



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)
URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

Şanlıurfa İli İçin İçme Suyu Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti

Determination of Water Loss and Leak in Şanlıurfa City

Yazar(lar) (Author(s)): Reşit GERGER¹, Adnan ASLAN²

¹ e-mail: rgerger@harran.edu.tr

² e-mail: adnan_aslan_@hotmail.com

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Gerger R., Aslan A., "Şanlıurfa İli İçin İçme Suyu Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(2): 26-35, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



Şanlıurfa İli için İçme Suyu Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti

Reşit GERGER¹, Adnan ASLAN¹

¹ Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Bölümü, Şanlıurfa

Öz

Dünya genelinde su sıkıntısı yaşanması ile birlikte son zamanlarda su kayıplarının azaltılması ile ilgili çalışmalar da giderek artmaktadır. Ülkemizde de su kayıplarının önemi anlaşılmakta olup, su kayıplarının azaltılması ile ilgili 2014 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yönetmelik yayınlanmıştır. Belediyelerin bu yönetmeliğe göre gerekli çalışmaları yapması ve su kayıplarının, belli bir zaman dilimi içerisinde, yönetmelikte belirtilen seviyelere düşürülmesi istenmektedir. Bu yönetmelik doğrultusunda, Şanlıurfa ilinde su kayıplarının tespiti için 7/2015 – 6/2016 dönemleri arasında Şanlıurfa Su ve Kanalizasyon İşleri tarafından bir çalışma düzenlenerek su dengesi analizi yapılmıştır. Su dengesi analizi sonucunda, şebekede meydana gelen kayıpların, istenen seviyelerin çok üzerinde olduğu görülmüştür. Çalışma periyodunda yapılan ölçüm ve incelemelerde, içme suyu şebekesine verilen 76 132 363 m³ lük su miktarının, yaklaşık 37 640 615 m³ lük (% 49.4) kısmının kaybolduğu tespit edilmiştir. Şebekede meydana gelen kayıpların büyük bir bölümünün ise 24 078 685 m³ lük (% 31.6) miktar ile fiziksel kaçaklardan meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Fiziksel kaçakların bu kadar yüksek seviyelerde olmasının nedeninin, şebekenin yönetmelikte belirtilen 60 m'nin çok üzerinde, 130 m' ye varan yüksek basınçlarda işletilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Çıkan sonuçlar, şebekede basınç yönetiminin çok önemli olduğunu göstermiş, bu doğrultuda içme suyu şebekesi için 108 adet izole alt bölge düzenlenmiş, 85 adet izole alt bölgenin girişine de basınç kırıcı vana yerleştirilecek şekilde projelendirilmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 11/01/2019
Düzeltilme: 26/02/2019
Kabul: 23/03/2019

Anahtar Kelimeler

Su kayıpları
Gelir getirmeyen su
Su bütçesi

Keywords

Water loses
Non-revenue water
Water balance

Determination of Water Loss and Leak in Şanlıurfa City

Abstract

With water shortages around the world, studies on reducing water losses have been increasing recently. In our country, the importance of water losses is understood and regulations related to the reduction of water losses have been published by the Ministry of Forestry and Water Affairs in 2014. The municipalities are required to work according to this regulation and to reduce the water losses to the levels specified in the regulation within a certain period of time. In line with this regulation, a study was carried out by Şanlıurfa Water and Sewerage Works between the period of 7/2015 - 6/2016 for the determination of water losses in Şanlıurfa province and water balance study was conducted. As a result of the water balance study, losses in the network were observed to be well above the desired levels. During the study period, it was determined that the amount of 76 132 363 m³ of water supplied to the drinking water network, about 37 640 615 m³ (49.4%) was lost. A large part of the losses in the network is 24,78 685 m³ (31.6%) with the result that the physical leakage occurred. The high level of physical leaks is due to the fact that the network is operated at high pressures up to 130 m, well above the 60 m specified in the regulation. The results show that pressure management is very important in the network, in this direction, 108 district metered areas were arranged for the drinking water network and 85 district metered areas were designed to use pressure breaker valves.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Su, insanların hayatını devam ettirebilmesi için temel ihtiyaçların en başında gelir. Su ihtiyacı, sürekli artan nüfus, gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte hızla artmaktadır. Su kaynaklarının yanlış şekillerde kullanılması sonucu artan su ihtiyacını karşılamak ise güçleşmiştir. Yeni kaynakların araştırılması, geliştirilmesi ve suyun kullanılabilir duruma getirilmesi ise büyük maliyetler gerektirmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının boşa harcanmadan, verimli bir şekilde halkın kullanımına sunulması, suyun işletmesinde

en büyük amaçlardan biri haline gelmiştir[1]. Şebekelerdeki su kayıpları, su kaynaklarının boşa harcanmasına neden olan en önemli faktörlerden biri olup, ülkemizde olduğu kadar diğer ülkelerde de üzerinde önemle durulan araştırma konularından biridir.

Su kaybı tanım olarak; karşılığı alınamayan veya faturalanamayan su miktarları olarak geçmektedir. Bir başka deyişle, şebekeye verilen su miktarı ile abonelerin kullandığı su miktarı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Faturalanamayan su kayıpları; borulardaki fiziki su sızıntılarından, yasal olmayan sayaç bağlantılarından, sayaç kayıt hatalarından ve serbest tüketimden oluşmaktadır. Bu kayıplar büyük miktarlarda ekonomik kayıplara neden olmakla birlikte, fiziksel kaçaklar su kalitesi bozulmalarına da yol açabilmektedir[1]. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar, fiziki kaçaklardan oluşan kayıpların toplam su hacminin %25-50'sine kadar ulaştığını göstermektedir. Çeşitli tarihlerde yapılan araştırma sonuçlarına göre; ABD'nin Boston şehrinde % 33, İngiltere'de ülke genelinde % 24, Hindistan'da ülke genelinde %51, Taylan'dın başkenti Bangkok'ta % 49, Almanya'nın Münih şehrinde %12 oranında su kaçakları bulunmuştur. Türkiye'de ülke genelinde % 45 oranında su kaçağı olduğu tahmin edilmektedir[2]. Türkiye'de kişi başına düşen su miktarı da dikkate alındığında; ilerleyen zamanlarda, su sıkıntısı yaşanmaması için, ciddi önlemler alınması gerekmektedir.

Ülkemizin yıllık su potansiyeli 112 milyar m³ civarındadır. 2015 yılı sonu itibariyle dikkate alınan nüfusa (78 741 053 kişi) göre, ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı, 1422 m³/yıl olarak hesaplanmaktadır[3]. Ülkemizin, kullanılabilir su varlığı açısından, su azlığı yaşayan bir ülke olduğu değerlendirilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2030 yılı için ülke nüfusumuzun 100 milyon olacağı öngörülmektedir. Bu durumda, ülkemizde kişi başına kullanılabilir su miktarının 1100 m³/yıl civarına düşeceği ve eğer önlem alınmazsa 2030'lu yıllarda ülkemizin su fakiri bir ülke olabileceği sonucuna ulaşılmaktadır[4].

Bu değerlere bakıldığında, içme suyu kayıp ve kaçaklarının azaltılması çok büyük önem teşkil etmektedir. Son dönemlerde ülkemizde de bu konunun önemi kabul edilmekle birlikte, bu alanda yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Belediyeler kendi bünyesinde, su kayıplarını azaltmak için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2014 yılında yayınlanan yönetmelik gereği her yıl şubat ayında, belediyelerin yıllık su raporlarını bakanlığa iletilmesi istenmektedir. Aynı yönetmeliğin 9. maddesinde; idarelerin su kayıp oranlarını, bu yönetmeliğin yürürlük tarihinden itibaren, büyükşehir ve il belediyelerinde 5 yıl içerisinde en fazla % 30, takip eden 4 yıl içerisinde ise en fazla % 25 düzeyine; diğer belediyelerde ise, 9 yıl içerisinde en fazla % 30, takip eden 5 yıl içerisinde ise en fazla % 25 düzeyine indirmeleri istenmektedir.

Su kayıplarına neden olan çeşitli etkenlerin deneysel metotlar kullanılarak tespit edilmesi, istatistiksel metotlarla etkinliklerine göre gruplandırılması ve şehrin bütününe yaygınlaştırılması ile ilgili olarak, ülkemizde detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu yönde yapılacak çalışmalardan alınacak sonuçlar, etkin olarak su kaybı azaltma stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır[5].

Dünya ve Türkiye genelinde yapılan araştırma ve gözlemlerden, su kayıp ve kaçaklarını etkileyen çeşitli faktörlerin bulunduğu görülmüştür. Su kayıplarına sebep olan faktörler genel olarak; yüksek su basıncı, boru malzemesinin kalitesi, küçük boru çapı, bağlantı elemanlarındaki kötü işçilik, borunun yaşlanarak çürümesi, toprak özellikleri, çökme ve depremler, ağır trafik yükü veya yeraltında yetersiz koruma, bazı kamu hizmetleri dolayısıyla yapılan kazılardan borunun zarar görmesi, terk edilmiş bağlantılarda oluşan sızıntılar, sayaçların ve servis bağlantılarının dikkatsizce yapılmış olması, sayaç okuma hataları, kaçak kullanımı olarak sayılabilir[6].

Yukarıda bahsedilen sebepler genel olarak sistemin ilk kurulması aşamasında, yetersiz kontroller sonucu meydana gelmektedir. Şebekenin planlanmasında gereken titizliğin gösterilmemesi, şebeke döşenirken işçiliğin dikkatli yapılmaması ve şebekenin planlanan işletme kurallarına göre çalıştırılmaması, şebekede kayıp ve kaçak miktarını istenmeyen seviyelere çıkarmaktadır.

Günümüzde kayıpları azaltmak için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bunlar aktif ve pasif olmak üzere iki temel yöntem altında değerlendirilebilir. Aktif yöntemler genel olarak; şebekenin sızıntı oranının yüksek olabileceği düşünülen kısımlarının yenilenmesi çalışmaları, şebeke üzerinde modern teknoloji ürünü kaçak tespiti yapabilen cihazlar yardımı ile saha çalışması yapılması ve sayaçların belli periyotlarla hata payı

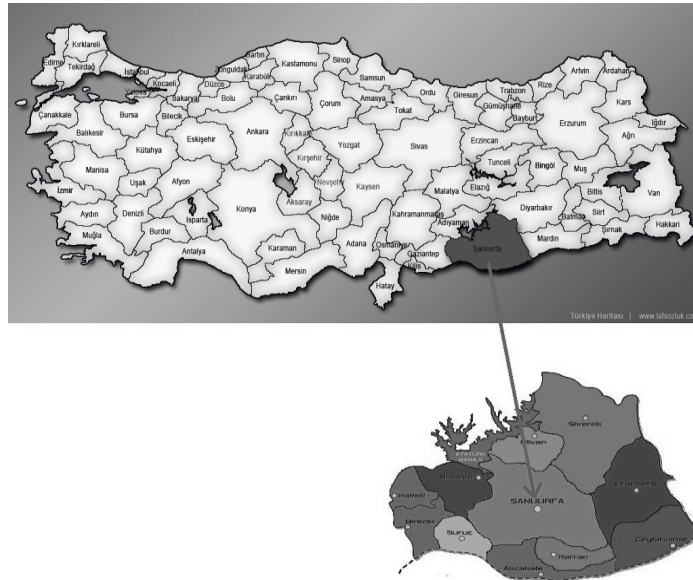
düşük olan elektronik sayaçlarla değiştirilmesi gibi çalışmalar olarak sayılabilir. Sivas ilinde yapılan bir çalışmada, pilot bölgelerde 13,5 km uzunluğundaki şebeke kaçak tespit cihazları ile kaçak araması yapılmıştır. Çalışma sonucunda 7 adet kaçak noktası tespit edilmiş ve çalışma sonucunda onarılmıştır. Çalışma sonucunda, kayıp oranının yaklaşık %13 civarında azaldığı görülmüştür[7]. Benzer bir çalışma Ankara ilinde gerçekleştirilmiş, bulunan arızalar ve hatalı okuma yapan bazı sayaçların değiştirilmesi sonucu, kaçak miktarı 56.5 m³/saat iken, tamiratlar ve sayaç değişimleri sonucu 8.5 m³/saat' e kadar düşürülmüştür[8]. İstanbul ilinde yapılan bir çalışmada da, bazı ticari işletmelerde, sayaçların hatalı okuma yaptığı veya hiç çalışmadığı tespit edilmiş, hatalı okuma yapan veya çalışmayan sayaçlar, yeni sayaçlar ile değiştirilmiştir. Sayaçlar değiştirildikten sonra, kayıp miktarında kayda değer oranda azalma olduğu tespit edilmiştir[9]. Aktif kaçak kontrolü ile kaçak miktarı oldukça düşük seviyelere getirilebilmektedir. Ancak, aktif yöntemleri şebekenin tamamına uygulayabilmek, maliyet açısından neredeyse imkânsızdır.

Pasif yöntemler ise genel olarak şebekenin işletilmesi ile ilgilidir. Şebeke basıncının, optimum değerde çalıştırılması, şebekenin izole alt bölgelere ayrılması, şebekenin hidrolik modelinin kurulması, şebekenin sürekli izlenmesi gibi çalışmalar bu kısımda sayılabilir. Antalya ilinde gerçekleştirilen bir çalışmada, Konyaaltı ilçesi için hidrolik model oluşturulmuş, minimum gece debisinin yüksek olduğu, 8 adet izole alt bölgenin girişine, sabit çıkışlı basınç kırıcı vana yerleştirilmiştir. Sistemlerin optimum basınca ayarlanması sonucu, yaklaşık 45 m³/saat su kazanımı sağlanmıştır[10]. İzmir ilinde de bazı bölgelerde benzer bir çalışma yürütülmüş, basınç ayarlaması yapılmıştır. Çalışma sınırları içerisinde yer alan bölgelerden olan Hatay bölgesinde, 144 litre/saniye, Karşiyaka bölgesinde ise 33 litre/saniye gibi bir su kazancı sağlanmıştır[11].

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Şanlıurfa ili seçilmiştir. Şanlıurfa ilinin içme suyu Atatürk Barajından sağlanmaktadır. Atatürk Barajı gölünden tünellerle alınan su, şehrin kuzeyinde bulunan açık kanallar yardımıyla arıtma tesisinden geçtikten sonra şebekeye verilmektedir. Şanlıurfa ili 3 merkez ilçeden (Karaköprü, Haliliye, Eyyubiye) oluşmaktadır. Şanlıurfa ilinin büyükşehir olmasından sonra, merkez ilçelere bağlanan köy yerleşim birimleri, arıtma tesisinden su almadıkları için çalışma alanı dışında tutulmuştur. Bu yerleşim birimlerinin su ihtiyacı, kuyular yardımıyla sağlanmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Şanlıurfa ilinin dağıtım şebekesi, bölgede bulunan komşu illere nazaran oldukça yeni bir şebeke sistemidir. Dağıtım şebekesinin genelini HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen boru) ve çelik borular oluşturmaktadır. Ana borular çelik, ikincil borular HDPE borulardır. Şanlıurfa dağıtım şebekesi sadece bir kaynaktan beslenmektedir. Şebekenin büyük bir kısmına pompalar yardımıyla su verilmekte olup, çok az bir bölümüne

de su cazibeyle verilmektedir. Şanlıurfa içme suyu şebekesinin toplam uzunluğu, yaklaşık olarak 1 219 142 m dir. Şebekenin en büyük kısmını, çapları 150 mm den düşük olan dağıtım hatları oluşturmaktadır. Dağıtım hatlarının toplam uzunluğu yaklaşık 973 481 m civarındadır. Şebekenin en düşük kısmını da, çapları 500 mm den büyük olan ana hatlar oluşturmaktadır. Ana hatların toplamı yaklaşık olarak 58 950 m civarındadır[13].

Tablo 1. Şanlıurfa içme suyu şebekesi boru çaplarına göre hat uzunlukları

Boru tipi	Çap (mm)	Uzunluk(m)
Dağıtım hatları	$D \leq 150$	973 481
Yan hatlar	$150 < D < 500$	186 711
Ana hatlar	$500 \leq D$	58 950
Toplam		1 219 142

3.2. Su Dengesi

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, artan su kayıpları karşısında, 2014 yılında “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü” ile ilgili bir yönetmelik çıkarmıştır. Bu yönetmelikte, belediyelerin belli zaman aralıklarında su kayıplarını, belirtilen seviyelere indirmeleri istenmektedir. Resmi Gazete 'de yayınlanan yönetmelikte, belediyelerin her yılın şubat ayında, su dengesi formunu doldurup, bakanlığa gönderilmesi istenmektedir. Şanlıurfa ili için de, 7/2015 – 6/2016 dönemleri arasında su kayıplarının tespiti için, su dengesi çalışması yapılmıştır. Su dengesi formunda, içme suyu bileşenlere ayrılmıştır. Şebekeye giren su miktarı, yasal tüketim ve su kayıpları olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır.

Tablo 2. Su dengesi formu

Sisteme giren su	İzinli tüketim	Faturalandırılmış izinli su tüketimi	Faturalandırılmış ölçülmüş tüketim	Gelir getiren su
Su kayıpları	Faturalandırılmamış su tüketimi		Faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım	Gelir getirmeyen su
İdari kayıplar	Fiziki kayıplar		İzinsiz tüketim	
			Sayaçlardaki ölçüm hataları	
			Sistematik hatalar	
			Ana dağıtım borularındaki kaçaklar	
			Depo sızıntıları	
			Servis bağlantılarındaki kaçaklar	

Şanlıurfa ili için su dengesi çalışmasında, ilk önce çalışma döneminde, TÜİK verilerinden alınan nüfus bilgisine göre, çalışma alanının ihtiyacı olan su miktarı, yaklaşık olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma döneminde çalışma alanı içerisinde kalan nüfus 642 638 kişidir[4]. Şanlıurfa ilinin Maşuk bölgesi için hazırlanan içme suyu projesinde kişi başına tüketilen ortalama günlük su miktarı 150 litre/gün olarak

alınmıştır[12]. Bu çalışmada da ihtiyaç duyulan su miktarı hesaplanırken, kişi başı günlük su tüketim miktarı 150 litre/gün olarak hesaba katılmıştır. Ayrıca endüstriyel ve diğer tüketimleri de hesaba katmak için bulunan değer 1.5 katsayısı ile çarpılmıştır.

Su ihtiyacı = $642\ 638 \times 150 \text{ litre/gün} \times 30 \text{ gün} \times 12 \text{ ay} \times 1.5 / 1000 \text{ litre} = 52\ 053\ 678 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Bulunan bu değer, arıtma tesisinden sisteme verilmekte olan; $76\ 132\ 363 \text{ m}^3$ değerinden çıkarıldığında yaklaşık olarak fiziksel kaçak miktarı ortaya çıkmaktadır.

Fiziksel kaçaklar = $76\ 132\ 363 \text{ m}^3 - 52\ 053\ 678 \text{ m}^3 = 24\ 078\ 685 \text{ m}^3$ olarak bulunmaktadır.

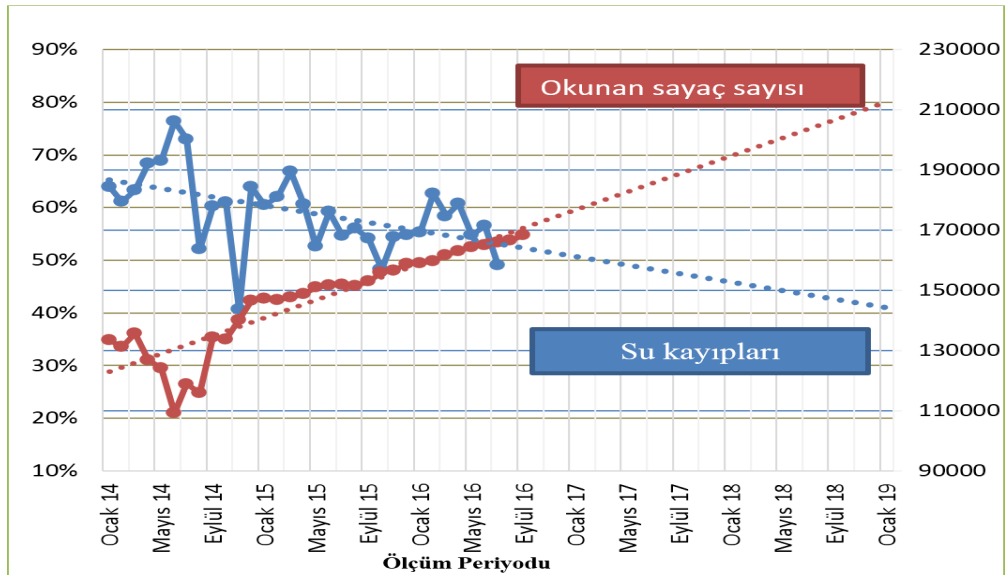
Su kayıplarının bir diğer bileşeni olan ticari kayıpların tespiti için de bazı kabuller ve tahminler yapılarak, ticari kayıp miktarı hesaplanmaya çalışılmıştır. Ticari kayıplar; yasal olmayan tüketim, sayaç okuma hataları ve veri hatalarından oluşmaktadır.

Ticari kayıp miktarının tespiti için; ihtiyaç debisinden, tahakkuk ettirilen su miktarı ve faturalandırılmayan yasal tüketim su miktarı çıkartılmıştır. Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi tahakkuk servisinden alınan verilere göre; çalışma periyodunda, tahakkuk ettirilen su miktarı $32\ 032\ 068 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Park ve Bahçeler Müdürlüğünden alınan yaklaşık değerlere göre, çalışma periyodunda faturalandırılmayan yasal tüketim miktarı, yaklaşık olarak $6\ 459\ 680 \text{ m}^3$ olarak hesaba katılmıştır.

Ticari kayıp miktarı;

$52\ 053\ 678 \text{ m}^3 - 32\ 032\ 068 \text{ m}^3 - 6\ 459\ 680 \text{ m}^3 = 13\ 561\ 930 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca bulunan ticari kayıp miktarının doğruluğunu teyit etmek amacıyla; sayaç sayısı ile ticari kayıp miktarı arasında grafiksel bir bağlantı oluşturulmuştur. Tahakkuk servisinden alınan verilere göre; çalışma alanı içerisine yer alan sayaç sayısı 213 000 civarında iken, ortalama okumaların sayısı 170 000 civarında olduğu görülmüştür. Okunmayan veya okunamayan toplam sayaç sayısı 40 000 civarındadır[13]. Okuma sayısı ile su kayıpları arasında grafiksel bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır (Şekil 2.) Grafik incelendiğinde okuma sayısı ile kayıplar arasında ters ilişki olduğu, okuma sayısı arttıkça su kayıplarının azaldığı görülmüştür.



Şekil 2. Okunan sayaç sayısı ile su kayıpları arasındaki ilişki

Şekil 2. den görüleceği üzere, tüm sayaçların okunması halinde, kayıpların yaklaşık %17 civarında azalacağı tahmin edilmektedir[13]. Bu kayıp azalması ise, ticari kayıp miktarına karşılık gelmektedir. Çalışma periyodunda, şebekeye verilen toplam su miktarı dikkate alındığında; bu oran miktar olarak yaklaşık $12\ 942\ 501 \text{ m}^3$ 'e karşılık gelmektedir. Yapılan analiz sonucunda, daha önce bulunan ticari kayıp miktarının, doğruluk payının yüksek olduğu görülmektedir. Bulunan bu iki değerden, büyük olanı ticari kayıp miktarı olarak seçilmiştir.

Ticari kayıp miktarını oluşturan bileşenlerden kaynaklanan su kaybı miktarını tespit etmek oldukça zordur. Şanlıurfa genelinde kullanılan sayaçların okuma hata payları, üretici firmalar tarafından %2 olarak verilmiştir. Literatürde yer alan benzer çalışmalarda ve yerinde yapılan ölçümlerde %4 'e varan hata paylarına ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, sayaç okuma hata payları, üretici firmalar tarafından verilen ve saha ölçümlerinden elde edilen değerlerin ortalaması, yani %3 olarak dikkate alınmıştır. Bu oran miktar olarak 1 116 240 m³ 'e karşılık gelmektedir. Sistematik verilerden kaynaklanan su miktarı için de, % 0.25 değerinde hata payı tahmin edilmiştir. Bu oran miktar olarak 80 080 m³ 'e karşılık gelmektedir. Ticari kayıp miktarından geriye kalan, 12 365 610 m³ lük su miktarı ise, yasal olmayan tüketim miktarını ifade etmektedir.

Yapılan inceleme, gözlem ve tahminler sonucu şebeke sistemine, çalışma periyodunda giren toplam su miktarı 76 132 363 m³ olup, bu miktarın yaklaşık olarak 24 078 685 m³ lük kısmı fiziksel yollardan şebekeden sızmaktadır. Çalışma periyodunda ölçülen toplam su miktarının, yaklaşık 13 561 930 m³ ' lük kısmı ise, yasal olmayan yollardan, sayaç okuma ve sistematik hatalardan dolayı gelir getirmemektedir.

Su dengesi çalışması için, Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından geliştirilen WAS v5.0 programına, elde edilen veriler girilerek, standart su dengesi formu oluşturulmuştur. WAS programı, Uluslararası Su Birliği tarafından, Microsoft Excel ortamında oluşturulmuş olup, su kayıpları hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılan bir programdır. Programda ilgili kurumlardan elde edilen veriler kullanılarak, su kayıplarının bileşenlerinin miktarları tespit edilmeye çalışılır. Program 12 adet sekmeden oluşmaktadır. Elde edilen veriler, Reporting Worksheet sekmesine girilerek, Water Balance (Su dengesi) sekmesi oluşturulur.

AWWA Free Water Audit Software: Reporting Worksheet

Water Audit Report for: **ŞUSKİ**
Reporting Year: **2015/2016** 7/2015 - 6/2016

WATER SUPPLIED: **76.132,363** ML/Yr Enter positive % or value for over-registration

AUTHORIZED CONSUMPTION

Billed metered:	+ ? 8	32.032,068	ML/Yr
Billed unmetered:	+ ? 1	0,000	ML/Yr
Unbilled metered:	+ ? 8	4.059,680	ML/Yr
Unbilled unmetered:	+ ? 2	2.400,000	ML/Yr

Unbilled Unmetered volume entered is greater than the recommended default value

AUTHORIZED CONSUMPTION: **38.491,748** ML/Yr

WATER LOSSES (Water Supplied - Authorized Consumption) **37.640,615** ML/Yr

Apparent Losses

Unauthorized consumption: **12.365,610** ML/Yr

Unauthorized consumption volume entered is greater than the recommended default value

Customer metering inaccuracies:	+ ? 4	1.116,240	ML/Yr	3,00%
Systematic data handling errors:	+ ? 5	80,080	ML/Yr	0,25%

Default option selected for Systematic data handling errors - a grading of 5 is applied but not displayed

Apparent Losses: **13.561,930** ML/Yr

Real Losses (Current Annual Real Losses or CARL)

Real Losses = Water Losses - Apparent Losses: **24.078,686** ML/Yr

WATER LOSSES: **37.640,615** ML/Yr

NON-REVENUE WATER

NON-REVENUE WATER: **44.100,295** ML/Yr

Şekil 3. Was v5.0 programı reporting worksheet sekmesi

Tablo 3. Şanlıurfa ili için Was programında oluşturulan su dengesi tablosu

Sisteme Giren Su Miktarı 76 132 363 m ³ /yıl (%100)	İzinli Tüketim 38 491 748 m ³ /yıl (%50.6)	Faturalandırılmış izinli su tüketimi 32 032 068 m ³ /yıl (%42.1)	Faturalandırılmış ölçülmüş kullanım 32 032 068 m ³ /yıl (%42.1)	Gelir getiren su miktarı 32 032 068 m ³ /yıl (%42.1)	
			Faturalandırılmamış izinli su tüketimi 6 459 680 m ³ /yıl (%8.5)		Faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım 4 059 680 m ³ /yıl (%5.3)
					Faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım 2 400 000 m ³ /yıl (%3.2)
	Su kayıpları 37 640 615 m ³ /yıl (%49.4)	İdari kayıplar 13 561 930 m ³ /yıl (%17.8)		İzinsiz tüketim 12 365 610 m ³ /yıl (%16.2)	Gelir getirmeyen su miktarı 44 100 295 m ³ /yıl (%57.9)
				Sayaçlardaki ölçüm hataları 1 116 240 m ³ /yıl (%1.5)	
				Sistemik hatalar 80 080 m ³ /yıl (%0.1)	
		Fiziki kayıplar 24 078 685 m ³ /yıl (%31.6)		Ana dağıtım borularındaki kaçaklar (Hesaplanmamıştır.)	
				Depo sızıntıları (Hesaplanmamıştır.)	
				Servis bağlantılarındaki kaçaklar (Hesaplanmamıştır.)	

Tablo 3. de Şanlıurfa ili içme suyu şebekesinde meydana gelen su kayıplarının bileşenleri gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde, meydana gelen kayıpların çoğunluğunu, fiziksel kaçakların oluşturduğunu görülmektedir. Yapılan birçok çalışma sonucunda; fiziksel kaçakların, şebeke işletme basıncıyla doğru

orantılı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Dünya genelinde yapılan birçok çalışmada, basıncın; çatlak sayısını ve çatlaktan sızan su miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Şanlıurfa ili için 7/2015 ile 06/2016 tarihleri arasında yapılan gözlem, inceleme ve ölçümler sonucu, su dengesi çalışması yapılmış olup, bu çalışmanın sonucunda gelir getirmeyen su miktarının yaklaşık % 57.9 civarında olduğu belirlenmiştir. Şebekeye verilen toplam su miktarı, çalışma periyodunda 76 132 363 m³ iken, yaklaşık 44 100 295 m³ lük kısmı gelir getirmemektedir[13].

Çalışma periyodunda, gelir getirmeyen su miktarının yaklaşık 6 459 680 m³ lük (%8,5) kısmı yasal olup, ücretlendirilmemektedir. Gelir getirmeyen suyun, yasal kısmının dışında kalan, 37 640 615 m³ lük (%49,4) kısmı ise; su kaybı olarak görülmektedir. Bu miktarın yaklaşık 24 078 685 m³ lük (%31,6) kısmı, şebekede oluşan çatlaklardan sızmakta, 13 561 930 m³ lük (%17.8) kısmın ise; yasal olmayan bağlantılar, sayaç okuma ve sistematik hatalardan kaynaklanan ticari kayıp olduğu tahmin edilmektedir[13].

Şanlıurfa içme suyu şebekesi üzerinde, sahada yapılan basınç ölçümlerinde, şebeke işletme basıncının, yönetmelikte belirtilen 60 m'den yüksek seviyelerde işletildiği görülmüş, bazı yerlerde 130 m'ye kadar çıktığı belirlenmiştir. İşletme basıncının yüksek olması, şebekedeki fiziksel kaçakların istenmeyen seviyelere çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, Şanlıurfa ili için oluşturulacak kayıpları azaltma stratejilerinin merkezini, basınç yönetimi olması gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, Şanlıurfa Su ve Kanalizasyon İdaresi, içme suyu şebekesi için 108 adet izole alt bölge düzenlemiş, izole alt bölgelerin 85'i için basınç kırıcı vana takılacak şekilde hidrolik model oluşturulmasına karar vermiştir[13].

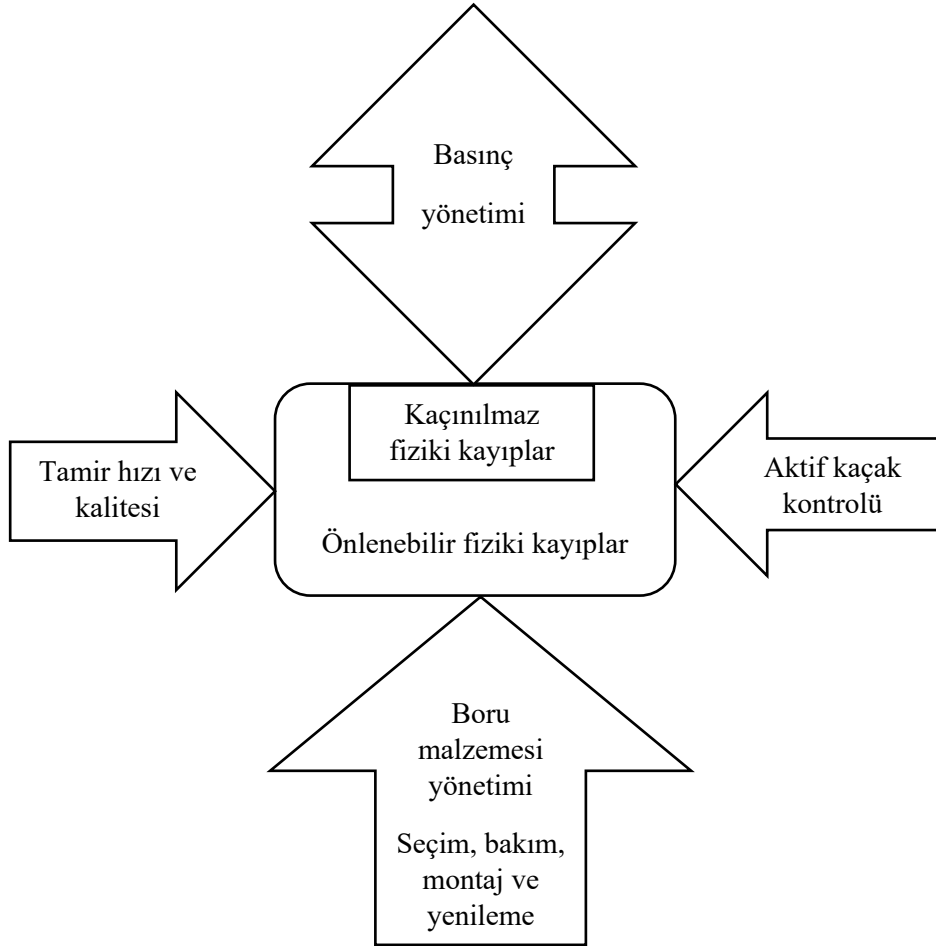
4. SONUÇ (CONCLUSION)

Şanlıurfa ili için 07/2015 ile 06/2016 tarihleri arasında yapılan içme suyu kayıp ve kaçakların analizi çalışmasında, elde edilen veriler ve tahminler sonucunda su dengesi formu doldurulmuştur. Su dengesi formu oluşturulduktan sonra, ortaya çıkan sonuçlar, Şanlıurfa ilindeki su kayıplarının, istenmeyen seviyelerde olduğunu göstermektedir. Su kayıplarının azaltılması için, sistematik bir şekilde çalışmaların yapılması gerekmektedir. Was 5.0 programı, ortaya çıkan değerlere göre, kayıpları azaltmak için Loss Control Planning sekmesinde bazı öneriler sunmaktadır. Çıkan sonuçlar neticesinde, WAS 5.0 programında, su kayıplarını azaltmak amacıyla kısa vadede; verilerin düzenli bir şekilde toplanması için, mevcut yönetmeliklerin ve prosedürlerin revize edilmesi veya yeni yönetmeliklerin oluşturulması önerilmektedir. Ayrıca, hatalı sayaçların değiştirilmesi, sahada aktif kaçak kontrollerinin yapılması ve elektronik ortamda sürekli izlenmesi yani Scada sisteminin kurulması önerilmektedir. Was 5.0 programının sunmuş olduğu önerilerin yanı sıra, su kayıplarını azaltmak için başka çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

Çalışmanın sonuçları incelendiğinde; gelir getirmeyen su miktarının yasal olan kısmını oluşturan park, bahçe ve cami alanlarında kullanılan su miktarının oldukça yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Bu suyun, kontrollü bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Sayaç olmayan cami ve parklara sayaç takılması ve tüketimin faturalandırılması önerilmektedir. Okuma ve faturalandırma sonucu, bu tüketimin azalacağı tahmin edilmektedir. Gelir getirmeyen su miktarı içerisinde yer alan, ticari kayıpların azaltılması için mevcut sayaçların, okuma hata payı düşük olan sayaçlarla değiştirilmesi durumunda, sayaç okuma hatalarından kaynaklanan su miktarının yüksek oranda düşürüleceği düşünülmektedir. Ticari kayıpların en önemli ve büyük kısmını oluşturan yasal olmayan (illegal-kaçak) su tüketimini azaltmak için, kaçak kullanan müşterilerin tespit edilmesi ve bu bağlantıları yapan kullanıcılara cezai yaptırım uygulanması gerekmektedir. Bu durumda, illegal yollardan kullanılan su miktarının, kayda değer oranda düşeceği tahmin edilmektedir.

Gelir getirmeyen su miktarının, en önemli bileşeni ise fiziksel kaçaklardır. Fiziksel kaçakları azaltmak için, sistematik ve akıllı bir şekilde çalışmak gerekmektedir. Fiziksel kaçakları azaltmakta kullanılan en yaygın yöntem, basınç kontrolüdür. Yapılan çalışmalar sonucunda, basınç kontrolünün, mevcut şebeke üzerinde

oluşmuş çatlaklardan sızan su miktarını oldukça düşürdüğü görülmektedir. Fiziksel kaçakları azaltmak için, IWA Şekil 3. de gösterilen sistematik çalışmayı önermektedir.



Şekil 3. Fiziksel su kayıplarını azaltmak için kullanılan yöntemler

Şekilde basıncın, fiziksel su kayıpları üzerinde çift yönlü etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Basınç kontrolünün daha verimli ve kolay yapılabilmesi için, şebekenin büyük ve karmaşık haliyle değil yönetilebilir, izole edilmiş alt bölgelere ayrılması gerekmektedir. Basınç yönetimi ve izole alt bölge oluşturmanın yanı sıra, şebekenin düzenli olarak Scada sistemi ile izlenmesi, şebekeyi daha iyi kontrol edebilme fırsatı taniyacaktır. Scada sisteminin oluşturulması sayesinde, kaçakların olduğu yerler basınç değişiminden tespit edilebilir. Böylece, ekipler sızıntının olduğu bölgeye yönlendirilebilir ve bu sayede yer altına sızan su miktarı artmadan, çatlağın olduğu yere müdahale edilebilir. Yukarıda bahsedilen basınç yönetimi, izole alt bölge oluşturma, şebeke üzerinde Scada sisteminin kurulması gibi çalışmaların koordineli bir şekilde yapılması durumunda, fiziksel kaçakların çok düşük seviyelere indirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] ASLAN, B., İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti, Uzmanlık Tezi, İller Bankası A.Ş., 2016.

- [2] CAN, N., İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıplarının Belirlenmesi ve Kontrolü: İstanbul İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [3] www.dsi.gov.tr
- [4] www.tuik.gov.tr
- [5] PALA, B., LATİFOĞLU, A., İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıpları: Kayseri İli Örneği, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Sempozyumu, s. 1-7, 2003.
- [6] YILMAZ, A.G., İçme Suyu ve Kanalizasyon Bilgi Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2005.
- [7] KARAKUŞ, C.B., YILDIZ, S., CERİT, O., Sivas Kent İçme Suyu Şebekesindeki Su Kayıpları ve Kayıp Oranını Azaltma Çalışmaları, Sivas Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 2, No 2, 1-10, 2010.
- [8] MERZİ, N., ŞENDİL, U., YAĞIZ, E., POYRAZ, S., EKER., Ankara N8 İçme Suyu Şebekesinin Hidrolik Modelinin Kurulması, II. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu, Adana, 259-270, 18 Kasım 1999.
- [9] KARACA, Z., İçme Suyu Şebeke Sistemlerinde Su Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [10] KARA, S., İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinde Basınç Yönetimi ve Hidrolik Modellemenin Entegre Edilerek Su Kayıplarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 2011.
- [11] KABAĞCI, A., KARADOĞAN, H., İzmir İçme Suyu Sistemi Kaçak Azaltma Pilot Çalışması. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 8 Eylül 2003.
- [12] Şanlıurfa ili Karaköprü ilçesi Akpıyar – Seyrantepe- Batıkent ve Mehmetçik Mahalleleri İçme Suyu Şebeke Projesi, Şanlıurfa Su ve Kanalizasyon İşleri, 2017, Şanlıurfa.
- [13] Şanlıurfa Water Supply System, Updated Water Balance & NRW Reduction Program Report, Technical Assistance and Supervision for Şanlıurfa Wastewater Treatment Project, Şanlıurfa, 2016.