.588	2.674.566	1.515.362	1.240.876	m <sup>3</sup> /yıl
Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	978.000	978.000	978.000	978.000	1.220.000	487.005	m <sup>3</sup> /yıl
Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıplar	4.356.546	4.356.546	4.356.546	4.356.546	753.870	753.871	m <sup>3</sup> /yıl

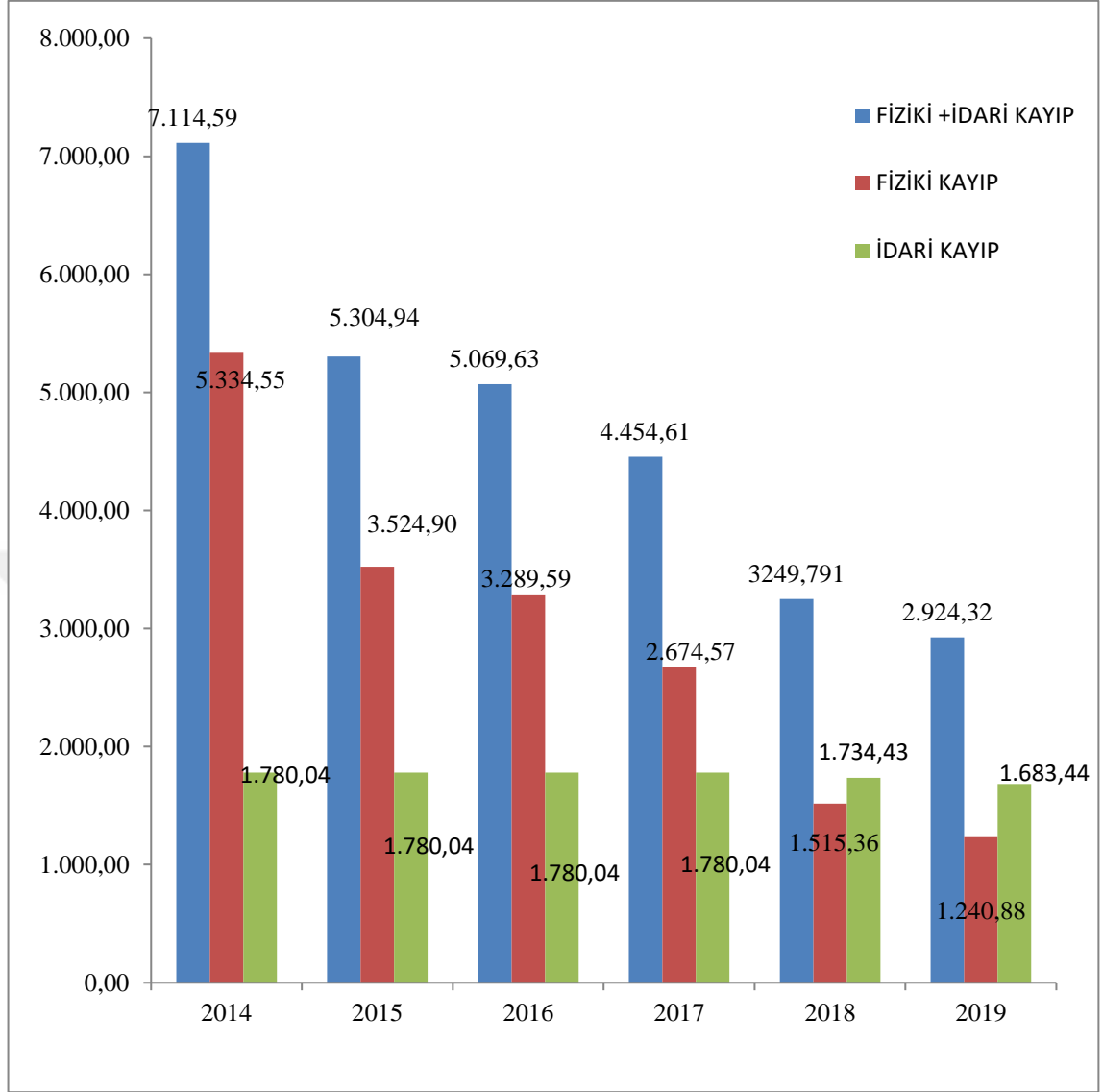
#### 4.19. 2014-2019 Yılları Arası Fiziki Kayıp Yüzdesi ve Miktarları

2014-2019 yılları arasında fiziki kayıp yüzdesi ve miktarı şekil 4.2 ve şekil 4.3'te özet olarak grafik halinde tekrar verilerek gösterilmiştir.



Şekil 4.2. 2014-2019 Yılları Fiziki Su Kayıp Yüzdesi

Fiziki kayıp yüzdesi şekil 4.2' de görüldüğü gibi 2014'ten % 48,33 2015 'de % 34,08 2016 'da % 30,04 2017 'de % 25,12 2018 'de % 15,55 2019 'da ise % 13,64 olarak azalmıştır.



**Şekil 4.3.**2014-2019 Yılları Fiziki ve İdari Su Kayıp Miktarları

Fiziki su kayıp miktarlarına bakıldığında 2014'den 2019 yılına doğru giderek azalmıştır.İdari kayıp miktarlarına bakıldığında ise 2014'ten 2017 'ye kadar olan sürede aynı kalmış 2018'den sonra ise azalmıştır.

## 5. SONUÇ

Yapılan çalışmanın sonucuna toplamda su kayıplarının 2014'de %64, 2015'de %48,2016'da %46,2017'de%42, 2018'de%33,2019'da %32 seviyelerinde olduğu hesaplanmıştır. Fiziki su kayıplarının oranı ise 2014 de %48,2015'te %32 ,2016'da %30, 2017'de%25, 2018'de ise %16,2019'da %14 oranında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Su kayıplarının ve fiziki kayıpların giderek azaldığı görülmüştür.2014-2017 seneleri arasında Erzincan ilinde 2015 yılında scada sistemi ve alt yapı çalışma işlemine başlanarak 2018 mart ayında tam olarak sisteme entegrasyonu sağlanmıştır. Sonuçlardan da görüldüğü üzere 2015 şubat ayı itibari ile scada sistemi için alt yapının yenilenmesi ile birlikte fiziki ve idari kayıplarda azalmalar görülmüştür. İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki borularda, boru bağlantılarında, depolar ve meydana gelen sızıntı şeklindeki su kaçaklarının tespiti daha kontrollü yapılarak kayıplarının önüne geçilmiştir.

Erzincan ili içerisinde 38 adet ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Özellikle depo girişlerinde ve çıkışlarında, ana boru hattı üzerinde ölçüm istasyonları kurulmuş, her 5 dakikada 1 kere veri alımı gerçekleştirilmiştir. İçme suyu bu şekilde kontrollü bir şekilde izlendiği için isale hattı üzerinde herhangi bir kacak olması durumunda erken müdahale edilerek kaybın önüne geçilmiştir.

Yapılan çalışma kapsamında scada sisteminin daha doğru verilere ulaşmak adına yeterli olduğu, gerçek su kayıplarını elde etmenin ise daha bilimsel sonuçlara dayandırıldığı görülmektedir.

Scada sayesinde içme-kullanma suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıplarının önüne geçilerek israf edilen su önlenmiş, bu şekilde mevcuttaki su kaynaklarının korunması sağlanmıştır.

Sonuçlara bakıldığı zaman sisteme giren su miktarının suyun 2014 de 11.037.600 m<sup>3</sup>/yıl, 2015'de 10.986.430 m<sup>3</sup>/yıl, 2016'da 10.947.136 m<sup>3</sup>/yıl 2017'de 10.645.854 m<sup>3</sup>/yıl, 2018'de 9.740.329 m<sup>3</sup>/yıl,2019'da9.102.670 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. 2014'ten 2019'a kadar sisteme verilen su giderek azalmıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri suyun isale hattı boyunca scada sayesinde isale hattının kontrol altına alınarak oluşan kayıp ve kaçığın azaltılmasıdır. 2018ve 2019 yıllarındascada sayesinde Erzincan içme

suyu hattının genel durumu verimlilik ve sisteme giren su miktarı hakkında gerçek veri ve bilgilere ulaşılmıştır.

Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanımın 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede daha fazla çıktığı görülmüştür. Bunun en önemli nedeni ise scada sisteminin entegrasyonu ile birlikte abonelerin kayıtlarının yenilenmesi ve kontrol edilmesidir.

Gelir Getiren Su Miktarına bakıldığında 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede 2.126.044 m<sup>3</sup>/yıl oranında artış olduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedenlerinden biri abone takiplerinin daha rahat yapılması ve faturalandırma sayesinde tüketimin karşılığının alınmasıdır. Fiziki kayıplar azaltılarak kayıp olan suyun önüne geçilmiş ve kayıp olan bu su ise gelir getiren su haline dönüştürülmüştür.

Yapılan çalışma kapsamında 2014 senesinde elde edilen verilere bakıldığında su kayıplarının 7.114.586 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir. Bu da yüzdelik olarak %64'e denk gelmektedir. Fiziki kayıpların miktarı ise 5.334.546 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Su kayıpları ile fiziki su kayıplarının arasındaki fark 1.780.040 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Yani okunan değer ile gerçek değer arasındaki doğruluk oranı %43'tür. 2019 senesinde scada sistemi üzerinden elde edilen bilgilere göre ise su kayıplarının miktarı 2.924.316 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Yüzdesi ise %32 olarak hesaplanmıştır. Fiziki kayıplara bakıldığı zaman ise 1.240.876 m<sup>3</sup>/yıl değere ve %14 oranına denk geldiği görülmektedir. Aradaki farkın ise 1.683.440 m<sup>3</sup>/yıl olduğu görülmektedir.

Gelir Getirmeyen Su Miktarının 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede 4.060.974 m<sup>3</sup>/yıl düşüş göstermesi, daha sistematik bir şebeke ağı oluşturulduğunun ve daha kontrollü sistemin olunduğunun bir göstergesidir.

Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketiminin 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede arttığı görülmektedir. Bunun nedeni ise cami gibi ibadethanelerin 2014'teki sayısı 76 iken 2018 senesindeki camilerin sayısı 88'e yükselmiştir. Bu verilen daha sağlıklı bir şekilde incelenip kayıt altında olabilmesi için bütün ibadethanelerde, park ve bahçelerde, itfaiye, hayrat ve belediye vidanjörlerin doldurulduğu alanlarda belediye tarafından sayaç konulmalı ve bu sayaçlar 2'er aylık periyotlar halinde okuması yapılarak belediye tarafından kayıt altına alınmalıdır.

İzinli Tüketiminin 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede yaklaşık iki kat arttığı, yani kaçak su kullanımlarının scada sistemi ile birlikte % 50 oranında önlendiği görülmektedir.

Su Kayıplarının 2014'ten 2019'a kadar geçen sürede 4.190.270 m<sup>3</sup>/yıl azaldığı görülmektedir. Su kayıplarının azalmasındaki en önemli unsurlardan biri abonelerin kayıt altına alınması ve izinsiz kullanımların % 50 oranında önlenmiş olması ve içme suyunun kuyulardan başlayıp isale hattı boyunca tüketiciye ulaşıncaya kadar takip edilerek kaçak olması halinde anında müdahale edilerek kayıp miktarının aza indirilmesindedir. Tablo 5.1.'de sayaçlardaki ölçüm hataları ve sisteme giren su miktarı verilmiştir.

**Tablo5.1.SayaçlardakiÖlçüm Hataları Ve Sisteme Giren Su Miktarı**

Yıl/ Miktarlar	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sayaçlardaki Ölçüm Hataları(m <sup>3</sup> /yıl)	1.778.00	1.778.00	1.778.00	1.778.00	1.730.35	1.679.360
Sisteme Giren Su Miktarı (m <sup>3</sup> /yıl)	11.037.60	10.986.43	10.947.14	10.645.85	9.740.33	9.102.670
Yüzdeler (%)	16,11	16,18	16,24	16,70	17,76	18,45

Sayaç okuma hatalarının bu kadar çok çıkmasının sebebi kullanılan sayaçların tam ve hassas ölçüm yapmamasındandır. Sayaçlar zamanla içerisine kaçan kum vb. nedenlerden dolayı arızalandığından tam ve doğru okuma yapamaz. Binalarda kullanılan 10 yıl ve üzeri olan sayaçlar belirlenmeli ve bu sayaçlar değiştirilmeli ya da kullanılan sayaçlar elektronik akıllı sayaçlarla değiştirilmelidir.

Gerçek kayıplara bakıldığında 2014'ten 2019'a kadar geçen süre içerisinde 4.190.270m<sup>3</sup>/yıl azaldığı görülmektedir. Yani hem elde edilen veriler hem de gerçek kayıpların SCADA sisteminin kullanımından sonra azaldığı görülmektedir.

Bu da Erzincan ilinde scada sisteminin verimli bir sonuç elde ettiğini gösteren bir durumdur.

## **KAYNAKLAR**



- Aküzüm, T., Çakmak, B., ve Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 3(1), 67-74.
- An evaluation of the water distribution system for system losses in Sarina Shire Council, Australia. (2001).
- Awwa. “1987 Leaks In Water Distribution Systems”, [Www.Awwa.Org](http://www.Awwa.Org). Erişim Tarihi: 04.05.2020
- Awwa. “2007 American Water Works Association”, [Www.Awwa.Org](http://www.Awwa.Org). Erişim Tarihi: 12.05.2020
- Beecher, J. A. (2002). “Survey of State Agency Water Loss Reporting Practices”. **Final Report to AWWA**.
- Bektaş, H. O. (2010). “Developing a methodology for finding network water losses using information Technologies”, **Information Technologies Department**, Master's thesis.
- Boyer, S. A. (1999). “SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition”, 2nd Edition, **Instrument Society of Amerika**.
- Brown, K. (2007). “Modeling leakage in water distribution systems”. **Civil and Environmental Engineering Department**, master thesis.
- Can, N. (2014). “İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıplarının Belirlenmesi ve Kontrolü: İstanbul İli Örneği”. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, **Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Demir, A. (2001). “Konya içme suyu şebekesinde su kayıplarının belirlenmesi”. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, **Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “Toprak Ve Su Kaynakları” <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>, Erişim Tarihi 01.03.2020
- Dikmen, F. (2005). “İstanbul İçme Suyu Dağıtım Sisteminde Su Kayıpları Kontrolü”. Yüksek lisans tezi, **Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü**, Kocaeli, s. 150
- Farley M. and Trow S. (1999). “Leakage control in southern Europe”, **Published by IWA Publishin**, Italy.
- Farley, M., Water, S., Supply, W., Council, S. C., and World Health Organization. (2001). *Leakage management and control: a best practice training manual* (No. WHO/SDE/WSH/01.1). **World Health Organization**.
- Gaushell, D. J., and Block, W. R. (1993). SCADA communication techniques and standards. *IEEE computer applications in power*, 6(3), 45-50.

- Gül, N. (2007). “Elazığ İli İçme Suyu Problemleri Ve Çözüm Önerileri/Elazığ City DrikingWater Problems And Solve Suggestions”, Fırat Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Gülaydın, O. (2017). “İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinde Ekonomik Su Kayıpları Seviyesinin Belirlenmesi: Antalya Kaleiçi Örneği”. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- Hardeman, S. (2008). “A cost-benefit analysis of leak detection and the potential of real water savings for New Mexico water systems”, *UNM Dijital Repository, Technical Report*, University of Mexico,
- <https://www.csb.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 02.03.2020. İzmir Su Ve Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü. “Coğrafi Bilgi Sistemi”
- <https://www.izsu.gov.tr/YuklenenDosyalar/Dokumanlar/2013faaliyet.pdf> Erişim Tarihi: 02.03.2020, İzmir Su Ve Kanalizasyon Dairesi Genel Müdürlüğü, “faaliyet raporları”
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM>, Erişim Tarihi: 02.03.2020. Tarım orman ve su işleri bakanlığı, “ulusal su planı”
- Hunaidi, O. (2010). “Leakage Management for Water Distribution Infrastructure—Report 1: Results of DMA Experiments in Regina, SK”. *Canada National Research Council*.
- IWA. “2001 International Water Association”, <https://iwa-network.org/> Erişim Tarihi: 20.04.2020
- IWA. “2007 International Water Association”, <https://iwa-network.org/> Erişim Tarihi: 28.04.2020
- İbrahim, M. H. (2010). “SCADA sistemi kullanarak petrol depolama ve dağıtım hatlarının kontrolü ve otomasyonu”. (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- İlbank. “2013 Faaliyet raporu”, <https://www.ilbank.gov.tr/storage/uploads/reports/fr-2013.pdf> Erişim Tarihi: 25.05.2020
- Kabakçı, A., & Karadoğan, H. (2002). “İzmir İçme Suyu Sistemi Kaçak Azaltma Pilot Çalışması”, *6. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.
- Kanakoudis, V., and Muhammetoglu, H. (2014). Urban Water Pipe Networks Management Towards Non-Revenue Water Reduction: Two Case Studies from Greece and Turkey. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 42(7), 880-892.
- Kara, S. (2011). “İçme suyu Dağıtım Şebekelerinde Basınç Yönetimi ve Hidrolik Modellemenin Entegre Edilerek Su Kayıplarının İncelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.

- Karaca, Z. (2009). “İçme Suyu Şebeke Sistemlerinde Su Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti”. Yıldız Teknik Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Karadirek, I. E., Kara, S., Yilmaz, G., Muhammetoglu, A., and Muhammetoglu, H. (2012). Implementation of hydraulic modelling for water-loss reduction through pressure management. *Water Resources Management*, 26(9), 2555-2568.
- Karakuş, C. B., Yıldız, S., ve Cerit, O. (2010). “Sivas Kent İçme Suyu Şebekesindeki Su Kayıpları ve Kayıp Oranını Azaltma Çalışmaları”. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 25(1), 1-10.
- Leakage control and non-revenue water analysis-water works coporation, Malta. (1999).
- Lee, E. J., and Schwab, K. J. (2005). “Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries”. *Journal of water and health*, 3(2), 109-127.
- Liemberger, R., and Farley, M. (2004, September). “Developing a nonrevenue water reduction strategy Part 1: Investigating and assessing waterlosses”. *In Paperto IWA Congress*.
- McKenzie, R. S., Lambert, A. O., Kock, J. E., and Mtshweni, W. (2002). “Benchmarking of LeakageforWater Suppliers in South Africa”. *Pretoria: South African Water Research Commission*.
- Morrison, J. (2004). “Managing leakage by District Metered Areas: a practical approach”. *Water 21*, 44-46.
- Moser, A. P., (2001). “BuriedPipe Design”, *McGrawHill*, New York.
- Muhammetoğlu, H., Demirel, I., Ozden, T., Palanci, I., Muhammetoglu, A., Karadirek, I. E., ... and Soyupak, S. (2011). “Monitoring of drinking water distribution system by SCADA in Antalya City, Turkey. IN: Shaw, R.J. (ed). The future of water, sanitation and hygiene in low-incomecountries - Innovation, adaptation and engagement in a changing World”,*Proceedings of the 35th WEDC International Conference, Loughborough, UK*, 6-8 July.
- Muslu, Y. (2008). “Çözümlü problemlerle su temini ve çevre sağlığı”.*Su Vakfı yayınları*, 1. Baskı, İstanbul.
- Özcan, F. (1982). “Hidrolik Akışkan Gücü”, *Mert Eğitim Yayınları*, İstanbul.
- Pala A. ve Latifoğlu A. (1998). “İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıpları: Kayseri İli Örneği”, V. *Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, Ankara.
- Pala, B. (2002). “İçme suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıplarının Belirlenmesi ve Kontrolü: Kayseri İli Örneği”. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

- Resmi Gazete, 16.07.2015. İçme Suyu Temin Ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği
- Samsunlu, A. (2011). “Atık suların arıtılması”. *Birsen Yayınevi*, İstanbul.
- Studzinski, J. (2013). “IT system for computer aided management of communal water networks by means of GIS, SCADA, mathematical models and optimization algorithms”. *Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability, ETH Zurich, February 14-16*.
- Thornton, J., Sturm, R., and Kunkel, G. (2008). “Water loss control”. *McGrawHill*, New York.
- Toprak, S., Koç, A. C., Bacanlı, Ü. G., Dikbaş, F., Fırat, M., & Dizdar, A. (2007). “İçme Suyu Dağıtım Sistemlerindeki Kayıplar”, *III. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir.
- Uçaner, M. E. ve Özdemir O. (2012). “Su kayıp kaçaklarının tespitine yönelik CBS destekli su şebekesi hidrolik model oluşturulması”, *Kentsel Altyapı Sempozyumu*, Ankara.
- Vítkovský, J. P., Simpson, A. R., and Lambert, M. F. (2000). “Leak detection and calibration using transients and genetic algorithms”. *Journal of water resources planning and management*, 126(4), 262-265.
- Yılmaz, G. (2011). “Antalya-Konyaaltı Su Dağıtım Şebekesi Alt Bölgelerinde Toplam Su Kayıplarının Bileşenlerinin Değerlendirilmesi”. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** :Oğuz BULUT  
**Doğum Tarihi ve Yeri** :07.05.1981, Erzincan  
**Yabancı Dili** :İngilizce  
**E-posta** : [oguzbulut25@gmail.com](mailto:oguzbulut25@gmail.com)

### ÖĞRENİM DURUMU

<b>Derece</b>	<b>Alan</b>	<b>Okul/Üniversite</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Bayburt Üniversitesi	2017
Lisans	Yapı Öğretmenliği	Fırat Üniversitesi	2005
Lise	Elektronik	Faith Teknik Endüstri Meslek Lisesi	1998