



T.C.
NECMETTİN ERBAKANÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KONYA İLİ İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE
İŞLETMEDEN KAYNAKLI BAKIM-ONARIM
İŞLERİNİN ANALİZİ**

Mahmut Esat GÖRGÜLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**Aralık-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Mahmut Esat GÖRGÜLÜ tarafından hazırlanan “Konya İçme Suyu Şebekelerinde İşletmeden Kaynaklı Bakım-Onarım İşlerinin Analizi” adlı tez çalışması .../.../.... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

.....

Danışman

Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU

.....

Üye

Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mahmut Esat GÖRGÜLÜ

Tarih:

ÖZET

KONYA İLİ İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE İŞLETMEDEN KAYNAKLI BAKIM-ONARIM İŞLERİNİN ANALİZİ

Mahmut Esat Görgülü

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU

2022, 113 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ**

Su, bütün canlıları yaşamları boyunca hem kendisine bağlayan hem de onların yaşamlarını doğrudan etkileyen vazgeçilmez bir kaynaktır. Ancak yaşamsal öneme sahip olan bu kaynak, ne yazık ki yeryüzünde sınırlı miktarda bulunmaktadır. Kentlerde gerçekleşen nüfus artışına, çarpık kentleşmeye, küresel ısınmaya, sanayileşmeye ve tarımsal kullanıma bağlı olarak su talebi artmakta ve bu durum temiz içme suyu kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu riski azaltmanın yolu su kaynaklarının doğru yönetilmesi ve kaynakların verimli kullanılmasından geçmektedir. Su yönetimi; bütün canlıların ve sektörlerin taleplerini dikkate alarak, su kaynaklarının optimum faydalı kullanımlarını sağlayacak ve olumsuz etkilerini kontrol altına alacak politika geliştirme, planlama, kalite koruma, yatırım, izleme, izin verme, denetim, yaptırım ve koordinasyon faaliyetlerinin bütünüdür. Sürdürülebilir su kullanımı ise, suyun tek bir damlasının bile israf edilmeden çevre ile uyumlu olacak şekilde etkin kullanımının sağlanmasıdır. Bu kapsamda, su tüketim oranlarının azaltılıp, suyun etkin ve yeniden kullanımına ilişkin yöntemlerin belirlenmesi ve sürdürülebilir su yönetimi için su tasarrufu modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. İçme suyu dağıtım şebekelerinde meydana gelen su kaybı tüm dünyada önemli bir konudur. Nüfusun her geçen gün artması ve ekonominin gelişmesi nedeniyle su tüketimi artmaktadır. İçme suyu dağıtım şebekelerinde meydana gelen su kayıpları şebekeye verilen su miktarı ile faturalandırılan miktar arasındaki farktır. Su kayıpları fiziksel kayıplar ve idari kayıplardan oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Konya ili merkez Meram, Karatay, Selçuklu ilçelerinde içme suyu şebekelerinde oluşan arızalardan kaynaklı su kayıpları hesaplanmıştır. Ayrıca su kayıplarının kuruma maliyeti hesaplanmıştır. Konya ili merkez ilçeler Meram, Karatay, Selçuklu'da 2021 yılının ilk 6 ayında 710 adet arıza meydana gelmiştir. Oluşan arızaların; %41,55'i Selçuklu, %40'ı Meram, %18,45'i Karatay'da oluşmuştur. 2021 yılının ilk 6 ayında oluşan arızaların %79,72'sine KOSKİ sebep olmuştur. Arızalardan kaynaklı değişen boruların KOSKİ'ye maliyeti 2.454.254,36 TL + KDV'dir. Oluşan arızaların bakım-onarımın tamamlanmasına kadar geçen süre boyunca şebeke hattında kayıp olan suyun hacmi 28.890 m³'dür. İçme suyu şebeke hattındaki yaklaşık 28 bin ton kayıp suyun KOSKİ'ye maliyeti 242.277,65 TL + KDV'dir. Suyun insan hayatındaki önemi bilinmekte ve ülkemiz kişi başına düşen yıllık su miktarının her geçen gün azalması sebebiyle su stresi yaşamaktadır. İdareler su kıtlığı yaşanmaması için elinden gelen özveriye yapmalı ve kendilerini kayıp-kaçak, bakım-onarım gibi hayati önem taşıyan konulara daha çok geliştirmeliler.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu, içme suyu şebekesi, bakım-onarım, su kaybı

ABSTRACT

MS THESIS

ANALYSIS OF FUNCTIONAL MAINTENANCE AND REPAIR WORKS IN KONYA PROVINCE DRINKING WATER NETWORKS

Mahmut Esat Görgülü

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

2022, 113 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Water is an indispensable resource that both connects all living things to itself and directly affects their lives throughout their lives. However, this resource, which is of vital importance, is unfortunately found in limited quantities on earth. Demand for water increases due to population growth in cities, unplanned urbanization, global warming, industrialization and agricultural use, and this puts pressure on clean drinking water resources. The way to reduce this risk is through the correct management of water resources and efficient use of resources. water management; It is the whole of policy development, planning, quality protection, investment, monitoring, permitting, inspection, sanction and coordination activities that will ensure optimum beneficial use of water resources and control their negative effects, taking into account the demands of all living things and sectors. Sustainable water use, on the other hand, is to ensure that even a single drop of water is used effectively in harmony with the environment without wasting it. In this context, it is necessary to reduce water consumption rates, determine methods for effective and reuse of water, and develop and implement water saving models for sustainable water management. Water loss in drinking water distribution networks is an important issue all over the world. Water consumption is increasing due to the increasing population and the development of the economy. Water losses in drinking water distribution networks are the difference between the amount of water supplied to the network and the invoiced amount. Water losses consist of physical losses and administrative losses. Within the scope of this study, water losses due to malfunctions in drinking water networks in Meram, Karatay and Selçuklu districts of Konya province were calculated. In addition, the drying cost of water losses was calculated. In the first 6 months of 2021, 710 malfunctions occurred in the central districts of Konya, Meram, Karatay, Selçuklu. The faults that occur; 41.55% were in Seljuks, 40% in Meram, and 18.45% in Karatay. KOSKI caused 79.72% of the malfunctions in the first 6 months of 2021. The cost of changing pipes caused by faults to KOSKI is 2,454,254.36 TL + VAT. The volume of water lost in the network line during the period until the completion of the maintenance-repair of the malfunctions is 28,890 m³. The cost of approximately 28 thousand tons of lost water in the drinking water network line to KOSKI is 242,277.65 TL + VAT. The importance of water in human life is known and our country is experiencing water stress due to the decrease in the annual amount of water per capita. Administrations should do their best to avoid water shortages and improve themselves more on vital issues such as loss-leakage, maintenance-repair.

Keywords: Drinking water, drinking water network, maintenance-repair, water loss

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim süresince ve tez çalışmamda sürekli yanımda olan, bilgilerini ve desteğini benden esirgemeyen, deneyimlerinden yararlandığım, beni bu konuda yetiştirip lisansüstü eğitimimi tamamlamamı sağlayan çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Verilerin temin edilmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen KOSKİ Genel Müdürlüğüne, KOSKİ Genel Müdürü Sayın Ahmet DEMİR'e, KOSKİ İşletmeler Dairesi Başkanı Murat Erdoğan'a, KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürü Sayın Lütfü GÜNGÖR'e ve personellerine, KOSKİ Genel Müdürlüğü Teknik İşler Koor. Şube Müdürü Muhammet ÖKSÜZ'e teşekkür ediyorum.

Her zaman maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, tüm eğitim hayatımda koşulsuz şartsız her daim yanımda olan annem Melihat GÖRGÜLÜ'ye ve kardeşim Ali Fuat GÖRGÜLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca desteğini benden esirgemeyen, her daim yanımda olan, mesleğe bakış açımı değiştiren meslektaşım, amcam Hasan GÖRGÜLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Mahmut Esat GÖRGÜLÜ
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı.....	2
1.2. Tezin Önemi.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3.MATERYAL VE METOT	7
4. SU YÖNETİMİ	8
4.1. Dünyada ve Ülkemizde Su Yönetimi.....	8
4.1.1. İsrail’de Su Yönetimi	8
4.1.2. Çin’de Su Yönetimi	8
4.1.3. Almanya’da Su Yönetimi.....	9
4.1.4. Türkiye’de Su Yönetimi.....	9
4.2. Su Kayıpları	12
4.3. Su Kayıplarının Nedenleri	19
4.4. Su Kayıplarının Yönetimi.....	20
4.4.1. Fiziki su kayıplarının yönetimi	20
4.4.2. İdari su kayıplarının yönetimi.....	30
4.4.4 İzole Alt Bölge (DMA) oluşturma.....	33
5. İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE KULLANILAN MALZEMELER	41
5.1. Malzeme Seçimi.....	41

5.2. Malzeme Yönetimi.....	41
5.2.1. Malzemelerin ömür takibi.....	42
5.2.2. Malzeme verimliliği.....	42
5.2.3. Maliyet analizi.....	42
5.2.4. Stok kontrolü.....	43
5.2.5. Garanti süreci takibi.....	43
5.3. Su Dağıtım Hatlarında Kullanılan Borular	44
6. KOSKİ TARAFINDAN İÇME SUYU ŞEBEKE HATTINDA OLUŞAN ARIZALARIN TESPİT EDİLMESİ.....	50
6.1. Arıza Bildirimi.....	50
6.2. İçme Suyu Şebekeleri Arıza Bakım Onarım Süreci.....	51
6.3. İçme Suyu Şebekesinde Oluşan Arızalara Müdahale Süreleri.....	54
6.4. KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü Ekip Sayıları.....	54
6.4.1. KOSKİ Su Şebekeleri Bakım Onarım Ekibi Üyeleri.....	55
6.4.2. KOSKİ su şebekeleri bakım onarım ekipmanları	55
6.4.3. KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Personeline Verilen Eğitimler	57
6.5. Konya Merkez Meram, Karatay ve Selçuklu İlçeleri Haricindeki İlçelerde Meydana Gelen Arızalar	57
6.6. Şebeke Hatlarında Arıza İslahı	59
6.6.1. Son 10 yılda yenilenen bazı mahallelerde arıza sayıları	60
7. UYGULAMA ÖRNEĞİ	65
7.1. Konya Merkez İlçelerine Göre Arıza Bakım ve Onarım İşleri	65
7.2. Şebeke Hatlarında Oluşan Arıza Sebepleri.....	67
7.3. Boru Cinslerine Göre Arıza Sayıları.....	81
7.4. Arıza Oluşmasına Neden Olan Kurum ve Kişilerin Yaptığı Arıza Sayıları	83

8. BAKIM-ONARIM İŞLERİNİN MALİYET HESABI	85
8.1. 2022 Yılıının İlk 6 Ayında Oluşan ve KOSKİ Tarafından Bakım-Onarımı Yapılmış Arızaların Boru Cinslerine Göre Maliyet Hesabı.....	85
8.1.1. PVC Borularda Maliyet Hesabı	85
8.1.2. PE Borularda Maliyet Hesabı	86
8.1.3. Çelik Borularda Maliyet Hesabı	88
8.1.4. Düktil Borularda Maliyet Hesabı.....	89
8.2. Borularda Kayıp Su Miktarlarının Hesaplanması.....	91
8.2.1. PVC Borularda Kayıp Su Miktarları.....	91
8.2.2. PE Borularda Kayıp Su Miktarları.....	94
8.2.3. Çelik Borularda Kayıp Su Miktarları.....	97
8.2.4. Düktil Borularda Kayıp Su Miktarları	99
8.3. Şebeke hattında kullanılan PVC, PE, Çelik, Düktil borularda oluşan toplam kayıplar	101
8.4. Kayıp Olan Su ve Maliyetlerin Değerlendirilmesi	101
8.5. Türkiye’de Bazı İllere ait 2020 ve 2021 Yıllarındaki Su Kayıp Oranları.....	102
9. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	104
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4. 1. Asbest Boru Arızası (KOSKİ, 2021)	14
Şekil 4. 2. Tipik bir içme suyu temin ve dağıtım sistemi ve fiziki su kayıpları oluşum noktaları (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).....	15
Şekil 4. 3. Dağıtım ve iletim hattındaki sızıntılar (Gülaydın, 2017).....	16
Şekil 4. 4. Su temin ve dağıtım sistemlerinde oluşan su kayıpları (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).....	19
Şekil 4. 5. Fiziki su kayıplarının yönetiminde uygulanan bileşenler (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).....	21
Şekil 4. 6. Zemin mikrofoni arazi kaçak uygulaması (KOSKİ, 2021).....	24
Şekil 4. 7. a) Sensörler, b) Sensörlerin bağlanacağı ip, c) Korelatör (KOSKİ, 2021)	25
Şekil 4. 8. Boru, kablo, hat, tespit cihazı (KOSKİ, 2021).....	26
Şekil 4. 9. Metal dedektörü (Url-1, 2022).....	27
Şekil 4. 10. Portatif ultrasonik debimetre cihazı ve sensörleri (KOSKİ, 2021).....	28
Şekil 4.11. Debimetre sensörlerinin boruya doğru şekilde montajı (KOSKİ, 2021)	28
Şekil 4. 12. Yeraltı radar cihazı (Url-2, 2022)	29
Şekil 4. 13. Dinleme çubuğu (Url-3, 2021).....	30
Şekil 4. 14. Büyük bir içme suyu dağıtım şebekesinde birden fazla DMA oluşturulabilir	35
Şekil 4. 15. DMA Odası Ekipmanları ve By-Pass hattı (Sınmaz, 2019)	37
Şekil 4. 16. Karatay DMA giriş vanası kapatma (KOSKİ, 2021).....	39
Şekil 4. 17. Sıfır basınç test sonucu (KOSKİ, 2021)	39
Şekil 4. 18. Su koçu darbesiyle kırılmış boru (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)	40
Şekil 5. 1. PE Boru (Url-4, 2022)	45
Şekil 5. 2. PE Boru ek parça örnekleri (Url-5, 2022).....	45
Şekil 5.3. Duktül Boru (Url-6, 2022).....	46
Şekil 5. 4. Çelik Boru (Url-6, 2022)	47
Şekil 5. 5. PVC Boru (Url-7, 2022)	48
Şekil 5. 6. CTP Boru (Url-8, 2022).....	49
Şekil 6. 1. KOSKİ içme suyu arızalarında iş akış şeması.....	53
Şekil 6. 2. Sarayköy su şebeke hattı ıslah formu	60

Şekil 7. 1. Şebeke hattında bakım-onarım sonrası dolgu işlemi (KOSKİ, 2022)	76
Şekil 7. 2. Zarar görmüş PE abone şube yolu yenilenmesi ve servis vanası değiştirilmesi (KOSKİ, 2022).....	77
Şekil 7. 3. Zarar görmüş PPRC boru değiştirilip bakım-onarım işlemi tamamlanmıştır (KOSKİ, 2022).....	77
Şekil 7. 4. Çelik borunun eski olmasından kaynaklı su kaçırmaları (KOSKİ, 2022)	78
Şekil 7. 5. PVC boruda ek parçalar yardımı ile bakım-onarım yapılması (KOSKİ, 2021)	78
Şekil 7. 6. Kazı yapılırken abone hattına zarar verilmesi sonucu su kaybı (KOSKİ, 2022)	79
Şekil 7. 7. İçme suyu şebeke hattında eski boru hattının iptal edilip PE boru ile deplase işlemi (KOSKİ, 2022)	79
Şekil 7. 8. Bakım-onarım esnasında kazı çukurundaki fazla su dalgıç pompa ile tahliye edilmesi (KOSKİ, 2021)	80
Şekil 7. 9. Şebeke hattında eski borunun körlenerek şebeke hattında devreden çıkarılması, körlenmiş borunun koordinatının CBS sistemine kaydedilmesi ve işaretleme yapılması (KOSKİ, 2022).....	80
Şekil 7. 10. Şebeke hattında eski vananın değiştirilme işlemi (KOSKİ, 2021)	81
Şekil 7. 1. Şebeke hattında bakım-onarım sonrası dolgu işlemi (KOSKİ, 2022)	76
Şekil 7. 2. Zarar görmüş PE abone şube yolu yenilenmesi ve servis vanası değiştirilmesi (KOSKİ, 2022).....	77
Şekil 7. 3. Zarar görmüş PPRC boru değiştirilip bakım-onarım işlemi tamamlanmıştır (KOSKİ, 2022).....	77
Şekil 7. 4. Çelik borunun eski olmasından kaynaklı su kaçırmaları (KOSKİ, 2022)	78
Şekil 7. 5. PVC boruda ek parçalar yardımı ile bakım-onarım yapılması (KOSKİ, 2021)	78
Şekil 7. 6. Kazı yapılırken abone hattına zarar verilmesi sonucu su kaybı (KOSKİ, 2022)	79
Şekil 7. 7. İçme suyu şebeke hattında eski boru hattının iptal edilip PE boru ile deplase işlemi (KOSKİ, 2022)	79
Şekil 7. 8. Bakım-onarım esnasında kazı çukurundaki fazla su dalgıç pompa ile tahliye edilmesi (KOSKİ, 2021)	80

Şekil 7. 9. Şebeke hattında eski borunun körlenerek şebeke hattında devreden çıkarılması, körlenmiş borunun koordinatının CBS sistemine kaydedilmesi ve işaretleme yapılması (KOSKİ, 2022).....	80
Şekil 7. 10. Şebeke hattında eski vananın değiştirilme işlemi (KOSKİ, 2021)	81



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3. 1. İçme suyu şebeke hattında ilçelere ve yıllara göre meydana gelen arıza sayıları.....	7
Çizelge 6. 1. Konya ili ilçelere göre arıza sayıları	58
Çizelge 6. 2. Bosna Hersek Mahallesinde oluşan arızaların sayısı.....	61
Çizelge 6. 3. Sancak Mahallesinde oluşan arızaların sayısı.....	61
Çizelge 6. 4. Feritpaşa Mahallesinde oluşan arızaların sayısı.....	61
Çizelge 6. 5. Köyceğiz Mahallesinde oluşan arızaların sayısı.....	61
Çizelge 6. 6. Doğuş Mahallesinde oluşan arızaların sayısı.....	62
Çizelge 6. 7. Aziziye Mahallesinde oluşan arızaların sayıları	62
Çizelge 6. 8. Mahallelerde meydana gelen arızaların sebepleri ve boru cinslerine göre sayıları.....	63
Çizelge 7. 1. İlçelere göre içme suyu şebekeleri üzerinde yapılan bakım-onarım çalışma sayıları.....	66
Çizelge 7. 2. İlçelere ve aylara göre içme suyu şebekeleri üzerinde yapılan bakım-onarım çalışma sayıları	66
Çizelge 7. 3. Bakım onarımı yapılan arızaların ilçelere göre sebepleri ve sayıları.....	68
Çizelge 7. 4. Konya ili Merkez ilçelerinde kullanılan içme suyu boru türleri.....	82
Çizelge 7. 5. 2022 yılı ilk 6 ayında Konya Merkez ilçelerine ait içme suyu şebekesine kurum, kuruluş ve vatandaşlar tarafından verilen zararlar.....	83
Çizelge 8. 1. 2022 yılı PVC Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği).....	85
Çizelge 8. 2. PVC Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti	86
Çizelge 8. 3. 2022 yılı PE Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği).....	87
Çizelge 8. 4. PE Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti	87
Çizelge 8. 5. 2022 yılı Çelik Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği).....	88

Çizelge 8. 6. Çelik Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti	89
Çizelge 8. 7. 2022 yılı Düktil Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği)	89
Çizelge 8. 8. Düktil borularda çaplara göre değişen boru metrajı ve bakım-onarım maliyeti	90
Çizelge 8. 9. PVC borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi	91
Çizelge 8. 10. PVC boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi	92
Çizelge 8. 11. PVC borularda çaplara göre kayıp su miktarı.....	93
Çizelge 8. 12. PE borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi	94
Çizelge 8. 13. PE boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi	95
Çizelge 8. 14. PE borularda kayıp su miktarı	96
Çizelge 8. 15. Çelik borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi	97
Çizelge 8. 16. Çelik boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi	98
Çizelge 8. 17. Çelik borularda kaybolan suyun miktarı.....	98
Çizelge 8. 18. Düktil borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi.....	99
Çizelge 8. 19. Düktil boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi.....	100
Çizelge 8. 20. Düktil borularda kaybolan suyun miktarı	100
Çizelge 8. 21. Türkiye'de 2020-2021 yıllarında şehirlerin su kayıp – kaçak oranı.....	101
Çizelge 8. 22. Türkiye'de 2020-2021 yıllarında şehirlerin su kayıp – kaçak oranı.....	102
Çizelge 9. 1. Boru cinslerine göre bakım-onarım işlerinin sonucunda oluşan metraj ve maliyet.....	106
Çizelge 9. 2. Boru cinslerine göre arızalardan kaynaklı kayıp su miktarı, su kaybının maliyeti ve abonelere su verilemeyen süre	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m: Metre
m³: Metreküp
m/sn: metre/saniye
mm: Milimetre
lt: Litre
lt/dk: litre/dakika
lt/sn: litre/saniye
s: saat
dk: dakika
sn: saniye
v: akışkan hızı
Ø: boru çapı
TL: Türk Lirası

Kısaltmalar

DSİ: Devlet Su İşleri
TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu
PE: Polietilen
PVC: Polivinil Klorür
CTP: Cam Takviyeli Plastik
İSKİ: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KOSKİ: Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
MASKİ: Malatya Su ve Kanalizasyon İdaresi
DMA: İzole Alt Bölge
SCADA: Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama
STK: Sivil Toplum Kuruluşları
SYGM: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi
MNF: Minimum Gece Debisi
KDV: Katma Değer Vergisi
KİK: Kamu İhale Kurumu
UML: Birleşik Modelleme Dili
GPR: Yeraltı Radar Cihazı
SODA: Stratejik Seçenek Geliştirme ve Analizi
ABD: Amerika Birleşik Devletleri
BKV: Basınç Kırıcı Vana
BM: Birleşmiş Milletler
IWA: Uluslararası Su Birliği
AYKOME: Alt Yapı Koordinasyon Merkezi

1. GİRİŞ

Su canlılar için temel gereksinimlerden bir tanesidir. Su insanların yaşamları için vazgeçilmez bir gereksinim olmasının yanı sıra sınırlı miktarda bir doğal kaynaktır. Dünyada ve ülkemizde artan nüfusla doğru orantılı olarak ihtiyaç duyulan su miktarı her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda, nüfus artışı ve iklim değişikliğiyle beraber dünyanın çeşitli bölgelerinde su kaynaklarının yetersizliğinden dolayı su sıkıntılarında artışlar yaşanmaktadır. Dünya'daki mevcut su miktarı yaklaşık olarak 1.4 milyar km^3 'tür. Bu suyun büyük bir kısmı yaklaşık %97.5'i okyanus ve denizlerde bulunan tuzlu su, geriye kalan yaklaşık %2.5 oranındaki tatlı suyun tamamına yakını Antarktika ve Grönland gibi kutup bölgelerinde buz örtüsü halinde ve yeraltı suları halinde depolanmaktadır. Dünyadaki yenilenebilir ve sürdürülebilir bir şekilde kullanıma sunulabilir özelliğe sahip sular dünyadaki toplam su miktarının %0.007'si oranındadır. Ülkemiz su kaynakları bakımından zengin bir ülke değildir, ayrıca yarı-kurak iklim bölgesinde konumlanmaktadır. Su kaynaklarımız bilinçsiz ve yanlış kullanımlar sonucunda kirletilmekte ve yok olmaya yüz tutmaktadır. Ülkemizin tüketilebilir yer üstü ve yer altı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m^3 ve bunun da yıllık yaklaşık 54 milyar m^3 ünü kullanıyoruz. Ülkemizde bir yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2018 yılı verileri itibarı ile yaklaşık 1566 m^3 'tür. Su varlığına göre sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1.000 m^3 'ten az olan ülkeler "su fakiri", 2.000 m^3 'den az olan ülkeler "su azlığı", 8.000 - 10.000 m^3 'ten fazla olan ülkeler ise "su zengini" olarak kabul edilmektedir. Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili ve su kaynaklarının çokluğu göz önünde bulundurulursa su kaynakları bakımından zengin bir ülke olarak düşünülmekte ancak su fakiri olmaya aday bir ülkedir. Dünyada ve ülkemizde su tüketiminin her geçen gün artması ve bu sebeple ortaya çıkan veya çıkacak sorunlar ülkemizde ve dünyada su kaynaklarının yönetimine verilen önemi arttırmıştır. Su kaynakları yönetiminde insan yaşamının ve doğal hayatın devam etmesi için mevcut kullandığımız su kaynaklarının en iyi şekilde koruyarak ve en verimli şekilde kullanımını sağlamak gerekmektedir. Bu durum, su kaynaklarımızın kalitesinin yanı sıra miktar açısından da çok dikkatli yönetilmesini gerekli kılmakta, içme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıplarının azaltılması önem kazanmaktadır. Bu durumda, yerleşim alanlarında artan su ihtiyacını karşılayabilmek için içme suyu şebekelerinde meydana gelen su kayıplarının önlenmesi büyük önem taşımaktadır. İçme suyunda oluşan kayıpların önlenmesi hem artan su

ihtiyacının karşılanması bakımından hem de ülke ekonomisine katkı sağlaması açısından oldukça önemlidir. İçme kullanma amaçlı artan su talebine karşılık, suyun tüketiciye ulaşana kadar temin ve dağıtım sistemlerinde yok olması, su kaynaklarının yönetimi üzerindeki baskıyı artırmakta ve önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Şebekelerdeki su kayıpları gelir getirmeyen su miktarı olarak açıklanmaktadır. Teorik bir tanım ise şebekeye verilen su miktarı ile abonelerin tükettiği su miktarı arasındaki fark olarak açıklanmaktadır. Bu kayıplar kullanılan borulardaki kırılma veya çatlaklardan sızan sulardan, şebeke hattındaki izinsiz hat bağlantılarından, su sayaçlarındaki hatalardan ve mezarlıklar, ibadethaneler gibi kayıtsız şebeke hatlarındaki tüketimlerden kaynaklanmaktadır.

1.1. Tezin Amacı

Suyun kaynağından son kullanıcıya kadar güvenli bir şekilde ulaşması için şebekelerin periyodik olarak bakımı yapılmakta ve fiziki kayıplara müdahale edilerek suyun boşa gitmemesi için çalışılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalara ve raporlara bakıldığında ülkemizdeki su kaynaklarının giderek azaldığı, buna rağmen su tüketiminin arttığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak tüm dünyada ve ülkemizde kişi başına düşen su miktarı azalmaktadır. İçme suyu temin dağıtım sistemlerinde gözlenen su kayıp ve kaçakları önemli ekonomik kayıpların yanı sıra yüksek miktarda su israfına neden olmaktadır. Su kayıpları Konya'da ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı Konya'daki içme suyu şebekelerinde işletme kaynaklı oluşan su kayıplarında bakım onarım ve bakım onarım esnasında karşılaşılan problemler tespit edilerek incelenmesidir. Tespit edilen problemler için çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

1.2. Tezin Önemi

Su ihtiyacının artması, mevcut kullanımdaki su kaynaklarının yetersiz kalması su üreticilerini yeni kaynaklar aramaya yönlendirmiştir. Su kaynaklarımızın doğru kalite yönetiminin yanı sıra bu kaynakların dikkatli kullanımı da büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden içme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde su kayıplarının azaltılması çalışmaları gün geçtikçe artmaktadır. Artan su ihtiyacının sonucu olarak suyun tüketiciye ulaşmasından temin ve dağıtım sistemlerinde yok olmasına kadar su kaynakları üzerindeki su kayıplarının yönetimi önem kazanmaktadır. Bu çalışma sonucunda, Konya'daki içme suyu hatlarında mevcut su kayıpları belirlenecek su

rezervlerinin korunması ve halkın ucuza, kesintisiz su kullanabilmesi bakımından dikkat çekmeye çalışılmaktadır.

İçme suyu şebekelerinde oluşan bazı arızalar; su kesintileri, şebekede su basıncının düşmesi, suyun kalitesinin düşmesi, şebekede arıza olması abonelerde memnuniyetsizliklere neden olmaktadır. İçme suyu dağıtım sistemlerinde çeşitli sebeplerden kaynaklı arızalar oluşabilmektedir. Meydana gelen arızaların zamanında tespit edilmesi, bu arızaların onarılması ve şebeke sisteminin bakımının yapılması su kayıplarının yönetimi, su idareleri için ekonomik önemi ve sürdürülebilir su temininin devamlılığı açısından oldukça önem kazanmaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İçme suyu temininde gelir getirmeyen su kayıplarının azaltımı gibi verimlilik iyileştirmeleri, entegre su yönetimi için büyük önem teşkil etmektedir (Dilcan ve ark., 2018). Hidrolik modelleme içme suyu şebekelerinde su hızı seviyelerinin kontrolü ve basınç yönetimi için hayati öneme sahiptir (Akdeniz ve Muhammetoğlu, 2019).

Adana'nın en yüksek su kaybının yaşandığı Seyhan ilçesinde Karakuş (2021) tarafından çalışma yapılmıştır. Fiziki su kayıpları 17,6 lt – 56 lt seviyelerinden, 5,15 lt – 25,5 lt seviyelerine kadar düşürülmüş. Yapılan çalışma doğrultusunda, su kayıpları azaltılmış ve şebekenin basıncı ayarlanmıştır. Basıncın ayarlanmasının sonucunda şebeke hattında meydana gelen arıza sayısında azalma gözlemlenmiştir.

Brezilya'nın Kuzeydoğusunda 2020 yılında su kayıpları yaklaşık %42,7 seviyesindedir. Su dağıtım şebeke hatlarının verimliliğini arttırmak ve şebeke hattında yapılacak bakım-onarım işlerinin planlanması için Pereira ve ark. (2020) tarafından çalışma yapılmıştır. Su kayıplarının azaltılması ve şebeke hattının verimliliğinin artırılması için, toplumu bilinçlendirme kampanyası yapılması, basınç ve debi kontrol vanası kullanılması önerilmiştir.

Şebeke hattının kullanılabilirliğini arttırmak, su dağıtım şebeke hattında kesintileri önlemek ve bakım-onarım işlemleri sırasında sistemde yapılması gerekenler ile ilgili çalışma Carnaveli ve ark. (2020) tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, bakım-onarım işlerinin birden fazla değişkene (malzemeye, malzemenin yaşına, malzemenin gömüldüğü derinliğe, trafik yüküne, şebeke basıncına) bağlı olduğu bulunmuştur.

Antalya-Kaleiçi bölgesinde içme suyu şebeke hattında su kayıplarının azaltılması, kritik noktalarda şebeke basıncının izin verilen en düşük seviyede tutulması ve olağanüstü durumlarda su taleplerinin olması durumunda şebekenin su ihtiyacını karşılamak için ileri basınç yönetimi üzerine Bolbol (2019) tarafından çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda, hidrolik modellemenin su kayıplarını ve şebekede meydana gelen sızıntıları kontrol etmek için önemli bir araç olduğu tespit edilmiştir.

Denizli ilinde içme suyu şebeke hattında etkili ve sürdürülebilir bir su kaybı yönetim sistemi oluşturmak için, izole alt bölgeler oluşturup basınç yönetimi yaparak su

kayıplarının incelenmesi yönelik Savaş (2019) tarafından çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda, 2017 yılında 34.581 m³, 2018 yılında 50.387 m³ su tasarrufu sağlanmıştır.

Konya ilinde 2015,2016 ve 2017 yıllarında Körpe (2018) tarafından yapılan çalışma sonucunda, içme suyu şebeke hattında meydana gelen su kayıplarının miktarı, kayıp olan suyun mali kaybı ve su kayıplarının %25 seviyesine düşürülmesi durumunda idarenin geri kazanacağı mali kazanç hesaplanmıştır. 2015,2016 ve 2017 yıllarında yaklaşık su kaybı oranı %27 seviyesinde, kayıp su miktarı yaklaşık 23 milyon m³, kayıp suyun idareye maliyeti yaklaşık 271 milyon TL, su kayıplarının %25 seviyesine düşürülmesi durumunda idarenin kazanacağı mali kazanç yaklaşık 24 milyon TL olarak hesaplanmıştır.

İçme suyu şebeke dağıtım hatlarında meydana gelen arızalara yapılacak en doğru müdahaleyi tespit etmek için Diferansiyel Gelişim Algoritması kullanılması ve karar destek sisteminin geliştirilmesi Bettemir ve ark. (2017) tarafından önerilmiştir. Bu çalışma sonucunda, bakım-onarım işlerinin tamamlanma süre ortalaması 60-150 saatten, 25-30 saate kadar düşürülmüştür.

İçme suyu dağıtım hatlarında kullanılan boruların maliyete etkisi Gerger ve Toplamacı (2017) tarafından incelenmiştir. İshale hatlarında genellikle çelik, polietilen (PE) ve cam elyaf takviyeli polyester (CTP) borular kullanılmaktadır. Bu boru cinslerinde farklı boru çapları için maliyet hesapları yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, maliyeti en düşük CTP boruda çıkmıştır. CTP borudan sonra çelik boru ve polietilen boru gelmektedir.

Diyarbakır ili şehir merkezinde içme suyu şebekelerinde meydana gelen fiziksel kayıpları azaltmak için modelleme çalışması Songur (2016) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, gece tüketimleri modellemeden önce 60 m³/saat iken, modellemeden sonra 20 m³/saat seviyesine indirilmiştir.

İstanbul ili Bakırköy ilçesi en az kayıp-kaçak oranına sahip bölgelerden biri olması nedeniyle pilot bölge olarak Can (2014) tarafından seçilmiştir. İçme suyu şebekelerinde oluşan şu kayıplarının belirlenmesi için izole bölgeler oluşturulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda, Bakırköy ilçesinde su kaybı oranı %20,13 olarak hesaplanmıştır.

Sivas kent merkezinde yer alan Esentepe-Yunus Emre Mahalleleri pilot bölge çalışma alanı olarak seçilmiş ve çalışma bölgesinde içme suyu şebekesindeki kayıp-kaçak oranları Karakuş ve ark. (2010) tarafından belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, pilot bölgede mevcut içme suyu şebekesindeki kayıp-kaçak oranı % 40,43 iken, yapılan çalışma sonunda kayıp-kaçak oranı % 27,22'ye düşürülmüştür.



3.MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı olarak Konya ili merkez Selçuklu, Meram ve Karatay ilçeleri seçilmiştir. KOSKİ Su Şebekeleri Bakım-Onarım Şube Müdürlüğü'nden merkez 3 ilçeye ait içme suyu şebeke hattında meydana gelen arızalar ile ilgili 2019 yılından, 2022 yılı haziran ayının ilk haftasına kadar olan veriler alınmıştır. Arızalar ile ilgili veriler KOSKİ'nin kullanmış olduğu Gensoft - Proje ve Saha Yönetim Sistemi uygulamasından alınmıştır. Arıza sayıları ilgili veriler Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Elde edilen bu veriler Excel ortamına aktarılmıştır.

2022 yılının ilk 6 ayında merkez ilçelerde içme suyu şebeke hattında meydana gelen arızalar; yıllara, ilçelere, arıza sebeplerine, arızaların meydana geldiği boru cinslerine, arıza müdahale süresine, bakım-onarım işleminin tamamlanma süresine, bakım-onarım işleminde değişen boruların çaplarına, değişen boru parçalarının metrajlarına ve arızaların Alo 185 hattına bildirilmesinden sahada arızaların müdahale edilmesine kadar olan süreye göre incelenmiş, sonuç ve önerilerde bulunulmuştur. KOSKİ'den elde edilen veriler neticesinde arızaların bakım-onarım işlemlerinin maliyeti ve kayıp su miktarının maliyeti hesaplanmıştır.

Çizelge 3. 1. İçme suyu şebeke hattında ilçelere ve yıllara göre meydana gelen arıza sayıları

	2019	2020	2021	2022
Selçuklu	753	1241	1275	295
Meram	860	947	1065	284
Karatay	610	585	556	131
Toplam	2223	2773	2896	710

Çalışmada Abone şube yolu, su şube yolu ve diğer arızalara yer verilmemiştir. Veriler sadece içme suyu şebeke arızalarını kapsamaktadır.

4. SU YÖNETİMİ

4.1. Dünyada ve Ülkemizde Su Yönetimi

4.1.1. İsrail’de Su Yönetimi

“İsrail su kaynakları bakımından oldukça fakir bir ülkedir. Bu eksikliğini Ar-Ge ve yenilik yoluyla kapatmaya çalışmaktadır. Değişik teknikler ile su teminini sağlayan İsrail, su teknolojileri konusunda dünyanın önde gelen ülkelerinden biri haline gelmiştir. İsrail’in ulusal su ajansı “Mekorot” ülkenin çevresel ve güvenlik kaygılarına karşı yenilik yolu ile tuzdan arındırma, suyun temini, su koruma mühendisliği, suyun güvenliği ve kalitesi konularında lider bir kurum haline gelmiştir (TMMOB, 2021).”

Su kaynakları yönetimi ve su tedariki için çeşitli yöntem ve teknikler ortaya konulmuş ve bunların daha da geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef ve teknikler arasında,

- Su kalitesi ve güvenliğinin artırılması,
 - Deniz suyu ve tuzlu ve kullanılmış suların tuzdan arındırılması ve yeniden kullanılması,
 - Sel-taşkın sularının toplanması ve kullanılması,
 - Yağmur/yağışların artırılması ve biriktirilmesi
- gibi hedefler yer almaktadır.

4.1.2. Çin’de Su Yönetimi

Yüksek nüfusunun yanı sıra, sanayi atıklarının da fazla olması sebebiyle özellikle su kirliliğini önleme konusunda Çin büyük çaba sarf etmektedir. Çin, 11. Beş Yıllık Kalkınma Planında ülke çapında su tüketiminin azaltılması ve koordineli bir şekilde su tasarruf teknolojilerini geliştirip kullanılmasını hedeflemiştir. Hazırlamış oldukları Çevre Koruma planında hedef olarak kendilerine; su kirliliğini azaltılmasını belirlemişlerdir (TMMOB, 2021).

Çin Su Kaynakları Bakanlığı’nın 2006-2010 yılları arasında geçerli olmak üzere yaptığı 11. Beş Yıllık Kalkınma Planında su konusunda hazırladıkları hedefler;

- Su tüketiminde verimliliği arttırmak (Kişi başı su tüketimini en az %20 azaltmak),

- Sulama yapılırken verimlilik oranını arttırmak,
- Sanayi üretiminde katkı sağlayan firmalarda, firma başına su tüketimini %30 azaltmak,

4.1.3. Almanya’da Su Yönetimi

Almanya’nın su yönetimi konusunda hazırlamış olduğu yönetim politikalarının amacı küresel pazarda söz sahibi olmaktır. Farklı bakanlıkların yayınlamış olduğu raporlarda su yönetimi konusu “Sürdürülebilir Su Yönetimi” adıyla paylaşılmıştır. BM’nin su yönetimi hakkında hazırlamış olduğu “Kalkınma Hedefleri” konusunda şu başlıklara önem verilmiştir;

- Suyun bulunması, dağıtımının yapılması ve çevreye zarar vermeden kullanılabilir hale getirilmesi,
- Su ve su kaynaklarının daha verimli kullanılması,
- Suyun sürdürülebilir bir kaynak olarak kullanılması,
- Hidrojeolojik çalışmalar yaparak yer altı su kaynaklarının oluşturulması, bu kaynakların korunması ve nehir ıslahının yapılması,
- Geleneksel olmayan su temin yöntemlerinin kullanılması

Almanya 2008 yılında suya bağlı endüstrilerin ekonomik gücünü arttırmak amacıyla Kamu-Özel iş birliği yaparak su konusunda “Alman Su Ortaklığı” kurmuştur (TMMOB, 2021).

4.1.4. Türkiye’de Su Yönetimi

Su Yönetimi konusunda Türkiye’de çalışmalara 2000’li yılların başında hem Kamu Kurumları hem de Sivil Toplum Kuruluşları (STK) ile beraber önemli çalışmalar yaparak başlamışlardır ve bu çalışmalar halen devam etmektedir. Yapılan çalışmalardaki temel amaç, Türkiye’nin sahip olduğu mevcut su kaynaklarını olabildiğince korumak ve en verimli şekilde kullanmaktır. Bu çalışmalar yapılırken su kaynaklarımızın kalitesini korumak için yine çalışmalar yapılmıştır. 2011 yılında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM)’nin kurulmasının ardından su yönetimi çalışmaları daha da artmıştır (TMMOB, 2021).

Türkiye'nin su politikası, mevcut kullanılan su potansiyeli ve ülkemizin yağış rejimiyle direk ilişkilidir. Türkiye sahip olduğu coğrafi konumdan kaynaklı farklı özelliklere sahip iklim tipleri ve farklı yağış rejimleri görülmektedir. Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde yüksek miktarlarda yağışlar görülürken, Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde ise yağışlar daha az olmaktadır. Bu yağış farklılıkları, Türkiye'nin kendisi için hazırladığı su politikasına yön veren ana başlıklardan birisidir. SYGM tarafından başlatılan Havza Esaslı Su Yönetimi çalışmaları, kullanım amaçlarına göre su depolanması ve havzalar arasında su aktarımı vb. konular Türkiye'nin su kaynaklarının yönetiminde ön planda olması hedeflenmektedir.

Su yönetiminde temel sorunlar 3 başlıkta toplanabilir;

- Su yönetimi konusu ile ilgi hedef eksikliği,
- Yasal ve kurumsal alt yapı zafiyeti,
- Plansızlık, koordinasyon eksikliği ve verimsizlik (Yıldız ve ark, 2020),

Ülkemizde su ile alakalı görev ve yetkileri bulunan kurum ve kuruluşlar;

1. İçişleri Bakanlığı

- Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü
- İller İdaresi Genel Müdürlüğü
- Jandarma Genel Komutanlığı
- Sahil Güvenlik Komutanlığı
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

2. Tarım ve Orman Bakanlığı

- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Türkiye Su Enstitüsü
- Orman Genel Müdürlüğü
- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü

- Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
- Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
- Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
- Havza Yönetim Heyetleri

3. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

- İlbank A.Ş.
- Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü
- Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
- ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
- Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
- Altyapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü
- CBS Genel Müdürlüğü
- Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü

4. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

- Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü
- Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü

5. Dışişleri Bakanlığı

- Çevre, İklim Değişikliği ve Sınır aşan Sular Genel Müdür Yardımcılığı
- Avrupa Birliği Başkanlığı

6. Hazine ve Maliye Bakanlığı

- TÜİK

7. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
- Maden Tetkik Arama ve Araştırma Genel Müdürlüğü
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

8. Kültür ve Turizm Bakanlığı

- Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü
- Türk İş Birliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı

9. Sağlık Bakanlığı

- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

“Ülkemizde yüksek seviyelerde seyreden su kayıplarını azaltmak, gerekli tedbirleri almak ve belli bir standart oluşturmak için 8 Mayıs 2014 tarihli ve 28994 sayılı Resmî Gazete de “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği” yayımlanmıştır. Yönetmeliğin, “İçme-Kullanma Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinin Yönetimi ve Su Kayıplarının Azaltılması” Bölümü, 6 (1-b) maddesinde, idarelerin su ve bütçe ihtiyaçlarını belirlemesi, fayda ve maliyet analizlerini hazırlaması ve stratejik planlarında su kayıplarını azaltıcı yöntemleri uygulaması ifade edilmiştir. Bununla birlikte idareler 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 9 yıl içerisinde en fazla %30, takip eden 5 yıl içerisinde ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü olmuşlardır (Kızıloz, 2021).

4.2. Su Kayıpları

Kaynaktan alınan su gerekli arıtma işlemlerinden geçtikten sonra kullanıma hazır hale gelir ve içme suyu abonelerin tüketmesi için şebeke hattına verilir. İçme suyu şebeke hattında abonelere ulaşana kadar kaybolmasına veya izinsiz tüketilmesine izin verilmemektedir. Su idareleri tarafından depodan çıkan su ölçülmektedir bu sayede ölçülen suyu satabilmektedirler. Su idareleri tarafından abonelerin tüketim yaptıkları

yerlere sayaçlar takılmıştır ve tüketilen suyu ölçüp, faturalandırıp aboneden tüketim bedelini almaktadır. Abonelerin hepsine sayaç takılsa bile su idareleri tarafından üretilen suyun bir kısmı abonelerin sayaçlarından geçmez. Örneğin; arızalar, yangınla mücadele (yangın hidrantları) gibi sebepler idarelerin bilgisinin olduğu zaman kullanılmalıdır. Bu tüketim miktarları oldukça azdır. Büyük su kayıplarını oluşturan en büyük neden oluşan sızıntılardır. Su kayıplarının gidermek, mümkün olduğunca en az seviyelere indirmek bütün su idarelerinin hedefidir.

Kayıp su oranının ekonomik olarak kabul edilebilir seviyede olduğuna karar vermede gerçek kural şudur; kayıp olmaktan kurtarılan suyun ekonomik değeri en azından kurtarılmak için harcanan maliyeti dengelemelidir. Örneğin, mevcut durumda, sızıntı belirlenmesi ve arıza giderilmesinin maliyeti, en azından, sızıntının giderilmesiyle elde edilen değere ilaveten sızıntıdan kaynaklanan herhangi bir zarardan daha az olmalıdır. Su kaynaklarının sınırlı, arıtma maliyetlerinin yüksek olduğu bir şebekede, su kayıplarının azaltılması faydalı olacaktır (Körpe, 2018).

Su kayıp oranları ülkemizde oldukça yüksektir. Ülkemizdeki su kayıp oranı yaklaşık olarak %45'dir. Avrupa'da su kayıpları ortalaması %20 seviyesindedir. Ülke olarak Avrupa seviyesine yaklaşmak için su kayıp oranı düşürmek için çalışmalar yapılmalı ve su kaynakları daha verimli bir şekilde kullanıldığında Avrupa seviyesine yetişilebilecektir (Toprak ve ark, 2007).

“Çeşitli tarihlerde yapılan araştırma sonuçlarına göre; ABD'nin Boston şehrinde %33, İngiltere'de ülke genelinde %24, Hindistan'da ülke genelinde %51, Tayland'ın başkenti Bangkok'ta %49, Almanya'nın Münih şehrinde %12 oranında su kaçakları bulunmuştur. Türkiye'de ülke genelinde %45 oranında su kaçağı olduğu tahmin edilmektedir (Gerger ve Aslan, 2019).”

Su kayıplarının sınıflandırılması

İçme suyu şebekelerindeki toplam su kayıpları, fiziki kayıplar ve idari kayıplar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

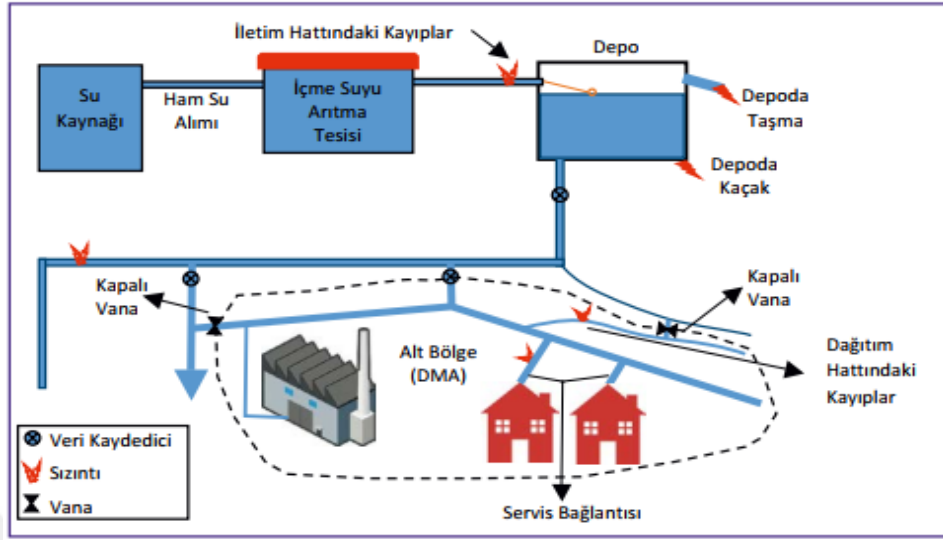
Fiziki su kayıpları

İçme suyu şebekelerindeki su kayıplarının büyük bir kısmını fiziki (gerçek) su kayıpları oluşturmaktadır. Fiziki kayıpların en aza indirilmesi için detaylı incelemeler yapmak gerekmektedir. Örneğin: Şebeke hattındaki borunun üstünden oluşan sızıntılar,

ana borulardaki çatlak ve kırıklardan oluşan kaçaklar, vanaların ve boruların ek yerlerinde oluşan sızıntılar, şebeke bağlantı elemanlarındaki eskimiş contalar, hidrolik modelleme hataları, yanlış malzeme seçimi, kalitesiz malzeme kullanımı, işçilikten kaynaklanan hatalar, şebekeyi yüksek basınçta çalıştırmak, bakım onarımların zamanında yapılmaması, depoda oluşan taşma veya kaçak, hatalı dolgu yapılması, korozyon, hava koşulları (soğuk, sıcak hava vs.), hattın geçtiği yerde yol varsa oluşan trafik yükü vb. fiziki kayıpları oluşturan bazı nedenlerdir (Dikmen, 2005). Şekil 4.1.'de şebeke hattında oluşan boru arızası gösterilmiştir. Bu arıza nedeniyle şebekede fiziki kayıplar oluşmaktadır. Şekil 4.2.'de örnek bir içme suyu şebeke dağıtım sistemi ve fiziki (gerçek) su kayıplarının oluşabileceği yerler görülmektedir. Kayıp Su: su dağıtım hatlarında bulunan borulardaki çatlaklardan, vana ve hat oluşan sızıntı olarak kaybolan, kullanılmayan sulardır. Su dağıtım hattı borularının genel olarak toprağa gömülü olmaları nedeniyle hatlarda oluşan su sızıntıları, kayıpları kolayca bulunamamakta, dolayısı ile su kaçaklarının tespiti zor olmaktadır. Sızıntı kontrolleri pasif ve aktif olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır. Pasif yöntem, sızıntı belirtilerinin oluşması ile birlikte harekete geçilmesidir (Songur, 2016). Örneğin yüzeyde görülen su fışkırmaları tarzındaki boru patlamaları sonucu veya sulardaki düşük basınç ve kesilmeler ile ilgili müşteri şikayetleri ile önlem alınmasıdır. Aktif yöntem ise sistematik olarak sistemdeki kaçakların çeşitli dinleme cihazları, sensörler kullanılarak veya testler uygulanarak (Örneğin; basamak testi, minimum gece akış kontrol testi, hidrolik izolasyon testleri vs.) veya şebeke üzerinde programlanmış yürüyüşler ile kaçak arama çalışmalarının yürütülmesidir (Pala ve Latifoğlu, 1998).



Şekil 4.1. Asbest Boru Arızası (KOSKİ, 2021)



Şekil 4.2. Tipik bir içme suyu temin ve dağıtım sistemi ve fiziki su kayıpları oluşum noktaları (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)

Fiziki kayıpların önlenmesi için yapılması gerekenler;

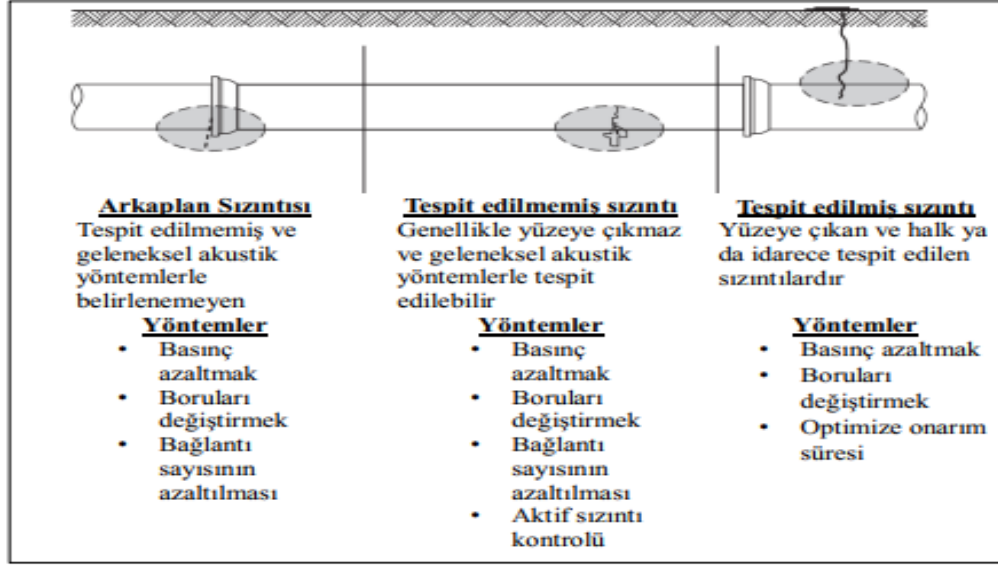
- Sızıntı tespiti ve aktif sızıntı kontrolü,
- İzole Bölge (DMA) oluşturarak çalışma,
- Debi ve basınç yönetimi, kontrolü,
- Depolarda oluşabilecek taşmaları azaltmak için seviye kontrolü,
- Düzenli bakım onarım,
- İsale ve şebeke hattı borularının kontrol edilmesi ve yenileme,
- Eski sayaçları yenileme yapılmalıdır.

Fiziksel kayıpların düşürülmesinin ardından sağlanan kazançlar üretime yansır ve işletmenin maliyetlerini düşürür (Güçlü, 2014).

Sızıntıların çeşitleri

İyi yönetilen bir şebeke hattı birden fazla değişkene bağlı olarak etkilenmektedir. Bu değişkenler genel olarak; şebekenin kapasitesi, bütçe, bakım-onarım, işletme, su kalitesi ve alt yapıyı içermektedir. İşletme ve dağıtım büyük bir ekonomik yatırım sonucu oluşur. Su dağıtım sistemi birimleri sadece bütçe için değil halk sağlığı için de

önemli bir rol oynar. Bu sebeple önemli su dağıtım birimleri için boru kırıkları ve sızıntılardan şebeke sistemini korumak çok önemlidir (Can, 2014). Şekil 4.3.'de şebeke hattındaki boruda oluşan sızıntılar görülmektedir.



Şekil 4.3. Dağıtım ve iletim hattındaki sızıntılar (Gülaydın, 2017)

Tespit edilmiş sızıntılar (Bildirilen patlaklar): Sızan su yüzeye çıkmaktadır ve görülebilmektedir. Görünür şekilde oluşmaktadır. Genelde halk tarafından su idaresine bildirilen ve kısa sürede tamiri yapılan sızıntı türüdür. Kısa sürede müdahale yapılabilmektedir.

Tespit edilmemiş sızıntılar (Bildirilmeyen patlaklar): Sızan su yüzeye çıkmak yerine yerin altında akmaktadır. Sızıntı tespit çalışmaları yapılırsa ortaya çıkmakta ve tespit edilebilmektedir. Tespit edilemezse müdahale süresi uzamaktadır.

Arka plan sızıntısı: Çok küçük miktarlardaki sızıntılardan oluşur. Boruların bağlantı veya ek noktalarında meydana gelen küçük debi sızıntılarıdır. Bu sızıntı türünün tek tek tespit edilmesi gerekmektedir.

İdari su kayıpları

İçme suyunda faturalandırılmış su miktarının dışında tüketim yapılmasına rağmen abonelere ait su sayaçlarında hatalı okumalar veya sayaçtan kaynaklı hatalar nedeniyle ölçülemeyen su miktarları idari su kayıpları olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra resmi kurum ve kuruluşların halka açık yerlerde (parklar, ibadet yerleri, yangın hidrantları vs.) ücret (fatura) ödeme zorunluluğu olmadan kullandıkları su miktarları da idari su kayıpları olarak adlandırılmaktadır. Yasal olmayan hat bağlantıları, yani içme suyu şebekelerinde yapılan kaçak şebeke hattı bağlantıları sonucunda kullanılan sularda idari su kayıpları olarak değerlendirilmektedir ve gelir getirmemektedir. Gelir getirmeyen su miktarları arttıkça su idaresinin tüketim için çeşitli aşamalardan geçip içmeye hazır hale getirmiş olduğu suların bir kısmının maddi ödemesini alamamaktadır.

Gelir getirmeyen su, su kayıpları ile aynı miktarı ifade etmez; toplam su kayıplarına ek olarak faturalandırılmamış izinli su tüketimini de içermektedir. Çizelge 4.1.'de standart su denge çizelgesi görülmektedir. Buna bağlı olarak, faturalandırılmamış izinli su tüketimi var ise, gelir getirmeyen su hacmi, toplam su kayıpları hacminden daha fazladır. Faturalandırılmamış izinli su tüketimi, izinli su tüketimi içinde yer almakta ancak gelir getirmemektedir. Bu tüketime örnek olarak halka açık alanlardaki (ibadethaneler, parklar, yangın muslukları vb.) su tüketimleri ve iletim ve dağıtım hatlarında bakım veya onarım amaçlı tahliye edilmesi gereken su hacimleri verilebilir.

Çizelge 4. 1. Standart su denge çizelgesi (IWA, 2000)

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

Faturalandırılmış İzinli Su Tüketim, faturalandırılmış ölçülmüş kullanım ve faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım olarak ikiye ayrılır. Faturalandırılmış ölçülmüş kullanım, su sayaçları ile abonelerin su kullanımları ölçülerek faturalandırılmasıdır.

Faturalandırılmış ölçülmemiş kullanım, abone su sayacının görevini tam yapmadığı ya da yapamadığı durumlarda su idareleri tarafından aboneye çıkarılacak faturaya karar verirken geçmiş tüketimlerine bakarak kullanılan suyu ölçmeden faturalandırır veya kullanılan suyu ölçemiyorsa belirli tüketim tarifeleri uygulayarak aboneyi ait faturayı çıkarır.

Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketim, faturalandırılmamış ölçülmüş ve faturalandırılmamış ölçülmemiş olarak iki kısma ayrılmaktadır. Faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım; verilen suyun ücretinin alınmadığı ama kullanım yapılan suyun miktarının bilindiği, ölçüldüğü durumdur. Örneğin; Kamu kurumlarının tükettiği su, camiler, parklar vs. Faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım; verilen suyun ücretinin alınmadığı ayrıca kullanım yapılan suyun miktarının da bilinmediği, ölçülmediği durumdur. Örneğin; Yangın hidrantları, sayacı olmayan parklar vs. Gelir getirmeyen su miktarı;

Gelir Getirmeyen Su = Toplam Su Kayıpları + Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi şeklinde ifade edilmektedir.

Su kayıpları bazı ülkelerde %50'den daha fazla iken, bazı ülkelerde %10'un altındadır. Su kayıplarının sıfır olduğu bir içme suyu şebekesi bulmak mümkün değildir. Bazı gelişmiş ülkeler su kayıpları oranını %10'un altına indirmeyi başarmışlardır. Ülkemizdeki su kayıpları oranına ilişkin net bir değer ifade edilmemekle birlikte Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2012 verilerine göre Gelir Getirmeyen Su oranı %43,6'dır.

4.3. Su Kayıplarının Nedenleri

Su kayıplarının birden çok nedeni vardır. Bunların bir kısmı sistemde oluşan hatalardan kaynaklanırken diğer bir kısmı da abonelerin yapmış olduğu bilinçsiz su kullanımından kaynaklanabilmektedir. Şekil 4.4.'de oluşan su kayıplarının nedenleri görülmektedir.

Su kayıplarının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Ana boru kırık veya çatlak sızıntıları,
- Abone borusu kırık veya çatlak sızıntıları,
- Şebeke hattındaki su basıncı,
- Yangın suyu,
- Yeşil alanlarda kullanılan sular,
- Pompa veya vanalarda oluşan kaçaklar,
- Sabit fatura ödeyen aboneler,
- İzinli ölçülemeyen kullanımlar,
- Sayaçların yanlış ölçümü,
- Personellerin yanlış endeks okuması,
- Kaçak su kullanımı,



Şekil 4.4. Su temin ve dağıtım sistemlerinde oluşan su kayıpları (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)

4.4. Su Kayıplarının Yönetimi

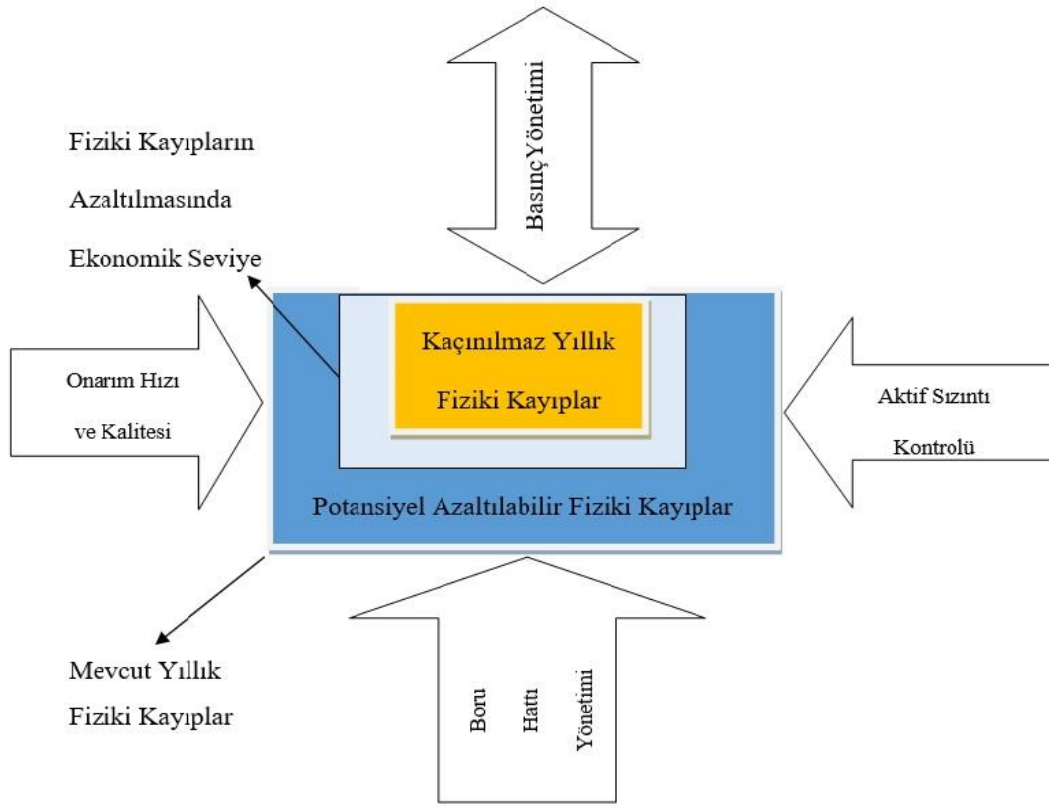
Bütün sistemlerde su kayıpları meydana gelebilmektedir. Su kaybı problemlerine genelde zayıf alt yapı, şebeke hattının kötü yönetilmesi, şebekede kullanılan malzemenin kalitesi, şebekenin özellikleri, işletmenin yönetimi neden olmaktadır. Su kaybının fazla olması su idaresinin yatırım maliyetlerini arttırırken, aboneye giden suyun kalitesini de düşürmektedir. Yüksek seviyelerdeki idari su kayıpları su idarelerinin gelirlerini azaltmaktadır.

4.4.1. Fiziki su kayıplarının yönetimi

Fiziki su kayıplarının yönetimi 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

- Basınç Yönetimi
- Onarım Hızı ve Kalitesi
- Boru Hattı Yönetimi
- Aktif Sızıntı Kontrolü dür.

Şekil 4.5.'de gösterilen büyük mavi bölge: Potansiyel Azaltılabilir Fiziki Kayıplar olarak tanımlanmaktadır. İçme suyu dağıtım şebekesinde kullanılan malzemeler eskidikçe fiziki kayıplar artış gösterebilmektedir. Şekil 4.5.'de işaretlenen sarı bölge: Kaçınılmaz Yıllık Fiziki Kayıplar olarak tanımlanmaktadır. İçme suyu dağıtım şebekesinin aktif olarak işletme basıncı sonucunda elde edilebilecek en düşük fiziki su kayıpları hacmini ifade etmektedir. Oluşan fiziki kayıplardaki artış, fiziki su kayıpları yönetim stratejisinde yer alan dört temel bileşenin doğru ve uygun bir şekilde uygulanması ile potansiyel azaltılabilir fiziki kayıplar sınırlandırılabilir, azaltılabilir.



Şekil 4.5. Fiziki su kayıplarının yönetiminde uygulanan bileşenler (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)

Basınç yönetimi

Fiziki su kayıplarının yönetiminde en etkili yöntemlerden birisi basınç yönetimidir. Basınç yönetimi iyi yapılandırılmış bir fiziki su kayıpları yönetim stratejisi içinde yer alması gerekli olan temel unsurlardan biridir (Sönmez ve ark, 2018). Su dağıtım şebekelerinde oluşan kayıp/kaçak oranı, terfi veya cazibe ile sağlanan basınç ile doğrudan bağlantılıdır. Sistemdeki basıncın artması su kayıplarını arttırırken, basıncın azalması su kaybını düşürmektedir. Şebekedeki basıncın düşürülmesi şebeke hattının ömrünü uzatır.

İçme suyu şebeke hatlarında su kullanımı arttıkça borulardan geçen suyun hızı artar. Suyun hızının artması hidrolik yük kayıplarını arttırır bu da basıncın azalmasına neden olur. Şebekedeki su kullanımı azaldığında borulardan geçen suyun hızı azalmaktadır. Suyun hızının azalması da basıncın artmasına neden olur.

Onarım hızı ve kalitesi

Herhangi bir sızıntı veya kaçak tespit edildiğinde veya haberi geldiğinde, sızıntı veya kaçağa bakım-onarım yapılana kadar geçen süre oluşan fiziki kayıpların hacmini artırmaktadır. Bu nedenle, bakım-onarım işleri mümkün olan en kısa sürede yapılmalıdır. Sızıntı veya kaçağa yapılan bakım-onarım kalitesi onarımın kalıcılığı için önemlidir. Bakım-onarımın kalitesini arttırmak için izlenmesi önerilen bazı konular;

- Algılama, yer tespiti ve bakım-onarım aşamaları için verimli uygulamaların geliştirilmesi,
- Kullanılan ekipmanın ve malzemenin kaliteli olması,
- Malzeme ve işçilik için standartların belirlenmesi,
- Servis bağlantılarının iyi yapılması
- İşine bağlı bir idare ve personel,
- Bakım-onarım işleri için yeterli mali bütçe sağlanması.

Boru hattı yönetimi

“Boru hattı yönetimi, boru hattı için malzeme seçimi, montajı, bakımı, değişimi ve kazısız teknolojiler olmak üzere tüm yönetim ve işletim unsurlarını içerir. Kazısız teknolojiler, kısmen hasarlı olan borularda, boru iç yüzeyinin epoksi, beton veya polimer ile kaplanarak tamir edilmesini içerir. Özellikle tarihi değer taşıyan bölgeler, trafiğin ve yerleşim alanlarının yoğun olduğu yerler için uygundur. Boru hattı yönetimi, uzun vadeli ve ekonomik su kayıpları kontrolü açısından büyük önem taşımaktadır. Bu uygulamadaki temel amaç, su kayıpları kontrolünün en düşük maliyet ile gerçekleştirilmesidir. Boru hatları için onarım, yenileme ve mevcut durumda bırakılmasına yönelik kararların alınabilmesi için önceliklendirme çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen seçenekler arasından seçim yapılırken, su kayıplarının kontrolüne yönelik olarak hem basınç yönetimi, hem de işletim ve bakım sürecinin geliştirilmesi faaliyetleri de devam ettirilmelidir. Boru hattı yönetimindeki en kritik faktörler;

- i) Boru hatlarının mevcut durumdaki performansının anlaşılması
- ii) Gerekli verinin toplanması ve bu verilerin planlama amaçlı ihtiyaç duyulan faydalı bilgiye dönüştürülmesi

iii) İyi bilgi sistemlerinin kurulmasıdır (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).”

Su kayıplarını azaltmak için stratejiler, geliştirirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli konulardan biri şebeke hatlarının eskimesi ve şebeke hattının ne zaman yenilenmesi gerektiği ile ilgili kararların alınmasıdır. Mevcut kullanılan alt yapının durumunun belirlenmesi ve yıpranma sürecinin değerlendirilmesi gereklidir. Şebekedeki boru patlakları sayısı ve onarımına ait kayıt sistemi verileri incelenerek boru hatları için onarım veya yenileme için öncelik belirleme çalışması yapılabilir. Ayrıca, aktif sızıntı kontrolü ile şebekede sürekli patlak ve onarım ihtiyacı oluşan boru kesitleri tespit edilebilir (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).

Aktif sızıntı kontrolü

Su idareleri yerin altında görünmeyen kaçakları, sızıntıları tespit etmek ve bulmak için sahada kullanılmak amacıyla arıza tespit ekipmanları almaktadır. Sahada ekipmanlar yardımıyla sızıntı kontrolü yapılmasına aktif sızıntı kontrolü adı verilmektedir. Aktif sızıntı kontrolünde ilerde büyük bir kaçak ortaya çıkmadan su kaybı daha başlangıç aşamasında az miktarlarda kaçak varken çözülmesine yardımcı olmaktadır. Debi ölçümü, sızıntı yerinin konumunun belirlenmesi ve tespit edilmesi, aktif sızıntı kontrolü için gereklidir. Su idareleri kullanım için en uygun ekipman teknolojilerini seçmek zorundadır. Dağıtım borularındaki kaçakların bulunması oldukça maliyetli bir iş olmasının yanı sıra eğitimli ve deneyimli personel gerektirir (Yüksel ve ark, 2018). En önemli konu kullanılacak ekipmanları kalifiye, tecrübeli personellere teslim etmektir. Kayıp-kaçak ekibi ekipmanların nasıl kullanıldığının yanı sıra ekipmanların sınırlarını da iyi tanımalı, bilmeli.

Fiziki kayıp-kaçak tespit çalışmalarında aşağıdaki metotlar kullanılmaktadır;

- Su yüzüne çıkan arızalar ve sızıntılar için gözle kontrol,
- Akustik cihazlarla kontrol (Mekanik ve elektronik dinleme sopası, zemin mikrofonu, korelatör, permanant sistem, vs.)
- Radar cihazlarıyla kontrol (Toprak altı radarlar)
- Frekans değerlerine göre sızıntı tespiti
- İletişim için şebeke sızıntı algılama donanımları (İletim hattına takılı sensörler, kızıl ötesi teknolojisi)

Zemin mikrofonu

Yerin altına gömülü içinden basınçlı su geçen su hattı borularından sızan suların çıkardığı sesi dinleme yapılması amacıyla çalışmaktadır. Zemin mikrofonu yerin altındaki su sızıntısının çıkardığı sesi/gürültüyü elektronik olarak güçlendirir ve zemin mikrofonunu kullanan personelin kulağına kulaklık yardımıyla iletir. Mikrofonun hava koşullarından en az şekilde etkilenmesi için kauçuk kılıf ile korunmaktadır.

Mikrofonun el probu vasıtası ile zeminde arızanın olabileceği yerlerde temas ettirilmesi, gezdirilmesiyle çalışmaktadır. Kaçak olduğu düşünülen bölgede farklı noktalara zemin mikrofonu konularak dinleme yapılır, prob vasıtasıyla elde edilen veriler dijital göstergeye iletilir. Dijital göstergedeki değerlerde dinleme yapılırken diğer yandan kontrol edilmek amacıyla kaçığın yerini tespit etmeye yardımcı olur.

Zemin mikrofonu kazı yapılmadan toprak altındaki sızıntı ve kaçakların tespit edilebilmesi açısından kaçak tespit çalışmalarında mutlaka bulunması gereken yardımcı bir ekipmandır. Kaçak sesini büyütürken kulaklığa vermesi ve dijital göstergenin hassas oluşu avantaj olarak öze çarpmaktadır. Cihazı kullanacak kişi oldukça deneyimli olmalıdır. Sızıntının olduğu yerde etrafındaki titreşim veya olumsuz hava koşullarından cihaz etkilenebilir ve yanlış sonuç verebilmektedir. Bu yüzden zemin mikrofonu mümkün oldukça akşam veya gece dinlemesi yapılması sağlıklı sonuç açısından önem arz etmektedir. Arıza tespit ekibi personeli Şekil 4.6.'da tarafından zemin mikrofonu yardımıyla arızanın yerini tespit etmeye çalışmaktadır.



Şekil 4.6. Zemin mikrofonu arazi kaçak uygulaması (KOSKİ, 2021)

Korelatör

Korelasyon, bilgisayar destekli bir yöntemdir. Sızıntı yerlerini daha doğru şekilde tespit etmek amacı ile kullanılır. Her sızıntı yerinden bir ses sinyali gelir, bu da boruya monte edilmiş hidrantlara, armatürlere veya sürgülere aktarılır. Bu sinyallerin süre farkından malzeme, boru çapı ve ölçüm uzunluğunu dikkate alarak tam sızıntı konumunu tespit eder.

Dinleme yoluyla kaçak tespit eden diğer cihazlardan farkı, hava şartları, boru döşeme derinliği veya yüksek bir arka plan gürültüsü gibi olumsuz faktörlerin olması durumunda, kaçak/sızıntı bulma esnasında daha verimli çalışmasıdır. Korelatör; taşıma çantası ve bu çantaya monte edilmiş cihazlar ile kızılötesi iletişim yapabilen sensör problemlerden oluşmaktadır. Şekil 4.7.'de görülmektedir.



a) Sensörler



b) Sensörlerin bağlanacağı kancalı ip



c)Korelatör

Şekil 4.7. a) Sensörler, b) Sensörlerin bağlanacağı ip, c) Korelatör (KOSKİ, 2021)

Probların algılama sensörleri kancalı ip gibi bir malzeme ile bağlanarak kapaklarından sarkıtılarak sensörlerin alt kısmında bulunan veya gerekli durumlarda yan tarafına montelenen mıknatıslar yardımıyla vanalara veya borulara tutturulur. Problar vana veya borulara tutturulmadan önce kurulumu yapılmaktadır. Hangi boru tipinden veri alacak, borunun tahmini et kalınlığı, veri almaya ne zaman başlayacak, verileri ne kadar süreyle toplayacak, ne kadar süre çalışacak vs. bu bilgiler sensörlerin iletişim halinde olduğu korelatöre tecrübeli kişiler tarafından girilir. Sensörler numaralandırılır ve vana veya borulara yerleştirilir. Yerleştirildikleri konum kayıt altına alınır, sensörlerin ses kaydı yapması sağlanır. Sensörlerin veri toplama işi bittikten sonra toplanır. Kaçak veya sızıntı varsa gerekli aksiyonlar alınır.

Boru, kablo, hat tespit cihazı

Kazı veya bakım yapılacak yerlerde yeraltı boru, kablo, hat tespiti yapılması için Şekil 4.8.'de gösterilen tespit cihazı kullanılmaktadır. Kazı yapılacak alanda yeraltı metal boru hattı ve kablo dedektörü cihazı yardımıyla hat tespiti kontrolü yapılır, bu sayede kazı esnasına herhangi bir arızaya, yanlış yer kazılmasının önüne geçilmiş olur. Ölçüm ne kadar hassas yapılırsa, yanlış yeri kazma ihtimali o kadar azalır.



Şekil 4.8. Boru, kablo, hat, tespit cihazı (KOSKİ, 2021)

Metal dedektörü

Yol kaplaması altında veya toprağın altında kalan metalik şebeke hattı elemanlarının (kapak, vana, buşakle vs.) tespitini yapmak amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 4.9.'da gösterilen metal dedektörü şarj edilebilir pille çalışmaktadır. Dedektörün üzerinde bulunan dijital göstergede vana veya priz buşaklenin tespit edilmesi durumunda sinyal vererek ses çıkarmaktadır.



Şekil 4.9. Metal dedektörü (Url-1, 2022)

Portatif ultrasonik debimetre

Portatif debimetre plastik veya metal boruların içinden geçen, akış halinde olan su, kimyasal ve yağ gibi sıvıların boru hatları içindeki debisini ölçmek için boruların dış yüzeyine takılır. Debimetre sensörleri akışkanın akışını kesmeden boruya dışardan monte edilir. Bu sayede debimetreyi kullanırken boru hattı içinden giden akışkanın basınç düşümü ve akış engellemesi olmaz. Sensörler arasında olması gereken mesafe; boru çapına, borunun türüne ve borunun et kalınlığına, akışkanın türüne göre debimetreye girilen değerler sonucunda debimetre tarafından hesaplanır.

Şekil 4.10.'da gösterilen debimetrenin kurulumu kolay ve hızlı yapıldığı için sabit debimetrelerin kurulumunun gerekmediği yerlerde, mevcut debimetrelerin yerine geçici olarak kullanılır. Bu cihaz akışkan dolu borularda akış problemlerini gidermek, akışı gözlemlemek ve dengelemek için kullanılmaktadır.

Kurulumu yapılırken cihaza ölçüm yapılacak borunun cinsi girilir, borunun çapı girilir, borunun et kalınlığı girilir, borunun içinden akışkanın cinsi girilir, ölçüm metotları girilir. Cihaz bu veriler girildikten sonra sensörler arasında ölçüm yapılmadan önce bırakılması gereken mesafeyi hesaplamaktadır.



Şekil 4.10. Portatif ultrasonik debimetre cihazı ve sensörleri (KOSKİ, 2021)

Mesafe ayarlandıktan sonra sensörlerin boruyla temas edeceği yüzeye akışkan bir jel sürülüyor, bu sayede sensörlerin en doğru ölçümü yapmasına yardımcı oluyor. Sensörler ölçüm yapacağı zaman boruya doğru şekilde yapıştırılmalıdır. Aksi takdirde yanlış sonuçlar verebilir hatta negatif sonuç bile alınabilmektedir. Şekil 4.11.'de gösterilen kırmızı kablo bağlanmış sensör akışkanın boruda gittiği yöne doğru yerleştirilmez. Mavi kablo bağlanmış sensör ise akışkanın kırmızıdan giriş yaptığı yönün tersine yerleştirilmelidir. Kısaca kırmızı uç giriş yapılan yönde, mavi uç çıkış yapılan yönde yerleştirilmektedir. Bu şekilde yapılırsa doğru sonuca ulaşılmış olur, eğer kırmızı ile mavi ters yerleştirilirse debimetre debiyi eksi (-) olarak ölçmektedir.



Şekil 4.11. Debimetre sensörlerinin boruya doğru şekilde montajı (KOSKİ, 2021)

Yeraltı radar cihazı

“İngilizcede GPR yani Ground Penetrating Radar olarak bilinen yer altı radarları, toprak altındaki genellikle sığ özelliğe sahip tabakaların değişik birçok amaç doğrultusunda araştırılması için kullanılır. Şekil 4.12.’de görülen radar cihazı yardımıyla 40 metreye kadar görüntüleme yapılabilir.

Altyapı şebeke hatlarının elektromanyetik ve ses dalgalarını kullanarak yer altında bulunan malzemelerin, cisimlerin tespit edilmesine yardımcı olan bir ekipmandır (Sarı, 2017).



Şekil 4. 12. Yeraltı radar cihazı (Url-2, 2022)

Dinleme çubuğu

Dinleme çubuğu Şekil 4.13.’de görülmektedir. Bu cihaz; ahşap veya metalden yapılmış ve ucunda sesleri yükseltmeye yarayan bir parça bulunan bir alettir. Sızıntının sesini dinlemek için sahada bulunan çalışanlar tarafından kaçağın olduğu yüzey, boru hattı veya bağlantı parçaları üzerinde dinleme yapılmasına yardımcı olmaktadır. Önceden sızıntı gürültü korelatörü ile tespit edilen bir sızıntı yerini sahada doğrulamak veya bir sızıntı noktasındaki tamirin tam olarak yapılıp yapılmadığını kontrol etmek için sıklıkla dinleme çubukları kullanılır (Baykan, 2017).



Şekil 4.13. Dinleme çubuğu (Url-3, 2021)

4.4.2. İdari su kayıplarının yönetimi

İdari su kayıpları kullanılan yapılan ancak kullanım yapılmış miktarın ölçülemediği suların toplamından oluşmaktadır. Kullanılan su genellikle sayaçlardan geçmesine rağmen, sayaçlar hassas olarak ölçüp kayıt altına alamamaktadır. İdari kayıpların tespiti fiziki kayıplar kadar kolay olmadığı için su idareleri fiziki kayıplar ve bu kayıpların yönetimi üstünde daha fazla durmaktadır. İdari kayıpların azaltılması su idarelerinin gelirlerini artırır (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).

İdari su kayıplarının azaltılması 4 temel kuraldan oluşmaktadır. Bunlar; abone sayacı hassasiyeti, izinsiz kullanımlar, abone sayaç okuma hataları, verileri işleme ve faturalandırma hatalarıdır.

Abone sayacı hassasiyeti

Abone sayaçları farklı hassasiyetlere sahiptirler. Sayacın tipi, yaşı, çapı vs. gibi özellikler bu farklılıkların oluşmasına bazı örneklerdir. Sayaçların hassasiyetleri zaman ilerledikçe azalmakta ve sapmalar yapmaktadır. Hassas ölçüm yapmayan sayaçlar su tüketimlerini daha az ölçmektedir. Su tüketimlerinin yanlış ölçülmesi su idarelerinin gelirlerine negatif etki yapmaktadır. Hassasiyetin fazla olması idari su kayıplarını azaltırken, hassasiyetin azalması idari su kayıplarını arttırmaktadır.

Su tüketiminin fazla olduğu yerlerde sayaçların hassaslığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Örneğin; Oteller, hastaneler, alışveriş merkezleri, üretim tesisleri vs. bu tarz büyük miktarlarda su tüketiminin olduğu yerlerde idari kayıpları azaltmak için sayaçların hassasiyetleri daha da önemlidir.

Doğru sayaç montajı

Sayaçların montajı yapılırken üretici firmaların sayaçların üretimleri sırasında hazırladıkları talimatlara uygun şekilde yapılmalıdır. Sayaçlar sayaçları okumaya gelen personelin rahat okuyabileceği şekilde uygun yerlere konumlandırılması gerekmektedir. Abonelere su sayaçları su idareleri tarafından abonelere tahsis edilmeli. Bu sayede abone sayaçları ortak bir kalitede ve standartta olmalıdır.

Doğru sayaç boyutu seçimi

Doğru sayaç seçimi oldukça önemli bir konudur. Her sayacın üretildiği belli standartlar ve kullanım amaçları vardır. Sayaçların ölçebileceği maksimum ve minimum debiler vardır. Sayacı bağlayacağımız yerden geçmesini beklediğimiz debi miktarına uygun şekilde sayaç bağlamalıyız. Bu şekilde abonenin tüketmiş olduğu su miktarını doğru bir şekilde ölçümü sağlanmış olur. Su idareleri bünyesine bağlı her abonenin su ihtiyacını incelemeli ve buna uygun bir şekilde sayaç tahsisi yapmalıdır. Büyük miktarlarda su tüketimi olan parklar, oteller, hastaneler, alışveriş merkezlerine tüketim miktarlarını ölçebilecek boyutta sayaçlar takılmalıdır.

Doğru ölçüm hassasiyetinde sayaç seçmek

Doğru ölçüm hassasiyetine sahip sayaç seçimi, abonelerin su tüketim miktarlarının doğru ve hassas ölçüm yapılmasına yardımcı olur. Şebeke hattından suyun kalitesi ve sudaki kirlilik şebeke borularında sediment birikmesine sebep olabilir. Bu tür kirlenici maddeler sayaçların iç kısmında birikebilir. Bu sediment birikimi sonucunda sayacın içindeki sürtünme artmakta ve bunun sonucunda sayaç daha yavaş dönmektedir. Sayacın yavaş dönmesi yanlış ölçüme sebep olmaktadır. Su çok miktarlarda tüketilse bile sayaçlar hassasiyetini kayb ettikleri için eskisi gibi hassas ölçüm yapamaz. Hassas ölçüm yapamadığı için idari su kayıplarına sebep olmaktadır.

Eski sayaçları yenilemek

Su idareleri eskiyen veya görevini tam yapamayan sayaçları değiştirmelidir. Bu yenileme işlemine eski ve iş göremez durumundaki sayaçlardan başlamalıdır. Su idareleri sayaç değişikliklerini belirli periyotlarda yapmalıdır. Yenileme işlemleri yapılmazsa sayaçların içinde bulunan parçalar zamanla bozulabilmekte, sayaçların ölçüm hassasiyetini bozmaktadır. Sayaçları su idareleri tarafından temin ettikleri için abonelere dağıtacakları sayaçları kendi tesislerinde kurmuş oldukları kalibre edilmiş

standart test düzeneklerinde veya kendi kurdukları test alanlarında çok hassas ölçüm yapabilen bir “ana debimetre” ile zamana karşı debiyi takip ederek bu testler sonucunda elde edilen verilere göre sayaçların yenilenme süreleri ile ilgili yaklaşık bir sonuç elde edebilirler (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).

İzinsiz kullanımlar

İzinsiz kullanım kaçak abone hat bağlantıları, sayacın by-pass edilmesi, yangın hidrantlarının izinsiz kullanımını yer alır. Su idarelerinin bilgisi olmaksızın içme suyu şebeke hatlarına yapılan kaçak bağlantı hatları yasalara aykırı bir tüketim oluşturmaktadır. Bu tarz izinsiz uygulamaların önüne geçmek için abonelerin, kaçak su kullanıcılarını ilgili su idarelerine bildirmeleri için toplum genelinde bilinç oluşturulmalı ayrıca kaçak su kullanıcılarının yasalar gereği cezalandırılması için ilgili cezai yaptırımlar olmalıdır. Sayaç okumaya giden görevlilerinin de saha çalışmalarında tespit ettikleri kaçak şebeke hattı bağlantıları raporlaması ve su idaresine bildirmesi gerekmektedir.

Abone sayaçlarına su tüketimini azaltmak için bazı müdahaleler yapılmaktadır. Örneğin; sayaç içine çivi çakmak, sayacın dönüşünü yavaşlatmak için sayaç dışına mıknatıs yerleştirmek veya sayacın dönüşünü yavaşlatması için bazı maddeler sürülmektedir. Bu yapılan müdahaleler sayacın doğru ölçüm yapmasına engel olmaktadır. Bu gibi sorunlar karşısında sayaç üreticileri dışarıdan yapılan müdahaleleri azaltmak için bazı yerlerde metal parçalar yerine sağlam ve net görüş sağlayan plastik parçalar tercih etmektedir. Bu parça değişimi sayaç üretim maliyetini arttırmasına rağmen idari su kayıplarını azaltmasına yardımcı olmaktadır.

Yangın hidrantları sadece yangın söndürmek için kullanılmalıdır. Yangın hidrantları amacı dışında izinsiz kullanılmaktadır. Örneğin; depoların doldurulması, sokakların veya binanın yıkanması, araçların yıkanması, bahçe sulamaları vs. Bu kullanımlar idari su kayıplarına neden olmaktadır. Bu izinsiz kullanımların önüne geçebilmek için halkı yangın hidrantlarının kullanım amacı doğrultusunda bilgilendirmek gerekir. Ayrıca yangın hidrantlarını amacı dışında kullanımını gördüklerinde su idarelerine bildirmeleri de söylenmelidir. Bu tür izinsiz tüketimler için tespit edilen kullanıcılar yasalar tarafından cezalandırılmalıdır.

Abone sayaç okuma hataları

Abone sayacı okumaya giden görevli personelin dalgınlığı veya sayacın eskimesi sonucunda abone sayaç faturalandırılması yapılırken kolay okuma hataları yapılmaktadır. Görevli personel yeterli yetkinliğe sahip değilse, sayaçlar hatalıysa, sayacın dış camı kirliyse hatalı okumalara yol açabilmektedir.

Sayaç okuma görevlileri, ilgili su idaresi adına aboneler ile iletişime geçmek ve idarenin halkla arasındaki bağlantıyı kurma da yardımcı olmalıdır. Sayaç okuma hatalarında yanlış olmaması adına dikkat edilmesi gerekenleri herkes kendi payına düşecek şekilde yapmalıdır. Halk bir yandan üzerine düşen görevleri yaparken, diğer yandan sayaç okuma görevlilerinin daha iyi hizmet vermesi için su idareleri gerekli eğitim çalışmaları gereklidir.

Veri işleme ve faturalama hataları

Abone sayaç okuma işleri görevli personeller tarafından her abonenin sayacının yerinde okunması ile yapılmaktadır. Abone sayacında oluşan okuma hataları farkına varılmadığı durumlarda devam etmektedir. Sayaçlardan okunan veriler personel tarafından not alınmakta ve sular idaresinin faturalandırma sistemine girilmekte ve yanlış faturalar ortaya çıkmaktadır. Personel sayaç okumasını doğru yapmış olsa bile veriyi sisteme giren personelin dalgınlığı veya sistemi bilmemesi sonucunda yine yanlış faturalandırma olabilmektedir. Bu tarz hataların önüne geçebilmek adına abone sayaç okuma hatalarında dikkat edilmesi gereken noktalar bahsedilmiştir. Aynı konular burada da geçerlidir. Su idarelerinin kullandıkları faturalandırma sistemini farklı zamanlarda kontrol etmeleri gerekmektedir. Sistemdeki hatalardan dolayı da veriler doğru girilmesine rağmen yanlış faturalar ortaya çıkabilmektedir.

4.4.4 İzole Alt Bölge (DMA) oluşturma

DMA nedir ?

“Bir basınç bölgesinin kapladığı büyük bir içme suyu dağıtım şebekesinde genellikle farklı malzeme ve yaşa sahip borular ile farklı seviye ve sınıflardaki su kayıpları bulunur. Günümüzde etkin su kayıpları kontrolü, su kalite ve miktarındaki değişimlerin verimli olarak izlenmesi ve izlenen parametrelerdeki küçük değişimlerin dahi tespit edilebilmesi amacı ile büyük şebekelerin küçük ve hidrolik olarak bağımsız

alt bölgelere (District Meter Area- DMA) ayrılması kabul gören bir yaklaşımdır. Her DMA için bir veya daha fazla noktadan su temin edilebilir ve DMA girişinde basınç ölçümü ve kontrolü sağlanabilir. Böylece, her DMA için su kayıpları hesaplanabilir ve aktif sızıntı kontrolü etkin olarak uygulanabilir (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017).”

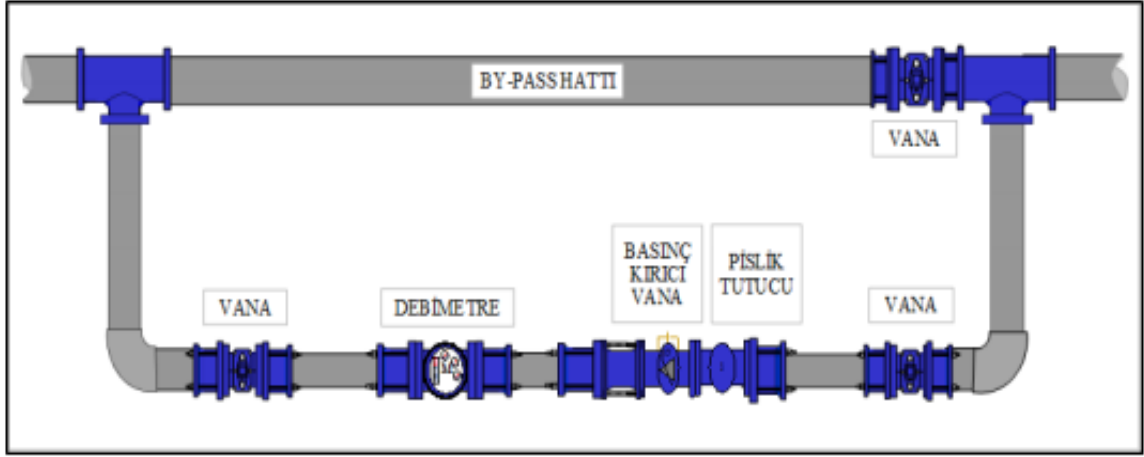
DMA neden gereklidir ?

İzole alt bölge (DMA) içerisine oluşturulan izole bölge dışında kalan alanlardan su girişi olmamalıdır. Bu şekilde bölgeye giren ve çıkan debi düzgün bir şekilde takip edilebilmektedir. İzole bölge oluşturulurken, bu bölgelerin girişlerine debimetre ve basınç metre montajı yapılmaktadır. DMA sınır vanaları kapatılarak oluşturulmaktadır. DMA içerisindeki akış halinde olan suyun debi ve basınç değerleri ölçülmektedir. DMA'lara verilen toplam su miktarları, her izole bölge girişine takılan debimetrelerle ölçülmekte ve yasal tüketim ise tüketicilerin kullanmış su miktarlarından sonra ortaya çıkan su fatura verilerinden elde edilmektedir. DMA giriş debisindeki veya basıncındaki anlık değişimler meydana geldiğinde kaçaklar, sızıntılar diğer arıza tespit türlerine göre çok daha erken ve hızlı tespit edilmektedir. DMA'ların yerleri belli olduğu için arıza olması durumunda ekipler o bölgeye daha hızlı müdahale etmektedir. Bu sayede yüksek miktarlarda su kaybının oluşmasının önüne geçilmekte ve ciddi miktarlarda tasarruf sağlanmaktadır. İzole alt bölge oluşturmanın bir diğer olumlu faydası basınç yönetimi yapılırken oluşturan her bir izole bölge için en uygun basınç seviyesi belirlemek ve kullanmaktır (Sınmaz, 2019). Şekil 4.14.'de çok girişli ve tek girişli DMA şebekeleri görülmektedir.

DMA oluşturma kriterleri

- DMA boyutu: Bir DMA içinde oluşturulacak bağlantı sayısına göre belirlenir. Genellikle yapılan bağlantı sayısı 1.000-2.500 arasındadır. Daha az bağlantı yapılması Şebekenin kontrolü açısından daha iyi verim sağlamaktadır ancak az bağlantı sayısı maliyeti arttırmaktadır.
- DMA girişinin ve çıkışının debisini ölçen debimetrelerin sayısı: Daha az sayıda debimetre kullanarak DMA oluşturulurken maliyet azaltılır.
- DMA içindeki basınç değişimleri: DMA oluşturmak için seçilen bölgedeki kot değişimi ne kadar az olur ise basınç seviyeleri de daha dengeli olur ve bu sayede Şebekedeki basınç yönetimi kolaylaşmaktadır. DMA'nın oluşturulacağı bölgede düşük su basıncı oluşması ihtimaline karşı bölge hakkında incelemeler yapılmalı, yeteri kadar bilgi sahibi olunmalıdır.
- DMA sınırları: DMA'nın sınırları belirlenirken kolay görülen topografik özelliklerin (karayolu, tren yolu, nehir, gl, kanal vb.) kullanılması önerilir.
- Bina büyüklükleri (müstakil ev, yüksek tüketimli abone, çok katlı bina vs.); abonelerin su tüketim profilleri ve buldukları yerin konumu tkutilen su miktarını ve planlanacak Şebekenin boyutlandırmasını (boru, çap, uzunluk vs.) etkilemektedir. Yüksek katlı binalarda su basıncının fazla olması gerekirken, yüksek tüketim yapan abonelerin kullanımları ise Şebekedeki debinin dalgalanmalar yapmasında belirleyici konu olmaktadır.
- İtfaiye ihtiyaı için hidrant kapasiteleri; DMA bölgelerinin debi ve basınç planlamaları yapılırken dikkate alınması gereken en önemli konulardan birisi de yangın debisinin ve yangın hidrantlarının konumunun ve bunların kapasitelerinin bilinmesidir. Basınç Kırıcı Vanalar (BKV) maksimum ve minimum yangın senaryolarına göre çalışacak Şekilde planlanmalıdır.
- Vana sayısı: DMA oluşturmak için kapatılması gereken vana sayısı az olmalıdır.
- Altyapı durumu; Şebekenin yaşı, teknolojik durumu, DMA odası kurulabilecek alanların ne durumda olduğu gibi konular DMA için seçim kriteridir.
- DMA tasarlanırken gerekli durumlarda kullanılmak üzere By-Pass hattının da düşünülmesi ve DMA yapılırken dahil edilmesi gerekmektedir. By-Pass hattının yapılmasının amacı: Aboneleri DMA'ya bakım yapılması gereken zamanlarda

şebekeye bağlı aboneleri susuz bırakmadan DMA'nın bakımının yapılabilmesine yardımcı olmaktadır. Şekil 4.15.'de By-Pass hattı ve DMA odasında bulunan tesisat malzemeleri görülmektedir.



Şekil 4.15. DMA Odası Ekipmanları ve By-Pass hattı (Sınmaz, 2019)

Potansiyel bölge seçilip kontrol noktaları kağıt üzerinde ya da bilgisayar modelinde tanımlandıktan sonra araziye çıkıp valf düzeneklerinin kurulacağı kesin noktaları tespit etmek gerekir. Kazı işine başlamadan önce diğer yer altı tesisatlarını keşfetmek gerekir. Bir yer seçmeden önce tüm yeraltı yapıları belirlemek gerekmektedir. Kazı sonucunda çevreye en az etki edecek ve trafiği en az engelleyecek yer seçilmelidir. Yer seçimi yapıldıktan sonra enstrümanların ana boru hattı üzerine mi yoksa bypass hattına mı monte edileceğine karar verilmelidir. Debimetre ve basınç kırıcılar boyutlandırılırken acil durum taleplerinin oluşturacağı hidrolik yükler göz önüne alınarak çap seçimi ve redüksiyon uygulamaları hesaplanmalıdır. DMA bölgelerini içeren hidrolik modellerin kalibrasyonu ve su darbesi ölçümlerinin yangın hidrantlarından alınması doğru sonuçlar elde edilmesi açısından önemlidir. Yangın yönetmelikleri göz önüne alınarak DMA bölgelerinde ek hidrant konulacak yerlerin tespit edilmesi ve modellemenin bu doğrultuda yapılması gerekmektedir. Sızıntı, basınca bağlı olarak oluşan bir akışkan debisidir. Şebeke hattında sızma oluşması nedeniyle şebeke hattındaki son tüketicilere ulaşan suyun basıncını doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple, sızıntının modellenmesinin yapılması su kayıplarının yönetimi için oldukça önemli bir adımdır (Bolbol, 2019). "Hidrolik modelleme, alt yapı sistemlerinin (su, kanalizasyon, drenaj ve taşkın) hidrolik olarak davranışını analiz

ederek sistemin matematiksel bir modelinin oluşturulmasıdır. İçme suyu hatlarında hidrolik modelleme ile başlıca; hatların hidrolik davranışının analizi, sistemin izlenebilirliği ve sürdürülebilirliği, sızıntı-kaçak tespiti ve basınç yönetimi amaçlanmaktadır (Arabacı ve Dursun, 2019).” Odaların su baskını durumunda debimetrenin zarar görmeden çalışabilmesini sağlamak üzere, sensör ve kompakt konvertör koruma sınıfı IP68 olarak seçilmelidir.

DMA izolasyon çalışması

DMA sıfır basınç testi

DMA'nın diğer şebeke hatlarından ayrıldığını, izole olduğunu kesinleştirmek, DMA'nın sınırlarını belirlemek ve DMA'ya başka bir bölgeden su girişi olup olmadığını anlamak için sıfır basınç testinin yapılması gerekmektedir. DMA alanının içine ve dışına basınç kaydediciler yerleştirilir. İzole bölgeye ait su giriş vanası Şekil 4.16.'da görülmektedir. Su idaresinin tecrübeli personeli tarafından izole bölgeye su girişinin sağlandığı vana kapatılır. DMA'yı besleyen su vanası kapatıldıktan sonra izole bölge içerisinde su basıncının 0 olmasını ve izole bölge dışında ise su basıncının değişmemesi beklenmektedir. DMA alanı içerisinde farklı noktalardan su basıncı ölçümü alınmalıdır. Şekil 4.17.'de farklı noktalarda yapılan sıfır basınç testi sonucu görülmektedir. DMA'nın içerisinde su basıncı sıfır ölçülmezse DMA ya başka bir yerden su girişi var demektir. DMA alanının dışındaki ölçüm yapılan yerlerde basıncın 0 olması durumunda ise DMA sınırları tekrar kontrol edilmelidir. Kontroller yapıldıktan sonra sıfır basınç testi yeniden yapılmalıdır.



Şekil 4. 16. Karatay DMA giriş vanası kapatma (KOSKİ, 2021)



Şekil 4. 17. Sıfır basınç test sonucu (KOSKİ, 2021)

DMA su koçu darbe testi

İzole bölge oluşturulduktan sonra ve sıfır basıncından başarılı sonuç alındıktan sonra DMA'nın girişine ve kritik noktasına su koçu darbe testinin yapılması gerekmektedir. Su koçu darbesi, şebeke hattındaki borularda suyun hızının ani değişmesi sebebiyle oluşturduğu basınç dalgalanmasına denir. Bu dalgalanma meydana geldiğinde boru içinde toslama sesine benzer bir ses çıkarmakta, ismini buradan almaktadır.

DMA girişinde veya kritik noktalarında basınç kayıt cihazları yardımıyla veriler alınmalı. Bu veriler incelenerek su koçunun olup oluşmadığı kontrol edilmelidir. Eğer su koçu oluşuyorsa nedenleri belirlenmeli ve önlem alınmalıdır. Su darbesini ortadan kaldırmak için çaba gösterilmeli, kaldırılamıyorsa bu darbe mümkün olduğunca minimuma çekilmelidir. Su koçu darbesi boruları çatlatabilmekte veya kırabilmektedir. Şekil 4.18.'de su koçu darbesi etkisi sonucunda kırılan boru görülmektedir.



Şekil 4. 18. Su koçu darbesiyle kırılmış boru (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu, 2017)

DMA Minimum Gece Debisi (Minimum Night Flow – MNF)

DMA içinde oluşan fiziki kayıplar şebeke dağıtım hatlarında ve şebeke bağlantılarında meydana gelmektedir. Borular üzerinde oluşan çatlak veya kırıklardan dolayı su bu kırıklardan sızma şeklinde kaçak oluşturmaktadır. Bu sızıntıları gün içerisinde tüketimler sabit olmayıp sürekli değiştiği için tespit etmek zordur. Bu sızıntıları tespit etmek için abonelerin su tüketiminin en az olduğu zamanda gece vaktinde izlemek ve bulmak daha kolaydır. DMA girişinde bölgeye verilen suyun debisi ölçülmelidir. İzlemeler 24 saatlik zaman dilimleri halinde olmalıdır.

Minimum gece debisi DMA girişinde 24 saatlik zaman dilimi içerisinde DMA'nın girişinde ölçülen minimum debidir. Abonelerin aktif olarak su tüketmediği, suyun en az tüketildiği gece 02:00-04:00 saatleri arasında genellikle tespit edilmektedir. DMA içerisindeki debi değişirken basınç da değişebilmektedir. DMA içerisinde en düşük debinin gözlemlendiği zamanda su basıncı yüksek olmaktadır. Bunun sebebi; suyun debisinin az olduğu zamanlarda borunun içindeki suyun hızının az olması ve boru içindeki sürtünme kayıplarının da az olmasıdır.

5. İÇME SUYU ŞEBEKELERİNDE KULLANILAN MALZEMELER

5.1. Malzeme Seçimi

İçme suyu şebeke hatları yüksek maliyetli yatırımlardır. Şebeke hatlarının yapımı projelendirilirken; kullanılacak malzemenin ekonomik ömrüne, işletmeye olan masraflarının çok yüksek olmamasına, bakım-onarım ve montajının kolay olmasına dikkat edilmelidir (Gerger ve Toplamacı, 2017).

Genel olarak malzeme seçimi yapılırken aşağıda yazılı maddelere dikkat edilir:

- Malzemenin mukavemet özellikleri
- Malzemenin esneklik özelliği
- Aşınma
- Korozyon
- Emniyet ve Güvenirlik
- Malzemenin üretimi
- Malzemenin maliyet
- Ağırlığı
- Ekonomik ömür
- Malzemelerin boyutu ve şekli

Su şebeke hatlarının insan sağlığını doğrudan etkilediği göz önüne alındığında yukarıdaki yazılan maddelere ek olarak aşağıda yazılı olanlara da dikkat etmek gerekmektedir;

- Ağır metal kontrolü; su şebeke hattında kullanılan tesisat malzemelerinin içerisinde bulunan ağır metal miktarı bakımından insan sağlığına zarar vermeyecek düzeyde olmalıdır.
- Boya kalitesi; şebeke hattından kullanılan malzemelerin üstünde bulunan boya kalitesi; şebeke hattından kullanılan malzemelerin üstünde bulunan boya kalitesi, su ile temas eden boyalı yüzeylerinin ve boya kalitesinin içme-kullanma suyuna uygun olması gerekir.

5.2. Malzeme Yönetimi

Su kayıp-kaçaklarının minimum seviyelere indirilmesi ve su hizmetlerinin sürekliliğinin, devamlılığının sağlanması su şebeke hatlarının sahadaki kullanılan

malzemelere ve malzemelerin üretim kalitelerine bağlıdır. Şebekelerde kullanılan malzemelerin uluslararası standartlara ve teknik şartnamelere uygun temin edilmesinin yanı sıra, malzemelerin hizmet ömrü boyunca takip edilerek idarelerin hizmet standartlarına göre kontrol edilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir.

5.2.1. Malzemelerin ömür takibi

Şebekeler hazırlanırken kullanılan elemanların; boru türleri, boru çapları, sayaçlar, vanalar vs. su idareleri tarafından CBS sisteminin veri tabanına bu bilgiler işlenmelidir. Malzeme barkotları yardımı ile ürünlerin temin tarihleri ve bilgileri girilir. Şebekede bulunan bütün malzemelerin geçirdiği bakım-onarım, değişimler, arıza sayısı gibi bilgiler kayıt altına alınarak ürünlerin ekonomik çalışma ömrü tanımlanır. Bu sayede şebeke daha kolay bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Ürünlerin garanti sürelerinin takibi de yapılabilmektedir.

5.2.2. Malzeme verimliliği

Malzemelerin kullanıldığı süre boyunca ömür, bakım-onarım, kullanım kolaylığı, temin edilebilirliği, servis imkanı incelenerek şebeke sistemine uygunluğu kontrol edilir. Malzeme verimliliği ekonomik faydayı ifade ettiği gibi işletme kolaylığı ve performansı da ifade eder.

5.2.3. Maliyet analizi

Şebekelerde kullanılan malzemeler genel olarak idareler tarafından Kamu İhale Kurumu (KİK) hükümlerine göre alınmakta ve bu malzemeler temin edilirken fiyat öncelikli unsur olarak düşünülmektedir. Aslında KİK hükümleri fiyat dışı kalite unsurlarının iyi tanımlanması koşuluyla daha kaliteli ve ilk yatırım maliyeti daha yüksek malzemelerin alımına imkan vermektedir. Genel olarak şebeke malzemelerinin hurda fiyatları ilk yatırım maliyetlerine nispeten oldukça düşüktür. Dolayısı ile şebeke malzemelerinde ilk aranacak husus uzun ömürlü olup, çalışma ömrü boyunca en az bakım onarıma ihtiyaç duyacak şekilde temin edilmeleridir. Özet olarak söylenmek istenen; fiyatı göz önüne alıp ucuz ürünleri alıp kullanım ömrü boyunca çok fazla bakım-onarım yapıp, çok sık masraf yapılmasının yerine, daha kaliteli malzeme ve kullanım ömrü daha uzun olan malzemeyi seçerek ileride oluşacak bakım-onarım maliyetleri düşürülebilir. Örneğin ucuza alınan bir basınç kırıcının faydalı ömrü boyunca daha pahalı bir ürüne nispeten 10 kat daha fazla arızalanması ve servis ücreti

oluşturması, idare tarafından kabul edilebilir bir durum değildir. Alınan malzemelerin pek çoğunun toprak altı monte edilen elemanlar olması ve kazı ve asfalt giderleri gibi unsurların düşünülmesi ile kalitesiz malzemelerin maliyetleri anormal derecede artmaktadır. Sadece su kaybından kaynaklanan kamu zararları alınan malzeme bedellerinin onlarca katıdır. Ayrıca hizmet kalitesinin aksaması nedeniyle oluşacak olan imaj zararı maddi hususlarla ölçülemeyecek kadar önemlidir. Dolayısı ile malzemelere ait envanter tutularak şebeke ömrü boyunca malzemelerin ne sıklıkla değiştiği ve ne kadarlık bir maliyet oluşturduğu detaylı olarak takip edilmelidir.

5.2.4. Stok kontrolü

Her malzeme, kullanım yeri ve özellikleri göz önüne alınarak gruplandırılır. Malzemelerin stok giriş ve çıkışları takip edilerek malzemenin tüketim karakteristiği belirlenir ve acil durumlarda sürekli bulunabilirliği sağlanır. Ayrıca ihale süreçleri göz önüne alınarak olumsuz durumlara karşı stok oranı belirlenir.

Stoktaki malzemelerin depolama şartları malzemelerin ömrü en uzun olacak şekilde düzenlenir. PE boruların güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde depolanması, epoksi boya ve bitüm kaplı vana ve fittingslerin atmosfere açık ortamda muhafaza edilmemesi, boruların uçlarından kör tapalı şekilde muhafazası, malzemelerin ezilme olmayacak şekilde istiflenmesi ve taşınması stok kontrolü kapsamındadır.

5.2.5. Garanti süreci takibi

İdarelerin temin ettikleri malzemelerin yasal garanti sınırları ortalama 2 yıldır. Montajlı parçalarda 10 yıl parça temin garantisi istenmektedir. Bu noktada İhale Kanunu ile garanti süresi arasında uyumsuzluk bulunmaktadır. 15 yıl garanti istenen yapım ihalelerinde 2 yıl garantili malzemeler kullanılmaktadır. İdareler genellikle arıtma tesisleri ile terfi merkezleri gibi pahalı tesislerde kaliteli ve pahalı ürünlere ait şartnameler yazarak temin yoluna giderken, şebeke malzemelerinde bu hassasiyet gösterilmemektedir. Ülkemizde kayıp-kaçak su zararı yaklaşık 15-17 milyar liradır. Kalitesiz malzemedan kaynaklanan müteahhitlik giderleri tespit edilememektedir.

Garanti sürelerinin Başbakanlık Genelgesi ile tespit edildiği göz önüne alındığında, idarelerin uzun ömürlü şebeke imalatları yapabilmesi için detaylı teknik şartnameler yazmaları şarttır. Teknik yeterliliklerin artırılması yurtiçi piyasada

teknolojik seviyenin artmasını ve kaliteli imatları tetikleyeceği gibi ülkemiz açısından sağlam altyapıya sahip olma şansı sağlayacaktır.

5.3. Su Dağıtım Hatlarında Kullanılan Borular

Su isale hatları ve şebeke hatlarında genel olarak PVC boru, PE boru, çelik boru ve duktil borular kullanılmaktadır.

- PE Borular
- Duktil Borular
- Çelik Borular
- PVC Borular
- O-PVC Borular (Çok yeni olduğu için deneme amaçlı kullanılıyor.)
- CTP Borular
- Çelik Gömleklili (Günümüzde tercih edilmiyor.)
- AÇB (Asbest Borular) (Günümüzde tercih edilmiyor.)
- Pik Döküm Borular (Günümüzde tercih edilmiyor.)

PE borular

- PE boru Şekil 5.1.'de, Şekil 5.2.'de PE boru ek parçaları görülmektedir.
- PE boru yüksek esneme özelliğine sahiptir.
- Taşınma sırasında kırılma çatlama olmadığından malzeme israfı olmaz.
- PE borular hafif olmalarından dolayı döşenmeleri hızlı ve ucuzdur.
- Diğer malzemelerde görülen iç oyulma olayı bu tip borularda görülmez
- Pürüzlülük az olduğundan dolayı daha fazla debi geçirilebilir
- PE boruların faydalı ömrü 50 yıldan fazladır.
- Toprağın içindeyken toprağın içerisinde bulunan sert cisimlere ve aşındırma etkisi yapabilecek zararlı maddelerden çok az etkilenir.
- PE borularda ıslak haldeyken imalat, kaynak yapılamamaktadır.



Şekil 5.1. PE Boru (Url-4, 2022)



Şekil 5.2. PE Boru ek parça örnekleri (Url-5, 2022)

Duktil borular

- Şekil 5.3.'de duktil boru görülmektedir.
- Duktil borular yüksek çekme kuvvetlerine karşı dayanıklıdır. Bu dayanımından dolayı yüke, basınca ve vakuma karşı mukavemet göstermektedir.
- Korozyon oluşmasına karşı dayanımı oldukça yüksektir.
- Deformeye uğramadan esneme yapabilme özelliği vardır.
- Uzun ömürlüdür.
- Şebeke hattındaki canlı suyun akışı kesilmeden bakım-onarım yapılabilmektedir.
- Duktil borunun üretim maliyeti yüksektir.



Şekil 5.3. Duktil Boru (Url-6, 2022)

Çelik borular

- Şekil 5.4.'de çelik boru görülmektedir.
- Çelik boruların çekme dayanımı çok yüksektir. Bu özelliğinden dolayı, isale hatları ve deprem ve heyelan bölgelerinde şebeke hattı kurulacağı zaman tercih edilmektedir.
- Yüksek basınçlar altında çalışmaya karşı dayanıklıdır.

- Çelik borular, günümüzde 2350mm iç çapa kadar standart olarak üretilmektedir. Ancak içten beton kaplı çelik borular, max. 900mm çapa kadar üretilmektedir. Standart boru boyları 6-12 m dir.
- Çelik boru kullanılarak oluşturulan şebeke hatlarında boruların korozyona uğrama ihtimali yüksektir. Bu nedenle korozyon oluşumunu önlemek için katodik koruma yapılmalıdır.



Şekil 5. 4. Çelik Boru (Url-6, 2022)

PVC borular

- Şekil 5.5.'de PVC boru görülmektedir.
- PVC borular hafif olmalarından dolayı döşenmeleri hızlı ve ucuzdur.
- PVC borular faydalı ömrü 50 yıldan fazladır.
- Nakliyesi ucuzdur, cidarı az pürüzlü olduğundan daha fazla debi geçirir.
- Çürümeye, korozyona, pas oluşumuna karşı dayanıklı bir yapıya sahiptir.
- PVC borular dış darbelere karşı dayanımı düşüktür bu sebepten kolaylıkla kırılabilir.
- Zeminde hareketlerinden etkilenmektedir.



Şekil 5.5. PVC Boru (Url-7, 2022)

CTP borular

- Cam elyaf takviyeli plastik (CTP), kompozit bir malzemedir. Şekil 5.6.'da görülmektedir.
- CTP malzemenin hammaddeleri doymamış polyester reçine ve cam elyafıdır.
- Üretim maliyeti yüksektir.
- Dış kuvvetlere karşı dayanımı düşüktür.
- CTP borunun bakım-onarımı zor ve pahalıdır.
- Korozyona karşı dayanıklıdır, bu yüzden boyanmasına gerek yoktur.
- Sağlam ve dayanıklıdır.
- Ekonomik ömrü uzundur.
- Hızlı ve kolay montaj yapılır.
- İşletme ve bakım giderleri oldukça azdır.
- Şebeke hatlarında projeye göre istenilen boylarda üretimi yapılabilir.
- Sağlıklı ve çevre dostudur.



Şekil 5. 6. CTP Boru (Url-8, 2022)

6. KOSKİ TARAFINDAN İÇME SUYU ŞEBEKE HATTINDA OLUŞAN ARIZALARIN TESPİT EDİLMESİ

6.1. Arıza Bildirimi

İçme suyu şebeke hatlarında oluşan arızalar, arızaya sebep olan kurumlar, kuruluşlar, aboneler, belediyeler veya kaynağı bilinmeyen arızalar Alo 185 Su Arıza Hattı aranarak arıza bildirimini yapılmakta ve bu arızalar KOSKİ'nin sistemine düşmektedir. KOSKİ Genel Müdürlüğü bünyesinde hizmet veren şebeke bakım onarım ekipleri kendilerine bildirilen her türlü arıza ihbarını anında değerlendirmektedir. Su şebeke bakım onarım Ekipleri haftanın 7 günü 24 saat kesintisiz bir şekilde hizmet vermektedir. Ekipler Konya il sınırları içerisinde; içme suyu iletim ve dağıtım hatlarında, şebekede ve abone şube yollarında bulunan servis vanasına kadar olan kısımda, oluşan arızaların onarımı, şebeke ve abone hatlarındaki eskimiş, ekonomik ömrü tamamlanmış, yenilenmesi elzem hale gelmiş boru hatlarının yenileriyle değiştirilmesinde ve daha birçok konuda abonelerine kesintisiz ve sağlıklı su sağlayabilmek için 7/24 çalışmaktadır. Arıza bildirimleri merkez ilçelerin yanı sıra diğer ilçelerde de Cihanbeyli, Kulu, Akşehir, Çumra vb. ilçelere birkaç ilçe birleştirilerek 12 bölge oluşturularak yapılmaktadır.

Alo 185 Su Arıza Hattında çalışan personellerin daha hızlı ve verimli hizmet sağlayabilmek adına abonelerden aşağıda belirtilen bazı konularda yardımcı olmalarını istemekte ve yardımcı olabilecekleri durumlardan bahsetmektedir;

- Arızanın borulardan mı vanadan mı kaynaklandığından emin olmaları,
- Su akıyor ise öncelikle abone tesisatındaki vanaların kontrolünün sağlanmasını ve aboneliklerine ait borcunun olup olmadığını kontrol etmesini,
- Abone tesisatında bir arıza meydana geldiğinde hemen vanayı kapatarak oluşacak su kaybının ve israfının önüne geçilmesini,
- Alo 185 Su Arıza Hattını arayan vatandaşın biliyor ise abone numarasını, bilmiyor ise arızanın meydana geldiği yerin açık adresini,
- Alo 185'i arayarak; şebekedeki suların kirliliğini, su arızalarını, şebeke hattına kaçak şebeke bağlantı hattı kurarak su kullanan aboneleri, fiziki su kayıplarının ihbarını yapabileceklerini,

6.2. İçme Suyu Şebekeleri Arıza Bakım Onarım Süreci

Alo 185 Su Arıza Hattına arıza ihbarları geldikten sonra KOSKİ Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından gelen arıza ihbarlarının değerlendirilmesi ve ekiplere bu arızaların dağıtımını yapılırken hazırlanmış oldukları bir akış şeması vardır ve süreç bu şema üzerinden ilerlemektedir.

Şekil 6.1.'de içme suyu arızalarında iş akış şeması görülmektedir. Arıza bilgisi Alo 185 Su Arıza hattına geldikten sonra arızanın; gündüz veya gece ihbar edilmesine göre arıza müdahale süreci ilerlemektedir.

- Arıza ihbarı gündüz gelirse;

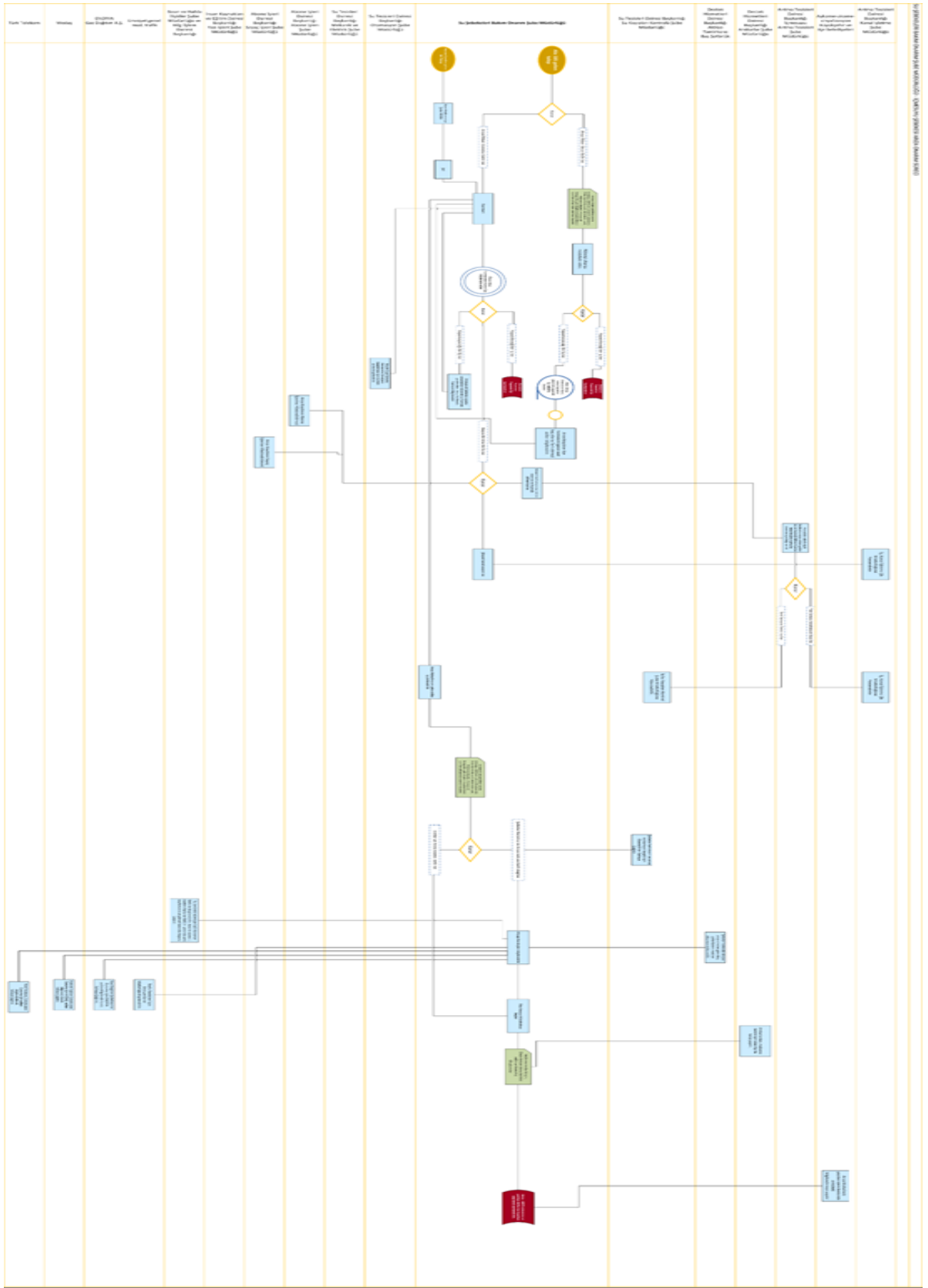
- Arıza ihbar bilgisi formene ulaşır,
- Formen arıza hakkında öncü ekibe sistem aracılığı ile bilgi verir ve arızaya yönlendirip müdahale etmelerini ister,
- Öncü ekip arızanın olduğu yere gittikten sonra karar verir; arızayı yapabilecek durumdaysa arızanın tamirini yapar ve işi bitirir. Arızayı yapamayacak ise arızanın olduğu yerde şebeke suyunun vanasını keser ve ilçe formenine işin durumu hakkında bilgilendirme yapar ve yapısal bilgilendirmeye göre ilçe formeni işi yapabilecek kapasitede (ekipte beko loder veya ekskavatör bulunan) bir ekibe işi verir.
- Formen yapılamayan arızanın olduğu yere en yakın kapasitede (ekipte beko loder veya ekskavatör bulunan) bakım-onarım ekibine işi sistem aracılığı ile göndererek arızaya müdahale etmelerini ister.
- Arıza bilgisi geldikten sonra ekip ustabaşısı tarafından mevcut iş emri ile; arızanın ekibe ulaştığı saati, hareket ve müdahale saatini gösteren bilgiler ile birlikte, ustabaşı; malzeme bilgisini, arızaya ait başlangıç ve bitiş resimleri vb. ekleyerek süreci yönetir.
- Arızanın olduğu bölgeye gidildiğinde şebeke hattı ve arızanın olduğu nokta belli değilse; şebeke hattının ve arızanın olduğu noktanın tespiti için akustik dinleme ve radar operatörleri arızanın olduğu bölgeye çağrılır. Bunun yanında alt yapı kuruluşlarına durum hakkında bilgi verilerek şebekelerine ait yer tespitleri uzman ekipler tarafından arıza noktasına gelerek tüm işlemler sahada yapılır. Aynı zamanda cadde ve trafik durumuna göre Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik

Denetleme Şube Müdürlüğü ile iletişime geçilerek trafik ekipleri tarafından trafik güvenlik önlemleri alınır. Şebeke hattında oluşan arızanın cinsine, büyüklüğüne göre Baş şoförlükten makine, ekipman ile birlikte ambarlardan malzeme (malzeme istek fişi ile) talep edilir.

- Basın ve Halkla İlişkiler Şube Müdürlüğü ve Bilgi İşlem Dairesi ile iletişime geçilerek su kesinti süresiyle alakalı aboneler sms ile bilgilendirilir, kesinti süresi 1 saatten fazla olacaksa sms ile bilgi verilmesinin yanı sıra su idaresi web sayfasından ve görsel basında duyuru yayınlanır.
- Tüm hazırlıkları yapıldıktan sonra; ekip arızaya müdahaleye başlar. Arıza, yapım işlemi süresince yapılan tüm işlemler detayları ile sisteme kaydedilir. Aynı zamanda şantiye defterine de kaydedilerek imza altına alınır.
- Arıza sonlandırıldıktan sonra, arızanın olduğu bölgede yapılan işlem hakkında Alt Yapı Koordinasyon Merkezi (AYKOME) hem sistem aracılığı ile (ölçüleri ile birlikte) hemde telefon ile ayrıca bilgilendirilir.

- Arıza ihbarı gece gelirse;

- Arıza bilgisi geldikten sonra nöbetçi ekibe air ustabaşı, acilen ekibin olay yerine hareket etmesini sağlar. Ekip olay yerine vardıktan sonra ustabaşı işe müdahale vererek sistemde işe müdahale edildiğini gösterir.
- İşe müdahale eden nöbetçi ekip arızanın olduğu yere gidip işe müdahale ettikten sonra karar aşamasında; arızayı yapabilecek durumdaysa arızanın onarımını yapar ve işi bitirir. Arızayı yapamayacak durumda ise arızanın olduğu yerde afet oluşma ihtimaline karşı şebeke suyunun vanasını kapatır ve işi tamamlanmak üzere sabaha bırakır. Arıza büyükse nöbetçi formenini durum hakkında acilen bilgilendirir.
- Gece yapılamayan işi ilçe formeni gündüz mesaisindeki bakım-onarım ekibine vererek arızayı onarmalarını ister.



Şekil 6. 1. KOSKİ içme suyu arızalarında iş akış şeması

6.3. İçme Suyu Şebekesinde Oluşan Arızalara Müdahale Süreleri

Alo 185 Su Arıza Hattına gelen arıza ihbar bildirimlerinde içme suyu şebekelerinde meydana gelen arızaların bakım-onarım ve ıslah çalışmaları KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Konya ili merkez Meram, Karatay, Selçuklu ilçelerinde 2022 yılının ilk 6 ayında içme suyu şebeke hatlarında meydana gelen 710 adet arıza için Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından yapılan bakım-onarım işlemlerinde müdahale süresi yaklaşık olarak 47 dakikadır. Bu süre arıza ihbarının geldiği zaman ile arıza yerine giden ekiplerin müdahaleye başladığı zaman dikkate alınarak ölçülmektedir. Arızaların müdahale süresi bazı faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Arızanın Alo 185 hattına ihbar edildiği saat, arızanın gece veya gündüz ihbar edilmesi, arızanın bulunduğu yere giden bakım-onarım ekiplerinin trafikteki yoğunluğa göre ulaşma süreleri vs.

6.4. KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü Ekip Sayıları

İçme suyu şebeke hattında meydana gelen arızalar tek kişinin üstesinden gelmesi için kolay değildir. Bu sebeple KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından Konya merkez Meram, Karatay, Selçuklu ilçelerinde meydana gelen arızaların bakım-onarımının hızlı ve verimli bir şekilde yapılması için ekipler oluşturulmuştur. Ekipler arıza ihbarı geldiğinde arızaya yönlendirilirken tüm personellerden ve ekiplerden faydalanılmaktadır.

<u>Meram</u>	<u>Karatay</u>	<u>Selçuklu</u>
1 öncü ekip	1 öncü ekip	1 öncü ekip
6 bakım-onarım ekibi	6 bakım onarım ekibi	7 bakım-onarım ekibi

Her ilçede birer öncü ve en az altı adet bakım-onarım ekipleri bulunmaktadır. Bakım-onarım ekipleri toplam 6 kişiden oluşmaktadır. Bunlar; ekip aracının şoförü, ustabaşı, ustabaşı yardımcısı, işçi, hafriyat kamyon şoförü ve iş makinesi operatörü (beko loder, ekskavatör, mobil vinç, forklift, bobcat vb.).

Sorumlu ilçe formeni arıza ihbarı geldikten sonra ilk önce öncü ekibi arızanın olduğu yere yönlendirir. Arızanın giderilmesi için yanlarına almaları gereken

malzemeleri söyler ve bölgeye ekibi yönlendirir. Öncü ekip arızanın olduğu geldiği yere ilk giden ekiptir. Öncü ekip arızanın olduğu bölgeye ulaştıktan sonra arıza ile ilgili incelemeler yapar. Arızayı kendi başına halledebilecekse yapar, yapamayacağı durumda sorumlu ilçe formeni ile iletişime geçer. Öncü ekipten gelen verilere göre ilçe formeni, tam teşekküllü olan ekiplerden en uygun pozisyonda olan ekibi (yakınlık, makine vb. durumuna göre) arızanın giderilmesi için arıza bölgesine yönlendirir.

Arızalar gündüz mesai saatleri içerisinde oluşurken, mesai saatleri dışında gece de oluşabilmektedir. Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü'ne bağlı ekipler aboneleri susuz bırakmamak için sürekli haftanın 7 günü 24 saat çalışmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından gece arızalarına bakmaları için de ekipler oluşturulmuştur. Meram ve Karatay ilçelerinde bulunun 6'şar bakım-onarım ekibinden; 4'er ekip gün içinde meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakarken, 2 ekip gece meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakmaktadır. Selçuklu ilçesinde 7 bakım-onarım ekibinden; 5 ekip gün içinde meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakarken, 2 ekip gece meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakmaktadır.

6.4.1. KOSKİ Su Şebekeleri Bakım Onarım Ekibi Üyeleri

Bakım-onarım ekipleri toplam 6 kişiden oluşmaktadır. Bu personeller;

- Ekip aracının şoförü, ustabaşı, ustabaşı yardımcısı, işçi, hafriyat kamyon şoförü ve iş makinesi operatörü (beko loder, ekskavatör, mobil vinç, forklift, bobcat vb.).

6.4.2. KOSKİ su şebekeleri bakım onarım ekipmanları

Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğüne bağlı bakım-onarım ekiplerinde bulunan eşyalar, makineler ve el aletleri;

- İSG Ekipmanları
- Çelik boru Kaynak Makinesi
- Jeneratör
- Füzyon Kaynak Makinesi (PPRC Kaynak Makinesi)
- Elektrofüzyon Kaynak Makinesi (PE borular için)
- Flex (Taşlama)

- Asfalt (Derz) Kesme Makinesi
- Boru Testeresi Elektrikli
- Motopomp Pis Su Çamur Pompası (Büyük)
- Motopomp Pis Su Çamur Pompası (Küçük)
- Pis Su Çamur (Dalgıç) Pompası (Orta Boy)
- Pis Su Çamur (Dalgıç) Pompası (Büyük Boy)
- Pis Su Çamur (Dalgıç) Pompası (Sıfır Çeken)
- Basınçlı Yıkama Makinesi
- Pnömatik Matkap
- Pnömatik Somun Sıkma
- Metal Tespit Dedektörü
- Hava Kompresörü
- Matkap
- Kırıcı Delici (Hilti)
- Karot Makinesi
- Vibrasyonlu Tokmak
- Boru Testeresi (Klasik)
- Basınçlı Buhar Makinesi (Buz Çözmek için)
- Işık Kulesi
- Kış Güneşi
- Buz Çözme Makinesi (Çelik Boru)
- Defibratör
- Basınç Kaydedici
- Kaynak Makinesi
- Hot - Tab cihazı
- Kürek
- Kazma
- Barometre
- Sirkometer
- Metre
- Törpü

- Trafik Levhaları
- Bariyerler
- Sabit Vinç
- PE Boru Sıyırma aparatı
- Lokma Takımı
- Maşalı Anahtar
- Vana Anahtarları

6.4.3. KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Personeline Verilen Eğitimler

Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü'nde işe başlayan yeni personellere verilen eğitimler şu şekilde sıralanmaktadır; Oryantasyon, İSG eğitimi, iletişim ve teknik eğitimler sağlanıyor. Genel Müdürlük bünyesinde çalışan personellere kurumun ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak eğitim almalarına yardımcı olmaktadır. Örneğin; Ustabaşı personele ihtiyaç olduğunda çıraklık eğitim merkezine gönderilerek bu eğitim alması sağlanıyor ve eğitim sonunda yapılan sınavın sonucunda başarı sağladıktan sonra personele ustalık belgesi verilmektedir. İş makinesi operatörü lazım olduğunda personel kullanması istenen iş makinesine ait eğitim merkezine gönderiliyor ve kullanacağı makinenin eğitimini aldıktan sonra yapılan sınav sonucunda o makineye ait operatörlük belgesini alması sağlanıyor. Kaynakçı ise kaynak üzerine eğitime gönderilerek sertifikası alınıyor. Bunun yanında vinç operatörlüğü, motopomp vb. eğitimler alınmadan bahse konu işler yaptırılmamaktadır.

6.5. Konya Merkez Meram, Karatay ve Selçuklu İlçeleri Haricindeki İlçelerde Meydana Gelen Arızalar

Konya'nın merkez Meram, Karatay, Selçuklu ilçelerinin haricinde 28 ilçesi daha vardır. Bu ilçelerde 2022 yılının ilk 6 ayında 12.984 adet arıza meydana gelmiştir. Oluşan bu arızaları ilçelere göre ve sayılarına göre Çizelge 6.1.'de görülmektedir.

Çizelge 6. 1. Konya ili ilçelere göre arıza sayıları

İlçeler	Arıza Sayıları	İlçeler	Arıza Sayıları
Ahırlı	129	Güneysınır	182
Akören	208	Hadim	257
Akşehir	796	Halkapınar	102
Altınekin	342	Hüyük	612
Beyşehir	1428	Ilgın	530
Bozkır	609	Kadınhanı	510
Cihanbeyli	840	Karapınar	485
Çeltik	141	Kulu	517
Çumra	565	Sarayönü	282
Derbent	79	Seydişehir	1020
Derebucak	154	Taşkent	144
Doğanhisar	507	Tuzlukçu	142
Emirgazi	316	Yalınhüyük	25
Ereğli	1519	Yunak	543

Çizelge 6.1.'e bakıldığında en fazla arızanın meydana geldiği ilçenin Ereğli (1519 adet), sonra Beyşehir (1428) adet arıza olduğu görülmektedir.

Konya'nın 2022 yılının ilk 6 ayında ilçelerinde meydana gelen arızaların sebepleri;

- Ağır trafik yükü,
- Eski boru,
- Belediyeler,
- Boru korozyonu,
- Boru üretim kusuru,
- Büz basmış,
- Contadan kaçırma,
- Dalgalı su basıncı,
- Ek yerinden,
- Hatalı kaynak yapılması,

- Hidrofor çalışmaması,
- Kalitesiz ek parça,
- Kazı nedeniyle hasar,
- Koç darbesi etkisi,
- KOSKİ,
- MEDAŞ,
- Montaj hatası,
- Soğuk hava etkisi,
- Toprak yükü,
- Uygun olmayan ek parça,
- Yüksek basınç,
- Zemin hareketi,
- Zemin – Yol yükü,

6.6. Şebeke Hatlarında Arıza İslahı

İslah yapılması için belirli koşullar sağlanması gerekmektedir. İçme suyu şebeke hatlarında aynı hat üzerinde en az 5 adet arıza meydana geldiğinde o şebeke hattında ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Şebeke hattında yapılan bakım-onarım işlemleri KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından tarih, saat ve resimleri ile birlikte kaydedilmektedir. İslahı istenen cadde veya sokaktaki şebeke yaşı, boru cinsi, ekonomik ömrü ve yıllık yapılan bakım-onarım sayılarına bakılarak o bölgede ıslah yapılmasına karar verilmektedir. Yapılan ıslah çalışması sayesinde sürekli bakım-onarım için harcanan masrafların ve su kayıplarının önüne geçilmektedir. Şebeke hattının ekonomik ömrü bu sayede uzatılmaktadır. Şekil 6.2.'de KOSKİ tarafından kullanılan örnek bir su şebeke hattı ıslah formu görülmektedir.

Talep Oluşturulma Nedeni		SU ŞEBEKE ISLAH FORMU									KOSKİ
Konum Bilgileri		Boru Bilgileri			Arıza Sayıları						Düşünceler
Mahalle	Cadde / Sokak	Boru Cinsi	Boru Çapı	Döşeme Yılı	İçmesuyu Şebekesi			Abone Şube Yolu			
			mm	Yıl	2020	2021	2022	2020	2021	2022	
SARAYKÖY	13206	PE	32	2003 ÖNCESİ	7	5	8	3			ISLAH OLMASI GEREKMEKTEDİR.

Şekil 6.2. Sarayköy su şebeke hattı ıslah formu

Şekil 6.2.'de Sarayköy ilçesinin 13206 nolu sokağında meydana gelen arıza sayıları ve yapılan bakım-onarım işlemlerinin sayıları görülmektedir. Boru çapına göre yapılan bakım-onarım maliyetlerinin de yüksek olması nedeniyle hattın ıslahına karar verilmiştir.

6.6.1. Son 10 yılda yenilenen bazı mahallelerde arıza sayıları

Son 10 yıl içerisinde Konya merkez Selçuklu, Meram, Karatay ilçelerinde kentsel dönüşüme uğramış ve imar planı yenilenen mahallelerin sayısı 58'dir. Karatay ilçesinde yenilenen mahalle sayısı 34, Meram ilçesinde yenilenen mahalle sayısı 15, Selçuklu ilçesinde yenilenen mahalle sayısı ise 9'dur.

Mahallelerin kentsel dönüşüme uğraması veya imar planında değişiklik olması, yenileme çalışmaları cadde veya sokak bazlı olduğu için, o mahallelerin içme suyu alt yapılarının da yenileneceği anlamına gelmemektedir.

Bosna Hersek Mahallesi (Selçuklu)

Selçuk Üniversitesi'nin bulunduğu Bosna Hersek Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 1.934 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Bosna Hersek Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 2. Bosna Hersek Mahallesinde oluşan arızaların sayısı

2019	2020	2021	2022
17	42	26	5

Sancak Mahallesi (Selçuklu)

Sancak Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 13.195 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Sancak Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 3. Sancak Mahallesinde oluşan arızaların sayısı

2019	2020	2021	2022
34	39	53	11

Feritpaşa Mahallesi (Selçuklu)

Feritpaşa Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 332 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Feritpaşa Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 4. Feritpaşa Mahallesinde oluşan arızaların sayısı

2019	2020	2021	2022
6	13	8	3

Köyceğiz Mahallesi (Meram)

Köyceğiz Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 4.923 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Köyceğiz Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 5. Köyceğiz Mahallesinde oluşan arızaların sayısı

2019	2020	2021	2022
23	23	40	4

Doğuş Mahallesi (Karatay)

Doğuş Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 4.840 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Doğuş Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. 6. Doğuş Mahallesinde oluşan arızaların sayısı

2019	2020	2021	2022
28	12	25	3

Aziziye Mahallesi (Karatay)

Aziziye Mahallesinin içme suyu şebeke hattında son 10 yılda 1.060 metre yeni PE boru kullanılmıştır. KOSKİ'den alınan son 4 yılın verilerine göre Aziziye Mahallesinde meydana gelen arıza sayıları Çizelge 6.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. 7. Aziziye Mahallesinde oluşan arızaların sayıları

2019	2020	2021	2022
6	8	20	3

Çizelge 6.8.'de Bosna Hersek, Sancak, Feritpaşa, Köyceğiz, Doğuş ve Aziziye mahallelerinde son 4 yılda meydana gelen arızaların sebepleri, boru cinslerine göre arızaların sayısı gösterilmektedir.

Çizelge 6. 8.Mahallelerde meydana gelen arızaların sebepleri ve boru cinslerine göre sayıları

Arıza Sebebi	Mahalle Adı												Toplam	
	Bosna Hersek		Sancak		Feritpaşa		Köyceğiz		Doğuş		Aziziye			
	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE
Ağır trafik yükü	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	1	0	2	0
Belediyeler	1	0	2	0	-	-	3	1	4	1	2	1	12	3
Eski boru	45	0	63	7	14	1	31	5	18	4	12	3	183	20
Boru korozyonu	3	0	6	2	3	0	1	2	5	0	2	1	20	5
Boru kusuru	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Contadan kaçırma	1	0	2	0	-	-	1	0	1	0	-	-	5	0
Ek yerinden	6	1	14	1	2	3	10	2	3	1	2	0	37	8
Hatalı kaynatılmış	-	-	0	1	-	-	0	1	-	-	-	-	0	2
Kalitesiz parça kullanılması	-	-	-	-	-	-	1	0	2	0	0	1	3	1
Kazı yapılırken hasar verilmesi	1	2	1	1	-	-	5	1	7	5	1	0	15	9
Müteahhit	2	2	3	1	1	0	10	2	9	4	2	7	37	16
Soğuk hava etkisi	-	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-	-	1	0
Şahıs	5	0	2	1	-	-	0	2	2	0	-	-	9	3
Taş basmış	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0
Toprak yükü	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	0	2	1
Uygun olmayan ek parça	-	-	0	2	-	-	0	1	-	-	-	-	0	3
Yüksek basınç	19	0	22	4	4	0	10	0	2	0	2	0	59	4
Zemin hareketi	1	0	1	0	-	-	0	1	1	0	-	-	3	1
TOPLAM ARIZA												390	76	

Çizelge 6.8.'e göre son 4 yılda mahallelerde oluşan 466 arızanın 390'ı PVC borularda meydana gelirken, 76'sı PE borularda meydana gelmiştir. PE borularda meydana gelen arızaların 45 tanesi; işçilik hatası, malzemenin kalitesiz olması, borunun eskimesi ve yıpranması, doğru malzemenin kullanılmaması, yüksek basınç, toprak yükü ve zemin hareketinden dolayı oluşmuştur. Arızaların 31 tanesi; belediyeler, kazı nedeniyle hasar verilmesi, müteahhit ve şahıs kaynaklı oluşmuştur.

PVC borularda arızaların 203 tanesi şebeke hattında kullanılan boruların ekonomik ömrünü doldurması nedeniyle oluşmuştur. Arızaların 45 tanesi; işçilik hatalarından ve kalitesiz parça kullanılmasından kaynaklı oluşmuştur. PVC borularda oluşan arızaların 133 tanesi; ağır trafik yükü, kazı nedeniyle hasar verilmesi, müteahhit, şahıs, yüksek basınç, zemin hareketi, soğuk hava etkisi, toprak yükü kaynaklı oluşmuştur. Bu arızalar PVC borunun dış darbelere karşı dayanımının düşük olması sebebiyle kolaylıkla kırılmasından kaynaklanmaktadır.

Şebeke hattında; belediyeler, kazı nedeniyle hasar verilmesi, müteahhit ve şahıs kaynaklı meydana gelen arızalar dışarıdan bir darbe uygulanması sonucunda oluştuğu için bu arıza sebepleri ayrı tutulur ise, şebeke hattında doğal bir şekilde oluşan arızaların büyük bir kısmı PVC borularda meydana gelmiştir.

Mahallelerde içme suyu şebeke hattında PE boru yenileme çalışmaları cadde veya sokak bazlı olarak yapılırken, mahallelerin yenilenmemiş cadde ve sokaklarında bulunan ekonomik ömrünü doldurmuş eski PVC borularda arızalar oluşmaya devam etmektedir. Arıza sayılarının azalması için cadde ve sokak bazlı değil mahallenin şebeke alt yapısının komple yenilenmesi gerekmektedir.

7. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Konya Merkez ilçeleri Meram-Karatay-Selçuklu ve 6360 sayılı yasa ile merkeze bağlanan mahallere ait 2022 yılının ilk 6 ayında meydana gelen arızalar ve bakım-onarım işlemleri ve detayları aşağıda ifade edilmiştir.

7.1. Konya Merkez İlçelerine Göre Arıza Bakım ve Onarım İşleri

İçme suyu şebekelerinde işletmelerden kaynaklı veya harici dış sebeplerden kaynaklı olarak kullanılan şebeke hatlarında arızalar oluşmaktadır. Konya ilinde bulunan Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) Genel Müdürlüğü, içme suyunun temini, dağıtımını ve işletmesini yapmaktadır. Konya iline bağlı 33 ilçede arızaların bakım-onarımını KOSKİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü bünyesinde; 27 kurum ekibi ve 6 yüklenici ekibi olmak üzere toplam 33 ekip ve 130 kişi ile 3 vardiya şeklinde 7/24 profesyonel bir şekilde çalışmaktadır. Bakım-onarım ekiplerinin kullanmış olduğu makine, malzeme ve teçhizatların sürekli olarak kontrolleri ve rutin bakımları yapılmaktadır. Bu sayede bakım-onarım esnasında veya arıza tespiti yapılırken herhangi bir hatanın meydana gelmesinin önüne geçilmektedir. Konya ili merkez ilçelerinde 1 sene içerisinde bakım-onarımını yapılan arıza sayısı yaklaşık 16.000 adettir. KOSKİ Genel Müdürlüğü Su Şebekeleri Bakım-Onarım Şube Müdürlüğü'nden alınan 710 adet verinin içerisinde; Selçuklu ilçesine bağlı mahallelerin 58 tanesinde 295 adet, Meram ilçesine bağlı mahallelerin 57 tanesinde 284 adet, Karatay ilçesine bağlı mahallelerin 48 tanesinde 131 adet içme suyu şebeke arızası ve bu arızalardan kaynaklı bakım-onarımlar bulunmaktadır. Çalışmada Abone şube yolu, su şube yolu ve diğer arızalara yer verilmemiştir. Veriler sadece içme suyu şebeke arızalarını kapsamaktadır.

2022 yılı ilk altı ayına bakıldığında oluşan arızaların %41,55'i Selçuklu bölgesinde, %40'ı Meram bölgesinde, %18,45'i Karatay bölgesinde meydana gelmiştir. Veriler Çizelge 7.1.'de görülmektedir.

Çizelge 7. 1. İlçelere göre içme suyu şebekeleri üzerinde yapılan bakım-onarım çalışma sayıları

Arıza Sayıları İlçelere Göre (01.01.2022-07.06.2022)			
Selçuklu	Meram	Karatay	Toplam Arıza
295	284	131	710
%41,55	%40	%18,45	%100

En çok bakım-onarım Selçuklu ilçesinde yapılırken, en az bakım-onarım Karatay ilçesinde yapılmıştır. Bu verilerin aylara göre dağılımına bakıldığı zaman Ocak ayında 112, Şubat ayında 124, Mart ayında 116, Nisan ayında 163, Mayıs ayında 166, Haziran ayının ilk haftasında 29 arızanın meydana geldiği görülmektedir. Bu verilerin ilçelere ve aylara göre dağılımı Çizelge 7.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. 2. İlçelere ve aylara göre içme suyu şebekeleri üzerinde yapılan bakım-onarım çalışma sayıları

Arıza Sayıları İlçelere ve Aylara Göre (01.01.2022-07.06.2022)				
Aylar	Selçuklu	Meram	Karatay	Toplam
Ocak	64	33	15	112
Şubat	48	46	30	124
Mart	43	54	19	116
Nisan	79	58	26	163
Mayıs	61	72	33	166
Haziran	0	21	8	29
Toplam	295	284	131	710

7.2. Şebeke Hatlarında Oluşan Arıza Sebepleri

Şebeke hatlarında meydana gelen arızaların nedenlerini aşağıda belirtilmiştir;

- Ağır trafik yükü,
- Şebeke hatlarındaki boruların ekonomik ömrünü doldurması,
- Kullanılan boruların (Çelik vb.) korozyona uğraması,
- Yapım esnasında kusuru gözle görülemeyecek boru veya ek parça kullanımı,
- Yapım esnasında yapılan işçilik hataları,
- Montaj hataları,
- Yol yükü,
- Yol çökmesi,
- Yüksek basınç,
- Zemin hareketleri,

KOSKİ tarafından bakım-onarımı yapılan arızaların ilçelere göre dağılımı ve sayıları Çizelge 7.3.'de verilmiştir.

Çizelge 7.3. Bakım onarımı yapılan arızaların ilçelere göre sebepleri ve sayıları

Arıza Sayıları (01.01.2022-07.06.2022)				
Arıza Sebepleri	Selçuklu	Meram	Karatay	Toplam
Ağır Trafik Yüğü	0	3	2	5
Belediyeler	5	7	16	28
Eski Boru	34	86	27	147
Boru Korozyonu	64	5	2	71
Boru Kusuru	2	1	0	3
Büz Basmış	0	1	1	2
Contadan Kaçırıyor	2	0	0	2
Ek Yerinden	29	39	4	72
Hatalı Kaynatılmış	4	4	0	8
Kaynak Yapılmamış	0	1	0	1
Montaj Hatası	0	2	1	3
Yüklenici zarar vermiş	40	54	30	124
Altyapı kuruluşları zarar vermiş (MEDAŞ-GAZNET vb.)	3	0	0	3
Sel Boruyu Kırmış	0	1	0	1
Soğuk Hava Etkisi	4	3	0	7
Şahıs (Abonelerin izinsiz yaptığı kazılar)	22	17	4	43
Taş Basmış	0	0	1	1
Yol Yüğü	11	1	0	12
Uygun Olmayan Ek Parça	1	1	0	2
Yol Çökmesi	1	2	1	4
Yüksek Basınç	53	50	36	139
Zemin Hareketleri	12	5	5	22
Zemin Yastıklama Yok	8	1	1	10
Toplam	295	284	131	710

Çizelge 7.3.'de yazılı olan arızaların sebepleri aşağıda açıklanmıştır.

- **Ağır Trafik Yüğü:** Şebeke hatları genelde araç trafiğinin olmadığı veya hafif olduğu yerlere yapılmaktadır. Bunun sebebi de yüksek tonajlı araçlar veya çok sayıda araç geçmesinden kaynaklı şebeke hattının üstünde bulunan taşıt yolunda ekstra yük oluşturması ve bazen bu yükler altında şebeke borularının ezilmesi, araçların yoldan geçerken titreşim yapmasından dolayı şebeke hatları zarar görmektedir. Ağır trafik yükünden kaynaklanan arıza sayısı oldukça az miktarda olmasına rağmen yine de meydana gelmektedir. Ağır trafik yükünü engellemek zor fakat bu yükten korumak için kullanılan malzemeler koruyucu kılıflarda veya koruyucu kutularda zemin içine yerleştirildikten sonra kullanılan malzemelerin etrafı yumuşak dolgu malzemeleri ile beslenip iyice sıkıştırılarak bu yükten daha az hasarla çıkması sağlanabilmektedir. Şebeke hattı oluşturulurken kullanılacak malzemenin seçimi çok önemlidir. Malzemenin üretim hammaddesi oldukça önemlidir. Kullanılacak malzeme ve hammaddesi kullanacağımız amaca ve karşılaşma ihtimali muhtemel kuvvetlere göre hesaplamaları yapıldıktan sonra sahada kullanılmaya başlanır.
- **Belediyeler:** Belediyeler sahada çalışma yaparken (kendileri veya yüklenicileri) örneğin; çocuk parkı, peyzaj alanı, taşıt yolu, yaya yolu, çevre düzenlemesi vb. yaparken şebeke hatlarına bazen ağır hasarlar vermektedirler. Örneğin iş makineleri ile kazı yaparken operatörler şebeke hatlarının yerini bilmiyorsa kazı esnasında sulama hatlarını koparmakta ve bakım-onarıma sebep olmakta kesintisiz su hizmetini aksatmaktadırlar. Kazma, kürek yardımıyla yapılan kazılarda da yine aynı şekilde personelin bilmeden şebeke borularına veya vanalara çarpması sonucunda da hasarlar meydana gelmektedir. Belediyeler kazılarını yapmadan önce KOSKİ Genel Müdürlüğünü bilgilendirmesi halinde, Kurum şebeke hatlarını tespit etmek amacıyla ileri teknolojik aletlerden yararlanmaktadır. Örneğin vanaların yerlerini tespit etmek için metal dedektörler kullanılmaktadır. Şebeke hatlarının güzergâhları CBS sisteminde bulunmaktadır. CBS de görünmeyen boruların yer altı radarları sayesinde tespiti yapılmaktadır.
- **Eski Boru:** Şebekelerde kullanılan borular ekonomik ömürlerinin dolmalarına yakın veya tamamladıklarında işlevlerini tam anlamıyla yerine getirememektedir. Bu durumda, herhangi bir etki durumunda eski borular ezilip,

çatlayıp kırılarak arıza vermektedir. Çizelge 7.3. incelendiğinde yaklaşık 6 ay boyunca meydana gelen 710 adet arızanın 147 tanesinin eski borulardan kaynaklandığını görülmektedir. Eski boru arızası oldukça fazla bir şekilde karşımıza çıkmaktadır ve eski boruların ivedilikle ıslah edilmesi bu arıza sebebinin oluşmasını engelleyecektir. Bu arızanın önüne geçmek için malzeme seçimi oldukça önemlidir. Gömülü boru hatlarında alınabilecek tedbirler aşağıda listelenmiştir;

- Korozyon dayanımı yüksek olan malzemeler seçilmeli,
- Borunun organik veya inorganik materyalle kaplanarak katodik korumayla korunması. Ayrıca gömülü borular belirli aralıklarla katodik ölçüme tabi tutularak kaplamalarında hasar meydana gelip gelmediği önleyici bakım onarım kapsamında kontrol edilmelidir.
- Vana ve fittingslerin oda ile korumaya alınması
- Boru Korozyonu: Korozyon metallerin, bulunduğu ortam şartlarında kimyasal veya elektro kimyasal tepkimelere maruz kalması sonucunda bozulmasına denir. Aşınma, çürüme, paslanma gibi anlamlarda korozyonu karşılamaktadır. İnşaat sektöründe ise donatının paslanarak mukavemetini yitirmesi durumudur. Boru korozyonu da şebeke hatlarında kullanılan boruların zamanla su gibi kimyasallarla tepkimeye girmesi oksitlenmesi sonucunda korozyona uğrayıp artık görevini yapamamasıdır. Korozyon sonucunda borularda et kalınlığının azalması bunun sonucu olarak çatlaklar, delikler, kırılmalar olmakta ve şebeke hattından giden su şebekeden çıkıp kayıp olmakta hatta altyapılara daha büyükleri ise binalara zarar vermektedir. Korozyonu önlemek için, katodik korumalar yapılmaktadır. Katodik korumalara bazen altyapı kuruluşları tarafından zarar verilmekte ve kurum bilgilendirilmemektedir. Bu bilgilendirmelerin veya katodik korumaların zarar gördüğü an uyarı sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bunun yanında kullanılan boruyu veya malzemeyi korozyondan korumak için dışı koruyucu kaplamalar yapılmaktadır. Bu kaplamalarında zarar görmemesi için alım aşamasından döşeme ve dolgu aşamasına kadar zarara görmemesine azami dikkat edilmelidir. Boyama işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir;
 - Boyanacak malzemenin yüzey kalitesinin ve pürüzlülük değerinin boya için uygun hale getirilmesi,

- Maruz kalınacak çevre şartları, kimyasallar ve insan sağlığı göz önüne alınarak doğru içerikli boyanın seçilmesi,
- Boyama işleminin uygun sıcaklık, iklimlendirilmiş atölye ve birkaç aşamada istenilen kalitede uygulanması,
- **Boru Kusuru:** Şebeke hatlarında kullanılan boruların üretimi yapılırken, geri dönüşüm malzemesi kullanılması, defolu olarak üretilmesi veya üretim bandında eksik işlem görmesi sonucunda ortaya çıkan malzemenin kusurundan dolayı bu şekilde adlandırılmaktadır. Kusurlu olan bu borular ürünün satım esnasında yanında verilen garanti belgesinde yazan verimi, dayanımı tam sağlayamamasına neden olmaktadır. Bu kusurlar şebeke hatlarında su kayıplarına neden olmaktadır. Çizelge 7.3.'e göre, boru kusurundan kaynaklı 3 adet arıza olmuş ve diğerleri ile kıyaslandığında oldukça azdır. Bu arıza sayısının az oluşu çok nadirde olsa kullanılan ürünlerde hata olduğunu göstermektedir. 3 adet arıza oluşumu neredeyse %0,42'lik bir orana tekabül etmektedir. Bu arıza sebebinin önüne geçmek için, alım aşamasında yani ara kabullerinin yapılması ve kesin kabul aşamasındaki testlerin bağımsız kuruluşlar tarafından ve tekniğini iyi bilen teknik ekip tarafından kontrollerinin titizlikle yapılması gerekmektedir.
- **Büz Basması:** Bu arıza türü şebeke hatlarında kullanılan beton büzlerde meydana gelmektedir. Bu arıza sebebinin önüne geçmek için projelendirilirken altyapıların nereden geçtiği ve birbirlerine yakınlığını dikkate alınarak proje yapılıp ve uygulamasında bu ayrıntıya dikkat edilmesi gerekmektedir.
- **Contadan Kaçırma:** Şebeke hatlarında kullanılan boruların veya malzemelerin birbirine bağlanırken su kaçmasını engelleyen contalar kullanılmaktadır. Bu contaların alım aşamasında yapılan shor testlerinde verilen değerleri sağlaması çok önemlidir. Bunun yanında kullanılan contaların işçilik aşamasında yerlerine tam oturtulmadan bağlantı yapılması, veya conta yataklarında dolgu malzemesinin kalması gibi sebepler ile şebeke hatlarından yüksek hız ve basınçla gelen suyun contalara ait kulakları açamaması sonucu bu noktalardan suyun kaçmasını engelleyememekte ve bu nedenle arızalar oluşmaktadır. Çizelge 7.3. incelendiğinde 2 adet arıza oluştuğu görülmektedir.
- **Ek Yerinden:** Şebeke hatlarında kullanılan malzemelerin birbirine manşonlarla bağlanmasında veya kaynaklarla birbirine eklenirken yapılan kaynak

hatalarından meydana gelmektedir. Kaynak yapılırken, olumsuz hava koşulları, prosedüründe belirtilen kaynak dışında bir kaynak süresinin belirtilmesi ile hatalı kaynak yapılmasından kaynaklı olarak su borular içinden sızmakta veya kayar manşon gibi manşon kullanım durumlarında manşon contasında hata varsa veya contası yerine tam oturmadiysa yine şebekeden su sızmakta ve arıza oluşmaktadır. Çizelge 7.3. göz önünde bulundurulduğunda bu arıza türünde sayı oldukça fazladır. Yapım aşamasında boru bağlantıları yapılırken oldukça dikkat edilmesi gerekmekte ve kontrollük görevi yapan mühendislerin bu konudaki dikkati birçok arızanın önüne geçecektir. Dikkat edildiği zaman bu arızanın sayısı kolaylıkla azaltılabilecek bir arıza türüdür.

- **Hatalı Kaynatılması:** Şebeke hattı oluşturulurken şebekede kullanılan boruların veya parçaların birbirine hatalı kaynatılması sonucunda arızalara neden olmaktadır. Hatalı kaynatma; yanlış barkodun kullanılması, olumsuz hava şartlarında yapılan kaynak, yanlış açıda veya şekilde yapılan kaynak, veya PE boruların üst kısmında oluşan tabakanın tekniğine göre sıyırılarak PE özelliğinin olduğu tabakaya kadar ulaşmaması örnek olarak bahsedilebilir.
- **Kaynak Yapılmamış:** Şebeke hattında kullanılan malzemelerin kaynağının yapılmadan monte edilip parçaların birbirine bağlanması sonucu meydana gelen arıza türüdür. Bu arızanın önüne geçmek için yapım aşamasında şebekeye su verilerek basınç testleri ile birlikte şebeke hattının aktif edilmeden kontrol edilmesiyle önüne geçilebilir. Çizelge 7.3.'e göre 1 adet arıza görülmektedir.
- **Montaj Hatası:** Şebeke hattında kullanılan malzemelerin birbirine yanlış montajlanması veya montajlanmaması sonucunda ortaya çıkan arıza türüdür. Bu arıza türü de yapım aşamasında sistem devreye alınmadan önce yapılacak testlerle kolayca önüne geçilebilir. Çizelge 7.3.'de 3 adet arıza olduğu görülmektedir.
- **Altyapı firmalarının vermiş olduğu zararlar:** Bu arıza türü, yüzdesi en yükseklerden birisidir. Yüklenici firmalar işlerini yaparken şebeke hatlarının bulunduğu yerleri kuruma sormadan çalışmaktadırlar. Bunun sonucunda da içme suyu şebekelerine ait güzergâhları bilmeden yapmış oldukları çalışmalar sonucunda içme suyu şebeke hatlarına zarar vermektedirler. Bunun sonucunda büyük miktarlarda maddi hasar ve su kaybına da neden olmaktadır. Yükleniciler maddi hasarları ödememek için ise yapmış oldukları bazı arızaları

kuruma bildirmeden bakım-onarımı kendileri yapmaktadır, bu durum ilerisi için hem maddi hem su kaybı olarak daha büyük zararlar oluşturmaktadır. Arıza anında şebeke suyunu kesemediği durumlarda KOSKİ Genel Müdürlüğüne Alo 185 aracılığı ile bildirimde bulunarak arızanın kurumun gidermesini istemektedirler. KOSKİ Genel Müdürlüğü arızalara anında müdahale ederek bakım onarımı tekniğine göre doğru malzemeler kullanarak yapmaktadır. Yüklenicilerin vermiş oldukları zarardan dolayı ceza yerine yalnızca yapılan işin maliyeti yüklenicilere rücu edilmektedir. Bu durumun önüne-geçebilmesi için mevzuatın tüm altyapı kuruluşları ile birlikte daha da iyileştirilmesi, ayrıca suyun kıt kaynak olduğunun ve korunmasının toplumsal bir vazife olduğu bilincinin tüm kullanıcılarda gelişmesi gerekmektedir.

- Resmi Kurumlar: Resmi kurumlar çalışmalar yaparken şebeke hatlarına zarar vermekte ve bakım-onarım gerektiren arızalara sebebiyet vermektedir. Çizelgede 3 adet arızaya neden oldukları görülmektedir. Bu sayı oldukça az, yaklaşık %0,42'lik orana denk gelmektedir. Sebebine gelince, çoğu resmi kurum işlerini yüklenici marifeti ile yaptırmaktadırlar. Bu oranda bu yüzden düşük kalmıştır.
- Sel Boruyu Kırmış: Aşırı yağış yağmasının sonucunda oluşan selin ardından şebeke hattı borusuna dayanamayacağı bir şekilde yük uygulaması sonucunda boruyu kırmasının ardından bu arıza türü meydana gelmiştir. Toplamda bu arızadan 1 adet meydana gelmiştir.
- Soğuk Hava Etkisi: Konya ilinde içme suyu şebekelerinde donların oluşmaması için min 80cm + boru çapı derinliğinde döşenmesi gerekmektedir. Yapılan binaların sıhhi tesisatlarına ait projelendirmeler ise KOSKİ Genel Müdürlüğü yerine, Makine Mühendisleri Odası tarafından onaylanmaktadır. Bu durum kurumun istemediği malzeme, işçilik, yalıtım ve proje hataları içermektedir. Soğuk havalarda çoğunlukla abone hatlarında donmalardan kaynaklı arızalar meydana gelmektedir. Kurumun sorumluluk alanında olmamasına rağmen bu gibi arızalara müdahale edilerek abonelerin mağduriyetleri giderilmektedir. Bahsettiğimiz bu donmalar sonucunda şebeke hatlarında yüksek hızda ve basınçta akış halinde olan suyun donmuş bölgelere yapmış olduğu kuvvet sonucuna şebeke borularında kırılmalara, patlamalara neden olmaktadır. Soğuk hava etkisiyle maddeler büzüşmekte, küçülmekte bu halde şebekede su sızmasına açık hale gelebilmektedir, özellikle çelik borularda bu olay daha çok

görülmektedir. Çelik boru ek yerlerinde, dönüşlerde yapılan kaynaklarda farklı malzeme kullanılmış ise bu malzemeler farklı çalışacağı için ciddi arızalara sebep olacaktır. Bu arıza türü de bu sene Konya ilinin aşırı yağış aldığı Kış aylarında meydana gelmiştir.

- Şahıs: Bu arıza türü şahısların kendi arazilerinde veya yaşadıkları bölge arazilerinde kendi istekleri doğrultusunda yapmış oldukları kazı veya bağlantılar sonucunda meydana gelmektedir.
- Taş Basması: İçme suyu şebeke hattında kullanılan boruların, vanaların zemin altına gömülürken tekniğine uygun dolgu malzemeleri kullanılması gerekirken daha iri malzemeler kullanılması sonucunda yol ve trafik yükü ile birlikte borular zarar görmektedir. Bu durum, taş basması olarak adlandırılmaktadır. Bu arıza türünden 1 adet meydana gelmiştir. Dolgu malzemesi doldurulurken orada bulunan taşın gözden kaçmış olması sonucunda malzemeye zarar vermiştir. Bu arıza tütünün önüne geçmek için yapım aşamasında kontrollük görevini yapan teknik personellerin ideal granülometriye göre; yataklama, gömlekleme ve dolguyu yaptırması gerekmektedir.
- Yol Yükü: Şebeke hattında kullanılan borular, yol ve trafik yüküne maruz kalmaktadır. Şebeke döşenirken ideal derinlik yakalanmaz ise şebeke hatlarında arızalar meydana gelmektedir. Bu zararın sonunca şebeke hatlarında kayıplar oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için şebeke, yol ve trafik yükünü en aza indirecek ideal derinlikte döşenmelidir.
- Uygun Olmayan Ek Parça: Şebeke hattı yapım aşamasındayken uygun ek parçalar veya fittings malzemeler ile birleştirilmelidir. Doğru parçalar ve tekniğine uygun yapılan birleştirmeler şebekenin maksimum verime yakın bir şekilde çalışmasına etki etmektedir. Çizelge 7.3.'e bakıldığında, bu arıza türünden 2 adet görülmektedir. Yapım aşamasında bu konuya dikkat edilmesi sonucunda bu arıza türü tamamen ortadan kaldırılabilir bir arıza türüdür.
- Yol Çökmesi: Şebeke hattının üstünden yol geçiyorsa bu bölgelerde dolgu malzemesine biraz daha fazla dikkat edilmelidir. Ağır trafik yükünün olduğu bölgelerde ağır taşıtların geçmesinden dolayı yolda oturmalar, çökmeler meydana gelmektedir. Bu oturmalar, çökmeler sonucunda borular veya ek parçalar zarar görmekte hatta hata maddi hasarlar ve su kayıpları artmaktadır.

- **Yüksek Basınç:** İçme suyu şebekelerinin hizmet ettiği bölgedeki kot farkları çok iyi projelendirilmeli ve projedeki basınçlara göre kullanılan borular ve ek parçalar seçilmelidir. Projesine göre seçimi ve tercihi yapılan malzemeler kullanılmalıdır. Bunun dışında su yönetimi ve işletilmesi yapılırken de projesine göre kullanılan boru ve ek parçalarının kaldırabileceği basınçlarda işletme yapılmalıdır. Aksi takdirde şebekedeki yüksek basınçtan dolayı borular zarar görür, kullanılan parçalar yerinden çıkar ve arıza oluşumuna neden olur. Basınç yüksek ise projelerde belirtilen noktalarda veya sonradan yapılan hesaplar sonucunda belirlenen noktalarda basınç kırıcı vanalar kullanılarak basınç düşürülebilir ve arıza oluşumunun önüne geçilmiş olur. Çizelge 7.3.'e bakıldığında 139 adet arıza sadece yüksek basınç oluşumundan dolayı meydana gelmiştir. Tabii su planlaması yapılırken, o bölgedeki kot farkları, 10 yıllık, 20 yıllık ve 50 yıllık gibi bölge nüfusu, işletme sayıları, büyük baş ve küçük baş hayvan sayıları, günlük nüfus artışları gibi etkenler ile birlikte depo kapasiteleri, terfi ve motor kapasiteleri, şebekelerde oluşacak sürtünme ve yük kayıpları gibi birçok etken hesap edilerek bulunan debilere göre boru çapları ve basınçlar seçilmelidir.
- **Zemin Hareketi:** Yapım aşamasında, şebekenin geçtiği veya geçeceği güzergâhlarda kazı içerisindeki yataklama, gömlekleme ve dolgu yapılırken en az 30'ar cm kalınlıklarda tekniğine uygun dolgu malzemesi kullanılarak kompaktörler ile iyice sıkıştırılmalı. Bu işlemler yapılmadığı durumlarda zeminde hareketler, oynamalar meydana gelmekte ve boruların ve fittingslerin olması gerekenden fazla hareket etmesine neden olmaktadır. Bu hareket sonucunda, yüksek basıncında etkisi ile boru ve ek parçaları çıkabilir ve sonuç olarak arıza oluşumuna neden olur. Zeminde oluşabilecek hareketleri önlemek için evsafına ve tekniğine uygun dolgu malzemesi kullanılarak çalışma yapılırsa arıza sayısında düşüş görülür.
- **Zemin Yastıklama Yok:** Şebeke hattının geçtiği güzergâhlarda boru ve ek parçalar kazıya indirilmeden tekniğine uygun montajlanarak kazıya indirilir. Dışarıdan gelecek herhangi bir kuvvete karşı zarar görmemesi için ideal bir dolgu malzemesiyle tekniğine uygun bir şekilde yataklaması, gömleklemesi ve dolgusunun yapılması gerekmektedir. Tekniğine uygun dolgu yapılması durumunda şebekenin üstünde oluşacak olan ağır trafik yükü ve toprak yükünün

önüne geçilmiş olur. Boru, yataklama, gömlekleme ve dolgusunun doğru malzeme ile tekniğine göre yapılmaması durumunda şebekede arızalar meydana gelmekte ve su kayıpları ile birlikte bakım-onarım maliyeti ilk aşamada yapılması gerekenden daha pahalıya mal olmaktadır.

Arıza türlerinde meydana gelen arıza sayılarını yüzdeler oranlara dönüştürdüğümüzde en çok meydana gelen 3 arıza tipi şunlardır;

1. Ekonomik ömrünü doldurmuş boru; %20,70
2. Yüksek Basınç; %19,58
3. Yüklenici firmaların içme suyu alt yapısına vermiş oldukları zararlar; %17,18

Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3, Şekil 7.4, Şekil 7.5, Şekil 7.6, Şekil 7.7, Şekil 7.8, Şekil 7.9 ve Şekil 7.10.'da Çizelge 7.3.'de yazılı arıza sebeplerine örnek resimler gösterilmiştir.



Şekil 7.1. Şebeke hattında bakım-onarım sonrası dolgu işlemi (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.2. Zarar görmüş PE abone şube yolu yenilenmesi ve servis vanası değiştirilmesi (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.3. Zarar görmüş PPRC boru değiştirilip bakım-onarım işlemi tamamlanmıştır (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.4. Çelik borunun eski olmasından kaynaklı su kaçırmaları (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.5. PVC boruda ek parçalar yardımı ile bakım-onarım yapılması (KOSKİ, 2021)



Şekil 7.6. Kazı yapılırken abone hattına zarar verilmesi sonucu su kaybı (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.7. İçme suyu şebeke hattında eski boru hattının iptal edilip PE boru ile deplase işlemi (KOSKİ, 2022)



Şekil 7.8. Bakım-onarım esnasında kazı çukurundaki fazla su dalgıç pompa ile tahliye edilmesi (KOSKİ, 2021)



Şekil 7.9. Şebeke hattında eski borunun körlenerek şebeke hattında devreden çıkarılması, körlenen borunun koordinatının CBS sistemine kaydedilmesi ve işaretleme yapılması (KOSKİ, 2022)



Şekil 7. 10. Şebeke hattında eski vananın değiştirilme işlemi (KOSKİ, 2021)

7.3. Boru Cinslerine Göre Arıza Sayıları

Konya ili merkez Meram, Selçuklu, Karatay ilçelerinde içme suyu şebeke hattında kullanılan boru türlerine ve boru türlerine göre meydana gelen arıza sayıları incelenmiştir. Şebeke hatları oluşturulurken kullanılan boru cinsleri aşağıda belirtilmiştir;

- PVC
- PE
- Çelik
- Düktil
- Galvanizli
- Kangal
- Asbest (Günümüzde tercih edilmiyor)
- PİK (Günümüzde tercih edilmiyor)

Konya ili, tarihi bir şehir olmasından ötürü birçok boru cinsiyle karşılaşılmaktadır. Örnek verilecek olursa, 1902 yılında yapılan Ferit Paşa hattı günümüzde hala faal olarak kullanılmaktadır. Bu boru cinslerinden PVC, PE, Çelik ve Düktil borularda oluşan arızaları incelenmiştir. Bu 4 boru türüne ait 599 adet veri bulunmaktadır. Çizelge 7.4.'de veriler görülmektedir.

Çizelge 7.4. Konya ili Merkez ilçelerinde kullanılan içme suyu boru türleri

Arızaların Boru Cinsleri ve İlçelere Göre Dağılımı				
Boru Cinsleri	Selçuklu	Meram	Karatay	Toplam
PVC	181	162	65	408
PE	71	76	30	177
Çelik	5	2	4	11
Düktil	0	3	0	3
Toplam	257	243	99	599

Çizelge 7.4. incelendiğinde en çok arıza oluşumunun PVC borularda 408 adet, PE borularda 177 adet, Çelik borularda 11adet ve Düktil borularda 3 adet olarak meydana geldiği görülmektedir. PVC borularda bu kadar çok arıza oluşmasının sebebi dış kuvvetlere karşı dayanımının oldukça az olması ve büyük dış kuvvetler uygulanması durumunda zarar görüp, kırılabilmesinden kaynaklanmaktadır. Dış kuvvetlere karşı dayanımı yüksek olan Çelik ve Düktil borularda arıza sayısının az olduğu görülmektedir. Oluşacak arıza sayısını düşürmek için şebeke ıslahları ile birlikte şebeke hatları oluşturulurken ucuz ve dayanıksız malzemeler yerine, dayanımı daha yüksek olan ve maliyeti biraz daha yüksek borular kullanılmalıdır. İlk aşamada idarelere yüksek maliyetler çıkmasına karşın, ileride oluşabilecek arıza sayısı düşmekte hatta dayanımı düşük malzemelere yapılan bakım-onarım masraflarıyla kıyaslandığında idare için ekonomik olmaktadır.

7.4. Arıza Oluşmasına Neden Olan Kurum ve Kişilerin Yaptığı Arıza Sayıları

KOSKİ Genel Müdürlüğünden alınan 1 Ocak 2022-7 Haziran 2022 tarihleri arasında 710 adet verinin hangi kurum ve kişiler tarafından yapıldığını ve ne kadar sayıda arıza oluşturduğu Çizelge 7.5.'de görülmektedir.

Çizelge 7. 5. 2022 yılı ilk 6 ayında Konya Merkez ilçelerine ait içme suyu şebekesine kurum, kuruluş ve vatandaşlar tarafından verilen zararlar

Arıza Sebepleri	Selçuklu	Meram	Karatay	Toplam
Abone	14	15	5	34
Büyükşehir Belediyesi	1	4	2	7
DSİ	1	0	0	1
GAZNET	0	8	0	8
Yükleniciler	1	2	2	5
Kanalizasyon Çalışmaları	4	4	7	15
Karatay Belediyesi	0	0	12	12
KOSKİ	248	227	91	566
MEDAŞ	16	13	9	38
Meram Belediyesi	0	9	0	9
Selçuklu Belediyesi	3	0	0	3
Telekom	0	1	0	1
Vatandaş	6	1	1	8
Toplam	295	284	131	710

Çizelge 7.5. incelendiğinde 13 farklı kurum ve şahıs görülmektedir. Tabloya göre; elektrik, doğalgaz, telekom, belediyeler, vatandaşlar, büyükşehrin vs. arızalara neden olduğu görülmektedir. KOSKİ Genel Müdürlüğüne ait çalışmalar tarafından oluşan arızalar genellikle kazıya başlamadan önce şebeke yeri tespiti yapılmadığı veya ilgili müdürlüklerden gerekli bilgi alınmadığı için oluşmaktadır. Bunu yanında işletmenin bilgisi dışında yapılan vana açılıp kapanması şebeke hattındaki basıncı değiştireceği için arızalara neden olmaktadır. Abonelerin sebep olduğu arıza sayısı da

fazladır. Aboneler, kendi istekleri doğrultusunda su idaresinden habersiz yapmış olduğu kazı veya çalışmalar sonucunda şebeke hatlarına zarar verilmektedir.

Telefon, internet altyapı çalışması, elektrik hattı, doğalgaz hattı ve kanalizasyon hattı için kazı çalışmaları yapılırken şebeke hatlarına zarar verilmektedir.



8. BAKIM-ONARIM İŞLERİNİN MALİYET HESABI

8.1. 2022 Yılı'nın İlk 6 Ayında Oluşan ve KOSKİ Tarafından Bakım-Onarımı Yapılmış Arızaların Boru Cinslerine Göre Maliyet Hesabı

KOSKİ'den 2022 yılının ilk 6 ayında meydana gelen arızaların sayılarından, ilçelere göre, aylara göre, arıza sebeplerine göre, boru cinslerine göre, arızaya neden olan kurum ve kişilere göre 7.bölümde bahsedilmiştir. Konya merkez Meram-Karatay-Selçuklu ilçelerine ait 2022 yılının ilk 6 ayında içme suyu şebeke hattında meydana gelen 710 arıza bakım-onarım işlemlerinden geçmiştir. Meydana gelen arızalardan alınan veriler sonucunda arızalara yapılan bakım-onarım maliyet hesapları KOSKİ Genel Müdürlüğü tarafından 2022 yılı için tahakkuk edilen birim fiyatlar tarifeler yönetmeliğinde geçen fiyatlara göre hesaplanmıştır.

8.1.1. PVC Borularda Maliyet Hesabı

KOSKİ tarafından boruların çaplarına göre bakım-onarım tahakkuk birim fiyat listesi Çizelge 8.1' de verilmiştir. Bakım-onarımı yapılan boruların çaplarına göre ne kadar uzunlukta yeni boruyla değiştiği ve bakım-onarım işleminin maliyeti Çizelge 8.2.'de verilmiştir.

Çizelge 8. 1. 2022 yılı PVC Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği)

Çap Aralığı	Birim Fiyat (TL)
Ø50-Ø65 mm	2.304,78
Ø75-Ø200 mm	2.539,14
Ø225-Ø400 mm	4.928,98

Verilen birim fiyat değerlerinin içerisinde; Borunun değişim maliyeti, bakım-onarım maliyeti, beton-asfalt kesim maliyeti ve dolgu maliyeti dahildir. Birim fiyat değerlerine KDV dahil değildir.

Çizelge 8.2. PVC Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti

Boru Çapı (mm)	Boru Uzunlukları (m)			Onarım Maliyet (TL)
	Meram	Selçuklu	Karatay	
50	11	3	0	32.266,98
63	28,77	67,45	15,05	256.453,32
75	52,65	25,61	7,06	216.639,68
90	78,66	74,73	29,5	464.383,86
110	14	33,9	9,96	146.914,81
125	0,85	1,1	1,91	9.801,09
140	0	6,5	0	16.504,43
160	15,4	23,4	8,15	119.212,76
200	14,06	14,9	0	73.533,58
225	11,2	5,35	1	86.503,62
250	1,2	0	0	5.914,78
280	2,4	15,45	0	87.982,31
315	0	10,6	2	62.105,16

PVC borularda 2022 yılının ilk 6 ayında yapılan tüm bakım-onarım toplam metraj ve maliyetleri aşağıda yazılmıştır;

- Toplam bakım-onarımı yapılan PVC boru uzunluğu 586,81 metre'dir.
- Toplam bakım-onarım maliyeti: 1.578.216,38 TL + KDV'dir.

8.1.2. PE Borularda Maliyet Hesabı

KOSKİ tarafından boruların çaplarına göre bakım-onarım tahakkuk birim fiyat listesi Çizelge 8.3' de verilmiştir. Bakım-onarımı yapılan boruların çaplarına göre ne kadar uzunlukta yeni boruyla değiştiği ve bakım-onarım işleminin maliyeti Çizelge 8.4.'de verilmiştir.

Çizelge 8.3. 2022 yılı PE Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği)

Çap Aralığı	Birim Fiyat
Ø20-Ø65 mm	1.999,00 TL
Ø75-Ø200 mm	2.684,87 TL
Ø225-Ø400 mm	3.923,56 TL

Verilen birim fiyat değerlerinin içerisinde; Borunun değişim maliyeti, bakım-onarım maliyeti, beton-asfalt kesim maliyeti ve dolgu maliyeti dahildir. Birim fiyat değerlerinde KDV dahil değildir.

Çizelge 8.4. PE Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti

Boru Çapı (mm)	Boru Uzunlukları (m)			Onarım Maliyet (TL)
	Meram	Selçuklu	Karatay	
32	0	3	0	5.997,00
40	1	2	0	5.997,00
50	5	1	0	11.994,00
63	7,5	15,45	6,66	59.190,39
75	1	1	0,32	6.228,91
90	71,73	41,95	64,35	477.987,94
110	1,2	2,5	0	9.934,03
140	12,05	4	12	75.310,69
160	2	1	0	8.054,62
200	4,1	15,88	0	53.643,76
225	8,5	0	0	33.350,26
250	0	0	0	0
315	0	2	1,65	14.320,99

PE borularda 2022 yılının ilk 6 ayında yapılan tüm bakım-onarım toplam metraj ve maliyetleri aşağıda yazılmıştır;

- Toplam bakım-onarımı yapılan PE boru uzunluğu 288,84 metre'dir.
- Toplam bakım-onarım maliyeti: 762.009,6 TL + KDV'dir.

8.1.3. Çelik Borularda Maliyet Hesabı

KOSKİ tarafından boruların çaplarına göre bakım-onarım tahakkuk birim fiyat listesi Çizelge 8.5' de verilmiştir. Bakım-onarımı yapılan boruların çaplarına göre ne kadar uzunlukta yeni boruyla değiştiği ve bakım-onarım işleminin maliyeti Çizelge 8.6.'da verilmiştir.

Çizelge 8. 5. 2022 yılı Çelik Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği)

Çap Aralığı	Birim Fiyat
Ø75-Ø200 mm	6.735,70 TL
Ø250-Ø400 mm	6.784,00 TL
Ø450-Ø700 mm	9.304,00 TL

Verilen birim fiyat değerlerinin içerisinde; Borunun değişim maliyeti, bakım-onarım maliyeti, beton-asfalt kesim maliyeti ve dolgu maliyeti dahildir. Birim fiyat değerlerinde KDV dahil değildir.

Çizelge 8. 6. Çelik Borularda çaplara göre değişen boruların metrajı ve bakım-onarım maliyeti

Boru Uzunlukları (m)				
Boru Çapı (mm)	Meram	Selçuklu	Karatay	Onarım Maliyet (TL)
75	0	0	0	0
100	0	3	0	20.207,10
150	0	1	0	6.735,70
160	1	1	1	20.207,10
175	0	0	1,05	7.072,50
250	0	0	2	13.568,00
280	1	0	0	6.784,00
600	0	1	0	9.304,00

Çelik borularda 2022 yılının ilk 6 ayında yapılan tüm bakım-onarım toplam metraj ve maliyetleri aşağıda yazılmıştır;

- Toplam bakım-onarımı yapılan Çelik boru uzunluğu 12,05 metre'dir.
- Toplam bakım-onarım maliyeti: 83.878,4 TL + KDV'dir.

8.1.4. Düktil Borularda Maliyet Hesabı

KOSKİ tarafından boruların çaplarına göre bakım-onarım tahakkuk birim fiyat listesi Çizelge 8.7' de verilmiştir. Bakım-onarımı yapılan boruların çaplarına göre ne kadar uzunlukta yeni boruyla değiştiği ve bakım-onarım işleminin maliyeti Çizelge 8.8.'de verilmiştir.

Çizelge 8. 7. 2022 yılı Düktil Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat listesi (KOSKİ tarifeler yönetmeliği)

Çap Aralığı	Birim Fiyat
Ø250-Ø400 mm	10.050,00 TL

Verilen birim fiyat değerlerinin içerisinde; Borunun değişim maliyeti, bakım-onarım maliyeti, beton-asfalt kesim maliyeti ve dolgu maliyeti dahildir. Birim fiyat değerlerinde KDV dahil değildir.

Çizelge 8. 8. Düktil borularda çaplara göre değişen boru metrajı ve bakım-onarım maliyeti

Boru Uzunlukları (m)				
Boru Çapı (mm)	Meram	Selçuklu	Karatay	Onarım Maliyet (TL)
400	3	0	0	30.150,00

Düktil borularda 2022 yılının ilk 6 ayında yapılan tüm bakım-onarım toplam metraj ve maliyetleri aşağıda yazılmıştır;

- Toplam bakım-onarımı yapılan Düktil boru uzunluğu 3 metre'dir.
- Toplam bakım-onarım maliyeti: 30.150 TL + KDV'dir.

Tüm boru cinslerine göre bakım-onarım işlemi yapılan boruların toplam metrajı ve maliyetleri aşağıda yazılmıştır maliyeti;

- Toplam değişen boru metrajı: 890,7 m
- Toplam değişen boruların maliyeti: 2.454.254,36 TL + KDV'dir.

8.2. Borularda Kayıp Su Miktarlarının Hesaplanması

Konya ilinin ilk 6 ayında merkez Meram, Karatay ve Selçuklu ilçelerinde meydana gelen arızalar sonucunda şebeke hattında bakım-onarım yapılana kadar içme sularında kayıp olmuştur. Bakım-onarım işlemi tamamlanana kadar geçen zaman aralığında su israf olmuştur. Kayıp olan suyun miktarı ve kayıp olan suyun maliyeti hesaplanmıştır.

8.2.1. PVC Borularda Kayıp Su Miktarları

Çizelge 8.9’da içme suyu şebeke hattında arızaya sebep olan PVC boruların çaplara göre o borulara ait arızalarda oluşan zaman kayıpları dakika (dk) cinsinden yazılmıştır. Boru çaplarında oluşan kayıplara göre en çok zaman kaybı 90’lık PVC boruda (4.303 dk) meydana gelmiştir.

Çizelge 8.9. PVC borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi

Boru Çapı (mm)	Kayıp Zaman (dk)			Toplam Süre (dk)
	Meram	Selçuklu	Karatay	
50	140	414	0	554
63	382	758	836	1.976
75	50	1013	295	1.808
90	1.857	944	1.502	4.303
110	1.175	768	422	2.365
125	0	313	69	382
140	0	173	0	173
160	989	324	124	1.437
200	489	39	102	630
225	140	548	1	689
250	96	0	0	96
280	57	56	0	113
315	0	210	25	235

Şebeke hattında borulardaki suyun hızı genel kullanımda (v) = 1,2 m/sn ile 1,7 m/sn arasında bir değer kabul edilerek hesaplamaları yapılmaktadır. Bu çalışmada v = 1,27 m/sn seçilerek hesaplamalar yapılmış ve Çizelge 8.10' da gösterilmiştir.

Çizelge 8. 10. PVC boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi

Boru Çapı (mm)	V (m/sn)	Q (lt/sn)
50	1,27	2,49
63	1,27	3,96
75	1,27	5,61
90	1,27	8,08
110	1,27	12,06
125	1,27	15,58
140	1,27	19,54
160	1,27	25,52
200	1,27	39,88
225	1,27	50,47
250	1,27	62,31
280	1,27	78,16
315	1,27	98,92

Su kayıpları Çizelge 8.11.'de verilmiştir. PVC borularda arızalardan kaynaklı oluşan toplam su kayıpları 6 ayda 13.594,79 m³'dür.

Çizelge 8. 11. PVC borularda çaplara göre kayıp su miktarı

Boru Çapı (mm)	Q (lt/sn)	Toplam Süre (dk)	Kayıp Su (lt)
50	2,49	554	82.847
63	3,96	1.976	469.129
75	5,61	1.808	608.339
90	8,08	4.303	2.084.880
110	12,06	2.365	1.711.753
125	15,58	382	357.033
140	19,54	173	202.827
160	25,52	1.437	2.200.500
200	39,88	630	1.507.388
225	50,47	689	2.086.454
250	62,31	96	358.902
280	78,16	113	529.931
315	98,92	235	1.394.805

Su kayıplarının oluşturdukları maddi kayıplar hesaplanırken KOSKİ idaresi tarafından belirlenmiş su ve atık su tarifesi fiyatlandırması ile çarpılması sonucunda kayıp suyun maliyeti hesaplanmıştır.

KOSKİ'nin yayınlamış olduğu merkez ilçeler Meram, Karatay, Selçuklu için 01.01.2022 tarihi itibari ile su ve atık su tarifesi aşağıda verilmiştir (TL/m³).

- Aylık 0-15 m³ kullanım için tarife 5,57 TL/m³ + KDV
- Aylık 16 m³ ve üzeri kullanım için tarife 8,36 TL/m³ + KDV

Konya merkez ilçelerde ilk 6 ayda PVC borularda oluşan su kayıplarının maliyeti aşağıda hesaplanmıştır;

- 13.594,79 m³ x 8,36 TL/m³ = 113.652,44 TL + KDV'dir.

PVC borularda oluşan kayıpların toplamı;

- Kayıp su: 13.594,79 m³
- Kayıp su maliyeti: 113.652,44 TL + KDV
- Kayıp zaman: 14.761 dk

8.2.2. PE Borularda Kayıp Su Miktarları

Çizelge 8.12’de şebeke hattında arızaya sebep olan PE boruların kullanılan çaplara göre o borulara ait arızalarda oluşan zaman kayıpları dakika (dk) cinsinden yazılmıştır. Boru çaplarında oluşan kayıplara göre en çok zaman kaybı 90’lık PE boruda (5.441 dk) meydana gelmiştir.

Çizelge 8. 12. PE borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi

Boru Çapı (mm)	Kayıp Zaman (dk)			Toplam Süre (dk)
	Meram	Selçuklu	Karatay	
32	0	281	0	281
40	140	70	0	210
50	399	74	60	533
63	412	627	134	1.173
75	25	68	49	142
90	2.914	1.707	820	5.441
110	1	1.424	0	1.425
140	1.072	165	349	1.586
160	36	30	0	66
200	32	551	59	642
225	96	0	0	96
250	0	0	10	10
315	15	441	271	727

Şebeke hattında borulardaki suyun hızı genel kullanımda (v) = 1,2 m/sn ile 1,7 m/sn arasında bir değer kabul edilerek hesaplamaları yapılmaktadır. Bu çalışmada v = 1,27 m/sn seçilerek hesaplamalar yapılmış ve Çizelge 8.13' de gösterilmiştir.

Çizelge 8. 13. PE boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi

Boru Çapı (mm)	V (m/sn)	Q (lt/sn)
32	1,27	1,02
40	1,27	1,60
50	1,27	2,49
63	1,27	3,96
75	1,27	5,61
90	1,27	8,08
110	1,27	12,06
140	1,27	19,54
160	1,27	25,52
200	1,27	39,88
225	1,27	50,47
250	1,27	62,31
315	1,27	98,92

Su kayıpları Çizelge 8.14'de verilmiştir. PE borularda arızalardan kaynaklı oluşan toplam su kayıpları 12.250,64 m³'dür.

Çizelge 8. 14. PE borularda kayıp su miktarı

Boru Çapı (mm)	Q (lt/sn)	Toplam Süre (dk)	Kayıp Su (lt)
32	1,02	281	17.211,98
40	1,60	210	20.098,51
50	2,49	533	79.706,15
63	3,96	1.173	278.486,24
75	5,61	142	47.778,83
90	8,08	5.441	2.636.260,81
110	12,06	1.425	1.031.394,62
140	19,54	1.586	1.859.447,34
160	25,52	66	101.066,8
200	39,88	642	1.536.100,56
225	50,47	96	290.710,62
250	62,31	10	37.385,63
315	98,92	727	4.314.993,51

Su kayıplarının oluşturdukları maddi kayıplar hesaplanırken KOSKİ idaresi tarafından belirlenmiş su ve atık su tarifesi fiyatlandırması ile çarpılması sonucunda kayıp suyun maliyeti hesaplanmıştır.

KOSKİ'nin yayınlamış olduğu merkez ilçeler Meram, Karatay, Selçuklu için 01.01.2022 tarihi itibari ile su ve atık su tarifesi aşağıda verilmiştir (TL/m³).

- Aylık 0-15 m³ kullanım için tarife 5,57 TLm³ + KDV
- Aylık 16 m³ ve üzeri kullanım için tarife 8,36 TL/m³ + KDV

Konya merkez ilçelerde ilk 6 ayda PE borularda oluşan su kayıplarının maliyeti aşağıda hesaplanmıştır;

- 12.250,64 m³ x 8,36 TL/m³ = 102.415,35 TL + KDV'dir.

PE borularda oluşan kayıpların toplamı;

- Kayıp su: 12.250,64 m³
- Kayıp su maliyeti: 102.415,35 TL + KDV
- Kayıp zaman: 12.332 dk

8.2.3. Çelik Borularda Kayıp Su Miktarları

Çizelge 8.15’de şebeke hattında arızaya sebep olan Çelik boruların kullanılan çaplara göre o borulara ait arızalarda oluşan zaman kayıpları dakika (dk) cinsinden yazılmıştır. Boru çaplarında oluşan kayıplara göre en çok zaman kaybı 100 ‘lük Çelik boruda (384 dk) meydana gelmiştir.

Çizelge 8. 15. Çelik borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi

Kayıp Zaman (dk)				
Boru Çapı (mm)	Meram	Selçuklu	Karatay	Toplam Süre (dk)
75	0	0	285	285
100	0	384	0	384
150	0	15	0	15
160	0	0	0	0
175	0	0	30	30
250	0	0	58	58
280	145	0	0	145
600	0	0	0	0

Şebeke hattında borulardaki suyun hızı genel kullanımda (v) = 1,2 m/sn ile 1,7 m/sn arasında bir değer kabul edilerek hesaplamaları yapılmaktadır. Bu çalışmada v = 1,27 m/sn seçilerek hesaplamalar yapılmış ve Çizelge 8.16’ da gösterilmiştir.

Çizelge 8. 16. Çelik boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi

Boru Çapı (mm)	V (m/sn)	Q (lt/sn)
75	1,27	5,61
100	1,27	9,97
150	1,27	22,43
160	1,27	25,52
175	1,27	30,53
250	1,27	62,31
280	1,27	78,16
600	1,27	358,90

Su kayıpları Çizelge 8.17’de yazılmıştır. Çelik borularda arızalardan kaynaklı oluşan toplam su kayıpları 1.297,57m³ dür.

Çizelge 8. 17. Çelik borularda kaybolan suyun miktarı

Boru Çapı (mm)	Q (lt/sn)	Toplam Süre (dk)	Kayıp Su (lt)
75	5,61	285	95.984
100	9,97	384	229.697
150	22,43	15	20.188
160	25,52	0	0
175	30,53	30	54.957
250	62,31	58	216.837
280	78,16	145	680.000
600	358,90	0	0

Su kayıplarının oluşturdukları maddi kayıplar hesaplanırken KOSKİ idaresi tarafından belirlenmiş su ve atık su tarifesi fiyatlandırması ile çarpılması sonucunda kayıp suyun maliyeti hesaplanmıştır.

KOSKİ'nin yayınlamış olduğu merkez ilçeler Meram, Karatay, Selçuklu için 01.01.2022 tarihi itibari ile su ve atık su tarifesi aşağıda verilmiştir (TL/m³).

- Aylık 0-15 m³ kullanım için tarife 5,57 TL/m³ + KDV
- Aylık 16 m³ ve üzeri kullanım için tarife 8,36 TL/m³ + KDV

Konya merkez ilçelerde ilk 6 ayda Çelik borularda oluşan su kayıplarının maliyeti aşağıda hesaplanmıştır;

- $1.297,57 \text{ m}^3 \times 8,36 \text{ TL/m}^3 = 10.847,69 \text{ TL} + \text{KDV}$

Çelik borularda oluşan kayıpların toplamı;

- Kayıp su: 1.297,57 m³
- Kayıp su maliyeti: 10.847,69 TL + KDV
- Kayıp zaman: 917 dk

8.2.4. Düktil Borularda Kayıp Su Miktarları

Çizelge 8.18'de şebeke hattında arızaya sebep olan Düktil boruların kullanılan çapa göre arızalarda oluşan zaman kayıpları dakika (dk) cinsinden yazılmıştır. Oluşan kayıplara bakıldığında toplamda 192 dk kayıp meydana gelmiştir.

Çizelge 8. 18. Düktil borularda arızadan kaynaklı boşa akan suyun süresi

Kayıp Zaman (dk)				
Boru Çapı (mm)	Meram	Selçuklu	Karatay	Toplam Süre (dk)
400	192	0	0	192

Şebeke hattında borulardaki suyun hızı genel kullanımda (v) = 1,2 m/sn ile 1,7 m/sn arasında bir değer kabul edilerek hesaplamaları yapılmaktadır. Bu çalışmada v = 1,27 m/sn seçilerek hesaplamalar yapılmış ve Çizelge 8.19' da gösterilmiştir.

Çizelge 8. 19. Düktil boruların çaplarına göre içinden geçen suyun debisi

Boru Çapı (mm)	V (m/sn)	Q (lt/sn)
400	1,27	159,51

Su kayıpları Çizelge 8.20.'de verilmiştir. Düktil borularda arızalardan kaynaklı oluşan toplam su kayıpları 1.837,58 m³ dür.

Çizelge 8. 20. Düktil borularda kaybolan suyun miktarı

Boru Çapı (mm)	Q (lt/sn)	Toplam Süre (dk)	Kayıp Su (lt)
400	159,51	192	1.837,58

Su kayıplarının oluşturdukları maddi kayıplar hesaplanırken KOSKİ idaresi tarafından belirlenmiş su ve atık su tarifesi fiyatlandırması ile çarpılması sonucunda kayıp suyun maliyeti hesaplanmıştır.

KOSKİ'nin yayınlamış olduğu merkez ilçeler Meram, Karatay, Selçuklu için 01.01.2022 tarihi itibari ile su ve atık su tarifesi aşağıda verilmiştir (TL/m³).

- Aylık 0-15 m³ kullanım için tarife 5,57 TL/m³ + KDV
- Aylık 16 m³ ve üzeri kullanım için tarife 8,36 TL/m³ + KDV

Konya merkez ilçelerde ilk 6 ayda Düktil borularda oluşan su kayıplarının maliyeti aşağıda hesaplanmıştır;

- 1.837,58 m³ x 8,36 TL/m³ = 15.362,17 TL + KDV

Düktül borularda oluşan kayıpların toplamı;

- Kayıp su: 1.837,58 m³
- Kayıp su maliyeti: 15.362,17 TL + KDV
- Kayıp zaman: 192 dk

8.3. Şebeke hattında kullanılan PVC, PE, Çelik, Düktül borularda oluşan toplam kayıplar

Borularda oluşan kayıpların toplamaları Çizelge 8.21’de yazılmıştır;

Çizelge 8. 21. Türkiye’de 2020-2021 yıllarında şehirlerin su kayıp – kaçak oranı

	PVC	PE	Çelik	Düktül	Toplam
Kayıp su miktarı (m ³)	13.594,79	12.250,64	1.297,57	1.837,58	28.980,58
Kayıp suyun maliyeti (TL+KDV hariç)	113.652,44	102.415,35	10.847,69	15.362,17	242.277,65
Kayıp Zaman (dk)	14.761	12.332	917	192	28.202

8.4. Kayıp Olan Su ve Maliyetlerin Değerlendirilmesi

Yapılan hesaplar sonucunda içme suyu şebeke hattında 2022 yılının ilk 6 ayında Konya merkez ilçelerinde arızalardan kaynaklı yaklaşık 28 bin ton su kaybolmuştur. 28 bin ton suyun 100 nüfuslu bir yerleşim yeri için ne kadar süre ihtiyacını karşılayacağı aşağıda yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

1 kişinin günlük tükettiği su miktarı yaklaşık olarak İller Bankası tarafından 120 lt/gün olarak kabul edilmektedir.

- 100 kişilik bir yerleşim yerinde günlük tüketilen su miktarı: $100 \times 120 = 12.000$ lt/gün
- 2022 yılının ilk 6 ayında kayıp olan su miktarı: 28.980.581,31 lt olarak hesaplanmıştır.

- Yaklaşık gün hesabı: $28.980.581,31 \text{ lt} / 12.000 \text{ lt/gün} \approx 2.415 \text{ gün} \approx 6,5 \text{ yıl}$

28 bin ton su kaybı yaklaşık hesaplara göre 100 kişilik bir yerleşim yerinin 6,5 yıllık su ihtiyacını karşılamaktadır.

8.5. Türkiye’de Bazı İllere ait 2020 ve 2021 Yıllarındaki Su Kayıp Oranları

Çizelge 8.22’de yazılı şehirlerde bulunan su idareleri tarafından yayınlanan yıllık faaliyet raporlarından 2020 ve 2021 yıllarına ait su kayıp kaçak oranları alınmıştır (Adana-ASKİ 2020-2021, ASKİ 2020-2021, ESKİ 2020-2021, GASKİ 2020-2021, İSKİ 2020-2021, İSU 2020-2021, KOSKİ 2020-2021, MASKİ 2020-2021, SASKİ 2020-2021, Sivas Belediyesi 2020-2021).

Çizelge 8. 22. Türkiye’de 2020-2021 yıllarında şehirlerin su kayıp – kaçak oranı

Şehirler	Kayıp – Kaçak Oranı 2020 (%)	Kayıp – Kaçak Oranı 2021 (%)
İstanbul	20,68	20,52
Sivas	29,57	32,9
Ankara	37,61	37,25
Konya	31,13	31
Adana	43,87	41,71
Gaziantep	29,64	29,05
Samsun	38,63	37,91
Erzurum	54	41
Kocaeli	28	26
Malatya	40	35

Türkiye’deki bütün belediyelerin 2016 yılında toplam dağıttığı su ile kaynaktan çektiği su miktarı dikkate alındığında, kayıp-kaçak (kaçak kullanımlar, depolardan taşmalar ve şebeke/temin hatlarındaki kayıplar) oranının yaklaşık %36 olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2016).

Son yıllarda içme ve kullanma suyu sektöründe su verimliliğini arttırıcı önlemlerin alınması için bakanlık tarafından çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan yönetmelikler aşağıda verilmiştir;

- 8 Mayıs 2014 tarihli ve 28994 sayılı “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği”,
- 16 Temmuz 2015 tarihli ve 29418 sayılı “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği”,

Hazırlanan yönetmelikler ile; su kayıplarını büyükşehir ve il belediyeleri için 2014 yılından itibaren 5 yıl içerisinde en fazla %30, takip eden 4 yıl içerisinde ise en fazla %25 düzeyine; diğer belediyeler için 9 yıl içerisinde en fazla %30, takip eden 5 yıl içerisinde ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü hale gelmişlerdir.

2020 ve 2021 yılı verilerine göre; Sivas ilinde su kayıp kaçak oranı artış görülürken, geri kalan 9 ilde su kayıp kaçak oranında azalma görülmektedir İstanbul’da su kayıp kaçak oranı %20,52 seviyesindedir. Konya’nın son 2 yılda su kayıp kaçak oranı yaklaşık %31 seviyesindedir. Ankara’da su kayıp kaçak oranı yaklaşık %37 seviyesinde, Samsun’da yaklaşık %38 seviyesindedir. Adana ve Erzurum’da kayıp kaçak %41,71 ve %41 seviyesindedir.

9. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Suyun insan yaşamı için önemi herkes tarafından bilinmektedir. Nüfusun her geçen gün artması ve ekonominin gelişmesi nedeniyle su tüketimi artmaktadır. Su dünyamızda sınırlı miktarda bulunan bir kaynak olduğu için kayıp olan suyu geri kazanmak imkansızdır. Su yönetimi bütün ülkelerin son yıllarda en çok önem verdiği konuların başında gelmektedir. Bu nedenle kaynakların en verimli şekilde nasıl kullanılacağı planlanırken, aynı zamanda nasıl yönetileceğinin de planlanması gerekmektedir. Türkiye’de kişi başına düşen yıllık su miktarı 1000 m³ seviyelerine yaklaşmıştır. Bunun anlamı su fakiri olmaktayız. Bu kapsamda, su tüketim oranlarının azaltılıp, suyun etkin ve yeniden kullanımına ilişkin yöntemlerin belirlenmesi ve sürdürülebilir su yönetimi için su tasarrufu modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Konya’nın son 2 yılda su kayıp kaçak oranı yaklaşık %31 seviyesindedir. KOSKİ tarafından merkez ilçelerde 1 yılda ortalama 16 bin arıza yapılmaktadır. KOSKİ Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü bünyesinde toplam 22 bakım-onarım ekibi bulunmaktadır. Bu ekipler birer öncü ve en az 6 adet bakım-onarım ekiplerinden oluşmaktadır. Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü’ne bağlı ekipler aboneleri susuz bırakmamak için haftanın 7 günü 24 saat çalışmaktadır. Su Şebekeleri Bakım Onarım Şube Müdürlüğü tarafından gündüz ve gece oluşan arızalara bakmaları için ekipler kurmuştur. Arızalara bakım-onarım ekipleri yönlendirilmeden önce ilk olarak öncü ekipler gitmektedir. Her ilçede 1 adet öncü ekip bulunmaktadır. Meram ve Karatay ilçelerinde bulunun 6 bakım-onarım ekibinden; 4 ekip gün içinde meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakarken, 2 ekip gece meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakmaktadır. Selçuklu ilçesinde 7 bakım-onarım ekibinden; 5 ekip gün içinde meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakarken, 2 ekip gece meydana gelen bakım-onarım arızalarına bakmaktadır.

Şebeke hattında oluşan arızaların müdahale süresinin düşük olması oldukça önemli bir konudur. Süre ne kadar kısa olursa israf olan su miktarı azalacaktır. KOSKİ'ye bağlı bakım-onarım ekiplerinin oluşan arızalara müdahale süresi ortalama 47 dakikadır. Bir şebeke hattında ıslah yapılması için; arızanın olduğu bölgede öncelikle bakım-onarım yapılması gerekmektedir. Aynı şebeke hattında bakım-onarım işleri birden fazla yapılması durumunda ıslah yapılmasının gerekli olup olmadığına karar verilmektedir. Hat üzerinde yapılan bakım-onarım sayısı en az 5 olursa o şebeke hattının ıslahı yapılması ve hattın yenilenmesi gerekmektedir. Bakım-onarım yapılmasına rağmen şebeke hattında arıza oluşumu devam ediyor ise ıslah yapılması en doğru tercihtir.

2022 yılının ilk 6 ayında içme suyu şebeke hattında merkez Meram-Karatay-Selçuklu ilçelerinde toplam 710 adet arıza meydana gelmiştir. Geri kalan 28 ilçede 2022 yılının ilk 6 ayında içme suyu şebeke hattında meydana gelen arıza sayısı 12.984'dür. Oluşan arızalarda en çok görülen sebepler; boruların eski olması, şebeke hattında yüksek basınç olması, şahısların şebeke hattına müdahalesi ve yüklenicinin zarar vermesidir. PVC boruların dayanımı diğer boru cinslerine göre az olması nedeniyle en çok arıza PVC borularda meydana gelmiştir.

Arızaların sayısını azaltmak için şebeke hatlarında kullanılan eski boruların ekonomik ömrü uzun ve dış darbelere karşı dayanımı yüksek borularla değiştirilmesi gerekmektedir.

Kentsel dönüşüm ve imar planında yenilenme olan yerlerde içme suyu şebeke hattında yenileme ve ıslah işlemlerini cadde-sokak olarak değil mahallenin tamamında yapılması arıza sayılarını oldukça düşürecektir. Mahallenin tamamında alt yapı yenilenmesi maliyet olarak yüksek bir değer çıkacaktır, fakat bakım-onarım işlerine duyulan ihtiyaç yenilenme olması durumunda azalacaktır.

Çizelge 9.1.'de boru cinslerine göre bakım-onarım işleri tamamlandıktan sonra her boru cinslerine ait değişen boruların toplam metrajı ve bakım-onarım işlemlerinin maliyeti gösterilmiştir.

Çizelge 9.1. Boru cinslerine göre bakım-onarım işlerinin sonucunda oluşan metraj ve maliyet

Yapılan İşler	PVC	PE	Çelik	Düktül
Değişen boruların metresi	586,81 m	288,84 m	12,05 m	3,00 m
Bakım-onarım maliyeti	1.578.216,38 TL	762.009,6 TL	83.878,4 TL	30.150 TL

Çizelge 9.2.'de şebekede oluşan arızalardan kaynaklı boru cinslerine göre kayıp su miktarları, kayıp suyun idareye olan maliyeti ve abonelere su verilemeyen süreler gösterilmiştir.

Çizelge 9.2. Boru cinslerine göre arızalardan kaynaklı kayıp su miktarı, su kaybının maliyeti ve abonelere su verilemeyen süre

	PVC	PE	Çelik	Düktül
Kayıp su miktarı	13.594,79 m ³	12.250,64 m ³	1.297,57 m ³	1.837,58 m ³
Kayıp suyun maliyeti	113.652,44 TL	102.415,35 TL	10.847,69 TL	15.362,17 TL
Abonelere su verilemeyen süre	14.761 dk	12.332 dk	917 dk	192 dk

- Kayıp su miktarı: 28.980,58 m³
- Kayıp suyun maliyeti: 242.277,65 TL + KDV
- Abonelere su verilemeyen toplam zaman: 28.202 dk

28 bin ton su kayıp olmasaydı orta kalabalıktaki yerleşim yerlerini uzun süre idare edeceği yaklaşık hesaplar sonucunda bulundu. 100 kişilik bir yerleşim yeri kayıp su miktarıyla yaklaşık olarak 6,5 yıl boyunca su sıkıntısı yaşamadan hayatlarına devam edebileceklerdi. Su yönetiminin önemi bir kez daha ciddiye alınmalıdır.

Kayıp olan suyun sebep olduğu maddi kayıp 242.277,65 TL + KDV'dir. Boruların bakım-onarımının yapılması sonucunda oluşan maddi kayıp 2.454.254,36 TL + KDV'dir. Su kaybının ve boru maliyetinin genel toplam maliyeti: 2.696.532 TL + KDV'dir.

- Ø75-Ø200 PVC Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat: 2.539,14 TL + KDV
- Ø75-Ø200 PE Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat: 2.684,87 TL + KDV
- Ø250-Ø400 Çelik Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat: 6.784,00 TL + KDV
- Ø250-Ø400 Duktıl Boru'ya ait tahakkuk birim fiyat: 10.050,00 TL + KDV

Arızaların bakım-onarım işleri için yapılan ödemeler su idaresi tarafından farklı şekillerde değerlendirilebilir. Örneğin;

- İdare tarafından içme suyu şebeke hattının bakım-onarım işlerinin takibinin yapılması için yazılım geliştirilebilir,
- Eski şebeke hatlarının yenilenmesi için kullanılabilir,
- Şebeke hattında; Ø75-Ø200 mm PE boru 1.062 metre yeni hat veya ıslah yapılabilir,
- Şebeke hattında; Ø75-Ø200 mm PVC boru 1.004 metre yeni hat veya ıslah yapılabilir,
- Şebeke hattında; Ø250-Ø400 mm Çelik boru 398 metre yeni hat veya ıslah yapılabilir,
- Şebeke hattında; Ø250-Ø400 mm Düktil boru 268 metre yeni hat veya ıslah yapılabilir,
- Şebeke hatlarında ıslah çalışmaları arttırılabilir,
- Park ve bahçelerde damla sulama hatları olmayan yerlere hatlar yapılabilir,
- Park, bahçelere yeni peyzaj düzenlemesi yapılabilir (ağaç, çim ekimi vs.),
- Abonelerin kullanmış olduğu eski sayaçlar değiştirilebilir,
- Şebeke kontrol hattında eskimiş parçalar değiştirilebilir; borular, vanalar, dirsekler, manşonlar vs.,
- Su idaresi bünyesine yeni iş makineleri veya arıza tespitlerinde kullanabilecekleri yeni el aletleri alınabilir,
- Su idareleri bünyesine yeni personeller dahil ederek oluşacak arızalara daha hızlı müdahale edilmesi sağlanabilir,

- Atık suların geri dönüşümünü arttırmak için yatırımlar yapılarak çevre sulama konusunda çalışmalar yapılabilir,
- Kayıp suların önemi hakkında sunumlar yapılabilir, reklam filmleri çekilip TV kanallarında yayınlanarak vatandaşlara konunun ciddiyeti anlatılabilir,
- İdare tarafından bünyelerine stajyerler dahil edilip, yetiştirildikten sonra bu stajyerlerden kurum içinde ve sahada faydalanılabilir,



KAYNAKLAR

- Adana-ASKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.adana-aski.gov.tr/images/2020faaliyet.pdf>, 10 Temmuz 2022
- Adana-ASKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.adana-aski.gov.tr/images/2021faaliyet.pdf>, 10 Temmuz 2022
- Alegre H., Hirnir W., Baptista J.M., and Parena R., Performance Indicators for Water Supply Services, IWA Manual Best Practice, first edition, IWA Publishing, London, 2000.
- Akdeniz, T. ve Muhammetoğlu, H., 2019, Antalya İçme Suyu Şebekesinin Bir Bölümünün Online İzleme (SCADA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Araçları Kullanılarak Hidrolik Modellemesi, Su Vakfı Su Kaynakları Araştırma Makalesi, 4(1), 12-22
- Arabacı E. ve Dursun Ş., 2019, İçme Suyu Altyapı Sistemlerinde Hidrolik Modelleme: Konya Örneği, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2 (4), 177-185
- ASKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.aski.gov.tr/Yukle/Dosya/faaliyetperformans/aski2020yilifaaliyet.pdf>, 10 Temmuz 2022
- ASKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.aski.gov.tr/Yukle/Dosya/faaliyetperformans/2021Faaliyet_Raporu.pdf, 10 Temmuz 2022
- Baykan, O., 2017, Su Yönetimi Kapsamında İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıp Kaçaklarının Kontrolü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İSKİ
- Bettemir, Ö. H., Özdemir, Ö. and Fırat, M. (2017). Development of a decision support system for the maintenance of water distribution network. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 23(9), 1049–1054.
- Bolbol, M. S., 2019, İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinde İleri Basınç Yönetimi İle Su Kayıplarının Azaltılmasına Yönelik Modelleme Çalışması: Antalya-Kaleiçi Bölgesi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya

- Can, N., 2014, İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıplarının Belirlenmesi ve Kontrolü: İstanbul İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Carnevali, L., Tarani, F. and Vicario, E. (2020). Performability Evaluation of Water Distribution Systems during Maintenance Procedures. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 50(5), 1704–1720.
- Dikmen, F., 2005, İstanbul İçme Suyu Dağıtım Sisteminde Su Kayıplarının Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli
- Dilcan, Ç. C., Çapar, G., Korkmaz, A., İritaş, Ö., Karaaslan, Y. ve Selek, B., 2018, İçme Suyu Şebekelerinde Görülen Su Kayıplarının Dünyada ve Ülkemizdeki Durumu, Anahtar Makale, Ankara
- ESKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.eskisehir-eski.gov.tr/uploads/strateji/faaliyet/2020.pdf>, 10 Temmuz 2022
- ESKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.eskisehir-eski.gov.tr/uploads/strateji/faaliyet/2021.pdf>, 10 Temmuz 2022
- GASKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://gaski.gov.tr/wp-content/uploads/2021/06/faaliyet-raporu-2020.pdf>, 10 Temmuz 2022
- GASKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, https://gaski.gov.tr/wp-content/uploads/2022/06/2021_Faaliyet_Raporu_net.pdf, 10 Temmuz 2022
- Gerger, R. ve Aslan, A., 2019, Şanlıurfa İli İçin İçme Suyu Kayıp ve Kaçaklarının Tespiti. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 4 (2), 26-35
- Gerger, R. ve Toplamacı, M. M., 2017, İçme Suyu İletim Hatlarında Kullanılan Boru Tiplerinin Ekonomik Analizi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2 (2), 71-77
- Güçlü, G., 2014, İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıpları, Türkiye'de Su Yönetimi ve Geleceği Konulu Sempozyum, 27-29 Kasım, Afyonkarahisar
- Gülaydın, O., 2017, İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinde Ekonomik Su Kayıpları Seviyesinin Belirlenmesi: Antalya Kaleiçi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya

- İSKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/faaliyetraporlari/faaliyetraporu/pdf/2020%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU.pdf>, 10 Temmuz 2022
- İSKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.iski.gov.tr/web/assets/video/Genel%20Kurul%20Konu%C5%9Fmas%C4%B1/2021%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU.pdf>, 10 Temmuz 2022
- İSU, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.isu.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=557>, 10 Temmuz 2022
- İSU, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.isu.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=101>, 10 Temmuz 2022
- Karakuş, B., 2021, Seyhan İlçesi Mahallerde Su Kayıplarının Azaltılması İçin Hidrolik Modelleme Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Karakuş, C. B., Yıldız, S. & 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
- Kızıloz, B., 2021, İçme Suyu Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Azaltılması: Kocaeli Örneği, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7 (2), 213-225
- KOSKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.koski.gov.tr/uploads/sayfalar_v/dosya/sayfalar-113-2020-faaliyet-raporu-2021-06-03-12-07-18-jp.pdf, 10 Temmuz 2022
- KOSKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.koski.gov.tr/uploads/sayfalar_v/dosya/sayfalar-113-2021-faaliyet-raporu-2022-05-31-15-59-01-5G.pdf, 10 Temmuz 2022
- Körpe, M., 2018, Konya İçme Suyu Şebekesinde Su Kayıplarının Tespiti ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- MASKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.maski.gov.tr/2020_Faliyet_raporu.pdf, 10 Temmuz 2022

- MASKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.maski.gov.tr/2021_Faliyet_raporu.pdf, 10 Temmuz 2022
- Muhammetoğlu, A. ve Muhammetoğlu, H., 2017, İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü El Kitabı, Ankara
- Pala, B. ve Latifoğlu, A., 1998, İçme Suyu Şebekelerinde Oluşan Su Kayıpları: Kayseri İli Örneği.
- Pereira, L. de S., Morais, D. C. and Figueira, J. R. (2020). Using criticality categories to evaluate water distribution networks and improve maintenance management. Sustainable Cities and Society, 61.
- Sarı, E., 2017, İçmesuyu Boru Hatlarının Yapımı ve Su Kayıplarının Azaltılması Çalışmalarında Malzeme Temini ve Ekipman Seçimi, Ankara ASKİ Genel Müdürlüğü, Ankara
- SASKİ, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.sakarya-saski.gov.tr/media/gallery//b23d82a2-396a-4fad-9ea3-351ed0ea4f8c.pdf>, 10 Temmuz 2022
- SASKİ, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, <https://www.sakarya-saski.gov.tr/media/gallery/c796eae0-a673-408a-a848-e34f380b703a.PDF>, 10 Temmuz 2022
- Savaş, B. Ö., 2019, Denizli İçme Suyu Dağıtım Şebekesinin Alt Ölçüm Bölgelerine Ayrılıp Basınç Yönetiminin Sağlanması ve Su Kayıplarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli
- Sınmaz, D., 2019, İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinin Hidrolik Analizi ve Su Kayıplarının Modellenmesi Üzerine Örnek Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Sivas Belediyesi, 2020 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.sivas.bel.tr/Files/PDF/2020_FR.pdf, 10 Temmuz 2022
- Sivas Belediyesi, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, https://www.sivas.bel.tr/Files/PDF/2021_FR%20.pdf, 10 Temmuz 2022

- Songur, M., 2016, İçme Suyu Şebekelerindeki Fiziksel Kayıpları Önlemeye Yönelik Diyarbakır İçin Örnek Bir Model Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Sönmez, M., Şen, C., Kandilli, İ., Kuncan, M. ve Kuncan, F., 2018, İçme Suyu İsale Hattının Basınç Yönetimi Sistemiyle Kontrolü ve Analizi, IETS'18 International Engineering and Technology Symposium, 03-05 May, 679-681
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ulusal Su Planı 2019-2023
- TÜİK. (2016). Belediye Su İstatistikleri. Ankara: TÜİK
- TMMOB,2021, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Aylık Yayın Organı, İstanbul Bülten Dergisi, 168, 4-12
- Toprak, S., Koç, A. C., Bacanlı, Ü. G., Dikbaş, F., Fırat, M. ve Dizdar, A., 2007, İçme Suyu Dağıtım Sistemlerindeki Kayıplar, 3.Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 10-14 Eylül, İzmir, 601-609
- Yıldız, D. ve Özgüler, H., 2020, Kentsel Su Yönetimimizin Durumu Yönetici Özeti, Su Politikaları Derneği, 13 Aralık, Ankara
- Yüksel, İ., Songur, M. ve Demirel, İ. H., 2018, Diyarbakır İçme Suyu Şebekesindeki Su Kayıplarını Önlemek İçin Hidrolik Yöntem Geliştirme. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 9 (1), 535-542
- Url-1: <https://www.hepsiburada.com/nokta-simplex-dedektor-p-HBV00000NRXPC>, 14 Mayıs 2022
- Url-2: <https://www.deepdedektor.com/yeralti-gpr-radar-rd1500>, 14 Mayıs 2022
- Url-3: <https://www.teksuas.com/product/49/st20-listening-stick>, 12 Ekim 2021
- Url-4: <https://www.kuzeyboru.com.tr/hdpe-boru>, 10 Ağustos 2022
- Url-5: <https://www.elborweltech.com/tr/hdpe-ek-parcalari/>, 14 Mayıs 2022
- Url-6: <http://allyguner.blogspot.com/>, 9 Haziran 2022
- Url-7: <https://www.masna.com.tr/temiz-su-borulari.html>, 9 Haziran 2022
- Url-8: <https://www.vestagrup.com/tr/urunler/celik-ctp-boru-sistemleri/ctp-cte-boru-ve-ek-parcalari>, 23 Ağustos 2022