



**T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI**  
**SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



**İÇME KULLANMA SUYU GÜVENLİĞİ**  
**PLANLARININ HAZIRLANMASI**  
**REHBER DOKÜMANI**





T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı  
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI  
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
SU HUKUKU VE POLİTİKASI DAİRE BAŞKANLIĞI



## SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

### GENEL MÜDÜR

Afire SEVER

### GENEL MÜDÜR YARDIMCISI

Dr. Yakup KARAASLAN

## SU HUKUKU VE POLİTİKASI DAİRE BAŞKANLIĞI

### Daire Başkanı

Zakir Turan

## SU POLİTİKASI ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

Huriye İNCECİK CEYLAN	Şube Müdürü
Mehmet AKKOYUN	Mühendis
Fatih TÜRKMENDAĞ	Mühendis
Demet Işık KURTOĞLU	Mühendis



T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı  
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI  
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
SU HUKUKU VE POLİTİKASI DAİRE BAŞKANLIĞI



### PROJE EKİBİ

Seda ÇETİNKAYA	Çevre Mühendisi
Hasan KIRMIZITAŞ	Jeoloji Mühendisi
Utku ÜNALAN	Çevre Mühendisi
Erol DEMİRCİ	Çevre Mühendisi
Hasan ÇEVİK	Kimya Mühendisi
Dr. Okan Çağrı BOZKURT	İnşaat Mühendisi
Oya ORBAY	Biyolog

### DANIŞMANLAR

Prof. Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI

Prof. Dr. Mahmut FIRAT

Dr. Meltem KAÇIKOÇ



## İÇİNDEKİLER

TABLolar	vi
ŞEKİLLER	viii
KISALTMALAR	x
YÖNETİCİ ÖZETİ	1
1 GİRİŞ	4
2 UZMAN EKİP	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3 İÇME KULLANMA SUYU KAYNAKLARI ve HAVZALARI	6
3.1 Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi	6
3.1.1 Yasal Yapı	6
3.1.2 Kurumsal Yapı	8
3.2 İçme ve Kullanma Suyu Kaynaklarının Mevcut Durumu	10
3.2.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi	10
3.2.2 İçme Kullanma Suyu Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Kaynağın Karakterizasyonu	12
3.2.3 İçme Kullanma Suyu Kalitesinin Belirlenmesi	14
3.2.4 İçme Kullanma Suyu İzleme Sistemi Analizi	22
3.2.5 Modelleme Çalışmaları	22
3.2.6 Mevcut Kirlilik Haritalarının Hazırlanması	24
3.3 İçme Suyu Kaynaklarına Güvenlik Analizi	26
4 İÇME KULLANMA SUYU İSALE HATTI	27
4.1 İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Mevcut Durumunun Belirlenmesi	27
4.1.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi	27
4.2 İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Güvenlik Analizi	28
5 İÇME SUYU ARITMA TESİSLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	29
5.1 Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi	29
5.1.1 Yasal Yapı	29
5.1.2 Kurumsal Yapı	30
5.2 İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi	30



5.2.1	İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi .....	30
5.2.2	İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Teknik Değerlendirmenin Yapılması ...	32
5.3	İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Yapılması Gereken Revizyonların Belirlenmesi	32
5.4	İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Güvenlik Analizi.....	32
6	İÇME KULLANMA SUYU ŞEBEKESİ .....	34
6.1	Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi .....	34
6.1.1	Yasal Yapı .....	34
6.1.2	Kurumsal Yapı .....	34
6.2	İçme Suyu Dağıtım Sistemi Bileşenlerinin Mevcut Durum Analizi .....	35
6.2.1	İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi .....	35
6.2.2	Su Kanalizasyon İdaresi Mevcut Durum Analizi.....	36
6.3	Su Kayıpları Analizi.....	41
6.3.1	Su Dengesi Tablosu Analizi .....	41
6.3.2	Altyapı Kaçak İndeksi (ILI) Analizi .....	42
6.3.3	Minimum Gece Debisi Analizi.....	45
6.3.4	Su Kayıpları için Performans Göstergelerinin Analizi.....	48
6.3.5	Ekonomik Kayıp Seviye Analizi.....	54
7	İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN TAM MALİYET, FİNANSAL VE İDARİ KAPASİTENİN ANALİZİ .....	57
7.1	Finansal Maliyetlerin Belirlenmesi .....	57
7.1.1	Sermaye Maliyeti.....	57
7.1.2	İşletme ve Bakım Maliyeti .....	58
7.1.1	Özkaynak Getirisi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
7.1.2	Finansal Maliyetlerin Hesaplanması için Gerekli Veriler .....	58
8	İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KİMYASAL-BİYOLOJİK-RADYOLOJİK-NÜKLEER (KBRN) SALDIRILARA KARŞI HASSASİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	61
8.1	İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Hassasiyetlerine Karşı Hassas Noktaların Belirlenmesi.....	61
8.2	Hassasiyet İndislerinin Belirlenmesi ve Sistem Hassasiyeti Değerlendirmesi	63
8.3	İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Hassasiyetlerine Karşı Değerlendirme İndislerinin Belirlenmesi .....	64



---

8.3.1	Arıtıma Dayanıklılık.....	64
8.3.2	Potansiyel Etkilenecek Kişi Sayısı.....	65
8.3.3	Tehlike.....	65
8.3.4	Ajana Erişilebilirlik .....	67
8.3.5	Tespit Edilebilirlik.....	67
8.4	KBRN Saldırılarına Karşı Sistem Hassasiyetinin Değerlendirilmesi Çalışması Sonuçları	68
9	KAYNAKTAN MUSLUĞA RİSKLERİN KARAKTERİZE EDİLMESİ.....	69
9.1	Kaynaktan Musluğa İçme Suyu Sistemi Risklerinin Karakterizasyonun Belirlenmesi Metodolojisi .....	69
9.2	Risk Bütçesinin Çıkartılması .....	71
9.2.1	Risk Değerlendirmesi ve Karakterizasyonu.....	71
10	İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KORUNMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN GEREKLİ TEDBİRLER .....	75
11	ACİL DURUM EYLEM PLANLARININ HAZIRLANMASI .....	76



## TABLolar

Tablo 3.1 İçme Suyu Kaynaklarının Korunmasında Görev Yapan Kurumlar .....	9
Tablo 3.2 Baraj İşletme ve Bakım Süreçleri .....	11
Tablo 3.3 Kuyu İşletme ve Bakım Süreçleri .....	12
Tablo 3.4 İçme Suyu Güvenlik Planı Kapsamında İzlenmesi Gereken Parametreler	17
Tablo 4.1 İsale Hattı İşletme ve Bakım Süreçleri .....	28
Tablo 5.1 İçme Suyu Arıtma Tesisi İşletme ve Bakım Süreçleri .....	31
Tablo 6.1 Mevcut Durum Analizi Bileşenleri .....	38
Tablo 6.2 İçme Suyu Dağıtım Sisteminde İncelenmesi Gereken Alt Bileşenler.....	41
Tablo 6.3 ILI Analizi için Gerekli Veriler .....	43
Tablo 6.4 ILI Göstergesinin Değerlendirilmesi İçin IWA Tarafından Önerilen Sınır Değerler.....	45
Tablo 6.5 MNF analizi için dikkate alınan değişkenler .....	47
Tablo 6.6 Gösterge Hesabı için Gerekli Veriler .....	49
Tablo 6.7 Yüzde (%) Olarak GGS ve Alt Bileşenleri.....	50
Tablo 6.8 Birim Hat Uzunluğu (km) Başına sızıntı miktarı hesabı için göstergeler ....	51
Tablo 6.9 Birim servis bağlantı sayısı başına sızıntı miktarı hesabı için göstergeler.	52
Tablo 6.10 İdarede GGS ve alt bileşenlerinin maliyetleri .....	52
Tablo 6.11 Su kaynağı ve tüketim verimlilik göstergeleri.....	53
Tablo 6.12 Şebeke ve servis bağlantılar için arıza göstergeleri .....	54
Tablo 6.13 Çalışma Alanı Genel Verileri .....	55
Tablo 7.1 Sistem Bileşenleri ve Hassasiyetlerini Etkileyen Faktörler (WHO, 2004) ..	61
Tablo 7.2 Terörist Saldırlara Açık Lokasyonlar (Lory, 2006) .....	62
Tablo 7.3 İçme Kullanma Suyu Sistemi KBRN Hassasiyeti Değerlendirilmesi Ajan ve Tehdit Değerlendirme Alt Kırılımları (Lory, 2006) .....	63



---

Tablo 7.4 KBRN Ajanlarının Ünite Bazlı Arıtım Verimle Aralıkları .....	64
Tablo 7.5 KBRN Ajanları Tehlike Düzeyleri .....	66
Tablo 7.6 KBRN Ajanları ve Tehdit Unsurları Tehlike İndisleri .....	66
Tablo 7.7 KBRN Ajanları ve Saldırı Unsurlarına Erişilebilirlik İndisleri.....	67
Tablo 7.8 KBRN Ajanları ve Saldırı Unsurlarının Tespit Edilebilirlik Hassasiyet İndisleri .....	68
Tablo 8.1 Risk, Tehlikeli Olay ve Tehlike Türü Örnekleri .....	72
Tablo 8.2 İSGP Risk Matrisi .....	74



## ŞEKİLLER

---

Şekil 3.1. Havzalardaki kirlilik kaynakları .....	14
Şekil 3.2 Alüminyum Parametresi için Uzun Yıllar Zaman Serisi - Örnek .....	16
Şekil 3.3 Mevcut Kirlilik Haritası – Örnek.....	24
Şekil 6.1 Su Kayıp Yönetiminde Mevcut Durum Analizi ve En Uygun Yöntem Önerme Sistemi.....	37
Şekil 8.1 Kaynaktan Musluğa Risklerin Karakterize Edilmesi Şematik Gösterimi .....	70



## EKLER

---

Ek 1	Yasal Mevzuat
Ek 2	Kurumsal Yapı
Ek 3	Su Kaynaklarının Mevcut Durum Veri Kaynakları
Ek 4	Su Kayıp Analizi
Ek 5	Ekonomik Analizi
Ek 6	Sistem Bazlı Risk Karakterizasyonu
Ek 7	Sistem Bazlı Belirlenen Tedbirler
Ek 8	Acil Durum Eylem Planları



## KISALTMALAR

ABYS	Abone Tüketimlerinin Düzenli ve Doğru Bir Şekilde Okunması ve İzlenmesi
ADEP	Acil Durum Eylem Planı
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AZNP	Average Zone Night Pressure - Gece Saatindeki Ortalama Basınç
BÖA	Bölgesel Ölçüm Alanları
CARL	Current Volume of Physical Losses - Mevcut Fiziki Kayıp Hacmi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇED	Çevre Etki Değerlendirmesi
ÇŞB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DMA	District Metered Area - İzole Ölçüm Bölgesi
DSİ	Devlet Su İşleri
EKS	Ekonomik Kayıp Seviyesi
GGs	Gelir Getirmeyen Su
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points - Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları
HES	Hidroelektrik Santrali
ILI	Infrastructure Leakage Index - Altyapı Kaçak İndeksi
ISO	International Organization for Standardization – Uluslararası Standart Teşkilatı
IWA	International Water Association - Uluslararası Su Birliği
İAT	İçmesuyu Arıtma Tesisi
İSGP	İçme Suyu Güvenliği Planı
İTASHY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
KBRN	Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Tehditler



---

MNF	Minimum Night Flow - Minimum Gece Debisi
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition – Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi
SIV	System Input Volume - Sistem Giriş Hacmi
SuKİ	Su ve Kanalizasyon İdareleri
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
UARL	Unavoidable Physical Loss – Yıllık Kaçınılmaz Fiziki Kayıp
WHO	World Health Organization - Dünya Sağlık Örgütü
YAS	Yeraltı Suyu



## YÖNETİCİ ÖZETİ

İçme suyu güvenliğini kalıcı bir şekilde garanti altına almanın en etkili yolu; su temin sistemini kaynağın beslenme havzasından nihai tüketiciye kadar bütün aşamalarını içeren kapsamlı bir risk analizi ve risk yönetimi yaklaşımından geçer. Bu yaklaşım Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından hazırlanmış olan İçme Suyu Kalitesi Rehberinin 3. baskısında İçme Suyu Güvenliği Planı (Water Safety Plan) kavramı ile tanımlanmıştır.

İçme Suyu Güvenliği Planı içeriğinin kompleksliği içme suyu temin sisteminin durumuna göre değişkenlik gösterir. Birçok durumda sadece içme suyu temin sistemine özgü olarak tanımlanmış temel risklere odaklanacak sadelikte hazırlanır. İçme suyu temin sistemleri için çok geniş bir aralıkta potansiyel riskler ve kontrol önlemleri tanımlanabilmektedir. Ancak bu durum bütün önlemlerin her durumda uygulanması gerektiği anlamına gelmez. İçme Suyu Güvenliği Planı her bir içme suyu temin sistemi için ayrı ayrı hazırlanmalıdır.

**Gaziantep İli Kaynaktan Musluğa İçme ve Kullanma Suyu Güvenliği Planının Hazırlanması Projesi** ile içme kullanma suyu güvenliği konusunda öncü bir çalışma yapılmaktadır. Proje kapsamında yapılan tüm değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Gaziantep İli için İçme Kullanma Suyu Güvenliği Planı oluşturulmuştur.

İçme kullanma suyu güvenliğinin değerlendirilmesine yönelik başka bölgelerde yapılacak faaliyetlerde yol gösterme ve bilgilendirme amacıyla rehber belge oluşturulması amacıyla söz konusu proje çıktıları esas alınarak **İçme Kullanma Suyu Güvenliği Planlarının Hazırlanması Rehber Dokümanı** hazırlanmıştır.

Rehber Doküman, su kaynakları ve havzaları, isale hattı, içme suyu arıtma tesisi ve şebeke olmak üzere tüm sistem bileşenlerinden oluşmaktadır. Her bir sistem bileşeni için yapılması gereken çalışmaları sistem bileşeni başlığı altında verilmektedir. Rehber Dokümanı oluşturan içme suyu sistem bileşenleri ve alt iş kalemleri aşağıda verilmektedir.

### **1. İÇME KULLANMA SUYU KAYNAKLARI VE HAVZALARI**

- ***Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi***
  - *Yasal Yapı*
  - *Kurumsal Yapı*
- ***İçme Kullanma Suyu Kaynakları ve Havzası Mevcut Durum Değerlendirilmesi***



- *İdari, İşletme ve Bakım Süreçleri Analizi*
- *İçme Suyu Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Kaynağın Karakterizasyonu*
- *İçme Kullanma Suyu Kalitesinin Belirlenmesi*
- *İçme Kullanma Suyu İzleme Sistemi Analizi*
- *Modelleme Çalışmaları*
- *Mevcut Kirlilik Haritalarının Hazırlanması*
- *Kullanıcı Memnuniyet ve Hassasiyetinin Değerlendirilmesi*
- ***İçme Suyu Kaynaklarında Güvenlik Analizi***
- 2. **İÇME KULLANMA SUYU İSALE HATTI**
  - ***İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Mevcut Durum Değerlendirilmesi***
    - *İdari, İşletme ve Bakım Süreçleri Analizi*
  - ***İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Güvenlik Analizi***
- 3. **İÇME SUYU ARITMA TESİSLERİ**
  - ***Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi***
    - *Yasal Yapı*
    - *Kurumsal Yapı*
  - ***İçme Suyu Arıtma Tesisi Mevcut Durum Değerlendirilmesi***
    - *İdari, İşletme ve Bakım Süreçleri Analizi*
    - *İAT Teknik Değerlendirmesinin Yapılması*
  - ***İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Yapılması Gereken Revizyonların Belirlenmesi***
  - ***İçme Suyu Arıtma Tesisleri Güvenlik Analizi***
- 4. **İÇME SUYU DAĞITIM SİSTEMİ**
  - ***Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi***
    - *Yasal Yapı*
    - *Kurumsal Yapı*
  - ***İçme Suyu Dağıtım Sistemi Mevcut Durum Değerlendirilmesi***
    - *İdari, İşletme ve Bakım Süreçleri Analizi*
    - *SuKİ Mevcut Durum Analizi*
  - ***Su Kayıpları Analizi***
    - *Su Dengesi Tablosu Analizi*
    - *Altyapı Kaçak İndeksi (ILI) Analizi*
    - *Minimum Gece Debisi Analizi*
    - *Su Kayıpları için Performans Göstergelerinin Analizi*
    - *Ekonomik Kayıp Seviye Analizi*



## **5. İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN EKONOMİK ANALİZİ**

- *Finansal Maliyet*
- *Çevresel Maliyet*
- *Kaynak Maliyeti*

## **6. İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KBRN SALDIRILARINA KARŞI HASSASİYETİNİN BELİRLENMESİ**

- *Hassas Noktaların Belirlenmesi*
- *Hassasiyet İndislerinin Belirlenmesi ve Sistem Hassasiyetinin Değerlendirilmesi*
- *İçme Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Hassasiyetlerine Karşı Değerlendirme İndisleri*
  - *Arıtıma Dayanıklılık*
  - *Potansiyel Etkilenecek Kişi Sayısı*
  - *Tehlike*
  - *Ajana Erişebilirlik*
  - *Tespit Edilebilirlik*
- *KBRN Saldırına Karşı Sistem Hassasiyetinin Değerlendirilmesi Sonuçları*

## **7. KAYNAKTAN MUSLUĞA RİSKLERİN KARAKTERİZE EDİLMESİ**

- *Kaynaktan Musluğa İçme Suyu Sistemi Risklerinin Karakterizasyonun Belirlenmesi Metodolojisi*
- *Risk Bütçesinin Çıkartılması*

## **8. İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KORUNMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN GEREKLİ TEDBİRLER**

## **9. ACİL DURUM EYLEM PLANLARI**



## 1 GİRİŞ

İçme suyu güvenliğini kalıcı bir şekilde garanti altına almanın en etkili yolu; su temin sistemini kaynağın beslenme havzasından nihai tüketiciye kadar bütün aşamalarını içeren kapsamlı bir risk analizi ve risk yönetimi yaklaşımından geçer. Bu yaklaşım Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından hazırlanmış olan İçme Suyu Kalitesi Rehberinin 3. baskısında İçme Suyu Güvenliği Planı (Water Safety Plan) kavramı ile tanımlanmıştır.

İçme Suyu Güvenliği Planı yaklaşımı, uzun bir geçmişi olan içme suyu yönetim pratiklerinin sistematikleştirilmesi ve bu pratiklerin içme suyu kalitesi yönetimi için kullanılabilir hale getirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. İçme Suyu Güvenliği Planları içme suyu temin sistemini bir bütün olarak ele alır. Sistemin normal akış sürecinde oluşan veya dışarıdan sistemi etkileyen tehlikelere karşı sistemin hassasiyetini ortaya koyar. İçme Suyu Güvenliği Planı yaklaşımı gıda endüstrisinde kullanılan Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) gibi risk yönetim yaklaşımlarının yöntem ve prensiplerinden yararlanmaktadır (Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Callan, P., Fewtrell, L., Deere, D., & Bartram, J.,2005).

İçme Suyu Güvenliği Planı içeriğinin kompleksliği içme suyu temin sisteminin durumuna göre değişkenlik gösterir. Birçok durumda sadece içme suyu temin sistemine özgü olarak tanımlanmış temel risklere odaklanacak sadelikte hazırlanır. İçme suyu temin sistemleri için çok geniş bir aralıkta potansiyel riskler ve kontrol önlemleri tanımlanabilmektedir. Ancak bu durum bütün önlemlerin her durumda uygulanması gerektiği anlamına gelmez. İçme Suyu Güvenliği Planı her bir içme suyu temin sistemi için ayrı ayrı hazırlanmalıdır.

İçme Suyu Güvenliği Planı hazırlamanın ilk basamağı su temin sistemini eksiksiz bir şekilde kavramış multi-disipliner bir uzman ekibinin oluşturulmasıdır. Ekip suyun alındığı havza, arıtma sistemi ve dağıtım şebekesi konularında yeterli uzmanlığa sahip olmalıdır. Ekip içme suyu temin sisteminin her bir aşamasında yer alan uzmanları ve havzadan nihai tüketiciye kadar temin sisteminde sorumluluk sahibi olan paydaşların temsilcilerinden oluşmalıdır. Ekip; mühendisler, havza ve su yöneticileri, su kalitesi uzmanları, çevre ve halk sağlığı uzmanları, teknik personel ve tüketici temsilcilerinden oluşabilir. Çoğu durumda ekipte yasal düzenleme yetkisi olan kurumlar gibi dış paydaşlar da yer alabilir. Küçük ölçekli su temin sistemleri için teknik ekibe ek olarak yabancı/dışarıdan uzmanlar da yer alabilir (Alberta, 2014).

İçme Suyu Güvenliği Planı oluşturulması ve uygulanması sürecinin başarılı ve etkili bir şekilde yürütülebilmesi için nitelikli bir İSGP ekibinin oluşturulması en önemli ön koşullardandır. Ekip oluşturulurken, ekipte yer alacak kişilerin İSGP'nin nasıl oluşturulacağı ve uygulama sürecinin



nasıl şekilleneceğini çok iyi bilmesi gerekir. Ekipte yer alacak kişilerin bireysel yetki ve sorumluluklarının bir bütün olarak ele alındığında içme suyu temin ve dağıtım sisteminin tamamını kapsayacak nitelikte olması son derece önemlidir. Ekibin hem yetki ve sorumluluk bakımından hem de sistemin işleyişi, teknik özellikleri, sistemin her bir aşamasında su kalitesi ve miktarını etkileyebilecek tehlikeler ve tehlikeli durumlar ve bunların önlenmesi hakkında bilgi ve tecrübeye sahip olması gerekir. Küçük yerleşimler için veya küçük ölçekli içme suyu temin ve dağıtım sistemleri için İSGP oluşturulurken bilgi ve tecrübe eksikliğini gidermek için dışarıdan uzman desteği alınması faydalı olacaktır. İSGP'nin oluşturulması, uygulanması ve güncellenerek geliştirilmesi ekibin gündelik görevlerinin temelini oluşturmalıdır (WHO, 2012).

İSGP ekibinin başarılı olabilmesi için aynı zamanda üst yönetimin desteğini alması da önem taşımaktadır. Yönetimin desteği hem araştırma-geliştirme çalışmaları için hem de İSGP'nin etkin bir şekilde uygulanması ve geliştirilmesi için finansal ve teknik kaynakların kullanımını kolaylaştıracaktır (Breach, 2012).

Ekip için hem teknik bilgi ve tecrübe açısından hem de yetki ve sorumluluk açısından üyeleri harekete geçirebilecek onları yönlendirebilecek, üst yönetim ve dış paydaşlarla etkili bir iletişim için gerekli donanıma sahip bir ekip lideri belirlenmelidir. Ekibin başarılı olabilmesi için gerekli uzmanlık alanları, ihtiyaç duyulan bilgiler ve ekibin üye sayısı ve bileşimi belirlenmeli, her bir üyenin sorumluluk alanı net bir şekilde tanımlanmalıdır. Ekip tarafından İSGP'nin ne kadar sürede oluşturulacağı ve uygulamalar ile ilgili bir iş takvimi oluşturulmalıdır (Bartram, J., Corrales, I., Davison, A., Deere, D., Drury, D., Gordon, B., Howard, G., Rinehold, A., Stevens, M., 2009).

Ülkemizde ilk defa **Gaziantep İli Kaynaktan Musluğa İçme ve Kullanma Suyu Güvenliği Planının Hazırlanması Projesi** ile içme kullanma suyu güvenliği konusunda öncü bir çalışma yapılmıştır. Proje kapsamında yapılan tüm değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Gaziantep İli için İçme Kullanma Suyu Güvenliği Planı oluşturulmuştur.

İçme kullanma suyu güvenliğinin değerlendirilmesine yönelik başka bölgelerde yapılacak faaliyetlerde yol gösterme ve bilgilendirme amacıyla rehber belge oluşturulması amacıyla söz konusu proje çıktıları esas alınarak **İçme Kullanma Suyu Güvenliği Planlarının Hazırlanması Rehber Dokümanı** hazırlanmıştır.



## 2 İÇME KULLANMA SUYU KAYNAKLARI VE HAVZALARI

### 2.1 Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi

İçme suyu güvenliği açısından içme suyu temin edilen kaynakların kalite ve miktar açısından korunması oldukça önem arz etmektedir. İçme ve kullanma suyu temini ile ilgili yasal ve kurumsal yapı proje alanı özelinde sisteme su temin edilen yerüstü ve yeraltı tüm kaynaklar için detaylı olarak incelenmelidir.

#### 2.1.1 Yasal Yapı

İçme suyu kaynakları tespit edilerek her bir kaynak bağlı olduğu yasal mevzuata göre değerlendirilmelidir. Yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarının mevzuata uygun bir şekilde korunmasının sağlanıp sağlanmadığı aşağıda verilen yönetmelikler incelenerek yasal yapı analizi yapılmalıdır. İçme suyu kaynakları ile ilgili tüm yasal mevzuat Ek 1'de verilmektedir.

##### 2.1.1.1.1 Yerüstü Su Kaynakları

- **İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişlik Yapılmasına Dair Yönetmelik**

Bu yönetmelik 10/03/2020 tarihli 31064 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış olup 6. Maddesi uyarınca her bir içme-kullanma suyu havzasının özellikleri dikkate alınarak bilimsel bir çalışma ile içme-kullanma suyu havzası koruma planı hazırlanır. İçme kullanma suyu havzası koruma planı Bakanlıkça veya Bakanlığın uygun görüşü ve koordinasyonunda Büyükşehir belediyelerine içme-kullanma suyu temin edilen yerüstü suyu kaynakları için **Koruma Planları**, büyükşehir belediyeleri Su ve Kanalizasyon İdareleri genel müdürlüklerince hazırlanır veya hazırlatılır ve Bakanlığa sunulur. **Koruma Planı** olmayan tüm yerüstü su kaynakları için Su ve Kanalizasyon İdare'leri tarafından ivedilikle koruma planlarının hazırlanması ve hükümlerin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

**Koruma Planı** olan su temin edilen kaynaklarda ise saha çalışmaları ile plan kapsamında belirlenen hükümlerin ve eylem planlarının uygulanıp uygulanmadığı tespit edilmelidir. Koruma Planları su kaynağı ve havzası özelinde olup her bir planda ayrı hükümler belirlenmektedir. Bu nedenle İçme Suyu Güvenlik Planlarının ilk adımı söz konusu yönetmelik uyarınca hazırlanmış veya hazırlanacak olan **Koruma Planında** belirlenen hükümlerin sahada uygulanmasıdır.



### 2.1.1.1.2 Yeraltı Su Kaynakları

- **Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik**

İçme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan yeraltı suyu kaynakları için koruma planları, 7/4/2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik ile sağlanmalıdır.

Yeraltı suyu koruma alanları Yönetmelik Madde 13 uyarınca kuyu, pınar, kaynak, kaptaj, tünel, galeri ve benzeri için koruma alanlarını Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından belirlenir ve belirlenen tüm koruma alanlarının envanterini tutar ve koruma alanı haritası hazırlanır. Bu maddeye bağlı olarak su temin edilen yeraltı suyu kaynakları hazırlanmış olan koruma planına göre yasal mevzuata uygun olarak işletildiği değerlendirilmelidir.

İçme ve kullanma suyu güvenliğinin sağlanması için yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının korunması ve iyileştirilmesi için yasal mevzuata uygun olarak izleme ve deşarj standartları açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir.

### 2.1.1.1.3 Deşarj

İçme ve kullanma suyu temin edilen kaynakların beslenme alanlarına yapılacak her türlü deşarj standartları her bir kaynağın **Koruma Planı’nda** belirlenmiştir. Koruma planlarında eksik veya bahsedilmeyen her türlü deşarj standartları için **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği** standartları geçerlidir. Ayrıca, havza sınırları içerisindeki evsel atıksu deşarjları **Kentsel Atıksu Yönetmeliği** ile belirlenen standartlara göre yapılmalıdır.

### 2.1.1.1.4 İzleme

İçme suyu kaynaklarında yapılan izleme çalışmaları birden fazla yönetmelik ve tebliğe bağlı olarak yapılmaktadır.

- **İçme Suyu Temin Edilen veya Edilmesi Planlanan Suların Kalitesi ve Artılması Hakkında Yönetmelik**

Yönetmelik Madde 10’a göre, içme suyu temin edilen veya temin edilmesi planlanan sulardan numune alımının yıl geneline yayılması ve böylece suyun kalitesinin tam olarak yansıtılması esastır. Bir yıllık izleme sonucunda tespit edilmeyen parametreler SYGM görüşü alınarak müteakip yılın izleme programından çıkarılabilir. Beş yıllık izleme periyodu sonunda izleme programından çıkarılmış olan tüm parametreler bir defaya mahsus analiz edilir ve tespit edilmesi durumunda izleme programına tekrar eklenir.



Tüm izleme ve analizlerin içme suyu temin eden Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından yapılması gerekmektedir.

İçme suyu temini maksadıyla kullanılan ve/veya kullanımı planlanan YAS kütlelerinin kalite durumu 17/2/2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğin eklerinde yer alan parametre listesi ve standartları dikkate alınarak bu Yönetmelikte belirtilen esaslara göre değerlendirilmelidir.

- **Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik**

07.04.2012 tarihinde 28257 sayılı Resmî Gazetede yayımlanmış olup yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi ve iyileştirilmesi için gerekli esasların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yönetmeliğin 9. Maddesi uyarınca YAS kütle veya kütlelerinin miktar ve kimyasal durumunun izlenmesi, belirlenen YAS kütlelerinin karakterizasyonundan sonra YAS kütlelerinin durumu dikkate alınarak DSİ tarafından yönetmelik Ek-5’e uygun olarak gerçekleştirilir. İzlemeler DSİ, SYGM’nin görüşünü alarak kirleticilerin konsantrasyonlarındaki önemli ve artan eğilimleri içerecek şekilde bir YAS izleme programı hazırlar. YAS izleme noktalarının seçimi, izlemenin sıklığı ve izleme parametreleri ilgili programda belirlenerek DSİ tarafından uygulanır.

YAS kütlelerinin içme suyu amacıyla kullanılması durumunda bu yönetmelik uyarınca yeraltı suyu kaynaklarında İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ile belirlenen parametreler izlenmelidir.

Yukarıda bahsedilen tüm izlemelerin yapılıp yapılmadığı bu aşamada tespit edilerek yasal mevzuata uygunluk değerlendirilmez.

### 2.1.2 Kurumsal Yapı

İçme suyu kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için su yönetimi ile ilgili kurumlar arasında etkin bir koordinasyon sağlanmalıdır. İçme suyu kaynaklarının korunması için mevcut durumdaki yasal mevzuat gereği yetki ve sorumluluğu olan kurumlar, denetimler, deşarj izinler, izleme ve suyun tahsisi olmak üzere başlıca 4 ana başlık altında toplanabilmektedir (Tablo 2.1).



**Tablo 2.1 İçme Suyu Kaynaklarının Korunmasında Görev Yapan Kurumlar**

İçme Suyu Kaynaklarının Korunması	Kurumlar
Mevzuat düzenlenmesi ve denetimler	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü</li><li>○ DSİ Bölge Müdürlükleri</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri</li><li>○ Sağlık Bakanlığı – Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü</li><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü</li><li>○ Su ve Kanalizasyon İdaresi</li></ul>
Deşarj izinler	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri</li><li>○ Sağlık Bakanlığı – Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü</li><li>○ Su ve Kanalizasyon İdaresi</li></ul>
İzleme	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü</li><li>○ DSİ Bölge Müdürlükleri</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü</li><li>○ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlükleri</li><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü</li><li>○ Sağlık Bakanlığı – Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü</li><li>○ Su ve Kanalizasyon İdaresi</li></ul>
Suyun tahsisi	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tarım ve Orman Bakanlığı – Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü</li><li>○ DSİ Bölge Müdürlükleri</li><li>○ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu</li><li>○ Valilikler – Yatırım Koordinasyon Planlama Dairesi, İl Özel İdareleri</li><li>○ Sağlık Bakanlığı – Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü</li></ul>

İçme suyu kaynaklarında görev ve sorumlulukları bulunan kurum ve kuruluşların içme suyu sistemindeki görevleri Ek 2 ile verilmektedir.

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planı hazırlanan İl'e içme kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı kaynakların ve beslenme alanlarının farklı özelliklere sahip olması durumunda kaynakların korunması için farklı kurumların iş birliği entegrasyonu değerlendirilmelidir.



## 2.2 İçme ve Kullanma Suyu Kaynaklarının Mevcut Durumu

### 2.2.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planının hazırlanmasında amacına uygun olacak şekilde her türlü acil durum senaryosuna göre içme kullanma suyu ihtiyacının sürdürülebilir şekilde karşılanabilmesi için su kaynakları özelinde uygulanması gereken idari, işletme ve bakım prosedürleri belirlenmelidir.

#### 2.2.1.1 İdari Süreçlerin Analizi

Kurumların sorumluluk alanları dikkate alınarak işletimin eksiksiz yapılması için Kurum içi Daire Başkanlıkları kurulmaktadır. Bu durum her bir Su ve Kanalizasyon İdaresi veya su yönetiminde görevli kurumlarda değişkenlik göstermektedir. Bu sebeple dairelerin yetki ve sorumlulukları kurumdan kuruma farklı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Yukarıda da bahsedildiği üzere idari süreçlerin eksiksiz analiz edilebilmesi için Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından ilgili Daire Başkanlıklarına bağlı her bir personelin sayı, nitelik, görevlerinin tanımlanmış olması gerekmektedir.

Kurum içi idari süreçlerin ISO 9001:2015 kalite yönetim standartlarına göre yürütülmelidir. Kurum tarafından planlama, operasyon, dokümantasyon, politika ve idari süreçlerin analizini ISO 9001 Standartlarına göre gerçekleştirmeli ve sürekli iyileştirme yapılmalıdır. ISO 9001:2015 kalite yönetim standartlarına göre Genel Müdür'den en alt seviyede çalışana kadar bütün çalışanların görev, yetki ve sorumluluklarını gösterir bir el kitabı olmalıdır.

İçme suyu kaynaklarının korunması için asgari teknik personel şeması yapılan aşağıdaki hiyerarşik yapı önerilmektedir.

- Genel Müdür
  - Genel Müdür Yardımcısı
    - İşletmeler Daire Başkanı
      - Çevre Koruma ve Kontrol Şube Müdürü
        - Su Ürünleri /Çevre Mühendisi
          - Numune Alma Ekibi
          - Laboratuvar Teknikeri
        - İşletme Teknik Şube Müdürlüğü
          - Çevre/Makine/Elektrik Mühendisleri
            - Terfi İstasyonu Teknikeri

- SCADA Teknikeri
- Mekanik Arıza Ve İnşaat Teknikeri
- Elektrik Arıza Teknikeri
- Havza Koruma Şube Müdürlüğü
  - Su Ürünleri/Çevre Mühendisleri
    - Çevre Teknikerleri
    - Havza Koruma Güvenlik Ekibi

### 2.2.1.2 İşletme ve Bakım Süreçlerin Analizi

Su kaynaklarındaki işletme bakım süreçlerinin mevcut durumunun analiz edilmesinde her bir su kaynağı için ayrı ayrı (baraj, regülatör, kuyu/kaynak vb.) formlar hazırlanmalıdır. Bu formlar Su ve Kanalizasyon İdarelerinde işletmede görev alan ilgili uzmanlar tarafından mevcut uygulamaların şeffaflıkla yansıtıldığı cevapları içermesi önem arz etmektedir.

Formların doldurulması ardından uzman ekip tarafından işletme ve bakım süreçlerinin değerlendirilmesi, eksiklerin giderilmesi ve iyileştirme önerileri getirilmelidir.

Baraj ve kuyu işletme ve bakım süreçlerinin mevcut durum analizinde kullanılan örnek bir formlar Tablo 2.2 ve Tablo 2.3 ile verilmektedir.

**Tablo 2.2 Baraj İşletme ve Bakım Süreçleri**

<b>İşletme ve Bakım Süreçleri için Sorular</b>
Su alma yapısının tasarımı
Pompaların bakımı için prosedür var mı? Var ise prosedürler ile ilgili bilgi verilmesi
Pompalar için eş yaşlandırma yapılıyor mu?
Hava kazanı var mı ? Var ise işletimi için izlenen prosedür ile ilgili bilgi verilmesi
Pompa istasyonlarının kapasite ve konum bilgileri
Terfi pompaları öncesinde ızgara vb ekipmanlar var mı?
Ara terfilerde hava kazanı var mı?
Pompalara günümüze kadar hangi bakımlar yapılmıştır?
Pompaların debi eğrileri var mı? Var ise paylaşılması
Online ölçüm noktası koordinatı ve ölçülen parametreler ve SCADA'ya bağlı mı?
Elektrik kesilmesi durumunda yapılacaklar ile ilgili prosedür var mı? Var ise prosedürler ile ilgili bilgi verilmesi

\*Tabloda verilen sorular asgari olup proje alanına göre geliştirilmelidir.



**Tablo 2.3 Kuyu İşletme ve Bakım Süreçleri**

<b>İşletme ve Bakım Süreçleri için Sorular</b>
Pompaların bakımı için prosedür var mı? Var ise prosedürler ile ilgili bilgi verilmesi
Pompalar için eş yaşlandırma yapılıyor mu?
Hava kazanları işletimi için izlenen prosedür var mı? Var ise prosedürler ile ilgili bilgi verilmesi
Ara terfilerde hava kazanı var mı?
Pompa istasyonlarının kapasite ve konum bilgileri
Pompaların debi eğrileri var mı? Var ise paylaşılması
Elektrik kesilmesi durumunda yapılacaklar ile ilgili prosedür var mı? Var ise prosedürler ile ilgili bilgi verilmesi
Online ölçüm noktası koordinatı ve ölçülen parametreler ve SCADA'ya bağlı mı?
Gözlem kuyusundaki yeraltı suyu seviyesindeki değişim? (son 10 yıl)

\*Tabloda verilen sorular asgari olup proje alanına göre geliştirilmelidir.

## **2.2.2 İçme Kullanma Suyu Kaynaklarının Değerlendirilmesi ve Kaynağın Karakterizasyonu**

### **2.2.2.1 İçme Kullanma Suyu Kaynaklarının Değerlendirilmesi**

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planı hazırlanan İl'e içme suyu sağlayan kaynakların mevcut durumu ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilen veriler doğrultusunda incelenecektir. Her bir su kaynağının mevcut durumu havza ve alt havza bazında sınırları tespit edilerek havzaların genel özellikleri, karakterizasyonları belirlenmelidir.

Su kaynağı ve beslenme havzasının mevcut durumu değerlendirilmesinde aşağıda verilen başlıklar incelenmelidir.

- 1. Su Alma Yapısı:** İçme suyu temin edilen baraj veya regülatörün su alma yapısının özellikleri ve mevcut durumu değerlendirilmelidir.
- 2. Havzanın konumu ve sınırları:** Su kaynağı ve beslenme alanının konumu, sınırları ve alt havzaları belirlenmelidir. DSİ tarafından belirlenmiş olan havza sınırlarının kullanımı yapılan diğer çalışmalar ile bütünlük sağlanması açısından uygun olacaktır.
- 3. Yerleşimler ve Nüfus:** Havza sınırları içerisinde yer alan yerleşim birimleri il, ilçe, köy ayrımı yapılarak tespit edilmeli ve havzanın mevcuttaki nüfusu belirlenmelidir. 25 yıllık



nüfus projeksiyonu yapılmalı ve farklı nüfus projeksiyon yöntemleri (*Aritmetik Artış Yöntemi, Geometrik Artış Yöntemi, İller Bankası Yöntemi, Azalan Hızlı Artış Yöntemi, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, vd.*) kullanılarak gerçekleşmesi mümkün en uygun yöntem seçilmelidir.

4. **Altyapı, Ulaşım ve Planlar:** Havza sınırları içerisinde yer alan ve planlanan kanalizasyon, atıksu arıtma tesisi, içme suyu arıtma tesisi ve katı atık depolama mevcut durumları güncel verilere göre detaylı olarak incelenmeli. Ayrıca havza alanındaki her türlü ulaşım yolları (deniz, havayolu, demiryolu ve karayolu) belirlenmelidir. Planlar kapsamında da imar planları ve çevre düzeni planları incelenerek ilçelerinin mevcut durumu ve bu yerleşimleri kapsayan ve gelişimlerini etkileyen imar planları değerlendirilmelidir.
5. **Arazi Kullanımı:** CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretilen arazi örtüsü/kullanımını verisi analiz edilerek havzadaki arazi kullanımı belirlenmelidir.
6. **Korunan Alanlar:** Havzada yer alan tüm koruma alanları tespit edilerek belirlenen hususlar incelenmelidir.
7. **İklim Özellikleri:** Havzadaki mevcut meteorolojik gözlem istasyonları verileri derlenerek uzun yıllar için ortalama sıcaklık, yağış, buharlaşma ve nem parametreleri değerlendirilmelidir.
8. **Hidrolojik Yapı:** Havza sınırları içerisinde yer alan tüm akım gözlem istasyonları konumları ve akım değerleri derlenerek uzun yıllar için veriler değerlendirilmelidir. Ayrıca, havzada inşaat aşamasında ya da planlanan her türlü hidrolojik yapı tespit edilmelidir.
9. **Topografya:** Havzanın topografik özellikleri belirlenmelidir.
10. **Toprak yapısı:** Havzanın toprak özellikleri arazi kullanım kabiliyet sınıflamasına göre arazi kullanma kabiliyet sınıflaması (AKKS) yöntemi kullanılarak değerlendirilmelidir.

Su kaynaklarının mevcut durumlarının değerlendirilmesi kapsamında mevcut duruma ait elde edilen tüm verileri içerecek şekilde ArcGIS veritabanı oluşturulmalıdır. Her bir parametre için haritalar hazırlanmalıdır. Veritabanı çalışmaları kapsamında hazırlanan haritalar, katman ve veri kaynakları örnek olması için Ek 3 ile verilmektedir.

### 2.2.2.2 İçme Kullanma Suyu Kirleticilerinin Tespit Edilmesi

İçme kullanma suyu kaynakları ve havzalarındaki kirletici envanterleri tespit edilecektir.

İçme ve kullanma suyu tespit edilen havzalardaki noktasal ve yayılı kirletici envanterinin tespiti ve analizinde mevcut durum ve planlanan çalışmalar dikkate alınmalıdır. Bunun için su kaynaklarının karakterizasyonun belirlenmesi aşamasında elde edilen veriler bu çalışmalara altık oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında dikkate alınacak noktasal ve yayılı kirlilik kaynakları Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Havzalardaki kirlilik kaynakları

Noktasal kaynaklar kapsamında; evsel atıksular, endüstriyel kirleticiler, düzenli depolama tesisi sızıntı suları ve aktarma istasyonları, yayılı kaynaklar kapsamında; tarımsal faaliyetler, hayvancılık faaliyetleri, arazi kullanımı, hava kirletici birikimi, rezervuar içerisindeki faaliyetler, düzensiz döküm alanı/sahası sızıntı suları, fosseptikler ve diğer kirletici kaynaklar değerlendirilmelidir.

Su kaynaklarındaki kirlilik haritaları hazırlanmalı ve yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen tüm veriler ArcGIS veritabanına girilmelidir. Veritabanı çalışmaları kapsamında hazırlanan haritalar, katman ve veri kaynakları örnek olması için Ek 3 ile verilmektedir.

### 2.2.3 İçme Kullanma Suyu Kalitesinin Belirlenmesi

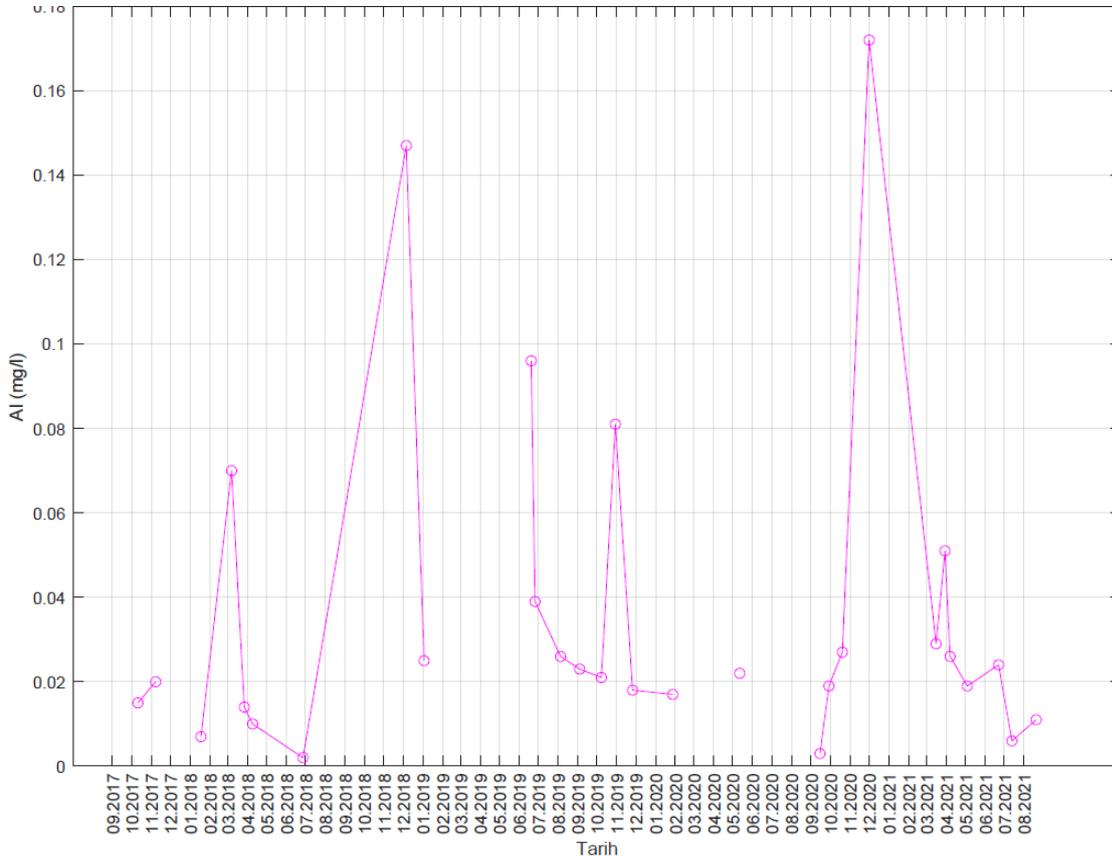
İçme kullanma suyu kalitesi mevcut durumda bugüne kadar (planın hazırlandığı tarihe kadar) kurumlar tarafından su kaynaklarında yapılan tüm analiz sonuçları derlenerek mevzuatta

bulunan içme kullanma suyu ile ilgili standart ve hedeflere göre değerlendirilecek ve hedeflerin karşılanması veya sınır değerlerin aşılması durumu tespit edilecektir.

İzleme çalışmaları aşağıdaki kurumlar tarafından doğrudan veya bu kurumlar tarafından hazırlatılan projeler kapsamında yapılan izleme çalışmaları sonuçları ilgili kurumlardan temin edilerek su kaynaklarına ait su kalitesi belirlenmelidir.

- Tarım ve Orman Bakanlığı - Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
- Tarım ve Orman Bakanlığı - Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
  - DSİ Kalite Gözlem İstasyonları
- Su ve Kanalizasyon İdaresi
- Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Tüm parametreler her bir izleme noktası için uzun yıllar serisi içindeki minimum, maksimum, medyan ve ortalama değerleri çıkartılmalıdır. Her bir parametre için zamana bağlı uzun yıllar zaman serisi grafikleri hazırlanarak her parametre için ekstrem değerler ortaya koyulmalı ve uzmanlar tarafından yorumlanmalıdır. Uzun yıllar zaman serisi grafikleri için örnek grafik ile verilmektedir.





## Şekil 2.2 Alüminyum Parametresi için Uzun Yıllar Zaman Serisi - Örnek

Tüm izleme yapılan noktalarında her bir parametre için *En Yakın Sıralar Arasındaki Doğrusal İnterpolasyonu Yöntemi (The Linear Interpolation Between Closest Ranks Method)* ile hesaplama yapılmalıdır. Uzun yıllar zaman serisi verileri %25, %50, %75, %90 ve %99 üzerinden değerler incelenmelidir.

İzleme sonuçları hem İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik hem de İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik'in limit değerlerine göre değerlendirilmiştir.

Buna ek olarak İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planı kapsamında 4 dönem mevsimsel izleme çalışmaları yapılacak Tablo 2.4 ile verilen parametreler için gerçekleştirilmelidir.



**Tablo 2.4 İçme Suyu Güvenlik Planı Kapsamında İzlenmesi Gereken Parametreler**

No	Parametre	CAS No	Birim	No	Parametre	CAS No	Birim
1	pH			81	Kadusafos	95465-99-9	µg/L
2	Bulanıklık		NTU	82	Kadmiyum	7440-43-9	µg/L
3	İletkenlik (20 °C'de)		µS/cm	83	Kaptan	133-06-2	µg/L
4	Renk		Pt/Co	84	Karbendazim	10605-21-7	µg/L
5	1-Kloronaftalin	90-13-1	µg/L	85	Kinoksifen	124495-18-7	µg/L
6	1-Metilnaftalin	90-12-0	µg/L	86	Klordan	57-74-9	µg/L
7	1,2,4-Trimetilbenzen	95-63-6	µg/L	87	Klorfenapir	122453-73-0	µg/L
8	1-1 Dikloroetan	75-34-3	µg/L	88	Klorfenvinfos	470-90-6	µg/L
9	1,2-Dikloroetan	107-06-2	µg/L	89	Klorotalonil	1897-45-6	µg/L
10	2-Kloronaftalin	91-58-7	µg/L	90	Klorpirifos	2921-88-2	µg/L
11	2,4-d izooktil ester	25168-26-7	µg/L	91	Klorsulfuron	64902-72-3	µg/L
12	2,4,6-tri-tert-butilfenol	732-26-3	µg/L	92	Klorür	16887-00-6	µg/L
13	3,4-dikloroanilin	95-76-1	µg/L	93	Kobalt	7440-48-4	µg/L
14	4-kloroanilin	106-47-8	µg/L	94	Krisen	218-01-9	µg/L
15	17-alfa-etinil estradiol (EE2)	57-63-6	ng/L	95	Krom	7440-47-3	µg/L
16	17-beta-estradiol (E2)	50-28-2	ng/L	96	Kurşun	7439-92-1	µg/L
17	Aklonifen	74070-46-5	µg/L	97	Linuron	330-55-2	µg/L
18	Akrilamid	79-06-1	µg/L	98	Mangan	7439-96-5	µg/L



No	Parametre	CAS No	Birim	No	Parametre	CAS No	Birim
19	Alaklor	15972-60-8	µg/L	99	Metolaklor	51218-45-2	µg/L
20	Aldrin	309-00-2	µg/L	100	Mono-2-etilhekzilfitalat (MEHP)	4376-20-9	µg/L
21	Alüminyum	7429-90-5	µg/L	101	Naftalin	91-20-3	µg/L
22	Amonyum	14798-03-9	mg/L	102	Nikel	7440-02-0	µg/L
23	Antimon	7440-36-0	µg/L	103	Nitrat	14797-55-8	mg/L
24	Antrasen	120-12-7	µg/L	104	Nitrit	14797-65-0	mg/L
25	Antrazin	1912-24-9	µg/L	105	Nonilfenoller		µg/L
26	Arsenik	7440-38-2	µg/L	106	Oktabromodifenil eter	32536-52-0	µg/L
27	Asenaften	83-32-9	µg/L	107	Oktametilsiklotetrasiloksan (D4)	556-67-2	µg/L
28	Asetoklor	34256-82-1	µg/L	108	Oktilfenoller		µg/L
29	Bakır	7440-50-8	µg/L	109	Ortofosfat		mg/L
30	Baryum	7440-39-3	µg/L	110	Parakuat	1910-42-5	µg/L
31	Bentazon	25057-89-0	µg/L	111	Paration	56-38-2	µg/L
32	Benzen	71-43-2	µg/L	112	Paration-metil	298-00-0	µg/L
33	Benzo(a)flore	238-84-6	µg/L	113	Pebulate	1114-71-2	µg/L
34	Benzo(a)piren	50-32-8	µg/L	114	Pendimetalin	40487-42-1	µg/L
35	Berilyum	7440-41-7	µg/L	115	Pentaklorobenzen	608-93-5	µg/L
36	Bifenoks	42576-02-3	µg/L	116	Pentaklorofenol	87-86-5	µg/L
37	Bis(2-etilhekzil) terefitalat	6422-86-2	µg/L	117	Per ve poli florlu alkali bileşikler (PFAS)		ng/L



No	Parametre	CAS No	Birim	No	Parametre	CAS No	Birim
38	Bisfenol A	80-05-7	µg/l	118	Perilen	198-55-0	µg/L
39	Bor	7440-42-8	µg/L	119	Permetrin	52645-53-1	µg/L
40	Bromat	15541-45-4	µg/L	120	Petrol Hidrokarbonları	-	µg/L
41	Bromoksinil	1689-84-5	µg/L	121	Piren	129-00-0	µg/L
42	Bromür	7726-95-6	µg/L	122	Piriprosifen	95737-68-1	µg/L
43	C 10-13 Kloralkanlar	85535-84-8	µg/L	123	Polibromludifenileterler (PBDE)		µg/L
44	Cıva	7439-97-6	µg/L	124	Poliklorlubifeniller (PCB'ler)	1336-36-3	µg/L
45	Çinko	7440-66-6	µg/L	125	Polisiklikaromatik hidrokarbonlar (PAH)		µg/L
46	Dekametilsiklopentasiloksan	541-02-6	µg/L	126	Selenyum	7782-49-2	µg/L
47	Demir	7439-89-6	µg/L	127	Sibutrin	28159-98-0	µg/L
48	Di (2-etilhekzil) fitalat (DEHP)	117-81-7	µg/L	128	Siflutrin	68359-37-5	µg/L
49	Dieldrin	60-57-1	µg/L	129	Simazin	122-34-9	µg/L
50	Difenokonazol	119446-68-3	µg/L	130	Sipermetrin	52315-07-8	µg/L
51	Diflubenzuron	35367-38-5	µg/L	131	Siyanür	57-12-5	µg/L
52	Diklobenil	1194-65-6	µg/L	132	Sodyum	7440-23-5	mg/L
53	Diklofenak	15307-86-5	µg/L	133	Sülfat		mg/L
54	Diklorometan	75-09-2	µg/L	134	Terbutrin	886-50-0	µg/L
55	Diklorvos	62-73-7	µg/L	135	Tetrakloroetilen	127-18-4	µg/L
56	Dikofol	115-32-2	µg/L	136	Tiaklopirid	111988-49-9	µg/L



No	Parametre	CAS No	Birim	No	Parametre	CAS No	Birim
57	Dinobuton	973-21-7	µg/L	137	Titanyum	7440-32-6	µg/L
58	Diuron	330-54-1	µg/L	138	Toplam DDT	50-29-3	µg/L
59	EDTA	60-00-4	µg/L	139	Toplam Organik Karbon (TOK)		mg/L
60	Endosulfan	115-29-7	µg/L	140	Toplam Pestisit		mg/L
61	Etilen tiyoüre (ETU)	96-45-7	µg/L	141	Trans-nonaklor	39765-80-5	µg/l
62	Fenantren	85-01-8	µg/L	142	Tribenuron-metil	101200-48-0	µg/L
63	Fenarimol	60168-88-9	µg/L	143	Tributikalay bileşikleri (Tributikalay-katyonu)	36643-28-4	µg/L
64	Fenoller		µg/L	144	Tridekan	629-50-5	µg/L
65	Fenpropatrin	39515-41-8	µg/L	145	Trifluralin	1582-09-8	µg/L
66	Fentiyon	55-38-9	µg/L	146	Trihalometanlar		µg/L
67	Fentoat	2597-03-7	µg/L	147	Triklorobenzenler	12002-48-1	µg/L
68	Floranten	206-44-0	µg/L	148	Trikloroetilen	79-01-6	µg/L
69	Floren	86-73-7	µg/L	149	Triklosan	3380-34-5	mg/L
70	Florür	7681-49-4	µg/L	150	Uranyum	7440-61-1	µg/L
71	Gümüş	7440-22-4	µg/L	151	Vanadyum	7440-62-2	µg/L
72	Haloasetik Asitler (HAA5)		µg/L	152	Vinil klorür	75-01-4	µg/L
73	Hekzabromo-siklododekanlar (HBCDD)		µg/L	153	Anatoksin	64285-06-9	µg/L
74	Hekzakloro-benzen	118-74-1	µg/L	154	Silindrospermopsin	143545-90-8	µg/L
75	Hekzakloro-bütadien	87-68-3	µg/L	155	Mikrosistin-LR	101043-37-2	µg/L



No	Parametre	CAS No	Birim	No	Parametre	CAS No	Birim
76	Hezazkloro-sikloheksan	608-73-1	µg/L	156	Saksitoksin	35523-89-8	µg/L
77	Heptaklor	76-44-8	µg/L	157	Cryptosporidium ookist		ookist/L
78	Heptaklor epoksit	1024-57-3	µg/L	158	Fekal Koliform		EMS/100 mL
79	Imidaklopid	138261-41-3	µg/L	159	Fekal Streptokok		EMS/100 mL
80	Isoproturon	34123-59-6	µg/L	160	Toplam Koliform (37 °C'de)		EMS/100 mL



İçme Suyu Güvenlik Planının hazırlanması kapsamında yapılacak izleme çalışmaları için nokta seçimi tamamen su kaynağı ve beslenme havzasına bağlı olarak belirlenmelidir. İçme suyu havzasında su kalitesi izlemesi yapılacak noktaların seçiminde aşağıdaki hususların göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

- Saha çalışmaları ve geçmiş havza çalışmaları dikkate alınarak tespit edilen kirleticiler (evsel deşarjlar, endüstriyel deşarjlar, hayvancılık aktiviteleri, vb.)
- Akarsu ağındaki memba-mansap ilişkileri,
- Mevcut ve planlanan depolama, HES vb. yapılar
- Daha önce kurumlar tarafından belirlenmiş izleme yapılan noktalar (gözetimsel, operasyonel izleme noktaları)

#### 2.2.4 İçme Kullanma Suyu İzleme Sistemi Analizi

Su ve Kanalizasyon İdaresi ve DSİ tarafından su kaynaklarında ve beslenme alanlarında yapılan rutin izlemeler ve analiz sonuçları aşağıdaki kriterlere göre incelenmelidir.

- İzleme yapılan noktalar: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nce belirlenen gözetimsel ve operasyonel izleme noktaları
- İzlenen parametreler: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ve Koruma Planları'nca belirlenen parametreler ve İçme Suyu Elde Edilen ve Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik kapsamında belirlenen parametrelerin yönetmelik uyarınca izlenmesi
- İzleme sıklıkları: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ve Koruma Planları'nca belirlenen izleme sıklıkları ve İçme Suyu Elde Edilen ve Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik kapsamında belirlenen izleme sıkları
- Analiz sonuçlarının raporlanması, saklanması ve arşivlenmesi

#### 2.2.5 Modelleme Çalışmaları

Modelleme çalışmaları ile Su Güvenliği Planı hazırlanacak İl'e su sağlayan su kaynakları için farklı kuraklık koşulları senaryo sonuçlarına göre miktar ve kalite açısından değerlendirmeler yapılmalıdır. Dolayısı ile de bu amaçla kullanılacak olan karar destek sistemi bu gereksinimlere cevap verebilecek yetenekte olmalıdır.

Modelleme çalışmalarında kullanılacak modelin, geçmiş ve mevcut veri gereksinimi, model segment yaklaşımının esnekliği, lisans ücretleri, çözüm süresi, gerekli donanım ve platform,



son kullanıcı tarafından kullanılabilirlik, geliştirilecek senaryo gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Su kaynağını hem miktar hem de kalite açısından modellemek için kullanılacak olan modelin karmaşıklık düzeyi, çalışma alanının büyüklüğü ve bu alana ait geçmiş ve mevcut durum verilerinin temin edilebilirliği göz önünde bulundurularak saptanmalıdır. Aksi takdirde model belirsizliği artacak ve bu durum modelin karar vermede güvenilirliğini azaltacaktır. Ya da söz konusu modelin gereksinimlerini karşılamak için harcanacak olan iş gücü ve maliyetler planın gerçek amacından sapmasına neden olacaktır. Ayrıca İl özelinde oluşturulacak olan Su Güvenliği Planlarının, üst ölçekte olan nehir havzaları ile entegre olması da planların uzun vadede geçerliğinin korunmasına fayda sağlayacaktır. Bu noktada Nehir Havza Yönetim Planlarında kullanılan modellerin tercih edilmesi planların sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Su kalitesi, su miktarı ile doğrudan ilişkilidir. İçme suyu kaynağına ilişkin geçmişe dönük, miktar ve işletme verilerinin en kapsamlı içeriğine (doğallaştırılmış akımlar, tahsis verileri, baraj işletme verileri vb.) DSİ Master Plan raporlarından ulaşılabilir. Bu noktada Master Plan Hidroloji raporlarının ayrıntılı şekilde incelenmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Ek olarak su kaynağı durgun su kütlesi ise su seviye ölçüm verileri, nehir su kütlesi ise akım ölçüm verileri miktar modeli sonuçlarının sınanması için kritik verilerdir. Su seviye ve akım gözlem verileri hem DSİ kurumundan hem de Planın yapıldığı İl'in Belediyeleri tarafından arşivlenmektedir. Meteorolojik veriler ise halihazırda kurulu meteoroloji istasyonları tarafından toplanmaktadır. Meteorolojik veriler açısından geçmişe dönük kesintisiz veri sağlayabilmek su miktarının ve dolayısı ile de kalitenin daha gerçeğe yakın modellenebilmesi için önemlidir. Modellemede kullanılacak olan su kalite verilerinin ise hem zamansal, hem de mekânsal çözünürlüğü ve tek elden aynı yöntemler/cihazlar ile ölçülmüş olması çok önemlidir.

Uygun model ve toplanabilecek en sağlıklı veri setleri ile alanda geliştirilmiş olan model yardımı ile geçmişten günümüze yaşanmış olan kuraklık koşulları sonucu su kaynağının ne şekilde tepki vereceği ortaya konulmalıdır.

Yukarıda da bahsedildiği gibi Plan kapsamında kullanılacak olan her bir modelin ihtiyaç duyduğu veri gereksinimleri farklıdır. Bu nedenle model tarafından kullanılacak verilerin detayları seçilen modellerin teknik kullanma kılavuzları rehber alınarak hazırlanmalıdır.

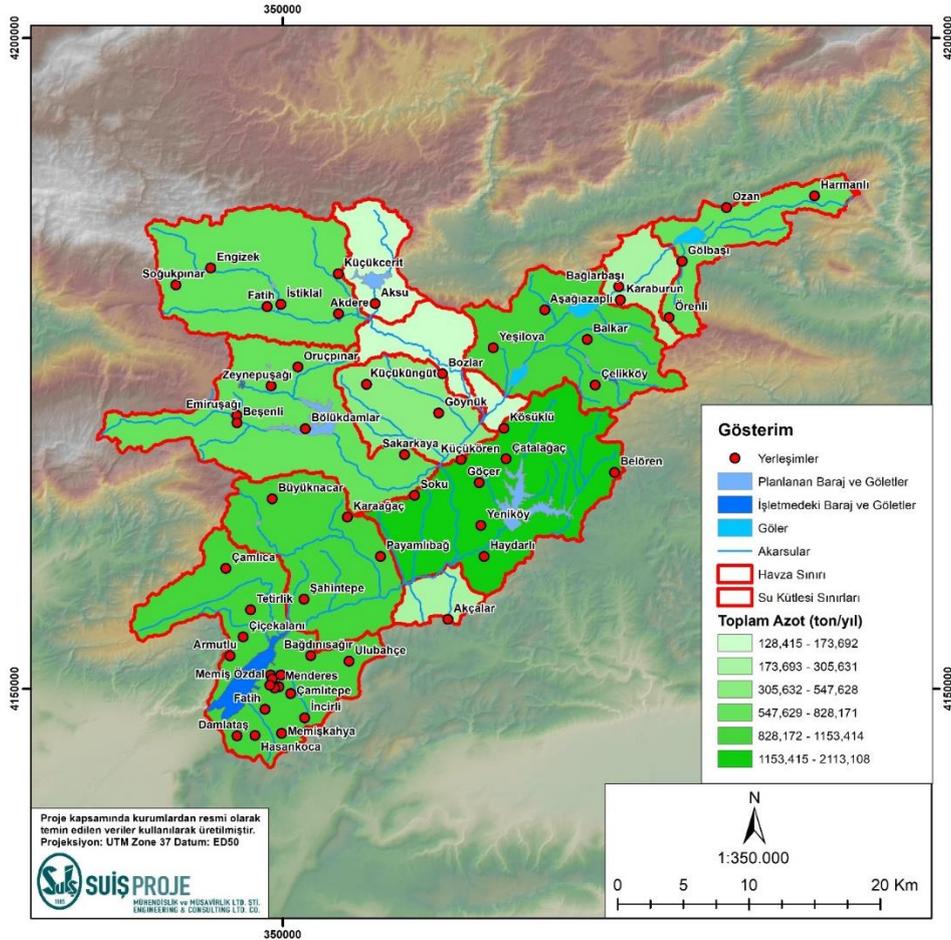
Modelleme çalışmaları kapsamında İçme Suyu Güvenliği Planları kapsamında senaryo olarak iklim değişikliğinin su kaynaklarındaki miktar ve kalite açısından durumunu ortaya koymak için normal durum ve şiddetli kurak koşul çalışılmaktadır. Kuraklık senaryolarının belirlenmesinde

su kaynağına özgü su potansiyeli verileri (havza özelinde uzun dönem doğal akım değerleri) ile birlikte kuraklık koşulları için su potansiyeli değerleri hesaplanmıştır. Bu kuraklık koşulları;

- Normal koşullar
  - Uzun Dönem Doğal Akımlar Ortalaması
- Şiddetli kurak koşullar
  - Uzun Dönemlerdeki en düşük akım değeri

## 2.2.6 Mevcut Kirlilik Haritalarının Hazırlanması

Her bir su kaynağında yapılan hesaplamalar sonucunda noktasal ve yayılı baskılara ait kirletici yüklerine bağlı olarak havzalardaki mevcut durum kirlilik haritaları su kütlesi bazında hazırlanmalıdır. Örnek olarak toplam azot parametresi için kütle bazında hazırlanmış olan kirlilik haritası örnek olarak Şekil 2.3 ile verilmektedir.



Şekil 2.3 Mevcut Kirlilik Haritası – Örnek



## 2.2.7 Kullanıcı Memnuniyet ve Hassasiyetinin Değerlendirilmesi

İçme Suyu Güvenlik Planlarında, kullanıcıların memnuniyeti ve yaşadıkları olumsuz durumlar araştırmalar ile tespit edilmesi son kullanıcı açısından içme suyu sistemindeki güçlü ve zayıf yönlerin ortaya koyulması sistemin iyileştirilmesi için oldukça önemlidir.

İçme kullanma suyu sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulandığının bir göstergesi de son kullanıcının memnuniyetidir. Kullanıcı memnuniyeti ve içme suyu sistemindeki son kullanıcılar açısından hassasiyetini belirlemek için kullanıcılara anket yapılması önerilmektedir.

SuKİ tarafından hizmet alan vatandaşların su tüketimi alışkanlıkları, suyun kalite durumu, arıza durumları, İdarenin arızaya cevap verme hızı, abonelik işlemleri, memnuniyet, öneri ve şikâyet kümelerini belirlemek amacıyla kullanıcılara yönelik anket çalışması yapılmalıdır. Bu anketler asgari olarak aşağıda soruları kapsayacak şekilde hazırlanmalıdır.

### 1. Su Kalitesi:

- İçme suyunun kalitesini nasıl değerlendirirsiniz?
- Su kokusu, rengi veya tadı gibi su kalitesi ile ilgili herhangi bir sorun yaşadınız mı?
- İçme suyu arıtma tesisimizin sizi güvende tuttuğuna dair ne düşünüyorsunuz?

### 2. Hizmet Memnuniyeti:

- İçme suyu kullanım amaçlarınız nedir?(içme suyu, ev temizliği, banyo, yemek vb.)
- Su faturanızın adil ve şeffaf olduğunu düşünüyor musunuz?
- Ortalama fatura bedeliniz aylık ne kadar?
- Acil durumlar veya kesintiler sırasında iletişim ve bilgilendirme hizmetlerimizden memnun musunuz?
- Arızalar g
- Arıza durumunda idaremizin geri dönüş hızından memnun musunuz?
- İçme suyu hizmetlerimizden genel olarak ne kadar memnunsunuz? (Ölçek: 1-10)

### 3. Öneriler ve İstekler:

- Su hizmetlerimizi nasıl geliştirebileceğimiz konusunda önerileriniz var mı?
- Su hizmetlerimizle ilgili özel bir isteğiniz veya talebiniz var mı?

### 4. Demografik Bilgiler:

- Yaşınız nedir?
- Cinsiyetiniz nedir?
- Eğitim seviyeniz nedir?



## 2.3 İçme Suyu Kaynaklarına Güvenlik Analizi

İçme suyu kaynaklarına sistem güvenliğinin analizi her bir su kaynağı için fiziksel ve siber saldırılar olmak üzere iki alt başlık altında yapılmalıdır.

Su kaynaklarının fiziksel olarak nasıl korunduğunun tespiti saha çalışmaları tespit edilmelidir. Su kaynaklarına sınırlı erişimin olması için kaynakların çitler, güvenlik kameraları, güvenlik görevlilerinin varlığı ve erişim kontrol sistemlerinin (alarm veya uyarı sistemleri) kullanılıp kullanılmadığı ortaya koyulmalıdır.

İçme suyu kaynaklarında SCADA sisteminin dış müdahalelerin anlık tespitinde ne denli yeterli olduğunun analizi yapılmalıdır. SCADA sistemlerine uzaktan bağlantının mümkün olup olmadığı saha çalışmaları ve SuKİ yetkilileri ile görüşülerek tespit edilecek ve uzaktan bağlantı olması durumunda sistemin siber saldırılara açık olup olmadığı ve saldırı durumunda tespit edilebilirliği değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeler yapılırken aşağıdaki hususlara göz önünde bulundurulmalıdır.

- Potansiyel zayıf noktaları ve güvenlik açıklarını tespit edin. Her bileşenin siber saldırılara karşı riskini değerlendirilmelidir.
- Her bileşende güvenlik açıkları olup olmadığını incelenmelidir. Yazılım güncellemeleri, yamalar veya güvenlik açıkları için risk değerlendirmesi yaparak bu açıkları belirlenmelidir.
- Kullanıcıların ve personelin erişim seviyelerini belirlenmelidir.
- Ağınızı korumak için güvenlik duvarları, ağ izleme sistemleri ve saldırı tespit sistemleri gibi önlemler alınmalıdır.
- Hassas verileri (örneğin, kullanıcı kimlik bilgileri, su kalitesi verileri) şifreleme yöntemleriyle korunmalıdır.
- Tüm yazılım ve donanım bileşenlerinizdeki güvenlik güncellemelerini düzenli olarak uygulanmalıdır.
- Personelin siber güvenlik konusunda eğitilmesi gerekmektedir.



## 3 İÇME KULLANMA SUYU İSALE HATTI

### 3.1 İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Mevcut Durumunun Belirlenmesi

#### 3.1.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planının hazırlanmasında amacına uygun olacak şekilde her türlü acil durum senaryosuna göre içme kullanma suyu ihtiyacının sürdürülebilir şekilde karşılanabilmesi için isale hatları özelinde uygulanması gereken idari, işletme ve bakım prosedürleri belirlenmelidir.

##### 3.1.1.1 İdari Süreçlerin Analizi

Kurum içi idari süreçlerin ISO 9001:2015 kalite yönetim standartlarına göre yürütülmelidir. Kurum tarafından planlama, operasyon, dokümantasyon, politika ve idari süreçlerin analizini ISO 9001 Standartlarına göre gerçekleştirmeli ve sürekli iyileştirme yapılmalıdır. ISO 9001:2015 kalite yönetim standartlarına göre Genel Müdür'den en alt seviyede çalışana kadar bütün çalışanların görev, yetki ve sorumluluklarını gösterir bir el kitabı olmalıdır.

İsale hatlarının içme suyu güvenliğine uygun olarak korunması ve işletilmesinde asgari teknik personel şeması içme suyu dağıtım sistemi içinde değerlendirilebilir.

##### 3.1.1.2 İşletme ve Bakım Süreçlerin Analizi

İsale hatlarında işletme bakım süreçlerinin mevcut durumunun analiz edilmesinde form hazırlanmalıdır. Bu form Su ve Kanalizasyon İdarelerinde işletmede görev alan ilgili uzmanlar tarafından mevcut uygulamaların şeffaflıkla yansıtıldığı cevapları içermesi önem arz etmektedir.

Formların doldurulması ardından uzman ekip tarafından işletme ve bakım süreçlerinin değerlendirilmesi, eksiklerin giderilmesi ve iyileştirme önerileri getirilmelidir.

İsale hattı işletme ve bakım süreçlerinin mevcut durum analizinde kullanılan örnek bir form Tablo 3.1 ile verilmektedir.



**Tablo 3.1 İsale Hattı İşletme ve Bakım Süreçleri**

İşletme ve Bakım Süreçleri için Sorular
Hatların temizlik periyotları nelerdir?
Varsa tünelde deformasyon olması durumunda yapılacaklar?
Fay hattı üzerinde olması nedeniyle yapım ve işletme açısından yapılan çalışmalar var mı? Var ise paylaşılması
Katodik koruma nasıl yapılıyor?
Katodik koruma periyodik ölçüm sonuçlarının son 10 yıllık verinin paylaşılması?
Hatlarda kullanılan boru tipi, çapı vb. bilgileri
İsale hatlarının güzergahları, güzergâh üzerindeki depoları ve depolara ait teknik bilgiler
İsale hatlarının üzerindeki toprak yükseklikleri nedir?

\*Tabloda verilen sorular asgari olup proje alanına göre geliştirilmelidir.

### 3.2 İçme Kullanma Suyu İsale Hattı Güvenlik Analizi

İçme suyu isale hatları için sistem güvenliği değerlendirilirken isale hattına erişim noktaları dikkate alınmalıdır. Bu noktalara fiziksel erişimin mümkün olup olmadığı değerlendirilerek isale hattı güvenlik analizi yapılmalıdır.

İçme suyu isale hatları için sistem güvenliği analizi (siber saldırı vb.) ve saldırının izleme sistemleri ile tespit edilebilirliği önemlidir. Dış müdahalelerin anlık tespitinde, SCADA sisteminin yeterli olup olmadığı belirlenmelidir. SCADA sistemlerine uzaktan bağlantının mümkün olup olmadığı saha çalışmalarıyla tespit edilecek ve uzaktan bağlantı olması durumunda sistemin siber saldırılara açık olup olmadığı ve saldırı durumunda tespit edilebilirliği değerlendirilmelidir.



## 4 İÇME SUYU ARITMA TESİSLERİ

### 4.1 Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi

İçme suyu güvenliği açısından içme arıtma tesisleri içme suyu güvenliğinin sağlanmasındaki en önemli sistem bileşenlerinden biri içme suyu arıtma tesisleridir. İçme ve kullanma suyu temini ile ilgili yasal ve kurumsal yapı içme suyu arıtma tesisleri için detaylı olarak incelenmelidir.

#### 4.1.1 Yasal Yapı

İçme Suyu Su Güvenliği Planları hazırlanması aşamasında mevcut ve planlanan içme suyu arıtma tesislerinin yasal mevzuata uygunluğu ortaya koyulmalıdır. İçme suyu arıtma tesislerinin proseslerinin değerlendirilmesinde yasal mevzuat açısından aşağıdaki genelge, tebliğ ve teknik şartnameler dikkate alınmalıdır.

1. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Proje Onay Genelgesi
2. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği
3. İçme Suyu Arıtma Tesisi Projesi Proses Şartnamesi
4. İçme Suyu Tesisleri Etüt Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname

İçme suyu arıtma tesisleri konusunda SYGM tarafından 1 adet genelge ve 1 adet tebliğ ile İller Bankası A.Ş. tarafından 2 adet teknik şartname detayları Ek 1 ile verilmektedir.

İçme suyu arıtma tesislerinde Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik şartlarına göre izlemeler yapılmalıdır. Su ve Kanalizasyon İdareleri yönetmeliğinin ekinde tanımlanan parametreler izlenmelidir. Ayrıca İAT çıkış suyu standartları İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik sınır değerlerine uygun olmalıdır.

Buna ek olarak SYGM tarafından yayınlanmış olan **İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik** Madde 8 uyarınca içme suyu arıtma tesislerinin giriş suyu ve çıkış yönetmelik Ek-1 parametreleri 1 yıl süre ile aylık olarak izlenmelidir. Buna göre her bir parametre için arıtma verimi giderim yüzdesi hesaplanmalıdır.

İçme Suyu Güvenlik Planları kapsamında İAT çıkış suyu değerlerinin uygunluğu ve SuKİ'lerin yönetmelikler uyarınca izlemeleri yapıp yapmadığı değerlendirilmelidir.



#### 4.1.2 Kurumsal Yapı

İçme suyu arıtma tesisleri ile ilgili ülkemizde görev ve sorumluluğu olan kurumlar sırasıyla Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İller Bankası, Belediyeler, Sağlık Bakanlığı ve Su ve Kanalizasyon İdareleri'dir.

İçme Suyu Güvenlik Planları kapsamında İAT'ler için görev ve sorumluluğu bulunan kurumların görevleri Ek 2 ile verilmektedir. Tanımlanan görev ve sorumlulukların proje alanında doğru ve eksiksiz şekilde uygulanıp uygulanmadığı saha çalışmaları ile tespit edilmelidir.

#### 4.2 İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi

##### 4.2.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planının hazırlanmasında amacına uygun olacak şekilde her türlü acil durum senaryosuna göre içme kullanma suyu ihtiyacının sürdürülebilir şekilde karşılanabilmesi için içme suyu arıtma tesisleri özelinde uygulanması gereken idari, işletme ve bakım prosedürleri belirlenmelidir.

##### 4.2.1.1 İdari Süreçlerin Analizi

İçme suyu arıtma tesisleri için asgari teknik personel şeması yapılan uzman görüşlerine göre aşağıdaki hiyerarşik yapı önerilmektedir.

- Genel Müdür
  - Genel Müdür Yardımcısı
    - Arıtma Daire Başkanı
      - İAT Tesis Müdürü
        - Çevre/Makine/Elektrik/Bilgisayar Mühendisleri
          - Dezenfeksiyon maddelerinin bulunduğu ünite teknikeri
          - Laboratuvar teknikeri
          - Kimyasal hazırlama teknikeri
          - Terfi İstasyonu teknikeri
          - SCADA teknikeri



- Mekanik arıza ve inşaat teknikeri
- Elektrik arıza teknikeri

#### 4.2.1.2 İşletme ve Bakım Süreçlerin Analizi

İçme suyu arıtma tesislerinin işletme ve bakım süreçlerinin analizi yerinde incelemeler ve temin edilen verilerin detaylı analizi ile yapılmalıdır. Elde edilen verilere göre her bir ünite bazında analizler yapıp içme suyu güvenliğinin ve mevzuatta belirtilen çıkış suyu standartlarının sağlanması için öneriler geliştirilmelidir. Her tesis özelinde temin edilmesi gereken asgari veriler Tablo 4.1 ile örnek olarak sunulmaktadır.

**Tablo 4.1 İçme Suyu Arıtma Tesisi İşletme ve Bakım Süreçleri**

Tesis girişinde by-pass hattı var mı?
Her bir ünitenin özellikleri (en-boy-yükseklik)
Her bir ünitenin tahliye hattı var mı?
<b>Dengeleme havuzu</b> (ebatları, kimyasal dozlamalar vb bilgiler)
<b>Hızlı karıştırıcıda</b> bulunan karıştırıcıların özellikleri (pedal yerleşim mesafesi, pedal alanı, hız gradyanı, motor gücü, temizlik periyodu)
<b>Yavaş karıştırıcıda</b> bulunan karıştırıcıların özellikleri (pedal yerleşim mesafesi, pedal alanı, hız gradyanı, motor gücü, temizlik periyodu)
<b>Ozon ünitesi tasarımına ait bilgiler</b> (ozon temas tankının ebatları, hava hazırlama, hava kurutma ve ozon jeneratörlerinin kapasiteleri, difüzörlerin zeminden yüksekliği, difüzörlerdeki delik çapları, temas tankı iki bölmesi arasındaki mesafe ve tabandan açıklık, temizlik periyodu)
<b>Çöktürme tankına ait bilgiler</b> (çöktürme tankının ebatları, taban eğimi, sıyrıcıya ait özellikler, toplam savak uzunluğu, temizlik periyodu)
<b>Filtrasyon ünitesine ait bilgiler</b> (filtre ünitesine ait ebatlar, kum üzerindeki su yüksekliği, kum yüksekliği, çakıl yüksekliği, nozul plakası ebatları, metrekaredeki nozul sayısı, nozullara ait yarık açıklığı, filtre tabanındaki hava dağıtım kanallarının nozul plakasına olan mesafesi, hava dağıtım kanallarının ebatları, nozul plakası ile taban arasındaki mesafe, hava giriş borusu ebatı, filte süzöntü suyu taşıyan boru ebatı, filtre geri yıkama suyunu taşıyan borunun ebatı, filtre geri yıkama suyu ayaklı depo bilgileri, ayaklı depoya suyu basan pompaya ait bilgiler, blowelara ait bilgiler, pinomatik sisteme ait bilgiler, filtre kontrol konsoluna ait bilgiler, filtre işletim bilgileri, filtre giriş-çıkış yapılarına ait bilgiler, temizlik periyodu)
<b>Klor temas tankına ait bilgiler</b> (klor temas tankının ebatları, varsa perdelerine ait uzunluk, genişlik, yükseklik ve iki perde arasındaki mesafe, klorun verildiği nokta ve varsa karışım ekipmanına ait bilgiler, maksimum debide temas süresi, temizlik periyodu, klor temas tankına giriş-çıkış yapılarına ait bilgiler)
<b>Sıvı klor ve gaz klor ünitelerine ait detaylı bilgiler</b> (klorinatör, evaporatör, klor sensörleri, görsel ikaz, klor tahliye bacaları, elektroliz ünitesine ait bilgiler, klor nötralizasyon ünitesine ait detaylı bilgiler, gaz ve sıvı klor işletimine ait bilgiler)
<b>Temiz su deposu</b> (ebatları, sayısı, maksimum debide bekletme süresi, temizlik periyodu)
Tüm ünitelerin işletme bakım prosedürü (elektrik, mekanik)



Klor ile ilgili uygulanan güvenlik tedbirleri

Elektrik kesilmesi durumunda yapılacaklar?

\*Tabloda verilen sorular asgari olup tesis özelinde geliştirilmelidir.

#### 4.2.2 İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Teknik Değerlendirmenin Yapılması

İçme Suyu Güvenlik Planlarının hazırlanmasında mevcut ve planlanan arıtma tesislerinin detaylı olarak teknik değerlendirmeleri yapılmalıdır. Öncelikli olarak içme suyu arıtma tesisinin kapasite yeterliliği, akış diyagramı ve ünitelerin tanıtımı ve tasarım kriterleri ortaya koyulmalıdır. Mevcut işletme koşulları dikkate alınarak ünitelerin verimleri değerlendirilmelidir.

Buna ek olarak tesis işletilmesinde görev alan personeller ile görüşülerek geçmişte yaşanan teknik aksaklıklar ve işletme sorunları detaylı olarak ortaya konulmalı ve tesisin mevcut durumu değerlendirilmelidir.

#### 4.3 İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Yapılması Gereken Revizyonların Belirlenmesi

İçme suyu arıtma tesisi mevcut durumu tasarım ve işletme açısından değerlendirilmelidir. Değerlendirmeler neticesinde içme suyu güvenliğinin ve yasal mevzuata uygun çıkış suyu standartlarının sağlanması için tesis için gerekli revizyonlar belirlenmelidir.

İçme suyu güvenliğini tehdit edecek her türlü acil durum için alınması gereken önlemler ve tesis uygunluğu değerlendirilmelidir.

#### 4.4 İçme Suyu Arıtma Tesislerinde Güvenlik Analizi

İçme suyu arıtma tesislerinde güvenlik analizinin ortaya koyulması için fiziksel ve siber saldırılara karşı hassasiyetinin belirlenmesi gereklidir.

İçme suyu arıtma tesislerinin fiziksel saldırılara karşı nasıl korunduğu saha tespiti ve ilgili personellerle yapılan görüşmeler neticesinde ortaya koyulmalıdır. Bu değerlendirme sırasında tesise giriş ve çıkışların kontrollü yapılıp yapılmadığı, güvenlik personeli, güvenlik kameralarının mevcudiyeti, tesise dışardan erişime kapalı olup olmadığı değerlendirilmelidir.

İçme suyu arıtma tesisinde çevrimiçi yapılan tüm analiz, dozlama vb. konular tespit edilerek SCADA sisteminin dış müdahalelerin anlık tespitinde ne denli yeterli olduğunun analizi yapılmalıdır. SCADA sistemlerine uzaktan bağlantının mümkün olup olmadığı saha çalışmaları ve SuKİ yetkilileri ile görüşülerek tespit edilecek ve uzaktan bağlantı olması durumunda sistemin siber saldırılara açık olup olmadığı ve saldırı durumunda tespit edilebilirliği



değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeler yapılırken aşağıdaki hususlara göz önünde bulundurulmalıdır.

- Potansiyel zayıf noktaları ve güvenlik açıklarını tespit edin. Her bileşenin siber saldırılara karşı riskini değerlendirilmelidir.
- Her bileşende güvenlik açıkları olup olmadığını incelenmelidir. Yazılım güncellemeleri, yamalar veya güvenlik açıkları için risk değerlendirmesi yaparak bu açıkları belirlenmelidir.
- Kullanıcıların ve personelin erişim seviyelerini belirlenmelidir.
- Ağınızı korumak için güvenlik duvarları, ağ izleme sistemleri ve saldırı tespit sistemleri gibi önlemler alınmalıdır.
- Hassas verileri (örneğin, kullanıcı kimlik bilgileri, su kalitesi verileri) şifreleme yöntemleriyle korunmalıdır.
- Tüm yazılım ve donanım bileşenlerinizdeki güvenlik güncellemelerini düzenli olarak uygulanmalıdır.
- Personelin siber güvenlik konusunda eğitilmesi gerekmektedir.



## 5 İÇME KULLANMA SUYU DAĞITIM SİSTEMİ

### 5.1 Yasal ve Kurumsal Yapının Değerlendirilmesi

İçme suyunun son kullanıcıya ulaşmadan bir önceki adımı olan içme kullanma suyu dağıtım şebekesinde su güvenliğinin sağlanması önemlidir. İçme ve kullanma suyu temini ile ilgili yasal ve kurumsal yapı detaylı olarak incelenmelidir.

#### 5.1.1 Yasal Yapı

İçme suyu dağıtım sistemleri aşağıdaki mevzuatlar uyarınca değerlendirilmelidir.

- *İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği* uyarınca büyükşehir ve il belediyeleri su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %30, 2028 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü olduğu belirtilmektedir.
- *İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği* kapsamında uygulanacak teknik usulleri ve yönetmelik ekinde yer alan bilgi ve formların detaylı açıklamaları yer almaktadır.
- *İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik* ile içme suyu iletim hatları, servis boruları, su depoları ve diğer üniteleri, bina haricindeki su dağıtım sistemleri ve elemanları için genel şartları, ürün standartları için genel şartları, montaj, saha testleri ve işletmeye alma şartlarını belirlenmiştir.
- İçme Suyu Sistemlerinde Su Kayıplarının Azaltılmasına Yönelik İş Termin Planı Genelgesi ile Belediyeler tarafından, su kayıp oranlarını mevzuatın nihai hedefi olan %25 oranı ve altına (teknik ve ekonomik olarak azaltılabilecek en düşük seviye) indirmek üzere İş Termin Planı ve İş Termin Planı Detay Rapor hazırlanacaktır. Yapılacak çalışmaların her bir adımı için İçme Suyu Sistemlerindeki Su Kayıplarının Azaltılmasına Yönelik Eylemlere İlişkin Kılavuz dikkate alınacaktır. Tüm belediyeler tarafından 2022 yılı şubat ayı sonuna kadar belediye başkanı tarafından taahhüt edilen İş Termin Planı Bakanlığa sunulacaktır.

İçme Suyu Güvenlik Planları kapsamında içme suyu dağıtım sistemleri yukarıda verilen yasal çerçeve kapsamında değerlendirilerek varsa eksiklikler tespit edilmelidir.

#### 5.1.2 Kurumsal Yapı

İçme suyu dağıtım altyapısının planlanması, inşası ve işletilmesi Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından yapılmaktadır. SYGM tarafından hazırlanmış olan yönetmelik ve



tebliğler uyarınca SuKİ'ler için tanımlanmış görevlerin yerine getirilip getirilmediği tespit edilmelidir. İçme Suyu Güvenlik Planlarının hazırlanması kapsamında içme suyu dağıtım sistemleri için Ek 2 ile verilen görev ve sorumluluklara göre değerlendirmeler yapılmalıdır.

## 5.2 İçme Suyu Dağıtım Sistemi Bileşenlerinin Mevcut Durum Analizi

### 5.2.1 İdari, İşletme ve Bakım Süreçlerinin Analizi

İçme ve Kullanma Suyu Güvenlik Planının hazırlanmasında amacına uygun olacak şekilde her türlü acil durum senaryosuna göre içme kullanma suyu ihtiyacının sürdürülebilir şekilde karşılanabilmesi için içme suyu dağıtım sistemleri özelinde uygulanması gereken idari, işletme ve bakım prosedürleri belirlenmelidir.

#### 5.2.1.1 İdari Süreçlerin Analizi

**İçme Suyu Sistemlerinde Su Kayıplarının Azaltılmasına Yönelik İş Termin Planı Genelgesi**'nde "Su Kayıp Yönetimi Biriminin Kurulması" önerilmektedir.

Su kayıp yönetimi, çok detaylı analizleri ve saha çalışmalarını kapsamaktadır. Bu nedenle kurumlarda bu kapsamda bir birimin oluşturulması, sürdürülebilirlik açısından gereklidir. Bu birim, kurumda su kayıp yönetimi için diğer birimlerle (abone, bilgi işlem, plan-proje, işletme) koordinasyonu sağlamalı, su kayıp yönetimi uygulamaları için gereksinimleri ve yol haritalarını oluşturmalı, düzenli olarak rapor oluşturmalı ve ilerlemeleri izlemeli, sahadaki faaliyetleri planlamalı, Bölgesel Ölçüm Alanları (BÖA) tasarımı-uygulanması, ekipman seçimi ve sahada uygulanması, sıfır basınç testi, sızıntı yeri tespiti için faaliyetleri sistematik bir şekilde gerçekleştirmeli ve izlemelidir. Birim düzenli olarak üst yönetimi rapor sunarak süreç hakkında bilgilendirme yapmalıdır. Birimin bu faaliyetleri sürdürülebilir bir şekilde yapabilmesi için personel sayısı ve niteliğinin iyileştirilmesi gereklidir.

Bu birimde, "BÖA Saha Uygulamaları İçin Ekip Oluşturulması, Sızıntı Tespit Çalışmaları İçin Ekip Oluşturulması, Faturalandırılmamış Tüketimlerin İzlenmesi, Analizi ve Azaltılması İçin Ekip Oluşturulması ve Su Kayıp Yönetimi Çalışmalarının Analizi, Raporlanması ve Planlanması İçin Ekip Oluşturulması" önerilmektedir.

#### 5.2.1.2 İşletme ve Bakım Süreçlerin Analizi

İçme suyu dağıtım sistemleri işletme ve bakım süreçleri analizi mevcut durum analizi kapsamında detaylı olarak yapılmaktadır. Toplam 144 bileşene ait verilerin toplanması ile tüm



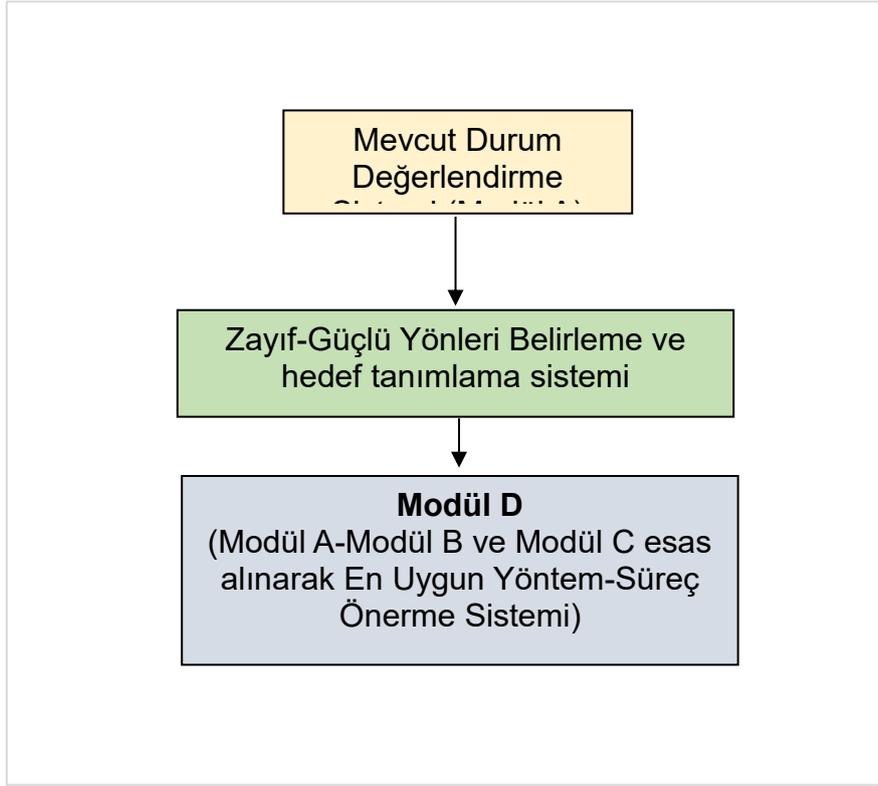
süreçlerin analizi için ihtiyaç duyulan veriler toplanmakta ve mevcut durum analizi kapsamında detaylı değerlendirmeler yapılmaktadır.

### 5.2.2 Su Kanalizasyon İdaresi Mevcut Durum Analizi

İçme suyu dağıtım sistemlerinde etkin ve sürdürülebilir su kayıp yönetimi stratejisi ortaya koymak ve beklenen faydaları elde etmek için mevcut durum analizinin yapılması gerekmektedir. Mevcut durum analizi esas alınarak Su ve Kanalizasyon İdaresi (“idare”) için en uygun yöntemlerin/süreçlerin önerilmesi mümkün olacaktır. Bunun için uygun, uygulanabilir ve objektif parametrelerin dikkate alınması oldukça önemlidir (Şekil 5.1).

Bu amaçla bu Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin mevcut durumunun analiz edilmesi için toplam 8 ana başlıkta ve her bir başlık altında 18 alt bileşen olmak üzere toplam 144 bileşene göre incelenmelidir (Tablo 5.1).

1. *İdare Yönetim*
2. *Temel Veri Ölçüm*
3. *Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veri tabanları*
4. *Su Dengesi Yönetimi*
5. *İdari Kayıp Yönetimi*
6. *Fiziki Kayıp Yönetimi*
7. *Su Kayıp Yönetimi Süreç ve Performans İzleme*
8. *Ekonomik Analiz*



**Şekil 5.1 Su Kayıp Yönetiminde Mevcut Durum Analizi ve En Uygun Yöntem Önerme Sistemi**

Su ve Kanalizasyon İdaresi mevcut durum analizi için başta İçme Suyu Daire Başkanlığı, Abone İşleri Daire Başkanlığı, SCADA ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü olmak üzere su kayıp yönetiminde sorumluluğu bulunan birimler ile yerinde incelemeler yapılmalıdır.



Tablo 5.1 Mevcut Durum Analizi Bileşenleri

Ana Bileşen / Kod	İdare Yönetim	Temel Veri Ölçüm	Bilgi Yönetim Sistemleri ve Veritabanları	Su Dengesi Yönetimi	İdari Kayıp Yönetimi	Fiziki Kayıp Yönetimi	Su Kayıp Süreç ve Performans İzleme	Ekonomik Analiz	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Temel GGS Uygulamaları Değerlendirme Kriterleri	1	Kurum üst yönetiminin Su Kayıp azaltma faaliyetlerine bakış açısı	üretilen su hacmi	Bilgi Yönetim Sistemlerinin Planlanması	Su Dengesinin Uygulanabilirliği ve yol haritası (yukarıdan aşağı)	İdari kayıplara etki eden faktör analizi	Fiziki kayıplara etki eden faktör analizi	Performans izleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu	Su üretim toplam maliyetinin analizi ve izlenmesi
	2	Kurumda Su kayıp yönetim organizasyonu	Giriş Debisi	Su Kaynakları, İsale, Giriş Debi Yönetim Sistemi (SCADA Su Üretim)	Yasal Ölçülmemiş-Faturalandırılmış Kullanımlar (Tahmini)	İdari kayıp azaltma-yönetim stratejisi	Sızıntıların sahada belirlenmesi için strateji geliştirme	CBS veri güncelleme-doğrulama faaliyetlerinin izlenmesi	Şebeke birim arıza-bakım-onarım maliyetinin analizi ve izlenmesi
	3	Su kayıp yönetiminde ilgili birimler arası koordinasyon	Şebeke Uzunluğu	Abone Yönetim ve Faturalama Sistemi	Yasal Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanımlar	Abone Yönetim Sisteminin Sahada Güncellenmesi	Aktif Kaçak Kontrolü programı-planı-stratejisi	Su Dengesi İzleme-Güncelleme Sistemi-Analiz	Tahsilat Yapılan Abonelerin ve hacimlerin izlenmesi ve analizi
	4	Karar verici ve teknik personelin su kayıp yönetimi farkındalığı	Abone Sayısı	Su Kayıp Yönetimi Veritabanı (SCADA Suyun Dağıtılması: Hidrolik bileşenlerin izlenmesi)	Su Dengesi Hesaplamaları için Fiziki Kayıp Bileşenlerinin Sistematik ölçülmesi ve izlenmesi	Abone Sayaç Okuma Verimliliğinin İzlenmesi ve Arttırılması	İzole Bölge Oluşturma Faaliyetleri	İzole Bölge Uygulamaları için performans analizi ve izlenmesi	Toplam işletme gelirinin analizi ve izlenmesi
	5	Kurumun su kayıp yönetiminde deneyimi	Servis Bağlantı Sayısı	CBS Tabanlı Dağıtım Sistemi	Su Dengesi Hesaplamaları için İdari Kayıp Bileşenlerinin Sistematik ölçülmesi ve izlenmesi	Ücretini Ödemeyen Aboneler için Kesme Stratejisi-Yol Haritası	Minimum Gece Debisi Analizi	Faturalama-Tahsilat İzleme-Doğruluk/Verimlilik Analizi	Toplam (İşletme-üretim) Şebeke Yönetim Maliyeti
	6	Su kayıp yönetimi için birim ve ekip yeterliliği	Bilinen/kontrol edilen vana sayısı	Çağrı merkezi sistemi	GGs ve temel bileşenlerin farklı göstergelere göre analizi ve izlenmesi	Sayaç Hata Oranlarının Belirlenmesi-Sayaçların İzlenmesi	Arıza onarım hızı ve süresi analizi ve iyileştirilmesi	Su Kayıp Uygulamaları için Düzenli Raporlama Sistemi	Şebeke İşletme Verimliliğinin Analiz Edilmesi ve İzlenmesi



Orta Seviye GGS Uygulamaları Değerlendirme Kriterleri	7	Su kayıp yönetiminde uygulanan yöntemlerin ve süreçlerin raporlanması ve bilgilendirilmesi	Ortalama Basınç	Arıza Yönetim Sistemi (CBS ile entegre)	Yasal Faturalandırılmamış-ölçülmemiş kullanılmalar (hidrant, itfaiye: tahmini)	Abone Sayaçlarının Kalibrasyonu-Test Laboratuvarının Varlığı	Sızıntı Tespit ve Onarım Teknik Kapasitesi (Ekip, Cihaz)	Fiziki Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi	Sayaç hatalarından kaynaklı idari kayıp maliyetinin analizi ve izlenmesi
	8	Su kayıp yönetimi personelinin teknik yetenek seviyesi	Yasal faturalandırılmamış kullanıcı takılan sayaç sayısı	CBS Tabanlı İzole Bölge Oluşturma Veritabanı	Abone Sayaç Hatasından Kaynaklanan Kayıplar	Abone Sayaç Tercih ve kullanımı için Yazılı Teknik Şartname ve Klavuzun varlığı	Arıza Üzerinde Etkili Faktörlerin Analizi	Basınç Yönetimi Uygulamalarının İzlenmesi	İdari kayıpların maliyetinin analizi ve izlenmesi
	9	Kurumun su kayıp yönetimi açısından teknik (ekipman) alt yapısı	CBS tabanlı vana arıza veritabanı, bakım-onarım-kontrol programı	SCADA Depo İzleme Sistemi ve Veri tabanı	Dağıtım sistemindeki (şebeke ve servis bağlantıları) sızıntılar	Yasal faturalandırılmamış kullanımların azaltılması için strateji ve önlemler	Basınç-debi-sızıntı-arıza analizi	Gece Debisi Uygulamasının İzlenmesi	Fiziki kayıpların maliyetinin analizi ve izlenmesi
	10	Kurumun su kayıp yönetimi açısından ekonomik ve bütçe durumu	Sayaç Yaşı	Sayaç Yönetimi Veri Tabanı (CBS ile entegre)	Depolarda Meydana Gelen Sızıntılar	Yasal Faturalandırılmamış Kullanımların Ölçülmesi	Depolarda sızıntı yönetimi ve önlenmesi	Sızıntı Tespit (ekip ve denetim) Uygulamalarının İzlenmesi	Faturalandırılmamış yasal kullanımların maliyetinin analizi ve izlenmesi
	11	Su kayıp yönetimi personelinin teknik eğitimi-kapasite geliştirme faaliyetleri	Abone şikayet verilerinin tutulması ve analizi	Şebeke Bakım ve Onarım Yönetim Sistemi (CBS ile entegre)	Yasal-Ölçülmüş Faturalandırılmamış Kullanımlar	Ekonomik Analizi Esas Alan Sayaç Yenileme Stratejisi	Basınç Yönetimi Stratejisi	İdari Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi	Sızıntı tespit ekipman-tespit-izleme maliyetinin analizi ve izlenmesi
	12	Su kayıp bileşenlerinin yönetilmesi için yol haritası	Su kesinti bilgilerinin tutulması ve analizi	Site vb. yerler için Kontrol sayacı takılması ve izlenmesi	GGS ve temel bileşenler için hedef tanımlama	Yasadışı Kullanımlar İçin Halkın Bilinçlendirilmesi	Servis Bağlantı Arıza/Sızıntı Önleme Stratejisi	Yasal faturalandırılmamış kullanım değişimlerinin izlenmesi	GGS Maliyetinin analizi ve izlenmesi



Gelişmiş GGS Uygulamaları Değerlendirme Kriterleri									
13	Su kayıp bileşenleri için yasal düzenlemeler-şartnameler	Büyük ve özel tüketimli toplam abone sayısı	<u>Veritabanlarının Birbiri ile Entegrasyonu (CBS-SCADA-ABYS-Arıza)</u>	Kaçak Kullanımdan Kaynaklı Kayıplar	Yasal faturalandırılmama ş abonelerin uzaktan okuma ile izlenmesi ve tüketimlerin azaltılması	Hidrolik Model Tabanlı Sızıntı Tespit-İzleme	Arıza oranı değişiminin izlenmesi ve faydalı ömür analizi	Yasadışı-kaçak kullanımların maliyetinin analizi ve izlenmesi	
14	Su kayıp yönetimi için yıllık program-plan oluşturma-bütçeleme politikası	Malzeme Yönetim sistemi ve veri tabanı	Veri Doğrulama-İyileştirme-Kontrol Sistemi	Arıza ve Sızıntı Kayıtları ile Sızıntı Bileşenlerinin Tahmini (Bileşen Analizi)	Büyük Tüketimli Abonelerin uzaktan okunması-izlenmesi	Basınç Sensörü - Gürültü Kaydedici ve Korelatör ile Sızıntı İzleme	Su Kayıpları Önleme-Kontrol-Faaliyetlerinin Verimlilik - Ekonomik Açıdan analizi ve izlenmesi	Şebeke rehabilitasyon-yenileme-değiştirme maliyeti-faydalarının analizi ve izlenmesi	
15	Su kayıp yönetimi programlarının teknik-ekonomik denetim politikası	Toplam Servis Bağlantı Uzunluğu	Su talep modeli ve risk analizi	Minimum Gece Debisine göre Sızıntı Tahmini ve su dengesinin oluşturulması (Aşağıdan yukarı yöntem)	Kaçak Bağlantılar ile Mücadele için denetim politikası	Varlık Yönetimine Esas Şebeke-Depo-Vana-Hidroantların İşletilmesi-İzlenmesi	Su tüketimi ve kaynak verimliliğinin izlenmesi	Sayaç yenileme maliyetinin analizi ve izlenmesi	
16	Su kayıp yönetimi açısından mevcut durum analizi /değerlendirme	Debimetre-basınç ölçer (cihaz) kalibrasyon testi	Şebeke Hidrolik Modeli	CBS Tabanlı Su Dengesi Analizi (Bilgi sistemlerinin entegrasyonunun sağlanması ve analiz)	Kaçak bağlantı denetim sayısı ve oranı	Varlık Yönetimine Dayalı Boru Yenileme-Değiştirme stratejisi	Performans Değerlendirme (benchmarking) Göstergeleri Analiz-İzleme Sistemi	Aktif kaçak kontrolü maliyetinin analizi ve izlenmesi	
17	su kayıp yönetimi stratejik planın oluşturulması	Rapor Edilmeyen (Şebeke/Servis Bağlantı) arıza sayısı	Varlık yönetimi stratejisinin geliştirilmesi ve izleme sisteminin oluşturulması	Farklı Hesaplama Yöntemleri (Yukarıdan Aşağı-Aşağıdan Yukarı) ile Su Dengesi Hesabı-Kıyaslama ve kalibrasyon	Aboneler için Uzaktan Okuma Sistemlerinin Kullanılması	ILI ve UARL gösterge analiz ve izleme	CBS tabanlı Entegre Su Kayıp Yönetimi Modeli	İzole Bölge oluşturma maliyeti-faydasının analizi ve izlenmesi	
18	Su ve enerji verimliliği programının oluşturulması ve izlenmesi politikası	Özel mülkteki servis bağlantılarda	Sistemin Gerçek zamanlı izlenmesi	Su dengesi tablosuna göre öncelikli azaltılması gereken bileşenlerin analizi (boşluk analizi)	İdari kayıplar için en uygun kayıp oranı seviyesinin belirlenmesi	Fiziki kayıplar için en uygun kayıp oranı	Ekonomik Kaçak Seviyesi (ELL) Tanımlama	Basınç yönetimi maliyeti-faydasının analizi ve izlenmesi	



Mevcut durum analizi matrisinde yer alan her bir bileşen için puan açıklamaları oluşturulmuş ve tablolarda verilmiştir. İdarede yapılan değerlendirmeler sonucunda her bir bileşene uygun puanlandırma yapılmalı ve önerilen duruma göre kıyaslanmalıdır. Puan açıklamalarını içeren tablo Ek 4 ile sunulmuştur.

### 5.3 Su Kayıpları Analizi

#### 5.3.1 Su Dengesi Tablosu Analizi

Standart su dengesi tablosu Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından önerilen ve Su ve Kanalizasyon İdare'lerinin su kayıp yönetimi kapsamında performansının izlenmesi amacıyla kullanılan en temel yöntemlerden biridir. Bu tabloda Gelir Getirmeyen Su (GGS) ve alt bileşenleri detaylı bir şekilde yer almaktadır. Bu tablonun saha verilerine göre doldurulması oldukça önemlidir. Saha verileri esas alınarak doldurulan su dengesi tablosu, karar vericiler ve teknik personel için yol gösterici bilgiler sunmaktadır.

Su ve Kanalizasyon İdare'lerinden son 5 yıla ait su dengesi tabloları temin edilerek öncelikli olarak temel bileşenlerin (GGS oranı, su kayıp oranı, faturalandırılmamış iznil su tüketim oranı) yıllara göre değişimi incelenmelidir. Uygulama alanında su dengesi hakkında daha doğru bir değerlendirme Tablo 5.2 ile verilen alt bileşenler bazında detaylı bir analizler yapılmalıdır.

**Tablo 5.2 İçme Suyu Dağıtım Sisteminde İncelenmesi Gereken Alt Bileşenler**

<b>Standart Su Dengesi Bileşenleri</b>
Sisteme Giren Su Miktarı
Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım
Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım
Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım
<b>Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım</b>
<b>İzinsiz Kullanım</b>
<b>Sayaçlardaki Ölçüm Hataları</b>
<b>Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi</b>
Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi
Gelir Getiren Su Miktarı
Gelir Getirmeyen Su Miktarı



Toplam Su Kayıpları
İdari Kayıplar
Fiziki Kayıplar
Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar
Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar

Uzman ekip tarafından detaylı bir şekilde yapılan değerlendirmeler esas alınarak dağıtım sisteminde su dengesi tablosuna göre zayıf yönler, güçlü yönler ve öneriler geliştirilmelidir.

### 5.3.2 Altyapı Kaçak İndeksi (ILI) Analizi

Dağıtım sisteminin özelliğine ve işletme koşullarına bağlı olarak sızıntı hacmi ve seviyesi değişkenlik göstermektedir. Bu oranın artması veya azalması, en uygun azaltma yönteminin uygulanmasına, bileşen analizinin yapılmasına, etkili faktörlerin analiz edilerek etkisinin azaltılmasına bağlıdır. Sızıntı yönetiminde dört temel bileşenin sızıntı hacmi üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir. Yıllık mevcut fiziki kayıp hacmi (CARL), bir dağıtım sistemindeki toplam fiziki kayıp hacmini temsil etmekte ve önleme yöntemlerinin uygulanmasına bağlı olarak azalmakta veya artmaktadır.

Diğer taraftan bir dağıtım sisteminde teknik olarak en düşük sızıntı seviyesini ve iyi yönetilen bir sistemde dahi gözlenebilecek kaçınılmaz sızıntı oranını ifade eden “yıllık kaçınılmaz fiziki kayıp hacmi (UARL)” önerilmiştir. UARL, şebeke imalatı sırasında yapılan işçilik hataları (özellikle bağlantı noktalarında), boru malzemesinin taşınması sırasında oluşan kılcal çatlaklar vb. sebeplerden dolayı oluşmakta ve akustik yöntemlerle tespit edilmesi mümkün olmamaktadır. Bir dağıtım sisteminde UARL, şebeke ana hattı, servis bağlantı hattı (ana boru ile parsel sınırı) ve özel mülkteki servis bağlantılarında (parsel ile bina arası) meydana gelen, belirsiz sızıntıları, rapor edilen sızıntıları ve rapor edilmeyen sızıntıları içermektedir.

$$UARL = (18 * Lm + 0.8 * Nc + 25 * Lp) * P \quad (1)$$

Burada, P; ortalama basınç (m), Lm; şebeke ana hat uzunluğu (km), Nc; servis bağlantılarının sayısı ve Lp; özel mülkteki toplam boru uzunluğudur (km). Bir dağıtım sisteminde UARL, şebeke ana hattı, servis bağlantı hattı (ana boru ile parsel sınırı) ve özel mülkteki servis bağlantılarında (parsel ile bina arası) meydana gelen, belirsiz sızıntıları, rapor edilen sızıntıları ve rapor edilmeyen sızıntıları içermektedir. Altyapı kaçak indeksi (ILI), yıllık fiziki kayıp hacminin (CARL), UARL değerine oranı şeklinde hesaplanır. Bu gösterge özellikle süreç içinde sistem performansının izlenmesinde, temel bileşenlerin uygulanmasına bağlı olarak sızıntı seviyesindeki değişimin analiz edilmesinde kullanılmaktadır.



Bir bölgede ILI göstergesinin hesaplanabilmesi için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gerekir;

- Giriş debisinin ve hacminin düzenli ölçülmesi (debimetre) ve izlenmesi (SCADA)
- Abone tüketimlerinin düzenli ve doğru bir şekilde okunması ve izlenmesi (Abone Bilgi Yönetim Sistemi)
- Standart su dengesinin doğru ve sistematik bir şekilde oluşturulması ve izlenmesi
- Bölge orta noktasından ortalama basıncın hesaplanması ve izlenmesi (SCADA)
- Bir önceki madde karşılanmıyorsa bölge girişindeki basıncın ölçülmesi ve izlenmesi (SCADA)
- Dağıtım sistemi ana hat uzunluğu (Coğrafi Bilgi Sistem şebeke veri tabanı)
- Servis bağlantı sayısı (CBS şebeke veri tabanı)
- Servis bağlantı uzunluğu (CBS şebeke veri tabanı)

Bu nedenle öncelikle ILI göstergesinin hesaplanması için gerekli olan veriler kurumdan talep edilmelidir. Bu amaçla Tablo 5.3 ile verilen şablonun kurumdaki teknik personeller tarafından doldurulması gerekmektedir.

**Tablo 5.3 ILI Analizi için Gerekli Veriler**

<b>İl ve İzole Bölge Adı</b>			
Analiz Yapılan YIL ve AY			
Hesap Yapılan GÜN Sayısı			
<b>Su Dengesi Bileşenleri: VERİ GİRİŞİ</b>			
<b>Parametre</b>	<b>Değer</b>	<b>Birim</b>	<b>Temin Edilen Yer</b>
Gelir Getirmeyen Su Hacmi		m <sup>3</sup>	Su Dengesi
Su Kayıp Hacmi		m <sup>3</sup>	Su Dengesi
İdari Kayıp Hacmi		m <sup>3</sup>	Su Dengesi
Fiziki Kayıp Hacmi		m <sup>3</sup>	Su Dengesi
<b>Şebeke Bileşenleri: VERİ GİRİŞİ</b>			
<b>Parametre</b>	<b>Değer</b>	<b>Birim</b>	<b>Temin Edilen Yer</b>
Şebeke Ana hat Uzunluğu (Lm)		km	İçmesuyu Daire (CBS)
Servis Bağlantılarının Toplam Uzunluğu (Lp)		km	İçmesuyu Daire (CBS)
Toplam Servis Bağlantı Sayısı (Nc)		adet	İçmesuyu Daire (CBS)
Ortalama Servis Bağlantı uzunluğu		m	İçmesuyu Daire (CBS)



---

Ortalama Sistem Basıncı (P)		m	İçmesuyu Daire (SCADA)
-----------------------------	--	---	------------------------

ILI göstergesi sadece sistemlerin kıyaslanması veya sistemdeki performans değişimlerinin izlenmesi için kullanılmaz. Aynı zamanda çıkan sonuca göre Uluslararası Su Birliği (IWA) ve Uluslararası literatürde önerilen sınır değerlere göre sistemin yer aldığı sınıf belirlenmektedir (Lambert et al., 1999; Lambert and McKenzie, 2002; Liemberger et al. 2007). Bu sınıfa göre sistemin iyileştirilmesi için uygulanması gereken süreçler önerilmektedir (Tablo 5.4 ).

ILI gösterge değerine göre uluslararası literatürde önerilen sınırlar değerler esas alınarak "ILI sınıfı" belirlenmiştir. ILI sınıfı idarenin bulunduğu ülkenin gelişmiş veya gelişmekte olan ülke durumuna göre değişmektedir. Burada "A sınıfı" en iyi durumda olan sistemi ifade ederken "D sınıfı" ile su kayıp performansı açısından en kötü sınıfı temsil etmektedir. ILI göstergesine göre oluşan bu sınıflar temel alınarak idarede uygulanması gereken yöntemler ve süreçler belirlenmelidir.

**Tablo 5.4 ILI Göstergesinin Değerlendirilmesi İçin IWA Tarafından Önerilen Sınır Değerler**

<b>Fiziksel Kayıplar için Hedef Matrisi (IWA)</b>							
Teknik Performans Kategorisi	ILI	ILI	Fiziki kayıplar Litre/bağlantı sayısı/gün ortalama basınç				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Gelişmiş Ülkeler	A	1-2		<50	<75	<100	<125
	B	2-4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4-8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		>200	>300	>400	>500
Gelişmekte Olan Ülkeler	A	1-4	<50	<100	<150	<200	<250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	>16	>200	>400	>600	>800	>1000

### 5.3.3 Minimum Gece Debisi Analizi

Dağıtım sistemlerinde, sızıntıların önemli bir kısmını oluşturan rapor edilmeyen sızıntıların farkına varma ve yerini tespit etme sürelerinin uzamasına bağlı olarak önlenemez sızıntı hacmi, sistem işletme ve su üretim maliyetleri artmaktadır. Bu sızıntıların farkına varılması, yerini tespit etme, onarma ve önleme faaliyetlerini içeren aktif kaçak kontrolü stratejisi, fiziki kayıp hacminin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Ancak bu yöntemden beklenen faydaların elde edilmesinde; izole bölgelerin oluşturulması, sınırların tanımlanması, minimum gece debisinin izlenmesi ile farkına varılan önlenemez sızıntı hacminin belirlenmesi, bu hacmin azaltılması için yer mikrofoni, bölgesel kaydedici, bölgesel korelatör gibi cihaz ve ekipmanlarla sızıntı yerinin tespit edilmesi çalışmalarının belli bir sistematik program çerçevesinde yürütülmesi oldukça önemlidir. Etkin ve sürdürülebilir bir su kayıp yönetiminin tanımlanması aşağıda verilen sebeplerden dolayı oldukça önem arz etmektedir.

Gece tüketiminin izlenmesi bir dağıtım sisteminde su kayıplarının kontrolü ve saptanması için uygulanan ana yöntemlerden biridir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için; (i) giriş noktası ve giriş debisi bilinen DMA oluşturularak abonelerin izlenmesi, (ii) DMA içerisinde abone profilinin (konut, ticari, sanayi, askeri bina, hastane vb. gece tüketimi olan aboneler) saha çalışması ile net bir şekilde belirlenmesi ve bunların gece tüketimlerinin izlenmesi, (iii) Abone



kullanımlarının sürekli izlenerek tüketici profillerine ait değerlendirmeler yapılması, (iv) Gerekli abonelerde uzaktan okumalı hassas sayaçların kullanılması, gereklidir.

Minimum gece debisi (MNF) çizgisi tespitinde önemli olan hususlardan biri, gece tüketimlerinin en doğru şekilde tespit edilebilmesidir. Bilindiği üzere bir dağıtım sisteminde su tüketimi gece saatlerinde (özellikle 02:00-04:00 arası) minimum seviyeye inmekte ve bu saatlerde sisteme fazla su girişi gözlenirse sızıntı veya izinsiz kullanım ihtimali göz önüne alınmalıdır. Ölçülen minimum gece debisi özel bir referans değerinin çıkarılmasıyla elde edildiğinden tahmini bir yöntemdir. Sızıntının özel referans değeri; şebekenin uzunluğuna, kullanıcı tipine ölçümün yapıldığı yılın zamanına ve periyoduna göre tahmin edilir. İki değer arasındaki pozitif fark bölgedeki potansiyel sızıntıyı temsil etmektedir.

#### Minimum Gece Debisi Analizinde İzlenecek Yol

- İzole bölgenin oluşturulması, sıfır basınç testinin yapılması ve tamamen izole edilmesi
- Gece debisi ölçümünün planlanması (debimetre-depo seviye değişiminin izlenmesi)
- Gece saatindeki bölge ortalama basınç (AZNP) ölçülmesi ve izlenmesi
- Minimum gece debisinin (MNF) ölçümünün (gece 02:00-04:00) ve aynı anda AZNP ölçümünün yapılması
- Yasal abonelerin gece tüketimlerini tahmin edilmesi
- Anlık gece sızıntı debisinin hesaplanması
- Potansiyel önlenebilir sızıntı hacminin belirlenmesi

#### **Belirsiz sızıntılar**

- İzleme veya tespit ekipmanları ile belirlenemez
- Sistemdeki tüm arıza ve sızıntılar tespit edilip onarıldıktan sonra sızıntının teknik olarak azaltılabilecek en düşük seviyesini temsil etmektedir.
- Bir DMA'da sızıntı, teknik olarak belirsiz sızıntı seviyesine indirilebilir
- Özellikle büyük sistemlerde sızıntıyı bu seviyeye indirmek genelde ekonomik seviye değildir

Bir bölgede MNF analizinin yapılabilmesi için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gerekir;

- Giriş debisinin ve minimum gece debisinin düzenli ölçülmesi ve izlenmesi (SCADA)
- Abone tüketimlerinin düzenli ve doğru bir şekilde okunması ve izlenmesi (ABYS)
- Gece izinli tüketimlerin bilinmesi veya tahmin edilmesi
- Bölgede ortalama basıncın ölçülmesi ve izlenmesi (SCADA)
- Dağıtım sistemi ana hat uzunluğu (CBS şebeke veri tabanı)
- Servis bağlantı sayısı (CBS şebeke veri tabanı)

- Servis bağlantı uzunluğu (CBS şebeke veri tabanı)

Tüm izole bölgeler için detaylı analiz ve değerlendirmeler yapılmalıdır. Bu değerlendirme sonucunda izole bölgelerdeki belirsiz sızıntıların ve potansiyel önlenebilir sızıntıların değişimi uzman ekip tarafından ortaya koyulması ve yorumlanması gerekmektedir.

Bu nedenle öncelikle bu göstergenin hesaplanması için gerekli olan veriler kurumdan talep edilmelidir (Tablo 5.5).

**Tablo 5.5 MNF analizi için dikkate alınan değişkenler**

Parametre	Birim	Temin Edilen Yer
Büyük Tüketimli Abone varlığı (var, yok)		Abone Dairesi
Toplam Hizmet Edilen Nüfus (Nf)	adet	Abone Dairesi
Ticari Abone Sayısı (Ntic)	adet	Abone Dairesi
Konut Abone Sayısı (Nkonut)	adet	Abone Dairesi
Toplam Abone (Ntoplam)	adet	Abone Dairesi
Şebeke Anahat Uzunluğu (Lm)	km	İçmesuyu Dairesi
Özel Mülkteki Servis Bağlantı Uzunluğu (toplam) (Lp)	km	İçmesuyu Dairesi
Ortalama Servis Bağlantı Uzunluğu (Lport)	m	İçmesuyu Dairesi
Toplam Servis Bağlantı Sayısı (Nc)	adet	İçmesuyu Dairesi
Sayaç konumu (parşel girişı, binada)		Abone Dairesi
Şebeke Fiziki Durumu (iyi, orta, kötü)		İçmesuyu Dairesi

$$Q_{SIZINTI} = [C_1 \cdot Lm + C_2 * Nc + C_3 * Lp] \cdot Pcf \quad (1)$$

$$Q_{Tüketim} = 500 + Nkonut * 1.7 + Ntic * 8 + Nf * 0.6 \quad (2)$$

Daha önceden de bahsedildiği gibi, Tablo 5.5 ile verilen verilerin doğru bir şekilde elde edilmesi için idarede abone yönetim sisteminin ve CBS veri tabanının güncel olması ve düzenli bir SCADA sisteminin olması gerekir. Minimum gece debisi analizinde abone türleri (ticari ve konut) ve sayıları minimum gece debisi saatindeki gece yasal tüketimlerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Diğer taraftan şebeke ana hat uzunluğu (Lm), servis bağlantı sayısı (Nc), özel mülkteki servis bağlantı uzunluğu (Lp) ve ortalama işletme basıncı değişkenleri sistemde meydana gelen belirsiz (arka plan) sızıntılarının analizinde dikkate alınmaktadır. Belirsiz sızıntılar, temel olarak sistemde küçük kılcal çatlaklardan meydana gelen, debisi çok küçük olan (<250 litre/saat) ve akustik yöntemlerle belirlenemeyen sızıntıları ifade eder. Bu sızıntılar aktif kaçak kontrolü ile belirlenemediği için potansiyel önlenebilir sızıntı olarak



değerlendirmemek gerekir. Çizelge yer alan PCF ve ICF katsayıları IWA tarafından önerilen metodolojide kullanılan ve şebekenin fiziki durumunu ifade etmede kullanılan katsayılarıdır. Benzer şekilde  $C_1$  ve  $C_2$  katsayıları birim basınç altında birim şebeke uzunluğu ve servis bağlantı başına birim sızıntı debilerini ifade etmektedir. Bu katsayılar için sınır değerler yine IWA tarafından önerilmiştir.

$N_{konut}$ : izole ölçüm bölgesindeki konut abone sayısı,  $N_{tic}$ : izole ölçüm bölgesindeki ticari abone sayısı,  $N_f$ : izole ölçüm bölgesinde yaşayan kişi sayısını ifade etmektedir. Literatürde, normal yasal konut gece tüketimi 1.7 litre / konut / saat olarak vurgulanmaktadır. Ya da 0.6 litre / kişi / saat şeklinde ifade edilmektedir.

Minimum gece debisi analizi için örnek hesaplama Ek 4 ile verilmiştir.

### 5.3.4 Su Kayıpları için Performans Göstergelerinin Analizi

Su kayıp yönetiminde, sistem davranışının izlenmesi ve sistem performansının uygun göstergelere göre analiz edilmesi işletme koşullarının iyileştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Kentsel su yönetiminde, sistemlerin performansının teknik, ekonomik, işletme, yönetim ve abone memnuniyeti kapsamında analiz edilmesi ve izlenmesi, farklı sistemlerin kıyaslanması ve belli bir zaman aralığında süreç performansının izlenmesi gibi amaçlar performans değerlendirme faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Performans analizinin yapılması, sistem için önemli olan bileşenlerin düzenli izlenmesi, zayıf yönlerin belirlenmesi ve iyileştirilmesi için en uygun yöntemin belirlenmesi, sistem işletme maliyetinin düşürülmesi ve abone memnuniyetinin artırılması açısından oldukça önemlidir. Ancak bu değerlendirmelerin ve analizlerin yapılabilmesi için sistem performansının en uygun, uygulanabilir, kıyaslanabilir, anlaşılır ve verisi ölçülebilir göstergelerle izlenmesi gerekir.

Performans göstergeleri sisteminin Su İdarelerine uygulanması ile beklenen faydalar

- İdarenin performansının ana bileşenlerde analiz edilmesi, izlenmesi ve kıyaslanması,
- Karar vericiler için kurumun eksik ve güçlü yanlarının ortaya konulması,
- Dağıtım sisteminin hizmet kalitesinin artırılması ve GGS oranının en aza indirilmesi,
- Su ve enerji tüketimi, personel, ekipman, mali açıdan sistemin veriminin artırılması,
- Performansın iyileştirilmesi için yatırım planlamalarının/düzenlemelerin yapılması,



- Yapılan yatırımların/alınan kararların etkilerinin izlenmesi ve strateji geliştirilmesi

Dağıtım sisteminde GGS ve alt bileşenlerini çeşitli parametrelere göre değerlendiren göstergeleri hesaplanmalıdır;

- Hacimsel ve Sistem Giriş Hacminin (SIV) % si olarak GGS performansı
- Birim Servis Bağlantı sayısına göre Performans Göstergeleri
- Birim ana hat uzunluğuna göre Performans Göstergeleri
- Fiziki Kayıp Göstergeleri
- İdari Kayıp Göstergeleri
- Ekonomik Göstergeler
- Su Kaynağı ve Tüketimi Göstergeleri
- Arıza Oranı Göstergeleri
- Şebeke Rehabilitasyon Göstergeleri
- GGS Maliyet Göstergeleri

**Tablo 5.6 Gösterge Hesabı için Gerekli Veriler**

Nüfus, Abone ve Şebeke Fiziksel Bileşenler	Birim	Su Dengesi Bileşenleri	Birim	Bileşenler	Birim
Toplam Hizmet Edilen Nüfus	adet	Sistem Giriş Hacmi	m <sup>3</sup>	Bölgede kaydedilen şebeke arıza sayısı (Yüzeye Çıkan Ve Çıkmayan)	adet
Hizmet Edilen Ticari Abone Sayısı	adet	Faturalandırılmış Ölçülmüş Yasal Kullanım	m <sup>3</sup>	Bölgede kaydedilen servis bağlantı arıza sayısı (Yüzeye Çıkan Ve Çıkmayan)	adet
Hizmet Edilen Konut Abone Sayısı	adet	Faturalandırılmış Ölçülmemiş Yasal Kullanım	m <sup>3</sup>	Tahsilat Yapılan Toplam Hacim	m <sup>3</sup>
Şebeke Anahat Uzunluğu (Lm)	km	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Yasal Kullanım	m <sup>3</sup>	Fatura Döneminde Okunan Abone Sayısı	%
Servis Bağlantılarının Toplam Uzunluğu (Lp)	km	Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Yasal Kullanım	m <sup>3</sup>	Suyun Üretim Maliyeti	TL/ m <sup>3</sup>
Servis Bağlantı Yoğunluğu (Nc/Lm)		Yasadışı-Kaçak Kullanım Oranı	m <sup>3</sup>	Su satış bedeli (1 m <sup>3</sup> için)	TL



Nüfus, Abone ve Şebeke Fiziksel Bileşenler	Birim	Su Dengesi Bileşenleri	Birim	Bileşenler	Birim
Toplam Servis Bağlantı Sayısı (Nc)	adet	Abone Sayaç Hata Oranı	%	Rehabilitasyonu Yapılan Hat Uzunluğu	KM
Ortalama Servis Bağlantı uzunluğu	m	Depolardaki Kayıp Oranı	%	Değiştirilen Vana Sayısı	adet
Şebeke Ortalama Yaşı	yıl	Gelir Getirmeyen Su Hacmi	m <sup>3</sup>	Rehabilitasyon Yapılan Bağlantı Sayısı	adet
Maksimum-minimum kot farkı	m	Su Kayıp Hacmi	m <sup>3</sup>		
Bilinen vana sayısı	adet	Fiziki Kayıp Hacmi	m <sup>3</sup>		
İzolasyon vana sayısı	adet	İdari Kayıp Hacmi	m <sup>3</sup>		
Ortalama Sistem Basıncı (P)	m	Faturalandırılmamış Yasal Kullanım Hacmi	m <sup>3</sup>		
Ölçülen Minimum Gece Debisi (gece 02:00-04:00 arası depo çıkış debilerinin ortalaması)	l/s	Sayaç hatalarından kaynaklanan kayıplar	m <sup>3</sup>		

GGs ve alt bileşenlerinin performansının hesaplanması ve izlenmesi için hacimsel ve sistem giriş hacminin (SIV) % 'si şeklinde ifade edilen göstergeler dikkate alınmaktadır. Bu kapsamda, giriş hacminin % si olarak ise 6 gösterge hesaplanmaktadır. Ülkemizde Su İdarelerinin yıllık performansının izlenmesinde su kayıp oranı kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde hacimsel veya giriş hacminin %'si şeklinde tanımlanan göstergelerin kullanılmasının uygun olmayacağı vurgulanmaktadır. Özellikle sistemin büyüklüğü, giriş hacminin ölçülmesi ve büyüklüğü, tüketilen suyun düzenli ölçülüp ölçülmemesi, abone davranışı, şebeke fiziksel durumu ve park-bahçe sulama yoğunluğu gibi faktörlerin GGs hacmi veya oranını etkilemektedir. Örneğin iki farklı Su İdaresi düşünürsek, sızıntı hacimleri aynı olmasına rağmen giriş hacimlerinin farklılığından dolayı GGs oranları farklı olmaktadır. GGs ve alt bileşenlerinin hacimsel hesaplanması özellikle, su kaynaklarının verimliliğinin ve ekonomik karşılığının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Hesaplanan GGs oranı "değerlendirme sonucu" aracılığıyla literatürde önerilen sınır değerlerle kıyaslama imkanı sunulmaktadır. Ayrıca idari kayıp hacminin faturalandırılmış hacme oranını veren gösterge, İdarenin abonelere ilettiği ve ücretini alamadığı suyun parasal karşılığının değerlendirilmesinde veya bu oranı azaltarak ne kadar gelir elde edeceğinin değerlendirilmesine imkan tanımaktadır.

**Tablo 5.7 Yüzde (%) Olarak GGs ve Alt Bileşenleri**



Parametreler	Birim	Açıklama
Gelir Getirmeyen Su Oranı	%	(Gelir Getirmeyen Su Hacmi / Sistem Giriş Hacmi)*100
Su Kayıp Oranı	%	(Su Kayıp Hacmi / Sistem Giriş Hacmi)*100
İdari Kayıp Oranı	%	(İdari Kayıp Hacmi / Sistem Giriş Hacmi)*100
Fiziki Kayıp Oranı	%	(Fiziki Kayıp Hacmi / Sistem Giriş Hacmi)*100
Faturalandırılmamış Yasal Kullanım Oranı	%	(Faturalandırılmamış Yasal Kullanım Hacmi / Sistem Giriş Hacmi)*100
Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmine göre idari kayıp oranı	%	(İdari Kayıp Hacmi / Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmi)*100
Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmine göre faturalandırılmamış yasal kullanım oranı	%	(Faturalandırılmamış Yasal Kullanım Hacmi / Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmi)*100
Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmine göre kaçak kullanım oranı	%	(Yasadışı-Kaçak Kullanım Hacmi / Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmi)*100
Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmine göre sayaç hatalarından kaynaklanan kayıp oranı	%	(Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Kayıp Hacmi / Faturalandırılmış Yasal Kullanım Hacmi)*100

**Tablo 5.8 Birim Hat Uzunluğu (km) Başına sızıntı miktarı hesabı için göstergeler**

Parametreler	Birim	Açıklama
Birim hat uzunluğu başına gelir getirmeyen su miktarı	litre / km / gün	Yıllık gelir getirmeyen su hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / 365
	litre / km / yıl	Yıllık gelir getirmeyen su hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km)
Birim hat uzunluğu başına sızıntı miktarı	litre / km / gün	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / 365
	litre / km / yıl	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km)
Birim basınç altında hat uzunluğu başına sızıntı miktarı	litre / km / gün / basınç (m)	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / 365/Basınç (m)
	litre / km / yıl / basınç (m)	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / Basınç (m)
Birim hat uzunluğu başına idari kayıp miktarı	litre / km / gün	Yıllık idari kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / 365
	litre / km / yıl	Yıllık idari kayıp hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km)



Parametreler	Birim	Açıklama
Birim hat uzunluğu başına Faturalandırılmamış Yasal Kullanım miktarı	litre / km / gün	Yıllık Faturalandırılmamış Yasal Kullanım hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km) / 365
	litre / km / yıl	Yıllık Faturalandırılmamış Yasal Kullanım hacmi / Şebeke ana hat uzunluğu (km)

**Tablo 5.9 Birim servis bağlantı sayısı başına sızıntı miktarı hesabı için göstergeler**

Parametreler	Birim	Açıklama
Birim servis bağlantı sayısı başına gelir getirmeyen su miktarı	litre / bağlantı /gün	Yıllık gelir getirmeyen su hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı /yıl	Yıllık gelir getirmeyen su hacmi / Servis bağlantı sayısı
Birim servis bağlantı sayısı başına sızıntı miktarı	litre / bağlantı /gün	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı /yıl	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı
Birim basınç altında servis bağlantı sayısı başına sızıntı miktarı	litre / bağlantı /gün / basınç (m)	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365 / Basınç (m)
	litre / bağlantı / yıl / basınç (m)	Yıllık fiziki kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı / Basınç (m)
Birim servis bağlantı sayısı başına idari kayıp miktarı	litre / bağlantı / gün	Yıllık idari kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı / yıl	Yıllık idari kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı
Birim servis bağlantı sayısı başına kaçak kullanım miktarı	litre / bağlantı / gün	Yıllık kaçak kullanım hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı / yıl	Yıllık kaçak kullanım hacmi / Servis bağlantı sayısı
Birim servis bağlantı sayısı başına sayaç hatalarından kaynaklanan kayıp miktarı	litre / bağlantı / gün	Yıllık sayaç hatalarından kaynaklanan kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı / yıl	Yıllık sayaç hatalarından kaynaklanan kayıp hacmi / Servis bağlantı sayısı
Birim servis bağlantı sayısı başına yasal faturalandırılmamış kullanım miktarı	litre / bağlantı / gün	Yıllık s yasal faturalandırılmamış kullanım hacmi / Servis bağlantı sayısı / 365
	litre / bağlantı / yıl	Yıllık yasal faturalandırılmamış kullanım hacmi / Servis bağlantı sayısı

**Tablo 5.10 İdarede GGS ve alt bileşenlerinin maliyetleri**



Parametreler	Birim	Açıklama
Fiziki Kayıpların Maliyeti	TL/yıl	Fiziki Kayıp Hacmi*Su Üretim Birim Maliyeti
İdari Kayıpların Maliyeti	TL/yıl	İdari Kayıp Hacmi*Birim metreküp Su Satış Bedeli
Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların Maliyeti	TL/yıl	Faturalandırılmamış Yasal Kullanım Hacmi*Birim metreküp Su Satış Bedeli
Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Su Kayıplarının Maliyeti	TL/yıl	Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Hacim*Birim metreküp Su Satış Bedeli
Gelir Getirmeyen Suyun Toplam Maliyeti	TL/yıl	Fiziki Kayıpların Maliyeti + İdari Kayıpların Maliyeti+ Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların Maliyeti
İdari Kayıpların GGS Maliyetine Etkisi	%	(İdari Kayıpların Maliyeti / Gelir Getirmeyen Suyun Toplam Maliyeti)*100
Fiziki Kayıpların GGS Maliyetine Etkisi	%	(Fiziki Kayıpların Maliyeti / Gelir Getirmeyen Suyun Toplam Maliyeti)*100
Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların GGS Maliyetine Etkisi	%	(Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların Maliyeti / Gelir Getirmeyen Suyun Toplam Maliyeti)*100
Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Kayıpların GGS Maliyetine Etkisi	%	(Sayaç Hatalarından Kaynaklanan Su Kayıplarının Maliyeti / Gelir Getirmeyen Suyun Toplam Maliyeti)*100

**Tablo 5.11 Su kaynağı ve tüketim verimlilik göstergeleri**

Parametreler	Birim	Açıklama
Su Kaynağı Verimliliği	%	(Fiziki Kayıp Hacmi/Sistem Giriş Hacmi)*100
Su Üretimi Oranı (Kişi Başı)	litre / kişi /gün	Üretilen Su Hacmi / Hizmet Edilen Nüfus / Gün
Su Tüketimi (Kişi Başı)	litre / kişi /gün	Yasal Faturalandırılmış Su Hacmi / Hizmet Edilen Nüfus / Gün
Su Üretimi Oranı (Servis Bağlantı Başına)	litre / bağlantı / yıl	Üretilen Su Hacmi / Servis Bağlantı Sayısı / Yıl
Su Tüketimi (Servis Bağlantı Başına)	litre / bağlantı / yıl	Yasal Faturalandırılmış Su Hacmi / Servis Bağlantı Sayısı / Yıl

**Tablo 5.12 Şebeke ve servis bağlantılar için arıza göstergeleri**

Parametreler	Birim	Açıklama
Şebeke Toplam Arıza Oranı (Rapor Edilen + Edilmeyen)	arıza / 100 km hat uzunluğu/yıl	Şebeke Arıza Sayısı (Rapor edilen ve Edilmeyen) / Şebeke Uzunluğu (100 km)
Servis Bağlantı Toplam Arıza Oranı (Rapor Edilen + Edilmeyen)	Arıza / 1000 bağlantı/yıl	Servis bağlantı arıza sayısı (Rapor edilen ve Edilmeyen) / Servis bağlantı sayısı (1000 bağlantı)
Arıza Sıklık İndeksi (Şebeke Hattı)	--	Şebeke Arıza Sayısı (Rapor Edilen) / Şebeke Referans Arıza Sayısı
Arıza Sıklık İndeksi Servis Bağlantıları)	--	Servis Bağlantı Arıza Sayısı (Rapor Edilen) / Servis Bağlantı Referans Arıza Sayısı

### 5.3.5 Ekonomik Kayıp Seviye Analizi

*Ekonomik kayıp seviyesi bir içme suyu dağıtım sisteminde kayıpların azaltılması için harcanan birim maliyetin, su üretim/satış maliyetine eşit olduğu nokta olarak tanımlanabilir.* Dağıtım sistemlerinde su kayıplarının hesaplanan ekonomik seviyenin altına düşürülmesi, kayıp azaltma için harcanacak tutarların elde edilecek suyun marjinal faydasından fazla olması nedeniyle artık su idareleri için ekonomik olmayacaktır. Dağıtım sistemlerinde ideal kayıp yüzdeleri belirlenirken bölgesel bazlı değerlendirme yapılması ve evrensel kabullerden ziyade mevcut şebekenin durumu, ekonomik koşullar, yerel maliyetler, faydalar, mühendislik parametreleri ve diğer faktörler göz önünde bulundurulması daha gerçekçi yaklaşım sunacaktır. Suyun işletme ve üretim maliyetlerinin çok yüksek olduğu, şebekenin tamamının terfili hatlarla ve artırılmış sularla beslendiği bir şebekenin ekonomik kayıp seviyesi ile şebekenin tamamının cazibeli su ile arıtma ihtiyacı olmadan beslendiği bir şebekenin ekonomik kayıp seviyelerinin aynı olması beklenemez. Ekonomik Kayıp Seviyesi (EKS) analizi kapsamında;

- ✓ Su kayıp yönetimi ana bileşenleri için mevcut şebeke koşullarında fayda/maliyet (F/M) analiz standardı belirlenmeli,
  - İçme suyu dağıtım sistemlerinin mevcut durum analizlerinin yapılmalı,
  - İzole ölçüm bölge (DMA) yöntemi için F/M bileşenlerinin belirlenmesi ve analiz standardı tanımlanması



- Basınç yönetimi için F/M bileşenlerinin belirlenmesi ve analiz standardının tanımlanması
  - Akustik dinleme yöntemi için F/M bileşenlerinin belirlenmesi ve analiz standardının tanımlanması, ekip yönetimi yöntemi için F/M bileşenlerinin belirlenmesi ve analiz standardının tanımlanması
  - Sayaç yönetimi yöntemi için F/M bileşenlerinin belirlenmesi ve analiz standardının tanımlanması,
- ✓ Fayda ve maliyetleri hesaplanan su kayıp azaltma yöntemleri doğrultusunda şebekenin ekonomik kayıp seviyesinin algoritmalar ile belirlenmeli,
- ✓ Hesaplanan ekonomik kayıp seviyesi için uygulanması gereken kayıp azaltma yöntemlerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmalıdır.

Ekonomik kayıp seviye analizi için Tablo 5.13 ile verilen verilerin temin edilmesi gerekmektedir.

**Tablo 5.13 Çalışma Alanı Genel Verileri**

1	İdari Bilgiler	Birim	Değer
1.1	Su İdaresinin Adı	-	
1.2	Çalışma Yapılan Bölge Adı	-	
1.3	Çalışma Yapılan Dönem	-	
2	Genel Bilgiler	Birim	Değer
2.1	Hizmet Edilen Toplam Nüfus	kişi	
2.2	Toplam Şebeke Uzunluğu (Lm)	km	
2.3	Toplam Abone Sayısı	adet	
2.4	Toplam Abone Bağlantısı Sayısı (Nc)	adet	
2.5	Ortalama Abone Bağlantısı Uzunluğu (Lport)	m	
2.6	Sistemin Bölgesel Ortalama Gece Basıncı	m	
2.6.1	Sistem minimum basıncı (Pmin.)	m	
2.6.2	Sistem maksimum basıncı (Pmak.)	m	
2.7	Sistem Giriş Debisi	m <sup>3</sup> /ay	
2.8	Tahakkuk Edilen Su Miktarı	m <sup>3</sup> /ay	
2.9	Birim Su Maliyeti	TL/m <sup>3</sup>	
2.10	Birim Su Satış Fiyatı	TL/m <sup>3</sup>	



2.11	10 Yaşından yaşlı sayaçların toplam sayaçlara oranı	%	
2.12	Bölgede DMA Yaklaşımı Var Mı ?	e/h	
2.12.1	DMA var ise Toplam DMA şebeke uzunluğu	m	
2.12.2	DMA Bölgesinde basınç kontrolü yapılabiliyor mu ?	e/h	
2.12.3	DMA Bölgesinde debi ölçümü yapılabiliyor mu?	e/h	
2.12.4	DMA Bölgesinde uzaktan erişim sistemleri kurulu mu?	e/h	
2.12.5	Kaç adet DMA bölgesi mevcuttur?	adet	
2.13	Yıllık Arıza Miktarı (abone ve şebeke arıza toplamı)	adet	
2.14	Toplam Arıza Ekibi Sayısı	adet	
2.14.1	Arıza Ekibi Kurulum Maliyeti	TL/ekip/ay	
2.15	Ortalama Arıza Çözüm Süresi	saat/adet	
3	<b>Şebeke Yenileme ve Boru Malzemesi İle İlgili Bilgiler</b>	<b>Birim</b>	<b>Değer</b>
3.1	Şebeke Bilgilerinin Belirlenmesi (Boru Çapları)		
3.1.1	Şebekenin Mevcut Ağırlıklı Boru Cinsi	-	
3.1.2	Ø 150 mm Küçük Boru Uzunluklarının Yüzdesi	%	
3.1.3	Ø 150 mm - 300 mm Arası Değişen Boru Uzunluğu Yüzdesi	%	
3.1.4	Ø 300 mm - 500 mm Arası Değişen Boru Uzunluğu Yüzdesi	%	
3.1.5	Ø 500 mm - 700 mm Arası Değişen Boru Uzunluğu Yüzdesi	%	
3.1.6	Ø 700 mm Büyük Boru Uzunluklarının Yüzdesi	%	
3.2	Şebeke Yenilenmesi Durumunda Yeni yapılacak Boru Cinsi	-	



## 6 İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN EKONOMİK ANALİZİ

İçme Suyu Güvenlik Planları kapsamında ekonomik analiz çalışmaları tam maliyet esaslı yaklaşım ile yapılmalıdır. Bu çalışma kapsamında SYGM tarafından geliştirilen metodoloji uygulanmış olup Ek 5 ile verilmektedir.

### 6.1 Finansal Maliyetlerin Belirlenmesi

Tam maliyet esaslı su fiyatının belirlenmesinin ilk adımı finansal maliyetlerin belirlenmesidir. Finansal maliyetler, su temini hizmetleri kapsamında suyun çekilmesi ve tutulması (yeraltı/yerüstü kaynaklarından), depolanması, arıtılması ve dağıtımı ile atıksu hizmetleri kapsamında atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı olarak tanımlanan su hizmetlerini sağlamak için gerekli altyapıları tesis etmek, korumak, işletmek ve geri ödemek için gerekli maliyetlerin tamamını kapsamaktadır. Finansal maliyetler sermaye maliyetleri ve işletme-bakım maliyetleri ile belirli bir oranda uygulanacak özkaynak getirisi tutarından oluşmaktadır.

Finansal maliyetler sabit finansal maliyetler ve değişken finansal maliyetler olarak ikiye ayrılmaktadır. Sabit finansal maliyet su hacminden bağımsız olan (kapasite artmadığı müddetçe) her bir maliyeti içerirken değişken finansal maliyet su hacmiyle doğrudan ilgili giderleri ifade etmektedir.

Sabit finansal maliyetler sermaye maliyeti, personel maliyetleri ve bakım maliyetleri, temizlik gözetim ve diğer dış hizmetler ve diğer sabit maliyetler olarak sıralanabilir. Finansal değişken maliyetler ise enerji maliyeti, kimyasalların maliyeti, tesislerin normal işletmesinde kullanılan diğer ürünlerin maliyeti, geçici personel ve su üretimi/dağıtımı ile ilgili özel müdahaleler ve sözleşmeli işler olarak sıralanabilir (SYGM, 2021).

Toplam Finansal Maliyet = Sermaye Maliyeti + İşletme ve Bakım Maliyeti + Özkaynak Getirisi

#### 6.1.1 Sermaye Maliyeti

Sermaye maliyeti, işletme tarafından mülk, tesis veya ekipman gibi fiziksel varlıkları almak, güncellemek ve sürdürmek için kullanılan fonların toplamıdır. Finansman maliyeti ve amortisman bu başlık altında hesaplamaya katılmalıdır.

Sermaye harcamaları, sabit veya maddi olmayan varlıkların elde edilmesi için harcanan tutarlardır; mevcut bir varlığın faydalı ömrünü uzatmak için onarmak veya iyileştirmek; işlerde



kullanılacak bir varlığın hazırlanması, bir mülk/tesisi restore etmek veya farklı bir kullanıma uyarlamak; yeni bir hizmet satın almak bu gider kalemi altında değerlendirilmelidir.

### 6.1.2 İşletme ve Bakım Maliyeti

İşletme ve bakım maliyetleri, idare tarafından sağlanan hizmet ile bağlantılı olup genellikle hizmet hacmiyle orantılı olarak değişen maliyetler ile genel maliyetleri içerir. Personel, malzeme (kimyasallar ve tesislerin işletmesinde kullanılan diğer ürünler), enerji, bakım-onarım ya da iş ve hizmet sözleşmelerinden doğan maliyet gibi) ayrı ayrı sınıflandırılması gerekmektedir.

### 6.1.3 Özkaynak Getirisi

Özkaynak getirisi bir maliyet kalemi olmamakla beraber, (Gelecekteki) yatırım programlarının uygulanması ve nakit akışını olumsuz etkileyecek beklenmeyen durumları engellemek; amacıyla toplam finansal maliyet hesaplamalarına eklenmelidir.

### 6.1.4 Finansal Maliyetlerin Hesaplanması İçin Gerekli Veriler

Finansal Maliyetlerin hesaplanması için su hizmetleri tanımı altında proje alanında sağlanan tüm hizmetlerin aşağıda listelenen başlıklar altında Yıllık Eşdeğer Maliyetleri (YEM) belirlenecektir:

#### A. Su Temini Hizmetleri kapsamında suyun

- Çekilmesi ve tutulması (yeraltı/yerüstü kaynakları)
- Depolanması
- Arıtılması
- Dağıtımı

#### B. Atıksu Hizmetleri kapsamında atıksuyun

- Toplanması
- Arıtılması
- Deşarjı

Ancak bu başlıklar altında hesaplamaların yapılabilmesi için verilerin toplanması, ayrıştırılması ve düzenlenmesi gerekmektedir. Bu gerekliliğin iki temel nedeni bulunmaktadır:



A. Yürürlükteki muhasebe uygulamaları nedeniyle muhasebeleştirilen verilerin doğrudan kullanılamaması

- Muhasebeleştirilen giderlerin her zaman yıllık maliyet değerlerine eşdeğer olmayışı
- Her bir hizmet özelinde ayrı ayrı kaydedilmemiş olması
- Envanter çalışmaları ile amortisman hesaplarının mevcut durumu tam olarak yansıtması

B. Tüm SuKİ için kaydedilen verilerin proje alanına indirgenmesi gereği

## 6.2 Çevresel Maliyet

Çevresel maliyetler, su kullanımlarının çevreye, ekosisteme ve çevreyi/doğal kaynakları kullananlara verdiği zararın maliyeti olarak değerlendirilmektedir. Çevresel durumun, su kullanımları ve atıksu deşarjları sonucunda, hedeflenen çevresel durumdan daha kötü olduğu durumlarda, alınması gereken tedbirlerin yıllık eşdeğer maliyeti olarak tanımlanır.

İçme Suyu Güvenlik Planları kapsamında hazırlanan risklere karşı tespit edilen tedbirler belirlendikten sonra çevresel maliyet hesaplamaları yapılmalıdır. Buna bağlı olarak çevresel maliyete girdi oluşturacak tedbirler için maliyetler hesaplanacaktır.

## 6.3 Kaynak Maliyeti

İçme suyu temini ve atıksu yönetim hizmetleri için kaynak maliyeti genellikle içme-kullanma suyu sektöründe aşırı kullanılan yeraltı sularıyla tüketilen suyun değeri olarak hesaplanmaktadır. Sektöre dağıtılan aşırı çekimler, ilgili su çekim değeri ile çarpılmaktadır. Bu değer, genellikle fazla kullanılan su kütlelerinden su çeken belediyelerin su için uyguladıkları ortalama tarifeyi dikkate almaktadır.

Kaynak maliyetini belirlemek için izlenecek adımlar aşağıdaki gibidir.

- Su kütlelerinde aşırı kullanımı tanımlamak amacı ile kriter belirleme,
- Aşırı kullanılan su kütlelerinin belirlenmesi,
- Aşırı kullanılan su kütlelerinde su çeken belediyelerin belirlenmesi,
- "Aşırı kullanım" olarak kabul edilen toplam su miktarının belirlenmesi,
- Aşırı kullanılan su kütlelerinde, belediyelerin içme suyu temini için kullandığı toplam su çekim yüzdesinin belirlenmesi,



- Toplam aşırı çekilen su miktarının, belediyelere karşılık gelen yüzdeyle çarpılması ile içme-kullanma suyu teminine karşılık gelen aşırı çekilen su miktarının belirlenmesi,
- Aşırı kullanılan su kütlesinden su çeken tüm belediyelerde su temini için uygulanan tarifelerin ağırlıklı ortalamasının hesaplanması,
- Su çeken belediyelerin tarifelerinde uygulanacak toplam kaynak maliyeti, aşırı kullanılan su kütlesinde su çeken belediyelerde su temini için uygulanan tarifelerin ağırlıklı ortalamasının, içme-kullanma suyu teminine karşılık gelen su çekimiyle çarpılması,
- Tarifenin kaynak maliyetine bağlı bileşeni, toplam kaynak maliyetinin toplam su çekimine bölünmesi

## 7 İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KİMYASAL-BİYOLOJİK-RADYOLOJİK-NÜKLEER (KBRN) SALDIRILARA KARŞI HASSASİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bir Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) planının geliştirilmesi, kaynaktan arıtma tesisine, depolama tanklarına ve dağıtım şebekesine kadar tüm su tedarik zincirindeki fiziksel, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer tehlikelerin tanımlanmasını, kritik kontrol noktalarının, izleme sisteminin ve düzeltici faaliyetlerinin tanımlanmasını içerir. HACCP, potansiyel riskleri zamanında belirlenmesine ve algılanan risklerin sonuçlarını önlemeye veya azaltmaya yönelik önleyici ve düzeltici eylemler geliştirilmesine yardımcı olan sistematik bir yaklaşımdır. Son yıllarda, dünyanın çeşitli ülkelerinde (Belçika, Almanya, İtalya, Birleşik Krallık vb.), içme suyunun güvenliğini sağlamak için HACCP yöntemi benimsemiştir (Tsitsifli & Kanakoudis, 2017).

İçme ve Kullanma Suyu Güvenliği Planının Hazırlanması kapsamında HACCP yönetimine bağlı olarak geliştirilen metodoloji ve puanlama sistematigi aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak verilmektedir.

### 7.1 İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Hassasiyetlerine Karşı Hassas Noktaların Belirlenmesi

Dünya Sağlık Örgütü'nün 2004'te yayımlanmış olduğu Biyolojik ve Kimyasal ajanlara Karşı Halk Sağlığı Yanıtı Rehber Dokümanı'na (WHO, 2004) göre sistem bileşenlerinin temel hassasiyetleri ve etkileyen faktörleri Tablo 7.1 ile sunulmaktadır.

**Tablo 7.1 Sistem Bileşenleri ve Hassasiyetlerini Etkileyen Faktörler (WHO, 2004)**

Sistem Bileşeni	Hassasiyet	Etki*	Etkileyen Faktörler
Kaynak Kontaminasyonu	Düşük Hassasiyet	↓	Seyrelme
	Düşük Hassasiyet	↓	Hidroliz, Güneş Işığı, Degradasyon, Toprakta Giderim, gibi Faktörlerle İnaktivasyon
	Düşük Hassasiyet	↓	Kaynakların Korunmasız Olması
	Yüksek Hassasiyet	↑	Yetersiz Arıtım
	Yüksek Hassasiyet	↑	Kaynak Yetersizliği
	Yüksek Hassasiyet	↑	Düzenli İzleme Yapılmaması



Sistem Bileşeni	Hassasiyet	Etki*	Etkileyen Faktörler
İsale Hattı Kontaminasyonu	Görece Hassas	↓	Aritımla Giderilebilir
	Görece Hassas	↓	Kolay Tespit Edilebilir
	Görece Hassas	↑	İnaktivasyon Sağlanamayabilir
Aritma Tesisleri	Yüksek Hassasiyet	↓	Dezenfeksiyon
	Yüksek Hassasiyet	↑	Dezenfeksiyonun Yetersiz Kalması
	Yüksek Hassasiyet	↑	Yetersiz Aritım ve Dezenfeksiyon Kontrolü
	Yüksek Hassasiyet	↑	Spesifik kirleticinin arıtılmaması
Şehir Şebekesi	Yüksek Hassasiyet	↓	Dağıtımın Yüksek Basınçla Sağlanıyor Olması
	Yüksek Hassasiyet	↑	Aritma Sonrası Kontaminasyon Sebebiyle Giderimin Yeterli Olmaması
Depolama Tankları, Kuleleri	Yüksek Hassasiyet	↑	Düşük Basınç
	Yüksek Hassasiyet	↑	Aritma Sonrası Kontaminasyon Sebebiyle Giderimin Yeterli Olmaması
Bina İçi Dağıtım Hatları	Görece Hassas	↓	Az Kişiye Hizmet Etmesi
	Görece Hassas	↑	Seyrelme Olamaması
	Görece Hassas	↑	Aritma Sonrası Kontaminasyon Sebebiyle Giderimin Mümkün Olmaması

\*↑ Hassasiyeti artıran, ↓ Hassasiyeti azaltan

KBRN saldırıları için en önemli hassasiyet unsurlarından biri de erişilebilirliktir. Amerika Birleşik Devletleri Ordu Mühendisler Birliği'nin 2006 yılında yayımladığı raporda (Lory, 2006) İçme Suyu Sistem bileşenlerinden terörist saldırıya açık olarak belirlenen unsurlar Tablo 7.2 ile verilmiştir.

**Tablo 7.2 Terörist Saldırlara Açık Lokasyonlar (Lory, 2006)**

Terörist Saldırlara Açık Lokasyonlar	
Kaynak	Kuyu bölgeleri, rezervuar, su alma yapıları, isale hatları, şebeke.
Su arıtma tesisi	Koagülasyon-flokülasyon işlemleri, filtre ekipmanları, organik madde giderimi, dezenfektan sistemleri
Temiz Su Deposu	Temiz su deposu
Erişime açık şebeke elemanları (sanat yapıları)	Hidrantlar, blow-off valfler, pompa istasyonları
Bina içi boru hatları, basınç tankları, depolama tankları	
Siber Saldırıları	Kontrol ekipmanlarına saldırılar, filtrasyon ekipmanları, kimyasal ölçücüler, akım ve basınç
Dış bağlantılar	Temiz su, kimyasal dağıtımı, elektrik gücü



İçme suyu sistemi için sıcak noktalar yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda belirlenmelidir. Bu noktalar, insan erişiminin mümkün olduğu ve sistem bileşenleri bazında KBRN Saldırı ve Tehditlerine karşı hassasiyetlerin değerlendirildiği noktalardır. Bu noktaların seçilme sebebi hassasiyetin erişimi ile oluşacağı prensibine dayanmaktadır.

## 7.2 Hassasiyet İndislerinin Belirlenmesi ve Sistem Hassasiyeti Değerlendirmesi

İçme Kullanma Suyu Sistemin KBRN saldırılarına karşı hassasiyetinin değerlendirilmesi aşamaları her bir hassasiyet bileşeninin 1-5 arasında puanlandırılması ile yapılmalıdır. Bu puanlandırma, HACCP prensipleri gözetilerek belirlenmiş hassas noktalarda yapılmalı ve sistemin kendi içinde KBRN/Siber-Fiziksel Saldırlara hassasiyeti bütüncül olarak değerlendirilmelidir.

Niteliksel olarak kıyaslama yapılabilmesini sağlayan bu metodoloji ile İçme Kullanma Suyu Sistem Bileşenlerinin KBRN Saldırılarına Karşı Hassasiyetleri, sistem bileşenleri bazında, farklı faktörlerin etkilerinin bütüncül olarak değerlendirilmesi ile sağlanmaktadır. Hassasiyet değerlendirilmesi bir önceki adımda belirlenen hassas noktalar özelinde (her bir sistem bileşeni için), Tablo 7.3 ile verilen gruplar özelinde değerlendirilmelidir.

**Tablo 7.3 İçme Kullanma Suyu Sistemi KBRN Hassasiyeti Değerlendirilmesi Ajan ve Tehdit Değerlendirme Alt Kırılımları (Lory, 2006)**

Ajan Tipi	Değerlendirme Alt Grupları
Kimyasal	Militer Ajanlar (Tabun, Sarin, Haldar Gazı, Phosgene, Lewisit, Chloropicrin, Siklosarin vb.)
	Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler (60000 listelenmiş kimyasal)
Biyolojik	Bakteriyel (enfektif hücreler ve sporlar)
	Virüsler
	Protozoa
	Biotoxins
Nükleer/Radyolojik	Nükleer/Radyolojik
Fiziksel	Fiziksel
Siber Saldırı	Siber Saldırı

Hassas noktalar için belirlenecek nihai hassasiyet puanı, belirlenen 5 hassasiyet indisinin çarpımının 1-5 arasına normalize edilmesi ile elde edilecektir. Bu sayede İçme Kullanma Suyu Sisteminin mevcut durumda KBRN Saldırı ve Tehditlerine Karşı Hassasiyetleri belirlenecektir.



### 7.3 İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Hassasiyetlerine Karşı Değerlendirme İndislerinin Belirlenmesi

Su sağlama sistem bileşenlerine yapılacak olan KBRN saldırılarına karşı hassasiyet; seyrelme faktörü, filtrasyon verimi, kirleticinin dezenfeksiyona yanıtı, kirleticinin doğal ortamdaki giderimi (hidroliz, güneş ışığı gibi faktörlere hassasiyeti), kirleticinin sisteme giriş noktası ve alınan güvenlik önlemlerinin verimlerine bağlıdır (Ernest Lory).

İçme Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Tehditlerine karşı hassasiyetinin **kıyaslanabilir**, **açıklanabilir** ve **niteliksel** olarak değerlendirilebilmesi için 5 farklı indis dikkate alınmalıdır.

1. Arıtıma Dayanıklılık
2. Potansiyel Etkilenecek Kişi Sayısı
3. Tehlike
4. Ajana Erişilebilirlik
5. Tespit Edilebilirlik

İçme Suyu Sisteminin KBRN saldırı ve tehditlerine karşı olan hassasiyetleri, Kimyasal tehditler, Biyolojik Tehditler, Radyolojik/Nükleer Tehditler, Siber Saldırıları ve Fiziksel Saldırıları Başlıkları altında her bir sistem bileşenlerinin hassas noktalarının belirlenmesi ve içme suyu sisteminin bütüncül olarak değerlendirilmesi ile ortaya konulmalıdır.

#### 7.3.1 Arıtıma Dayanıklılık

Yukarıdaki başlıklar altında sırasıyla kimyasal, biyolojik ve Radyolojik/Nükleer tehdit unsurları detaylı incelenmelidir. Bu unsurların konvansiyonel arıtım unsurları ile giderim verimlerinin kıyası Tablo 7.4 ile sunulmuştur. Bu giderim sınıflandırılması, İçme Suyu Sisteminin KBRN Saldırı ve Tehditlerine Karşı Hassasiyetin değerlendirilmesi kapsamında hem mevcut durumdaki hassasiyetin ortaya konmasında bir indikatör olmaktadır hem de alınması gereken tedbirlerin belirlenmesine ışık tutmaktadır.

**Tablo 7.4 KBRN Ajanlarının Ünite Bazlı Arıtım Verimle Aralıkları**

	Kimyasallar	Bakteri	Sporlar	Virüsler	Protozoa	Cysts ve Oocysts	Biyotoksinler	Nükleer/Radyolojik
Havalandırma	DA	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Koagülasyon, çöktürme/filtrasyon	Z	İ-M	İ-M	İ-M	İ-M	İ	Z	İ



	Kimyasallar	Bakteri	Sporlar	Virüsler	Protozoa	Cysts ve Oocysts	Biyotoksinler	Nükleer/Radyolojik
Aktif karbon	İ*	Y	Y	Y	Y	Y	DA*	Z
Mikrofiltrasyon	Z	M	M	Z	M	M		M**
Lime sertlik giderimi	DA	İ-M	NA	İ-M	İ-M			Z
İyon Değişimi	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	M
Ters Ozmoz	M	M	M	M	M	M	M	M**
Ultra Filtrasyon	Z	M	M	M	M	M		M**
Dezenfeksiyon (Klorin)	DA	M		M		Z	DA	Z
Dezenfeksiyon (Ozon)	DA	M		M				Z
Dezenfeksiyon (UV)	NA	M		M	M			Z

Z- Zayıf →0-20%, Y- Yeterli→ 20-60%, İ-iyi →60-90%, M-Mükemmel→ 90-100%  
DA – Değişken Arıtım, NA – Yetersiz Veri, \*- Ön Arıtım ile, \*\*- Partikül Arıtımı ile

İçme ve Kullanma Suyu Sisteminde yer alan içme suyu arıtma tesisleri mevcut durum belirleme kapsamında arıtma üniteleri detaylı incelemeleri bu aşamada girdi olarak kullanılarak arıtma tesisinin giderim verimi hesaplanmalıdır.

Arıtma dayanıklılık hassasiyet puanlaması yapılırken, hem hassasiyeti oluşturan ajanların tehdit oluşturdukları hassas noktadan sonra arıtma girip girmeyecekleri hem de girdikleri takdirde arıtım ile ne derece giderilebileceklerinin bütüncül bir değerlendirmesi yapılmalıdır.

### 7.3.2 Potansiyel Etkilenecek Kişi Sayısı

Bir diğer önemli hassasiyet parametresi ise KBRN Tehdit ve Saldırıları durumunda etkilenecek potansiyel kişi sayılarının değerlendirilmesidir. İçme suyu temin edilen kaynaklardan içme suyu arıtma tesisine ulaşan ve hizmet verilen nüfus belirlenmelidir. Bu çalışma her bir su kaynağı için yapılarak potansiyel etkilenecek kişi sayısına bağlı hassasiyet değerlendirilecektir.

### 7.3.3 Tehlike

İçme kullanma suyu sistemine hassasiyet oluşturacak KBRN saldırı ve tehdit unsurları arasında saldırının insan sağlığına olan etkisinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. KBRN ajanlarını tehlike düzeyleri olarak Tablo 7.5 ile verildiği gibi sınıflandırılmıştır. İçme Kullanma Suyu Sisteminin KBRN saldırı ve tehditlerine karşı hassasiyetinin değerlendirilmesinde kullanılan alt gruplar ve genel tehlike düzeyleri baz alınarak yapılmalıdır.

**Tablo 7.5 KBRN Ajanları Tehlike Düzeyleri**

KBRN Saldırı Unsuru/Ajanlar		Tehlike Düzeyi
<b>Kimyasal</b>	Militer Ajanlar (7 ana Grup)	Önemli
	Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler	Kestirilemeyen Tehdit
<b>Biyolojik</b>	Bakteriyel (enfektif hücreler ve sporlar)	Kestirilemeyen Tehdit
	Virüsler	Önemli
	Protozoa	Sağlık için önemli bir tehdit unsuru değil
	Biyotoksinler	Çok tehlikeli
<b>Nükleer/Radyolojik</b>		Tehlikeli
<b>Siber Saldırı</b>		Önemli Tehdit
<b>Fiziksel Saldırı</b>		Sağlık için önemli bir tehdit unsuru değil

KBRN ajanları ve tehditlerine dair alt kırımlara ait hassasiyet indisi skorları, Çok tehlikeli unsurlar için 5, Tehlikeli Unsurlar için 4, Önemli Tehditler için 3, Kestirilemeyen tehditler için güvenli tarafta kalarak önemli tehditler kategorisinde değerlendirmek vasıtasıyla 3, sağlık için önemli olmayan tehdit unsurları için ise 2 hassasiyet indisi skorunun verilmesi ile elde edilmektedir (Tablo 7.6).

**Tablo 7.6 KBRN Ajanları ve Tehdit Unsurları Tehlike İndisleri**

KBRN		Tehlike Düzeyi	Tehlike İndisi
<b>Kimyasal</b>	Militer Ajanlar (7 ana Grup)	Önemli	3
	Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler	Kestirilemeyen Tehdit	3
<b>Biyolojik</b>	Bakteriyel (enfektif hücreler ve sporlar)	Kestirilemeyen Tehdit	3
	Virüsler	Önemli	3
	Protozoa	Sağlık için önemli bir tehdit unsuru değil	2
	Biotoxins	Çok tehlikeli	5
<b>Nükleer/Radyolojik</b>		Tehlikeli	4
<b>Siber Saldırı</b>		Önemli Tehdit	3
<b>Fiziksel Saldırı</b>		Sağlık için önemli bir tehdit unsuru değil	2

### 7.3.4 Ajana Erişilebilirlik

KBRN saldırıları için kullanılacak ajanlar gündelik hayat içerisinde erişimi kolay olmayan maddelerdir. İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN Tehdit ve Saldırılarına karşı Hassasiyetlerinin Değerlendirilmesi başlığı altında değerlendirilen: Militer Ajanlar, Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler, Bakteriler, Virüsler, Protozoa, Biyotoksinler, Nükleer/Radyolojik ajanlar, Fiziksel saldırı aygıtları-yöntemlerinin ve siber saldırı yöntemlerinin art niyetli bir terörist saldırısı durumunda hangi kolaylıkta erişilebileceğine dair bir karşılaştırma yapılarak Ajana Erişilebilirlik Hassasiyeti değerlendirilmelidir.

Ajana Erişilebilirlik hassasiyet indisi Tablo 7.7 ile sunulmaktadır.

**Tablo 7.7 KBRN Ajanları ve Saldırı Unsurlarına Erişilebilirlik İndisleri**

KBRN		Ajan Erişilebilirliği İndisi
Kimyasal	Militer Ajanlar (7 Ana Grup)	1
	Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler	4
Biyolojik	Bakteriyel (enfektif hücreler ve sporlar)	1
	Virüsler	1
	Protozoa	1
	Biyotoksinler	1
Nükleer/Radyolojik		1
Siber Saldırı		5
Fiziksel Saldırı		4

### 7.3.5 Tespit Edilebilirlik

KBRN saldırısı olması durumunda önlem alınabilmesi ancak ve ancak saldırının tespit edilebilmesine bağlıdır. KBRN saldırıları anlık ve münferit olaylar olma nitelikleri dolayısıyla düzenli takibinin yapılması ve saldırı tipinin tespiti kolay durumlar değildir.

Sistemdeki hassas noktalarda yapılan gerçek zamanlı izlemeler ve izlenen parametreler dikkate alınarak sistemdeki KBRN saldırılarına karşı tespit edilebilirlik indisi belirlenmelidir.

Militer Ajanlar, Endüstriyel-Tarımsal Ürünler, Bakteriler, Virüsler, Protozoa, Biyotoksinler ve Nükleer/Radyolojik Ajanlar ile başarıya ulaşılmış bir saldırının mevcut gerçek zamanlı izlemeler ile tespiti mümkün değildir. Bu bağlamda bu ajanlar için Tespit Edilebilirlik Hassasiyet İndisi Skorları "5" olarak belirlenmiştir. Fiziksel saldırılar gözle görülmesi son derece kolay olmaları için Tespit Edilebilirlik İndis değerleri "2" olarak belirlenmiştir. Siber Saldırıları açısından



sistemin en hassas noktası arıtma tesisidir. Burada yapılacak bir siber saldırı klor dozunu olması gereken değerlerin üstüne çıkartmak üzerine olacaktır. Bu tip bir saldırının gerçek zamanlı klor konsantrasyonunun izlendiği bir lokasyonda yapıyor olması tespit edilebilirlik konusundaki hassasiyeti son derece düşürmektedir. Klorlama dışındaki bir siber saldırı ise su teminini etkilemek üzerine olacaktır. Su teminini engelleyemeye yönelik bir siber saldırıyı da tespit etmek son derece kolay olacağı için Siber Saldırıları için belirlenen Hassasiyet İndis skoru "2" olarak belirlenmiştir. Tespit Edilebilirlik Hassasiyet İndis değerleri Tablo 7.8 ile sunulmaktadır.

**Tablo 7.8 KBRN Ajanları ve Saldırı Unsurlarının Tespit Edilebilirlik Hassasiyet İndisleri**

KBRN		Tespit Edilebilirlik İndisi
Kimyasal	Militer Ajanlar	5
	Endüstriyel ve Tarımsal Ürünler	5
Biyolojik	Bakteriyel (enfektif hücreler ve sporlar)	5
	Virüsler	5
	Protozoa	5
	Biotoxins	5
Nükleer/Radyolojik		5
Siber Saldırı		2
Fiziksel Saldırı		2

#### 7.4 KBRN Saldırılarına Karşı Sistem Hassasiyetinin Değerlendirilmesi Çalışması Sonuçları

Her bir sistem bileşeni için, Rehber Doküman kapsamında açılan yol haritası izlenerek yapılan mevcut durum değerlendirmeleri ve İçme-Kullanma Suyu sistemi CBS verisi üzerinde geliştirilen KBRN saldırıları ve tehditlerine karşı hassasiyetin belirlenmesi metodolojisi sistematik olarak uygulanmalıdır. Bu yaklaşım, CBS ortamında algoritmik olarak işlenmeli ve İçme ve Kullanma Suyu Sisteminin KBRN tehdit ve saldırılarına karşı hassasiyeti sonuçları belirlenmelidir.



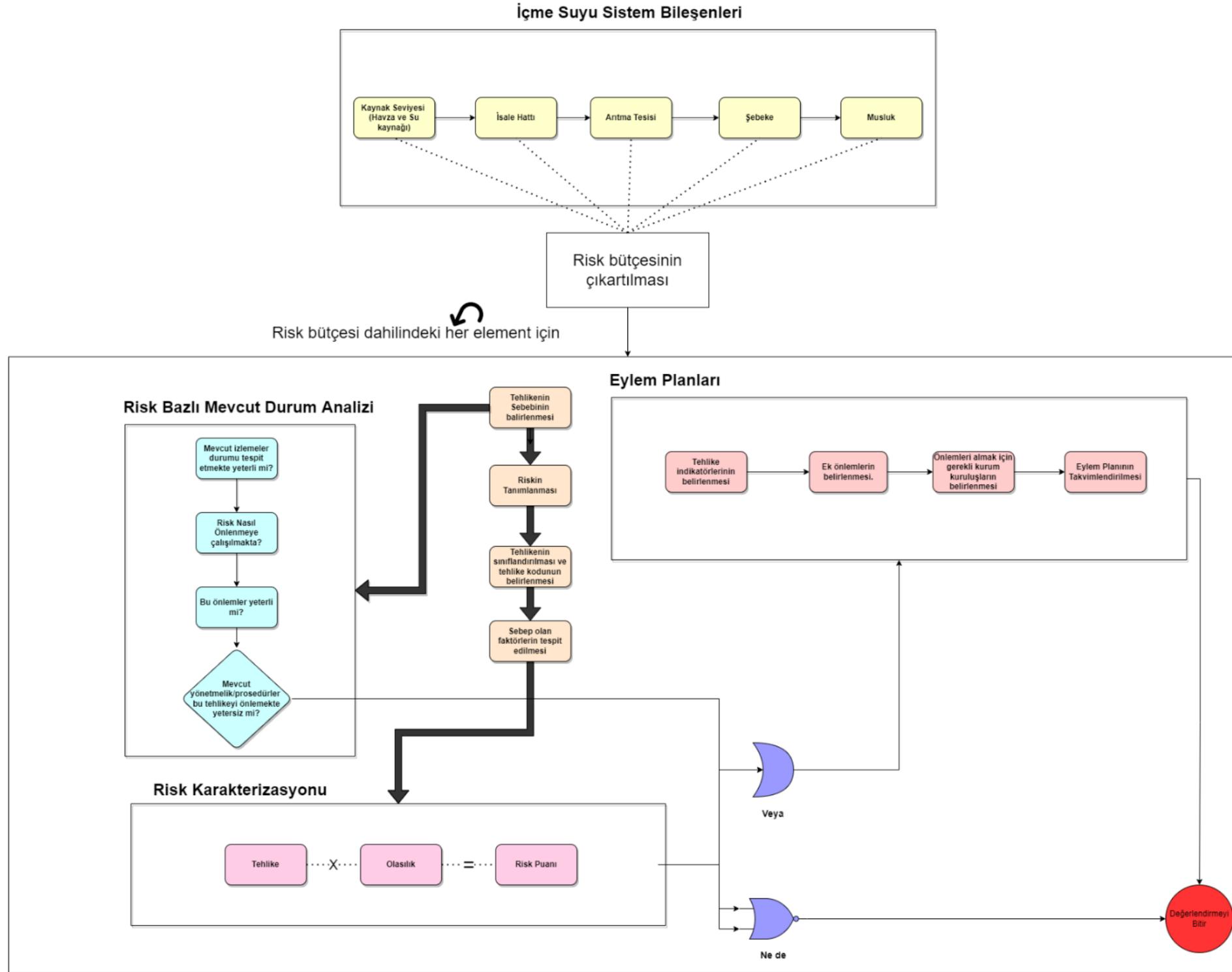
## 8 KAYNAKTAN MUSLUĞA RİSKLERİN KARAKTERİZE EDİLMESİ

İçme suyu güvenliğini kalıcı bir şekilde garanti altına almanın en etkili yolu; içme suyu temin sistemini, kaynağın beslenme havzasından nihai tüketiciye kadar bütün aşamalarını içeren kapsamlı bir risk analizi ve risk yönetimi yaklaşımından geçer (Yayan, 2015). Risk analizleri için öncelikli olarak risklerin tanımlanması, tanımlanan risklerin gerçekleşme olasılıkları ve etki dereceleri belirlenmesi gerekmektedir.

Kaynaktan Musluğa Risklerin Karakterizasyonu çalışmaları kaynaktan musluğa içme suyu sisteminde hem su kalitesini hem de içme suyu ihtiyacını tehdit eden her türlü tehlikeli olayın değerlendirilmesine olanak sağlayacak şekilde hazırlanmalıdır. Kaynaktan Musluğa Risklerin Karakterizasyonu çalışmaları kapsamında içme suyu sistemlerindeki olası riskler Ek 6 ile verilmekte olup her bir proje alanı için bu riskler proje alanı özelinde detaylandırılmalıdır.

### 8.1 Kaynaktan Musluğa İçme Suyu Sistemi Risklerinin Karakterizasyonun Belirlenmesi Metodolojisi

Kaynaktan Musluğa Risklerin Karakterize edilmesi çalışmaları kapsamında uygulanan metodoloji Şekil 8.1 ile şematize edilmiş olup takip eden alt başlıklarda risk metodolojisi detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 8.1 Kaynaktan Musluğa Risklerin Karakterize Edilmesi Şematik Gösterimi



Kaynaktan Musluğa İçme Suyu Sistemi risklerinin belirlenmesi metodolojisi birçok farklı aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle sistem bileşenleri belirlenerek (su kaynağı, isale hattı, arıtma tesisi, şebeke ve musluk) her bir sistem bileşeninden kaynaklanabilecek riskler ilk adım olan **Risk Bütçesi** aşamasında belirlenmektedir. Risk bütçesindeki her bir element için **Risk Bazlı Mevcut Durum Analizi** yapılarak Risk Karakterizasyonu aşaması tamamlanmaktadır. Risk karakterizasyonu çıktılarına göre son adım olan **Eylem Planları** belirlenmektedir

## 8.2 Risk Bütçesinin Çıkartılması

Risk bütçesi *Su Kaynakları ve Havzaları, İsale Hatları, İçme Suyu Arıtma Tesisi, Şebeke ve Musluk* (Bina içi şebekeler, tekil kullanıcılar) için içme suyunu miktar ve kalite açısından tehdit eden unsurların ve bu sistemlerde oluşabilecek tehlikeli olayların belirlenmesi ile oluşturulmalıdır.

Bu tehditler belirlenirken hem sistemin kendi doğasından kaynaklı riskler hem de bir stresörden kaynaklı riskler ortaya konulmalıdır. Bu kapsamda tespit edilen olası bir olay/durum için maruziyet yolları değerlendirme son noktası musluk olarak belirlenmelidir. Değerlendirme son noktası musluk olan bu olay için ise risk ise İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY) parametre değerlerinin aşılması veya son kullanıcının içme-kullanma suyu ihtiyacının karşılanamaması olarak tanımlanmıştır.

Her bir su kaynağının kendi özelindeki durumları dikkate alınarak su sağlayan yerüstü ve yeraltı su kaynakları ayrı ayrı çalışılmalıdır. İçme suyu kaynaklarında risk oluşturabilecek noktasal ve yayılı baskı unsurları mevcut durumun tespiti aşamasında detaylı olarak tanımlanmıştır. Risk bütçesi çıkartılırken, bu baskı unsurlarından kaynaklanan içme suyunu tehdit etme ihtimali bulunan tehlikeli olaylar sistem özelinde belirlenmeli ve daha önce yaşanmış olaylar referans alınarak listelenmelidir.

Su kaynakları dışındaki sistem bileşenleri kendi içlerinde bütüncül olarak risk bütçesi çıkartılmalıdır. Bu aşamada su kaynaklarında olduğu gibi mevcut durum kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen riskler, ve yaşanmış olayların dikkate alınarak olası tehlikeli olayların dikkate alınmalıdır.

### 8.2.1 Risk Değerlendirmesi ve Karakterizasyonu

Bu kapsamda yapılan çalışmalar 3 ana başlıkta sürdürülmektedir.

1. Aşama Risk bütçesi dahilinde tespit edilen tehlike ve tehlikeli olayların yol açabileceği durumlar (etkiler) belirlenerek tehlikenin tanımlanmasıdır. Bu noktada tespit edilen tehlikeli olay belirlenmektedir. Tehlikenin belirlenmesinin ardından tehlikeli olayın yol açacağı durum veya durumlar ortaya konularak “Risk” tanımlanmıştır. Tehlikenin sebeplerinin belirlenmesi ve Risk neden-sonuç ilişkisi kurularak tespit edilmektedir. Tehlikeli olay veya risklerin ortaya konmasının ardından tehlikenin türü belirlenmektedir.

**Tehlike türü:** Temin kaybı, Mikrobiyal Kontaminasyon, Kimyasal Kontaminasyon – Fizikokimyasal, Kimyasal Kontaminasyon –Ağır Metaller, Kimyasal Kontaminasyon –Organik Maddeler, Kimyasal Kontaminasyon –Pestisitler ve Mikrobiyal Kontaminasyon alt kırılımları ile gruplandırılmıştır. Örnek Tehlikenin Sebebi-Risk Tanımı-Tehlike Türü grubu Tablo 8.1 ile sunulmuştur.

**Tablo 8.1 Risk, Tehlikeli Olay ve Tehlike Türü Örnekleri**

Risk Tanımı	Tehlike Türü	Olası Tehlikenin Sebebi
Dışkıdaki organik maddelerin sudaki çözülmüş oksijeni tüketmesi	Kimyasal Kontaminasyon-Hidrokarbonlar	Besihane veya hayvancılık aktiviteleri ile oluşan atıkların yağış ve taşkınlarla içme suyu kaynağına erişmesi.
Dışkıdaki ağır metallerin suya karışması	Kimyasal Kontaminasyon-Ağır Metaller	Besihane veya hayvancılık aktiviteleri ile oluşan atıkların yağış ve taşkınlarla içme suyu kaynağına erişmesi.
Petrol sızıntısının su kaynağına karışması	Mikrobiyal Kontaminasyon-Petrol Hidrokarbonları	BOTAŞ Boru Hattında Korozyona bağlı petrol sızıntısı
Sudaki mikro plastik artışı	Kimyasal Kontaminasyon-Fizikokimyasal	Düzensiz döküm alanı/sahalarında sızıntısının suya karışması

Tespit edilen tehlikeler için mevcut durum analizi 2. Aşamayı kapsamaktadır. Bu aşamada mevcut yönetmeliklerin ve uygulamaların riskin önüne geçip geçmediğinin analizinin yapılmasını kapsamaktadır. Bu kapsamda şu sıralı adımlar izlenmelidir.

- **İlgili yönetmelikler ve prosedürler bu riskle ilgili önlem/yaptırım içeriyor mu?**

Tehlikeli olarak tespit edilen bir olayın ve Tehlikeyle ilgili risk analizinin yapılıp yapılmayacağına, ilgili hususla alakalı yasal analizi müteakiben karar verilmektedir. Eğer tehlikeli olay ve ilgili tehlike ile ilişkili bir mevzuat var ise ve bu duruma uyulmuyorsa bu tehlikeli olay ve ilişkili tehlikelerine doğrudan öncelik verilmektedir. Bu kapsamda her bir sistem bileşeni ile ilgili aşağıda listelenmiş mevzuatlar değerlendirilmektedir.



## 1. İçme Suyu Kaynakları

- a. Havza Koruma Planları
- b. İçme Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik
- c. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik

## 2. İçme Suyu Arıtma Tesisi

- i. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Projesi Onay Genelgesi
- ii. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Teknik Usulleri Tebliği
- iii. İçme Suyu Arıtma Tesisi Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname
- iv. İçme Suyu Arıtma Tesisi Projesi Proses Şartnamesi

## 3. İsale Hattı, Şebeke ve Musluk

- i. İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği
- ii. İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği
- iii. İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği
- iv. İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik
- v. İş Termin Planı

- **Mevcut izlemeler riskli olayın gerçekleşmesi durumunda bunu tespit etmekte yeterli olacak mıdır?**

Bu başlık altında tehlikeli olay ve risklerin mevcut izleme ve prosedürlerle tespitinin mümkünatı değerlendirilmektedir. Eğer tehlikeli olay ve ilişkili tehlike su kalitesini tehdit eden bir unsur ise Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından yapılan online ve periyodik izlemeler ile bu olayın tespitinin mümkün olup olmadığı değerlendirilmektedir.

- **Bu riskin önlenmesi için bir çalışma yapılıyor mu? Evet ise nasıl bir çalışma yapılıyor?**

Bu başlık altında tespit edilen tehlike ve ilişkili tehlikeli olayın önlenmesi için mevcutta yürütülen bir çalışma veya bir önlemin alınıp alınmadığı değerlendirilmektedir.

- **Önlemler yeterli mi?**

Bu başlıkta ilgili tehlike ve tehlikeli olay için önlem alınması durumunda bu önlemin yeterli olup olmadığı değerlendirilmektedir. Önlemlerin iyileştirilmesi ve olmaması koşulunda yapılması gerekenler, risk analizinin sonucuna göre önceliklendirilen riskler için eylem planları kapsamında sunulacaktır.

3. Aşama ise mevcut durum analizinin ardından, risk karakterizasyonunu kapsamaktadır. Risk karakterizasyonu çalışmaları WHO tarafından Su güvenliği planlarında izlenmesi tavsiye edilen “Semi-Quantitative Risk Assessment-Yarı Niteliksel” metodu ile yapılmaktadır. Bu metod risk karakterizasyonunu Olasılık ve Tehlike Çarpanları ile karakterize edilmektedir. Yarı niteliksel risk değerlendirmesinde kullanılan Tehlike ve Olasılık çarpanları ile elde edilen risk matrisi sonucunda Risk skorları WHO İçme Suyu Güvenliği Hazırlama Rehberi’nde verilen Tablo 8.2 doğrultusunda değerlendirilmektedir.

**Tablo 8.2 İSGP Risk Matrisi**

Risk Faktörü Matrisi		Tehlikenin Şiddeti				
		Önemsiz (1)	Küçük (2)	Orta (3)	Büyük (4)	Çok Büyük (5)
		-Etki Yok/Tespit Edilemez-	-Standartlara Uygun-	-Estetik Etki-	-Düzenli Etki-	-Halk Sağlığına Tehdit-
Frekans Sahip Olma İhtimali	Neredeyse Kesin (5)- Her Gün-	1	10	15	20	25
	Yüksek (4) - Haftada Bir-	4	8	12	16	20
	Orta (3) - Ayda Bir-	3	6	9	12	15
	Nadir (2) - Yılda Bir-	2	4	6	8	10
	Çok Nadir (1)-5 Yılda Bir-	1	2	3	4	5

Tablo 8.2 ile verilen çarpanlardan 1-5 arası puana sahip olan riskler Düşük Risk, 6-8 arası puana sahip olan riskler Orta Risk, 10-12 arası puana sahip olan riskler Yüksek Risk, 15-25 Puan arası puana sahip riskler ise Çok Yüksek Risk sınıflandırılmalarında karakterize edilmiştir.



## 9 İÇME KULLANMA SUYU SİSTEMİNİN KORUNMASI VE İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN GEREKLİ TEDBİRLER

İçme ve Kullanma Suyu Güvenliği Planının Hazırlanması kapsamında sistemin iyileştirilmesi için önerilecek tedbirler “Çalıştay” ile risk analizini müteakiben tamamlanmalıdır. Çalıştay çıktılarına ve risk analizi sonucuna ek olarak içme ve kullanma suyu sisteminde alınması gereken tedbirler her bir sistem bileşeni bazında sunulmalıdır.

Tedbirlerin uygulanabilmesi için sorumlu kurumlar belirlenecek ve tedbirler programı hazırlanmalıdır.

Örnek olarak proje kapsamında belirlenen tedbirler Ek 7 ile verilmektedir.



## 10 ACİL DURUM EYLEM PLANLARININ HAZIRLANMASI

İçme Kullanma Suyu Güvenliği Planının Hazırlanması kapsamında, Acil Durum Eylem Planları (ADEP), alarm seviyelerine göre müdahaleleri ve su sağlama sistemlerinde karşılaşılabilecek acil durumlara göre bütüncül olarak hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu planlar, su güvenliği planı hazırlanan proje alanına afet durumlarında güvenli su sağlamayı hedefler. Su sağlama sisteminde acil durum anından normalleşmeye geçilene kadar olan dönemi kapsar. İçme Suyu Güvenliği Acil Durum Eylem Planları; TAMP (Türkiye Afet Müdahale Planı) ile uyumlu çalışmayı beraberinde getirir. Acil Durum Eylem Planları yerleşim yerine acil durumlarda güvenli su sağlamak ve yaşanan acil durumun ağırlığına göre asgari su ihtiyaçlarını karşılamak için alınması gereken önlemleri, afet anında ve normalleşme sağlanan zamana kadar yapılması gerekenleri kapsar. İlgili tüm paydaşların özellikle Su ve Kanalizasyon İdarelerinin yerleşkelerine yönelik Acil Durum Eylem Planlarını Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı – Acil Durum Eylem Planı Hazırlama Rehberi baz alınarak hazırlaması gerekmektedir.

Proje kapsamında hazırlanmış olan Acil Durum Eylem Planları Ek 8 ile sunulmaktadır.

- KBRN Eylem Planı
- Kirlilik Eylem Planı
- Deprem Eylem Planı
- Taşkın Eylem Planı
- Kuraklık Eylem Planı
- Diğer Acil Durumlar Eylem Planı

Bu Acil Durum Eylem Planlarının İçme Suyu Güvenlik Planı'nın hazırlandığı proje alanına göre özelleştirilmeleri önem arz etmektedir.