



**İDARİ VE FİZİKİ SU KAYIPLARININ YÖNETİMİNDE HIZLI VE ETKİLİ YÖNTEMLER:  
ANTALYA ÖRNEĞİ**

***FAST AND EFFECTIVE METHODS IN MANAGEMENT OF APPARENT AND PHYSICAL  
WATER LOSSES: CASE STUDY OF ANTALYA***

Tuğba AKDENİZ\*<sup>1</sup>

1 SCADA Şube Müdürlüğü, ASAT Genel Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

**ABSTRACT**

The adverse effects of global warming exert significant pressure on water resources, prompting a global focus on the effective management of water losses in drinking water networks. In our country, legislation enacted in 2014 outlined the fundamental measures that water institutions and municipalities must undertake to address water losses, along with specific targets to be achieved. However, despite the clarity of these mandates, water administrations face various challenges in implementing high-tech and costly solutions, particularly under the dual pressures of population growth and climate change, as well as constraints in financial resources. This study offers examples and recommendations for relatively low-cost but effective strategies to reduce water losses in drinking water networks and minimize the amount of non-revenue water. It also presents an overview of the initiatives undertaken by the General Directorate of ASAT in the context of Integrated Drinking Water Management. Specifically, this study highlights practical applications such as adhering to optimal water meter replacement schedules, conducting regular active physical leak detection, and maintaining drinking water networks at optimal pressure levels. These approaches are presented as more economical alternatives for water administrations, particularly in comparison to high-cost interventions such as the replacement of drinking water network pipes.

**Keywords:** Climate Change, Integrated Water Management, Non-Revenue Water, Pressure Management, Water Losses

**ÖZET**

Küresel ısınmanın olumsuz etkileri su kaynakları üzerinde olumsuz bir baskı yaratmakta ve tüm dünyada içme suyu şebekelerinde su kayıplarının etkin bir şekilde yönetilmesi çalışmalarına ağırlık verilmektedir. Ülkemizde 2014 yılında yayımlanan mevzuat ile su kuruluşları ve belediyelerin su kayıpları konusunda gerçekleştirmesi gereken temel çalışmalar ile ulaşılabilecek hedefler ortaya konmuştur. Ancak mevzuat gereği gerçekleştirilmesi gereken çalışmalar ve hedefler ortaya konmuş olsa da nüfus artışı ve iklim değişikliği baskısı altında yüksek teknoloji ve maliyetli yaklaşımların uygulanması ve yeterli finansal kaynağın ayrılması konusunda su idareleri çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada içme suyu şebekelerinde oluşan su kayıpları ile gelir getirmeyen su miktarının düşürülmesi amacıyla, nispeten düşük maliyetli ancak etkili yaklaşımlara ilişkin örnekler ve öneriler sunulmaktadır. Ayrıca, ASAT Genel Müdürlüğü tarafından Entegre İçme Suyu Yönetimi konusunda gerçekleştirilen çalışmaların temelleri ortaya konmaktadır. Bu çalışmada, Su İdareleri açısından özellikle içme suyu şebekesi boru yenileme vb. yüksek maliyetli çalışmalara kıyasla nispeten daha ekonomik bir seçenek olan optimum sayaç değişim sürelerine uyulması, düzenli aktif fiziki kaçak arama ve içme suyu şebekelerinin optimum basınçta işletilmesi konularında örnek uygulamalar sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Basınç Yönetimi, Entegre Su Yönetimi, Gelir Getirmeyen Su, İklim Değişikliği, Su Kayıpları

\*Corresponding Author (Sorumlu Yazar), e-mail: tugba\_ozden@yahoo.com

Submission Date Başvuru Tarihi	Revision Date Revizyon Tarihi	Accepted Date Kabul Tarihi	Published Date Yayın Tarihi
21.11.2024	05.12.2024	30.12.2024	31.12.2024

## 1. GİRİŞ

İklim değişikliği ve nüfus artışı, içme suyu kaynakları üzerinde bir baskı yaratmaktadır. İçme suyu şebekelerinde dünya genelinde üretilen suyun %35'i, Türkiye'de ise yaklaşık olarak %50'si kaybedilmektedir [1-3]. Brezilya'da ve Bulgaristan'da su kayıpları seviyeleri %50 civarındayken Danimarka'da %10 seviyelerinde olup ülkelere göre su kayıp oranları büyük bir değişkenlik göstermektedir [4-6]. Bu nedenle; içme suyu şebekelerinde meydana gelen su kayıplarının azaltılması; sınırlı su kaynaklarının etkili, verimli ve sürdürülebilir kullanımı için önemlidir.

Uluslararası Su Birliği (IWA), içme suyu şebekelerinde su kayıplarının uluslararası ölçekte kıyaslanması, değerlendirilmesi, yönetilmesi ve azaltılması konusunda kapsamlı yaklaşım ve düzenlemeler geliştirmektedir. İçme suyu şebekesinde su kayıpları idari (İSK) ve fiziki kayıplar (FSK) olarak iki ana başlık altında incelenmektedir. Çizelge 1'de sunulan standart su dengesi tablosunda içme suyu şebekesinde oluşan su kayıplarının bileşenleri görülmektedir.

**Çizelge 1.** Standart Su Dengesi Tablosu [7]

Sisteme Giren Su Miktarı	İzinli Tüketim	Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	Gelir Getiren Su Miktarı	
		Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım		
		Su Kayıpları	İdari Kayıplar	İzinsiz Tüketim	Gelir Getirmeyen Su Miktarı
				Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	
	Fiziki Kayıplar	Fiziki Kayıplar	Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar		
			Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar		

Ülkemizde içme suyu şebekesinde oluşan su kayıpları yaklaşık olarak %50 seviyelerinde olup, idari su kayıplarının ise %20 seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir. İçme suyu şebekelerinde oluşan su kayıpları Dünya genelinde bir sorun olup farklı ülkelerdeki durumun mukayeseli değerlendirilmesi için Gelir Getirmeyen Su (GGS) kavramı yaygın olarak kullanılmaktadır. GGS miktarı; Çizelge 1'de sunulan su dengesi tablosunda belirtildiği şekilde faturalandırılmamış izinli tüketim (FİST) ve su kayıplarının toplamından oluşmaktadır [8,9]. Ancak, Ülkemizde Su İdareleri tarafından hem mevzuatta belirtilen su kayıpları hedef seviye kriterleri hem de genel alışkanlık sonucunda su kayıpları oranları ön plana çıkmaktadır.

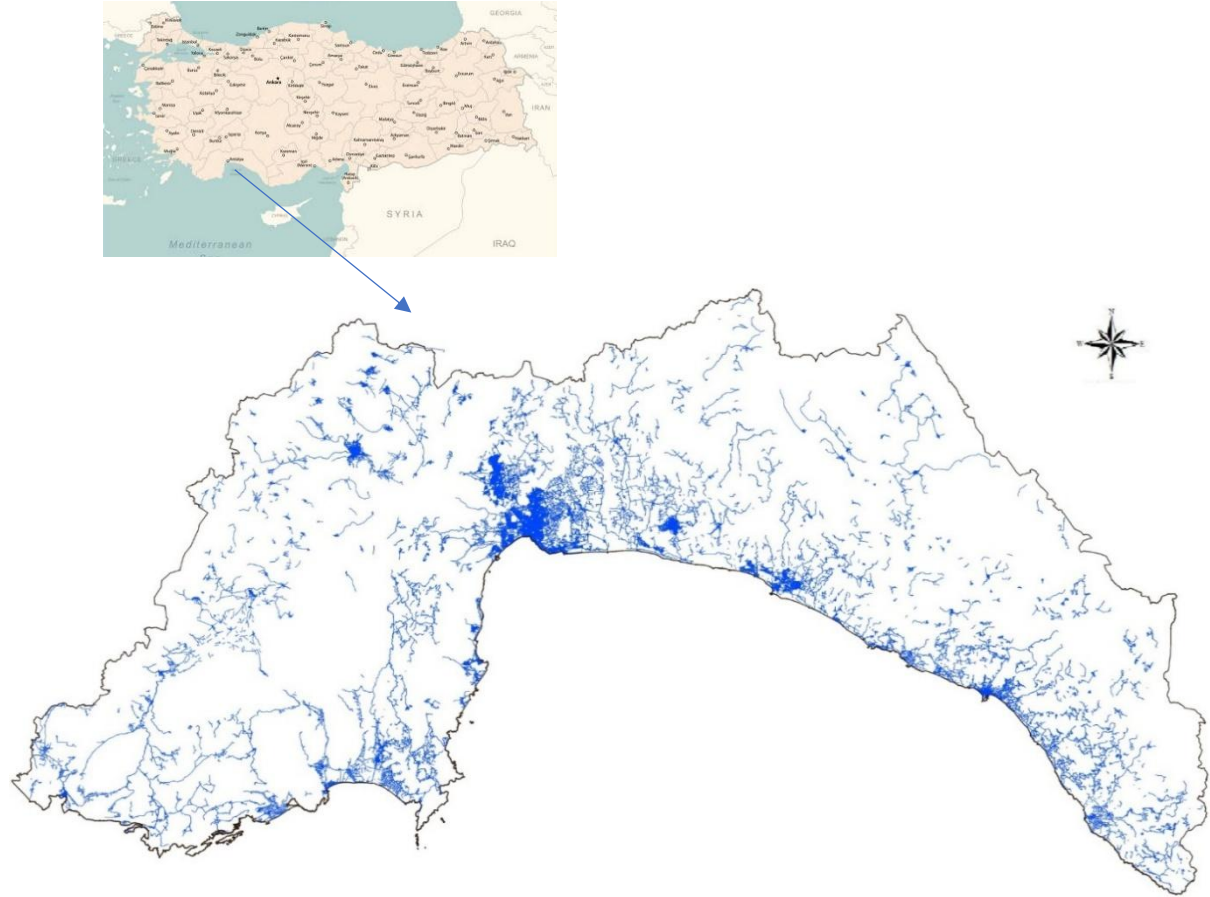
İklim değişikliği, Türkiye ve dünya genelinde birçok ülkede su kaynaklarının varlığını tehdit etmekte ve azaltmaktadır. Bu nedenle su kullanımının tüm yönlerini yönetmek için sürdürülebilir, entegre ve bütüncül bir yaklaşım gereklidir. ASAT Genel Müdürlüğü iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla kentsel su kayıpları dahil olmak üzere Gelir Getirmeyen Suyun (GGS) azaltılması ve kentsel su temin sisteminde verimlilik ve güvenilirliğin artırılması konularında kapsamlı yatırımlar gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada ise nispeten düşük maliyetli ancak etkili yöntemlere ilişkin örnek çalışma sonuçları sunulmaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOT

İçme suyu şebekelerinde gelir getirmeyen su miktarının düşürülmesi hem su kaynaklarının tasarruflu kullanımını hem de kurum gelirlerinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Fiziki su kayıplarının azaltılmasında hızlı etki sağlayan ve önemli araçlardan biri basınç optimizasyonudur. Benzer şekilde idari su kayıplarının azaltılmasında ise sayaç yaşları ve türleri kritik önem taşımakta olup sayaç değişim sürelerinin doğru bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada; içme suyu şebekelerinde gelir getirmeyen su miktarları ile su kayıplarının düşürülmesi konusunda ASAT Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen nispeten ekonomik ve hızlı etki sağlayan örnek çalışmalardan bahsedilmektedir.

### 2.1. Çalışma Bölgesi

Antalya, ülkemizin önemli turistik merkezlerinden birisidir. Antalya 2,75 milyon yerleşik nüfusa sahip olup, turizm sezonu döneminde 23,5 milyon yerli ve yabancı turisti ağırlayan önemli bir turizm şehridir. Bunun yanı sıra, 640 km'yi bulan sahil şeridinde sahip ve binek araç ulaşımı ile en doğu uçtan en batı uca ulaşımın ortalama 8 saat sürdüğü Antalya ilinin yüzölçümü 20.703 km<sup>2</sup>'dir. Ayrıca, içme suyu hizmeti deniz kotundan yayla yerleşimlerinin bulunduğu iki binli kotlara kadar ASAT Genel Müdürlüğü tarafından sağlanmaktadır. Zemin yapısı ve coğrafi koşullara bağlı olarak zor bir yapıya sahip olan Antalya ilinde içme suyu ana hat uzunluğu 18.390 km'dir. Şekil 1'de Antalya ilinin konumu ve içme suyu şebekesinin yoğunluk dağılımı görülmektedir.



Şekil 1. Antalya İlinin Lokasyonu ve İçme Suyu Şebekesi Yoğunluğu

ASAT Genel Müdürlüğü yüksek ve değişken bir nüfusa su ve atıksu hizmeti veren bir kuruluş olup vatandaşların insani ve anayasal bir hakkı olan kesintisiz temiz suya erişim imkanını sağlamak için 7 gün 24 saat hizmet vermektedir. Antalya ili içme suyunun %3'ü doğal kaynaklardan %97'si ise yeraltı sularından elde edilmektedir. Çizelge 2'de Antalya içme suyu şebekesine ait genel bilgiler sunulmaktadır.

**Çizelge 2. Antalya İçme Suyu Şebekesine Ait Genel Bilgiler**

<b>Yerleşik Nüfus (kişi)</b>	2.750.000
<b>Turizm (kişi)</b>	23.500.000
<b>Abone Sayısı (adet)</b>	1.515.390
<b>Toplam İçme Suyu Ana Hattı (km)</b>	18.390
<b>Mahalle Sayısı (adet)</b>	913
<b>2023 Yılı Antalya İli Üretilen Su (m<sup>3</sup>/yıl)</b>	354.819.426
<b>Antalya Merkez Depo Sayısı (adet)</b>	146
<b>Antalya Merkez Kuyu Sayısı (adet)</b>	268

## 2.2. Basınç Optimizasyonu

İçme suyu şebekelerinin işletme basıncının yüksek olması durumunda bağlantı noktalarından sızıntılar ve boru arızalarında oluşan fiziki su kayıp miktarları yükselmektedir. İçme suyu şebekelerinde İller Bankası mevzuatına göre nüfusu 50.000'e kadar olan yerlerde minimum şebeke basıncının 2 bar, daha büyük nüfuslarda 3 bar olması yeterlidir [10]. Ancak, özellikle yüksek katlı ve hidrofor bulunmayan binalarda vatandaşlar su kuruluşlarından bina girişlerinde daha yüksek basınç bulunmasını talep etmektedir. Buna ek olarak, zemin kotlarını ve basınç bölgelerini göz önüne almadan oluşturulan projelerde işletme basınçları yüksek olabilmektedir. Bu durum, sızıntı ve arıza noktalarından kaybedilen su miktarının yüksek olmasına neden olmakta ve şebekede oluşan fiziki su kayıpları miktarını yükseltmektedir.

## 2.3. Aktif ve Pasif Fiziki Kaçak Arama Faaliyetleri

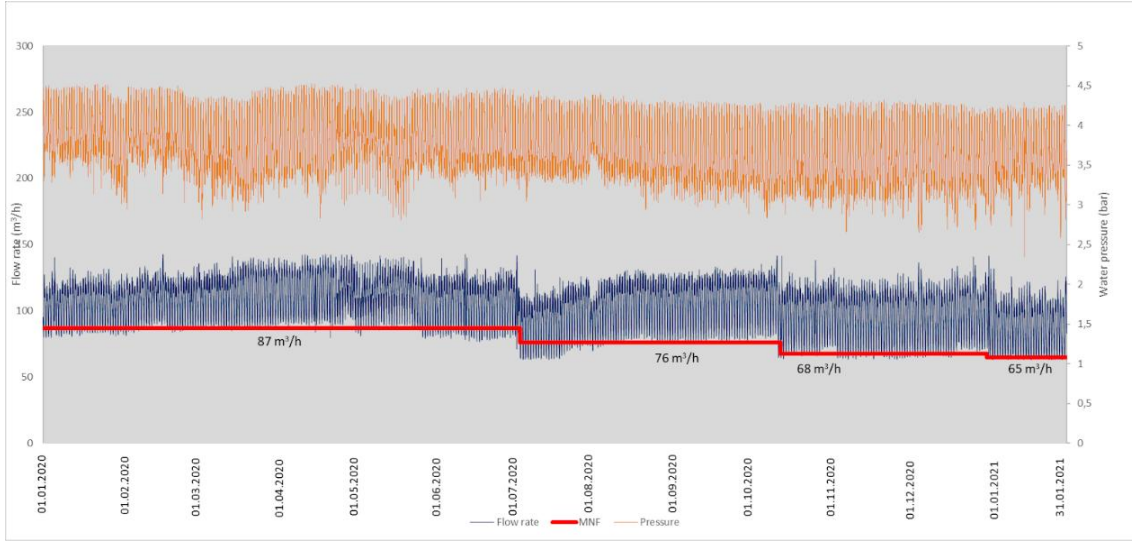
İçme suyu şebekelerindeki fiziki kayıpların tespiti, aktif ve pasif kaçak tespit yöntemleri uygulanarak gerçekleştirilebilir. Pasif (reaktif) kaçak kontrolü, vatandaşlar tarafından bildirilen ve/veya yüzeye görülen arızaların onarılmasına dayanır. Aktif kaçak kontrolü, su kuruluşları tarafından yüzeye çıkmayan fiziki su kayıplarını tespit etmek ve onarmak için yürütülen çalışmaları içerir [11-13]. Aktif kaçak kontrolü, genellikle bildirilmeyen ve arka plan kaçakları dahil olmak üzere fiziki su kayıplarının tespitine dayanır. Aktif kaçak kontrolü, onarım için gereken süreyi azaltmaya yardımcı olur ve gerçek kayıpları kontrol etmek için yararlı araçtır. Antalya ili gibi zemin yapısı nedeniyle boru arızalarının yüzeyden tespit edilemediği karstik bölgelerde kritik öneme sahiptir.

## 2.3. Abone Sayacı Yenileme Çalışmaları

İçme suyu şebekelerinde idari su kayıpları sayaç ölçüm hataları, veri işleme hataları ve izinsiz tüketimden kaynaklanmak olup önemli bileşenlerinden biri abone sayaçlarının hassasiyetleridir [14-15]. Sayaç hassasiyetlerini ve optimum sayaç değişim periyotlarının belirlenmesi konusunda pek çok araştırmacı tarafından çalışmalar gerçekleştirilmektedir [2, 9, 10, 11, 12]. Su sayaçlarındaki ölçüm hataları sayaçların hatalı montajının yanı sıra temel olarak sayaç tip ve çapı, ölçüm sınıflandırılması ve sayaç yaşına bağlı olarak oluşur [16-17]. Antalya içme suyu şebekesinde ağırlıklı olarak 7 yaş üzeri sayaçların bulunduğu 4260 aboneden oluşan bir alt bölgede tüm abone sayaçları çok hüzmeli ıslak tip abone sayaçları ile değiştirilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

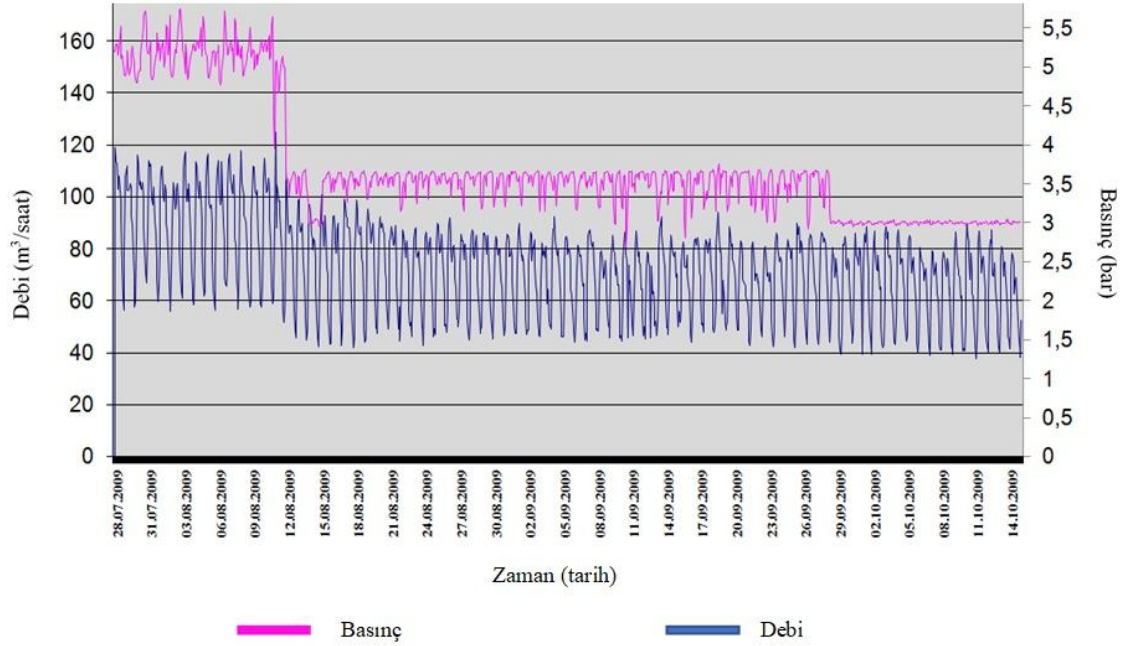
Bu çalışma kapsamında yüksek su kayıplarına sahip olduğu düşünülen sayaç ve boru yaşlarının yüksek olduğu bir alt bölgede abone sayacı değişim ve aktif fiziki kaçak arama çalışmaları birlikte yürütülmüştür. Planlı ve düzenli aktif fiziki kaçak arama çalışmaları ile vatandaşlardan gelen şikayetler birlikte değerlendirilmiş ve bölgede toplan 63 adet arıza tamiri gerçekleştirilmiştir. Bölgede bulunan abone sayaçlarının tamamı ise yenilenmiştir. Çalışma bölgesine ait bir yıllık debi ve basınç grafiği Şekil 2'de sunulmaktadır.



Şekil 2. Çalışma Bölgesi Debi Basınç Değişim Grafği [3]

Minimum gece debisinde oluşan değişime bakıldığında başlangıçta  $87 \text{ m}^3/\text{saat}$  civarında iken aktif fiziki kaçak arama ve tamir çalışmaları ile bu değer  $76 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'e düşürüldüğü görülmektedir. Ancak, yeni arızalar sebebi ile MNF oranlarında artış gözlenmiştir. Daha sonra aktif kaçak arama çalışmaları ile entegre bir şekilde sayaç değişim çalışmaları başlatılmış olup sonuç olarak MNF değeri  $65 \text{ m}^3/\text{saat}$  seviyesine düşürülmüştür. Böylece ortalama  $22 \text{ m}^3/\text{saat}$  su tasarrufu sağlanmış olup başlangıç ve çalışma sonrası sistem giriş hacmi ve izinli tüketim değerlerine dayanılarak yapılan değerlendirmede gelir getirmeyen su seviyelerinin %53'ten %37'ye düştüğü görülmüştür. Böylece %16'lık bir gelir artışı da sağlanmıştır.

Bir başka örnek çalışmada ise sadece basınç optimizasyonu uygulanmış ve basınç değeri ortalama 5,5 bardan önce 3,5 bar daha sonra ise 3 bar değerine düşürülmüştür. Böylece minimum gece debisi  $60 \text{ m}^3/\text{sa}$  değerinden  $40 \text{ m}^3/\text{sa}$  değerine düşürülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Basınç Kırıcı Vana Montajı Öncesi ve Sonrası Debi- Basınç Değerlerindeki Değişim

#### 4. SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışmalar içme suyu şebekelerinde oluşan su kayıplarının yönetiminde birimler arası entegre çalışmaların önemini ortaya koymaktadır. Özellikle gelir getirmeyen su seviyesinin etkili bir şekilde düşürülmesi açısından Su Kuruluşlarında yaygın olarak farklı yönetim birimleri tarafından yürütülen aktif kaçak arama ve abone servisleri ile arıza servislerinin iş birliği kritik olup çalışmanın sonuçları nispeten düşük maliyetli çalışmalar ile gelir getirmeyen su seviyelerinin etkili bir şekilde düşürülebildiğini göstermektedir.

Çalışma sonuçlarına ve saha uygulamalarına dayanılarak; basınç optimizasyonu ile içme suyu şebekelerinde fiziki su kayıplarının etkili bir şekilde düşürülebildiği görülmekte olup yüksek maliyetli ve uzun süre gerektiren boru yenileme çalışmaları için gerekli hazırlıklar tamamlanıncaya kadar öncelikli olarak basınç optimizasyonu uygulamalarının gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

#### REFERANSLAR

- [1] Al-Washali T., Sharma S. & Kennedy M. 2016 Methods of assessment of water losses in water supply systems: a review. *Water Resources Management* 30(14), 4985–5001.
- [2] Arregui F. J., Gavara F. J., Soriano J. & Pastor-Jabaloyes L. 2018. Performance analysis of ageing single-jet water meters for measuring residential water consumption. *Water* 10(5), 18.
- [3] Akdeniz, T. 2022. A Case Study On Integrated Management Of Water Losses in Antalya, Turkey. *Water Practice and Technology* (2022) 17 (10): 2023–2030.
- [4] Liemberger, R. & Wyatt, A. 2018. Quantifying the global non-revenue water problem. *Water Science & Technology Water Supply*. 24(3)
- [5] Marques, L., Carvalho, R., Sa, M. & Malheiros, T. 2021. Benchmarking as a management tool to reduce non-revenue water. *Ambiente & Sociedade*. 24. 10.1590/1809.
- [6] SEWRC 2014. State Energy and Water Regulatory Commission, Bulgaria Annual Report to the European Commission.
- [7] İçme Suyu Temin Ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği 28994, 2014.
- [8] Frauendorfer, R. & Liemberger, R. 2010. The Issues and Challenges of Reducing Non-Revenue Water; Asian Development Bank: Mandaluyong, Philippines, ISBN 978-92-9092-398-5.
- [9] Lambert, A. & Hirner, W. 2000. Losses from Water Supply System: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. *The Blue Page: The IWA Information Sources on Drinking Water Issues*.
- [10] İller Bankası, 1985. Şehir ve Kasaba İçmesuyu Projelerin Hazırlanmasına Dair Yönetmelik. R.G. 22 Nisan 1985, 18733 Sayılı Nüshası
- [11] Aboelnga H., Saidan M., Al-Weshah R., Sturm M., Ribbe L. & Frechen F. B. 2018 Component analysis for optimal leakage management in Madaba, Jordan. *Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua* 67(4), 384–396.
- [12] Thornton J., Sturm R. & Kunkel G. 2008 *Water Loss Control*. McGraw-Hill Education, New York.
- [13] Shammam N. K. & Al-Dhowalia K. H. 1993 Effect of pressure on leakage rate in water distribution networks. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences* 5(2), 213–226.
- [14] Criminisi A, Fontanazza CM, Freni G, Loggia GL. 2009. Evaluation of the Apparent Losses Caused by Water Meter under Registration in Intermittent Water Supply. *Water Science and Technology* 60, 2373–2383.
- [15] Arregui, F.J., Gavara, F.J., Soriano, J., Cobacho, R. 2014. Analysis of Domestic Water Meters Field Performance. *Water Loss 2014*, March 31-April 2, Vienna.

- [16] Chastain-Howley, A. & Wallestein, D. 2007. Using an AMR System to Aid in the evaluation of Water Losses: A Small DMA Case Study, an Easy Bay Municipal Utility District, USA IWA WaterLoss 2007, Bucharest, Proceedings.
- [17] Vermersch, M., Carteado, F., Rizzo, A., Johnson, E., Arregui, F. & Lambert, A. 2016. Guidance Notes On Apparent Losses And Water Loss Reduction Planning.