



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SU KAYIPLARI VE ÖNLEME YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI:
KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ

Enes ARABACI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

02-2022

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Enes ARABACI tarafından hazırlanan “**SU KAYIPLARI VE ÖNLEME YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI: KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ**” adlı tez çalışması 01/02/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Çevre Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS/DOKTÖR** TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Dr. Öğrt. Üye. Fatma Didem TUNÇEZ

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Dr. Öğrt. Üye. Merve KALEM

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN

Enstitü 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.

Enes ARABACI

Tarih: 01.02.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU KAYIPLARI VE ÖNLEME YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI: KAHRAMANMARAŞ İLİ ÖRNEĞİ

Enes ARABACI

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

2022, 122 Sayfa

Son yıllarda iklim değişikliği, çevresel faktörler, sosyo – ekonomik ve kültürel değişiklikler, teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmeler, imar ve tarım politikaları ve bunun gibi su kaynaklarını ve su tüketimini etkileyen faktörler sebebiyle su arzı azalırken tüketimler artmaktadır. Bu durum su kayıpları yönetiminin önemini daha da artırmakta ve su kayıplarının önlenmesi için çeşitli stratejiler ve yöntemler geliştirilmektedir. Bu çalışmada insanların yoğun olarak yaşadığı kentsel alanlarda ihtiyaç duyulan içme ve kullanma suyu sistemlerinin su kayıpları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bir içme suyu temin sisteminde su kaynağından ana dağıtım depolarına kadar su arzı iletim hatları ile, depolardan tüketicilere kadar su arzı dağıtım sistemleri ile sağlanmaktadır. Bu sistem üzerinde boru hatları, depolar, servis hatları, sayaçlar, ek parça ve armatürler, sanat yapıları ve üniteler bulunmaktadır. Bu tesislerde zamanla yaşlanma, aşınma, yanlış malzeme seçimi veya uygun olmayan işçilik gibi sebeplerle sızıntılar, patlak ve çatlaklar ile taşmalar meydana gelmektedir. Sistem üzerinde oluşan bu deformasyonlar kaynaklı meydana gelen kayıplara fiziksel kayıplar denilmektedir. İdari kayıplar ise izinsiz (yasa dışı) tüketim, yanlış sayaç ölçümleri, sayaç okuma ve veri işleme hataları gibi nedenlerden meydana gelmektedir.

Bu kayıplar kaynaklarımızın verimli kullanılmamasına ve enerji tüketimlerinin artmasına ve gelirlerin azalmasına sebep olmaktadır. Bu çalışma ile su kayıplarının neler olduğu ve bunları önleme yöntemleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında Kahramanmaraş İli örneği üzerinde Elbistan İlçe Merkezi pilot bölge seçilmiş ve sahadaki uygulamalar KASKİ ekipleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Elbistan İlçe Merkezi için su dengesi ile alt yapı kaçak indeksi hazırlanmış ve su dengesi bileşenlerinin analizleri yapılmıştır. Su dengesi analizi ile Elbistan İlçe Merkezi su kaybı %66,97, ILI ise 14,31 olarak hesaplanmıştır. Elbistan İlçe Merkezin iki adet DMA bölgesi oluşturularak sistem daha küçük alanlarda analiz edilmiş ve gelir getirmeyen su oranları %76,49 ve %71,79 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca idari kayıpların bileşen analizleri araştırılmış ve bunlarla ilgili tespit ve öneriler belirlenmiştir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak içme suyu dağıtım sisteminin yenilenmesi ve bu çalışmalarla birlikte izlenebilir ve ölçülebilir bir sistem haline getirilmesi için su idaresi teşvik edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu dağıtım sistemi, su kayıpları, su dengesi, izole ölçülebilir alt bölge, gelir getirmeyen su

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF WATER LOSSES AND LOSS PREVENTION METHODS: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

Enes ARABACI

**Konya Technical University
The Graduate School of Education
Department of Environmental Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Şükrü DURSUN

2022, 122 Page

In recent years, due to climate change, environmental factors, socio-economic and cultural changes, developments in technology and industry, zoning and agricultural policies, and other factors affecting water resources and water consumption, consumption is increasing while water supply is decreasing. This situation further increases the importance of water loss management and various strategies and methods are developed to prevent water loss. In this study, the drinking and domestic water systems needed in urban areas where people live densely were evaluated in terms of water losses. In a drinking water supply system, the water supply from the water source to the main distribution tanks is provided by transmission lines, and the water supply from the tanks to the consumers is provided by distribution systems. This system includes pipelines, water tanks, service lines, water meters, articulation components and armatures, engineering structures and units. In these facilities, leaks, bursts and cracks and overflows occur over time due to aging, corrosion, wrong material selection or improper workmanship. The losses caused by these deformations on the system are called physical losses. Executive losses occur due to reasons such as unauthorized (illegal) consumption, wrong meter measurements, meter reading and data processing errors. These losses cause inefficient use of resources, increase in energy consumption and decrease in incomes. With this study, what are the water losses and methods of preventing them were investigated. Within the scope of the study, Elbistan District Center in Kahramanmaraş City was selected as a pilot region and the applications in the worksite were carried out by General Directorate of Kahramanmaraş Water and Sewerage Administration (KASKİ) teams. For Elbistan District Center, water balance and infrastructure leakage index were prepared and analyzes of

water balance components were made. With the water balance analysis, the water losses in Elbistan District Center was calculated as 66.97% and Infrastructure Leakage Index (ILI) as 14.31. By creating two subregions DMA of Elbistan District Center, the system was analyzed in smaller areas and the non-revenue water rates were calculated as 76.49% and 71.79%. In addition, component analyzes of executive losses were researched and related determinations and recommendations were made. Considering these results, water administration was encouraged to renew the drinking water distribution system and make it traceable and measurable.

Keywords: Drinking water distribution system, Water losses, Water balance, Isolated measurable subregion, Non-revenue water



ÖNSÖZ

Bu tez çalışması ile ehemmiyetini yokluğunda anlayabildiğimiz su kaynaklarının verimli kullanımı ve korunması için su kayıplarının anlaşılması ve bunlarla mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın her safhasında katkılarını ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve birikimleriyle yol gösteren çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Şükrü DURSUN'a,

Özellikle çalışmalarımın her safhasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, çalışmaların her safhasında bütün imkanlarını seferber eden Atık Su Arıtma Şube Müdürü Faik Dinçer ERKAN'a ve Daire Başkanı Ali İhsan ALBER'e

Desteklerinden dolayı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü AB Yatırımları Daire Başkanı Dr. İsmail Raci BAYER'e

Mensubu bulunduğum KASKİ Genel Müdürlüğü camiasında, çalışmalarına destek veren şube müdürlerime, teknik personelimize, sahada çalışan ekip amiri, usta, işçi tüm çalışma arkadaşlarıma ve özellikle Elbistan Şube Müdürlüğü amir ve personellerine,

Beni yetiştiren ve büyüten 13.08.2020 tarihinde covid-19 sebebiyle kaybettiğim Babam Nevzat ARABACI'ya, yine aynı yıl içinde kaybettiğim çok değerli Dedem Bekir SITKI KARADUMAN'a

Bu tez çalışması sırasında sabırlarını benden esirgemeyen kıymetli Eşim Meryem ARABACI, çocuklarım Ahmet ve Muhammed ARABACI'ya

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Enes ARABACI
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 İçme suyu İletim ve Dağıtım Sistemleri	4
2.1.1 İçme suyu İletim Hatları	4
2.1.2 İçmesuyu Dağıtım Sistemleri.....	5
2.1.3 İçmesuyu Sistemlerinde Kullanılan Boru Çeşitleri.....	7
2.2 İçme Suyu Sistemlerinde Su Kayıpları	10
2.2.1 Gerçek(Fiziksel) Su Kayıpları	10
2.2.1.1 Gerçek(Fiziksel) Su Kayıplarını Önleme Metotları.....	14
2.2.1.1.1 Basınç Yönetimi.....	15
2.2.1.1.2 Aktif Sızıntı Kontrolü	18
2.2.1.1.2 Onarım Hızı ve Kalitesi	22
2.2.1.1.3 Boru Hattı Yönetimi.....	23
2.2.2 Görünen(Ticari) Su Kayıpları	23
2.2.2.1 Görünen(Ticari) Su Kayıplarını Önleme Metotları	24
2.3 DMA (İzole Ölçülebilir Alt Bölge) Oluşturulması	25
2.4 Performans İndikatörleri	27
2.4.1 Su Dengesi	27
2.4.2 Alt Yapı Kaçak İndeksi (ILI)	29

3. MATERİYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri.....	31
3.1.1. Hidroloji ve hidrojeoloji.....	33
3.1.1.1 Yüzeysel Su Kaynakları.....	35
3.1.1.2 Yeraltı Suyu Kaynakları.....	37
3.1.1.2.1 Alt Havzalar	37
3.1.1.2.2 Kaynaklar ve Kuyular	39
3.1.1.2.2.1 Soğuk Su Kaynakları	39
3.1.1.2.2.2 Sıcak Su Kaynakları.....	39
3.1.1.2.2.3 Sığ Kuyular	39
3.1.1.2.2.4 Derin Kuyular	40
3.1.1.3 Yüzey ve Yeraltı Suları Potansiyeli	41
3.1.1.3.1 Yüzey Su Potansiyeli	41
3.1.1.3.2 Yeraltı Su Potansiyeli.....	42
3.1.1.3.3 Yeraltı Su Seviyeleri	43
3.1.1.4 Su Kullanımları	44
3.1.1.5 Kahramanmaraş İl Merkezi Su Kaynakları.....	44
3.2 Kahramanmaraş İli Alt Yapı Durumu.....	46
3.2.1 CBS (coğrafi bilgi sistemleri) çalışmaları	47
3.2.2 ABYS (abone bilgi yönetimi sistemi) çalışmaları.....	48
3.3 Pilot Bölge ve Özellikleri.....	49
3.3.1 Elbistan ilçe merkezi kentsel alanı	49
3.3.2 Elbistan ilçe merkezi su temin ve dağıtım sistemi	51
3.4 Su Kayıpları Tespit ve Önleme Metodolojisi	55
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	56
4.1 Su Sayaçları.....	64
4.2 Elbistan İlçe Merkezi 2021 Yılı Su Dengesi (9 Aylık).....	68
4.2.1 Su Dengesinin Analizi	74
4.2.1.1 Gerçek Kayıplar	77
4.2.1.2 Altyapı Kaçak İndeksi (ILI)	80
4.2.1.3 Su Dengesi Üzerine Sonuçlar:	81
4.3 Su Kayıpları Tespit Çalışmaları.....	82

4.3.1 İzole Bölge Çalışmaları.....	83
4.3.1.1 DMA-1 Bölge Çalışmaları.....	83
4.3.1.1.1 Net Gece Akışı(NNF) ve Minimum Gece Sarfıyatı(MNC)'nin Belirlenmesi.....	94
4.3.1.2 DMA-2 Bölge Çalışmaları.....	96
4.3.1.2.1 Net Gece Akışı(NNF) ve Minimum Gece Sarfıyatı(MNC)'nin Belirlenmesi.....	105
4.4 Su Kaçak Yönetimi	107
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	115
KAYNAKLAR	120

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	ıslak kesit alanı
Dk	dakika
g	yer çekimi ivmesi
h	basınç yüksekliği
km	kilometre
l	litre
m	metre
m ²	metrekare
m ³	metreküp
mss	metre su sütunu
P	basınç
S	saniye
Sa	saat

Kısaltmalar

AÇB	asbestli çimento boru
ADNKS	adrese dayalı nüfus kayıt sistemi
ALR	algılama, lokasyon, onarım(repair)
AWWA	Amerika su çalışmaları birliği
CARL	fiziksel kayıpların hacmi
CBS	coğrafi bilgi sistemleri
DMA	izole ölçülebilir alt bölge
DSİ	Devlet Su İşleri
GGs	gelir getirmeyen su
HDPE	yüksek yoğunluklu polietilen
ILI	alt yapı kaçak indeksi
IWA	uluslararası su birliği
KASKİ	Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi
KB	Kahramanmaraş Belediyesi
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü

MAKS	mekânsal adres kayıt sistemi
MNC	minimum gece debisi
NNF	net gece akışı
PİK(CI)	dökme demir
PVC	polivinil klorür
SCADA	veri tabanlı izleme ve kontrol sistemi
ST	çelik
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
UARL	kaçınılmaz fiziksel kayıplar
uPVC	plastiksiz polivinil klorür



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.Seçilen malzemelerin temel avantaj ve dezavantajları (Prowat,2009)	9
Çizelge 2.2.IWA Su kaybı Görev Kuvveti(Lambert,2003)	12
Çizelge 2.3.IWA Su kaybı Görev Kuvveti(Farley vd.,2008)	12
Çizelge 2.4.Dağıtım sistemleri için ILI sınır değerleri (Farley vd., 2008)	30
Çizelge 3.1.Toplam nüfus (TÜİK,ADNKS,2020)	32
Çizelge 3.2.Kahramanmaraş ilindeki su yüzeyleri ve kapladıkları alanlar (KHGM,DSİ,2003)	35
Çizelge 3.3.Kahramanmaraş İlinin akarsuları(DSİ,2019)	36
Çizelge 3.4.Alt havzalara ait kalibrasyon dönemi (1970-2000) ile validasyon dönemi (2001-2015) için model performans istatistikleri(Anonim-8, 2019).	42
Çizelge 3.5.Kahramanmaraş ilinin yeraltı suyu potansiyeli(DSİ,2019)	43
Çizelge 3.6.Su kaynakları varlığı (DSİ,2019).....	43
Çizelge 3.7.2018 yılı sektörlere göre su kullanımı (Anonim-9, 2019)	44
Çizelge 3.8.Kahramanmaraş İli Su Kaynakları (KASKİ,2020).....	45
Çizelge 3.9.Kahramanmaraş İli CBS veri envanteri (KASKİ,2020).....	47
Çizelge 3.10.Kahramanmaraş İli ilçeler bazında abone dağılımı (KASKİ,2021)	48
Çizelge 3.11.Kahramanmaraş İli ilçeler bazında abone türlerine göre dağılımı (KASKİ,2021).....	49
Çizelge 3.12.Su depoları bilgileri(KASKİ,2021)	53
Çizelge 3.13.Mevcut terfi merkezleri karakteristikleri(KASKİ,2021)	53
Çizelge 3.14.Mevcut terfi hatları özellikleri(KASKİ,2021)	54
Çizelge 4.1.İçmesuyu temin ve dağıtım şebekesinin boru cins ve çaplarına göre dağılımı(40mm-200mm)(KASKİ,2021).....	59
Çizelge 4.2.İçmesuyu temin ve dağıtım şebekesinin boru cins ve çaplarına göre dağılımı(225mm-630mm) (KASKİ,2021).....	59
Çizelge 4.3.Mevcut içmesuyu şebeke boruları(KASKİ,2021)	59
Çizelge 4.4.Elbistan ilçe merkezi su üretimi	69
Çizelge 4.5.2021 yılı 9 aylık su tahakkuk bilgileri(KASKİ,2021)	70
Çizelge 4.6.Elbistan ilçesi türlerine göre abone dağılımı (01.09.2021 itibari ile)(KASKİ,2021)	71
Çizelge 4.7.Abone tipine göre abone dağılımı(01.09.2021 itibari ile)	72
Çizelge 4.8.2021 yılı mesken abonelerinin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)...	72
Çizelge 4.9.2021 yılı ticari abonelerin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)	72

Çizelge 4.10.2021 yılı resmi daire abonelerinin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)	72
Çizelge 4.11.DMA-1 abone yapılan camii ve mezarlık listesi(KASKİ,2021)	73
Çizelge 4.12.2021 Ekim Ayı su bedeli(KASKİ,2021)	75
Çizelge 4.13.2021 yılı 9 aylık su üretimi, tahakkuk, kayıp kaçak oranı(KASKİ,2021).	75
Çizelge 4.14.2021 yılı(9 aylık) için global su dengesi tablosu	76
Çizelge 4.15.Bildirilmiş ve bildirilmemiş patlaklardaki akış hızı	77
Çizelge 4.16.2021 yılı sızıntı analizi (9 ay) (KASKİ,2021)	78
Çizelge 4.17.Dağıtım sistemleri için ILI sınır değerleri (Farley vd., 2008)	81
Çizelge 4-18.DMA-1 İçme suyu debisi(01.08.2021-16.08.2021) (KASKİ,2021)	84
Çizelge 4.19.DMA-1 içme suyu debisi(17.08.2021-02.09.2021) (KASKİ,2021)	85
Çizelge 4.20.DMA-1 basınç ölçüm tablosu(KASKİ,2021)	86
Çizelge 4.21.DMA-1 boru metrajları(KASKİ,2021)	87
Çizelge 4.22.DMA-1 2021 yılı (ilk 8 ay) abone, tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)	87
Çizelge 4.23.DMA-1 step test	89
Çizelge 4.24.DMA-1 step test sonuçları (debi)	90
Çizelge 4.25.DMA-1 step test sonuçları (tahakkuk) (KASKİ,2021)	91
Çizelge 4.26.DMA-1 step test sonuçları debi, tahakkuk, kayıp	92
Çizelge 4.27.DMA-1 step test sonuçları (debi, tahakkuk, kayıp 4+6 adımlar birlikte)..	92
Çizelge 4.28.DMA-1 mesken abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)	93
Çizelge 4.29.DMA-1 ticari abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)	93
Çizelge 4.30.DMA-1 resmi daire abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)	94
Çizelge 4.31.DMA-1 minimum gece sarfiyatı (MNC)	95
Çizelge 4.32.Arka plandaki kayıpların hesabı için birim akış hızları (Farley,2008)	95
Çizelge 4.33.DMA-1 için GGS Endeksi – 2021 Yılı (İlk 8 Ay İçin)	96
Çizelge 4.34.DMA-2 içme suyu debisi (04.09.2021-20.09.2021) (KASKİ,2021)	98
Çizelge 4.35.DMA-2 içme suyu debisi (21.09.2021-10.10.2021) (KASKİ,2021)	98
Çizelge 4.35.DMA-2 basınç ölçüm tablosu(KASKİ,2021)	98
Çizelge 4.36.DMA-2 boru metrajları(KASKİ,2021)	99
Çizelge 4.37.DMA-2 2021 yılı (ilk 8 say) abone, tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)	99
Çizelge 4.38.DMA-2 step test	101
Çizelge 4.39.DMA-2 step test sonuçları (debi)	101
Çizelge 4.40.DMA-2 step test sonuçları (tahakkuk)	102
Çizelge 4.41.DMA-2 step test sonucu debi, tahakkuk, kayıp	103

Çizelge 4.42.DMA-2 mesken abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021).....	104
Çizelge 4.43.DMA-2 ticari abone tahakkuk analiz(KASKİ,2021).....	104
Çizelge 4.44.DMA-2 resmi daire abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021).....	105
Çizelge 4.45.DMA-1 minimum gece sarfiyatı (MNC).....	106
Çizelge 4.46.Arka plandaki kayıpların hesabı için birim akış hızları.....	106
Çizelge 4.47.DMA-2 için GGS endeksi – 2021 yılı (ilk 8 ay için)	107
Çizelge 4.48.Elbistan merkez 01-09.2021 9 aylık su arıza sayıları(KASKİ,2021)	109
Çizelge 4.49.Elbistan merkez 01-09.2021 7 aylık su arıza sayıları (KASKİ,2021)	109
Çizelge 4.50: Elbistan merkez 01-09.2021 9 aylık su arıza sayılarının ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)	109
Çizelge 4.51.Ø450 mm çapında hdpe boru hattında 01.01-30.09.2021 tarih aralığında oluşan arızalar(KASKİ,2021)	110
Çizelge 4.52.Ø450 mm çapında hdpe boru hattında 29.07.2021 tarihinde bildirilen arıza için oluşturulan iş emirleri(KASKİ,2021)	111
Çizelge 4.53.Elbistan ilçesi 2021 9 aylık abone - kaçak su çalışmaları(KASKİ,2021)	112
Çizelge 4.54.Elbistan ilçesi 2021 9 aylık abone kategorisinde yapılan işlemler(KASKİ,2021).....	112
Çizelge 4.55.Elbistan ilçe merkezi 2021 (9 ay) yapılan kaçak su işlemleri(KASKİ,2021)	113
Çizelge 4.56.Elbistan merkez mahallelerde yapılan işlerin ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)	113
Çizelge 4.57.Abonesiz su işlem kaydı(KASKİ,2021)	113
Çizelge 4.58.Elbistan merkez mahallelerde kaçak kategorisinde yapılan işlerin ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.Cazibeli isale hattı şematik gösterimi (Karpuzcu,2005).....	4
Şekil 2.2.Terfili isale hattı şematik gösterimi (Karpuzcu,2005).....	5
Şekil 2.3.Şebeke sistemleri (Karpuzcu,2005).....	6
Şekil 2.4.Sızıntı sürelerine göre su kaybı hacni(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;MNRW,2010)	13
Şekil 2.5.Farklı sızıntı tipleri için ALR zamanları(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;GWLR,2011).....	14
Şekil 2.6.Fiziki su kayıpların yönetiminde uygulanan temel bileşenler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;Simbeye,2010).....	15
Şekil 2.7.Borulardaki sızıntılar hidrolik olarak orifis akışına benzer(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017).....	16
Şekil 2.8.Şebeke basıncı mekânsal değişimi(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	17
Şekil 2.9.PRV ve kritik nokta iletişimi(Mckenzie,2001).....	18
Şekil 2.10.Farklı boru çeşitlerine göre kaçak sesinin genliği(Henrie vd.,2016).....	19
Şekil 2.11.Akustik kaydediciler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	20
Şekil 2.12.Sızıntı gürültü korelatörü(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	20
Şekil 2.13.Yer mikrofonu(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017).....	21
Şekil 2.14.Dinleme çubuğu(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	22
Şekil 2.15.İdari kayıpları etkileyen temel bileşenler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;MNRW,2008).....	24
Şekil 2.16.DMA örnekleri(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	26
Şekil 2.17.Standart su dengesi tablosu(Anonim-1,2014)	28
Şekil 2.18.Standart su dengesi aşamaları(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)	29
Şekil 3.1. Kahramanmaraş ili Türkiye’deki yeri.....	31
Şekil 3.2.Kahramanmaraş ili ilçe sınırlarını gösterir fiziki harita(Anonim-4,2017)	33
Şekil 3.3.Kahramanmaraş ili ana su kaynakları(Anonim-4,2017).....	34
Şekil 3.4.Kahramanmaraş İli ve Ceyhan Havzası’nın konumu(Anonim-4,2017).....	37
Şekil 3.5.Ceyhan Havzası alt havzaları(Anonim-4,2017)	38
Şekil 3.6.Kahramanmaraş ili YAS alt havzaları(Anonim-4,2017)	38
Şekil 3.7.Kahramanmaraş İli yeraltısuyu seviye değişimi(Anonim-6, 2018, s.21).....	44

Şekil 3.8.Kahramanmaraş İli içmesuyu arz – talep grafiği (KASKİ,2021).....	45
Şekil 3.9.Kahramanmaraş İli altyapı bilgileri(KASKİ,2021)	46
Şekil 3.10.Kahramanmaraş İli altyapı hizmetleri – nüfus oranı(KASKİ,2021)	46
Şekil 3.11.CBS portalı altyapı örnekleri(KASKİ,2021)	47
Şekil 3.12.Elbistan ilçesi kent merkezi uydu görüntüsü(Google Eath,2021)	50
Şekil 3.13.Elbistan ilçe merkezi 14 mahalle(Elbistan Belediyesi,2021)	50
Şekil 3.14.Elbistan ilçesi merkez yerleşimi(Elbistan Belediyesi,2021)	51
Şekil 3.15.Elbistan ilçe merkezi su iletim sistemi(Google earth,2021 üzerinden düzenlenmiştir)	52
Şekil 3.16.Elbistan ilçe merkezi su dağıtım sistemi(KASKİ,2021)	52
Şekil 3.17.Kaynarca terfi merkezi konumu(Google earth,2021 üzerinden düzenlenmiştir)	54
Şekil 4.1.Kaynarca terfi merkezi	56
Şekil 4.2.Saatlik klor ölçüm listesi	57
Şekil 4.3.İzleme Sistemi	58
Şekil 4.4.Elbistan içme suyu dağıtım şebekesi tespit çalışması	59
Şekil 4.5.Söğütlü köprüsü ultrasonic portatif debimetre ile debi ölçümü	61
Şekil 4.6.Kızılcaoba deposu ultrasonic portatif debimetre ile debi ölçümü	61
Şekil 4.7.Cezaevi deposu elektro manyetik debimetre	62
Şekil 4.8.Cezaevi depo şebeke çıkış debisi.....	63
Şekil 4.9.Cezaevi deposu cezaevi hattı anlık debi	63
Şekil 4.10.Cezaevi su deposu manevra odası	64
Şekil 4.11.Hız esaslı su sayacı bağlantı resmi	65
Şekil 4.12.Volümetrik sayaçların tesisata bağlanış şekilleri.....	66
Şekil 4.13.Kötü sayaç yerleri resimleri.....	67
Şekil 4.14.Uygun sayaç yerleri resimleri.....	68
Şekil 4.15.DMA-1 Haritası(Tepebaşı Mahallesi)	83
Şekil 4.16.DMA-1 Ultrasonic Portatif Debimetre Montajı	84
Şekil 4.17.Manometre.....	86
Şekil 4.18.DMA-1 vana bulma çalışması	88
Şekil 4.19.DMA-1 vana montajı.....	89
Şekil 4.20.DMA-1 step test vana uygulaması.....	90
Şekil 4.21.DMA-2 haritası (Esentepe mahallesi, Bahçelievler mahallesi).....	97
Şekil 4.22.DMA-2 debimetresi	97

Şekil 4.23.DMA-2 cihazla dma vana bulma çalışması.....	100
Şekil 4.24.DMA-2 vana bulma çalışması	100
Şekil 4.25.DMA-2 step test vana uygulaması.....	101
Şekil 4.26.Sayaç mahalli.....	103
Şekil 4.27.Arıza iş emri adımları	108
Şekil 4.28.30.07.2021 tarihinde ø450 mm çapında hdpe boru arıza çalışması.....	111



1. GİRİŞ

Su, canlıların yaşamını sürdürebilmesi için gerekli temel maddelerden en önemlilerinden biridir. İnsanlar için su vazgeçilmez ve alternatifi olmayan bir kaynak olmasına rağmen, yeryüzünde içme suyu olarak kullanılmaya elverişli su kaynağı sınırlıdır. Yerküredeki suyun yaklaşık % 97,5'i tuzlu su olarak deniz ve okyanuslarda, geri kalan %2,5'i ise tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu tatlı suların yaklaşık %69'u kutup ve buzullarda bulunmaktadır. Geri kalan tatlı su içme ve kullanma, sulama ve endüstriyel su olarak kullanılmaktadır.

Ülkemiz yarı kurak iklim bölgesinde bulunmakta ve uzun yıllar yağış ortalaması 574 mm/yıl olup yılda 450 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Tüketilebilecek yer üstü ve yer altı su potansiyeli yılda ortalama 112 milyar m³ olup, bu suyun 13 milyar m³'ü içme, kullanma ve sanayide, 44 milyar m³'ü sulamada olmak üzere toplam 57 milyar m³'ü kullanılmaktadır. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2000 yılında 1652 m³, 2009 yılında 1544 m³, 2020 yılında ise 1346 m³ olmuştur. Bu verilere bakıldığında ülkemiz su baskısı yaşayan ülkelerdendir.

Yaşadığımız zaman diliminde iklim değişikliğinin her geçen gün baskısı artmaktadır. Yeryüzünde sıcaklıklar yükselme eğilimde ve kurak geçen süreler artış göstermektedir. Günümüzde nüfus artışı, teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmeler, değişen hayat standartları vb.. gelişmeler su tüketimini artırmaktadır. Buna rağmen su kaynaklarında sürekli azalış meydana gelmektedir. Bunun bir neticesi olarak arz-talep arasındaki mesafe her geçen gün açılmakta olup, ileride bu durumun daha büyük sorunlara yol açacağı öngörülmektedir. Bu sebeple su yönetiminin önemi daha da önem kazanmakta belki de ilerleyen zamanlarda Ülkemiz için en önemli konuların başında gelecektir.

Su kaynaklarımızın her geçen gün azaldığı ve su tüketiminin arttığı gerçekliğinde etkin bir su yönetimi stratejisi belirlemek ve uygulamak önem arz etmektedir. Su kaynaklarımızın verimli kullanılması, enerji ve ekonomi tasarrufu sağlanması açısından etkin bir su kayıp yönetimi uygulanması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında insanların yoğun olarak yaşadığı ve içme suyu tüketiminin en fazla olduğu kentsel alanlarda içme ve kullanma suyu kayıpları ve bunları önleme yöntemleri nelerdir sorularına cevap aranılmıştır. Bu bağlamda Kahramanmaraş İli Elbistan İlçe Merkezi örneğinde içme suyu kayıplarının araştırılması ve önleme yöntemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Kahramanmaraş İli Elbistan ilçe merkezi içme suyu teminini Ceyhan Nehrinin doğduğu yere yakın Kaynarca Kaynağından karşılamakta ve 4 adet tefi grubu ile dağıtım sistemine terfi yapılarak iletilmektedir. Çalışmalara başlamadan önce enerji maliyetlerimiz, tahakkuk verilerimiz genel olarak kıyaslandığında ciddi bir kayıp kaçak oranı ve su maliyeti tespit edilmiştir. Bu sebeple bu kayıpların nereden kaynaklandığını tespit etmek ve bunları önlemek için ne gibi çalışmaların yapılması gerektiğinin araştırılması ve diğer bölgeler için model oluşturması amaçlanmıştır.

Bu çalışmalar kapsamında Kahramanmaraş İl geneli ve merkezi ile Elbistan ilçe merkezi nüfus, topoğrafya, hidroloji, su kaynakları, alt yapı durumu açısından genel olarak değerlendirilmiştir. Elbistan ilçe merkezi iletim ve dağıtım sistemleri ile ilgili mevcut durumun analizi yapılmış ve sahada doğrulamalar yapılmıştır. İlçe merkezi su dağıtım sistemine ait alt yapı verileri, abone ve tahakkuk verileri, bakım – onarım verileri ile genel işlevsel veriler analiz edilmiş ve derlenmiştir. Bu veriler için doğrulama ve kalibrasyon çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen veriler analiz edilerek su dengesi tablosu ve alt yapı kaçak indeksi hazırlanmıştır.

Bölgede iki adet izole ölçülebilir alt bölge (DMA) alanı belirlenmiş ve bunlarla ilgili büro ve saha çalışmaları yapılmıştır. DMA bölgelerinin her birinin 30 gün boyunca düzenli olarak debileri ve basınçları izlenmiş ve veriler kayıt altına alınmıştır. DMA bölgelerinde step test uygulamalarıyla sınırların izole edildiği doğrulanmıştır. Bölgelere ait abone ve tahakkuk verileri ile işletmeye ait bakım-onarım verileri analiz edilmiştir. Bölgelerde fiziksel kayıpların bileşenlerin analizleri yapılmış ve bunların su kayıpları üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Fiziki ve idari kayıp bileşenlerin analizi ile birlikte gelir getirmeyen su ve kayıplar belirlenerek raporlanmıştır.

Yapılan bu çalışmalarda Elbistan İlçe Merkezi örneğinde fiziksel ve idari bileşenleri ile birlikte su kayıpları ile bunların oluşturduğu sorunlar araştırılmış, bu kayıplar analiz edilmiştir. Su kayıpların önlenmesi için çeşitli yöntemler ve uygulamalar belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Avrupa Birliği hibe destekli “Elbistan Atık Su Projesi” işi ve sürdürülebilir şehirler projesi kapsamındaki “Entegre Kentsel Su Yönetim Planı” hazırlanması işi kapsamındaki çalışmalardan faydalanılmıştır. Yapılan çalışmalar KASKİ Elbistan Şube Müdürlüğü ile koordineli olarak gerçekleştirilmiş ve sahadaki uygulamalar KASKİ ekipleri tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde tezin konusu ve çalışmanın amacı anlatılmaktadır. İkinci bölümde konuyla ilgili kuramsal bilgiler literatür araştırması bulunmaktadır. Üçüncü bölümde çalışma yapılacak alana ait materyaller ve çalışma yöntemi belirtilmektedir. Dördüncü bölümde yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular değerlendirilmektedir. Beşinci bölümde çalışmanın sonucu ve öneriler sunulmaktadır.

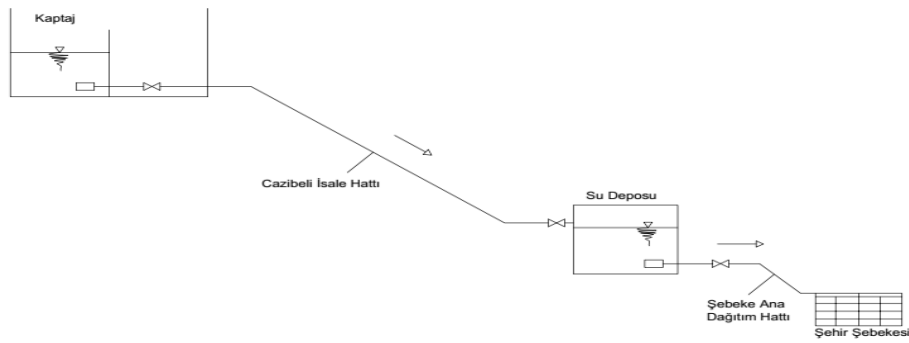


2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

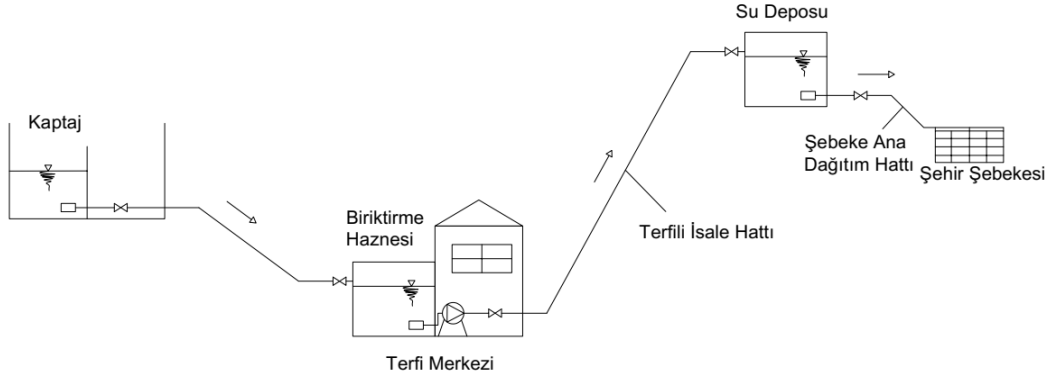
2.1 İçme suyu İletim ve Dağıtım Sistemleri

2.1.1 İçme suyu İletim Hatları

İçme suyu ihtiyacı bulunan bölgeye su temini sağlamak amacıyla su kaynağından veya arıtma tesisinden dağıtımın sağlanacağı hazneye kadar suyun teminini sağlayan sisteme iletim sistemi denir. İletim sisteminde suyu taşıyan boru hatlarına iletim(isale) hattı denir. İsale hatları akımın karakterine göre basınçlı ve serbest yüzeyli olarak ikiye ayrılır. Basınçlı boru ve pompaların olmadığı tarihlerde akadükler ile suların serbest olarak iletilmesi sağlanmıştır. Günümüzde böyle bir zorunluluk bulunmamaktadır. Basınçlı boru hatları su kaynağı ile haznenin irtifa durumuna göre cazibeli ve terfili olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Cazibeli isale hatlarında su kaynağının kotu hazne kotundan yüksek olmakta ve su yerçekimi kuvveti ile enerji harcamadan depoya iletilmektedir. Terfili isale hatlarında ise su kaynağının kotu depo kotundan daha aşağıda olmakta ve su pompa yardımı ile enerji harcayarak depoya iletilmektedir. İsale hatları üzerinde hattın işletme planına göre izolasyon vanası, çek-valf, vantuz, hava kazanı veya bacası, tahliye vanası, maslak vb.. üniteler bulunmaktadır.



Şekil 2.1.Cazibeli isale hattı şematik gösterimi (Karpuzcu,2005)



Şekil 2.2. Terfili isale hattı şematik gösterimi (Karpuzcu,2005)

2.1.2 İçmesuyu Dağıtım Sistemleri

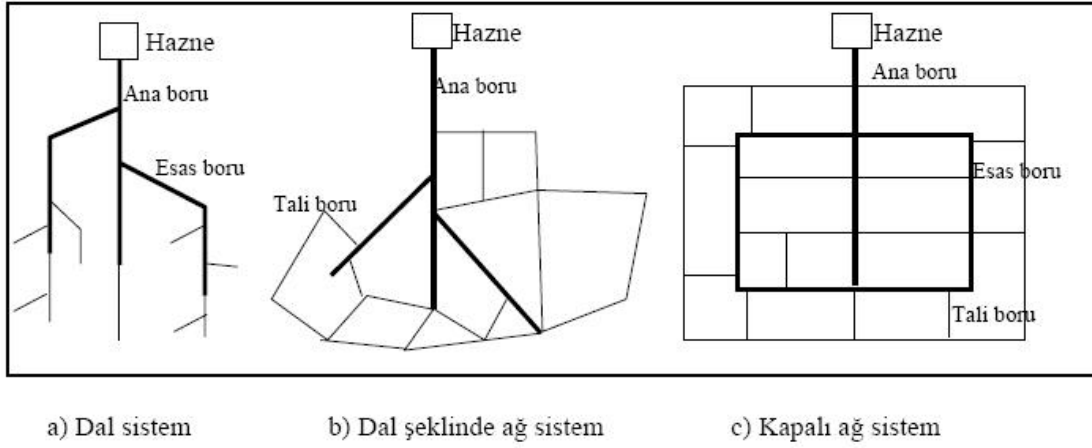
İletim hatları ile içme suyu arzının sağlanacağı bölge haznesine isale edilen su bir dağıtım sistemi ile tüketim noktalarına dağıtılır. İçme suyu dağıtım sistemleri; evsel, ticari, endüstriyel ve yangın durumlarındaki su ihtiyaçlarını, yeterli basınç ve miktarda sürekli karşılayacak şekilde tasarlanan sistemlerdir. Boru hatları, terfi üniteleri, yangın muslukları, abone servis bağlantıları, depolar, sayaçlar, vanalar, sistemin temel bileşenleridir (Viessman ve Hammer,1971).

Depodan sonra şebeke ana borusu ile alınan suyu dağıtan boru ağına içmesuyu şebekesi denir. Ana boru, tali borulara veya alt bölgelere su iletimini sağlayan ve şebekede su dağıtmayan borudur. Şebekeler ağ sistem, dal sistem ya da her ikisinin bulunduğu sistemlerden oluşabilir (Muslu 2008).

Yerleşim merkezinin topoğrafik ve imar durumu, maks. ve min. basınç ve debiler göz önünde bulundurularak şebeke sistemine karar verilir. Şebeke sistemleri;

- Dal sistem
- Dal şeklinde ağ sistem
- Ağ sistem

olmak üzere üç farklı şekildedir(Karpuzcu,2005).



Şekil 2.3.Şebeke sistemleri (Karpuzcu,2005)

Dal sistemde borular bir ağacın dalları gibi birbirleriyle birleşmeden yerleşim yeri içinde dağılmış vaziyettedir. Şehirlerin genelde kırsal alanlarında veya ana caddeden ayrılan tali cadde ve sokakların olduğu yerlerde olur. Buralarda sokaklar birbirleriyle kesişmediğinden, boruların birleşerek ağ teşkil etmesi mümkün olmamıştır. Bu sistemin faydaları şunlardır:

- Hidrolik durumu net, sistemin hesabı basit ve kolaydır.
- Boru çapları ve uzunlukları daha küçük olduğundan sistem daha ekonomiktir(Muslu,2008).

Sistemin dezavantajları ise şunlardır:

- Boruların uç noktaları ölü noktalar olduğu için, bu noktalara gelene kadar su debisi dağıtıldığından debi sıfır değerine düşmektedir. Bu nedenle su hızı çok düşük olacağından yabancı maddeler boru içinde çökelir.
- Herhangi bir sebeple borunun arızası veya tamiri halinde borunun beslediği mevki susuz kalır.
- Sistemde tek yönlü bir akım mevcut olup yeni bölgelerin ilavesi durumunda basınçlar düşebilir(Muslu,2008).

Ağ sistemde bütün borular birbirleriyle birleşmiş durumda olup herhangi bir ölü nokta yoktur. Bu sistemde su, herhangi bir noktaya farklı yönlerden ulaşabilir. Sistemin faydaları şunlardır:

- Su farklı yönlerden akmasından dolayı ölü bölgeler ve durağan akım oluşmaz.
- Herhangi bir sebeple borunun arızası veya tamiri halinde borunun beslediği bölge başka bir taraftan su alabilir.
- Bu sistemde daha fazla işletme çeşitliliği mevcuttur(Muslu,2008).

Sistemin dezavantajları ise şunlardır:

- Hidrolik hesabı daha zor ve karmaşıktır.
- Daha fazla boru ve boru için kullanılacak olan özel parçalara ihtiyaç vardır(Muslu,2008).

2.1.3 İçmesuyu Sistemlerinde Kullanılan Boru Çeşitleri

İçmesuyu iletim ve dağıtım hatlarında kullanılacak olan borular, güzergahın jeolojik yapısı, maks. basınç dayanımı, darbe dayanımı, korozyona dayanımı, ekonomik ömrü, inşaat hızı, yedek parça temin ve maliyeti, depolama durumu, nakliye, üretim parametreleri ve işletme tipi gibi bir çok unsura bağlı olarak çeşitli malzemelerden imal edilirler. Boruların birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları göz önünde bulundurularak optimum boru çeşidi belirlenmelidir. İçmesuyu sistemlerinde yaygın olarak kullanılan boru çeşitleri şunlardır;

- Çelik borular
- HDPE (Yüksek yoğunluklu polietilen) borular
- PVC (Polivinil klorür) ve uPVC (Plastiksiz polivinil klorür) borular
- Duktıl (Sünek dökme demir) borular
- Pik (Dökme demir) borular
- AÇB (Asbestli çimento) borular

Çelik borular genelde isale hatlarında ve yüksek basınç mukavemeti isteyen sistemlerde kullanılırlar. Günümüz yaygın üretim rekabet koşullarında belli bir çaptan daha büyük ($\varnothing 700\text{mm}$) borularda en ekonomik boru çeşidi olarak bilinmektedir. Her dayanımda üretim çeşitliliği kabiliyeti ile yüksek dayanımlarda boru üretimi mümkündür. Kaynaklı, flanşlı ve dişli olarak bağlantı yapmak mümkündür. En yaygın olarak kaynak yapılarak birleştirilirler. İç basınç dayanımı oldukça yüksek olmasına rağmen dış basınçlara karşı daha dayanıksızdırlar. Esnek yapıda olmaları imalat ve montaj kolaylığı sağlamaktadır. Ek parça kullanmadan kaynak imalatları ile tadilat yapmak mümkündür. Benzer mukavemetteki borulara göre daha hafiftirler. Korozyona karşı son derece dayanıksızdırlar.

HDPE borular diğer boru çeşitlerine göre daha yeni bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Genelde şebeke hatlarında yağın olarak kullanılmaktadır. Basınç dayanımı çelik ve dökme borulara göre daha düşüktür. Bu sebeple ekonomik olması, korozyona

uğramaması, sızdırmazlık açısından son derece gelişmiş olması sebebiyle şebeke hatlarında tercih edilir. Elektrofüzyon kaynağı ile ek parça kullanarak veya alın kaynağı ile ek parçasız birleştirilebilir. Güneş ışınlarına karşı dayanıksız olması sebebiyle uzun süre güneşe maruz alanlarda bırakılmaması gerekmektedir.

PVC borular genelde şebeke sistemlerinde kullanılan kaynaksız contayla birleştirilen plastik borulardır. Tamiri ve montajı kolaydır. Conta birleşimlerindeki ve abone servis bağlantılarındaki sızıntılar sebebiyle günümüzde yerini HDPE borulara bırakmaktadır. HDPE borularda olduğu gibi güneş ışınlarına karşı dayanıksız olması sebebiyle uzun süre güneşe maruz alanlarda bırakılmaması gerekmektedir. Bu mahzurun giderilmesi için plastik içermeyen uPVC boru çeşidi geliştirilmiş olup şebeke sistemlerinde PVC yerine tercih edilmektedir.

Duktil borular günümüzde font boruların yerini almıştır. Duktil döküm borular santrifüj döküm tekniği ile üretilen sfero hammaddesi ile imal edilen borulardır. Normal dökme demir borularda grafitler lameller şeklinde olması sebebiyle kırılgan bir yapıya sahiptir. Duktil borularda ise grafitlerin küresel yapıda olması sebebiyle esnek bir yapıya sahip olmaktadır. Duktil boruların maliyetleri uygun şartlarda kimi zaman polietilen kimi zaman çelik borulardan uygun olmaktadır. İsale hatları ve şebeke hatlarında da kullanılmaktadır. Korozyona dayanımı çelik borulara göre çok daha yüksek olması sebebiyle korozyonun risk oluşturduğu sistemlerde çelik boru yerine tercih edilebilir. Montajı contalı birleşim ile yapılmaktadır.

AÇB ve Pik borular artık günümüzde neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Sistemlerde mevcut olması sebebiyle ek parçalarına ve bakım – onarım için belli miktarda boruya ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 2.1.Seçilen malzemelerin temel avantaj ve dezavantajları (Prowat,2009)

Boru Malzemesi	Avantajları	Dezavantajları
Asbestli Çimento (AÇB)	Dayanıklılık ve rijitlik Bir çok toprakta ve suda paslanmaya dirençli Bir miktar eğilmeye izin veren ekler	Darbelere karşı hassas Düşük kırılgan dayanıklılığı Belirli zemin koşullarında geçirgen Asbest tozu tehlikeli Yer belirleme zor Metal boruya göre kaçak tespiti daha zor Tamir ve tadilat zor
Pik (CI)	Dayanıklılık ve rijitlik Yüksek mekanik dayanıklılık Paslanmaya yüksek direnç Kaçak yerini bulmak kolay Yerini bulmak kolay	Çok ağır Kuvvetli ancak gevrek
Duktil (Sünek Dökme Demir)	Yüksek mekanik dayanıklılık Paslanmaya yüksek direnç Yerini bulmak kolay Kaçak yerini bulmak kolay Bir miktar eğilmeye izin veren ekler Ekleme kolay Tamir ve tadilat kolay	Bir hayli ağır Yumuşak suda potansiyel PH problemleri Kaplama hasar görürse paslanmaya hassas
HDPE (Yüksek yoğunluklu polietilen)	Paslanmaya yüksek direnç Hafif ve esnek Ekler kaynatılabilir - kaçak direncini yükseltir. Küçük çaplarda kolay tamir ve tadilat	Yerini bulmak zor Kaçak yerini bulmak demire göre daha zor Eritme eki yapılması becerikli montajcı ve özel ekipman gerektirir.
uPVC (Plastiksiz polivinil klorür)	Paslanmaya yüksek direnç Hafif ve esnek Ekleme kolay	Yerini bulmak zor Kaçak yerini bulmak demire göre daha zor Darbelere karşı hassas Açıktaki boruda morötesi bozulma
Çelik	Yüksek dayanım ve şok dirençli Kırılmadan bel verme kabiliyeti Montaj kolaylığı Duktilden daha hafif Büyük boruların imal kolaylığı Kaynakla özel konfigürasyon kullanılabilirliği Sahada tadilat kolaylığı	Paslanmaya hassas

2.2 İçme Suyu Sistemlerinde Su Kayıpları

Su kaybı, en sade şekilde su kaynaklarından temin edilen veya sisteme verilen su miktarı ile yasal tüketilen su miktarı arasındaki fark olarak tanımlanır(Farley,2001). Kentsel su sistemlerinde su kayıplarını genel olarak gelir getirmeyen su (GGS) olarak tanımlamak uygun olur. GGS, su kayıpları ile faturalandırılmamış izinsiz su tüketiminin toplamıdır(Lambert,2003). GGS oranı çoğu zaman su yönetimi açısından önemli bir performans göstergesidir.

$$\text{Su Kaybı (\%)} = \frac{\text{Sisteme Verilen Su (m}^3\text{)} - \text{Ölçülen Su (m}^3\text{)} \times 100}{\text{Sisteme Verilen Su (m}^3\text{)}} \quad (2.1)$$

$$\text{GGS (\%)} = \frac{\text{Sisteme Verilen Su (m}^3\text{)} - \text{Faturalandırılan Su (m}^3\text{)} \times 100}{\text{Sisteme Verilen Su (m}^3\text{)}} \quad (2.2)$$

Artan tehditler nedeniyle gelecekte suyun stratejik bir kaynak olacağı vurgulanmıştır. Aşırı su kullanımı ve yüksek kayıp oranlarının sosyal, ekonomik, kültürel ve politik nedenleri bulunduğu ve kaynaktan musluğa suyun maliyetinin önemle ele alınması gereken bir konu olması gerektiği belirtilmiştir(Cabrera vd.,2013).

Su kayıpları gerçek (fiziksel) kayıplar ve görünen (ticari) kayıplar olmak üzere ikiye ayrılır. Fiziksel kayıplar, isale ve şebeke ana boruları ve abone şube yolu borularında, boru ek ve bağlantı noktalarında oluşan sızıntılar, depolarda meydana gelen taşma ve sızıntılar olmak üzere dağıtım sisteminde fiziksel olarak meydana gelen kayıplardan oluşur. Ticari kayıplar ise yasal olmayan tüketim, sayaç ölçüm hataları ile veri işleme hataları ile oluşan tüketimlerden meydana gelen kayıplardır(Lambert ve Hirner, 2000).

2.2.1 Gerçek(Fiziksel) Su Kayıpları

Gelişmiş ülkelerde su kayıplarını oluşturan en önemli bileşen fiziksel su kayıpları iken, gelişmekte veya az gelişmiş ülkelerde ticari kayıplar daha önem arz edebilmektedir. Dünya genelinde fiziksel su kayıpların oranı %60 olarak, ticari su kayıpların oranı ise %40 olarak kabul edilir. Sistemdeki su kayıpları hiçbir zaman sıfır

olamaz ancak mümkün olan en az seviyeye indirilebilir(Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu,2017).

Fiziksel kayıplar, boruların ek ve bağlantı noktalarında ve abone bağlantılarında meydana gelen sızıntılara, borularda aşınma ve korozyona bağlı olarak meydana gelen çatlaklar ile haznelerde meydana gelen sızıntı ve taşmalara bağlı olarak gerçekleşir(Thornton vd.,2008).

Fiziksel kayıpların oluşumuna sebep genel etkenler:

- Yüksek basınç
- İşçilik hataları
- Kalitesiz malzeme kullanımı
- Şebekede meydana gelen arıza ve patlaklar
- Ekonomik ömrünü tamamlamış boru ve ek parçalar
- Hatalı dolgu malzemesi
- Basıncın dalgalı olması
- Depolarda meydana gelen sızıntı ve taşmalar
- Bakım ve onarım planlamasındaki hatalar ve aksaklıklar
- Trafik yükü
- İklim şartları
- Korozyon (Thornton vd.,2008)

Nicolini vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, İtalya'nın Udine şehri içmesuyu şebekesi incelenmiş ve su kayıplarının kaynaklandığı üniteler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, şebekedeki sızıntıların %58'inin abone bağlantılarında, %26'sının ana borularda, %14'ünün vana ve boru ek parçalarında, %2'sinin ise yangın musluklarında olduğu ifade edilmiştir.

Fiziksel kayıplar şebekelerde sızıntı şekline göre üç çeşit olarak ifade edilebilir.

- Bildirilen (İhbar edilen) Sızıntılar: Meydana gelen arıza sonucunda su yüzeye çıkan ve halk, kurum personeli tarafından ilgili idareye ihbar edilen sızıntılardır. Bu tür kaçaklar genelde kısa süreli ve yüksek akış hızına sahip sızıntılardır. Aktif kaçak kontrolü uygulamadan müdahale ve onarım uygulamalarıyla giderilmektedir. Her ne kadar debisi yüksek sızıntılarda olsa fark edilme ve müdahale süreli daha az olduğundan bildirilmeyen sızıntılardan daha az su kaybına yol açar.

- Bildirilmeyen (Yüzeye çıkmayan) Sızıntılar: Meydana gelen arıza sonucunda su yüzeye çıkmaz ve görülmediği için bildirim veya ihbar söz konusu değildir. Aktif kaçak

kontrolü yapılarak sızıntı yerleri tespit edilir. Sızıntıda meydana gelen su kaybı orta seviyede olup, sızıntı süresi uzadıkça kayıp miktarı artar. Her ne kadar debileri bildirilen arızalardan daha az olsa da fark edilme ve yerini tespit süreleri daha uzun olduğu için fiziki kayıpların en önemli bileşenini bu kayıplar oluşturur.

- Bildirilen ve bildirilmeyen sızıntıların hesabında IWA tarafından önerilen Çizelge 2.2’deki değerler kullanılır.

Çizelge 2.2.IWA Su kaybı Görev Kuvveti(Lambert,2003)

Patlağın Yeri	Bildirilen patlaklardaki Akış Hızı (l/sa/m)	Bildirilmeyen Patlaklardaki Akış Hızı (l/sa/m)
Ana Borularda	240	120
Servis Bağlantılarında	32	32

- Arka Plan (Belirlenemeyen) Sızıntılar: Genellikle boru ek yerlerinde ve bağlantı parçalarında meydana gelen küçük sızıntılar şeklindedir. Bu tür kayıpların belirlenmesi oldukça güç olduğundan “kaçınılamayan kayıplar” olarak ifade edilir. Bu tür sızıntılarda tespit çok güç olduğundan akış çok uzun veya sürekli. Debi genellikle < 250 litre/saat (50 m basınç altında) seyrederek. Arka plan sızıntılarının hesabında IWA tarafından önerilen Çizelge 2.3’deki değerler kullanılır.

Çizelge 2.3.IWA Su kaybı Görev Kuvveti(Farley vd.,2008)

Su Temin Sistemi Elemanı	Akış Hızı	Akış Hızı İçin Birim Ölçüm
Ana borularda	9,6	Mevcut şebeke basıncında Ana borulardaki her km, her gün, her m’sindeki litre
Servis bağlantılarında –mülkiyet sınırına kadar	0,6	Mevcut şebeke basıncında her servis bağlantısındaki, her gün, her m’sindeki litre
Servis bağlantılarında – mülkiyet sınırından kullanıcı sayacına kadar	16,0	Mevcut şebeke basıncında Servis bağlantısındaki her km, her gün, her m’sindeki litre

Arka plandaki su kayıpların (UARL) hesabı için bir diğer hesaplama yöntemi olan Lambert (1994) tarafından geliştirilmiş IWA Su Kaybı Görev Kuvveti formülü uygulanır.

$$\text{UARL (Litre/gün)} = (18 \times L_m + 0,80 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \quad (2.3)$$

L_m : Boru hattı uzunluğu (km)

N_c : Şube yolu bağlantılarının sayısı (adet)

L_p : Dağıtım şebeke hattı ile abone sayacı arasındaki toplam uzunluk (km)

P : Şebekedeki ortalama basınç (metre)

Bu formülün uygulanabilmesi için en az 5000 adet şube yolu bağlantısı, en az 25 m basınç ve en az her km başına 20 adet şube yolu bağlantısı olmalıdır.

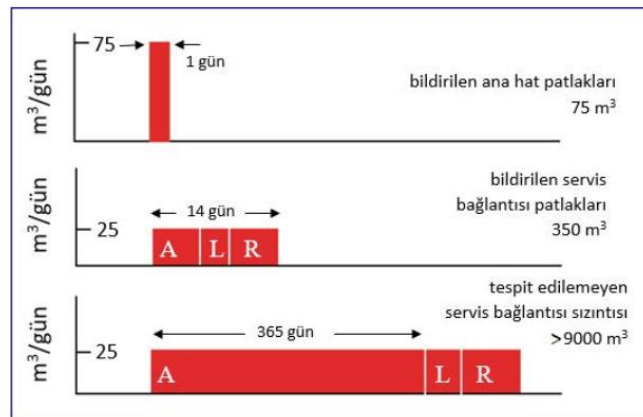
Sızıntıların farkına varılması, aranması, lokasyonlarının tespiti ile bakım ve onarımlarının yapılması üç ana aşamadan oluşur:

1. Algılama (Awareness) - **A**
2. Lokasyon Tespiti (Location) - **L**
3. Rehabilitasyon (Onarım- Repair) – **R**

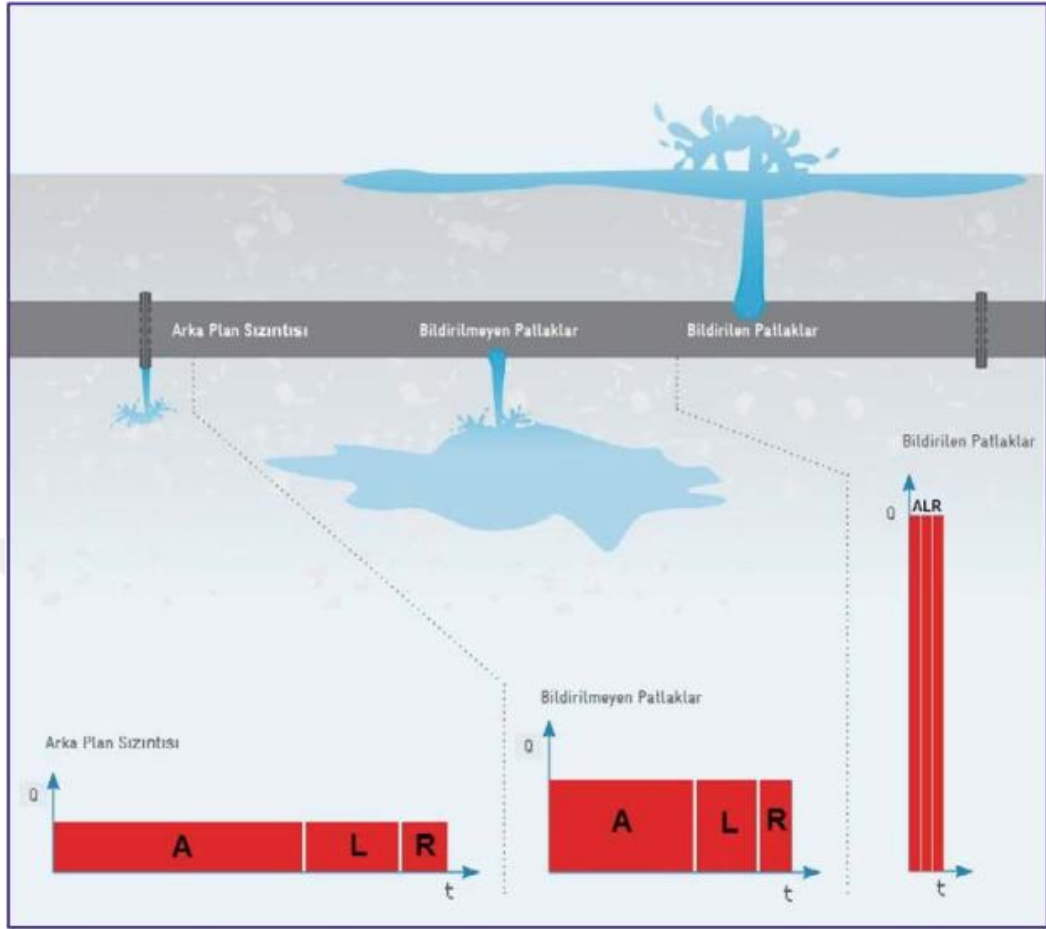
Şebekedeki arızaların farkına varılması, yerlerinin tespiti ve onarım sürelerinin azaltılması ile su kayıpları azaltılmaktadır. Yüzeye çıkmayan sızıntılar fark edilene kadar haftalar, aylar hatta da yıllar geçmektedir. Şebekedeki ortalama sızıntı süresi ortalama A,L,R sürelerinin toplamı ile bulunur. Ortalama sızıntı debisi için IWA tarafından önerilen Çizelge 2.2’de değerler kullanılarak şebekede meydana gelen sızıntıların yıllık hacmi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Borulardan toplam yıllık sızıntı hacmi} = \text{Rapor edilen arıza sayısı} \times \text{Ortalama sızıntı debisi} \times \text{Ortalama sızıntı süresi}$$

(2.4)



Şekil 2.4.Sızıntı sürelerine göre su kaybı hacmi(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;MNRW,2010)



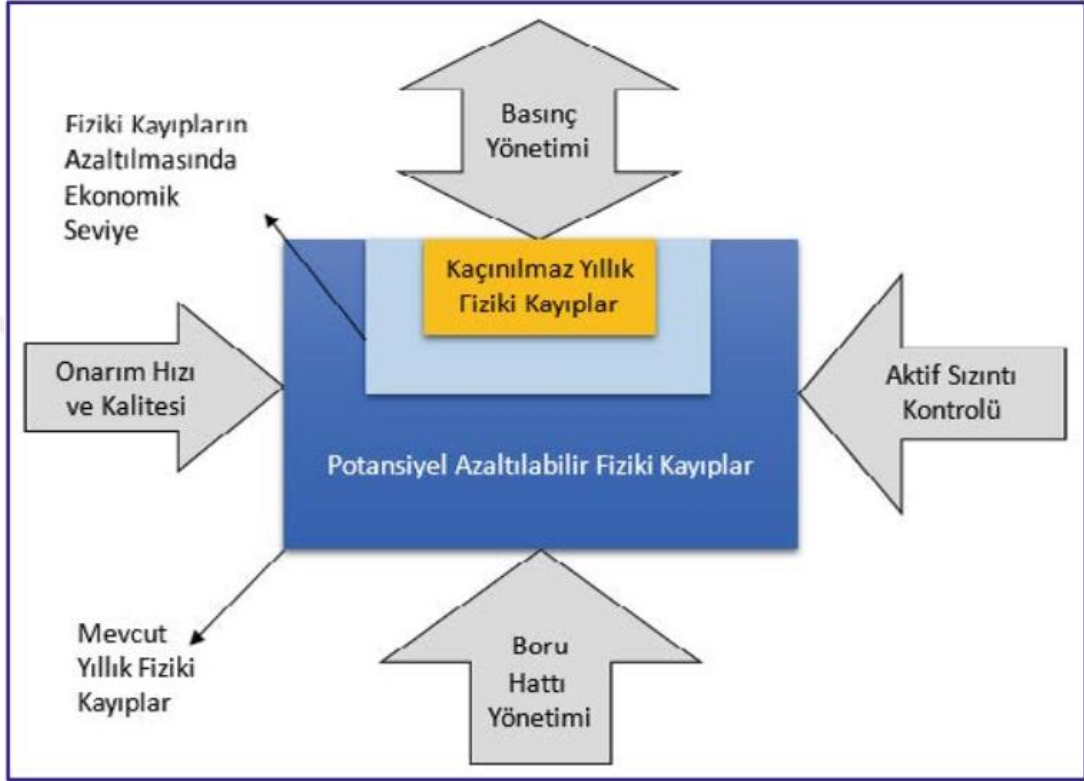
Şekil 2.5.Farklı sızıntı tipleri için ALR zamanları(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;GWLR,2011)

Fiziksel kayıplar ayrıca ana depolar ve abone depolarındaki sızıntı veya taşmalardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu kayıpların çoğu, yapının eski olmasından bakım ve onarımların planlamaların düzgün yapılmadığından kaynaklanmaktadır. Depolardaki kaçakların çoğu genelde tüketimin az, su arzının fazla olduğu gece vakitlerinde olmaktadır.

2.2.1.1 Gerçek(Fiziksel) Su Kayıplarını Önleme Metotları

Fiziki su kayıpları, farklı hacimlerde olsa da tüm içme suyu sistemlerinde kaçınılmaz olarak bulunmaktadır. Su kayıpların büyük çoğunluğunu teşkil eden fiziki kayıpların çeşitli önleme metotları ile azaltılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Fiziki kayıpların önlenmesinde dört temel bileşen bulunmaktadır.

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



Şekil 2.6.Fiziki su kayıplarının yönetiminde uygulanan temel bileşenler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;Simbeye,2010)

İlgili kurum ve kuruluşlar iyi bir su kayıp yönetimi anlayışı ile bu bileşenleri kuvvetlendirerek şekilde gösterilen potansiyel azaltılabilir fiziki kayıpları azaltabilir.

2.2.1.1.1 Basınç Yönetimi

Sistemdeki boruların su basıncının yönetilmesi fiziksel kayıplarının azaltılmasındaki en önemli faktörlerdendir.

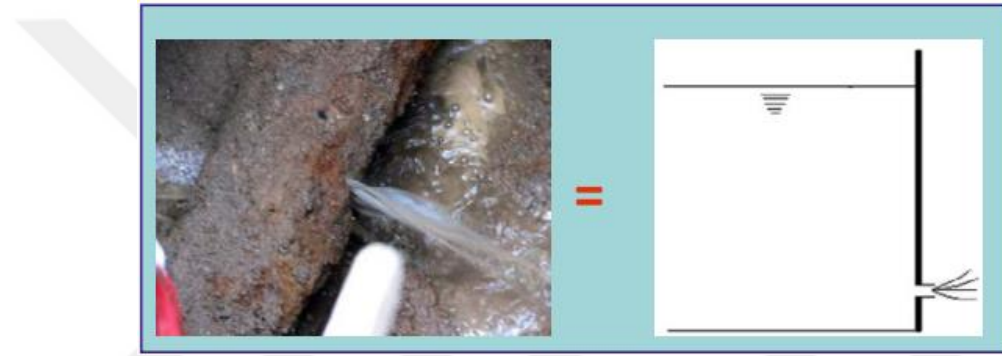
Kanakoudis vd. (2014) yaptıkları çalışmada Yunanistan'daki Kos ve Kozani yerleşim yerlerine ait su şebekelerinde ilgili idare tarafından yapılan pilot uygulamaları araştırmışlardır. Bu çalışma ile basınç yönetimi uygulayarak sistemdeki su kayıplarının azaltılması amaçlanmıştır. Seçili alanlarda sisteme verilen suyun miktarında %25'lik

tasarruf sağlanması amaçlanmış olmasına rağmen, çalışmalar sonucunda yaklaşık %60'lık bir tasarruf sağlandığı tespit edilmiştir.

Borularda meydana gelen sızıntılar küçük delik, çatlak veya küçük açılmalardan suyun basınç etkisi ile şebekeden dışarıya çıkmasıyla oluşur. Buradaki sızıntının hidroliği geniş bir rezervuar üzerinden orifis yoluyla deşarj olan akıma benzerlik gösterir. Orifis formülüne göre Q sızıntı hacmi şu şekilde hesaplanır(Muslu,2002).

$$Q = C_d \times A \sqrt{2gh} \quad (2.5)$$

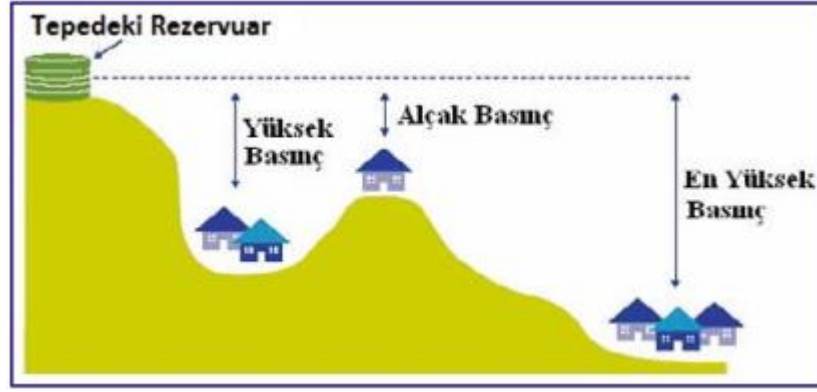
C_d : Deşarj katsayısı, A : Islak kesit alanı, g : Yerçekim ivmesi, h : Basınç yüksekliği



Şekil 2.7.Borulardaki sızıntılar hidrolik olarak orifis akışına benzer(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

Görüldüğü gibi sistemdeki basınç sızıntı hacmini doğrudan etkilemesi sebebiyle sızıntı hacmi basınç azaldığında azalacak, basınç arttığında artacaktır. Bu nedenle basıncın düşürülmesi şebekenin ömrünü uzatıp, su kayıplarının azalmasını sağlayacaktır(Thornton, 2003).

Şebekedeki su basıncı, rezervuar ile boru ve diğer ünitelerin kotu, terfi ünitelerinin basınç yüksekliği ve su tüketimindeki değişimlere bağlıdır. Su tüketimi arttığında akıstaki hidrolik kayıplar artar ve basınç düşer. Yine aynı şekilde su tüketimi azaldığında hidrolik kayıplar azalır ve su basıncı artış gösterir. Su basıncı sistem tasarımına göre belirli limitler arasında zamana ve mekana bağlı olarak değişiklik gösterir.



Şekil 2.8.Şebeke basıncı mekânsal değişimi(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

Basınç yönetimi ile su kayıpların azaltılması ve ünitelerin ekonomik ömrünün uzatılması için ilgili mevzuatlarda da bu konuda çalışmalar yapılmıştır.

“İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği” gereğince topoğrafyanın müsait olduğu durumlarda şebekedeki en yüksek statik su basıncı yüksekliğinin 60 m’yi geçmemesi için proje ve uygulamaların buna göre yapılandırılması istenmiştir.

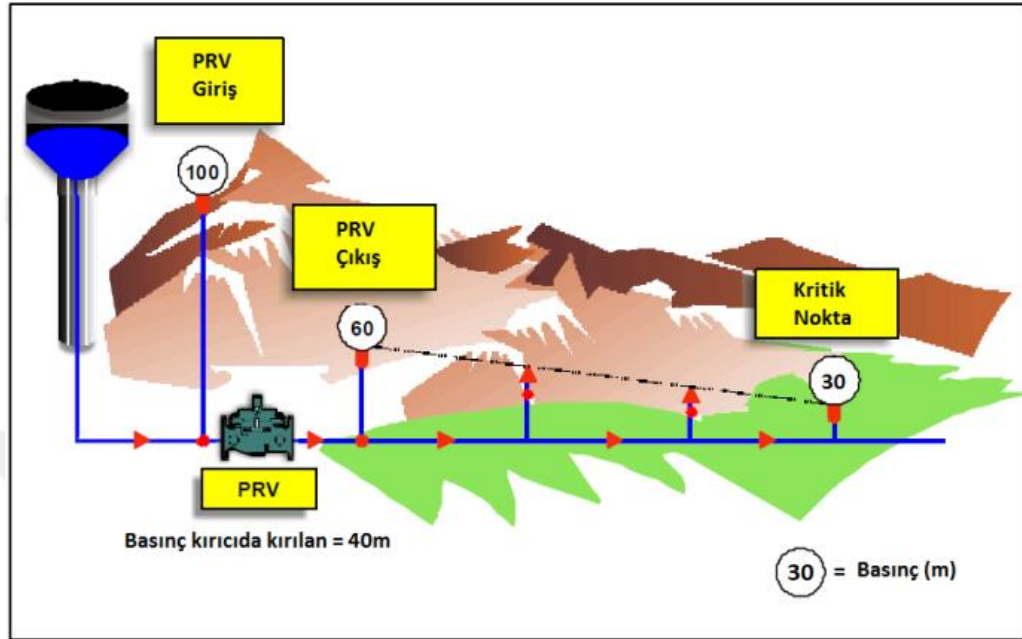
“İller Bankası İçme Suyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname” ye göre nüfusu 50.000’nin altında olan yerleşim yerleri için min. işletme basıncı 20 m, daha büyük olan yerlerde ise min. işletme basıncı 30 m alınması gerekmektedir. Şebekenin topoğrafik durumu göz önünde bulundurularak şebekedeki maks. statik su basıncı 60 – 65 m’yi geçmeyecek şekilde uygulanmalıdır.

Basınç yönetimi üç şekilde sağlanır:

- PMA (İzole Basınç Bölgesi) Oluşturulması : Genelde belirli bir veya daha fazla depodan beslenen veya terfi merkezi ile düzenli bir alana dağıtılan sistemlerdir. Proje tasarımı ve ilgili mevzuatlara göre belirlenen min. işletme basıncı ve maks. statik basınç aralığında izole bir dağıtım şebekesi ağı oluşturulur. Bu bölge izole ölçülebilir alt bölgelere (DMA – District Metered Area) de ayrılarak daha iyi bir su yönetimi sağlanabilir.

- PRV (Basınç Düşürücü Vanalar) : Şebeke ağında belli bölgelerde basıncın düşürülmesi için şebeke borusu üzerine uygulanarak su basıncının belli bir miktarı kırılır. Çeşitli basınç düşürücü vana tipleri mevcuttur. Sabit basınçlı vanalar, zaman ayarlı vanalar, debi ayarlı vanalar ve kapalı devre basınç kontrolü sağlayan vanalardır. Bunlardan en gelişmiş kapalı devre basınç kontrolü sağlayan vanalardır. Kapalı devre tipi sistemlerde kritik noktalarda basınç ölçen sensörler yardımıyla vanaya

veri gönderilerek basınç kontrolü sağlanır ve önemli miktarda su tasarrufu sağlanır(Mckenzie,2001).



Şekil 2.9. PRV ve kritik nokta iletişimi(Mckenzie,2001)

- TM (Terfi Merkezi) Yönetimi: Şebeke sistemi belli bir kottaki rezervuardan cazibeli olarak değil de bir pompa veya pompa grubu tarafından basınçlandırılarak yönetiliyorsa, bu tip sistemlerde su tüketiminin değişkenliğine göre sistemdeki basınç yükseklikleri düzenlenerek su tasarrufu sağlanabilir. Debi ve kritik noktadaki basınç sensörleri yardımıyla veriler terfi merkezine gönderilerek basınç yönetimi sağlanır.

2.2.1.1.2 Aktif Sızıntı Kontrolü

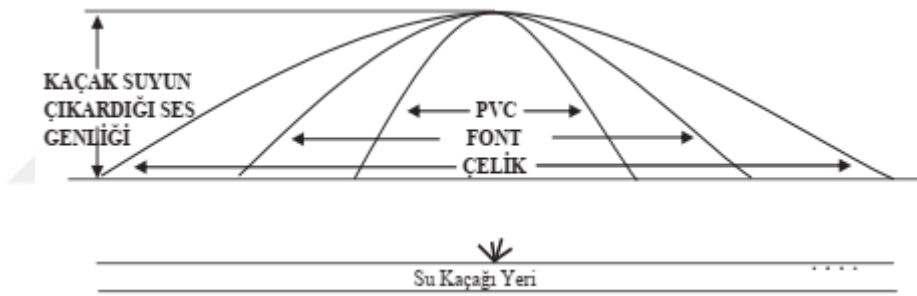
Şebekede yüzeye çıkmayan arızaların tespitinde kullanılan etkin ve maliyeti nispeten daha düşük su kaybı önleme metodudur. Bu yöntemle sızıntı sürelerinin azaltılması ve daha büyük sorunların önlenmesi sağlanmış olur.

Son yıllarda IWA tarafından gelir getirmeyen su ve bileşenlerinin yönetiminde sistematik yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bildirilmeyen kaçaklara hızlı ve ekonomik açıdan uygun bir yöntemle müdahale etmek için bir yöntem geliştirme amacı belirlenmiştir. Bu yöntemde hesaplamalar temel olarak üç ana parametre üzerinde

toplandığı belirtilmiştir. Bildirilmeyen kaçakların doğal artış oranı, suyun maliyeti ve müdahalenin maliyeti konuları araştırılmıştır(Lambert ve Fantozzi 2005).

Aktif sızıntı kontrolü yönteminde çoğunlukla geleneksel olarak akustik yöntemler kullanılır. Aktif sızıntı kontrolü yönteminde çalışma alanların daraltılması hem ekonomi hem hızlı ve pratik müdahale açısından önemlidir. Bu yöntem DMA bölgeleri oluşturularak uygulandığında sağlayacağı fayda ciddi oranda artar. Hatta DMA içinde gece debisi analizleri ve step test uygulamalarıyla alanların daraltılması sağlanmalıdır.

Akustik yöntemle bir boru hattından sızan su jetinin çıkardığı ve zemin ile boru ekipmanlarına yayılan ses, cihazlar yardımıyla belirlenip kaçağın yeri tespit edilir. Su kaçağının ürettiği frekansların değeri boru hattı malzemesine, su basıncına, sızıntı deliğinin büyüklüğüne ve şekline, zemine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Su basıncının yüksek olması kaçağın bulunmasını kolaylaştırır.



Şekil 2.10.Farklı boru çeşitlerine göre kaçak sesinin genliği(Henrie vd.,2016)

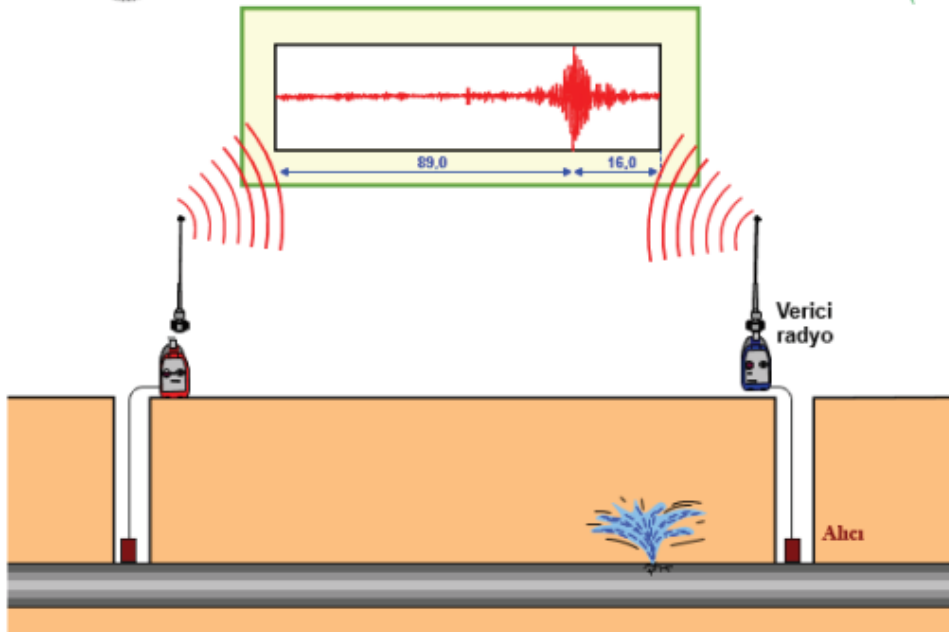
Bu çalışmalar için geliştirilmiş pek çok modern ekipman ve yazılım bulunmaktadır.

- Akustik kaydediciler: Genelde bir DMA içinde veya belli bir bölge içinde sızıntıyı yerinin tespiti için alanın daraltılmasında kullanılır. Genellikle 6, 12,18 adetlik gruplar halinde genellikle yangın hidrantı, vana ve sayaçlar üzerine monte edilerek uygulanır(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)



Şekil 2.11.Akustik kaydediciler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

- Sızıntı gürültü korelatörü: Şebekede sızıntının olduğu tahmin edilen yerin her iki tarafındaki bağlantı parçalarına bağlanan mikrofonlara doğru hareket hızı kullanılarak tespit edilir. Bu yöntemde sızıntı sesinin frekansı ve boru malzemesinin iletkenliği önemlidir. Gelişmiş korelatörlerde 50 cm' e kadar sızıntı yeri tespiti yapılabilmektedir(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)



Şekil 2.12.Sızıntı gürültü korelatörü(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

- Yer mikrofonu: Yer mikrofonu sızıntı seslerinin elektronik olarak yükseltilmesi ile çalışan cihazlardır. Yer mikrofonunda bir temas modu bir de izleme modu bulunur. Temas modu bağlantı parçalarını dinlemek için kullanılır ve elektronik dinleme çubukları gibidir. İzleme modu ise bağlantı parçaları arasındaki boru hattı üzerindeki sızıntının yerini dinleme yapılarak bulunmasında kullanılır(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017).



Şekil 2.13. Yer mikrofonu(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

- Dinleme çubuğu: Dinleme çubuğu veya streteskop, ahşap veya metalden yapılmış, ucunda sesleri yükseltmeye yarayan bir parça bulunan basit ve ucuz bir alettir. Saha ekipleri tarafından doğrudan zemine, boru ve bağlantı parçalarına temas ettirilerek sızıntı sesinin tespiti yapılır. Daha önce sızıntı gürültü korelatörün tespit ettiği sızıntının yerinin doğrulanmasında ve tamir edilen arızaların son durumunu tespit etmekte kullanılır(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017).



Şekil 2.14.Dinleme çubuğu(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

2.2.1.1.2 Onarım Hızı ve Kalitesi

Sistemdeki sızıntılardan meydana gelen su kayıplarının azaltılması için etkin bir şekilde ALR süresinin azaltılması gerekmektedir. ALR, algılama (farkına varma), lokasyon tespiti (yer tespiti ve intikal) ve rehabilitasyon (onarım) sürelerinin toplamıdır. ALR süresi uzadıkça sızıntı hacimleri artmakta bu da su kayıplarını artırmaktadır. Bu sebeple tespit edilen arızalar, etkin bir yönetim ile hızlı bir şekilde saha ekiplerine bildirilmesi ve müdahale için araç, ekipman, personel ve donanım yönetiminin sağlıklı yapılması gerekmektedir. Yapılan onarımların kalıcı olabilmesi için onarım kalitesinin artırılması gerekmektedir. Onarım kalitesini artırmak için gerekli temel unsurlar şunlardır:

- ALR aşamaları için etkin uygulamaların geliştirilmesi
- Ekipman ve malzemelerin kaliteli olması
- Malzeme ve işçilik uygun teknik usullerin belirlenmesi
- Yeterli araç, makine, teçhizat, malzeme, donanım, personel ve mali

kaynak

- Etkin yönetim anlayışı ve personel kalitesinin artırılması

(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

2.2.1.1.3 Boru Hattı Yönetimi

Boru hattı yönetimi, sistemdeki boru ve ek parçaları, armatürler, bağlantı parçaları ve ünitelerin malzeme seçimi, montajı, kazı ve dolgu işlemleri, bakımı ve değişimi olmak üzere tüm yönetsel unsurları içerir(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017).

Boru hattı yönetimi, uzun vadeli su kayıplarının yönetimi açısından çok önemli yer tutmaktadır. Özellikle yaşlanma, yanlış malzeme seçimi, uygun olmayan işçilik ile kazı ve dolgu işlemleri gibi sebeplerden dolayı ekonomik ömrünü yitirmiş şebekelerde su kayıplarının önlenmesinde en etkili yöntemlerdendir. Şebeke genel olarak işlevselliğini yitirmiş ise basınç yönetimi veya aktif sızıntı kontrolü uygulayarak su kayıpların önüne geçilemeyebilir. Hatta bu yöntemleri uygulamak zaman ve mali kayıplara sebep olabilir. Boru hattı yönetimi maliyetli bir metot olması sebebiyle yapılacak yatırımların planlanması ve önceliklendirilmesi son derece önemlidir. Bunu yapabilmek için şebekenin mevcut durum analizinin iyi yapılması ve faydalı verilere dönüştürülmesi gerekmektedir.

Tsitsifli vd. (2011) yaptıkları çalışmada şebekenin gelecekteki durumunu öngörebilmek, aynı zamanda onarım veya yenileme tercihlerini belirleyebilmek için dağıtım sisteminin bütünsel olarak değerlendirilmesi, izleme, onarım ve yenileme uygulamalarının göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır.

2.2.2 Görünen(Ticari) Su Kayıpları

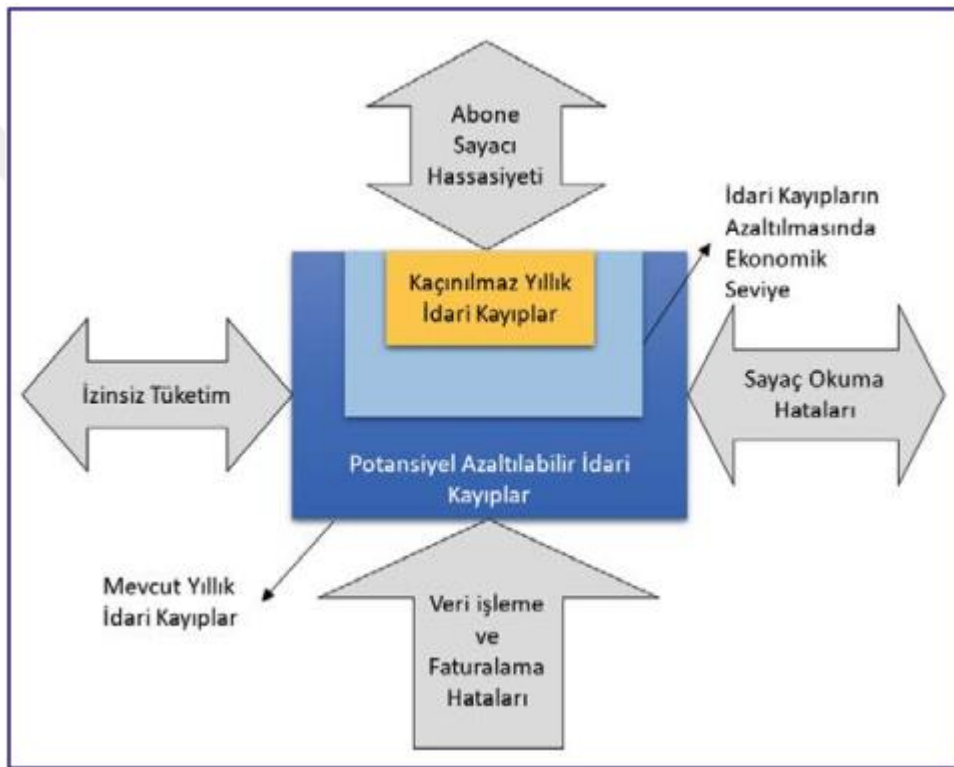
Görünen su kayıpları kimi zaman ticari kimi zaman idari kayıplar olarak da tanımlanabilir. Ülkemizde kentsel su yönetimi devlet kurumlarının yönetiminde olduğundan idari kayıplar olarak tanımlamak daha uygun olabilir.

Su idareleri temin ettikleri suyu iletim ve dağıtım sistemleri ile abonelerine ulaştırıp bu hizmetlerinin bedellerini abonelerden tahsil etmektedirler. Bu süreçte idareler genelde fiziksel su kayıplarına yoğunlaşmakta ve idari kayıplarla mücadeleyi daha az önemsemektedir. Fiziksel kayıpların azaltılması ciddi maliyet yükü getirirken, idari kayıpların azaltılması çok daha az maliyet ve zaman almaktadır. Aynı zamanda idari kayıplara hızlı bir şekilde müdahale yapılabilme imkanı bulunmakta ve kısa vadede gelir artışı sağlanmaktadır.

2.2.2.1 Görünen(Ticari) Su Kayıplarını Önleme Metotları

İdari kayıplar genel anlamda şu dört ana temel bileşenden oluşur:

- Abone sayacı hassasiyeti
- İzinsiz tüketim
- Sayaç okuma hataları
- Veri işleme ve faturalandırma hataları



Şekil 2.15.İdari kayıpları etkileyen temel bileşenler(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017;MNRW,2008)

Abone sayaçlarının doğru tip, boyut ve hassasiyette seçilmemesi, yanlış sayaç montajı ve kalibre edilmeyen sayaçlar sebebiyle yanlış ölçüm yapılmakta bu da idarelerin gelir kaybı yaşamasına sebep olmaktadır. Özellikle su tüketiminin fazla olduğu hotel, okul, alışveriş merkezi, hastane, endüstriyel tesis vb. yerlerde bu kayıplar daha büyük önem arz etmektedir. Bu kayıplar, aşağıdaki önlemlerin alınması ile azaltılabilir.

- Sayaçların idare tarafından temin edilmesi
- Doğru tip ve boyutta sayaç seçimi

- Doğru ölçüm hassasiyetinde sayaç seçimi
- Sayaçların doğru yer tespiti ve montajı
- Eski sayaçların düzenli olarak kalibre edilmesi

İzinsiz tüketim genelde yasa dışı ve kaçak olarak tanımladığımız, kaçak servis bağlantıları, sayacın by-pass edilmesi, kamu kullanımına sunulan yangın muslukları veya çeşme vb.. yapılardan suyun tüketilmesi ile meydana gelen kayıplardır. Bu kayıpların önüne geçilmesi için ihbar ve takip sistemini geliştirmeli aynı zamanda cezai işlemlerin uygulanması gerekmektedir. Abonelerin tahmini tüketimleri belirlenmeli ve özellikle yüksek tüketime sahip abonelerin sıra dışı durumları araştırılmalı ve takip edilmelidir.

Abone sayaçlarının monte edildikleri yerler, sayaçların camlarındaki buhar, kirlenme vb.. okumayı engelleyici hatalar sebebiyle sayaç verilerini okumada personeller tarafından hatalar meydana gelmektedir. Bazı personellerin kimi yerlere gitmeden okuma işlemi yaptıkları görülmektedir. Bu hataların önüne geçilebilmesi için personellerin tespit ettikleri aksaklıkları raporlayıp bildirmeleri gerekmektedir. Aynı zamanda personelin eğitimi bu hataların önüne geçilmesinde büyük rol oynar.

Günümüzde sayaç okuma personellerin el terminali kullanmaları yaygınlaşmıştır. Genelde veri okuma ve faturalandırma hataları el terminaline girişte meydana gelmektedir. Güncel faturalama yazılımları içinde bulunan dahili analiz fonksiyonları ile potansiyel veri işleme hataları anında belirlenebilmekte ve doğrulama için rapor vermektedir.

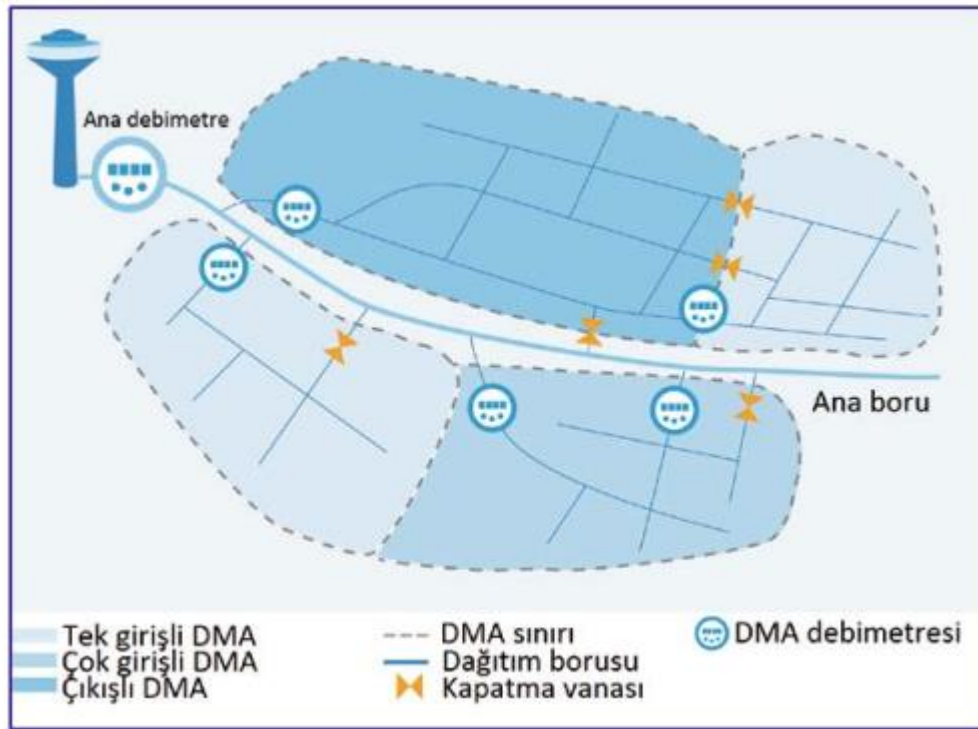
2.3 DMA (İzole Ölçülebilir Alt Bölge) Oluşturulması

İçme suyu dağıtım sisteminin tamamı için, mevcut durum analizinin yapılması, zayıf ve kuvvetli yönlerinin belirlenmesi, performans değerlerinin ölçülmesi, sorunların ortaya konulması ve eş zamanlı mücadele edilmesi, sistemin iyileştirilmesi için strateji ve planlamaların oluşturulması, önceliklerin belirlenmesi ve bunların uygulanması çok maliyetli ve uzun zaman alan çalışmalar olup, uygulanması neredeyse mümkün değildir. Bu sebeple sistemi daha küçük ve yönetilebilir alt sistemlere bölmek ekonomi ve zaman tasarrufu açısından daha etkin bir yöntem olmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda daha iyi bir su kayıp yönetimi ortaya koyabilmek için sistemi daha küçük izole ölçülebilir alt bölgeler (DMA – District Metered Area) oluşturarak yönetme stratejisi

benimsenmektedir. DMA'lar ilk olarak 1980'li yıllarda İngiltere'de uygulanmaya başlanmıştır(Farley,2001; Savić ve Ferrari, 2014).

DMA tasarımında izole alt bölge oluşturularak şebekenin diğer elemanlarından izole edilmekte, bölgenin su giriş ve çıkış hacmi, basınç değerleri, tüketim, sızıntı, kaçak, abone ve tahakkuk bilgileri vb.. kendi içinde değerlendirilmektedir. DMA girişleri ile çıkışlarına debimetre ve basınç ölçer monte edilmeli ve bu değerler ölçülerek analizleri yapılmalıdır.

Nardo vd. (2017) yaptıkları çalışmada su bilançosunun hesaplanmasında dağıtım sisteminin DMA oluşturularak tasarlanmasının su kayıp yönetimini basitleştirdiği vurgulanmış olup, bu sistemlerde debimetre ve sınır vanalarının planlanmasının ana unsur olduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.16.DMA örnekleri(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

Su kayıp yönetiminin en etkili bileşenlerden biri olan DMA oluşturulmasından etkin olarak fayda sağlayabilmek için planlanması, tasarımı, arazide uygulanması, verilerin izlenmesi ve analizi dikkat ve titizlikle yapılmalıdır. DMA sınırları oluşturulurken mevcut sistem parametreleri göz önünde bulundurularak topoğrafyadaki doğal sınırlar(akarsu gibi), maliyet, ekonomik seviye, çalışma alanın büyüklüğü, abone

türü ve sayısı gibi faktörler dikkate alınarak oluşturulmaktadır(Farley 2001; Oertlé ve Knobloch, 2010; Savić ve Ferrari, 2014; Scibetta ve ark., 2014).

Rahman ve Wu (2018) tarafından yapılan çalışmada bir şebekede DMA'lar oluşturularak su kayıp yönetiminde fayda analizi yapılmıştır. Bu çalışmalarda sağlıklı bir şebeke yönetiminin sağlanması ve gece tüketiminin kabul edilebilir değerde olması için DMA alanının çok büyük seçilmemesi önerilmiştir.

Şebeke sistemlerinde DMA sınırları, giriş ve çıkışların sayısı, boru uzunluğu, nüfus ve abone sayısı, abone türleri ile ilk yatırım ve işletme maliyetlerine göre belirlenmelidir. Bu tasarımlarda şebeke boru uzunluklarından ziyade servis bağlantı sayılarının dikkate alınması daha uygun olmaktadır. Bir DMA tasarımında servis bağlantı sayısının 500 ile 3000 adet arasında olması önerilmiştir (Farley vd., 2008; Fallis vd., 2011).

DMA sınırları içinde kalan endüstriyel tesis, hastane, mezarlık, okul, askeri bölge vb.. özel yapıların varlığı ve bunların su ihtiyaçlarının tespiti ile özellikle gece tüketiminin belirlenmesi son derece önemlidir. DMA sınırları içinde su kayıp analizinin bileşenlerinden abone sayısı ve profili, su tüketim karakteristikleri ve gece tüketiminin bilinmesi çalışmaların doğruluğu açısından önemlidir(Gomes vd., 2012).

DMA oluşturulması için, literatürdeki çalışmalar ve mevcut sistemin yapısı, idarenin mali, idari ve teknik kapasitesi dikkate alınarak tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlere uygun olarak tasarım, planlama ve sahada uygulamaların yapılması gerekmektedir.

2.4 Performans İndikatörleri

2.4.1 Su Dengesi

Su dengesi, sistemlerde meydana gelen fiziki kayıplar ve idari kayıplar ile bunların bileşenlerin analizini yapmaya yarayan önemli performans ölçüsüdür. Su dengesi tablosu ile gelir getirmeyen suyun analizi ve bunların sistem üzerindeki etkileri ve oranları tespit edilir. Sistemin zayıf ve güçlü yönlerini ortaya çıkarmada ve bunlara bağlı olarak su kayıp yönetimi stratejisinin belirlenmesinde kılavuz olarak değerlendirilir. “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının

Kontrolü Yönetmeliği” gereğince idareler her yıl su dengesi tablolarını hazırlayarak “Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne” sunmaktadırlar.

Sisteme Giren Su Miktarı	İzinli Tüketim	Faturalandırılmış; İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmış; Ölçülmüş; Kullanım	Gelir Getiren Su Miktarı
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
		Faturalandırılmamış; İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmamış; Ölçülmemiş; Kullanım	
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
Su Kayıpları	İdari Kayıplar	Faturalandırılmamış; İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmamış; Ölçülmüş; Kullanım	Gelir Getirmeyen Su Miktarı
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
		Faturalandırılmamış; İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmamış; Ölçülmemiş; Kullanım	
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
Su Kayıpları	Fiziki Kayıplar	İzinli Tüketim	İzinli Tüketim	Gelir Getirmeyen Su Miktarı
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
		Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
Su Kayıpları	Fiziki Kayıplar	Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar	Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar	Gelir Getirmeyen Su Miktarı
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	
		Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	
		m ³ /yıl (... %)	m ³ /yıl (... %)	

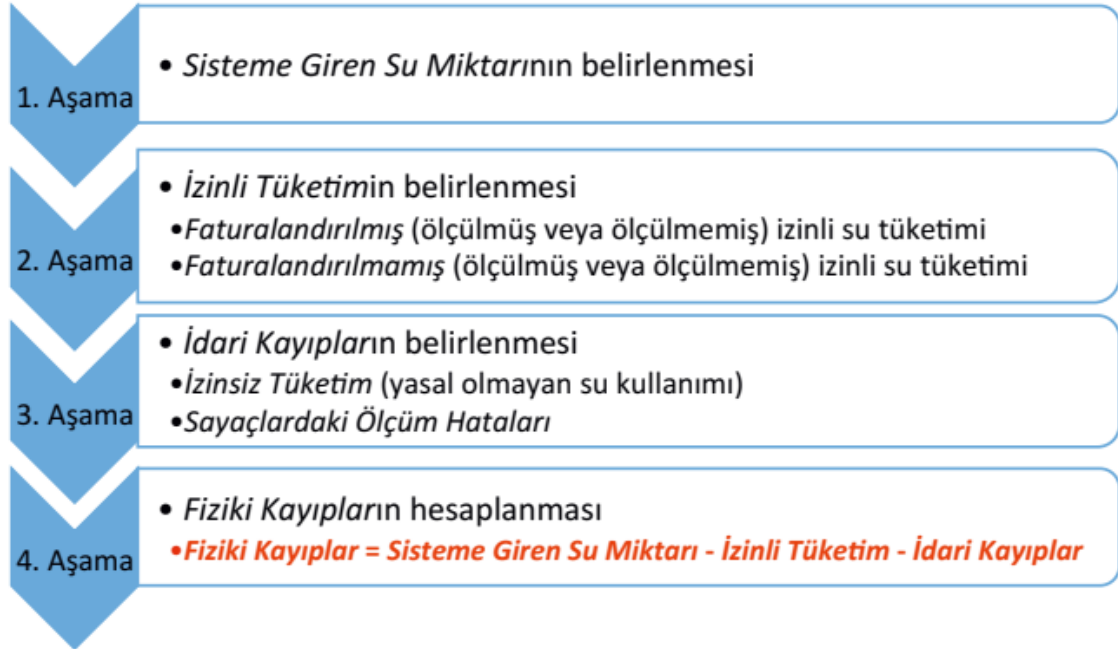
Şekil 2.17.Standart su dengesi tablosu(Anonim-1,2014)

Standart su dengesi tablosu sadece tüm sistem için değil aynı zamanda her DMA için de ayrı ayrı hazırlanmalıdır. Standart su dengesi tablosu ile sisteme dair şu veriler analiz edilir:

- Sisteme giren su hacmi
- İzinli tüketim ve bileşenlerin miktarı (Faturalandırılmış ve faturalandırılmamış)
- İdari kayıplar

- Fiziki kayıplar ve bileşenleri
- Su kaybı miktarı ve oranı
- Gelir getirmeyen su miktarı ve oranı

Su dengesi tablosunun hazırlanmasında dört temel aşama aşağıda belirtilmiştir:



Şekil 2.18.Standart su dengesi aşamaları(Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A.,2017)

Su dengesi tablosundan etkin bir şekilde faydalanabilmek için bileşen değerlerinin doğru, düzenli, ölçülebilir ve izlenebilir olması gerekmektedir. Bu bileşen değerlerinin veri analizleri yapılarak sistemdeki aksaklıklar tespit edilip bunların giderilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda idareler tablodaki eksik veya hatalı verileri değerlendirerek daha doğru, düzenli ve ölçülebilir bir sistem yönetimini benimsemeli ve iyileştirme yönünde adımlar atılmalıdır.

2.4.2 Alt Yapı Kaçak İndeksi (ILI)

Altyapı kaçak indeksi (Infrastructure leakage index - ILI) su idarelerinin su kayıp yönetim stratejisi doğrultusunda fiziki kayıpların önlenmesi için altyapı durumunun ölçüsü olarak kabul edilir. CARL ve UARL arasındaki oran alt yapı kaçak indeksi olup, fiziki kayıpların önlenmesi için su dağıtım şebekesinin kaçaklara karşı direncini temsil etmektedir (Winarni W., 2009).

$$ILI = CARL/UARL$$

(2.6)

CARL : Güncel toplam fiziksel kayıpların hacmidir.

UARL : Mevcut şebeke basıncında teknik olarak ulaşılabilir en düşük fiziksel kaybın yıllık hacmi (Kaçınılamayan kayıplar)

Çizelge 2.4.Dağıtım sistemleri için ILI sınır değerleri (Farley vd., 2008)

Gelişmekte olan Ülkeler	Gelişmiş Ülkeler	Sınıf	Hesap ILI	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler için Gerçek Kayıp Yönetim Performansının Genel Tanımı
ILI Sınıf Aralığı				
ILI < 4	ILI < 2	A		Daha ileri kayıp azaltımı eksiklikler yok ise ekonomik olmayabilir; uygun maliyetli ilerlemenin belirlenmesi için dikkatli analiz gerekmektedir.
ILI < 8	2 < ILI < 4	B		İşaretli ilerlemeler için potansiyel; basınç yönetimini göz önünde bulundur, daha iyi aktif sızıntı kontrolü pratikleri, ve daha iyi şebeke bakımı.
8 < ILI < 16	4 < ILI < 8	C		Zayıf sızıntı kaydı; yalnızca su bol ve ucuz ise tolerans gösterilebilir; öyle olsa bile, sızıntının doğasının ve seviyesinin analizi, sızıntı azaltım çalışmalarının yoğunlaştırılması.
ILI > 16	ILI > 8	D		Kaynakların çok verimsiz kullanımı; sızıntı azaltım programları zorunlu ve yüksek öncelikli.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Türkiye'de Akdeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde yer alan Kahramanmaraş, $37^{\circ} 11'$ ve $38^{\circ} 36'$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ} 15'$ ve $37^{\circ} 42'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Şehrin komşuları doğuda Malatya ve Adıyaman, güneyde Gaziantep ve Osmaniye, batıda Kayseri ve Adana ve kuzeyde Sivas'tır.

Kahramanmaraş Belediyesi, 2012 yılında 6360 sayılı kanuna göre 14 belediye ile birlikte Büyükşehir Belediyesi statüsünü kazanmıştır.

İl, 14.327 km^2 'lik bir yüzölçümüne sahiptir ve Türkiye'nin yaklaşık %1,8'ini kaplamaktadır. Yüzölçümü itibarıyla Kahramanmaraş, Türkiye'nin 11. büyük şehridir. Arazisinin %59,7'si dağlar, %24'ü platolar ve %16,3'ü düzlüklerle kaplıdır. Şehir deniz seviyesinden yaklaşık 568 m yüksekliktedir.



Şekil 3.1. Kahramanmaraş ili Türkiye'deki yeri

1930 -2018 yılları arasında kaydedilen ortalama sıcaklığın yanı sıra ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklıklar sırasıyla; $16,9^{\circ}\text{C}$, $22,9^{\circ}\text{C}$ ve $11,4^{\circ}\text{C}$ 'dir. En sıcak aylar ortalama $28,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkla Temmuz ve Ağustos, en soğuk ay ise ortalama $4,9^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkla Ocak ayıdır.

İl en fazla yağışı Aralık ve Ocak aylarında 130 mm ile alırken, en az yağışı 0,9 mm ile Ağustos ayında almaktadır. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 725,4 mm'dir.

İl 11 ilçeden oluşmaktadır. Bu ilçeler Onikişubat, Dulkadiroğlu, Elbistan, Afşin, Türkoğlu, Pazarcık, Göksun, Andırın, Çağlayancerit, Nurhak ve Ekinözü'dür. 2020 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) göre bu ilçelerdeki nüfusu göstermektedir.

Çizelge 3.1.Toplam nüfus (TÜİK,ADNKS,2020)

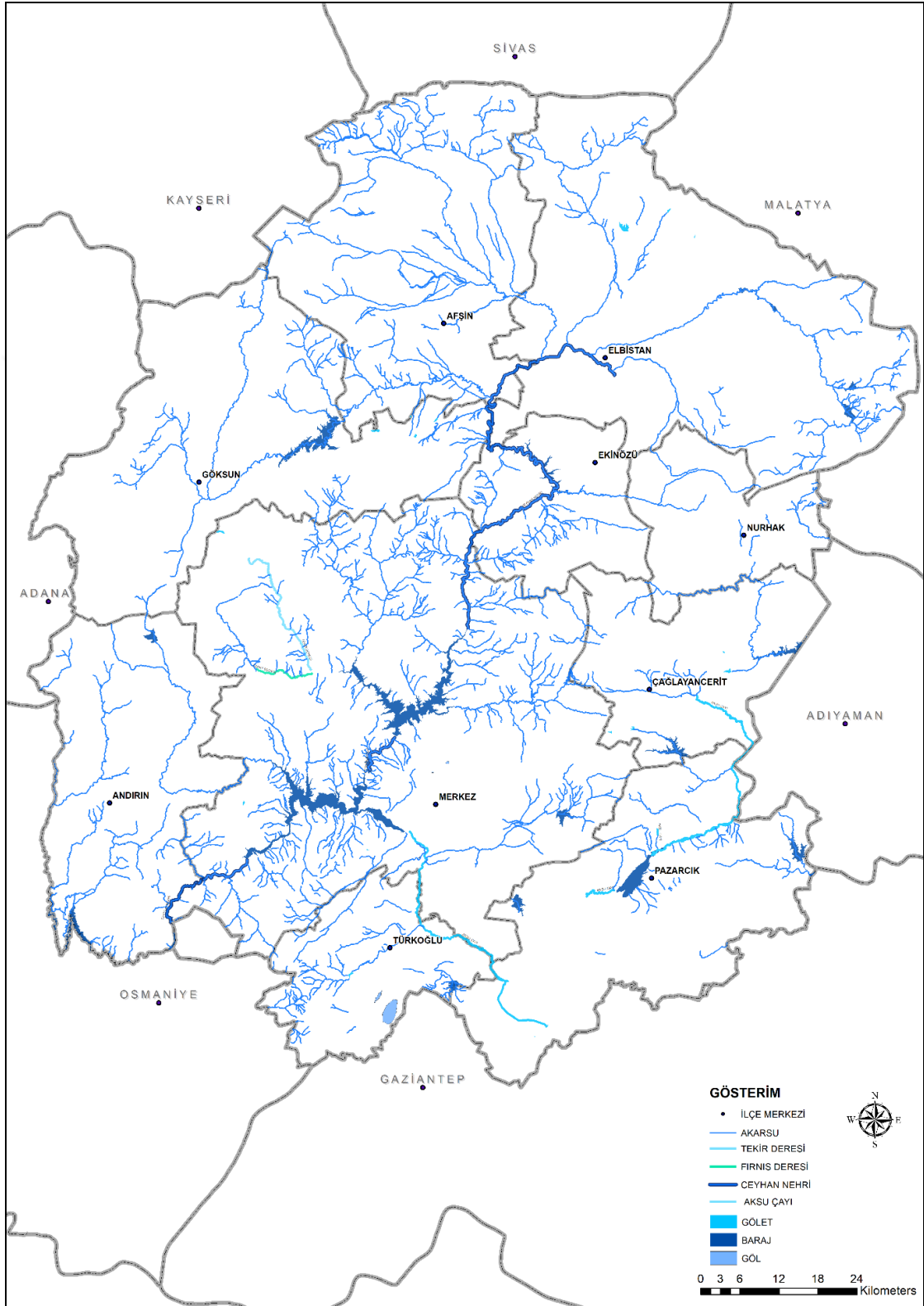
İlçe	Nüfus (2020)
Onikişubat	441.681
Dulkadiroğlu	223.277
Elbistan	142.778
Afşin	80.980
Türkoğlu	78.569
Pazarcık	69.686
Göksun	52.136
Andırın	32.377
Çağlayancerit	23.292
Nurhak	12.399
Ekinözü	10.988
Toplam Nüfus	1.168.163



Şekil 3.2.Kahramanmaraş ili ilçe sınırlarını gösterir fiziki harita(Anonim-4,2017)

3.1.1. Hidroloji ve hidrojeoloji

Geniş bir su ağına sahip olan Kahramanmaraş'ın su kaynakları yer altı, yüzey suları, baraj ve suni göletlerden oluşmaktadır. İlin su kaynaklarının %6'sını yeraltı, %94'ünü yüzey suları oluşturmaktadır.



Şekil 3.3.Kahramanmaraş ili ana su kaynakları(Anonim-4,2017)

3.1.1.1 Yüzeysel Su Kaynakları

Doğal göl, baraj ve gölet rezervuar ve akarsulardan oluşan yüzey su kaynaklarının toplam su yüzeyi 14.912 hektardır. Kahramanmaraş ilindeki su yüzeylerinin %68'ini barajlar, %29'unu akarsular, %2'sini göletler ve %1'inin doğal göller oluşturmaktadır.

Çizelge 3.2.Kahramanmaraş ilindeki su yüzeyleri ve kapladıkları alanlar (KHGM,DSİ,2003)

Su Yüzey Cinsi	Su Yüzeyi İsmi	Alanı (ha)
Doğal Göl Yüzeyleri	Kumaşır gölü	9
	Gavur Gölü	76
	Izgın Gölü	1
Baraj Rezervuar Yüzeyleri	Kartalkaya Barajı	1.125
	Menzelet Barajı	4.200
	Sır Barajı	4.800
Akarsu Yüzeyleri	Ceyhan Nehri	1.688
	Söğütlü Çayı	150
	Sarsap Çayı	94
	Hurman Çayı	225
	Göksun Çayı	188
	Güredin Çayı	38
	Aksu Çayı	750
	Körsulu Çayı	188
	Göksu Çayı	94
	Diğer akarsı ve kollar	1.020
Gölet Rezervuar Yüzeyleri	Esence	14
	Yapalak	35
	Kamışçık- Kemal	21
	Kamışçık	28
	Çardak	54
	Değirmendere	18
	Düzbağ	54
	Kızılınış Göleti	34
	İncecik Göleti	8
Toplam		14.912

İlin akarsu kaynakları; Ceyhan Nehri, Aksu Çayı, Körsulu Çayı, Erkenez Çayı, Göksun Çayı, Hurman Çayı, Söğütlü Çayı, Göksu Çayı, Fırınz Deresi, Tekir Deresi, Andırın Suyu, Keşiş Suyu, Bertiz Çayı, Cemrengeç Suyu, Kısık Deresi, Nargile Deresi, Sarsap Çayı, Zeytin Suyu'dur. Kahramanmaraş İli'nde Ceyhan Nehri ve Aksu Çayı

dışında kalan sular genellikle Ceyhan'ın kolları olan küçük akarsulardır(Anonim -5, 2013).

Çizelge 3.3.Kahramanmaraş İlının akarsuları(DSİ,2019)

Akarsu ismi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları içindeki uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Aksu Çayı	110	110	31,408	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Andırın Suyu	14	14	3,260	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Bertiz Çayı	19	19	2,297	Ceyhan Nehri	Sulama
Cemrengeç Suyu	18	18	2,066	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Ceyhan Nehri	425	190	82,895	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Erkeneç Çayı	31	31	1,715	Ceyhan Nehri	Sulama+İçme suyu
Fırınz Deresi	11	11	4,500	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Göksu Çayı	145	35	10,900	Fırat Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Göksun Çayı	60	60	12,282	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Hurman Çayı	50	50	10,300	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Keşiş Suyu	28	28	3,274	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Kısık Deresi	11	11	3,676	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Körsulu Çayı	40	40	4,650	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji+içme suyu
Nargile Deresi	10	10	2,380	Ceyhan Nehri	Sulama
Sarsap Çayı	25	25	0,274	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Söğütlü Çayı	60	60	3,892	Ceyhan Nehri	Sulama+enerji+içme suyu
Tekir Deresi	19	19	4,580	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji
Zeytin Suyu	10	10	1,880	Ceyhan Nehri	Sulama+Enerji

3.1.1.2 Yeraltı Suyu Kaynakları

3.1.1.2.1 Alt Havzalar

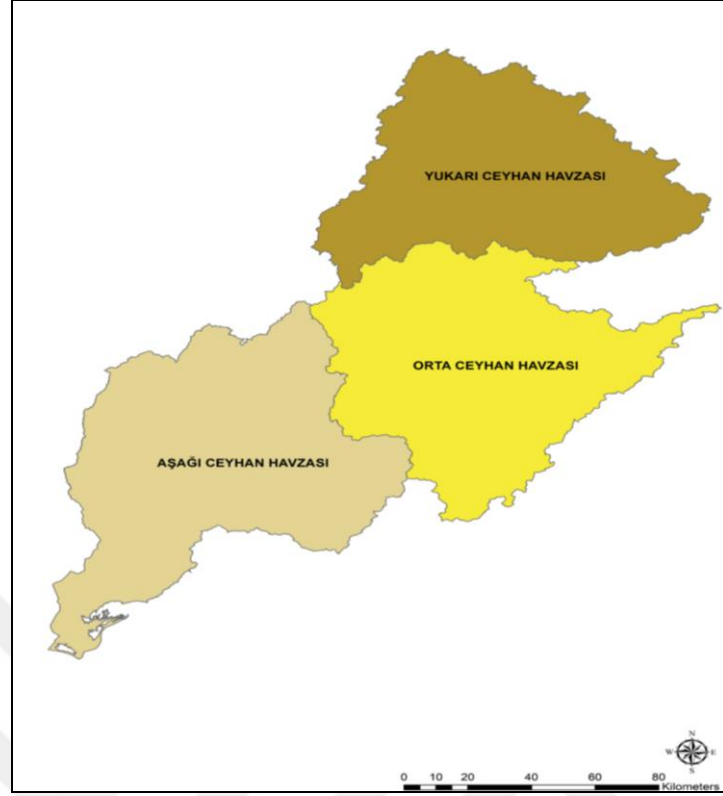
Ceyhan Havzası 3 ana alt havzadan oluşmaktadır. Ceyhan Havzası'nın Kahramanmaraş İli sınırları içerisinde kalan bölümünde 9 adet Yeraltı Suyu Alt Havzası yer almaktadır. Bunlar; Afşin, Elbistan, Göksun, Menzelet, Narlı, Kahramanmaraş (Merkez), Türkoğlu, Sağlık (Gavur) ve Andırın'dır.

Kahramanmaraş il sınırları içerisinde Fırat Havzasının Nurhak-Tut ve Yavuzeli-Araban YAS alt havzalarının bir kısmı bulunmaktadır. Kahramanmaraş'ın Nurhak ve Pazarcık ilçeleri Fırat Havzasında yer almaktadır.

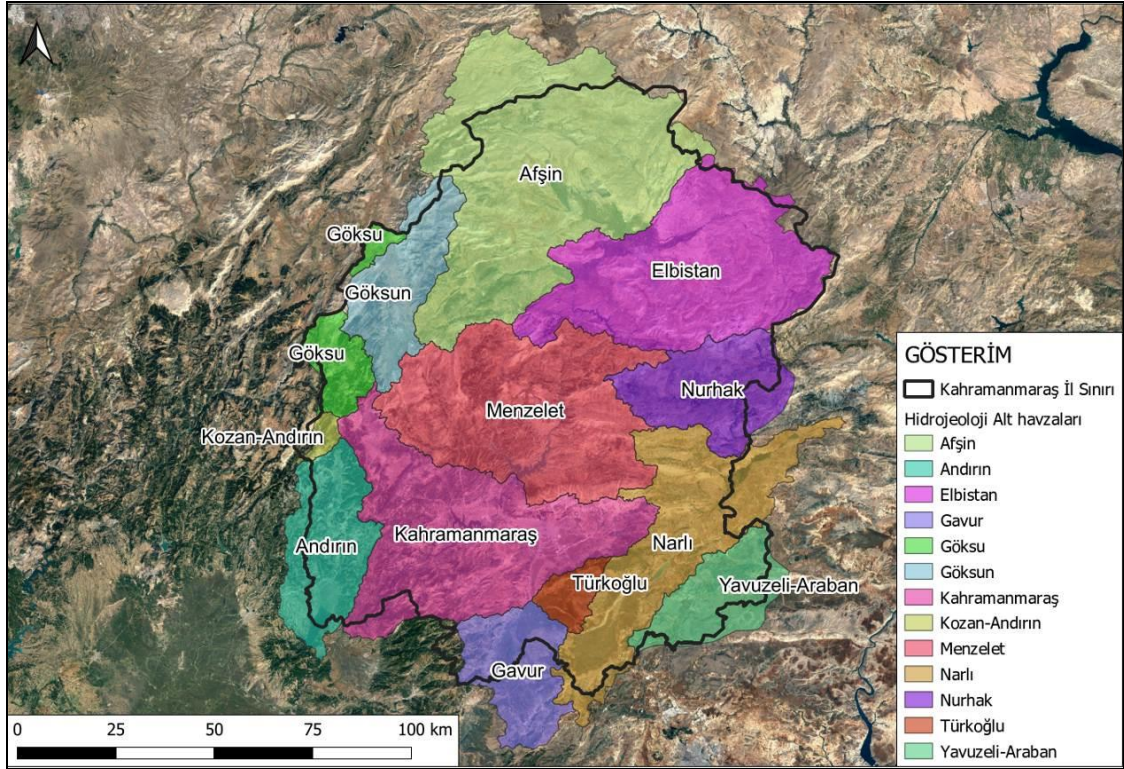
Göksun ilçesinin küçük bir bölümü Seyhan Havzasında yer alan Göksu Alt Havzasına girmektedir.



Şekil 3.4.Kahramanmaraş İli ve Ceyhan Havzası'nın konumu(Anonim-4,2017)



Şekil 3.5.Ceyhan Havzası alt havzaları(Anonim-4,2017)



Şekil 3.6.Kahramanmaraş ili YAS alt havzaları(Anonim-4,2017)

3.1.1.2.2 Kaynaklar ve Kuyular

Kahramanmaraş genelinde içme, sulama ve kullanma amaçlı olarak yeraltısuyu işletmesi yapılan alanlar, Kahramanmaraş ve Göksun Ovaları'dır. DSİ, İl Özel İdaresi gibi kamu kurumları, sanayi kuruluşları ve çiftçiler tarafından bu alanlarda çok sayıda sondaj kuyusu açılmıştır(Anonim-6, 2011).

3.1.1.2.2.1 Soğuk Su Kaynakları

İlin başlıca yer altı su kaynakları olan Büyükgöz, Kırkgöz, Baharpınarı, Cağsak, Kozludere, Karaahmet, Yeşilgöz, Fırnız, Değirmengözü, Obaönü ve Mehmetbey'dir. Büyükgöz, Kırkgöz ve Baharpınarı Kaynakları Kahramanmaraş ilinin içme suyu ihtiyacını karşılamak için kullanılmakta olup, bu üç kaynağın debisi ortalama 500 l/s dir. Değirmengözü ve Obaönü Kaynakları Andırın ilçesinin kuzeydoğusundadır. Her iki kaynak da Kahramanmaraş merkezin içme suyu ihtiyacı için kullanılmaktadır(Anonim - 7, 2020).

3.1.1.2.2.2 Sıcak Su Kaynakları

İlde jeotermal alan, Kahramanmaraş merkeze bağlı Ilıca kasabasında, Döngеле Belediyesi ve Hartlap Köyünde bulunan alanlardır. Alanda genel kırık doğrultuları kuzeybatı-güneydoğu ve doğu,kuzeydoğu-batı,güneybatı'dır. Ana rezervuar kaya mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşlarıdır(Anonim-6, 2018).

3.1.1.2.2.3 Sığ Kuyular

Kahramanmaraş Ovasında yer alan tarım ve sanayi faaliyetlerine paralel olarak çok sayıda kuyu açılmıştır. Bu kuyulardan yapılan su çekimi nedeniyle ovada yeraltısuyu seviyesi düşmüştür. Atızı Çiftliği, istasyon ve Kahramanmaraş-Gaziantep yolu üzerinde kullanma suyu amaçlı açılmış sığ kuyular bulunmaktadır. Kent merkezinin hemen güneyindeki tuğla fabrikalarında kuyu derinlikleri 8 m civarındadır. Ovanın güneyinde Hacımustafa Köyü ve yakın çevresinde bahçe sulaması amacıyla

kullanılan çok sayıda tulumbalı kuyu mevcuttur. Bu kuyuların derinliği 7-8 m, debisi 10-15 l/s arasındadır(Anonim-6, 2011).

Narlı Ovasında, DSİ (1973)'e göre Karaçay-Çiçek-Osmandede-Köskanlı-Sarıkatip Çiftlikleri arasında, alüvyon içinde açılmış 10-20 m derinliğinde 30 adet sulama kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuların debisi 30-50 l/s (Anonim-6, 2011).

Türkoğlu Ovasında çok sayıda sığ kuyu bulunmaktadır. Amikli-Totholar-Camızıoğlu Çiftliği-Yayla Kuyumcular-Göllühöyük-Karahöyük arasında kalan alanda alüvyon içinde açılmış, derinliği 10-30 m, debileri 20-50 l/s arasında değişir (Anonim-6, 2011).

Gavur Ovasının geniş bir bölümü bataklık olduğundan, sığ kuyular ovanın güneyinde Gedikli-Mesthöyük-Çakmak Köyleri arasında kalan alan ile ovanın batısında, Keçiler-İnekhane-Türkoğlu arasındaki dar bir şeritte açılmıştır. Bu kuyuların derinlikleri 10-25 m, debisi 20-40 l/s arasında değişir (DSİ, 1973, Anonim-6, 2011).

Göksun Ovasında Taşoluk Köyünde 6 m derinliğinde bir keson kuyu bulunur. Bunun dışında DSİ 20. Bölge Müdürlüğü'nce ovada yeraltı suyu seviyesini belirlemek amacıyla açılmış derinliği 1,5-4 m arasında değişen 35 adet gözlem kuyusu bulunmaktadır(Anonim-6, 2011).

3.1.1.2.2.4 Derin Kuyular

Kahramanmaraş Ovasında çok sayıda derin kuyu bulunmaktadır. Bu kuyuların bir bölümü DSİ, Köy Hizmetleri gibi kamu kurumlarınca sulama ve içme suyu amaçlı açılmış kuyulardır. Ayrıca özel şahıslar tarafından tarım ve sanayi faaliyetlerinde yararlanılmak üzere sondaj kuyuları açılmıştır. Kuyuların debi ve derinlik değerleri, açıldığı yere, litolojiye göre değişkenlik gösterir. Genel olarak Kuvaterner alüvyon içinde açılan kuyular verimli, Miyosen yaşlı kırıntılı istif içinde açılan kuyular ise verimsizdir. Kuvaterner alüvyonda açılan kuyuların, kumlu, çakıllı ve killi çakıllı seviyelerinden su çekilmektedir. Kuyuların derinliği genellikle 70-120 m, debileri 30-50 l/s civarındadır(Anonim-6, 2011).

Narlı Ovasında bulunan sondaj kuyularının derinlikleri 19-250 m, statik seviyeleri +5 ile 12,6 m arasında değişmektedir. Artezyen debileri 0.3-6.5 l/s arasındadır. Sondaj kuyuları genelde Kuvaterner alüvyonun kumlu çakıllı seviyeleri ile

Pliyosen yaşlı kumtaşı çakıltası seviyelerinden su alınmaktadır. Alüvyonun kum ve çakıllarından su alan kuyuların debisi 9-25 l/s, özgül debisi 2,8-163 l/s/m arasında değişir. Alttaki akiferden su alan kuyuların debisi 4,2-13,6 l/s, özgül debisi 0,34-2,54 l/s/m arasında değişir(DSİ, 1973; Anonim-6, 2011).

Türkoğlu Ovasında bulunan sondaj kuyularının derinliği 13-178 m, statik su seviyesi +5,8-6,3 m arasında değişir. Artezyen özelliği gösteren kuyuların debisi 5-30,5 l/s arasında değişir. Ovanın doğusunda bulunan kuyuların derinlikleri, serpantin yüzeye yakın (25-50 m) olması nedeniyle az, ovanın batısında serpantin derinde (100-150 m) olması nedeniyle fazladır. Gavur Ovasında açılmış kuyuların derinliği 32.349 m, özgül debisi 0, 2-4,3 l/s/m, statik seviyeleri +1,3-0,52 m arasında değişir (DSİ, 1973; Anonim-6, 2011).

Göksun Ovasında bulunan sondaj kuyularının derinlikleri 64-279 m, statik su seviyeleri 3,56-(1,95) metre, debi değeri 10-30 l/s artezyen debisi 0,5-2,27 l/s dir (DSİ, 1974). Göksun sulama kooperatifi yetkililerinden alınan bilgiye göre Hacımırza Köyünde bulunan 8 kuyunun derinliği ortalama 100 m, debisi 20-30 l/s dir. Ortatepe mevkiinde bulunan 25 kuyunun derinliği ortalama 100 m, debi değerleri 25-30 l/s (Anonim-6, 2011).

Afşin Ovasında çok sayıda sondaj kuyusu bulunmaktadır. Afşin- Türkiye Kömür İşletmeleri tesisleri arasında güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda bir hat boyunca açılmış MTA kuyularının derinliği 140-280 metre, statik seviye 27-48 metre, dinamik seviye 1-20 metre, ortalama debi 6-30 l/s arasında değişir. Kuyularda, çakıl-kum, çakıltası, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı seviyelerinden su alınmaktadır (Anonim-6, 2011).

3.1.1.3 Yüzey ve Yeraltı Suları Potansiyeli

3.1.1.3.1 Yüzey Su Potansiyeli

2019 yılında hazırlanan “Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı” kapsamında Ceyhan Havzası için yağış akış ilişkisinin belirlenmesi amacıyla HEC-HMS hidrolojik modeli ile alt havza bazında meteorolojik veriler kullanılarak akış simülasyonu yapılmış, havzanın su bütçesi hesaplanmıştır. Bu kapsamda alt havzalar için elde edilen doğrallaştırılmış aylık toplam akış verileri kullanılarak modellenen akım üzerinde

uzmanlığa ve genel değerlere (literatür) dayalı genel bir kalibrasyon uygulanmıştır. Tüm alt havzalara ait model performansı ve model sonuçları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir. Model, tüm alt havzalar ve havzanın tamamı için doğallaştırılmış akımlara benzer yıllık akımlar üretmiştir. 1970-2000 kalibrasyon dönemi için modellenen akımlar ile doğallaştırılmış akımlar arasındaki korelasyonlar genel olarak 0,7 ve üzeridir. Ceyhan Havzası geneli için bu değer 0,79'dur. 2001-2015 validasyon döneminde ise korelasyonlar genel olarak 0,5'in üzerinde olup, havza genelinde 0,62'dir (Anonim-8, 2019).

Çizelge 3.4.Alt havzalara ait kalibrasyon dönemi (1970-2000) ile validasyon dönemi (2001-2015) için model performans istatistikleri(Anonim-8, 2019).

	Alt Havza	Yıllık Toplam (hm ³)		RMSE	NSE	Korelasyon
		Doğal Akım	Model Akım			
Kalibrasyon	Yukarı Ceyhan	1.351,9	1.195,7	90,57	-0,17	0,69
Validasyon				76,17	-0,66	0,54
Kalibrasyon	Orta Ceyhan	2.560,1	2.274,6	83,29	0,51	0,79
Validasyon				145,04	-0,15	0,59
Kalibrasyon	Aşağı Ceyhan	3.921,0	3.651,5	79,86	0,42	0,71
Validasyon				259,26	0,14	0,56
Kalibrasyon	Ceyhan Havzası	7.833,0	7.121,8	28,65	0,53	0,79
Validasyon				404,35	0,12	0,63

3.1.1.3.2 Yeraltı Su Potansiyeli

Kahramanmaraş İlinde sanayi tesislerinde sanayi amaçlı ve ovalarda tarımsal amaçlı kuyular açılarak yeraltı suyu çekilmektedir. Son dönemlerde tarımsal amaçlı su kullanımı ovaya sulama kanalları yapılarak su verilmesi nedeniyle azalma göstermiştir. Ancak sanayi amaçlı kullanımlar hızla artmaya devam etmektedir. Sanayi tesislerinin yeraltı suyu kullanımının çoğalması yer altı su seviyesini olumsuz etkilenmiştir. Bazı bölgelerde artezyen kaynak olarak çıkan sular kaybolmuştur(Anonim-6, 2018).

İlin içme suyu ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan, derin yeraltısuyu akımı ile ovaların beslenimini sağlayan, büyük yeraltısuyu potansiyeline sahip karstik kayalar, bölgesel karstlaşma ve Türkiye karstı açısından incelenmiştir. İlin toplam yeraltısuyu potansiyeli $0,3 \cdot 10^6$ m³/yıl dır(KB, 2006).

Çizelge 3.5.Kahramanmaraş ilinin yeraltı suyu potansiyeli(DSİ,2019)

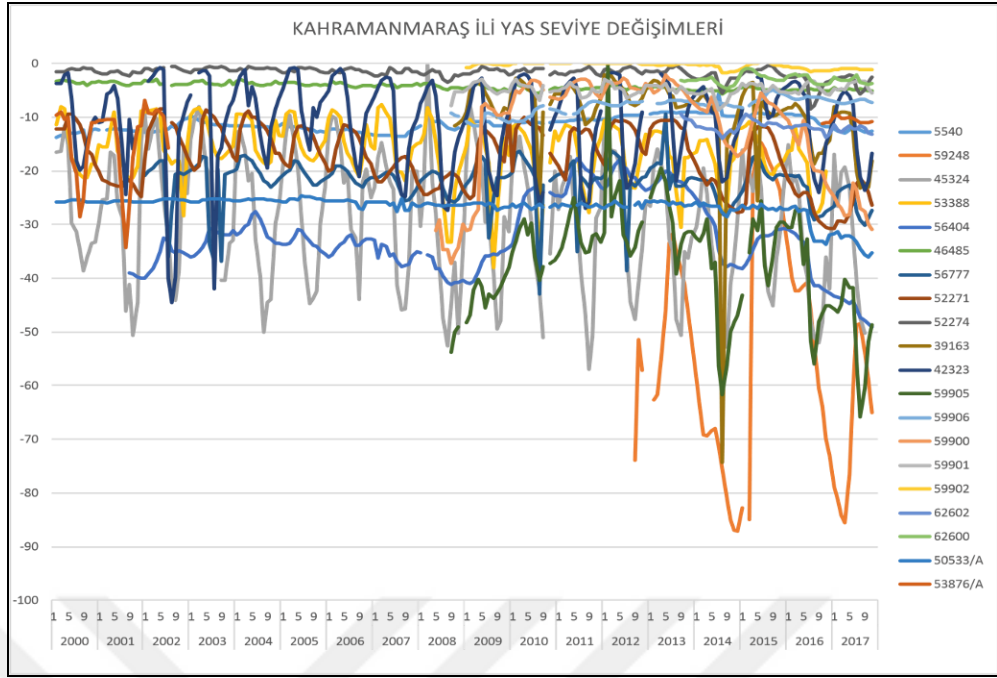
Alt Havza No.	Alt Havza Adı	Beslenim hm3/yıl	Boşalım hm3/yıl	Yıllık Rezerv Değişimi hm3/yıl	Yapay Boşalım hm3/yıl	Yıllık Emniyetli i Rezerv hm3/yıl	Emniyetli İşletme Rezervi hm3/yıl
1	Afşin	345,86	312,67	33,19	31,20	276,69	64,39
2	Elbistan	366,83	352,45	13,38	24,21	293,46	37,59
3	Göksun	158,15	125,11	33,04	1,96	126,52	35,00
4	Menzelet	366,41	351,79	14,62	1,86	293,13	16,48
5	Narlı	357,56	346,93	0,63	14,53	286,05	25,16
6	K.Maraş-Merkez	868,71	792,30	6,41	72,94	694,97	149,35
7	Türkoğlu	131,13	105,41	25,72	9,23	104,94	34,95
8	Sağlık(Gavur)	142,38	109,87	32,51	70,88	113,90	103,39
9	Andırın	205,78	195,44	10,34	2,01	162,42	12,35
10	Nurhak						
Toplam				169,84	228,82	2.352,08	478,66
Not: 1. Yıllık emniyetli rezerv beslenim miktarının %80'i olarak alınmıştır. 2. Emniyetli işletme rezervi, Yıllık Rezerv Değişimi ile Yapay Boşalımın toplamıdır.							

Çizelge 3.6.Su kaynakları varlığı (DSİ,2019)

Kahramanmaraş İstasyonu Uzun Yıllar Yağış Ortalaması (1929-2018)	734,4 mm/yıl
İl Yıllık Yağış Miktarı	10,54 milyar m ³
Buharlaşma	1,734 milyar m ³
Yeraltına Sızma	1,79 milyar m ³
Yıllık Yüzey Akış	3,160 milyar m ³
Kullanılabilir Yüzey Suyu	3,45 milyar m ³
Yıllık Çekilebilir Yeraltı Suyu	3,316 milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su Net	3,793 milyar m ³
Hâlihazır Kullanılan Su	3,48 milyar m ³

3.1.1.3.3 Yeraltı Su Seviyeleri

Kahramanmaraş il sınırları içerisinde 20 adet sondaj kuyusunda aylık olarak yeraltısuyu seviye izleme çalışmaları devam etmektedir. 2000 ve 2017 yılları arasındaki yeraltısuyu seviye değişimlerini gösterir grafik aşağıda verilmiştir. Grafik incelendiğinde seviyelerin, yoğun yeraltısuyu kullanımının olduğu yaz dönemlerinde düştüğü, ancak yağışlı dönemlerde tekrar kendini toparladığı görülmektedir(Anonim-6, 2018).



Şekil 3.7.Kahramanmaraş İli yeraltısuyu seviye değişimi(Anonim-6, 2018, s.21)

3.1.1.4 Su Kullanımları

Çizelge 3.7.2018 yılı sektörlere göre su kullanımı (Anonim-9, 2019)

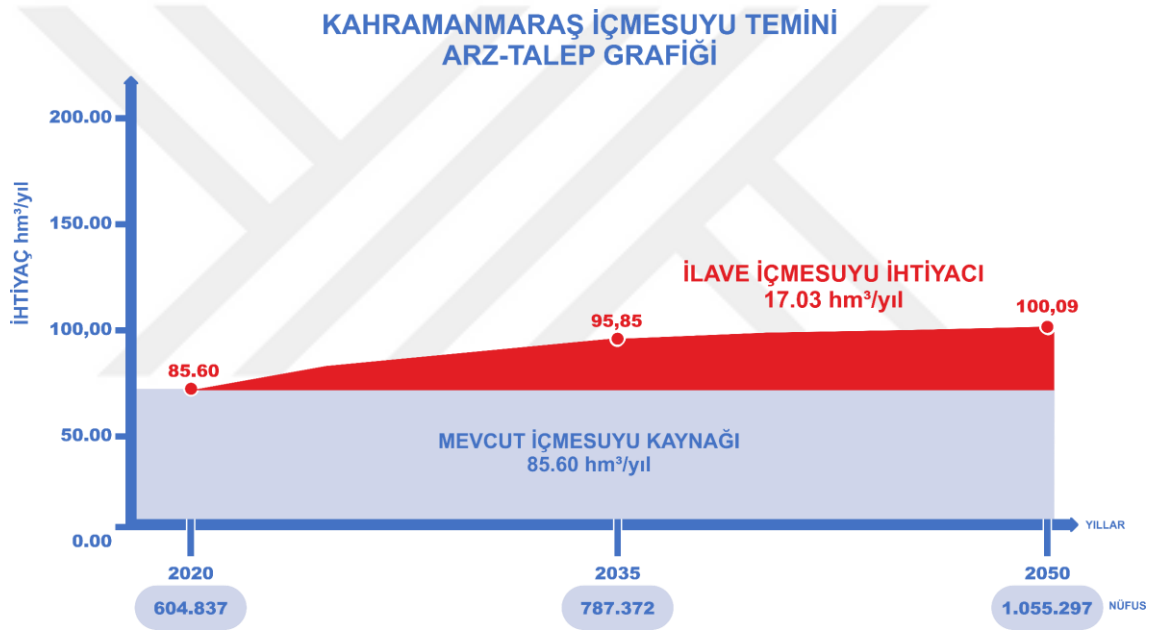
	Yer Üstü Suyu (YÜS)	Yeraltı Suları (YAS)
Sulama	464,32 hm ³	187,84 hm ³
İçme ve kullanma (DSİ)	62,60 hm ³	82,98 hm ³
Sanayi	70,29 hm ³	89,30 hm ³
TOPLAM	597,21 hm ³	360,12 hm ³

3.1.1.5 Kahramanmaraş İl Merkezi Su Kaynakları

İl merkezinin içme suyu ihtiyacı, temel olarak Ayvalı Barajı, Karasu Doğal Kaynakları (Değirmengözü ve Obaönü), Pınarbaşı Kaynakları (Büyükgöz, Kırkgöz ve Baharpınarı) ile karşılanmaktadır. Mevcut kaynakların ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda veya rezerv su kaynağı olarak derin su kuyuları bulunmaktadır. Derin su kuyuları ihtiyaca göre devreye girmekte sürekli aktif olarak su temini sağlamamaktadır.

Çizelge 3.8.Kahramanmaraş İli Su Kaynakları (KASKİ,2020)

Kaynak	Mevcut Durum (l/s)	Depolama Hacmi (hm ³)	Maksimum Kapasite (l/s)	Aktif Hacim (hm ³)
Ayvalı Barajı	824	79,77	1000	39.080
Karasu Kaynakları	1.200	-	1.500	-
Pınarbaşı Kaynaklar	500	-	500	-
Şehir Kuyuları	410	-	630	-

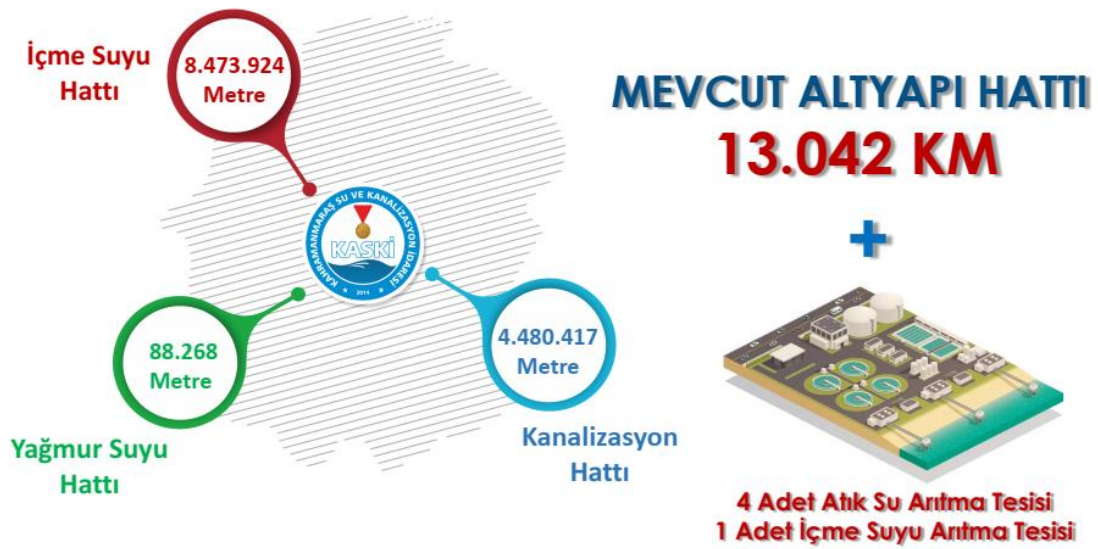


Şekil 3.8.Kahramanmaraş İli içmesuyu arz – talep grafiği (KASKİ,2021)

Kahramanmaraş İl Merkezi mevcut alt yapı su kayıp-kaçak oranı %56 olup, 2050 yılı içme suyu ihtiyacı hesaplanırken bu oranın %25 seviyelerine düşürülmüş senaryoları ile ihtiyaç belirlenmiştir. Kahramanmaraş İlinin ileride doğacak içme suyu ihtiyacını karşılamak için “Menzelet İçme Suyu Temini, Bertiz Çayı İçme Suyu Temini, Kısık Barajı ve İçme Suyu İsale Hattı” projeleri geliştirilmiş olup, aynı zamanda farklı projeler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda en fizibil projeler yatırım programına alınacaktır.

3.2 Kahramanmaraş İli Alt Yapı Durumu

Kahramanmaraş İli mevcut içmesuyu, kanalizasyon ve yağmur suyu tesisleri, taşkın dereleri, arıtma tesisleri sağlıklı entegre kentsel su yönetimi yapılması için yeterli altyapı envanterine sahip olmamakla birlikte, eksikliklerin giderilmesi için plan dahilinde ciddi yatırımlar yapmaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir bir yönetim anlayışında tesislerin işletilmesi, otomasyonu, bakım ve onarımı için gerekli çalışmaları bu paralelde yürütmektedir.



Şekil 3.9.Kahramanmaraş İli altyapı bilgileri(KASKİ,2021)



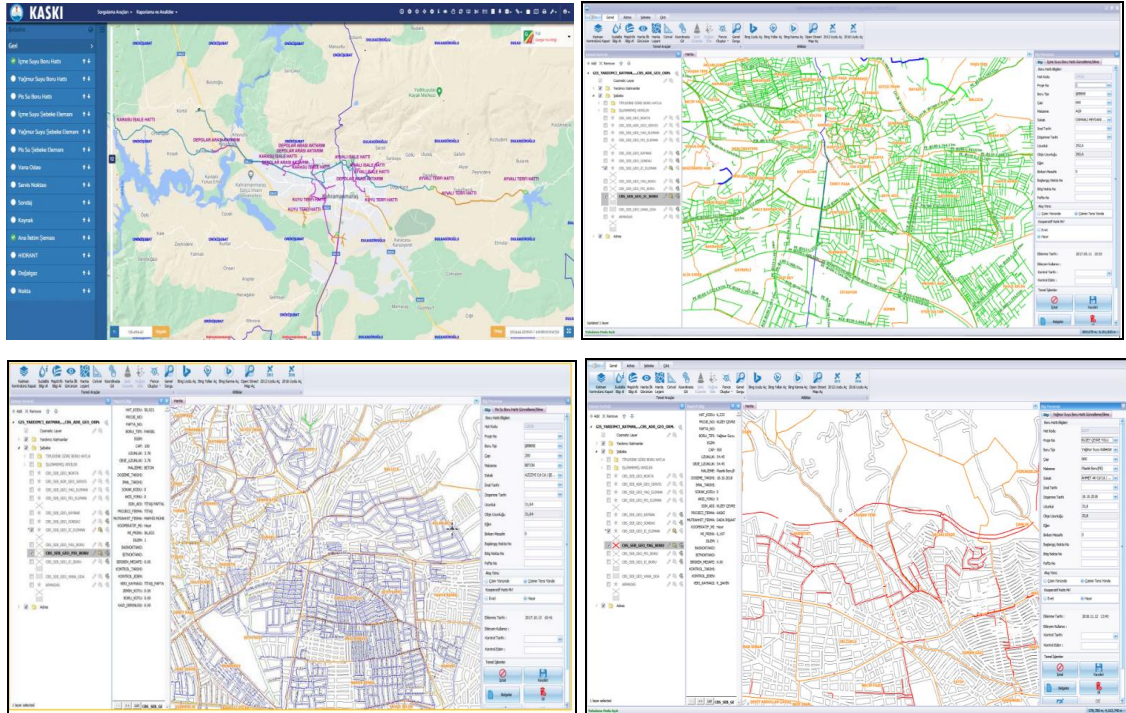
Şekil 3.10.Kahramanmaraş İli altyapı hizmetleri – nüfus oranı(KASKİ,2021)

3.2.1 CBS (coğrafi bilgi sistemleri) çalışmaları

2016 Yılında KASKİ, Kahramanmaraş genelindeki abone bilgilerinin, altyapı envanterinin ve şebeke bilgilerinin sistem üzerinde gösterilmesi, takip edilmesi ve güncellenmesi ile vatandaşla daha hızlı ve etkin olarak hizmet verebilmek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğünü kurularak çalışmalara başlanmıştır. 2016 yılından bu yana CBS' ye entegre edilen veriler aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 3.9.Kahramanmaraş İli CBS veri envanteri (KASKİ,2020)

Aktarılan Veriler	Birim	2020 Yılında Aktarılan	Toplam
İçme Suyu Boru Hattı	Km	599	3.194
Kanalizasyon Boru Hattı	Km	325	2.119
Yağmur Suyu Boru Hattı	Km	-	162
TOPLAM BORU HATTI	Km	924	5.475
İçme Suyu Armatür	Adet	531	12.484
Kanalizasyon Armatür	Adet	12.922	88.261
Yağmur Suyu Armatür	Adet	-	7.179
İçme Suyu Kaynakları	Adet	-	393
Sondaj Bilgileri	Adet	26	104
Orman İzin Sahaları	Adet	1.416	1.416



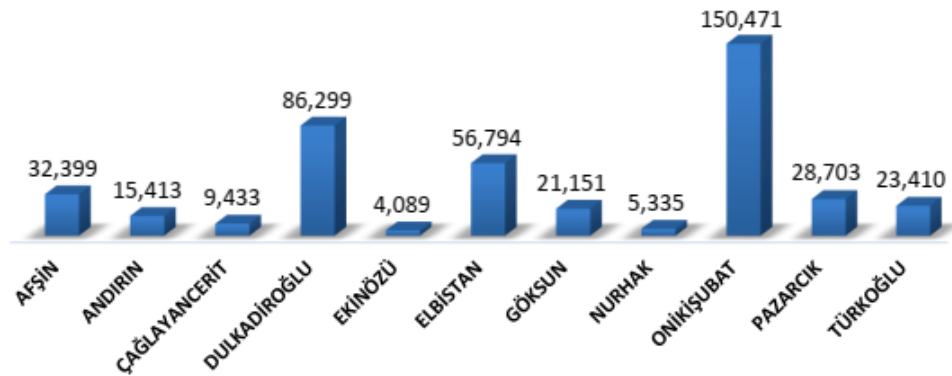
Şekil 3.11.CBS portalı altyapı örnekleri(KASKİ,2021)

1.2.2 ABYS (abone bilgi yönetimi sistemi) çalışmaları

CBS çalışmaları ile 2020 yılı içerisinde toplam 17861 abonenin adres güncellemesini tamamlamıştır. Adres güncelleme işlemi tamamlandığında, sayaç okuma, su açma-kapama, kaçak ekipleri ve abone tespit ekipleri abonelerin sayısal konumuna harita üzerinden ulaşabileceklerdir. Abonelerin adresleri güncellendiğinde ve MAKS (Mekansal Adres Kayıt Sistemi) projesi tamamlandığında otomasyon programına bu verileri entegre edip İl'deki abonelerin sayısal yerleri navigasyon sistemi aracılığıyla bulunabilecektir.

Çizelge 3.10.Kahramanmaraş İli ilçeler bazında abone dağılımı (KASKİ,2021)

2020 Yılı Toplam Abone Sayıları	Sayı
AFŞİN	32.399
ANDIRIN	15.413
ÇAĞLAYANCERİT	9.433
DULKADİROĞLU	86.299
EKİNOZÜ	4.089
ELBİSTAN	56.794
GÖKSUN	21.151
NURHAK	5.335
ONİKİŞUBAT	150.471
PAZARCIK	28.703
TÜRKOĞLU	23.410
TOPLAM	433.497



Çizelge 3.11.Kahramanmaraş İli ilçeler bazında abone türlerine göre dağılımı (KASKİ,2021)

2020 Yılı Abone Türüne Göre İlçeler									
İlçeler	Mesken	İşyeri	İnşaat	Yeni Mesken	Yeni İşyeri	Resmi	Atıksu	Bahçe	Toplam
Onikişubat	125.235	8.774	1.343	13.033	255	499	1034	298	150.471
Dulkadiroğlu	61.942	11.023	680	11.359	129	403	433	330	86.299
MRK.İLÇELER TOPLAM	187.177	19.797	2.023	24.392	384	902	1.467	628	236.770
Afşin	24.472	1.736	151	5.857	13	170	0	0	32.399
Andırın	6.302	411	172	8.334	47	112	19	16	15.413
Ç.cerit	6.972	370	94	1.898	14	77	0	8	9.433
Ekinözü	1.834	204	38	1.951	8	43	4	7	4.089
Elbistan	43.675	4.607	386	7.801	131	170	5	19	56.794
Göksun	14.549	989	158	5.297	22	116	1	19	21.151
Nurhak	4.721	200	175	202	1	32	0	4	5.335
Pazarcık	19.063	1.607	209	7.486	178	112	2	46	28.703
Türkoğlu	14.293	1.192	246	7.376	63	155	42	43	23.410
DİĞER İLÇELER TOPLAM	135.881	11.316	1.629	46.202	477	987	73	162	196.727
GENEL TOPLAM	323.058	31.113	3.652	70.594	861	1.889	1.540	790	433.497

3.3 Pilot Bölge ve Özellikleri

3.3.1 Elbistan ilçe merkezi kentsel alanı

Elbistan ilçesinin merkez nüfusu 105.648 olup toplam 14 merkez mahallesi bulunmaktadır(KASKİ,2020). Elbistan İlçesi Kahramanmaraş'ın kuzeyinde Elbistan Ovası'na kurulmuş, Kahramanmaraş'ın en büyük ilçesidir. Elbistan ilçesinin kent merkezine uzaklığı 161 km'dir. Afşin yolu üzerinden Göksun ilçesine ve devamında da kent merkezine karayolu ile ulaşımı bulunmaktadır.

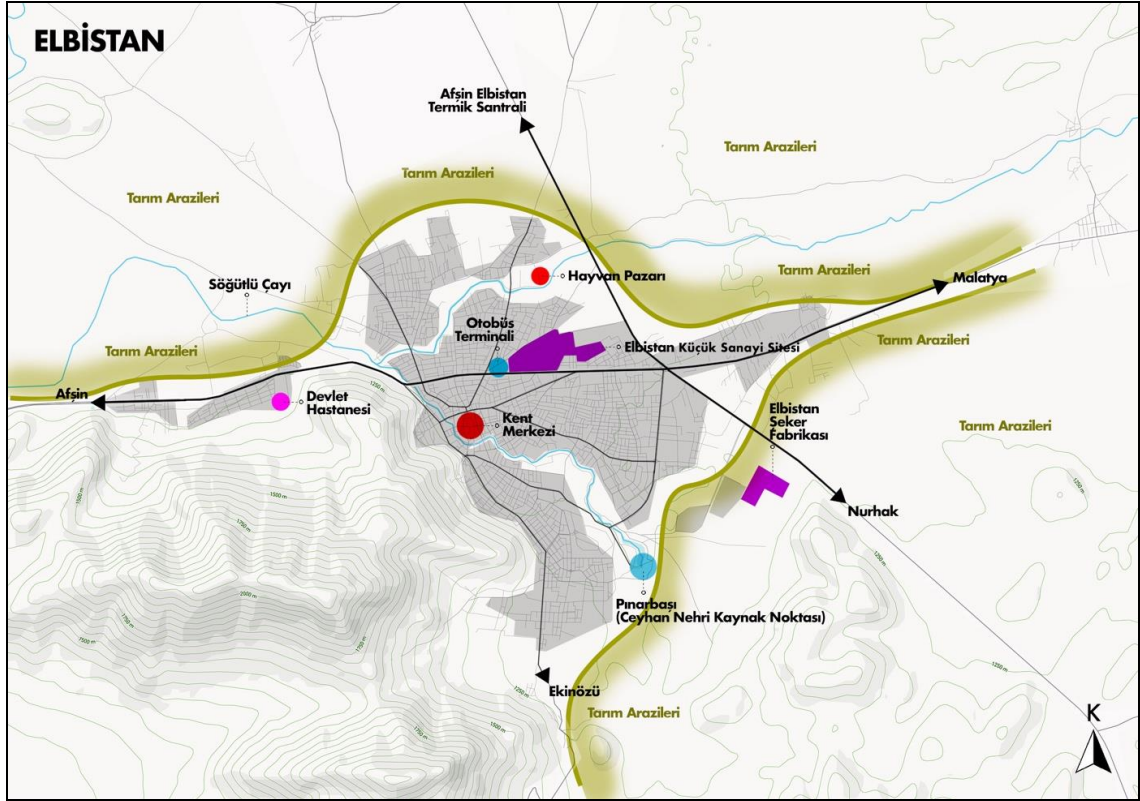
Elbistan kent merkezi sınırları içerisinde kentin önemli su kaynaklarından biri olan Ceyhan Nehrini besleyen Pınarbaşı su kaynağı bulunmaktadır.



Şekil 3.12.Elbistan ilçesi kent merkezi uydu görüntüsü(Google Eath,2021)



Şekil 3.13.Elbistan ilçe merkezi 14 mahalle(Elbistan Belediyesi,2021)



Şekil 3.14.Elbistan ilçesi merkez yerleşimi(Elbistan Belediyesi,2021)

Kentin en kuzeyindeki ve pilot çalışma alanı olarak belirlediğimiz Bahçelievler, Esentepe ve Tepebaşı mahalleleri kırsal niteliğe sahip, düzensiz, 1-2 nadiren 3 katlı konut alanlarından oluşmaktadır.

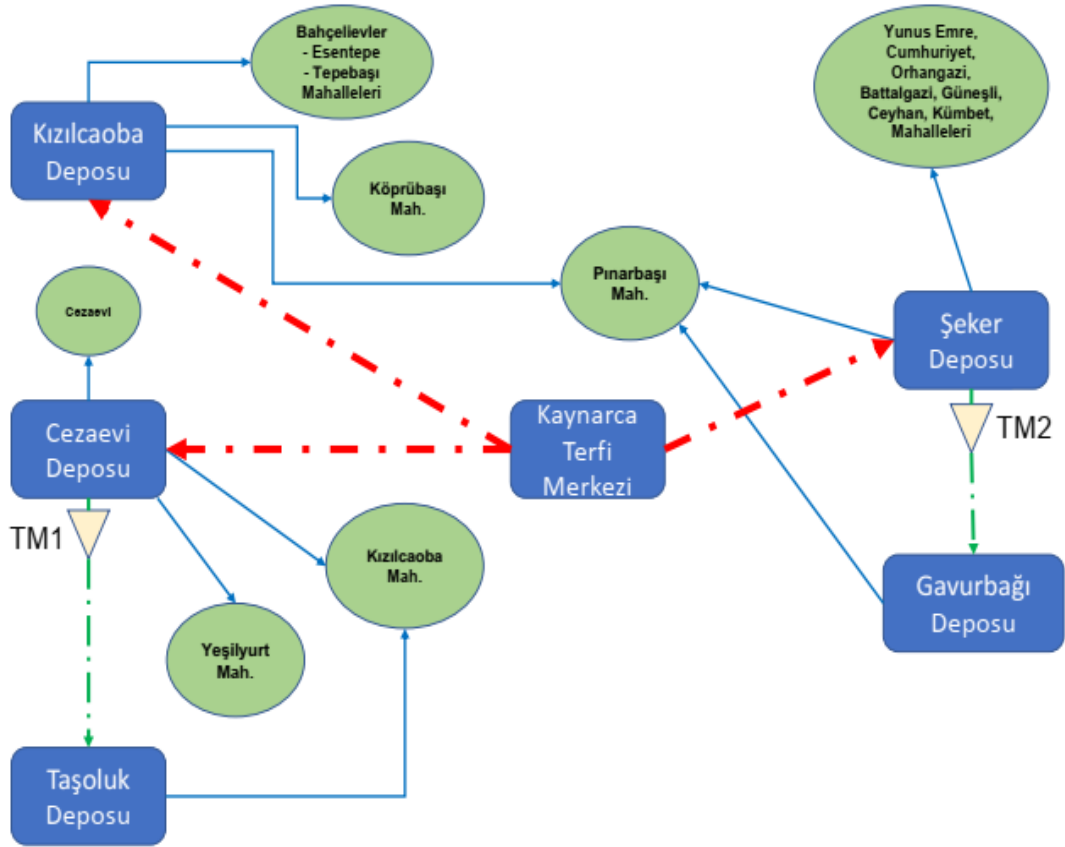
Kent merkezinin doğusunda ve güneyinde yer alan düzenli konut gelişim alanları ise çok katlı apartman bloklarından oluşmaktadır.

3.3.2 Elbistan ilçe merkezi su temin ve dağıtım sistemi

Elbistan ilçe merkezi içme suyu ihtiyacının ana kaynağı Ceyhan nehrinin başlangıç noktasına yakın bir noktada bulunan olan Kaynarca Kaynağıdır. Kaynaktan keson kuyu yapıları ile alınan sular, ana pompa istasyonundaki 4 pompa grubu ile terfili olarak Şeker, Kızılcaoba ve Cezaevi içme suyu şebeke depolarına iletilmektedir.



Şekil 3.15.Elbian ilçe merkezi su iletim sistemi(Google earth,2021 üzerinden düzenlenmiştir)



Şekil 3.16.Elbian ilçe merkezi su dağıtım sistemi(KASKİ,2021)

Elbistan ilçesi merkezi su temin ve dağıtım sistemi şu unsurlardan oluşmaktadır:

- Kaynarca Terfi Merkezi
- Ana İsale Hatları
- Su Depoları
- Dağıtım Şebekesi
- Vana, yangın musluğu (Armatürler)
- Servis bağlantıları
- Abone Su Depoları
- Su Sayaçları

Çizelge 3.12.Su depoları bilgileri(KASKİ,2021)

DEPO NO	ZK (m.)	KK (m.)	GBK (m.)	HACİM (m3)
DM1 (Şeker Deposu)	1211,00	1210,00	1214,50	4000
DM2(Kızılcaoba Deposu)	1211,00	1210,00	1214,75	5000
DM3 (Cezaevi Deposu)	1267,00	1266,00	1269,50	1000
DM4 (Taşoluk Deposu)	1347,00	1346,00	1349,50	300
DM7(Gavurbağı Deposu)	1338,00	1337,00	1340,50	100
Toplam Hacim				10400

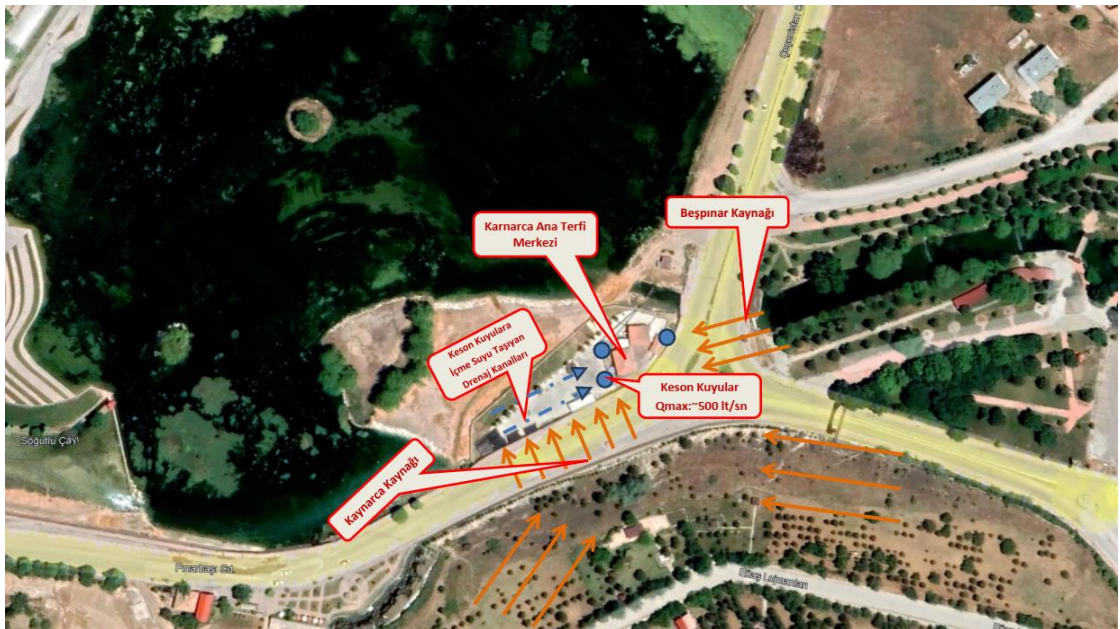
Çizelge 3.13.Mevcut terfi merkezleri karakteristikleri(KASKİ,2021)

TM-ANA (Kaynarca Kaynağı TM)	Terfi Sayısı	Debi (l/s)	Hm (m)	Nm (kw)	Açıklama
DM1 (Şeker Grubu)	4 + 0	40	98	75	DM1 (Şeker) deposuna su iletimi sağlıyor
DM1 (Şeker Grubu)	2 + 0	55	85	75	DM1 (Şeker) deposuna su iletimi sağlıyor
DM2 (Kızılcaoba Grubu)	3 + 1	40	98	75	DM2 (Kızılcaoba) deposuna su iletimi sağlıyor
DM3 (Cezaevi Grubu)	2 + 0	35	163	75	DM3 (Cezaevi) deposuna su iletimi sağlıyor
Cezaevi (TM1)	1 + 1	10,5	98	18,5	DM4 (Taşoluk) deposuna su iletimi sağlıyor
Şeker (TM2)	1 + 1	3,5	131	11	DM7 (Gavurbağı) deposuna su iletimi sağlıyor

Çizelge 3.14.Mevcut terfi hatları özellikleri(KASKİ,2021)

Terfi Hattı Adı	Q (l/s)	L (m)	Boru Çapı Cinsi
Ana T.M Şeker Grubu – Şeker Deposu (DM1)	40x4	2.550	Ø600ÇB + Ø1000 ÇB
Ana T.M Şeker Grubu – Şeker Deposu (DM1)	55x2		
Ana T.M Kızılcaoba Grubu – Kızılcaoba Deposu (DM2)	40x3	3.800	Ø560 HDPE
Ana T.M Cezaevi Grubu – Cezaevi Deposu (DM3)	35x2	2.100	Ø280 - Ø315 HDPE
Cezaevi Deposu (DM3) – Taşoluk Deposu (DM4)	10,5	1.000	Ø150 PVC
Şeker Deposu (DM1) – Gavurbağı Deposu (DM7)	3,5	3.400	Ø150 PVC

Elbistan ilçesinin içme suyu ihtiyacının tamamı Ceyhan Nehrinin başlangıç noktasına yakın Kaynarca kaynağından sağlanmakta olup herhangi bir arıtma yapılmamaktadır. Kaynaktaki terfi merkezinde 24 saat çalışan KASKİ personeli bulunmaktadır. Şehre verilen su ana kaynakta keson kuyularda klorlama yapılarak üç ana depoyu besleyen terfi hatlarından verilmektedir.



Şekil 3.17.Kaynarca terfi merkezi konumu(Google earth,2021 üzerinden düzenlenmiştir)

3.4 Su Kayıpları Tespit ve Önleme Metodolojisi

Bu çalışma kapsamında, Elbistan İlçe Merkezinin su kayıplarının nedenleri, tespitleri ve önleme yöntemlerinin belirlenmesi ile birlikte gelir getirmeyen suyun azaltılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın, vatandaşlara sunulan hizmetin etkinliğinin artmasında, maliyet-fayda analizlerinin doğru değerlendirilerek yatırım önceliklerinin belirlenmesinde fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Su kayıpların tespiti ve önleme çalışmalarında aşağıda belirtildiği şekilde bir metodoloji uygulanmıştır.

- Su kayıp tespit çalışması için iki adet bölge belirlendi: DMA – 1 bölgesi, Tepebaşı Mahallesi ve DMA-2 bölgesi Bahçelievler ve Esentepe Mahalleleri olmak üzere çalışma alanları belirlendi.
- Mevcut durum analizinin yapılması : Elbistan İlçe Merkezinin mevcut içme suyu iletim ve dağıtım sistemine ait veriler elde edildi. Çalışma alanına ait eksik olan alt yapı verileri arazi çalışmaları ile tamamlandı. İçme suyu üretiminde düzenli ve sağlıklı debi ölçümleri yapılmadığı için su iletim hatları üzerinde ultrasonic portatif debimetre ile ölçümler yapılarak su üretim verileri elde edildi.
- Elbistan İlçe Merkezi abone ve tahakkuk verileri analiz edildi.
- Uluslararası Su Birliği (IWA) nın belirlediği tanıma göre su temin sisteminin güncel Su Dengesi hazırlandı.
- DMA-1 ve DMA-2 bölge sınırları ve step test bölgeleri belirlendi. Bu süreçte DMA giriş noktalarına ultrasonic portatif debimetre ve manometre takılarak 30 günlük debi ve basınç kaydı alındı.
- Su kayıp tespitine ait veriler analiz edilerek raporlandı.
- Elbistan İlçe Merkezi için gelir getirmeyen suyun azaltılması için öneriler hazırlandı.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmaların başlangıcında Elbistan su üretiminin ölçülmediği bilgisi alınmış olup, Kaynarca kaynağından temin edilip şehre verilen suyun debi ölçümünün yapılmadığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında bazı depo giriş ve/veya çıkış hatlarında debimetrelerin mevcut olduğu tespit edilip debi metreler aktif hale getirilmiştir



Şekil 4.1.Kaynarca terfi merkezi

Terfi merkezinde görevli personeller tarafından depolara giden ana isale hattından saatlik bakiye klor ölçümü yapılmaktadır. Klorlama işleminin çevrim içi izlemesi yoktur. Yapılan ölçümler saatlik olarak manuel kaydedilmektedir.

	T.C. KAHRAMANMARAŞ İL VE KANALİZASYON BİRLİKLERİN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ İL ÇE HİZMETLERİ BAĞRİSİ BAĖKANLIđI ELBİSTAN SURE MÜDÜRLÜĞİ	Kod : No: LAB FBM-03 Revizyon : 02 Yayın Tarihi: 01.01.2021 Sayfa No: 1 / 1				
KİLO GRAM FORMU				Tarih: 04032021		
SAAAT	KONTROL NOKTASI (0,2 -0,5 PPM)				KONTROL EDEN	
	VATAV	SEKER	CEZAYI	KIZILCAOBA	ADESOYADI	İMZA
08:00	0.3	0.3	0.5	0.3	GURMEZ DOGAN	[Signature]
08:30	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
09:00	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
09:30	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
10:00	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
10:30	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
11:00	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
11:30	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
12:00	0.3	0.3	0.3	0.3	#	[Signature]
12:30						
13:00						
13:30						
14:00						
14:30						
15:00						
15:30						
16:00						
17:00						
18:00						
19:00						
20:00						
21:00						
22:00						
23:00						
00:00						
01:00						
02:00						
03:00						
04:00						
05:00						
06:00						
07:00						
ELBİSTAN MAHALLE KİLO GRAMCI LARI						
MERKEZ DEPO BÖLGESİ	0.3	[Signature]	0.3	0.3	DEKUT SATIŖ GÖREVLİ	
FATMAÇI DEPO BÖLGESİ	0.3	[Signature]	0.3	0.3	ELBİSTAN KİLO GRAMCISI	
EYLÄN DEPO BÖLGESİ	0.3	[Signature]	0.3	0.3	DARICA DEPO	
BULACIKTA DEPO BÖLGESİ	0.3	[Signature]	0.3	0.3		

Şekil 4.2.Saatlik klor ölçüm listesi

Toplam beş depodan beslenen Elbistan merkez 14 mahallesi dağıtım şebekesi depo besleme alanlarına ayrılmıştır. Her bir deponun beslediği alandan günlük olarak numune alınacak lokasyonlar belirlenmiş olup, belirlenen adreslerden günlük olarak alınan numunelerin Elbistan Kaynarca kaynağı terfi merkezindeki Kaski laboratuvarında gerekli tahlilleri yapılmaktadır. Kaski tarafından yapılan tahlil sonuçları Kaski internet sayfasında yayınlanmaktadır. Aynı zamanda belirlenen periyotlarda Elbistan İlçe Sağlık Müdürlüğü personeli tarafından da numuneler alınarak Kahramanmaraş İl Sağlık Müdürlüğüne numunelerin analizleri yapılmaktadır. Yapılan analiz sonuçları Kaski ilgili personelinin de erişim sağlayabildiği Sağlık Bakanlığı Kahramanmaraş İl Sağlık Müdürlüğü internet sayfasında yayınlanmaktadır.

Terfi merkezi içinde mevcut olan izleme sistemiyle depo ve keson kuyu su seviyeleri izlenmektedir. Cezaevi ve Taşoluk su deposu arasındaki otomasyon ile de Cezaevi Su Deposu içerisindeki pompa otomatik olarak çalıştırılmaktadır.

ID	Dev	INT	1	2	3	4	5	6
D0000	ŞEKER							
D0001	TAŞOLUK							
D0002	ÇEZAYİ							
D0003	KIZILCAOĞA							
D0004	YOL KENARI							
D0005	SÜ KENARI							
D0006								
D0007								
D0008								
D0009								
D0010								
D0011								
D0012								
D0013								
D0014								
D0015								
D0016								
D0017								

Error code was received from CPU.
Error code was received from CPU.
Error code was received from CPU.

Found

Şekil 4.3.İzleme Sistemi

Elbistan mevcut içme suyu dağıtım şebekesi 1956-1957, 1984-1987 ve 2009 yıllarında inşa edilmiştir. 1987 yılına kadar inşa edilen şebeke hatları Ø65mm-Ø500mm çaplarında AÇB ve PVC borulardır. 2009 yılında döşenen şebeke hatları Ø90mm- Ø300 mm arası PVC borulardır. Ø300mm üzeri ana hatlar Ø630mm çapına kadar HDPE içme suyu borusu olarak döşenmiştir. 2009 yılında döşenen hatların işletme projeleri mevcut olup yaklaşık 80 km uzunluğundadır. 1984 yılında döşenmiş olan boruların da işletme projeleri kısmen mevcuttur. Şebekeler yenilendiği zaman eski şebekeler iptal edilmemiş ve korunmuştur. Bu nedenle aynı sokakta 2,3 hatta 4 şebeke borusu çalışmakta olup hangi abonenin hangi şebeke hattından beslendiğinin tespiti oldukça güçtür. İhtiyaç oldukça Kaski personeli tarafından da bazı sokaklara şebeke hattı döşenmiştir. Bu hatların bilgileri Kaski su şebeke ustalarının dağarcığında olup kayıtlı döküman yoktur. Kaski Elbistan Şube Müdürlüğünde aktif olarak çalışan içme suyu dağıtım sisteminin digital ortamda veya manuel olarak çizilmiş bir paftası yoktur. Çalışma alanı olarak seçilen Tepebaşı, Bahçelievler ve Esentepe mahalleleri içme suyu şebeke bilgilerinin mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü ve CBS Şube Müdürlüğü personelleri ile arazide mevcut şebeke tespit çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 4.4.Elbistan içme suyu dağıtım şebekesi tespit çalışması

Çizelge 4.1.İçmesuyu temin ve dağıtım şebekesinin boru cins ve çaplarına göre dağılımı(40mm-200mm)(KASKİ,2021)

Ømm	40	63	75	80	90	100	110	125	150	175	200
PIK				+		+		+	+	+	+
PVC	+	+	+		+	+	+	+	+		
AÇB						+		+	+	+	+
PE		+	+	+		+					

Çizelge 4.2.İçmesuyu temin ve dağıtım şebekesinin boru cins ve çaplarına göre dağılımı(225mm-630mm) (KASKİ,2021)

Ømm	225	250	280	300	315	350	400		450	500	560	600	630
PIK		+											
PVC	+		+		+								
AÇB		+		+		+	+		+	+			
PE									+	+	+	+	+

Elbistan içme suyu dağıtım şebekesi boru cins ve çaplarına göre dağılımı yukarıdaki çizelgede verilmiştir. Ancak boru cins ve çaplarına göre metraj bilgisi Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü personeline de bilinmemektedir.. Elbistan fizibilite raporundan alınan aşağıdaki çizelgede boru çaplarına göre metrajlar yer almaktadır.

Çizelge 4.3.Mevcut içmesuyu şebeke boruları(KASKİ,2021)

Çap (mm)	PIK (mt)	PVC (mt)	PE (mt)	AÇB (mt)	Çelik (mt)	Toplam Uzunluk (mt)
63		5300				5300

80	3500	180000				183500
100	5480	198000		500		203980
125	1200			13050		14250
140		10000				10000
150				5650		5650
160		8000				8000
175				1850		1850
200	300			2600		2900
225		6000				6000
250				4400		4400
280		5300	2100			7400
300				600		600
315		5300				5300
350				600		600
400			1160			1160
450			3000	280		3280
500			250	300		550
560			960			960
600					1800	1800
630			4550			4550
1000					3600	3600
Tüm Çaplar	10480	417900	12020	35130	5400	475630

Kaynarca ana terfi merkezinden Kızılcaoba su deposuna iletilen su, Ø560mm çapında HDPE boru ile iletilmekte olup, terfi merkezinde debimetre bulunmamaktadır. Kızılcaoba su deposu giriş ve çıkış hatlarında elektro manyetik debimetreler bulunmaktadır. Giriş hattındaki debimetrenin sağlıklı çalışmadığı tespit edilmiştir. Ø630 mm çapındaki HDPE çıkış borusu üzerindeki debimetreden çalışmanın başlangıcında debi verisi alınmış olup; 15.04.-19.05.2021 tarih aralığında yapılan okumalarda ortalama debi 104.86 l/s olarak tespit edilmiştir. Ekim ayı içerisinde debi ölçümünü yenilemek talebi için Elbistan Şube Müdürlüğü ile görüşüldüğünde debimetrenin arızalı olduğu bilgisi alınmıştır. Kızılcaoba su deposunun ikinci çıkış hattı depo çıkışı yaklaşık 20 mt Ø400 mm çapında HDPE boru, sonrasında Ø450 mm çapında HDPE boru olan hattır. Hat, çalışma alanı olarak seçilen Tepebaşı, Bahçelievler ve Esentepe mahallelerini beslemekte olup daha önce debi ölçümü yapılmamıştır. Çalışma kapsamında Söğütlü Köprüsü altında 25.05.2021 tarihinde ultrasonic portatif debimetre ile yapılan ölçümde 60.228 l/s - 63.384 l/s aralığında anlık ölçüm alınmıştır. 26.05.2021 tarihinde depo çıkışında Ø 400 mm çapında HDPE boru üzerinde yapılan ölçümde 56.370 l/s debi ölçülmüştür.



Şekil 4.5.Söğütlü köprüsü ultrasonic portatif debimetre ile debi ölçümü



Şekil 4.6.Kızılcaoba deposu ultrasonic portatif debimetre ile debi ölçümü

Kaynarca kaynağından Şeker Su Deposuna iletilen su $\varnothing 600\text{mm}$ çapında çelik boru ile iletilmekte olup, ana terfi merkezinde debimetre bulunmamaktadır. Şeker su

deposu giriş hattı üzerindeki debimetre de arızalıdır. Şeker su deposunun İki adet çıkış hattı vardır. Ø600 mm çapındaki çelik çıkış borusu üzerinde debimetre mevcut olup 15.04-19.05.2021 tarih aralığında yapılan okumalarda ortalama debi 288.88 l/s olarak tespit edilmiştir. Pompa ile beslenen ve Gavur bağları(Türk bağları) Su Deposunu besleyen Ø160 mm çapındaki HDPE boru üzerinde ölçüm cihazı yoktur. İçme suyu debisinin pompa verilerine göre 2-3 l/s olduğu tahmin edilmektedir.

Kaynarca kaynağından Cezaevi su deposuna iki adet iletim hattı vardır. İletim hatlarından Ø280mm çapındaki HDPE boru üzerinde pompa istasyonu içerisinde debimetre mevcut olup debimetre verisi düzenli olarak izlenmemektedir. Ø315 mm çapındaki HDPE boru üzerinde debi ölçüm cihazı yoktur. Hattı besleyen pompaların kapasitelerinin aynı olması sebebiyle debinin de aynı olduğu tahmin edilmektedir.



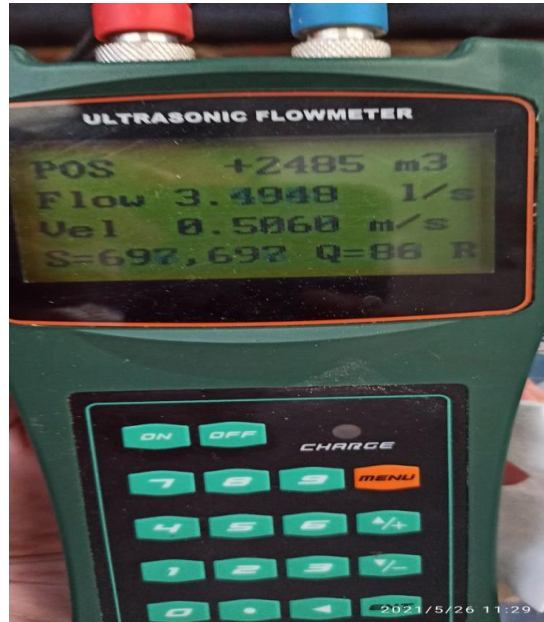
Şekil 4.7.Cezaevi deposu elektro manyetik debimetre

Cezaevi su deposunun üç adet çıkışı vardır. Şebekeyi besleyen manevra odasındaki Ø300 mm çelik boru sonrasında Ø300 mm pvc olarak devam eden hat üzerinde debimetre mevcut olup ilk yapılan okumada ortalama debi 43.87 lt/sn olarak tespit edilmiştir. Daha sonra debimetrenin arızalanması sonucunda 26.05.2021 tarihinde ultrasonic portatif debimetre ile ölçüm yapılmış, anlık debi 46.063 lt/sn olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.8.Cezaevi depo şebeke çıkış debisi

Cezaevi su deposundan cezaevini besleyen Ø100 mm çapındaki çelik boru üzerinden ultrasonic portatif debimetre ile yapılan ölçümde anlık debi 3.4948 lt/sn olarak ölçülmüştür. Pompa ile Taşoluk deposunu besleyen Ø 160 mm çapındaki pvc hat üzerinden ölçüm alınamamıştır. Taşoluk deposunun girişi ve çıkışında debimetre mevcut olup debimetrelerin ikisi de arızalıdır. Debi pompa karakteristiklerinden 10,5 lt/sn olarak tahmin edilmekte olup Elbistan Kaski personeline pompanın günde 10 saat çalıştığı beyan edilmiştir.



Şekil 4.9.Cezaevi deposu cezaevi hattı anlık debi



Şekil 4.10.Cezaevi su deposu manevra odası

Yapılan çalışmalarda su depolarının manevra odalarının çok kötü durumda olduğu Cezaevi Su Deposunun içinde su birikintisi olduğu görülmüştür. Acilen bakımlarının yapılması, arızalı ekipmanların onarılması ve su kayıplarının önlenmesi gerekmektedir.

4.1 Su Sayaçları

Soğuk Su Sayaçları;

Kullanım Yerlerine Göre: Ev tipi, sanayi tipi su sayaçları;

Ödeme Şekline Göre: Mekanik ve ön ödemeli elektronik kartlı su sayaçları;

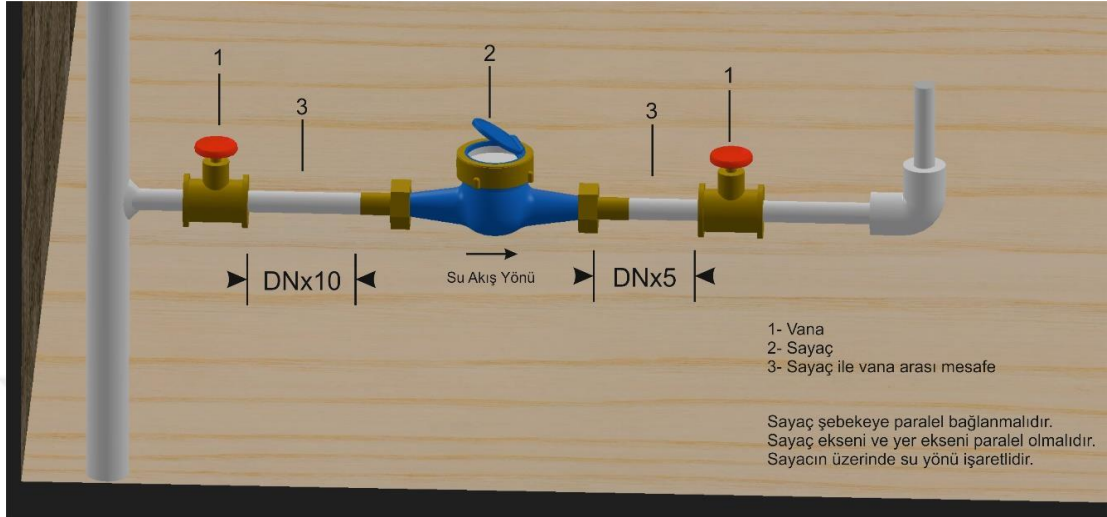
Okuma Sistemine Göre: Gözle okuma, radyo frekansı ile okuma ve CPRS ile okuma;

Tipine Göre: Kuru su sayaçları, yaş su sayaçları;

Ölçme Metoduna Göre: Hız esaslı (tek huzmeli / çok huzmeli), hacim (volümetrik) esaslı, woltman, kombine, ultrasonik ve elektromanyetik su sayaçları.;

Ölçme Hassasiyetine Göre: A, B, C clas ve R80, R160,...R400 su sayaçları, (Son

düzenleme ile 29/10/2016 tarihi sonrası R100 altında ölçüm hassasiyeti kaldırılmıştır.)
Bağlantı Çapına Göre :DN15, DN20, DN25, DN40, DN50, DN65, DN80, DN100,
DN125, DN150, DN200



Şekil 4.11.Hız esaslı su sayacı bağlantı resmi

Yatay bağlanmak üzere tasarlanan sayaçlar örneğin düşey veya açılı monte edilirse ve hemen girişlerinde dirsek veya başka teçhizat mevcutsa yeterli performans göstermezler. Sayacın yanlış montaj pozisyonu hareketli parçalarda sürtünmeyi artırarak ölçme hatalarına yol açacaktır.

- 70°'lik bir açı ile bağlanan B sınıfı sayaç % 9 ;
- 80°'lik bir açı ile bağlanan B sınıfı sayaç % 8 ;
- 60°'lik bir açı ile bağlanan B sınıfı sayaç % 13 eksik kayıt yapabilmektedir.
- Açılı bağlanan hız esaslı bir sayaçta zamanla %65'e varan eksik kayıt yapılabilir.

DNØ50 ve üzeri sayaç montajında sayaç öncesi mutlaka filtre tesis edilmelidir. ultrasonik veya elektromanyetik debimetrenin doğru çalışabilmesi için de öncesinde mutlaka filtre monte edilmeli ve boru hattının dolu olmasına dikkat edilmelidir. Hız esaslı sayaçlar tesisata bağlanırken sayaç giriş kısmında sayaç çapının 10 katı kadar, çıkış kısmında sayaç çapının 5 katı kadar düz boru bulunmalıdır. Volumetrik sayaçlarda ise böyle bir zorunluluk yoktur. Volümetrik sayaçlarda sayacın içi her zaman suyla dolu olmalıdır. Su sayaçları uzun yıllar ağır koşullar altında çalışmak üzere tasarlanmıştır, ancak hareketli parçaların aşınması kaçınılmaz olarak abone sayacının

kullanımla bozulmasına yol açacaktır. Su sayaçları önemli ölçüde askıdaki maddeler ve tortulaşmalardan etkilenmektedir. Hız esaslı sayaçlarda etki, belirgin şekilde sayacın yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Askıdaki maddeler ve tortular orta ve yüksek debilerde tüketimin fazla kaydedilmesine, düşük debilerdeyse tüketimin eksik kaydedilmesine yol açar. Sayacın tipik debi aralığı, tesisattaki debi şartları ile ve suyun akış yönü/yönleri ile uyumlu olmalıdır, tesisattaki besleme basıncı, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, su kalitesi sayacın ve bağlantı elemanlarının yerleştirileceği tesisatta bu maksatla ayrılmış yerin büyüklüğü ve boru hattının bağlantı ölçüleri önem arz etmektedir. Türbülanslı akım hız esaslı sayaçlara giren suyun hız profilindeki bozukluklar sayacın ölçüm hassasiyetini etkileyebilir. Hemen giriş ve çıkışlarında vana dirsek veya boru çaplarında değişimler olması hız esaslı sayaçların hatalı ölçüm yapmasına sebep olabilmektedir.



Şekil 4.12. Volümetrik sayaçların tesisata bağlantı şekilleri

Elbistan ilçesinde abone sayaçlarının önemli bir kısmı A Klas, kuru tip, çok hüzmeli sayaçlardır. Su sayaçları vatandaş tarafından alınmaktadır. KASKİ'nin personel yetersizliği nedeniyle vatandaş özel bir tesisatçıya sayaç montajını kendi uygun gördüğü yere yaptırmaktadır. Montajı yapılan sayacın fotoğrafı su tahakkuk servisine getirildikten sonra KASKİ Elbistan Şube Müdürlüğü personeli tarafından abonelik işlemleri yapılmaktadır. Kurum tarafından aboneye inşaat aşamasında sayaç yeri tarifi

yapılmadığından abone sayacı kendi istediği yere monte etmekte olup sayaç yerlerinde hiçbir standart gözetilmemektedir. Sayaç yerlerini vatandaş belirlediği için özellikle müstakil evlerde yeri uygun olmayan sayaç montajlarına sıklıkla rastlanmaktadır. Sayaçlar ev içinde tuvalet, banyo, ahır, kiler gibi yerlerde olabilmektedir. Kurum tarafından denetim yapılmadığından sayaç montaj usullerine dikkat edilmediği görülmektedir. Sayaçların okuma aşamasında sayaç okuma memurları oldukça güçlük yaşamakta ve zaman kaybı yaşadıklarından performansları olumsuz etkilenmektedir.



Şekil 4.13.Kötü sayaç yerleri resimleri



Şekil 4.14.Uygun sayaç yerleri resimleri

Yukarıdaki resimlerde yerleri sağlık açısından da risk oluşturabilecek sayaç yeri resimleri ve sayaç yeri uygun olan resimler yer almakta olup her iki resimde de sayaç montaj usullerine uyulmadığı görülmektedir. Açılı konumda olan sayaçların çok kısa sürede hassasiyetlerini kaybedeceği ve eksik tahakkuka sebebiyet vereceği bilinmektedir.

4.2 Elbistan İlçe Merkezi 2021 Yılı Su Dengesi (9 Aylık)

2021 yılı su dengesi oluşturmak için, verileri aşağıdaki şekilde tanımlamak gerekir:

- Sistem girdisi/ Üretilen su
- İzinli Tüketim
- Ölçülüp faturalandırılan
- Ölçülüp faturalandırılmayan
- Ölçülmeyip faturalandırılan
- Ölçülmeyip faturalandırılmayan
- İzinsiz Tüketim
- Abone sayaçlarının hassasiyeti
- Sistematik veri işleme hataları

Giriş verisi doğruluğunun güvenilirliği su dengesi bileşenlerinin her birinin sınıflandırılması ile ilgilidir. Elbistan kaçak tespit çalışmasında su üretiminin

ölçülmediği tespit edilmiştir. Kaynarca kaynağında sadece Cezaevi deposu Ø280mm çapındaki terfi hattı üzerinde debimetre vardır. Ancak debi kaydı alınmamaktadır. Şeker içme suyu deposunun Ø600 mm çapındaki çelik çıkış borusu üzerinde elektro manyetik debimetre mevcut olup 15.04-19.05.2021 tarih aralığında yapılan okumalarda ortalama debi 288.88 l/s olarak tespit edilmiştir. Pompa ile beslenen ve Gavur bağları(Türk bağları) Su Deposunu besleyen Ø160 mm çapındaki HDPE boru üzerinde ölçüm cihazı yoktur. İçme suyu debisinin 2-3 l/s olduğu tahmin edilmektedir. Kızılcaoba su deposu Ø630 mm çapındaki HDPE çıkış borusu üzerindeki debimetreden çalışmanın başlangıcında debi verisi alınmış olup; 15.04.-19.05.2021 tarih aralığında yapılan okumalarda ortalama debi 104.86 l/s olarak tespit edilmiştir. Ekim ayı içerisinde debi ölçümünü yenilemek talebi için Elbistan Su İşleri Müdürlüğü ile görüşüldüğünde debimetrenin arızalı olduğu bilgisi alınmıştır. Kızılca oba su deposunun ikinci çıkış hattı depo çıkışı yaklaşık 20 m Ø400 mm çapında HDPE boru, sonrasında Ø450 mm çapında HDPE boru olan hattır. Hat, çalışma alanı olarak seçilen Tepebaşı, Bahçelievler ve Esentepe mahallelerini beslemekte olup daha önce debi ölçümü yapılmamıştır. Çalışma kapsamında Söğütlü Köprüsü altında 25.05.2021 tarihinde ultrasonic portatif debimetre ile yapılan ölçümde 60.228 l/s - 63.384 l/s aralığında anlık ölçüm alınmıştır. 26.05.2021 tarihinde depo çıkışında Ø 400 mm çapında HDPE boru üzerinde yapılan ölçümde 56.370 l/s debi ölçülmüştür. Cezaevi su deposunun üç adet çıkışı vardır. Şebekeyi besleyen manevra odasındaki Ø300 mm çelik boru sonrasında Ø300 mm pvc olarak devam eden hat üzerinde debimetre mevcut olup ilk yapılan okumada ortalama debi 43.87 l/s olarak tespit edilmiştir. Daha sonra debimetrenin arızalanması sonucunda 26.05.2021 tarihinde ultrasonic portatif debimetre ile ölçüm yapılmış, anlık debi 46.063 l/s olarak ölçülmüştür. Cezaevi su deposundan cezaevini besleyen Ø100 mm çapındaki çelik boru üzerinden ultrasonic portatif debimetre ile yapılan ölçümde anlık debi 3.4948 l/s olarak ölçülmüştür. Pompa ile Taşoluk deposunu besleyen Ø 160 mm çapındaki pvc hat üzerinden ölçüm alınamamıştır. Elbistan Şube Müdürlüğü personelinin alınan bilgiye göre Taşoluk deposuna su basan pompanın debisi 38 m³/saat, 10,556 l/s dir.

Çizelge 4.4.Elbistan ilçe merkezi su üretimi

	Debi l/s	Debi m ³ /gün	Debi m ³ /9ay
--	----------	--------------------------	--------------------------

Şeker Su Deposu	288,88	24959,23	6813870
Kızılcaoba Su Deposu	104,86	9059,90	2473354
Kızılcaoba Su Deposu (Bahçelievler, Esentepe, Tepebaşı)	60,23	5203,70	1420610
Cezaevi Su Deposu	46,06	3979,84	1086497
Cezaevi	3,49	301,95	82433
Taşoluk Su Deposu	4,40	380,16	103784
Gavurbağı Su Deposu	3,00	259,20	70762
Toplam	510,93	44.143,99	12.051.309

Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü tahakkuk birimi, Tahakkuk Şefi, Elbistan merkez 14 mahalleden sorumlu 8 sayaç okuma personeli ve köylerden sorumlu 3 sayaç okuma personeli olmak üzere toplam 12 personelden oluşmaktadır. Aylık periyotlarda sayaç okuma işlemi yapılmaktadır. Çalışmanın düzenlendiği tarihte Eylül ayı okuması tamamlandığından 2021 yılı 9 aylık tahakkuk verileri alınmıştır.

Çizelge 4.5.2021 yılı 9 aylık su tahakkuk bilgileri(KASKİ,2021)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Mesken	355528	323238	358517	352849	366940
Ticarethane	19204	33104	33372	22018	19213
Resmi Daire	2006	18260	11036	11095	14160
Toplam	376738	374602	402925	385962	400313

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	01-09/2021
Mesken	386795	394396	453958	420261	3412482

Ticarethane	30452	33145	40156	33004	263668
Resmi Daire	16192	20309	15085	13717	121860
Toplam	433439	447850	509199	466982	3798010

Çizelge 4.6.Elbistan ilçesi türlerine göre abone dağılımı (01.09.2021 itibari ile)(KASKİ,2021)

Abone Tipi	Adedi
1. Grup İşyeri	4555
2. Grup İşyeri	11
Bahçe	8
Geçici İndirimli Abone	18
Geçici Küçük İşyeri	1
Geçici Mesken	4284
İbadethane(BDLSZ)	1
İndirimli Abone	710
İndirimli Konut İnşaat	68
İnşaat	375
İşyeri İnşaat	71
İşyeri KSUB	2
Konut İnşaat	3406
Mesken	30204
Mesken Grup	1
Mesken Ön Ödemeli	7
Park Bahçe Orta Refüj	3
Resmi Daire	128
Resmi Daire KSUB	2
Yeni Oluşan Mesken	25
Toplam Abone Sayısı	43880

Yukarıdaki tabloda Elbistan İlçe Merkezinin abone tiplerine göre 2021 yılı toplam abone sayısı dağılımı yer almaktadır. Elbistan ilçesinde resmi abonelerin tamamında su sayacı mevcuttur. Toplam 20 adet abone tipi mevcut olup abone tiplerinin:

- Mesken (Eysel Hane)
- Ticari (Ticarethane)
- Resmi Daire

olarak gruplandırılmasının, değerlendirme yapılabilmesi açısından daha uygun olacağına karar verilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan çalışmalarda DMA-1 bölgesi

Tepebaşı mahallesinde belirlenen cami, kuran kursu ve mezarlıklara toplam 11 adet sayaç montajı yapılmıştır.

Çizelge 4.7.Abone tipine göre abone dağılımı(01.09.2021 itibari ile)

Abone Tipi	Adedi
Mesken	38731
Ticari	5015
Resmi Daire	134
Toplam	43880

Çizelge 4.8.2021 yılı mesken abonelerinin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)

MESKEN							
9 AYLIK m3	AYLIK (m3)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m3)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	9 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	5854	15,11	0,00			
0-90	0-10	15748	825926	5,83	52,45	40,66	24,20
91-180	10-20	13788	1740239	14,02	126,21	35,60	51,00
181-450	20-50	3198	745848	25,91	233,22	8,26	21,86
451+	51+	143	100469	78,06	702,58	0,37	2,94
TOPLAM		38731	3412482	9,79	88,11	100	100

Çizelge 4.9.2021 yılı ticari abonelerin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)

TİCARİ							
9 AYLIK m3	AYLIK (m3)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m3)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	9 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	1748	34,86	0,00			
0-90	0-10	2687	76426	3,16	28,44	53,58	44,01
91-180	10-20	351	44192	13,99	125,90	7,00	25,45
181-450	20-50	161	43015	29,69	267,17	3,21	24,77
451+	51+	68	10035	16,40	147,57	1,36	5,78
TOPLAM		5015	173668	3,85	34,63	100	100

Çizelge 4.10.2021 yılı resmi daire abonelerinin 9 aylık tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)

RESMİ DAİRE							
9 AYLIK m3	AYLIK (m3)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m3)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	9 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m3)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	38	28,36	0,00			
0-90	0-10	14	624	4,95	44,57	10,45	0,51
91-180	10-20	9	1210	14,94	134,44	6,72	0,99
181-450	20-50	25	6948	30,88	277,92	18,66	5,70
451+	51+	48	113078	261,75	2355,79	35,82	92,79
TOPLAM		134	121860	101,04	909,40	100	100

Elbistan ilçesinin su dengesi hesabında ölçülüp faturalandırılmayan grubunda yer alması gereken toplam 58 caminin sadece bir tanesinde Tepebaşı mahallesi Nur Camiinde sayaç mevcut olup su aboneliği olduğu tespit edilmiştir. Caminin 2021 yılı 9 aylık süreçte Nisan ayında 30 m³, Mayıs 18 m³, Haziran ayında 5m³ tüketimi mevcuttur. Diğer 6 ay 0 m³ tüketim göstermiş olup 9 aylık süreçte aylık ortalama 5,89 m³ su tüketmiştir. Çalışma kapsamında DMA-1 Tepebaşı mahallesinde cami, medrese gibi ibadethane ve mezarlıklara sayaç takılması istenmiştir. Çalışma kapsamında toplam 1 tanesi abone olan 5 caminin 4 tanesine su sayacı takılmış olup İbadethanelerin abone yapılması için Elbistan ilçe müftülüğü ile görüşülmüş 12.10.2021 tarihinde abonelik işlemleri tamamlanmıştır. Ancak bu süreçte sayaçlar okunarak tahakkuk belirleme çalışması yapılmıştır. Tepebaşı Büyük mezarlığın 3 girişinden 2 tanesine sayaç takılmıştır. Tüketimin tespiti için 3. Girişe de sayaç takılmalı ve düzenli olarak izlenmelidir.

Çizelge 4.11.DMA-1 abone yapılan camii ve mezarlık listesi(KASKİ,2021)

Abone İsmi	Mahalle Adı	Cadde/ Sokak adı	Abone No	Sayaç Seri No	Montaj Tarihi	Okuma Tarihi	Endeks	Tahakkuk m ³ /ay
Yarbaşı Cami	Tepebaşı	Kesmez	758476	7283606	12.08.2021	13.10.2021	15	7
Nur camii	Tepebaşı	Ziya Sokak	758471	7298506	24.04.2021	13.10.2021	552	96
Bilali Habeşi Camii	Tepebaşı	Ş.Ast.Öm.H.D.	758472	7284517	12.08.2021	13.10.2021	7	3
Tepebaşı Eski Camii	Tepebaşı	Bağdatlı	758473	7299075	12.08.202	13.10.2021	75	36
Tepebaşı Şh. Ayhan Güzel Camii	Tepebaşı	Toprakkale	758474	7296071	12.08.2021	13.10.2021	337	163
Ravza Has Kuran Kursu	Tepebaşı		758478	7379897	13.08.2021	13.10.2021	240	118
Geylani Medrese	Tepebaşı	Harzemşah	758480	7282669	20.08.2021	13.10.2021	38	21
Geylani Medrese	Tepebaşı	Harzemşah	758479	7280322	20.08.2021	13.10.2021	35	19
Tepebaşı Eski Camii	Tepebaşı		758473	7299075	12.08.2021	13.10.2021	75	36
Tepebaşı mezarlığı	Tepebaşı	Bağdatlı	758475	7296322	2.08.2021	13.10.2021	69	33
Büyük Mezarlık	Tepebaşı		758465	7208876	20.08.2021	13.10.2021	145	81
Tepebaşı Büyük Mezarlık 2	Tepebaşı	Toprakkale	758477	7294518	13.08.2021	13.10.2021	154	76

Elbistan ilçesinde toplam 58 adet cami vardır. Tüm camilere sayaç takılması ve ibadethane abone tipine alınarak tahakkuka dahil edilmesi önerilmiştir. Abone yapılan 5 caminin tüketimlerinin aylık min. 3m³, max. 163 m³, ortalama 61 m³ olduğu tespit

edilmiştir. Gelir getirmeyen su hesabında ibadethanelerin tahakkuku ortalama 61 m³/ay olarak alınmıştır. Camiler büyüklük ve camiye gelen kişi açısından benzerlik göstermektedirler. Medrese ve Kuran Kursu abonelerinde de aylık 19 m³,21 m³,118 m³ tahakkuk tespit edilmiştir. Cami ve kursların tüketimleri düzenli izlenmeli, amaç dışı kullanımlar araştırılmalı ve önlenmelidir. Yine aynı bileşen kapsamında Belediye tesislerinin tamamına sayaç takılarak abonelik işlemlerinin tamamlanması ve ayrı bir abone tipine alınarak tahakkuka dahil edilmesi önerilmiştir.

4.2.1 Su Dengesinin Analizi

Su Dengesi'ni hazırlarken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur:

- Bazı depo giriş ve çıkışlarında ölçümü yapan Siemens marka elektro manyetik debimetrelerin hassasiyeti binde 4 olarak kabul edilebilir. Ancak düzenli ölçüm yapılarak üretim kayıt altına alınmamıştır. Diğer hatlarda ölçüm yapılan portatif ultrasonic debimetrenin hassasiyeti %5 olarak kabul edilmiştir.
- Ölçülmemiş faturalandırılmış su tüketimi yok kabul edilmiştir.
- Ölçülmemiş faturalandırılmamış izinli tüketim, sistem girdisinin % 1.25'i olarak kabul edilmiştir.
- Elbistan ilçesi merkez 14 mahallede dağıtım şebekesindeki kaçak kullanım için 2021 yılı Ocak-Eylül ayları arası 9 aylık dönemde abone kategorisinde 741, kaçak kategorisinde 88 olmak üzere toplam 829 işlem yapılmıştır. Ancak kaçak su kullanımı tespitinde kaçak kullanım için para cezası işlemi uygulandığı, herhangi bir kullanım tespit edilmemektedir. Bu nedenle izinsiz tüketim miktarı yasal olarak azami izin verilen sistem girdisinin % 2'si olarak kabul edilmiştir.
- Abone sayaçları test/kalibrasyon işlemine tabi tutulmamaktadır.
- Sistematik veri işleme hataları ile ilgili kayıt bulunmamaktadır.
- Sayaç ölçüm hataları ölçülmüş ve faturalandırılmış miktarın % 0,25'i olarak kabul edilmiştir.
- Su üretim maliyeti/ su dağıtım sistemi işletme maliyeti 3.5 TL/ (0.4 \$/m³)'tür.

Elbistan ilçesi su ücret tarifesı 2017 yılı ilk 6 ay(1. Dönem) için 2016 yılı 2.dönem tarifesinin % 3,14 oranında güncellenmesi yoluyla belirlenmiştir. 2017 yılı 2.

Dönem 2017 yılı 1. Dönem tarifesinin %6,18 oranında güncellenmesi; 2018 yılı 2017 yılı 2.Dönem tarifesinin %11,92 oranında güncellenmesi; 2019 yılı 5. Ayda 2018 yılı tarifesinin %20,3 oranında güncellenmesi; 2020 yılı 2019 yılı tarifesinin %11,84 oranında güncellenmesi yoluyla belirlenmiştir. 2021 yılı su bedeli Temmuz ayından itibaren her ay güncellenmektedir.

Çizelge 4.12.2021 Ekim Ayı su bedeli(KASKİ,2021)

SU BEDELİ	2,06 ₺
KSUB	0,58 ₺
ÇTV	0,50 ₺
KDV	0,21 ₺
TOPLAM	3,35 ₺

Çizelge 4.13.2021 yılı 9 aylık su üretimi, tahakkuk, kayıp kaçak oranı(KASKİ,2021)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Üretim	1368475	1236042	1368475	1324331	1368475
Tahakkuk	376738	374602	402925	385962	400313
Faturalandırılmayan Su	991737	861440	965550	938369	968162
Kayıp/Kaçak Oranı (%)	72,47	69,69	70,56	70,86	70,75

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	2021 9 Ay
Üretim	1324331	1368475	1368475	1324331	12051408
Tahakkuk	433439	447850	509199	466982	3798010
Faturalandırılmayan Su	890892	920625	859276	857349	8253398
Kayıp/Kaçak Oranı (%)	67,27	67,27	62,79	64,74	68,48

Çizelge 4.14.2021 yılı(9 aylık) için global su dengesi tablosu

SU DENGESİ TABLOSU				
Sisteme Giren Su Miktarı 12.051.309 m ³ /yıl 100%	İzinli Tüketim 3.980.493,36 m ³ /yıl 33,03%	Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi 3.798.010 m ³ /yıl 31,52%	Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım 3.798.010 m ³ /yıl 31,5%	Gelir Getiren Su Miktarı 3.798.010 m ³ /yıl 31,52%
			Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım 0 m ³ /yıl 0,0%	
		Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi 182.483,36 m ³ /yıl 1,51%	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım 31.842 m ³ /yıl 0,26%	Gelir Getirmeyen Su Miktarı 8.253.299,00 m ³ /yıl 68,48%
			Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım 150.641,36 m ³ /yıl 1,25%	
	Su Kayıpları 8.070.815,64 m ³ /yıl 66,97%	İdari Kayıplar 248.622,20 m ³ /yıl 2,1%	İzinsiz Tüketim 241.026,18 m ³ /yıl 2,00%	
			Sayaçlardaki Ölçüm Hataları 7.596,02 m ³ /yıl 0,06%	
		Fiziki Kayıplar 7.822.193,44 m ³ /yıl 64,9%	Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar 0 m ³ /yıl 0,0%	
			Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar 0 m ³ /yıl 0,0%	

Su dengesi hesabı tablosunda belirtildiği gibi gerçek kayıplar için bileşen analizi yapmamaktadır. Gerçek kayıplar için tüm bileşenlere ait tek bir sonuç vermektedir. Verilen bu sonuç tüm bileşenleri içerir, ancak bileşenlerin oranları belirli değildir.

4.2.1.1 Gerçek Kayıplar

Fiziksel / Gerçek kayıpların üç ana bileşeni vardır.

- İletim ve dağıtım borularındaki sızmalar
- Su deposu ve servis bağlantı depolarındaki sızma ve taşmalar
- Servis bağlantısından kullanıcı sayacına ulaşana kadar oluşan sızmalar

Gerçek kayıplar aşağıdaki gibi yapılandırılabilir:

- Bildirilmiş kayıplar –borular ve servis bağlantıları
- Bildirilmemiş kayıplar –borular ve servis bağlantıları
- Arka plandaki kayıplar
- Servis bağlantı depolarındaki taşmalar
- Su depoları ve servis bağlantı depolarındaki sızmalar
- İfrat kayıplar

Bildirilmiş kayıplar aşağıdaki unsurlar baz alınarak hesaplanır.

- Bildirilmiş patlaklardaki akış hızı

Çizelge 4.15.Bildirilmiş ve bildirilmemiş patlaklardaki akış hızı

Patlağın Yeri	Bildirilen patlaklardaki Akış Hızı (l/sa/m)	Bildirilmemiş Patlaklardaki Akış Hızı (l/sa/m)
Ana Borularda	240	120
Servis Bağlantılarında	32	32

- Ortalama ALR (Farkına varma, Lokasyon, Onarma) süresinin hesabı : patlak boru ile ilgili bilgi edinildikten sonra müdahale tamamlanana kadar gerekli

- Farkına Varma: 10-20 dk.

- Ulaşım Süresi: 20-30 dk.

- Su Deşarjı: 10-20 dk.

- Onarma: 45-90 dk

Hesaplama için kabul edilen ortalama sızıntı süresi:

- Ana borular için: 3 saat

- Servis Bağlantıları için: 24 saat

Çizelge 4.16.2021 yılı sızıntı analizi (9 ay) (KASKİ,2021)

Arıza Türü	Ana Boru Arızası	Branşman Arızası	Vana Arızası	Diğer	Toplam Arıza
	140	1270	1	480	1891

- 2021 yılındaki patlak sayısı:
 - Ana borularda: 140 (boru hattı > DN 50 mm)
 - Servis bağlantılarında: 1270 (boru hattı ≤ DN 50 mm)
 - Sistemdeki ortalama basınç: 60 m

Bildirilmiş kayıpların yıllık hacmi:

- Ana borularda:

$$140 \text{ patlak} \times 0,24 \text{ m}^3/\text{sa}/\text{m} \times 3 \text{ sa} \times 60 \text{ m} = 6.048 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}$$
- Servis bağlantılarında:

$$1270 \text{ patlak} \times 0,032 \text{ m}^3/\text{sa}/\text{m} \times 24 \text{ sa} \times 60 \text{ m} = 58.8522 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}$$

Bildirilmiş kayıpların yıllık toplam hacmi: 64.570 m³/9 Ay

Bildirilmemiş kayıplar aşağıdaki unsurlar baz alınarak hesaplanmıştır:

- Bildirilmemiş kayıplar için akış hızı
 - ALR (Farkına varma, Lokasyon, Onarım) süresi
- Hesaplama için kabul edilen ortalama sızıntı süresi:
- Ana borular için: 365 gün
 - Servis bağlantıları için: 365 gün
 - Bildirilmemiş patlaklar için varsayılan rakam (Bildirilmiş patlakların %25'i):
 - Ana borularda: 35 (boru hattı > DN 50 mm)
 - Servis bağlantılarında: 318 (boru hattı ≤ DN 50 mm)
 - Sistemdeki ortalama basınç: 60 m

Bildirilmemiş kayıpların 9 aylık hacmi:

- Ana borularda:

$$35 \text{ patlak} \times 0,12 \text{ m}^3/\text{sa}/\text{m} \times 8 \text{ sa} \times 274 \text{ gün} \times 60 \text{ m} = 552.384 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}$$
- Servis bağlantılarında:

318 patlak x 0,032 m³/sa/m x 8 sa x 274 gün x 60 m = 1.338.348 m³/9 Ay

Bildirilmemiş kayıpların yıllık toplam hacmi: **1.890.732 m³/9 Ay**

Arka plandaki kayıplar aşağıdaki unsurlar baz alınarak hesaplanmıştır:

Arka plandaki su kayıpların (UARL) hesabı için Lambert (1994) tarafından geliştirilmiş IWA Su Kaybı Görev Kuvveti formülü uygulanır.

$$\text{UARL (Litre/gün)} = (18 \times L_m + 0,80 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \quad (4.1)$$

L_m : Boru hattı uzunluğu (km)

N_c : Şube yolu bağlantılarının sayısı (adet)

L_p : Dağıtım şebeke hattı ile abone sayacı arasındaki toplam uzunluk (km)

P : Şebekedeki ortalama basınç (metre)

Bu formülün uygulanabilmesi için en az 5000 adet şube yolu bağlantısı, en az 25 m basınç ve en az her km başına 20 adet şube yolu bağlantısı olmalıdır.

- Ana boruların uzunluğu: 475.6 km
- Servis bağlantısı sayısı 25.000
- Servis bağlantılarının uzunluğu: 250 km
- Sistemdeki ortalama basınç: 60 m

Arka plandaki kayıpların yıllık hacmi:

$$\text{UARL} = (18 \times 475,6 \text{ km} + 0,80 \times 25.000 + 25 \times 250 \text{ km}) \times 60 \text{ m}$$

$$\text{UARL} = (8.560,80 + 20.000 + 6.250) \times 60 = 2.088.648 \text{ l/gün}$$

$$\text{UARL} = 62.659,44 \text{ m}^3/\text{ay}$$

Arka plandaki kayıpların yıllık toplam hacmi : **563.935 m³/9 Ay**

Servis Depolarındaki Taşma aşağıdaki unsurlar baz alınarak hesaplanmıştır:

Genel anlamda, binaların su temini aşağıdaki elemanlar ile gerçekleştirilir:

- Servis bağlantısı
- Servis Bağlantı Deposu
- Pompa istasyonu

Servis bağlantılar genellikle maksimum sarfiyatı karşılamak üzere boyutlandırılır. Bu nedenle servis su depolarının çoğunlukla tam dolu olduğu sonucuna varılabilir. Ancak depoların iki zayıf noktası vardır:

- Şamandıra
- Pozisyon / boru hattı taşma düzeyi

Eğer şamandıra kırılırsa, taşkın sürekli olarak faal olacaktır. Buna ek olarak alçak düzeyde taşkın boru hattı kurulursa (şamandıradan daha alçak düzey tamamen kapalı) taşkın yine aktiftir.

Doğrudan kanalizasyon sistemine akan su hacmi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

- Servis su depolarının toplam sayısı: 25.000
- Bozuk şamandıra sayısı (toplamın % 1'i): 250
- Taşkınların akış hızı (l/s): 0,10 (kabul edilen değer)

Servis Bağlantı depolarındaki taşmanın yıllık toplam hacmi:

- $250 \times 0,10 \text{ l/s} \times 86.400 \text{ s/gün} \times 274 \text{ gün} = 591.840 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}$

Su depoları ve servis bağlantı depolarındaki sızıntı aşağıdaki unsurlar baz alınarak hesaplanmıştır:

- Deponun günlük hacminin % 0,1'i (kabul edilmiş değer)
- Su depolarının hacmi 10.400 m^3
- Servis bağlantı depolarının varsayılan hacmi 25.000 m^3
- Su depoları ve servis bağlantı depolarındaki sızıntının yıllık toplam hacmi:

$$0,1\% \times (10.400 \text{ m}^3 + 25.000 \text{ m}^3) \times 274 \text{ gün} = 96.996 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}$$

Bilinmeyen kayıplar aşağıdaki şekilde tanımlanır:

Bilinmeyen Kayıplar= Su Dengesindeki fiziksel kayıp–geçerli fiziksel kayıp bileşenleri

Bilinmeyen kayıplar:

$$8.070.816 \text{ m}^3 - (64.570 + 1.890.732 + 563.935 + 591.840 + 96.996) \text{ m}^3 =$$

$$\underline{4.862.743 \text{ m}^3/9 \text{ Ay}}$$

4.2.1.2 Altyapı Kaçak İndeksi (ILI)

ILI, Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından altyapıdaki gerçek su kayıplarının değerlendirilmesi amacıyla uygulanan pratik bir performans göstergesi olarak ifade

edilebilir. ILI, mevcut sistem basıncı altında altyapı sistemine ait aktif kaçak kontrolü ve malzeme yönetiminin ölçüsünü temsil eden bir performans göstergesidir. ILI, yıllık fiziki kayıpların yıllık kaçınılmayan kayıplara oranı şeklinde hesaplanmaktadır (Farley vd., 2008).

$$ILI = CARL/UARL \quad (4.2)$$

CARL : Güncel toplam fiziksel kayıpların hacmidir.

UARL : Mevcut şebeke basıncında teknik olarak ulaşılabilir en düşük fiziksel kaybın yıllık hacmi (Kaçınılamayan kayıplar)

$$ILI = 8.070.816 / 563.935 = 14,31$$

Çizelge 4.17.Dağıtım sistemleri için ILI sınır değerleri (Farley vd., 2008)

Gelişmekte olan Ülkeler	Gelişmiş Ülkeler	Sınıf	Hesap ILI	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler için Gerçek Kayıp Yönetim Performansının Genel Tanımı
ILI Sınıf Aralığı				
ILI < 4	ILI < 2	A		Daha ileri kayıp azaltımı eksiklikler yok ise ekonomik olmayabilir; uygun maliyetli ilerlemenin belirlenmesi için dikkatli analiz gerekmektedir.
ILI < 8	2 < ILI < 4	B		İşaretli ilerlemeler için potansiyel; basınç yönetimini göz önünde bulundur, daha iyi aktif sızıntı kontrolü pratikleri, ve daha iyi şebeke bakımı.
8 < ILI < 16	4 < ILI < 8	C	14,31	Zayıf sızıntı kaydı; yalnızca su bol ve ucuz ise tolerans gösterilebilir; öyle olsa bile, sızıntının doğasının ve seviyesinin analizi, sızıntı azaltım çalışmalarının yoğunlaştırılması.
ILI > 16	ILI > 8	D		Kaynakların çok verimsiz kullanımı; sızıntı azaltım programları zorunlu ve yüksek öncelikli.

4.2.1.3 Su Dengesi Üzerine Sonuçlar:

- Girdi su / Temin edilen su: 12. 051.309 m³/ 9 Ay
- İzinli Tüketim : 3.798.010 m³/9 Ay
- Su Kayıpları : 8.253.299 m³/9 Ay
- Hesaplanan Gerçek / Fiziksel Kayıplar: 8.070.816 m³/9 Ay
- Hesaplanan Zahiri / İdari Kayıplar: 248.622,20 m³/ 9 Ay

- Hesaplanan Tahsil Edilemeyen Su : Temin edilen / Sistem girdisi su hacminin % 68,48'i

Elbistan ilçesi su üretimi için kısa süreli ölçümler yapılmış olup, ölçüm yapılamayan hatlar için Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü personelleri ile görüşülmüş; personelin deneyimlerine dayanılarak pompa karakteristikleri dikkate alınıp hesaplanmıştır. Elbistan Su Dengesi hesaplama çalışmasında Elbistan su üretim, su tüketim miktarları; nüfus, abone sayısı, üretim ve tahakkuk miktarları dağılımı bilgileri analiz edilmiş ve analiz sonuçları Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü Personelleri ile paylaşılmıştır. Elbistan için daha güvenilir su dengesi tabloları elde edebilmek için öncelikle, su üretiminin tamamı tüm depo, pompa giriş ve çıkışları uygun çapta debi ölçerlerle ölçülüp kayıt altına alınmalıdır. Daha kapsamlı bir çalışma ile yapılan kabullenmelerin uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Çalışma kapsamında sadece DMA-1 Tepebaşı mahallesinde cami ve iki mezarlığa(bir mezarlığın 3 çıkışından sadece iki çıkışına) sayaç takılmış olup Elbistan'da bulunan tüm cami, mezarlık, Kuran kursu, Muhtar evi, yeşil alan, hayratlara su saati takarak tüketimler tahakkuk ettirilmelidir. Abone olmadan sayaçlı/ sayaçsız su kullanan abonelerin tespit edilerek abone yapıp tahakkukların düzenli olarak yapılması sağlanmalıdır. 2022 yılı içerisinde yenilenmesi planlanan içme suyu dağıtım şebekesinin izole sayaç bölge mantığına uygun olarak yenilenmesi; eski şebekenin tamamının iptal edilmesi ve içme suyu dağıtım şebekesi için izleme sisteminin kurulup dinamik olarak işletilmesi ile su dengesi bileşenlerinin önemli bir kısmı ölçülebilir veriler olarak elde edilebileceğinden yapılması gereken kabuller hem azalacak hem de daha güvenilir hale gelecektir.

4.3 Su Kayıpları Tespit Çalışmaları

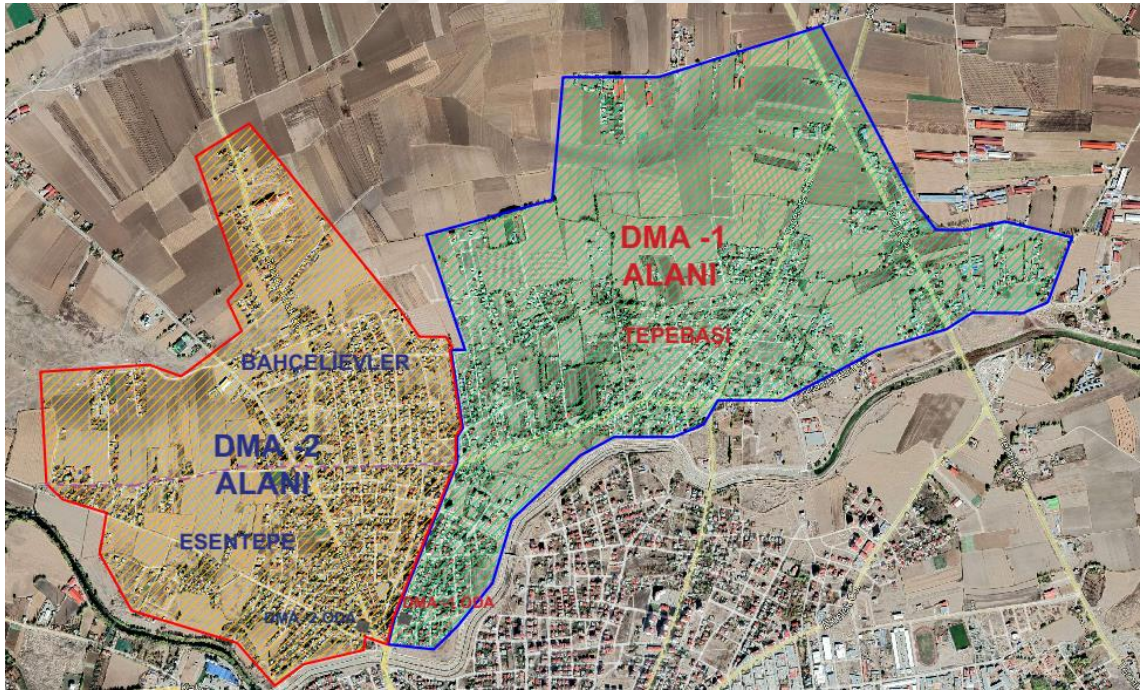
Su kayıpları tespit çalışması yapmak ve gelir getirmeyen su miktarını azaltmak için IWA tarafından önerilen kriterler doğrultusunda Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü personelleri ile birlikte doğal sınırları gereği izole sayılabilecek Tepebaşı mahallesi, Bahçelievler mahallesi ve Esentepe mahallesinden oluşan alan seçilmiştir. Seçilen alanın iki izole sayaç bölgesi olabilecek büyüklükte olması, konumu gereği hidrolik modelleme çalışması sonrasında da kalıcı olarak kullanılabilecek olması; sınır vanaları ile iki izole sayaç bölgesi oluşturulabilmesi nedeniyle çok fazla arazi çalışması

gerektirmeyecek olması önemli olmuştur. İki izole sayaç bölgesi de Kızılcaoba su deposundan beslenmektedir.

4.3.1 İzole Bölge Çalışmaları

4.3.1.1 DMA-1 Bölge Çalışmaları

Seçilmiş olan izole sayaç bölgesinin su giriş noktası Darende Caddesi ile Akıncı Sokak kavşağı Akıncı Sokak içi Ø280 mm çapında PVC boru üzerine ultrasonic debimetre montajı yapılarak teşkil edilmiştir. 01.08-02.09.2021 tarih aralığında debi ve basınç kaydı alınmıştır. İzole sayaç bölgesi Kızılcaoba su deposundan beslenmekte olup Kızılcaoba su deposu 1211 mt kotunda 5000 m³ hacmindedir. İzole sayaç bölgesinde en düşük kot 1132 mt, en yüksek kot ise 1147 mt olarak tespit edilmiştir. İzole sayaç bölgesi debimetre odası 1135 mt. kotuna teşkil edilmiştir.



Şekil 4.15.DMA-1 Haritası(Tepebaşı Mahallesi)



Şekil 4.16.DMA-1 Ultrasonic Portatif Debimetre Montajı

DMA-1 için izole sayaç bölgesi bölge teyidi yapılmıştır. 03.08.2021 tarihinde Darende caddesi üzerinde Akıncı sokaktan sonraki Ø90mm çapındaki pvc boru üzerindeki vana ile Darende Caddesi ile Esentepe Caddesi kavşağının Darende caddesi içindeki vana sınır vanası olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4-18.DMA-1 İçme suyu debisi(01.08.2021-16.08.2021) (KASKİ,2021)

TARİH	1.Ağu	2.Ağu	3.Ağu	4.Ağu	5.Ağu	6.Ağu	7.Ağu	8.Ağu	9.Ağu	10.Ağu	11.Ağu	12.Ağu	13.Ağu	14.Ağu	15.Ağu	16.Ağu
SAAT	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi
00:00		30,17		26,94	30,48		28,26	26,22	25,10	23,15	27,02	22,69		23,94	25,10	24,06
01:00		28,53		24,49	27,10		25,09	24,93	23,04	20,93	24,22	22,34		21,86	22,04	22,85
02:00		26,16		23,67	24,77		24,22	23,09	22,43	20,02	22,98	21,52		20,34	20,59	21,09
03:00		25,20		22,51	23,19		22,87	22,66	21,12	19,93	22,37	20,41		20,22	20,21	20,57
04:00		25,66		22,44	23,75		23,16	21,25	20,77	20,58	23,06	20,76		19,44	19,79	20,27
05:00		27,07		22,82	25,15		23,33	22,62	22,34	21,58	23,73	21,51		21,23	20,97	21,59
06:00		27,75		24,10	25,83		23,30	22,74	23,32	20,83	22,26	20,66		21,11	21,78	22,43
07:00		28,45	28,98	26,84	27,08		26,77	24,51	25,60	22,57	24,37	23,20		23,47	22,40	22,77
08:00		32,42	33,87	28,86	30,67		29,07	27,30	27,56	25,76	26,62	26,53		25,62	25,35	26,40
09:00		35,70	34,54		31,99		30,51	30,98	28,53	26,20	27,84	26,33		27,02	30,35	28,16
10:00		36,12	31,86		31,84		33,95	31,48	30,75	27,18	28,99	29,04		28,34	28,06	28,29
11:00		36,52	36,94		32,85		31,60	34,65	32,82	29,76	30,29	30,75	30,36	28,19	30,48	31,02
12:00		36,84	35,56		35,34	32,75	35,29	34,22	30,98	30,19	31,81		32,68	29,77	29,16	30,19
13:00		38,17	38,21		35,28	29,77	32,72	34,44	31,91	30,57	32,51		28,14	32,08	30,61	30,03
14:00		33,71	33,50		31,31	30,28	32,01	34,53	30,36	27,80	30,92		28,47	32,08	29,47	29,26
15:00		34,07	33,33		31,02	31,11	34,03	32,57	30,41	28,93	29,98		29,77	28,31	28,07	28,59
16:00		36,21	5,07		29,62	30,15	31,47	30,38	29,42	30,13	28,90		26,51	27,86	27,04	27,78
17:00		34,74	31,41		30,59	32,67	32,74	31,80	30,37	29,44	32,11		28,59	28,73	28,17	28,96
18:00			32,07			32,30	33,15	32,19	29,15	28,96	30,94		26,40	28,38	30,58	31,73
19:00	39,69		32,84	38,16		32,60	36,13	33,31	28,73	30,13	31,04		29,57	28,94	29,80	32,53
20:00	39,73		35,98	41,84		33,37	34,89	33,07	28,62	31,82	30,27		27,98	29,19	30,53	32,10
21:00	35,05		31,07	34,12		28,94	30,03	29,28	25,84	28,94	26,57		25,21	26,15	28,56	28,17
22:00	34,56		30,20	31,97		28,44	27,55	29,33	25,35	28,53	24,21		24,20	24,86	26,14	25,62
23:00	32,60		28,76	32,35		28,20	28,74	27,80	24,59	27,30	24,43		23,67	24,51	25,45	25,23

Çizelge 4.19.DMA-1 içme suyu debisi(17.08.2021-02.09.2021) (KASKİ,2021)

TARİH	17.Ağu	18.Ağu	19.Ağu	20.Ağu	21.Ağu	22.Ağu	23.Ağu	24.Ağu	25.Ağu	26.Ağu	27.Ağu	28.Ağu	29.Ağu	30.Ağu	31.Ağu	1.Eyl	2.Eyl
SAAT	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi
00:00	23,82	26,10	26,16	26,10	25,70	26,67	26,12	27,09	25,91	26,00	27,35	28,29	27,37	26,94	28,27	25,78	26,29
01:00	22,31	22,94	24,57	22,60	23,50	23,38	24,77	24,19	23,20	24,42	24,62	24,64	25,08	24,61	27,11	22,90	25,08
02:00	21,08	21,77	22,18	21,78	21,64	21,92	22,20	22,26	21,94	21,21	23,04	22,68	23,34	22,24	24,91	21,79	22,27
03:00	20,39	21,72	21,19	20,55	21,23	21,99	22,14	21,67	21,77	21,51	22,97	21,83	22,66	21,12	24,17	20,94	21,97
04:00	20,31	21,59	21,69	20,55	20,61	21,90	22,13	22,30	21,18	21,48	22,18	21,13	22,35	22,47	23,87	21,32	21,29
05:00	20,71	22,82	22,28	21,79	22,22	21,88	24,52	23,27	23,03	23,37	23,92	22,96	22,81	23,53	25,80	22,78	23,63
06:00	20,97	22,52	21,28	21,62	21,54	21,49	22,72	22,95	22,44	21,40	22,84	21,83	23,01	22,24	24,98	21,55	21,46
07:00	23,82	23,71	25,28	25,67	24,57	24,09	24,93	26,66	24,19	24,56	26,44	25,37	25,96	24,39	27,39	24,64	24,96
08:00	27,18	28,43	27,36	26,45	25,77	28,84	27,40	28,67	28,38	27,53	29,04	27,62	28,63	27,74	31,73	29,39	29,44
09:00	28,55	29,29	30,61	30,33	29,04	32,33	31,32	30,24	30,94	27,19	30,44	30,50	29,06	29,43	32,34	30,45	30,94
10:00	27,81	29,37	31,35	30,82	29,59	32,30	16,81	31,85	32,78	31,56	31,20	31,50	30,28	33,24	33,13	31,53	31,73
11:00	31,16	30,26	31,41	32,29	30,95	33,19	0,00	32,46	31,89	31,37	32,48	31,63	32,43	32,85	33,97	31,45	31,56
12:00	31,16	29,54	31,75	34,29	34,08	32,39	35,23	32,06	32,97	32,16	35,60	34,85	33,12	32,05	35,89	32,67	31,15
13:00	28,72	31,61	32,73	33,08	33,99	36,14	35,88	30,76	34,02	33,86	32,88	31,53	33,70	32,01	35,60	33,08	32,32
14:00	30,70	30,77	29,76	31,54	30,08	20,98	32,94	29,25	30,78	30,78	31,13	32,34	34,26	31,14	32,95	31,11	31,82
15:00	29,33	28,57	27,10	29,35	30,65	31,61	30,94	30,64	31,23	27,83	30,33	32,94	30,06	32,92	32,87	29,09	29,15
16:00	29,74	29,19	28,56	26,78	29,27	32,26	30,47	30,83	28,77	29,68	30,87	30,94	31,51	33,59	30,29	30,77	29,56
17:00	29,89	31,74	30,10	32,18	30,47	32,93	30,57	30,21	29,77	32,21	32,41	32,06	31,95	34,89	29,78	30,22	29,89
18:00	31,62	30,90	31,77	31,88	31,08	35,44	31,42	34,00	32,78	31,66	32,29	34,32	33,09	35,19	31,51	29,58	29,31
19:00	34,49	35,14	31,60	32,82	34,15	35,81	32,68	33,33	33,89	33,56	34,94	34,48	33,43	37,04	32,72	33,94	29,04
20:00	31,88	33,21	31,40	31,76	32,44	34,33	34,78	31,56	32,26	33,23	32,31	34,81	31,79	35,60	32,16	33,40	29,03
21:00	29,46	29,33	29,93	29,19	28,44	30,90	28,17	28,16	27,43	29,66	29,21	29,86	27,73	33,05	28,46	30,80	27,23
22:00	28,17	28,84	27,38	26,69	27,99	28,72	26,59	27,61	27,04	28,21	27,72	28,99	28,23	31,16	24,81	29,27	26,58
23:00	26,38	28,24	24,72	28,44	27,36	29,37	28,16	28,84	27,40	27,83	27,13	28,29	28,69	28,92	25,65	27,62	26,38

DMA-1 debi verileri incelendiğinde ortalama debi 28 lt/sn, günlük min. debi ortalama 19,87 l/s, gece 02-04 saatleri arası min gece debisi ortalama 20,89 olarak tespit edilmiştir. Minimum gece debisi ortalaması ortalama debinin %74,61’idir. Oysaki %30 civarında olması beklenmektedir. DMA-1 izole sayaç bölgesinde yapılan çalışma süresince manometre ile basınç ölçümü yapılmıştır. Basınç 74mt-76mt aralığında gerçekleşmiştir.



Şekil 4.17.Manometre

Çizelge 4.20.DMA-1 basınç ölçüm tablosu(KASKİ,2021)

SAYI	TARİH	SAAT	BASINÇ DEĞERİ(m)
1	16.08.2021	14:00	76
2	18.08.2021	13:50	76
3	19.08.2021	17:00	75
4	20.08.2021	16:10	74
5	21.08.2021	11:40	75
6	22.08.2021	15:30	76
7	24.08.2021	15:20	76
8	25.08.2021	17:30	74
9	26.08.2021	13:20	75
10	26.08.2021	16:20	76
11	28.08.2021	15:10	76
12	29.08.2021	10:15	76
13	30.08.2021	14:40	76
14	1.09.2021	11:40	76

Çizelge 4.21.DMA-1 boru metrajları(KASKİ,2021)

	63 PVC	90 PVC	110 PVC	160 PVC	225 PVC	240 PVC	280 PVC	125 AÇB	175 AÇB	Toplam (mt)
Uzunluk	6043	15279	2976	1011	750	222	510	588	950	28329

Çizelge 4.22.DMA-1 2021 yılı (ilk 8 ay) abone, tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)

ABONE TÜRÜ	ABONE SAYISI	TAHAKKUK(m3)
MESKEN	1649	130214
TİCARİ	13	1842
RESMİ DAİRE	9	6172
TOPLAM	1671	138228

Step test, izole sayaç bölge dağıtım şebekesinin küçük alt bölgelere ayrılarak her bir alt bölümde ne kadar su kullanıldığının tespiti işlemidir. Step test prosedürü:

- Öncelikle şebekede alt bölgelerin yaratılması için kullanılacak vanalar tespit edilir.
- Bölgenin izole olduğu teyit edilir.
- Tespit edilen vanaların arazide kontrolü yapılır. Toprak altında kalmış vanalar yüzeye çıkarılır.
- Vanalar açılıp-kapanarak suyun tam kesildiği teyit edilir.
- Eğer birden fazla vana kapanarak oluşturulabilecek alt bölgeler var ise işlem kolaylığı için diğer vanalar test öncesi kapatılarak her bir adım için sadece gerekli görülen vanaların açık kalması sağlanır.
- Bölge girişine debimetre ve istenilen zaman aralığında (tercihen 1 dk.aralıklarla) kayıt yapabilen datalogger monte edilir ve datalogger debi ve basınç verilerinin kaydedilmesi için programlanır.
- Bölge girişine en uzak alt bölgeden başlanmak üzere adım adım step vanaları belirlenen zaman (min 20 dk.) aralıklarında kapatılarak steplerin tüketimleri belirlenir.
- En son sayaç çıkış vanası kapatılır. İzole sayaç Bölgesinin suyunun tamamen kesildiği teyit edilir.
- Aynı sırayla daha kısa zaman aralıklarında kapatılan step vanaları önce sayaçtan başlanarak (tercihen 10 dk aralıklarla) açılır. Her bir stepin tüketim ve tahakkuk miktarları karşılaştırılır ve su kaçak miktarının yüksek olduğu stepler belirlenir.

Öncelikle DMA-1'in izole bir bölge olduğunun tespiti için Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü personeli ile bölge teyidi yapılmıştır. Bölgenin sınırları tespiti edilmiş, bölge içindeki tüm sokaklar ve sokaktaki aboneler belirlenmiş olup bölgenin suyu kesilerek sınırların doğruluğu test edilmiştir. Harita üzerinden step oluşturacak vanalar belirlenerek vanaların yol kaplaması üzerinde kullanılabilir olup olmadığı kontrol edilmiştir. İki adet vana projede olmasına rağmen arazide bulunamamıştır. Darende Caddesi ile Durgun sokak kavşağı vana bulunarak yüzeye çıkarılmıştır.



Şekil 4.18.DMA-1 vana bulma çalışması

Tepebaşı Caddesi Gürünlüler sokak kavşağındaki vana ise bulunamadığı için belirlenen noktaya yeni vana montajı yapılmıştır.



Şekil 4.19.DMA-1 vana montajı

Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü ve Kaski Genel Müdürlüğü personelleri (PIU) ile birlikte 04.08.2021 tarihinde yapılan step test sonucuna göre;

- DMA-1 ortalama tüketim: 28 l/s, 72.576 m³/ay
- DMA-1 2021 ilk 8 aylık tahakkuk miktarı 138.228 m³/8 ay, 17.278,50 m³/ay, 6.67 l/s
- DMA-1 tahakkuk edilemeyen su miktarı: 57.297,5 m³/ay, % 73,16

Çizelge 4.23.DMA-1 step test

Step no	Zaman	Ortalama debi	
	13:30-13:50	31,219	
1	13:51-14:16	26,040	5,179
2	14.17-14.36	25,223	0,817
3	14.37-15:00	24,849	0,374
4	15.01-15.32	24,659	0,190
5	15.33-16:14	20,126	4,533
6	16.15-16:34	6,179	13,947
7	16:35	0,000	6,179



Şekil 4.20.DMA-1 step test vana uygulaması

Çizelge 4.24.DMA-1 step test sonuçları (debi)

Step No	Abone Sayısı	DEBİ			
		l/s	m ³ /ay	m ³ /8 ay	m ³ /ay/hane
1	142	5,18	13.423,97	107.391,74	94,53
2	43	0,82	2.117,66	16.941,31	49,25
3	17	0,37	969,41	7.755,26	57,02
4	249	0,19	492,48	3.939,84	1,98
5	327	4,53	11.749,54	93.996,29	35,93
6	546	13,95	36.150,62	289.204,99	66,21
7	347	6,18	16.015,97	128.127,74	46,16
Toplam	1.671	31,22	80.919,65	647.357,18	48,43

Çizelge 4.25.DMA-1 step test sonuçları (tahakkuk) (KASKİ,2021)

Step No	Abone Sayısı	TAHAKKUK			
		l/s	m ³ /ay	m ³ /8 ay	m ³ /ay/hane
1	142	0,50	1.299,63	10.397	9,15
2	43	0,15	383,25	3.066	8,91
3	17	0,06	150,63	1.205	8,86
4	249	0,94	2.444,38	19.555	9,82
5	327	1,46	3.792,38	30.339	11,60
6	546	2,06	5.347,88	42.783	9,79
7	347	1,49	3.860,38	30.883	11,13
Toplam	1.671	6,67	17.278,50	138.228	10,34

Step 1:

Ortalama tüketim: 5,18 l/s

Aylık tahakkuk: 1299,63 m³/ay, 0,50 l/s

DMA-1, 1 nolu stepte su tüketiminin % 39,68'i faturalanıyor.

Step 2:

Ortalama tüketim: 0,82 l/s

Aylık tahakkuk: 383,25 m³/ay, 0,15 l/s

DMA-1, 2 nolu stepte su tüketiminin % 18,1'i faturalanıyor.

Step 3:

Ortalama tüketim: 0,37 l/s

Aylık tahakkuk: 150,63 m³/ay, 0,06 l/s

DMA-1, 3 nolu stepte su tüketiminin % 15,54'ü faturalanıyor.

Step 4:

Ortalama tüketim: 0,19 l/s

Aylık tahakkuk: 2444,38 m³/ay, 0,94 l/s

DMA-1, 4 nolu stepte su üretiminden fazla tüketim hesaplanmıştır.

Step 5:

Ortalama tüketim: 4,53 l/s

Aylık tahakkuk: 3792,38 m³/ay, 1,46 l/s

DMA-1, 5 nolu stepte su tüketiminin % 32,28'i faturalanıyor.

Step 6:

Ortalama tüketim: 13,95 l/s

Aylık tahakkuk: 5347,88 m³/ay, 2,06 l/s

DMA-1, 6 nolu stepte su tüketiminin % 14,79'u faturalanıyor.

Step 7:

Ortalama tüketim: 6,18 l/s

Aylık tahakkuk: 3860,38 m³/ay, 1,49 l/s

DMA-1, 3 nolu stepte su tüketiminin % 24,10'u faturalanıyor.

Çizelge 4.26.DMA-1 step test sonuçları debi, tahakkuk, kayıp

STEP NO	DEBİ l/s	TAHAKKUK l/s	KAYIP l/s	KAYIP %
1	5,18	0,50	4,68	90,32
2	0,82	0,15	0,67	81,90
3	0,37	0,06	0,32	84,46
4	0,19	0,94	-0,75	-396,34
5	4,53	1,46	3,07	67,72
6	13,95	2,06	11,88	85,21
7	6,18	1,49	4,69	75,90
Toplam	31,22	6,67	24,55	78,63

Elbistan Tepebaşı mahallesinde oluşturulan DMA-1 izole sayaç bölgesinde aynı sokakta birden fazla şebeke bulunmaktadır. Abonelerin içme suyu şebekesine bağlantısı KASKİ tarafından yapılmadığından step testte adımlar arası tahakkuk belirlenmesi işleminde hata yapılmış olabilir. 4 nolu step vanası kaçırıyor olabilir. Bu nedenle 4 ve 6 nolu step birlikte değerlendirilmiştir.

Step 4+6:

Ortalama tüketim: 14,14 l/s

Aylık tahakkuk: 7792,26 m³/ay, 3,01 l/s

DMA-1, 4+6 nolu stepte su tüketiminin % 21,27'si faturalanıyor.

Çizelge 4.27.DMA-1 step test sonuçları (debi, tahakkuk, kayıp 4+6 adımlar birlikte)

STEP NO	DEBİ l/s	TAHAKKUK l/s	KAYIP l/s	KAYIP %
1	5,18	0,50	4,68	90,32
2	0,82	0,15	0,67	81,90
3	0,37	0,06	0,32	84,46
4+6	14,14	3,01	11,13	78,73
5	4,53	1,46	3,07	67,72
7	6,18	1,49	4,69	75,90
Toplam	31,22	6,67	24,55	78,63

DMA-1 izole sayaç bölgesinde tahakkuk verileri analiz edildiğinde

Çizelge 4.28.DMA-1 mesken abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)

MESKEN							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	309				18,74	0
0-80	0-10	591	29237	6,18	49,47	35,84	22,45
81-160	10-20	584	65808	14,09	112,68	35,42	50,54
161+	21+	165	35169	26,64	213,15	10,01	27,01
TOPLAM		1649	130214	9,87	78,97	100	100

DMA-1 mesken abonelerinin tahakkuk verileri analiz edildiğinde 309 adet abonenin toplam mesken abonelerinin %18,74'ünün 8 ay boyunca tüketim kaydının olmadığı görülmektedir. Toplam abone sayısının %89,99'u aylık 20 m³ altı su kullanmaktadır. DMA-1 aylık ortalama tahakkuk ise 9,87 m³ yani 10 m³'ün altındadır. Tahakkuk verileri incelendiğinde yaklaşık toplam abonenin yaklaşık %15'inde adres bilgisinin sadece mahalle adından oluştuğu tespit edilmiştir. Bazı sokak isimleri değiştirilmiş olmasına rağmen yapılan numarataj çalışmasından KASKİ Elbistan Şube Müdürlüğü personelinin haberdar olmadığı bilgisi alınmıştır. Abonelerin sayaçları KASKİ personeline monte ettirmedeği için sayaçlı/sayaçsız abone olmadan su kullanımı tespit çalışması için Kaçak Su servisi ile görüşülmüştür.

Çizelge 4.29.DMA-1 ticari abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)

TİCARİ							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	4				30,77	0
0-80	0-10	3	118	4,92	39,33	23,08	6,41
81-160	10-20	4	470	14,69	117,50	30,77	25,52
161+	21+	2	1254	78,38	627,00	15,38	68,08
TOPLAM		13	1842	17,71	783,83	100	100

DMA-1 ticari abone tahakkuku incelendiğinde toplam abonenin 4 tanesi %30'u 8 ay boyunca hiç tüketim yapmamıştır. %84,62'si ise 20 m³ altında su kullanmamıştır.

Çizelge 4.30.DMA-1 resmi daire abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)

RESMİ							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0						0
0-80	0-10	2	117	7,31	58,50	22,22	1,90
81-160	10-20	2	231	14,44	115,50	22,22	3,74
161+	21+	5	5824	145,60	1164,80	55,56	94,36
TOPLAM		9	6172	85,72	685,78	100	100

DMA-1 resmi daire verileri incelendiğinde ise tamamının su tüketimi gösterdiği anlaşılmaktadır. Kaçak su ekibi tarafından yapılan Ağustos 2021 kaçak su tespit çalışması KASKİ Kahramanmaraş merkez ekibine bildirilmiş olup 13.10.2021 tarihi itibarıyla henüz hiçbir işlem yapılmamış olduğu bilgisi alınmıştır. DMA-1’de gelir getirmeyen suyun azaltılması için öncelikle su kullanan hanelerin tamamının abone yapılması; kaçak/ illegal bağlantının önlenmesi için denetimlerin sıklaştırılması; abone bilgi sisteminin güncellenmesi ve adres bilgisinin eksiksiz ve güncel hale getirilmesi önemlidir.

4.3.1.1.1 Net Gece Akışı(NNF) ve Minimum Gece Sarfiyatı(MNC)’nin Belirlenmesi

DMA-1 izole sayaç bölgesi sonuçları aşağıdadır:

- Sistem Girişi : 72.576 m³/ay, 28 l/s
- Tahakkuk edilen su : 17.278,5 m³/ay
- Tahakkuk edilemeyen su(NRW) : 57.297,5 m³/ay,
- Minimum gece akışı(MNF) : **20,89 l/s, 75,204 m³/sa**
- Mesken Tüketimi (Yasal) : 1,7 l/sa/hane x 1649 = 2.803,3 l/sa , 2,80 m³/sa
- Ticari Tüketim (Yasal) : 1842 m³ / 8 ay x 0,30 = 69,075 m³/ay, 0,10 m³/sa
- Resmi Daire Tüketimi (Yasal) : 6172 m³ / 8 ay x 0,75 = 578,625 m³/ay, 0,80 m³/sa
- LNF (Yasal Gece Akışı) : 2,80 + 0,10 + 0,80 = 3,70 m³/sa

NNF (Net Gece Akışı) = MNF(Minimum Gece Akışı) - LNF(Yasal Gece Akışı)

NNF (Net Gece Akışı)=75,204 m³/sa – 3,70 m³/sa = **71.504 l/sa, 19,86 l/s**

Minimum Gece Sarfiyatı (MNC) Lambert – Bessey (1994) tarafından önerilen değerler kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.31.DMA-1 minimum gece sarfıyatı (MNC)

	Gece Sarfıyatı (l/sa/U)	Kullanıcı Sayısı	Gece Akışı (m ³ /sa)	Gece Akışı (l/s)
Evsel	4	1649	6, 596	1,83
Ticari	6,3	13	0,0819	0,023
Resmi Daire	6,3	9	0,0567	0,016
Toplam:			6,735	1,869

Minimum Gece Akımının (MNF) Analizi:

Gece oluşan tespit edilebilir kayıplar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

MNF = Tespit Edilebilir Kayıplar + Gece Sarfıyatı + Önlenemeyen Kayıplar

Çizelge 4.32.Arka plandaki kayıpların hesabı için birim akış hızları (Farley,2008)

Su Temin Sistemi Elemanı	Akış Hızı	Akış Hızı İçin Birim Ölçüm
Ana borularda	9,6	Mevcut şebeke basıncında Ana borulardaki her km, her gün, her m'sindeki litre
Servis bağlantılarında –mülkiyet sınırına kadar	0,6	Mevcut şebeke basıncında her servis bağlantısındaki, her gün, her m'sindeki litre
Servis bağlantılarında – mülkiyet sınırından kullanıcı sayacına kadar	16,0	Mevcut şebeke basıncında Servis bağlantısındaki her km, her gün, her m'sindeki litre

IWA tarafından su kaybı kuvveti hesaplamasında önerilen formüle göre şebekede önlenemeyen kayıplar:

- Ana şebeke borusu : 28,329 km
- Servis bağlantı sayısı : 1671 adet
- Servis bağlantıların uzunluğu : 16,710 km
- Şebeke Basıncı : 75 m

• Şebekedeki önlenemeyen kayıplar:

$$9,6 \text{ l/km/gün/m} \times 28,329 \text{ km} \times 75 \text{ m} = 20.396,88 \text{ l/gün } 0,85 \text{ m}^3/\text{sa}$$

• Servis bağlantılarındaki önlenemeyen kayıplar (mülkiyet sınırına kadar):

$$0,6 \text{ l/adet/gün/m} \times 1671 \text{ adet} \times 75 \text{ m} = 75.195 \text{ l/gün, } 3,13 \text{ m}^3/\text{sa}$$

• Servis bağlantılarındaki önlenemeyen kayıplar(mülkiyet sınırından kullanıcı sayacına kadar):

$$16 \text{ l/km/gün/m} \times 16,71 \text{ km} \times 75 \text{ m} = 20.052 \text{ l/gün } 0,83 \text{ m}^3/\text{sa}$$

- Toplam önlenemeyen kayıplar (7,5 bar):

$$0,85 + 3,13 + 0,83 = 4,81 \text{ m}^3/\text{sa}$$

Kullanımın nispeten az olduğu gece saatleri boyunca belli bir servis basıncında (yaklaşık 3,5 bar) basınç düzeltme katsayısı (PCF) 1,2 alınırsa (1994 Lambert tarafından yapılan önerilere göre) toplam önlenemeyen kayıplar:

$$4,81 \times 1,2 = 5,77 \text{ m}^3/\text{sa olur.}$$

Bu nedenle tespit edilebilir kayıplar:

Tespit edilebilir kayıplar = MNF – MNC – Önlenemeyen Kayıplar

$$75,204 \text{ m}^3/\text{sa} - 6,735 \text{ m}^3/\text{sa} - 5,77 \text{ m}^3/\text{sa} = 62,699 \text{ m}^3/\text{sa}, 17,42 \text{ l/s}$$

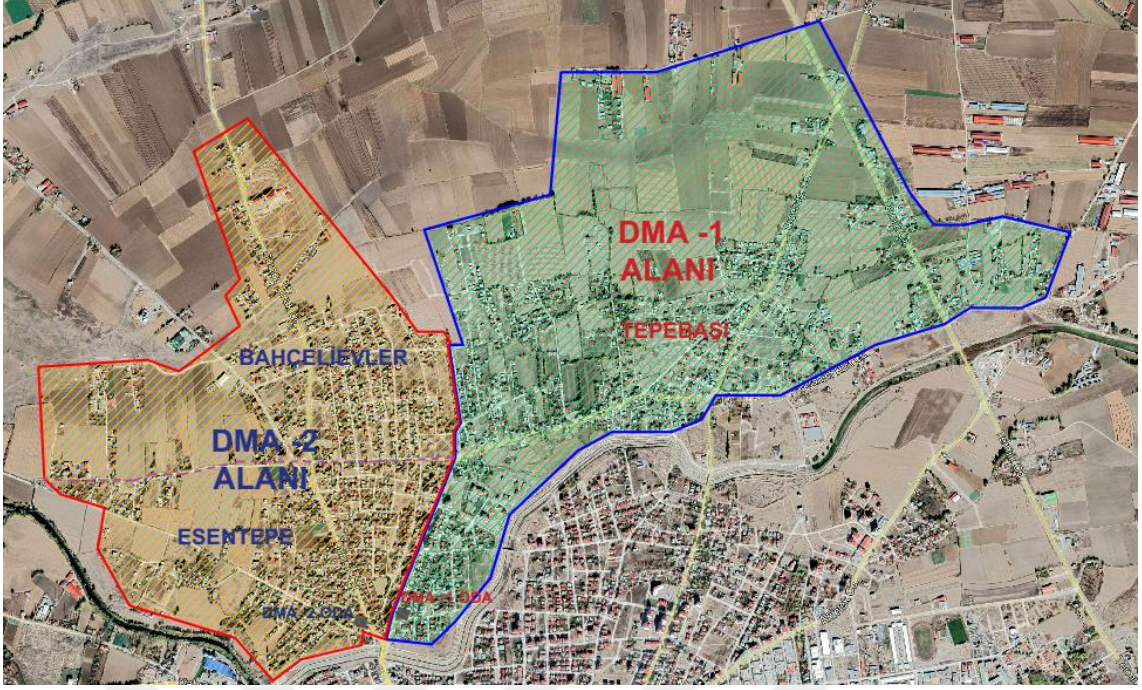
2021 Yılı (İlk 8 Ay) NRW hesabı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 4.33.DMA-1 için GGS Endeksi – 2021 Yılı (İlk 8 Ay İçin)

No.	TAHSİL EDİLEMEYEN SU ENDEKSİ (GGS- 2021 Ocak-Ağustos)	
1	2021 yılı(8 Ay) DMA-1'e İletilen Debi (m ³)	587.865,6
2	2021 8 Aylık Sarfiyat (m ³)	138.228
3	2021 Yılı Tahakkuk Edilemeyen Su (m ³)	449.637,6
4	GGS Endeksi	76, 49 %

4.3.1.2 DMA-2 Bölge Çalışmaları

Seçilmiş olan izole sayaç bölgesinin su giriş noktası, Çilingir Caddesi üzeri Ø280 mm çapında PVC boru üzerine ultrasonic debimetre montajı yapılarak teşkil edilmiştir. 04.09 - 12.10.2021 tarih aralığında debi ve basınç kaydı alınmıştır. İzole sayaç bölgesi Kızılcaoba su deposundan beslenmekte olup Kızılcaoba su deposu 1211 m kotunda 5000 m³ hacminindedir. İzole sayaç bölgesinde en düşük kot 1131 m, en yüksek kot ise 1139 m olarak tespit edilmiştir. İzole sayaç bölgesi debimetre odası 1135 m kotuna sahiptir.



Şekil 4.21.DMA-2 haritası (Esentepe mahallesi, Bahçelievler mahallesi)



Şekil 4.22.DMA-2 debimetresi

DMA-2 ile DMA-1 iki sınır vanası ile ayrılmış izole sayaç bölgeleridir. DMA-1 sınırlama ve bölge teyidi yapıldığı için DMA-2 sadece kontrol edilmiştir. DMA-2 debi verileri incelendiğinde ortalama debi 36,16 l/s , gece 02-04 saatleri arası min. gece

debisi ortalama 27,18 l/s olarak tespit edilmiştir. Minimum gece debisi ortalaması ortalama debinin %75,17’sidir. Oysaki %30 civarında olması beklenmektedir.

Çizelge 4.34.DMA-2 içme suyu debisi (04.09.2021-20.09.2021) (KASKİ,2021)

TARİH	4.Eyl	5.Eyl	6.Eyl	7.Eyl	8.Eyl	9.Eyl	10.Eyl	11.Eyl	12.Eyl	13.Eyl	14.Eyl	15.Eyl	16.Eyl	17.Eyl	18.Eyl	19.Eyl	20.Eyl
SAAT	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi
00:00		39,18	39,98	39,83	40,00	40,42	32,09	30,72	32,66	32,10	29,98	33,28			30,68	31,95	29,42
01:00		37,19	37,33	36,23	37,41	36,99	28,01	27,52	27,69	28,08	27,07	28,99			27,44	26,65	27,85
02:00		35,74	35,45	35,37	35,42	35,16	26,69	26,54	27,58	26,55	26,40	27,23			26,30	25,12	25,52
03:00		34,98	34,64	34,40	34,84	35,08	26,68	25,48	25,87	25,99	25,67	26,30			25,06	24,95	24,64
04:00		34,78	34,52	34,42	34,17	34,77	25,71	25,88	25,85	25,83	25,83	26,40		25,15	25,50	24,66	24,92
05:00		36,21	35,63	35,20	35,09	35,11	26,89	25,90	25,68	25,88	25,93	27,33		25,39	25,66	25,00	25,10
06:00		35,95	36,38	35,87	36,40	36,23	28,03	27,44	27,00	27,85	28,14	29,26		28,04	27,29	25,68	27,32
07:00		37,24	39,42	40,52	39,67	39,76	30,85	30,97	30,66	31,33	31,86	33,41		30,74	30,94	28,45	30,57
08:00		41,16	42,57	43,44	41,72	43,23	32,52	32,70	33,84	33,42	34,11	34,38		33,06	33,02	31,16	34,36
09:00		44,68	44,44	45,36	45,24	43,43	36,79	36,63	37,53	34,72	37,55	36,16		35,29	36,60	34,07	36,63
10:00		47,66	46,98	45,85	47,17	45,45	37,90	38,96	39,97	37,08	39,41	37,39		35,73	38,16	37,15	37,46
11:00		47,78	48,69	47,26	47,15	47,81	39,66	41,12	39,10	38,47	41,04	37,91		39,04	38,09	41,72	39,46
12:00	49,65	49,98	47,93	60,56	47,20	48,48		41,89	42,14	38,21	40,37	39,67		38,05	41,23	41,61	39,27
13:00	50,57	49,43	47,85	47,85	48,17	48,26	40,53	43,51	44,04	40,99	41,88	40,75		41,17	41,48	43,89	41,24
14:00	48,42	48,01	46,84	47,60	46,43		38,41	39,76	41,91	38,42	40,46			38,15	39,78	41,60	40,58
15:00	47,93	47,26	46,84	47,57	47,47	33,06	39,75	38,80	40,89	38,76	40,22			36,28	38,91	42,42	37,40
16:00	47,66	46,91	46,33	47,52	46,51	16,23	38,73	39,51	39,50	39,67	37,99			37,36	38,24	39,68	38,35
17:00	47,26	47,42	47,28	47,81	48,01	22,15	38,36	40,46	44,53	41,39	41,07			39,13	39,38	41,11	37,57
18:00	47,58	49,48	45,71	49,85	48,59	48,07	40,27	41,72	42,09	38,97	40,81			40,52	40,04	40,49	41,58
19:00	48,75	49,01	49,08	49,71	48,47	45,90	43,66	42,48	43,80	44,12	45,40			42,01	43,68	43,69	41,37
20:00	46,44	46,33	47,26	47,15	45,90	39,80	39,51	37,42	38,26	38,70	37,44			36,46	36,22	38,73	35,77
21:00	44,14	44,35	44,84	44,48	43,98	35,85	33,94	36,72	35,43	34,25	34,86			34,97	32,61	34,45	33,84
22:00	42,59	44,57	43,93	43,45	42,82	34,38	32,21	34,01	36,82	33,98	35,67			31,48	32,13	33,58	33,66
23:00	42,66	42,63	42,48	42,23	41,94	33,34	31,81	33,19	34,61	33,14	32,89			32,03	31,85	33,17	31,79

Çizelge 4.35.DMA-2 içme suyu debisi (21.09.2021-10.10.2021) (KASKİ,2021)

TARİH	21.Eyl	22.Eyl	23.Eyl	24.Eyl	25.Eyl	26.Eyl	27.Eyl	28.Eyl	29.Eyl	30.Eyl	1.Eki	2.Eki	3.Eki	4.Eki	5.Eki	6.Eki	7.Eki	8.Eki	9.Eki	10.Eki
SAAT	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi	Anlık Debi
00:00	29,88	30,42	29,54	29,30	29,56	29,97	28,54	29,70	30,38	28,97	30,72	30,20	30,95	29,13	29,74			30,25	30,79	31,24
01:00	26,40	27,20	26,60	27,65	26,76	27,38	26,75	27,12	26,90	26,85	27,51	27,24	28,15	26,75	28,15			27,34	27,86	28,66
02:00	25,12	26,26	25,25	25,38	26,57	26,33	25,58	25,82	25,73	25,57	25,54	26,03	26,06	25,48	26,30			25,82	26,97	27,26
03:00	25,15	25,24	25,19	25,53	25,58	24,53	24,94	25,18	25,24	25,47	25,90	25,34	25,55	25,63	26,30			25,60	26,29	26,61
04:00	25,05	25,35	25,59	25,43	25,32	25,08	24,86	24,91	25,67	25,13	25,79	25,03	25,15	25,47	26,10			25,68	26,52	26,36
05:00	25,30	25,14	25,39	26,08	24,97	25,35	25,05	25,03	25,28	25,49	24,79	25,59	25,13	26,02	26,31			25,66	26,27	26,68
06:00	27,80	28,18	27,44	27,73	27,43	26,13	27,44	26,71	28,08	27,69	27,76	26,23	26,66	28,11	28,18			28,60	29,14	29,48
07:00	31,04	32,68	31,12	30,69	29,20	28,12	31,36	29,05	31,23	31,31	30,76	29,90	28,50	30,46	31,82			30,48	29,23	29,76
08:00	31,11	34,01	32,48	31,62	31,87	31,01	31,84	29,51	30,38	31,54	33,07	30,19	31,57	31,51	31,09			30,42	31,09	31,34
09:00	33,77	35,33	33,07	33,55	34,37	34,71	32,73	31,87	35,21	33,95	35,19	32,74	33,74	32,19	32,65			33,64	34,41	34,58
10:00	37,56	36,58	34,72	34,57	34,14	37,50	36,10	34,94	36,07	35,93	39,47	39,18	36,90	36,75	27,23			36,84	37,26	38,19
11:00	40,04	38,57	37,56	37,35	36,67	37,45	38,35	38,30	37,37	37,01	38,89	40,28	37,99	36,93	38,11			38,13	39,63	39,20
12:00	38,58	39,32	37,99	38,11	41,46	39,93	40,44	39,03	37,60	38,42	42,03	41,29	40,05	39,38				40,14	39,87	41,03
13:00	39,90	39,81	37,67	37,36	42,96	41,41	39,53	37,52	39,00	39,28	38,46	40,74	40,05	40,26		33,56		40,29	40,67	41,88
14:00	39,32	40,07	38,78	33,02	41,36	40,56	38,35	37,41	40,20	38,77	38,30	40,12	39,05	39,92			39,53	37,63	40,06	40,57
15:00	37,93	37,13	35,75	34,49	40,11	38,73	37,56	36,34	38,06	37,77	39,10	39,59	39,17	37,65			35,95	37,82	38,86	40,16
16:00	36,11	39,15	34,96	33,41	35,55	38,65	37,79	36,82	40,01	38,34	37,24	40,88	38,77	39,83			36,81	38,56	38,42	41,28
17:00	37,17	38,16	34,17	35,30	39,26	40,03	37,82	35,69	37,23	36,98	37,00	39,12	39,20	39,31			38,58	37,31	39,37	39,80
18:00	37,55	37,32	36,12	34,92	37,28	39,22	37,32	37,44	36,54	37,19	39,67	37,80	38,85	40,15			36,21	39,20	38,87	
19:00	39,37	37,46	37,36	39,12	37,75	41,58	40,51	39,24	39,07	38,76	37,63	39,60	38,42	37,84			37,16	37,69	38,71	
20:00	35,97	35,86	33,84	33,30	34,28	36,41	35,51	36,77	36,13	33,68	36,09	35,68	36,50	34,79			34,45	37,15	35,39	
21:00	33,29	34,18	31,84	31,96	33,06	34,66	33,95	33,30	33,68	34,65	33,29	33,35	34,17	32,86			33,09	33,88	33,84	
22:00	33,10	32,06	31,46	31,37	32,47	33,39	32,05	33,21	32,28	31,68	30,79	33,34	32,74	33,70			31,75	33,92	32,73	
23:00	31,72	32,02	30,53	32,02	30,32	32,76	31,70	31,84	31,71	31,79	30,38	31,87	32,74	32,56			31,32	31,51	32,09	

DMA-2 izole sayaç bölgesinde yapılan çalışma süresince manometre ile basınç ölçümü yapılmıştır. Basınç 74m - 76m aralığında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.35.DMA-2 basınç ölçüm tablosu(KASKİ,2021)

SAYI	TARİH	SAAT	BASINÇ DEĞERİ(m)
1	5.09.2021	10:53	75
2	7.09.2021	11:40	75
3	10.09.2021	11:30	75

4	13.09.2021	15:55	75
5	14.09.2021	16:55	75
6	15.09.2021		76
7	17.09.2021		76
8	19.09.2021		76
9	21.09.2021		76
10	23.09.2021	14:43	75
11	25.09.2021	14:43	76
12	27.09.2021	14:44	75
13	1.10.2021	14:45	76
14	3.10.2021	14:45	76
15	5.10.2021	14:48	78
16	7.10.2021	14:49	78
17	8.10.2021	14:50	78

Çizelge 4.36.DMA-2 boru metrajları(KASKİ,2021)

	63 PVC	90 PVC	110 PVC	160 PVC	225 PVC	240 PVC	280 PVC	125 AÇB	150 AÇB	175 AÇB	Toplam (m)
Uzunluk	2065	14156	6959	470	1190	290	530	400	150	222	26432

Çizelge 4.37.DMA-2 2021 yılı (ilk 8 say) abone, tahakkuk dağılımı(KASKİ,2021)

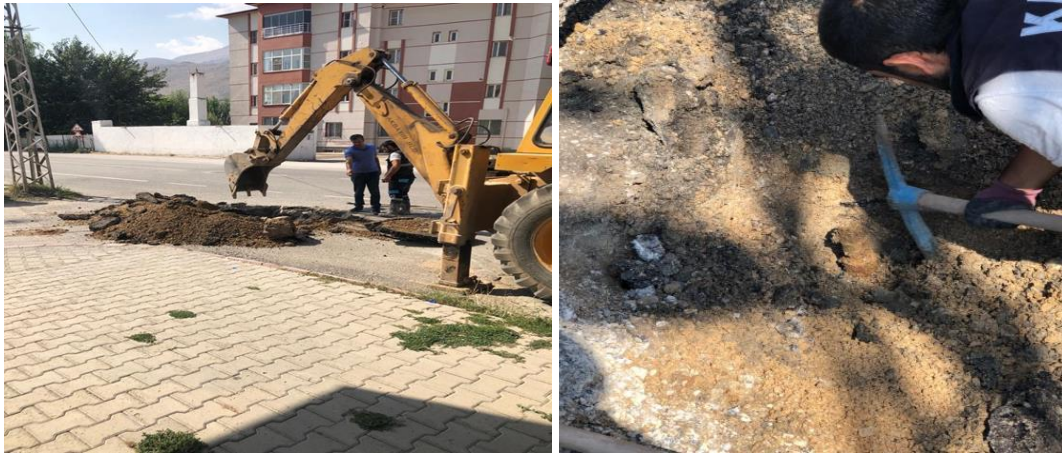
ABONE TÜRÜ	ABONE SAYISI	TAHAKKUK (m3)
MESKEN	2455	210080
TİCARİ	46	3250
RESMİ DAİRE	4	795
TOPLAM	2505	214125

Öncelikle DMA-2'nin izole bir bölge olduğunun tespiti için KASKİ Elbistan Şube Müdürlüğü personeli ile bölge teyidi yapılmıştır. Bölgenin sınırları tespiti edilmiş, bölge içindeki tüm sokaklar ve sokaktaki aboneler belirlenmiş olup bölgenin suyu kesilerek sınırların doğruluğu test edilmiştir. Harita üzerinden step oluşturacak vanalar belirlenerek vanaların yol kaplaması üzerinde kullanılabilir olup olmadığı kontrol edilmiştir. İki adet vana projede olmasına rağmen arazide bulunamamıştır. Kalaycık sokak Yaren halı yıkama önü ve Esentepe İlk Öğretim Okulu arkası yeni şebeke üzeri vananın bulunması gerekmiştir. Esentepe İlk Öğretim Okulu arkası vananın koordinat bilgisi de bilinmektedir. Öncelikle vana bulma cihazı ile vananın yeri tespit edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.23.DMA-2 cihazla dma vana bulma çalışması

Vana bulma cihazı ile işaretlenen nokta PTT rögarına çok yakın olduğundan; koordinatlar kullanılarak cihaz ile yer tespiti yapılmıştır. Su şebeke ustasının da deneyimleri ile vana kısa sürede bulunmuş ve yüzeye çıkarılmıştır.



Şekil 4.24.DMA-2 vana bulma çalışması

Ekiplerin iş programı nedeniyle yeterli ekip desteği alınamadığı için diğer vanayı bulma çalışmasından vazgeçilmiştir. Toplam 6 step belirlenmiştir.

- Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü ve Kaski Genel Müdürlüğü personelleri (PIU) ile birlikte 09.09.2021 tarihinde yapılan step test sonucuna göre;

- DMA-2 ortalama tüketim: 36,16 l/s, 93.726,72 m³/ay
- DMA-2 2021 ilk 8 aylık tahakkuk miktarı: 214.125 m³/8 ay, 26.765,63 m³/ay, 10,33 l/s
- DMA-2 tahakkuk edilemeyen su miktarı: 66.961,09 m³/ay, % 71,44

Çizelge 4.38.DMA-2 step test

Step no	Zaman	Ortalama debi	
	14:10-14:22	46,880	
1	14:22-14:46	45,910	0,966
2	14:47-15:30	33,970	11,940
3	15:31-15:54	20,250	13,720
4	15:55-16:18	16,180	4,070
5	16:19-16:26	6,470	9,710
6	16:27	0,000	6,470



Şekil 4.25.DMA-2 step test vana uygulaması

Çizelge 4.39.DMA-2 step test sonuçları (debi)

Step No	Abone Sayısı	DEBİ			
		l/s	m ³ /ay	m ³ /8 ay	m ³ /ay/hane
1	4	0,97	2503,87	20030,98	625,97
2	477	11,94	30948,48	247587,84	64,88
3	532	13,72	35562,24	284497,92	66,85

4	135	4,07	10549,44	84395,52	78,14
5	427	9,71	25168,32	201346,56	58,94
6	930	6,47	16770,24	134161,92	18,03
Toplam	2.505	46,88	121502,59	972020,74	48,50

Çizelge 4.40.DMA-2 step test sonuçları (tahakkuk)

Step No	Abone Sayısı	TAHAKKUK			
		l/s	m ³ /ay	m ³ /8 ay	m ³ /ay/hane
1	4	0,03	88,63	709	22,16
2	477	2,19	5667,50	45.340	11,88
3	532	2,06	5345,00	42.760	10,05
4	135	0,61	1570,75	12.566	11,64
5	427	1,84	4772,88	38.183	11,18
6	930	3,60	9320,88	74.567	10,02
Toplam	2.505	10,33	26765,63	214.125	10,68

Step 1:

Ortalama tüketim: 0,97 l/s

Aylık tahakkuk: 88,63 m³/ay, 0,03 l/s

DMA-2, 1 nolu stepte su tüketiminin % 3,54'ü faturalanıyor.

Step 2:

Ortalama tüketim: 11,94 l/s

Aylık tahakkuk: 5667,50 m³/ay, 2,19 l/s

DMA-2, 2 nolu stepte su tüketiminin % 18,34'ü faturalanıyor.

Step 3:

Ortalama tüketim: 13,72 l/s

Aylık tahakkuk: 5345 m³/ay, 2,06 l/s

DMA-2, 3 nolu stepte su tüketiminin % 15,02'si faturalanıyor.

Step 4:

Ortalama tüketim: 4,07 l/s

Aylık tahakkuk: 1570,75 m³/ay, 0,61 l/s

DMA-2, 4 nolu stepte su tüketiminin %14,99'u faturalanıyor.

Step 5:

Ortalama tüketim: 9,71 l/s

Aylık tahakkuk: 4772,88 m³/ay, 1,84 l/s

DMA-2, 5 nolu stepte su tüketiminin % 18,95'i faturalanıyor.

Step 6:

Ortalama tüketim: 6,47 l/s

Aylık tahakkuk: 9320,88 m³/ay, 3,60 l/s

DMA-2, 6 nolu stepte su tüketiminin % 55,64'ü faturalanıyor.

Çizelge 4.41.DMA-2 step test sonucu debi, tahakkuk, kayıp

STEP NO	DEBİ l/s	TAHAKKUK l/s	KAYIP l/s	KAYIP %
1	0,97	0,03	0,93	96,46
2	11,94	2,19	9,75	81,69
3	13,72	2,06	11,66	84,97
4	4,07	0,61	3,46	85,11
5	9,71	1,84	7,87	81,04
6	6,47	3,60	2,87	44,42
Toplam	46,88	10,33	36,55	77,97

Step test sonuçları analiz edildiğinde en düşük faturalanma adımının kırsal yerleşim kesiminde olduğu görülmektedir. En yüksek faturalama oranı ise Esentepe mahallesinin merkezi yerleşiminin olduğu kesimdedir. Diğer dört adım ise birbirine benzer yerleşim şekli göstermektedir. Bu da apartman tipi konut tipi yerleşim kesiminde illegal kullanımın daha az olabileceği, kırsal bahçeli düşük katlı evlerde daha uygun ortam olması sebebiyle sayaçlı/sayaçsız abonesiz kullanımın daha fazla olabileceği izlenimini doğurmuştur. Step test sırasında Güvercin sokak 13 numarada bahçe içindeki sayaç mahallinde 3 sayaç olduğu, 19867032 seri nolu sayacın abonesinin olmadığı ve 09.09.2021 tarihinde 244 m³ endekse sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.26.Sayaç mahalli

Sayaç mahalli incelendiğinde üç sayacın üçünde de sayaç montaj usullerine uyulmadığı, su giriş yönüne göre sayaçların öncesinde çap x 10, sonrasında çap x 5 mesafe bırakılmadığı ve yere paralel değil açılı bir konumda olduğu tespit edilmiştir. DMA-2 izole sayaç bölgesinde tahakkuk verileri analiz edildiğinde:

Çizelge 4.42.DMA-2 mesken abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)

MESKEN							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	307				12,51	0
0-80	0-10	969	48101	6,20	49,64	39,47	22,90
81-160	10-20	923	103276	13,99	111,89	37,60	49,16
161+	21+	256	58703	28,66	229,31	10,43	27,94
TOPLAM		2455	210080	10,7	85,57	100	100

DMA-2 mesken abonelerinin tahakkuk verileri analiz edildiğinde 307 adet abonenin, toplam mesken abonelerinin %12,51'inin 8 ay boyunca tüketim kaydının olmadığı görülmektedir. Toplam abone sayısının %89,57'si aylık 20 m³ altı su kullanmaktadır. DMA-2 aylık ortalama tahakkuk ise 10,70 m³ olduğu görülmektedir. DMA-2'de tahakkuk verileri incelendiğinde DMA-1 de olduğu gibi yaklaşık toplam abonenin yaklaşık %15'inde adres bilgisinin sadece mahalle adından oluştuğu tespit edilmiştir. Bazı sokak isimleri değiştirilmiş olmasına rağmen yapılan numarataj çalışmasından KASKİ Elbistan Şube Müdürlüğü personelinin haberdar olmadığı bilgisi alınmıştır. DMA-2 ticari abone tahakkuku incelendiğinde toplam abonenin 16 tanesi %34,78'i 8 ay boyunca hiç tüketim yapmamıştır. Abonelerin %89,13'ü ise 20 m³ altı su kullanmıştır. Aylık ortalama tahakkuk ise 8,83 l/s olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.43.DMA-2 ticari abone tahakkuk analiz(KASKİ,2021)

TİCARİ							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	16				34,78	0

0-80	0-10	18	498	3,46	27,67	39,13	15,32
81-160	10-20	7	760	13,57	108,57	15,22	23,38
161+	21+	5	1992	49,80	398,40	10,87	61,29
TOPLAM		46	3250	8,83	70,65	100	100

Çizelge 4.44.DMA-2 resmi daire abone tahakkuk analizi(KASKİ,2021)

RESMİ							
8 AYLIK m ³	AYLIK (m ³)	ABONE ADEDİ	TAHAKKUK (m ³)	AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	8 AYLIK ORTALAMA TAHAKKUK (m ³)	ABONE ADEDİ %	TAHAKKUK %
0	0	1					0
0-80	0-10	1	77	9,63	77,00	25,00	9,69
81-160	10-20	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
161+	21+	2	718	44,88	359,00	50,00	90,31
TOPLAM		4	795	24,84	198,75	100	100

DMA-2 resmi daire verileri incelendiğinde ise 1 abonenin Elbistan Anadolu İmam Hatip Lisesinin 8 ay boyunca su tüketimi göstermediği anlaşılmaktadır. Toplam resmi daire abonesi 4 tanedir. Aylık 21 m³ üzeri su kullanan aboneler Kız İmam Hatip Lisesi ve Şehit Naci Soydan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesidir. İki okulunda su tüketimi aylık ortalama 44,88 m³ olup okul tüketimi için oldukça düşüktür. Elbistan Anadolu İmam Hatip Lisesinin 8 ay boyunca su tüketilmemesinin sebepleri araştırılmalı ve tüm resmi daire tüketimleri dikkatlice izlenmelidir. DMA-2’de gelir getirmeyen suyun azaltılması için öncelikle su kullanan hanelerin tamamının abone yapılması; kaçak/ illegal bağlantının önlenmesi için denetimlerin sıklaştırılması; abone bilgi sisteminin güncellenmesi ve adres bilgisinin eksiksiz ve güncel hale getirilmesi önemlidir.

4.3.1.2.1 Net Gece Akışı(NNF) ve Minimum Gece Sarfiyatı(MNC)’nin Belirlenmesi

DMA-2 izole sayaç bölgesi sonuçları aşağıdadır:

- Sistem Girişi : 93.726,72 m³/ay, 36,16 l/s
- Tahakkuk edilen su : 26.765,63 m³/ay
- Tahakkuk edilemeyen su(NRW) : 66.961,09 m³/ay
- Minimum gece akışı(MNF) : **27,18 l/s, 97,848 m³/sa**
- Mesken Tüketimi (Yasal) : 1,7 l/sa/hane x 2455 = 4.173,5 l/sa , 4,17 m³/sa

- Ticari Tüketim (Yasal) : $3250 \text{ m}^3 / 8 \text{ ay} \times 0,30 = 121,87 \text{ m}^3/\text{ay}$, $0,17 \text{ m}^3/\text{sa}$
- Resmi Daire Tüketimi (Yasal) : $795 \text{ m}^3 / 8 \text{ ay} \times 0,75 = 74,53 \text{ m}^3/\text{ay}$, $0,10 \text{ m}^3/\text{sa}$
- LNF (Yasal Gece Akışı) : $4,17 + 0,17 + 0,10 = 4,44 \text{ m}^3/\text{sa}$

NNF (Net Gece Akışı) = MNF(Minimum Gece Akışı) - LNF(Yasal Gece Akışı)

NNF (Net Gece Akışı) = $97,848 \text{ m}^3/\text{sa} - 4,44 \text{ m}^3/\text{sa} = \underline{\underline{93.408 \text{ l/sa}, 25,95 \text{ l/s}}}$

Minimum Gece Sarfıyatı (MNC) Lambert – Bessey (1994) tarafından önerilen değerler kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.45.DMA-1 minimum gece sarfıyatı (MNC)

	Gece Sarfıyatı (l/sa/U)	Kullanıcı Sayısı	Gece Akışı (m ³ /sa)	Gece Akışı (l/s)
Eysel	4	2455	9,82	2,73
Ticari	6,3	46	0,2898	0,0805
Resmi Daire	6,3	4	0,0252	0,007
Toplam:			10,135	2,817

Minimum Gece Akımının (MNF) Analizi:

Gece oluşun tespit edilebilir kayıplar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

MNF = Tespit Edilebilir Kayıplar + Gece Sarfıyatı + Önlenemeyen Kayıplar

Çizelge 4.46.Arka plandaki kayıpların hesabı için birim akış hızları

Su Temin Sistemi Elemanı	Akış Hızı	Akış Hızı İçin Birim Ölçüm
Ana borularda	9,6	Mevcut şebeke basıncında Ana borulardaki her km, her gün, her m ³ 'sindeki litre
Servis bağlantılarında –mülkiyet sınırına kadar	0,6	Mevcut şebeke basıncında her servis bağlantısındaki, her gün, her m ³ 'sindeki litre
Servis bağlantılarında – mülkiyet sınırından kullanıcı sayacına kadar	16,0	Mevcut şebeke basıncında Servis bağlantısındaki her km, her gün, her m ³ 'sindeki litre

IWA tarafından su kaybı kuvveti hesaplamasında önerilen formüle göre şebekede önlenemeyen kayıplar:

- Ana şebeke borusu : 26,432 km
- Servis bağlantı sayısı : 2.505 adet

- Servis bağlantılarının uzunluğu : 25,05 km
- Şebeke Basıncı : 75 m

• Şebekedeki önlenemeyen kayıplar:

$$9,6 \text{ l/km/gün/m} \times 26,432 \text{ km} \times 75 \text{ m} = 19.031,34 \text{ l/gün } 0,79 \text{ m}^3/\text{sa}$$

• Servis bağlantılarındaki önlenemeyen kayıplar (mülkiyet sınırına kadar):

$$0,6 \text{ l/adet/gün/m} \times 2505 \text{ adet} \times 75 \text{ m} = 112.725 \text{ l/gün, } 4,70 \text{ m}^3/\text{sa}$$

• Servis bağlantılarındaki önlenemeyen kayıplar(mülkiyet sınırından kullanıcı sayacına kadar):

$$16 \text{ l/km/gün/m} \times 25,05 \text{ km} \times 75 \text{ m} = 30.060 \text{ l/gün } 1,25 \text{ m}^3/\text{sa}$$

• Toplam önlenemeyen kayıplar (7,5 bar):

$$0,79 + 4,70 + 1,25 = 6,74 \text{ m}^3/\text{sa}$$

Kullanımın nispeten az olduğu gece saatleri boyunca belli bir servis basıncında (yaklaşık 3,5 bar) basınç düzeltme katsayısı (PCF) 1,2 alınırsa (1994 Lambert tarafından yapılan önerilere göre) toplam önlenemeyen kayıplar:

$$6,74 \times 1,2 = \mathbf{8,09 \text{ m}^3/\text{sa} \text{ olur.}}$$

Bu nedenle tespit edilebilir kayıplar:

Tespit edilebilir kayıplar = MNF – MNC – Önlenemeyen Kayıplar

$$97,848 \text{ m}^3/\text{sa} - 10,135 \text{ m}^3/\text{sa} - 8,09 \text{ m}^3/\text{sa} = \mathbf{79,623 \text{ m}^3/\text{sa, } 22,12 \text{ l/s}}$$

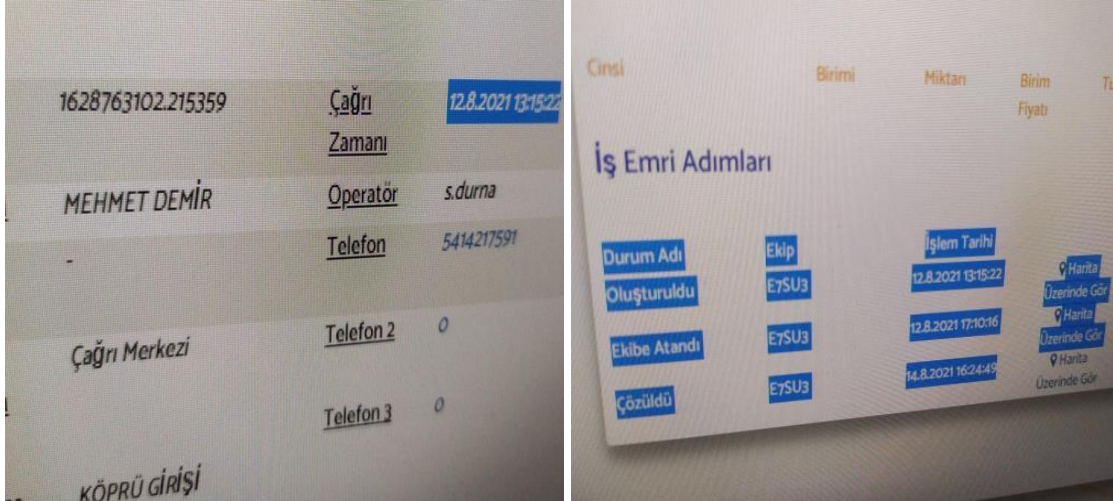
2021 Yılı (İlk 8 Ay) NRW hesabı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 4.47.DMA-2 için GGS endeksi – 2021 yılı (ilk 8 ay için)

No.	TAHSİL EDİLEMİYEN SU ENDEKSİ (GGS- 2021 Ocak-Ağustos)	
1	2021 yılı(8 Ay) DMA'ya İletilen Debi (m3)	759.186,432
2	2021 8 Aylık Sarfiyat (m3)	214.125
3	2021 Yılı Tahakkuk Edilemeyen Su (m3)	545.061,432
4	GGS Endeksi	71,79 %

4.4 Su Kaçak Yönetimi

Kaski Elbistan Şube Müdürlüğünde veri toplama aşamasında su arıza iş emri oluşturulması işleminin 185 servisi tarafından yapıldığı tespit edilmiştir. Örnek olarak: 12.08.2021 saat 13:15'te Mehmet Demir tarafından bildirilen arıza için 185 servisi personeli tarafından 12.08.2021 13:15'te iş emri oluşturulmuştur.



Şekil 4.27.Arıza iş emri adımları

İş emri oluşturulma aşamasında iş 185 görevlisi tarafından Ekip3'e atanmıştır. İş 12.08.2021 saat 17:10'da ustabaşı tarafından Ekip 3'e atanmıştır. 14.08.2021 saat 14:21'de ustabaşı tarafından kapatılmıştır. Kullanılmakta olan program diğer Su ve Kanalizasyon Genel Müdürlüklerinde aynı amaçla kullanılan programlar ile benzerlik göstermektedir. Ancak arıza ihbarı 185 servisine geldikten sonra görevli tarafından ustabaşına düşülmesi gerekmektedir. Ustabaşı ise uygun durumdaki ekibe atama yapmalıdır. Pratikte de uygulama bu sırada gitmesine rağmen programda 185 görevlisi tarafından ekibe atama yapılıyor gibi görünmektedir. Oysaki 185 görevlisinin böyle bir atama yapması mümkün değildir. İş emri ustabaşı tarafından ekibe atandıktan sonra ekibin işe başlama ve işi tamamlama zamanı sistemde görünmemektedir. İşin kapatılması ustabaşı tarafından uygun olacağı bir zamanda yapılmaktadır. Bu nedenle de ekibin arızaya ne zaman başladığı, arızanın süresi, kullanılan malzeme listesi gibi veriler gerçek zamanlı oluşturulmamaktadır. Veri tabanındaki verilerle ekiplerin performansı, kullanılan malzeme bilgisi, stok kontrol, arıza istatistikleri, şebeke bilgisi gibi istatistiki veriler elde edilememektedir. Su arıza ekiplerine bu amaçla kullanmak için tablet temin edildiği bilgisi verilmiştir. Öncelikle ekiplerin tabletleri aktif olarak kullanması sağlanmalıdır. Programda gerekli düzeltmeler yapılarak elde edilecek gerçek zamanlı veriler ile ekipler ve malzemeler ile ilgili istatistiki veriler kullanılıp optimal verimlilik sağlanmalıdır.

Çizelge 4.48.Elbian merkez 01-09.2021 9 aylık su arıza sayıları(KASKİ,2021)

	Arıza sayısı	Su Patlak	Su Akıyor	Su Abone Arıza	Su Abone Tıkanma	İçmesuyu Genel Arıza	İçmesuyu Meskene Vuruyor	Hat Yeri Bildirimi	Su Yetersiz	Diğer
Bahçelievler	73	61	12							
Esentepe	141	85	28	2	2	4		4	14	2
Tepebaşı	160	118	25	0			7		10	
Battalgazi	115	48	34	1	1		4	7	20	
Orhangazi	147	92	18	2	2		5	14	11	3
Güneşli	206	116	60	1		1	5	7	11	5
Ceyhan	43	22	9	1	3			2	6	
Kümbet	107	61	26	1		3	3	9	2	2
Cumhuriyet	144	92	25	2	3	2	6	10	4	
Yunus Emre	88	61	14	1		1	4	4	3	
Pınarbaşı	230	115	87	3		3	4	13	1	4
Kızılcaoba	267	156	89	1	1	2	4	7	7	
Yeşilyurt	87	53	19	2			2	8	2	1
Köprübaşı	83	62	13	1		1	5	1		
	1891	1142	459	18	12	17	49	86	91	17

Çizelge 4.49.Elbian merkez 01-09.2021 7 aylık su arıza sayıları (KASKİ,2021)

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
343	245	116	161	183	256	333	296	311	1656

Çizelge 4.50: Elbian merkez 01-09.2021 9 aylık su arıza sayılarının ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)

	Arıza sayısı	Ekip 1	Ekip 2	Ekip 3	Ekip 4
Bahçelievler	73	15	17	23	18
Esentepe	141	37	39	32	33
Tepebaşı	160	20	52	31	57
Battalgazi	115	41	38	17	19
Orhangazi	147	35	50	31	31
Güneşli	206	51	63	52	40
Ceyhan	43	11	15	11	6
Kümbet	107	17	42	19	29
Cumhuriyet	144	30	34	49	31
Yunus Emre	88	41	23	10	14
Pınarbaşı	230	38	57	60	75
Kızılcaoba	267	73	80	50	64
Yeşilyurt	87	19	40	14	14
Köprübaşı	83	24	24	20	15
	1891	452	574	419	446

Kaski CBS'den alınan veriler analiz edildiğinde mükerrer arızaların varlığı göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.51.Ø450 mm çapında hdpe boru hattında 01.01-30.09.2021 tarih aralığında oluşan arızalar(KASKİ,2021)

Arıza Kodu	İhbar Tarihi	Çağrı Merkezince Atanan Ekip	Atanma Tarihi	Ustabaşının Atadığı Ekip	Çözüldü Tarihi	Ekip Kodu	Tamamlanma Süresi	İşi Yapan Ekip
7548	31.01.2021 09:22	Ekip 3	1.02.2021 08:45	Ekip 3	2.02.2021 08:18	Ekip 3	1 gün 2 saat 55 dk.	Ekip 3
32510	6.05.2021 13:55	Ekip 2	7.05.2021 08:57	Ekip 2	9.05.2021 09:15	Ekip 2	2 gün 3 saat 20 dk.	Ekip 2
32465	6.05.2021 12:25	Ekip 2	9.05.2021 09:15	Ekip 2	9.05.2021 09:15	Ekip 2	2 gün 50 dk.	Ekip 2
38281	24.05.2021 10:57	Ekip 2	24.05.2021 17:04	Ekip 2	4.06.2021 09:15	Ekip 2	10 gün 2 saat 50 dk.	Ekip 2
42324	3.06.2021 13:07	Ekip 1	3.06.2021 19:50	Ekip 1	4.06.2021 09:17	Ekip 1	10 dk.	Ekip 1
42445	3.06.2021 17:41	Ekip 3	4.06.2021 09:24	Ekip 3	5.06.2021 09:02	Ekip 3	1 gün 3 saat 22 dk.	Ekip 3
68294	27.07.2021 12:41	Ekip 1	27.07.2021 17:18	Ekip 1	31.07.2021 08:16	Ekip 1	3 gün 3 saat 35 dk.	Ekip 1
69807	29.07.2021 22:54	Ekip 4	30.07.2021 14:19	Ekip 4	31.07.2021 08:09	Ekip 4	1 gün 1 saat 15 dk.	Ekip 4

Elbistan Kızılcaoba su deposunun ikinci çıkış hattı depo çıkışı sonrasında Ø450 mm çapında HDPE boru hattında 01.01- 30.09.2021 tarih aralığında oluşan arızalar incelendiğinde 9 aylık süreçte Ocak, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında 4 kez arıza gerçekleştiği görülmektedir. Arızaların tamamı çabuk tamir takımları ile giderilmiş olup ana isale hattında özellikle dirseklerde çabuk tamir takımı ile arıza onarımının uygunluğu irdelenmelidir. Dağıtım şebekesinde bile aynı boru üzerinde belirli mesafelerde ikiden fazla çabuk tamir takımının kullanılması uygun bulunmamalıdır. Elbistan Kızılca oba su deposunun ikinci çıkış hattı depo çıkışı sonrasında Ø450 mm çapında HDPE boru hattında 29.07.2021 tarihinde gerçekleşip 30.07.2021 tarihinde giderilen arıza için 5 adet Güneşli mahallesi, 7 adet Esentepe mahallesi, 2 adette Bahçelievler mahallesinden arıza ihbarı gelmiştir.

Çizelge 4.52.Ø450 mm çapında hdpe boru hattında 29.07.2021 tarihinde bildirilen arıza için oluşturulan iş emirleri(KASKİ,2021)

	Arıza Kodu	İhbar Tarihi	Çağrı Merkezince Atanan Ekip	Atanma Tarihi	Ustabaşının Atadığı Ekip	Çözüldü Tarihi	Ekip Kodu	Tamamlanma Süresi	İşi Yapan Ekip
Güneşli Mah.	69813	29.07.2021 23:25	Ekip 2	30.07.2021 14:02	Ekip 2	2.08.2021 20:32	Ekip 2	3 gün 1 saat 7 dk.	Ekip 2
	69807	29.07.2021 22:54	Ekip 4	30.07.2021 14:49	Ekip 4	31.07.2021 08:09	Ekip 4	1 gün 1 saat 15 dk.	Ekip 2
	66415	24.07.2021 13:12	Ekip 3	24.07.2021 13:43	Ekip 3	25.07.2021 08:46	Ekip 3	3 saat 34 dk.	Ekip 2
	66240	24.07.2021 09:41	Ekip 3	44401,56944	Ekip 3	25.07.2021 08:46	Ekip 3	3 saat 5 dk.	Ekip 2
	66216	44401,38056	Ekip 3	24.07.2021 13:44	Ekip 3	25.07.2021 08:48	Ekip 3	3 saat 38 dk.	Ekip 2
Esentepe Mah.	70480	31.07.2021 09:25	Ekip 4	31.07.2021 12:30	Ekip 4	5.08.2021 08:13	Ekip 4	4 gün 2 saat 47 dk.	Ekip 2
	70477	31.07.2021 13:12	Ekip 4	31.07.2021 12:30	Ekip 4	5.08.2021 08:15	Ekip 4	4 gün 2 saat 50 dk.	Ekip 2
	69815	30.07.2021 00:53	Ekip 4	30.07.2021 13:52	Ekip 4	31.07.2021 08:17	Ekip 4	1 gün 3 saat 25 dk.	Ekip 2
	69809	29.07.2021 22:56	Ekip 4	44407,58333	Ekip 4	31.07.2021 08:09	Ekip 4	1 gün 1 saat 13 dk.	Ekip 2
	69805	44406,95	Ekip 4	30.07.2021 14:01	Ekip 4	31.07.2021 08:17	Ekip 4	1 gün 1 saat 29 dk.	Ekip 2
	69032	28.07.2021 14:21	Ekip 4	29.07.2021 08:00	Ekip 4	31.07.2021 08:13	Ekip 4	2 gün 3 saat 53 dk.	Ekip 2
	68305	27.07.2021 13:01	Ekip 4	27.07.2021 17:17	Ekip 4	3.08.2021 08:12	Ekip 4	6 gün 3 saat 11 dk.	Ekip 2
Bahçelievler Mah.	68149	27.07.2021 10:12	Ekip 4	27.07.2021 12:32	Ekip 4	6.08.2021 13:35	Ekip 4	10 gün 3 saat 23 dk.	Ekip 2
	68092	27.07.2021 09:34	Ekip 4	27.07.2021 12:32	Ekip 4	6.08.2021 13:35	Ekip 4	10 gün 1 dk.	Ekip 2

İş emirleri incelendiğinde 1 arıza için 14 iş emrinin oluşturulduğu görülmektedir. Söz konusu arıza için ;

1 adet iş emri Ekip 2,

3 adet iş emri Ekip 3,

10 adet iş emri Ekip 4'e atanmıştır. Arıza Ekip 2 tarafından giderilmiştir.



Şekil 4.28.30.07.2021 tarihinde ø450 mm çapında hdpe boru arıza çalışması

Sadece bu arıza için 13 adet mükerrer iş emri oluşturulmuş olup; 14 arızanın tamamı gerçek bir arıza gibi değerlendirilip 3 farklı ekibe atanmıştır. Arızayı yapan ekibe bir atama yapıp arızaya müdahalede bulunmayan Ekip3'e 3, Ekip4'e ise 10 atama yapılması ekip performanslarını belirlemede olumsuz bir durum yaratmaktadır. Bunun önlenmesi sağlıklı ve gerçek veriler ile analiz yapabilmesi için program yazılımında gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Mükerrer arızalar belirtilmeli ve gerçekten arızayı gideren ekiplere atama yapılmalı, kullanılan malzemede de mükerrerliğin önlenmesi sağlanmalıdır. Böylece yapılan arıza sayısı, ekiplerin yaptığı arıza sayısı dağılımı, kullanılan malzeme ve arızalara müdahale ile arıza giderilme süreleri, içme suyu dağıtım şebekesi ile ilgili data kaydı konularında çok değerli veri birikimi elde edilebilir. Ayrıca arızanın sonuçlandırılma aşamasında arızalar ana boru arızası, branşman arızası, vana arızası, yangın musluğu arızası, diğer arızalar şeklinde gruplandırılarak kapatılması durumunda Gelir Getirmeyen Su hesabında da gerçek veriler kullanılabilir. Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü bünyesinde 4 adet su arıza ekibi vardır. Bir arıza ekibi 1 operatör, 1 şoför, 1 ekip başı ve 2 usta veya usta yardımcısından oluşmaktadır.

Kaski Elbistan Şube Müdürlüğü Kaçak su Birimi 1 birim sorumlusu ve 5 birim personelinden oluşmaktadır. CBS sisteminden verilere göre kaçak su çalışmaları abone ve kaçak kategorilerinde değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.53.Elbistan ilçesi 2021 9 aylık abone - kaçak su çalışmaları(KASKİ,2021)

	Tümü	Atanmış Başlamamış	Devam Eden	Atanmamışlar	Tamamlanmışlar	İptal	Askıya Alınanlar	Abonesiz Sayaç
Abone	1125	78		9	1015	19		
Kaçak	495	9		163	322			1

Abone kategorisinde yapılan işlem dökümü:

Çizelge 4.54.Elbistan ilçesi 2021 9 aylık abone kategorisinde yapılan işlemler(KASKİ,2021)

	Tümü	Kontrol Ölçüm	Mühür Yenileme	Sayaç Açma (Yeni Abone)	Sayaç Açma (Yoldan)	Sayaç Boş Dönüyor	Sayaç Camı kırık	Sayaç Gerisi Kırık	Sayaç Okunmuyor	Sayaç Patlak	Sayaç Çalışmıyor	Ön Ödemeli Sayaç Arızası
Abone	1125	100	15	3	1	38	10	2	11	612	316	17

Çizelge 4.55.Elbistan ilçe merkezi 2021 (9 ay) yapılan kaçak su işlemleri(KASKİ,2021)

	Tümü	Kontrol Ölçüm	Mühür Yenileme	Sayaç Açma (Yeni Abone)	Sayaç Açma (Yoldan)	Sayaç Boş Dönüyor	Sayaç Camı kırık	Sayaç Gerisi Kırık	Sayaç Okunmuyor	Sayaç Patlak	Sayaç Çalışmıyor	Ön Ödemeli Sayaç Anzası
Bahçelievler	20	2				1	1			15	1	
Esetepe	49	1	2		1	2			1	32	10	
Tepebaşı	27	4								15	8	
Battalgazi	69	3	1			4			2	26	34	
Orhangazi	61	5	2			1			3	40	10	1
Güneşli	88	3	1			1	1			53	23	5
Ceyhan	37	11	2							15	7	3
Kümbet	68	5					1		1	33	22	4
Cumhuriyet	72	10				4	1		2	34	21	
Yunus Emre	69	8	1			4				27	30	
Pınarbaşı	40	3				2				15	18	1
Kızılcaoba	74	10				6				28	28	2
Yeşilyurt	48	1		2		3		1		23	17	1
Köprübaşı	19									9	10	
	741	66	9	2	1	28	4	1	9	365	239	17

Çizelge 4.56.Elbistan merkez mahallelerde yapılan işlerin ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)

	Tümü	Ekip 2	Ekip 3	Boş
Bahçelievler	20	5	15	
Esetepe	49	24	21	4
Tepebaşı	27	13	12	2
Battalgazi	69	37	30	2
Orhangazi	61	29	27	5
Güneşli	88	37	40	11
Ceyhan	37	20	13	4
Kümbet	68	32	33	3
Cumhuriyet	72	27	39	6
Yunus Emre	69	33	29	7
Pınarbaşı	40	12	26	2
Kızılcaoba	74	31	39	4
Yeşilyurt	48	29	17	2
Köprübaşı	19	6	11	2
Toplam	741	335	352	54

Kaçak kategorisinde 1 abonesiz su, 494 kaçak su birimi işlemi vardır.

Çizelge 4.57.Abonesiz su işlem kaydı(KASKİ,2021)

Evcihüyük	26.05.2021 14.40	13.39	Ekip belirsiz	Kodu Belirsiz
-----------	------------------	-------	---------------	---------------

Kaçak su biriminde Ekip2 ve Ekip3 olmak üzere iki ekip mevcuttur. Kaçak su kategorisinde Ekip 2 tarafından 116, Ekip 3 tarafından 77, hangi ekip tarafından yapıldığı bilinmeyen 302 işlem yapılmıştır.

Çizelge 4.58.Elbistan merkez mahallelerde kaçak kategorisinde yapılan işlerin ekiplere dağılımı(KASKİ,2021)

	Tümü	Ekip 2	Ekip 3	Belirsiz
Bahçelievler	4	1		3
Esentepe	8	2	2	4
Tepebaşı	38	7	11	20
Battalgazi	4		1	3
Orhangazi	2			2
Güneşli	9	2	2	5
Ceyhan				
Kümbet	1		1	
Cumhuriyet	1			1
Yunus Emre	1	1		
Pınarbaşı	5	1	2	2
Kızılcaoba	3			3
Yeşilyurt	6	4		2
Köprübaşı	6	2		4
Toplam	88	20	19	49

Abone kategorisinde 2021 yılı ilk 9 aylık süreçte yapılan 1125 işlemin 741'i %65,87'si, kaçak su kategorisinde ise 495 işlemin 88'i % 17,78'i merkez mahallelerde gerçekleşmiştir. Kaçak su işlemlerinde sadece para cezası uygulanmakta olup tahmini bir kullanım belirlenmemektedir. Tahmini bir kullanım hesaplanması durumunda Gelir Getirmeyen Su hesabında ölçülmeyip faturalandırılan hesabında gösterilebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar neticesinde Elbistan İlçe merkezinde su dengesi tablosu hazırlanmış ve su kaybı bileşenlerinin analizi yapılmıştır. Yine aynı şekilde başka bir performans ölçüsü olan alt yapı kaçak indeksi hesaplanmıştır. Su dengesi hesaplanırken bileşenlerin analizinde sadece tahakkuk verileri ölçümle belirlenmiş olup, diğer bileşenlere ait veriler tamamen yok veya kısmi olarak bulunmakta, bazı verilerin hata payı da yüksek olduğu için doğrulamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Su dengesi incelendiğinde Elbistan İlçe Merkezine 9 aylık dönemde sağlanan su arzı 12.051.309 m³, izinli tüketim miktarı 3.980.493 m³ olup bunun gelir getiren su miktarı 3.798.010 m³, gelir getirmeyen su miktarı 8.253.299 m³ olarak tespit edilmiştir. Yine bu tabloya göre toplam su kaybı 8.070.816 m³ olup su kaybı oranı % 66,97, gelir getirmeyen su oranı %68,48 olarak hesaplanmıştır. Su kayıpları içinde 7.822.193 m³ ile %64,9 oranında fiziksel kayıplar, 248.622 m³ ile %2.1 oranında idari kayıplardan oluşmaktadır.

Alt yapı kaçak indeksi (ILI) incelendiğinde 14,31 olduğu ve gelişmekte olan ülkeler için C sınıfında bir alt yapı sistemine sahip olduğu tespit edilmiştir. Burada sadece su bol ve ucuz olduğunda tolere edilebildiği öyle olsa dahi sızıntı yönetiminin güçlendirilmesi ve yoğunlaştırılması tavsiye edilmektedir. Elbistan ilçe merkezi kaynarca kaynağından beslenmekte ve terfi ile depolara iletilmektedir. Aynı zamanda yaz aylarında içme suyu yetersizliği yaşanmakta ve ilave su kaynağı ihtiyacı doğmaktadır.

Bu çalışmalar kapsamında iki adet DMA bölgesi oluşturulmuş ve bu bölgelerin debi girişleri ve basınç verileri tespit edilmiştir. DMA-1 bölgesi Tepebaşı Mahallesi olarak belirlenmiş, DMA-2 bölgesi Bahçelievler ve Esentepe Mahalleleri olarak belirlenmiştir. Bu bölgelerde izinli tüketim içinde faturalandırılmayan 58 adet ibadethane, mezarlık gibi tesislerden 11 adetine sayaç takılarak tahakkuk verileri gözlemlenmiştir. Birbirine yakın tüketimleri olan bu tesisler için ortalama tüketim belirlenerek diğer tesislerin tüketimi buna göre hesaplanmıştır.

Bölgelerde yapılan çalışmalar neticesinde mevcut 7,5 bar işletme basıncı altında DMA-1 için gelir getirmeyen su oranı %76,49, DMA-2 için %71,79 olarak hesaplanmıştır. Bölgelerin işletme basıncı ilçe merkezi genelinin işletme basıncı değerlerine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Aynı zamanda ilçe merkezin sızıntı ve kaçak yönetimi kapsamında arızaların ve kaçak kullanımların tespiti, bakım ve onarımı ile verilerin analizi incelenmiş olup, ilgili birimlerin araç, donanım, yazılım, eğitim ve personel eksikliklerinin olduğu göze çarpmaktadır. Çoğu yerde abone bilgilerinin mekânsal bilgilerle örtüşmediği, kaçak veya usulsüz su kullanımı takiplerinin yeterli seviyede yapılmadığı, arıza iş emri yönetiminde mükerrerlik olduğu ve sağlıklı yapılamadığı görülmüştür. Kaçak kullanımların %17,78'i merkez mahallelerde geri kalanı ise daha kırsal mahallelerde olduğu tespit edilmiştir. Elbistan ilçesi 2021 yılı 9 aylık su tahakkuk verileri analiz edildiğinde mesken abonelerini %15,11'inin 9 ay boyunca 0 m³ su tükettiği, % 40,66'sının 0-10 m³ aralığında ortalama 5,83 m³, % 35,6'sının 11-20 m³ aralığında ortalama 14,02 m³ su tükettiği görülmektedir. Elbistan ticari abonelerinin 1748 adedi % 34,86'sı, resmi daire abonelerinin 38 adedi % 28,36'sı 9 ay boyunca hiç su tüketmemiş görünmektedir.

DMA bölgelerinde yapılan çalışmalar da göz önünde alındığında Elbistan ilçe merkezi dağıtım sisteminde yaklaşık %65 ile % 75 arasında gelir getirmeyen su oranının olduğu ön görülmektedir. Şebekenin işletme basıncı ortalama 7,5 bar olduğu ve ilgili mevzuatların izin verdiği değerlerin üstünde olduğu görülmüştür. Alt yapı kaçak indeksinin 14,31 ve sistemde bir güzergah içinde çok sayıda şebeke ağı ve boru çeşidi olması ve fiziki su kayıp oranının % 65 civarında olması, sistemin terfili olarak enerji harcayarak iletilmesi ve buna bağlı olarak su maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle dağıtım sisteminin yenilenmesi zorunlu hale gelmektedir.

Bu sonuçları göz önünde bulundurarak etkin bir su kayıp yönetimi için öneriler:

- Su dengesi bileşenlerinin olabildiğince ölçülebilir değerlerle yapabilmek için gerekli çalışmalar yapılmalı
- Su arzının sağlandığı Kaynarca Terfi Merkezi tüm iletim hatları üzerine debimetre tesis edilmeli, ayrıca dağıtım sisteminin 5 ana deposunun giriş ve çıkışlarına debimetre tesis edilmelidir.
- Sisteme giren ve depolara iletilen su debimetre yardımıyla ölçülmeli ayrıca buradan oluşan veriler SCADA sistemine entegre edilerek düzenli olarak izlenmelidir.
- Dağıtım sisteminin boru hatları projesine uygun olarak yenilenmelidir.

- Yenilenmesi düşünülen şebeke ağının teşkilinde basınç bölgeleri izin verilen basınç limitleri arasında olmalı gerekirse basınç kırıncı vanalar ile basınç yönetimi sağlanmalıdır.
- Şebeke ağı yeniden tesis edilirken mevcut şebeke ağları iptal edilmeli ve DMA bölgeleri oluşturulmalıdır. Bu DMA bölgelerinde gerekirse basınç kontrolü de yapılmalıdır.
- DMA bölgelerinde debimetreler ve basınç sensörleri oluşturulmalı ve bunlar SCADA sistemi ile entegre edilerek düzenli olarak izlenmelidir.
- Bildirilen arızaların iş emri oluşturulmasında kullanılan yazılımların geliştirilmesi, mükerrerliklerin önüne geçilmesi, ekip amiri ve ekipteki ustaların sahada yapılan bakım ve onarım çalışmalarının kaydının düzenli olarak tutulması ve sisteme veri girişi yapılması gerekmektedir.
- Bildirilmeyen sızıntıların tespiti ve onarımı için akustik dinleme cihazlarının temini yapılmalı ve bunlar için ekip oluşturulmalıdır. Oluşturulan ekiplerin iyi derecede eğitim görmesi yapılacak çalışmaların verimini artıracaktır. Bildirilmeyen arızaların tespiti için ilk etapta en az ikişer teknisyenden oluşacak 2'li vardiya düzeninde çalışacak min 1'er dinleme ekibi oluşturulmalıdır. Ekiplerin ihtiyacı olacak akustik dinleme cihazı alımları yapılmalı, eğitimleri tamamlanmalı, su kayıp ve kaçakla mücadelede kullanılacak tüm cihazlar bir araç içine montaj edilerek her türlü kayıp/ kaçak önleme çalışmalarında daha seri müdahale imkanı yaratılmalıdır. Oluşturulacak dinleme ekipleri sadece bölge debi ve basınç bilgilerinin analizi sonucu belirlenen bölgelerde bildirilmeyen arızaların tespiti çalışmalarından sorumlu olmalıdır.
- Tüm belediye tesislerine, camilere, dini tesislere, mezarlıklara ve yeşil alanlara sayaç monte edilmelidir. İtfaiye araçlarının su temin noktalarına ve yangın muslukları ile halka açık çeşmelere sayaç takılmalıdır.
- Tüm aboneler için uygun çap ve hassasiyette sayaç montajı yapılmalı ve sayaç yerleri ile ilgili düzenleme çalışmaları yapılmalıdır. 2022 yılında başlaması planlanan içme suyu şebeke yenileme projesi kapsamında sayaç yerlerinin düzenleme işlemi yapılmalıdır.
- Sayaç temini ve montajı kurum personeli tarafından üretici firmaların belirledikleri tekniklere uygun olarak yapılmalı, abonelerin istedikleri yere istedikleri sayacı uygulamasının önüne geçilmelidir. Eski sayaçların kalibrasyonlarının düzenli şekilde yapılması sağlanmalıdır.

- Yüksek tüketimi olan aboneler titizlikle incelenmeli, bunlarla ilgili tahmini tüketim verileri oluşturularak uyarı sistemi yardımıyla takiplerinin yapılması gerekmektedir.
- Resmi daire abonelerinin 85 adedinin sayaç montaj yılı bilinmemekte olup, en eski tarihli sayaç yılı 1974, 2006 yıllarıdır. On yılını geçmiş sayaçlar acilen değiştirilmeli ve diğer abonelerin de sayaçlarının montaj usullerine uygun olup olmadığı incelenip gerekiyorsa uygun çapta sayaçlarla usulüne uygun montaj yapılarak değiştirilmelidir.
- Elbistan merkez mahallelerin tamamında abonelerin tamamına yakınının güneş enerjisi sistemi kullandığı ve abone depolarının olduğu tespit edilmiştir. Abone su depolarından sızıntı veya taşkınların olup olmadığının tespiti ve depolarda insan sağlığı için risk oluşturup Kuruma herhangi bir olumsuzluk yansıtması için sürekli tespit ve izleme yapacak, illegal kullanımları da denetleyecek ekipler oluşturulmalıdır.
- Tahakkuk ve tahsilat oranları düzenli olarak izlenmeli ve tahsilatın artırılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.
- Bu çalışmalar ile birlikte su kayıplarının meydana getirdiği zararlarının ve bunlarla mücadelenin öneminin halka anlatılması için eğitim ve bilgilendirme faaliyetleri yapılmalıdır. Bu bağlamda okullarda çocuklar için tanıtım filmleri düzenlenmeli ve eğitici dersler verilmelidir. Ayrıca insanların çeşitli amaçlarla toplandığı cami, kültür merkezi, kütüphane, alış veriş merkezi gibi yerlerde sözlü ve yazılı bilgilendirmeler yapılmalıdır.

Mevcut durumun iyileştirilmesi için KASKİ Genel Müdürlüğü tarafından 2022 yılında Avrupa Birliğinin Türkiye'deki Mülteciler için Mali Yardım Fonu Programı (FRIT-II) kapsamında "Akdere-Afşin-Elbistan İçme Suyu İsale Hattı Projesi" ile Elbistan İlçe Merkezine Afşin İlçesi sınırlarında bulunan Kurudere - Sarımağara kaynaklarından 140 km isale hattı ile birlikte 737 l/s içme suyu arzı sağlanacaktır. Bu projenin gerçekleşmesi ile birlikte dağıtım sistemine su cazibeli olarak iletilmiş olacak ve enerji tasarrufu sağlanacaktır. Yine aynı hibe ve kredi programı kapsamında "Elbistan İçmesuyu Şebeke Projesi" ile ilçe merkezinde yaklaşık 320 km içme suyu şebekesi yenilenecektir. Bu projenin gerçekleşmesi ile birlikte ekonomik ömrünü tamamlamış depo ve boru hatları ile armatürler yenilenecek, debimetre ve basınç ölçerler tesis edilerek SCADA sistemine entegrasi sağlanacaktır. Projenin

uygulanmasında ilgili mevzuat ve projelere uygun şekilde maks. statik basınç 65 m yi geçmeyecek şekilde basınç zonları oluşturulacak olup, bu proje kapsamında 9 adet DMA bölgesi dizayn edilecektir.



KAYNAKLAR

- Anonim-1, 2014, İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarını Kontrolü Yönetmeliği, 8 Mayıs 2014, Resmi Gazete No:28994.
- Anonim-2, 2013, İller Bankası, 2013, İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite Ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname, İlbank, 44–66.
- Anonim-4, 2017, Ceyhan Havzası Master Planı, DSİ.
- Anonim-5, 2013, Kahramanmaraş İlinde Doğa Turizm Master Planı, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, DOĞAKA.
- Anonim-6, 2011, Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu, Kahramanmaraş Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
- Anonim-6, 2018, Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu, Kahramanmaraş Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
- Anonim-7,2020, Kahramanmaraş İl Afet Risk Azaltma Raporu, Kahramanmaraş İl Afet Acil Durum Müdürlüğü
- Anonim-8, 2019, Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı, Su Yönetim Genel Müdürlüğü
- Anonim-9, 2019, Kahramanmaraş İli Tarımsal Kuraklık Eylem Planı, Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
- Cabrera, E., Pardo, M.A., Arregui, F.J., 2013, Tap Water Costs and Service Sustainability, a Close Relationship. *Water Resources Management*. 27, 239–253.
- Fallis, P., Hübschen, K., Oertle, E., Ziegler, D., Kingel, P., Baader, J., Trujilo, R., Laures, C., 2011, Guidelines for water loss reduction: A focus on pressure management. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Germany, 228.
- Farley, M., 2001, Leakage Management and Control, *World Health Organization*, 1–98.
- Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z.B.M., Istandar, A., Singh, S., 2008, The Manager's Non-Revenue Water Handbook. A Guide to Understanding Water Losses, (Editors: van Dijk, N., Raksakulthai, V., Kirkwood, E.), 110.
- Gomes, R., Marques, A.S., Sousa, J., 2012, Decision support system to divide a large network into suitable District Metered Areas. *Water Science & Technology*. 65.9, 1667-1675.
- GWLR: Guidelines for water loss reduction, A focus on pressure management. 2011. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, VAG

- Armaturen GmbH (VAG), Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), 2326 sayfa, Germany. Erişim tarihi: Mayıs 2017. <https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2011-en-guideline-water-lossreduction.pdf>
- Henrie, M., Carpenter, P. ve Nicholas, R. E., 2016, *Pipeline leak detection handbook*. Gulf Professional Publishing.
- Kanakoudis, V., Gonelas, K., 2014, Applying Pressure Management to Reduce Water Losses in Two Greek cities' WDSs: Expectations, Problems, Results and Revisions. *Procedia Engineering*, 89, 318-325
- Karpuzcu, M., 2005, Su Temini ve Çevre Sağlığı, *Kubbealtı Neşriyatı*.
- Lambert, A. and Hirner, W., 2000, Losses from Water Supply Systems: A Standard Terminology and Recommended Performance Measures, *IWA Blue Pages*.
- Lambert, A., 2003, Assessing Non-Revenue Water and its Components: A Practical Approach. *IWA water loss task force*, 21,50 – 51.
- Lambert, A.O., and Fantozzi, M., 2005, Recent Advances in Calculating Economic Intervantion Frequency for Active Leakage Control and Implications for Calculation of Economic Leakage Levels, *Water Science and Technology: Water Supply, IWA*, 263-271.
- Mckenzie, R. 2001., Development of A Pragmatic Approach To Evaluate The Potential Savings From Pressure Management in Potable was Distributions in South Africa: PRESMAC, *Report TT152/01, published by the South African Water Research Commission*
- Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A., 2017, İçme Suyu Temin Ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü El Kitabı, *Orman ve Su İşler Bakanlığı, Antalya*.
- Muslu, Y., 2002, Su Temini ve Çevre Sağlığı. *Su vakfı yayınları*, İstanbul
- Muslu, Y., 2008, Çözümlü Problemlerle Su Temini ve Çevre Sağlığı, *Su Vakfı Yayınları*, 300-301-302.
- MNRW: The Manager's Non-Revenue Water Handbook, A Guide to Understanding Water Losses, 2008. Ranail & USAID, 110 sayfa. Erişim tarihi: Mayıs 2017. https://warrington.ufl.edu/centers/purc/docs/resources_NRWManagersHandbook.pdf
- MNRW: The Manager's Non-Revenue Water Handbook For Africa, A Guide To Understanding Water Losses, 2010, USAID, World Bank Institute, http://www.pseau.org/outils/ouvrages/usaaid_manager_non_revenue_water_handbook_for_africa_en.pdf [Erişim tarihi: Mayıs 2017].
- Nardo, A.D., Natale, M. D., Giudicianni, Santonastaso G.F., Tzatchkov V., Varela J. M. R., 2017, Economic and Energy Criteria for District Meter Areas Design of Water Distribution Networks, *Water* 9, 463-476.

- Nicolini, M., Giacomello, C., Scarsini, M., and Mion, M., 2014, Numerical modeling and leakage reduction in the water distribution system of “Udine”, *Procedia Engineering*, 70, 1241-1250.
- Oertlé, E., Knobloch, A., 2010, Guidelines for Water Loss Reduction, Proceedings IWA International Specialised Conference Water Loss 2010, 1-12.
- Prowat, 2009, Su Kayıpları Nasıl Önlenir ?, *Eflatun Yayınevi*.
- Rahman, A., Wu Z.Y., 2018, Multistep Simulation-Optimization Modeling Approach for Partitioning Water Distribution System into District Meter Areas, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 144, 04018018.
- Savić, D., Ferrari, G., 2014, Design and performance of district metering areas in water distribution systems. In *Procedia Engineering*, 89, 1136–1143.
- Scibetta, M., Boano, F., Revelli, R., Ridolfi, L., 2014, Community detection as a tool for district metered areas identification, In *Procedia Engineering*, 70, 1518–1523.
- Simbeye, I. Managing Non-Revenue Water. NRW-Sourcebook for Trainers. WAVE Pool. InWEnt 2010. 102 pages, Erişim tarihi: Mayıs 2017. http://www.waterimpactguidebook.net/fileadmin/0_guidebook/resources_exercises/DGood_Practices/47-NRW_resourcebook.pdf
- Thornton, J., 2003, IWA Water Loss Task Force, Managing Leakage by Managing Pressure: A Practical Approach, *Water 21*.
- Thornton, J., Sturm, R. and Kunkel, G., 2008, Water Loss Control, *Mc Graw Hill*, 19-21-26.
- Tsitsifli, S., Kanakoudis, V., Bakouros, I., 2011, Pipe Networks Risk Assessment Based on Survival Analysis. *Water Resource Management*, 25, 3729–3746
- Viessman, W., Hammer, M.J., 1971, Water supply and pollution control 5th edition. In *Water supply and pollution control*.
- Winarni W., 2009, Infrastructure Leakage Index (ILI) as Water Losses Indicator, *Civil Engineering Dimension*, 11(2), 126–134.