

## Su kayıp yönetiminde kullanılan temel verilerin mevcut uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için model geliştirilmesi

### Developing a model to evaluate current practice level of key data used in water loss management

Cansu BOZKURT<sup>1</sup> , Mahmut FIRAT<sup>2\*</sup> , Abdullah ATEŞ<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>İnşaat Programı, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ardahan Üniversitesi, Ardahan, Türkiye.

[cansuorhan44@gmail.com](mailto:cansuorhan44@gmail.com)

<sup>2</sup>İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye.

[mahmut.firat@inonu.edu.tr](mailto:mahmut.firat@inonu.edu.tr)

<sup>3</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye.

[abdullah.ates@inonu.edu.tr](mailto:abdullah.ates@inonu.edu.tr)

Geliş Tarihi/Received: 02.03.2022  
Kabul Tarihi/Accepted: 28.09.2022

Düzeltilme Tarihi/Revision: 18.05.2022

doi: 10.5505/pajes.2022.61657  
Araştırma Makalesi/Research Article

#### Öz

İçme suyu dağıtım sistemlerinde meydana gelen kayıpların yönetilmesi amacıyla oldukça fazla yöntem ve süreç uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin uygulanabilmesi ve beklene faydanın elde edilebilmesi için sistemde temel verilerin düzenli ölçülmesi ve izlenmesi gerekir. Bu çalışmada, su kayıp yönetimi süreçlerinin sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesi için gerekli olan temel verilerin mevcut düzeylerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için yeni bir model geliştirilmiştir. Bunun için su kayıp yönetimini kapsayacak şekilde toplamda 18 temel bileşen dikkate alınmıştır. Bu bileşenlerin mevcut durumunun ve uygulama düzeyinin değerlendirilmesi için puanlandırma yapısı geliştirilmiştir. Bu puanlandırma yapısında bileşenler mevcut uygulama düzeyini tanımlayacak şekilde kademeli olarak puanlandırılmaktadır. Geliştirilen model üç su idaresine uygulanarak gerçek saha verileri ile test edilmiştir. Her bir idarenin temel veriler kapsamında mevcut durumu, zayıf ve güçlü yönleri tanımlanmıştır. Bu analizlere göre her bir bileşen için kademeli olarak ulaşılması gereken hedefler belirlenmiştir. Bu çalışmanın özellikle su kayıp yönetiminde idarelerde karar vericiler ve teknik personeller için referans oluşturacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Dağıtım sistemleri, Su kayıp yönetimi, Temel veri, Değerlendirme modeli.

#### Abstract

Various methods and processes are applied in order to manage losses in water distribution systems. In order to apply these methods and achieve the expected benefits, the basic data in the system should be measured and monitored regularly. In this study, a new model was developed to analyze and evaluate the current levels of basic data required for the sustainable execution of water loss management processes. For this, a total of 18 basic components covering water loss management were considered. A scoring structure has been developed to evaluate the current status and application level of these components. In this scoring structure, the components are scored gradually to define the current level of application. The developed model was applied to three water utilities and tested with real field data. The current situation, weaknesses and strengths of each administration are defined within the scope of basic data. Targets to be achieved gradually for each component were determined based on these analyzes. It is thought that this study will constitute a reference for decision makers and technical personnel in administrations, especially in water loss management.

**Keywords:** Distribution systems, Water loss management, Basic data, Evaluation model.

## 1 Giriş

Su kayıpları, dağıtım sistemlerinde enerji, su ve personel kapsamında verimsizliğe neden olmaktadır. Bu nedenle su kayıplarının azaltılması ve önlenmesi oldukça önemlidir. Kayıpların önlenmesi amacıyla uygulanan yöntemlerden beklenen faydanın elde edilmesi veya yöntemlerin uygulanabilir olması için çeşitli gereksinimlerin yerine getirilmesi gerekir. Özellikle uygulanacak yönetime karar vermek için sahada ölçülen veriler dikkate alınarak analiz yapılmalı ve sorun doğru bir şekilde tanımlanmalıdır. Su kayıplarının belirli bir terminoloji ile ifade edilmesi amacıyla Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından standart su dengesi önerilmiştir [1],[2]. Türkiye’de su kayıpları ile mücadele için 8 Mayıs 2014 yılında yayınlanan “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği” yayınlanmış ve idareler için su kayıp oranları hedefleri

tanımlanmıştır. Standart su dengesi tablosunun saha verilerine göre doğru bir şekilde doldurulması ile idarenin zayıf ve güçlü yönleri tanımlanmaktadır. Ancak bunu sağlamanın en temel koşulu sahayı temsil eden ve sistematik bir şekilde ölçülen verilerin kullanılmasıdır [3].

Su kayıp yönetimi yönetiminde, şebekenin mevcut durumunun, işletme koşullarının ve diğer bileşenlerin detaylı analizinin kritik bir adım olduğunu vurgulanmıştır [4]. Dağıtım sistemlerinde su kayıplarının azaltılması ve yönetilmesi amacıyla strateji geliştirmek için hedef doğru tanımlanmalıdır. Ancak bu hedefin doğru tanımlanması ve hedefe ulaşılabilmesi için veri kalitesi, izleme sistemi ve veri türünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bir dağıtım sisteminde aktif kaçak kontrolü, arıza tespit onarım ve basınç yönetimi stratejisi geliştirmek ve uygulamak için, öncelikle şebeke karakteristiğinin (şebeke uzunluğu, servis bağlantı sayısı), işletme basıncı, vana yerleşimleri gibi en temel verilerin

\*Yazışılan yazar/Corresponding author

düzenli bir şekilde izlenmesi gerekir [5]-[7]. Benzer şekilde su bütçesinin doğru bir şekilde oluşturulması için, üretilen ve sisteme verilen su hacminin düzenli ölçülmesi, abone bilgilerinin güncel olması, sayaçlardan kaynaklanan kayıpların ve kaçak kullanım verilerinin düzenli olması ve şebeke karakteristiğinin bilinmesi oldukça önemlidir [8],[9]. Ayrıca bu veriler, idari kayıpların azaltılması ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi için en temel koşulu oluşturmaktadır [10]. Dağıtım sistemlerinde sızıntıların ekonomik olarak azaltılabileceği en düşük seviyeyi (ekonomik sızıntı seviyesi) tanımlamak ve sistematik analiz yapmak için, şebeke ve abone bilgilerinin güncel olması, üretilen su hacminin düzenli ölçülmesi ve şebeke işletme verilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi gerekmektedir [11]-[13]. Ayrıca, dağıtım sistemlerinde izole ölçüm bölgelerinin planlanması, aktif sızıntı kontrolü yöntemlerinin uygulanması ve şebeke rehabilitasyonuna karar verme gibi zaman alıcı ve maliyetli süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi için sistemin doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Bu analizlerde ise şebeke veri tabanı, işletme verileri ve kayıp oranları göz önünde bulundurulmalıdır [14].

Standart su dengesi, gece debisi analizi ve bileşen analizi gibi farklı yöntemler uygulanarak su bütçesi oluşturulmakta ve sızıntılar belirlenmektedir. Ancak, bu yöntemlerin uygulanmasında ve doğru sonuçların elde edilmesinde düzenli ölçülen saha verileri oldukça etkilidir [15]. Dağıtım sistemlerinde yüzeye çıkmayan arızalar önemli bir yere sahiptir. Bu sızıntıların belirlenmesinde ve yönetilmesinde aktif sızıntı kontrolü metodu uygulanmalıdır. Bunun için şebeke ve abone verilerinin güncel olması gerekir [16]. Sızıntıların önlenmesi amacıyla uygulanan yöntemler genel olarak zaman alıcı ve maliyetlidir. Bu nedenle gerçek saha verileri dikkate alınarak mevcut durum analizi yapılmalı, ekonomik olarak önenebilir sızıntı hacmi belirlenmeli ve sahada uygulanabilir yöntemler belirlenmelidir [12]. Benzer şekilde dağıtım sistemlerinde ekonomik sızıntı seviyesinin belirlenmesi amacıyla optimizasyon tabanlı model önerilmiştir. Bu modelin uygulanabilmesi ve beklenen faydanın elde edilmesi için şebeke, abone ve işletme verilerinin düzenli ölçülmesi ve sahayı temsil etmesi oldukça önemlidir [17].

Görüldüğü gibi, su kayıplarının azaltılması, önlenmesi ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için öncelikle idarede verilerin düzenli ölçülmesi, izlenmesi ve veri kalitesinin sorgulanması ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle su kayıp yönetimi stratejik planı oluşturmadan önce sistemde en temel verilerin bu kapsamda değerlendirilmesi gerekir. Bundan dolayı bu çalışmada, dağıtım sistemlerinde etkin ve sürdürülebilir su kayıp yönetimi için analizlerde kullanılan en temel verilerin ölçüm kalitesinin değerlendirilmesi için yeni bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model, su kayıp yönetimi faaliyetlerini kapsayan 18 adet bileşenden oluşmaktadır. Bu verilerin mevcut uygulama düzeylerinin ölçülebilir bir şekilde analiz edilmesi için puanlandırma yapısı oluşturulmuştur. Puanlandırma yapısı dikkate alınarak idarelerde ölçülen temel verilerin kalitesi test edilmiştir. Geliştirilen model pilot idarelere uygulanmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

## 2 Su kayıp analizlerinde kullanılan temel değişkenler için değerlendirme modeli

Su idarelerinde etkin ve sürdürülebilir sızıntı yönetimi ve analizi için İdarenin mevcut koşullarını ortaya koyan ve bileşenler için uygulanan yöntemlerin etkinlik düzeyini sorgulayan uygun, uygulanabilir ve uzun vadeli strateji sağlayan, bir modelin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Dağıtım

sistemlerinde sızıntı yönetiminde yaşanan temel sorunlar şu şekilde verilebilir;

- i. Verilerin düzenli ölçülmemesi,
- ii. Verilerin sistematik olarak izlenmemesi,
- iii. Veri toplama, izleme ve analiz için referans oluşturabilecek yol haritasının olmaması,
- iv. Veri kalitesini değerlendiren ve mevcut durumu gerçekçi bir şekilde tanımlayan bir metodolojinin olmaması,
- v. Mevcut durum analizine zayıf/güçlü yönleri belirleyen ve riskleri tanımlayan bir yöntemin olmaması,
- vi. Mevcut durum analizine göre ulaşılabilir hedeflerin tanımlanmaması. Bozkurt ve diğ. [15] tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilir stratejik su kayıp yönetimi modeli önerilmiş ve ana hatları verilmiştir. Bu stratejik su kayıp yönetimi modeli, mevcut durum analizi, mevcut veri matrisi, performans değerlendirme sistemi, zayıf/güçlü yönlerin belirlenmesi ve en uygun yöntem önerme matrisini içermektedir.

Bu çalışmada ise Bozkurt ve diğ. [18] tarafından önerilen stratejik su kayıp yönetimi modeli temel alınarak su kayıp yönetimi analizlerinde kullanılan değişkenlerin veri kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilen model ile idaredeki değişkenler detaylı bir şekilde analiz edilmektedir. Böylece veri veya uygulama eksikliği olan bileşenlerin tanımlanması, boşluk analizinin yapılması, iyileştirilmesi gereken bileşenlerin tanımlanması, sistemin zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesi planlanmıştır. Bu modelde, su kayıp yönetiminde kullanılan değişkenleri kapsayacak şekilde toplam 18 bileşene yer belirlenmiştir. Bu bileşenler belirlenirken su kayıplarının, idari ve fiziki kayıpların belirlenmesinde, tespit edilmesinde, önlenmesinde ve azaltılmasında kullanılan en temel veriler göz önünde bulundurulmuştur. Su dengesinin oluşturulması ve kayıp oranlarının belirlenmesinde gerekli olan, üretilen ve sisteme verilen hacimler, tüketimler (faturalandırılmış ve faturalandırılmamış), sayaç hataları, kaçak kullanımlar ve sızıntılar gibi bileşenler dikkate alınmıştır. Benzer şekilde Fiziki kayıpların analizinde ve yönetiminde, dağıtım sistemine ait fiziksel verileri içeren bileşenler (şebeke uzunluğu, servis bağlantı sayısı, vana vb.) belirlenmiştir. İdari kayıpların yönetilmesinde kullanılan, abone ve sayaç bilgileri, kaçak kullanımlar, sayaç hataları gibi bileşenler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada belirlenen bileşenler su kayıp yönetimi faaliyetlerini kapsamaktadır.

Bu sistemde alt bileşenler, "Temel Seviye Uygulamalar (1-6 arası bileşenler)", "Orta Seviye Uygulamalar (7-12 arası bileşenler)" ve "İleri Seviye Uygulamalar (13-18 arası bileşenler)" şeklinde sınıflandırılmıştır (Tablo 1, 2, 3).

Bu gruplandırmada, bileşenlerin sahada uygulanabilirlikleri, gereksinimleri (veri, teknolojik alt yapı, öncesinde uygulanması gereken yöntem veya süreçler), zorluk seviyeleri ve ekonomik gereksinimler dikkate alınmıştır. İdarede puanlandırma sonuçları bu seviyeler için ayrı ayrı değerlendirilirken aynı zamanda tüm matris için genel değerlendirme yapılmaktadır. Burada amaç idarenin her bir uygulama seviyesinde mevcut durumunun ne aşamada olduğunu ortaya koymaktır. Böylece iyileştirmede öncelikli alt bileşenler belirlenmesinde referans

oluşturacak bilgiler üretilecektir. Geliştirilen sistemde, bileşenler 0 ve 5 arasında puanlandırılmaktadır. Sistemde, puanlandırma yapısı, “çok kötü: 0 puan”, “kötü: 1 puan”, “yetersiz: 2 puan”, “orta: 3 puan”, “iyi: 4 puan” ve “çok iyi: 5 puan” şeklindedir. Böylece her bir alt bileşenin 5 puan üzerinden aldığı puan ve bulunduğu mevcut durum hakkında daha kolay değerlendirme yapılmaktadır. Bu kapsamda bileşen

0 ve 1 puana sahip ise idarenin zayıf yönünü (veri kalitesi kötü, birinci derecede öncelikli iyileştirilmesi gereken bileşen) oluşturur. Bu bileşenler için öncelikli hedef 3 puan (orta seviye), daha sonra 4 puan (iyi seviye) ve en son 5 puan (çok iyi seviye) şeklinde belirlenmektedir. Benzer şekilde 2 ve 3 puan alan bileşenler idarenin zayıf yönünü (veri kalitesi şüpheli, iyileştirilmesi gerekir) oluşturur ancak analizlerde kullanılır.

Tablo 1. Temel seviye uygulamalarda yer alan değişkenler için puanlandırma yapısı.

Table 1. Scoring structure for variables in basic level practices.

Bileşen	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Orta 3	İyi 4	Çok İyi 5
Üretilen Su Hacmi	Üretilen su hacmi ölçülüyor, sadece tahmin ediliyor.	Üretilen suyun sadece % 50'den azı ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu yok	Üretilen suyun % 50'den fazlası debimetre ile ölçülüyor, cihaz kalibrasyonu şüphe durumunda yapılıyor	Üretilen su hacmi debimetre ile ölçülüyor, kalibrasyon ihtiyacı durumunda çok nadir yapılıyor	Üretilen su hacmi debimetre ile hassas ve belli bir doğrulukla ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu süresi 1-2 yıl	Üretilen su hacmi debimetre ile yüksek doğrulukla ölçülüyor, kalibrasyon düzenli yapılıyor (ortalama 1 yıl)
Giriş Debisi	Giriş debisi ölçülüyor, sadece tahmin ediliyor.	Giriş debisinin sadece % 50'den azı ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu yok	Giriş debisinin % 50'den fazlası ölçülüyor, şüphe halinde kalibrasyon var	Giriş debisi debimetre ile ölçülüyor, kalibrasyon çok nadir yapılıyor (ortalama kalibrasyon süresi 2-5 yıl)	Giriş debisi debimetre ile hassas/belli bir doğrulukla ölçülüyor, cihazların kalibrasyonu süresi 1-2 yıl	Giriş debisi debimetre ile yüksek doğrulukla ölçülüyor, kalibrasyon düzenli yapılıyor (ortalama 1 yıl)
Şebeke Uzunluğu	Sayısal şebeke planı yok, şebeke uzunluğu bilinmiyor	Uzunluk tahmin ediliyor, sadece bir kısmı kağıt/CAD ortamında, güncelleme yok,	Belli bir kısmının (% 25-50) CBS veri tabanı var, belli bir kısmı CAD ortamında, planlı güncelleme yok	Uzunluğun belli bir kısmının (% 50-75) CBS veri tabanı var, sistematik bir güncelleme yok,	Uzunluğun belli bir kısmının (% 75-90) CBS veri tabanı var, plan güncelleme yapılıyor	Uzunluğun % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, güncelleme düzenli yapılıyor, sanal veri %10'un altında.
Abone Sayısı	Güvenilir bir ABYS yok, abone sayıları net bilinmiyor	Abone sayısı defterlerle tutuluyor, güncel ABYS yok, aboneler hakkında güvenilir bir bilgi yok	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 25-50 arası verisi güncel, sistematik veri planı saha güncelleme programı yok	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 50-75 arası verisi güncel, belli bir plan dahilinde güncelleme yapılıyor	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 75-90'ı güncel, güncelleme planı var, CBS entegrasyonu planlanıyor	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 90'ından fazlası güncel, belli bir plan dahilinde güncelleme yapılıyor, CBS entegrasyonu var
Servis Bağlantı Sayısı	Sayısal şebeke planı yok, servis bağlantı sayısı bilinmiyor	Doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CBS (% 0-25) ortamında var, saha kalibrasyonu yok	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 25-50) CBS veri tabanı var, planlı güncelleme yok	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 50-75) CBS veri tabanı var, planlı güncelleme var (1-2 yıl)	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 75-90 arası CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor
Bilinen/kontrol Edilen Vana Sayısı	Sayısal şebeke planı yok, vana sayısı bilinmiyor	Doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CBS (% 0-25) ortamında, saha kalibrasyonu yok	Yeni yapılan bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 25-50) CBS veri tabanı var, planlı güncelleme yok	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 50-75) CBS veri tabanı var, belli bir plan dahilinde güncelleme mevcut (1-2 yıl)	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 75-90 arası CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor

Tablo 2. Orta seviye uygulamalarda yer alan değişkenler için puanlandırma yapısı.

Table 2. Scoring structure for variables in moderate level practices.

Bileşen	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Orta 3	İyi 4	Çok İyi 5
Ortalama Basınç	Basınç ölçümü yok	Şikayet veya ihtiyaç durumunda ölçüm yapılıyor, veri tutuluyor, sistematik ölçüm yok,	Rasgele belirlenen noktalarda, şikayet/ihtiyaç durumunda ölçüm yapılıyor, sistematik ölçüm yok	Topografyanın çok değiştiği/arızanın çok olduğu veya pilot izole bölge girişlerinde ölçüm yapılıyor ve izleniyor. kalibrasyon ihtiyacı durumunda nadir yapılıyor	Sistemde/izole bölgelerde planlı/düzenli basınç ölçüm stratejisi var, SCADA ile izleniyor, cihazların ortalama kalibrasyon süresi 1-2 yıl	Sistemde planlı ve düzenli bir basınç ölçüm stratejisi var, SCADA ile düzenli izleniyor. Kalibrasyon düzenli yapılıyor (ortalama 1 yıl)
Sayaç Yaşı	Doğru bir ABYS yok, sayaç verileri hakkında veri yok	Eski usul defterlerle tutulmakta olup güncel ABYS yok, sayaçlar hakkında güvenilir bilgi yok	Sayaç bilgileri ABYS'de var, sadece bireysel olarak sayaç bilgileri elde ediliyor, bölgesel veri çekilemiyor,	Sayaç bilgileri ABYS'de var, sayaç yaşı bilgileri ilçe bazında çekiliyor, mahalle/bölge bazlı veri için planlama yapılıyor	Sayaç verisi ABYS'de var, mahalle/bölge bazlı sayaç yaşına göre veri var, CBS entegrasyonu planlanıyor	Sayaç bilgileri ABYS'de var, mahalle/bölge bazlı sayaç yaşına göre veri çekiliyor, CBS entegrasyonu var
Abone Şikayet Verilerinin Tutulması ve Analizi	Abone şikayet bilgileri tutulmuyor. Analiz yapılmıyor.	Bilgiler Excel'de tutuluyor, toplam sayı biliniyor, detaylı analiz-raporlama ve sorgulama yapılmıyor	Çağrı merkezi var ve şikayet verisi tutuluyor, analiz-sorgulama yapılmıyor, abonelere dönüş yapılmıyor.	Çağrı merkezi var ve şikayet verisi tutuluyor, analiz-sorgulama yıllık sayılara göre yapılıyor, abonelere dönüş yapılıyor.	Çağrı merkezinden alınan şikayet verisi için zamansal-mekânsal analiz yapılıyor, abonelere dönüş yapılıyor.	Çağrı merkezinden alınan şikayet verisi tutuluyor, CBS entegrasyonu ile analiz yapılıyor, abonelere dönüş yapılıyor.
Yasal Faturalandırılmamış-Ölçülmemiş Kullanılmalar	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Bu bileşenlerin kullanım sıklıklarının tespiti için farkındalık var, su dengesi için tahmini veri kullanılıyor	Bu tüketimlerin alt bileşenleri için kullanıcı türleri, kullanım sıklıkları hakkında kısmi veri ve bilgi var, su dengesi için giriş hacminin belirli bir yüzdesi kabul ediliyor	Bu tüketimlerin alt bileşenleri için izole bölgelerde kullanıcıları biliniyor, kullanım sıklıkları izleniyor, su dengesi için kullanıcı türüne göre tahmin yapılıyor	Saha çalışması yapılıyor, kullanıcılar biliniyor, kullanım sıklıkları izleniyor, su dengesinde kullanıcı türüne göre tahmin yapılıyor	Saha çalışması yapılıyor, kullanıcılar biliniyor, kullanım sıklıkları izleniyor, su dengesinde kullanıcı türüne göre tahmin yapılıyor, CBS entegrasyonu var
Abone Sayaç Hatasından Kaynaklanan Kayıplar	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Bu kayıpların tespiti için yeterli veri ve bilgi yok, su dengesi için sadece giriş hacminin belirli bir yüzdesi kabul ediliyor	Bu kayıpların tespiti için pilot bölgede örnekler alınıp belirleniyor (ortalama 2 yıl), sistem için kayıp hesaplanıyor	Sistemde farklı bölgelerde alınan örnekler ile sayaç hataları 1-2 yılda bir belirleniyor, kayıp hacmi buna göre hesaplanıyor	Farklı bölgelerdeki örnekler göre sayaç hataları yıllık belirleniyor, CBS entegrasyonu planlanıyor	Sistemde alınan örnekler ile sayaç hataları yıllık belirleniyor, kayıp hacmi hesaplanıyor, CBS entegrasyonu var
Yasal-Ölçülmemiş Faturalandırılmamış Kullanımlar	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Kullanıcı türleri ve kullanım sıklıkları hakkında yeterli veri ve bilgi yok, su dengesi için giriş hacminin yüzdesi kabul ediliyor	Kullanıcıların belli bir kısmında (%25-50 arası) sayaç takılarak ölçüm yapılıyor, veriler Excel'de tutuluyor, su dengesinde geri kalanlar tahmin ediliyor	Kullanıcıların belli bir kısmında (%50-75 arası) ve izole bölgelerde sayaç var, su dengesi hesabında kullanılıyor ve geri kalanlar belirli bir yüzde kabul ediliyor	Kullanıcıların belli bir kısmında (%75-90) ve izole bölgelerde sayaç var, su dengesinde kullanılıyor ve geri kalanlar tahmin ediliyor	Kullanıcıların belli bir kısmında (%90'dan fazlası) ve izole bölgelerde kullanılıyor, su dengesinde kullanılıyor, CBS entegrasyonu var



Tablo 3. İleri seviye uygulamalarda yer alan değişkenler için puanlandırma yapısı.

Table 3. Scoring structure for variables in advanced level practices.

Bileşen	Çok Kötü 0	Kötü 1	Yetersiz 2	Orta 3	İyi 4	Çok İyi 5
Büyük ve Özel Tüketimli Toplam Abone Sayısı	Bu kullanıcılar ile ilgili veri yok.	Bu abonelerin sayısı ABYS'de var ancak güncel değil, aboneler hakkında güvenilir bilgi yok	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 25-50 arası verisi güncel, sistematik güncelleme yok	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 50-75 arası verisi güncel, plan dahilinde güncelleme yapılıyor	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 75-90 arası verisi güncel, belli bir plan dahilinde güncelleme yapılıyor, CBS entegrasyonu planlanıyor	Abone sayısı ABYS'de var, abonelerin % 90'ından fazlası güncel, plan dahilinde güncelleme yapılıyor, CBS entegrasyonu var
Toplam Servis Bağlantı Uzunluğu	Servis bağlantı uzunluğu bilinmiyor	Doğru veri yok, şebeke planının bir kısmı kağıt ortamında, belli bir kısmı CBS (% 0-25) ortamında, kalibrasyon yok	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 25- 50) CBS veri tabanı var, planlı güncelleme yok	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin belli bir kısmının (% 50- 75) CBS veri tabanı var, belli bir planlı dahilinde güncelleme mevcut (1-2 yıl)	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 75-90 arası CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor	Yeni bölgeler dışında, eski bölgelerin % 90'dan fazlasının CBS veri tabanı var, belirli bir plan dahilinde güncelleme düzenli yapılıyor
Debimetre-Basınçölçer (Cihaz) Kalibrasyon Testi	Cihazların kalibrasyonu için çalışma yok	Sadece ana kaynak/ısale hattı için debimetre kalibrasyonu şüphe duyulan durumlarda yapılıyor, basınç ölçer kalibrasyon yok	Sınırlı sayıda debimetre (% 50'den az) sadece ihtiyaç/şüphe durumunda test yapılıyor, basınçölçer kalibrasyonu yok	Sistematik ve planlı bir kalibrasyon programı yok, ihtiyaç durumunda çok nadir yapılıyor	Debimetre ve basınç ölçer belli bir program dahilinde kalibre ediliyor, ortalama kalibrasyon süresi 1-2 yıl	Debimetre ve basınçölçer programlı olarak kalibre ediliyor (yıllık)
Rapor Edilmeyen (Şebeke/Servis Bağlantı) Sızıntı (Arıza) Sayısı	Rapor edilmeyen arıza sayısı verisi yok	Düzenli sızıntı denetim ve tespit politikası yok, şikayet durumunda çalışma yapılıyor, kayıt yok	Planlı/sistematik sızıntı tespit politikası yok, yıllık olarak rasgele denetim yapılıyor, toplam veriler Excel'de tutuluyor	Sistem genelinde belli program dahilinde sızıntı denetimi var, şebeke ve servis bağlantı ayrımı mevcut, kayıtlar tutuluyor	İzole bölge bazlı sızıntı tespit planı mevcut, tespit edilen sızıntılar arıza yönetimi yazılımında tutuluyor, grafiksel-zamansal analiz yapılıyor	İzole bölge bazlı sızıntı tespit planı var tespit edilen sızıntılar arıza yönetimi yazılımında tutuluyor ve CBS entegrasyonu var,
Özel Mülkteki Servis Bağlantılarında Sızıntı Denetimi	Bu sızıntı bileşenin denetimi için çalışma yok	Düzenli sızıntı denetim ve tespit politikası yok, şikayet durumunda çalışma yapılıyor, kayıt yok	Planlı ve sistematik sızıntı tespit politikası yok, yıllık olarak rasgele tespit politikası uygulanıyor, veriler tutuluyor	Sistem genelinde belli program dahilinde sızıntı denetimi mevcut, kayıtlar tutuluyor.	İzole bölge bazlı sızıntı tespit planı var, sızıntılar tutuluyor, grafiksel-zamansal analiz yapılıyor	İzole bölge bazlı sızıntı tespit planı var sızıntılar yazılımında tutuluyor ve CBS entegrasyonu var,
Kaçak Kullanımdan Kaynaklı Kayıplar	Bu bileşen için herhangi bir çalışma yok	Kaçak kullanımların izlenmesi ve tespiti için teknik alt yapı yeterli değil, denetim politikası yok, su dengesi için 0 (sıfır) alınıyor	Planlı bir denetim yok, şikayet-şüphe duyulan bölgeler denetleniyor, veriler düzenli değil, su dengesi için tahmin ediliyor	Yıllık belirlenen/rasgele seçilen bölgelerde denetim var, veriler tutuluyor, su dengesinde kullanılıyor	Kaçak kullanımların tespiti için planlı bir denetim politikası var, veri tutuluyor, su dengesinde kullanılıyor	Kaçak kullanımların tespiti için planlı denetim politikası var, veriler tutuluyor, CBS entegrasyonu var

Bu bileşenler için öncelikli hedef 4 puan (iyi seviye) ve daha sonra 5 puan (çok iyi seviye) tanımlanmıştır. Diğer taraftan bileşen 4 (veri kalitesi iyi) veya 5 (veri kalitesi çok iyi, mevcut durum korunmalı) puana sahipse bu bileşen idarenin güçlü yönünü oluşturur. Mevcut puanı 4 olan bileşenler teknik ve ekonomik ölçütler esas alınarak ulaşılmaması gereken nihai hedef 5 (çok iyi seviye) olarak belirlenmiştir. Mevcut puanı 5 olan bileşenler için "mevcut koşullar korunmalıdır" şeklinde değerlendirme yapılmaktadır. Böylece "sadece 4 veya 5 puan alan bileşenler (kalitesi iyi olan veya düzenli ölçülen veriler)" fiziki kayıp analizi ve yönetiminde kullanılır. Bu puanlandırmalara göre idarede öncelikli olarak iyileştirilmesi gereken süreçler veya bileşenler tanımlanmaktadır.

### 3 Analiz ve tartışma

Önceki bölümlerde detaylı bir şekilde verilen mevcut durum değerlendirme matrisi 3 Su ve Kanal İdaresine uygulanmıştır. Pilot idarelerde yerinde inceleme yapıldı ve her bir değişken için idaredeki duruma uygun bir şekilde puanlandırma yapılmıştır. Bu kapsamda idarede İçme suyu Birimi, SCADA Birimi, CBS Birimi ve Bilgi İşlem Birimi olmak üzere 5 birimde tüm faaliyetler incelenmiştir. Bu bölümde her bir idare için elde edilen puan sonuçları verilmiştir (Tablo 4). Her bir idare için elde edilen sonuçlar ayrı ayrı yorumlanmıştır.

Tablodan da görüldüğü gibi su kayıp yönetiminde kullanılan en temel verilerin ölçüm kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan sistemde bileşenler en temelden ileri seviyeye doğru sıralanmıştır. Buna göre idarede öncelikle temel seviye bileşenler göz önünde bulundurulmakta ve mevcut uygulama düzeyleri değerlendirilmektedir.

#### 3.1 Temel seviye uygulamalar için değerlendirme

Bir dağıtım sisteminde sisteme verilen suyun belirlenmesi, su bütçesinin doğru bir şekilde oluşturulması, su kaynağı ve talep verimliliğinin analiz edilmesi ve izlenmesi, su üretim maliyetinin doğru bir şekilde analiz edilmesi için en temel koşul üretilen su hacminin ve sistem giriş debisinin düzenli ölçülmesidir. Bu nedenle geliştirilen bu sistemde öncelikle bu iki temel veri dikkate alınmış ve idarelerde mevcut durumu değerlendirilmiştir. Tablo 4'teki sonuçlara göre, bu iki bileşenin mevcut durumu İdare 1 ve 3'te genel olarak iyi düzeydedir. Diğer taraftan idare 2'de ise orta düzeyde olup iyileştirilmesi gerekmektedir.

Şebeke uzunluğu ve servis bağlantı sayısı, dağıtım sisteminin ve sızıntıların yönetilmesinde kullanılan en temel veri olup bu verinin sahayı temsil etmesi (güncel olması) oldukça önemlidir. Doğru ve güvenilir bir su kayıp analizi ve yönetimi için bu iki bileşenin en az 4 puan düzeyinde olması gerekir. Pilot idarelerde genel olarak bu iki bileşen 4 veya 5 puan düzeyinde (BN5 İdarede 3'ten 3 puan) olup en temel verilerin sahayı temsil etme düzeyi iyi seviyededir. Ayrıca, gelir getiren suyu ifade eden yasal faturalandırılmış tüketimlerin izlenmesi için abone sayısının güncel olması ve sahayı temsil etmesi gerekir. Bu bileşen idare 1 ve 3'te iyi düzeyde idare 2'de ise orta düzeydedir.

Dağıtım sisteminde arıza durumunda en yakın vanadan suyun kesilmesi, şebeke işletme planının oluşturulması ve izole bölgelerin sahada uygulanmasında vanalar oldukça önemli rol oynamaktadır. İdare 1 ve 2 için vana sayısı bileşeni iyi düzeyde iken İdare 3 için ise orta düzeydedir. Buna göre idare 2'de bu bileşen iyileştirilmeli ve saha güncellemeleri planlı bir şekilde yapılmalıdır.

Temel seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (4.5), İdare 2 için (3.33) ve İdare 3 için (4.20) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 1 ve İdare 3 genel olarak temel seviye uygulamalarda iyi düzeyde iken İdare 2 ise orta düzeydedir. İdare 1’de yetersiz veya orta düzeyde herhangi bir bileşen bulunmamaktadır. Buna göre idare 1 en temel verilerin ölçülmesi kapsamında iyi düzeydedir. İdare 2’de zayıf veya orta düzeyde olan ve iyileştirilmesi gereken bileşenler, BN1, BN2, BN45 ve BN5 olarak tespit edilmiştir. Sürdürülebilir ve doğru bir su kayıp yönetimi ortaya koymak ve analiz gerçekleştirmek için bu bileşenler iyileştirilmelidir. İdare 3’te BN6 bileşen orta düzeyde olup iyileştirilmelidir. Temel seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin mevcut puanları dikkate alınarak kademeli hedef tanımlanmıştır (Şekil 1).

### 3.2 Orta seviye uygulamalar için değerlendirme

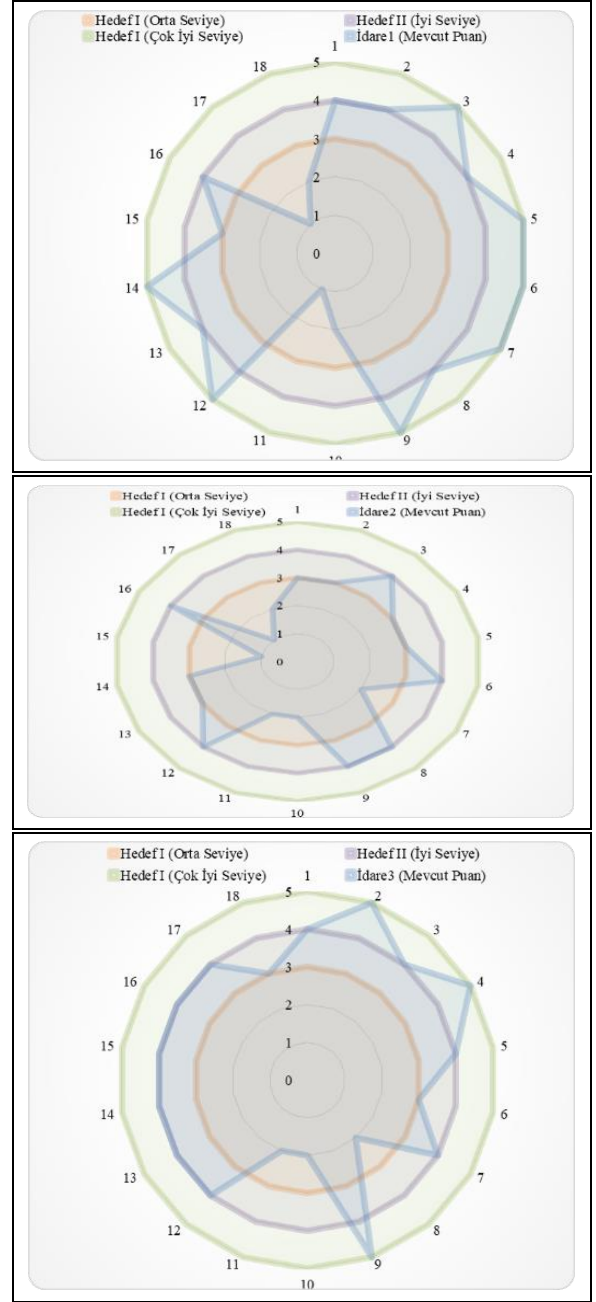
İşletme basıncı (BN7) bileşeni, sızıntı yönetiminde dikkate alınan en temel işletme verisidir. Arıza ve sızıntıların basınca göre değişiminin izlenmesi, basınç yönetimine karar verilmesi ve en uygun basınç seviyesinin tanımlanması için sistemde düzenli basınç ölçümü yapılmalıdır. Bu bileşen idare 1 ve 3’te iyi düzeyde iken idare 2’te ise yetersiz seviyededir. Ölçü ve ölçü aletleri muayene yönetmeliğine göre 10 yaşını doldurmuş yasal abone sayaçlarının değiştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle değiştirilecek sayaçların belirlenmesi ve bunun için yıllık planlama yapılması amacıyla idarede sayaç yaşı bilgilerinin düzenli tutulması ve izlenmesi gerekir. Ayrıca, sayaç hatalarını sayaç yaşına bağlı olarak artırması için eski sayaçların değiştirilmesi bu kayıpların azaltılması açısından da önemlidir. Bu bileşen idare 1 ve 2’de iyi düzeyde iken idare 3’te ise yetersiz düzeydedir.

İşletme planının oluşturulması ve hizmet kalitesinin artırılması için aboneler tarafından bildirilen şikayetlerin analiz edilmesi ve izlenmesi gerekir. Bu bileşen her üç idarede de oldukça iyi düzeydedir. Diğer taraftan, idarede doğrudan gelir kaybına sebep olan yasal faturalandırılmamış kullanımlar ve sayaç hatalarından kayıpların azaltılması için öncelikle saha verilerine göre izlenmesi gerekir. Bu nedenle bu modelde bu iki bileşen dikkate alınmıştır. Bu bileşenler her üç idarede de yetersiz düzeydedir. Finansal verimliliğin sağlanması için bu bileşenler iyileştirilmelidir. Ayrıca her üç idarede BN12 bileşeni ise oldukça iyi düzeydedir.

Orta seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (3.7), İdare 2 için (3.00) ve İdare 3 için (3.20) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 2 ve İdare 3 genel olarak orta düzeyde iken İdare 1 ise orta düzey üstü veya iyi düzeye yakın şeklindedir. İdarelerde iyi düzeyde olan bileşenler (4 ve 5 puan olanlar) dışındaki bileşenlerin (3 ve altındaki puana sahip olanlar) öncelikli olarak iyileştirilmelidir. Orta seviye uygulamalardaki bileşenlerin mevcut puanları dikkate alınarak kademeli hedef tanımlanmıştır (Şekil 1).

### 3.3 İleri seviye uygulamalar için değerlendirme

İdarelerde BN14 toplam servis bağlantı uzunluğu (özel mülkte yer alan) bileşeni özellikle kaçak kullanımların veya özel mülkteki sızıntıların belirlenmesi ve izlenmesi için oldukça önemlidir. Bu bileşen idare 1 ve 3’te iyi düzeyde iken idare 2’te orta düzeydedir. Özel mülkteki servis bağlantılarında sızıntı denetimi (BN17) idare 1 ve 2’te kötü düzeyde, idare 2’de ise iyi düzeydedir. Yüze çıkmayan arızaları sayısının (BN16) bilinmesi özellikle bileşen analizine göre su bütçesinin oluşturulması, sızıntı yoğunluğunun ve işletme maliyetinin analizi için önemlidir.



Şekil 1. İdareler için mevcut puanlara göre tanımlanan hedefler.

Figure 1. Targets defined by available scores for administrations.

Bu nedenle bu bileşen göz önüne bulundurulmuş ve idarelerde test edilmiştir. Bu bileşenin her üç idarede de iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Dağıtım sistemlerinde yasal konut abonelerinin yanı sıra yüksek tüketim değerine sahip ticari aboneler de yer almaktadır. Bunların tahakkukları yüksek seviyede olduğu için tahsilat oranları da yüksek olmaktadır. Aylık gelirin artırılması için bu abonelerin düzenli izlenmesi gerekir. Bu bileşenin idare 1 ve 3’te iyi düzeyde iken idare 2’de ise orta düzeydedir. Diğer taraftan sahada ölçülen debi ve basınç gibi işletme verilerinin doğruluğunun iyileştirilmesinde cihazların kalibrasyonu oldukça önemlidir. Bu bileşen idare 1’de orta, idare 2’de kötü ve

idare 3'te iyi düzeydedir. Son olarak doğrudan gelir kaybına neden olan kaçak kullanımların azaltılması ve önlenmesi için saha denetimlerinin yapılması gerekir. Bu nedenle bu modelde bu önemli bileşen dikkate alınmış ve her üç idarede de bu bileşenin yetersiz ve/veya orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

İleri seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (3.20), İdare 2 için (2.30) ve İdare 3 için (3.80) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 2 genel olarak orta düzey altı veya yetersiz düzeydedir. Diğer taraftan İdare 1 ise orta düzey ve idare 3 ise iyi düzeye yakındır. İleri seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin mevcut puanları dikkate alınarak kademeli hedef tanımlanmıştır (Şekil 1).

Şekil 1'den de görüldüğü gibi, mevcut puanı 0 ve 1 olan bileşenler için öncelikle orta seviye hedef, daha sonra iyi seviye ve en son çok iyi seviye hedef tanımlanmıştır. Böylece idarede mevcut koşullara göre ulaşılabilir, uygulanabilir ve gerçekçi hedef belirlenmiştir.

Her bir idare için yapılan bu değerlendirmelere göre, idare 1'de mevcut durumu yetersiz ve/veya orta düzeyde olan, BN10, BN11, BN15, BN17 ve BN18 bileşenleri öncelikli olarak iyileştirilmelidir. Diğer taraftan bu idarede BN1, BN2, BN4, BN8, BN13, BN16 bileşenlerinin mevcut durumu iyi düzeyde olup iyileştirilmesi için ekonomik ölçütler göz önünde bulundurulmalıdır. İdare 2'de iyileştirilmesi gereken bileşenler, BN1, BN2, BN4, BN5, BN7, BN10, BN11, BN13, BN14, BN15, BN17 ve BN18 şeklindedir. Bu idarede mevcut durumu iyi olan, BN3, BN6, BN8, BN9, BN12 ve BN16 bileşenlerinin iyileştirilmesi için ekonomik ölçütler dikkate alınmalıdır. Son olarak İdare 3'te, BN6, BN8, BN10, BN11 ve BN18 bileşenleri öncelikli olarak iyileştirmelidir. Bu idarede iyi düzeyde olan bileşenler iyileştirilmeden önce ekonomik koşullar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu modelde mevcut durumu çok iyi olan (5) bileşenlerin mevcut durumu korunmalıdır.

#### 4 Sonuçlar

Bu çalışmada, su kayıp yönetimi süreçlerinin sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesi için gerekli olan temel verilerin mevcut düzeylerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için yeni bir model geliştirilmiştir. Bunun için su kayıp yönetimini kapsayacak şekilde toplamda 18 temel bileşen dikkate alınmıştır. Geliştirilen model gerçek saha verilerine göre üç pilot su idaresinde test edilmiştir. Her bir bileşen idarenin dinamik yapısını dikkate alacak şekilde 0 ile 5 arasında kademeli olarak puanlandırılmıştır. Temel seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (4.5), İdare 2 için (3.33) ve İdare 3 için (4.20) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 1 ve İdare 3 genel olarak temel seviye uygulamalarda iyi düzeyde iken İdare 3 ise orta düzeydedir. İdare 2'de zayıf veya orta düzeyde olan ve iyileştirilmesi gereken bileşenler, BN1, BN2, BN45 ve BN5 olarak tespit edilmiştir. Orta seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (3.7), İdare 2 için (3.00) ve İdare 3 için (3.20) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 2 ve İdare 3 genel olarak orta düzeyde iken İdare 1 ise orta düzey üstü veya iyi düzeye yakın şeklindedir. İleri seviye uygulamalarda yer alan bileşenlerin ortalama puanları İdare 1 için (3.20), İdare 2 için (2.30) ve İdare 3 için (3.80) olarak hesaplanmıştır. Buna göre İdare 2 genel olarak orta düzey altı veya yetersiz düzeydedir. Diğer taraftan İdare 1 ise orta düzey ve idare 3 ise iyi düzeye yakındır. Her bir idare için yapılan bu değerlendirmelere göre, idare 1'de mevcut durumu yetersiz ve/veya orta düzeyde olan, BN10, BN11, BN15, BN17 ve BN18

bileşenleri öncelikli olarak iyileştirilmelidir. İdare 2'de iyileştirilmesi gereken bileşenler, BN1, BN2, BN4, BN5, BN7, BN10, BN11, BN13, BN14, BN15, BN17 ve BN18 şeklindedir. Son olarak İdare 3'te, BN6, BN8, BN10, BN11 ve BN18 bileşenleri öncelikli olarak iyileştirmelidir. Bu idarede iyi düzeyde olan bileşenler iyileştirilmeden önce ekonomik koşullar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu modelde mevcut durumu çok iyi olan (5) bileşenlerin mevcut durumu korunmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışmada önerilen modelin uygulanmasıyla, su kayıp yönetimi temel verilerinin mevcut durumları ve uygulama düzeyleri idarenin dinamik yapısını dikkate alarak belirlenmektedir. Bu puanlandırmada her bir bileşenin mevcut durumu gerçekçi bir şekilde tanımlanmaktadır. Ayrıca bu puanlandırmaya göre her bir bileşen için kademeli olarak iyileştirme planı tanımlanmaktadır.

Su kayıp yönetimi kapsamında performans göstergelerinin hesaplanmasında kullanılan verilerin kalitesi veya ölçüm şekli genel olarak sorgulanmamaktadır. Ancak analizlerin ve hesaplanan göstergelerin doğruluğu verilerin doğru bir şekilde ölçülmesine doğrudan bağlıdır. Bu nedenle bu çalışmada önerilen modelin su kayıp yönetimi verilerinin mevcut uygulama düzeylerinin ve kalitesinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca, veri kalitesinin iyileştirilmesinde öncelikli bileşenlerin tanımlanması ve bunlar için uygulanabilir ve gerçekçi hedeflerin ortaya konulması sağlanmaktadır. Ayrıca modelin yıllık uygulanması ile zaman içinde kalitesi iyileşen veya değişen verilerin dinamik yapıya uygun bir şekilde izlenmesi mümkün olmaktadır. Böylece idarede sistemin dinamik yapısına uygun bir şekilde hedeflerin güncellenmesi veya uygulanacak yöntemlerin yeni duruma göre belirlenmesine altlık oluşturmaktadır. Geliştirilen bu modelin özellikle uygulamada karar vericiler ve uygulayıcılar için referans oluşturacağı düşünülmektedir.

#### 5 Conclusions

In this study, a new model has been developed to analyze and evaluate the current levels of basic data required for the sustainable execution of water loss management processes. For this, a total of 18 basic components were taken into account, including water loss management. The developed model was tested in three pilot water administrations according to real field data. Each component is graded from 0 to 5, taking into account the dynamic nature of the administration. The average scores of the components included in the basic level applications were calculated as (4.5) for Administration 1, (3.33) for Administration 2 and (4.20) for Administration 3. Accordingly, Administration 1 and Administration 3 are generally at a good level in basic level applications, while Administration 3 is at a medium level. Components that are weak or moderate in Administration 2 and need improvement were identified as ID1, ID2, ID45 and ID5. The average scores of the components included in the mid-level applications were calculated as (3.7) for Administration 1, (3.00) for Administration 2 and (3.20) for Administration 3. Accordingly, Administration 2 and Administration 3 are generally at medium level, while Administration 1 is above medium or close to good. The average scores of the components included in the advanced applications were calculated as (3.20) for Administration 1, (2.30) for Administration 2 and (3.80) for Administration 3. Accordingly, Administration 2 is generally below medium level or at an insufficient level. On the other hand, if Administration 1 is medium level and Administration 3 is close to good level.



Based on these assessments for each administration, components ID10, ID11, ID15, ID17 and ID18, whose current status is inadequate and/or moderate in administration 1, should be improved as a priority. Components that need improvement in Administration 2 are ID1, ID2, ID4, ID5, ID7, ID10, ID11, ID13, ID14, ID15, ID17, and ID18. Finally, in Administration 3, the ID6, ID8, ID10, ID11 and ID18 components should be prioritized. Economic conditions should be considered before improving components that are good in this administration. In this model, the current state of the components (5), whose current condition is very good, should be preserved.

As a result, with the application of the model proposed in this study, the current status and application levels of water loss management basic data are determined by taking into account the dynamic structure of the administration. In this scoring, the current status of each component is described realistically. In addition, according to this scoring, a gradual improvement plan is defined for each component. It is thought that this developed model will be a reference especially for decision makers and practitioners in practice.

## 6 Teşekkür

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (İÜBAP-FBA-2021-2457) ve TÜBİTAK (Proje No: 220M091) tarafından desteklenmiştir.

## 7 Yazar katkı beyanı

Cansu BOZKURT, geliştirilen modelin uygulanması, verilerin toplanması ve raporlanması kapsamında katkı sunmuştur. Mahmut FIRAT, fikrin oluşması, modelin tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanması kapsamında katkı sağlamıştır. Abdullah ATEŞ, fikrin oluşması, modelin tasarımı, modelin test edilmesi ve raporlanması kapsamında katkı koymuştur.

## 8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur. Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## 9 Kaynaklar

- [1] Lambert AO, Brown TG, Takizawa M, Weimer D. "A review of performance indicators for real losses from water supply systems". *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, 48(6), 227-237, 1999.
- [2] Pearson D. *Standard Definitions for Water Losses: A Compendium of Terms and Acronyms and Their Associated Definition in Common Use in the Field of Water Loss Management*. London, UK, IWA Publishing, 2019.
- [3] Liemberger R, Farley M. "Developing a non-revenue water reduction strategy Part 1: investigating and assessing water losses". *Proceedings IWA 4<sup>th</sup> World Water Congress and Exhibition*, Marrakech Morocco, 19-24 September 2004.
- [4] Farley M, Liemberger R. "Developing a non-revenue water reduction strategy: planning and implementing the strategy". *Water Science and Technology: Water Supply*, 15(1), 41-50, 2005.
- [5] Vicente DJ, Garrote L, Sanchez R, Santillan D. "Pressure management in water distribution systems: current status, proposals, and future trends". *Journal of Water Resources Planning and Management*. 2016. [doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000589](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000589).
- [6] Monsef H, Naghashzadegan M, Farmani R, Jamali A. "Pressure management in water distribution systems in order to reduce energy consumption and background leakage". *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 67(4), 397-403, 2018.
- [7] Moslehi I, Jalili-Ghazizadeh M, Yousefi-Khoshqalb E. "Developing a framework for leakage target setting in water distribution networks from an economic perspective". *Structure and Infrastructure Engineering*, 17(6), 821-837, 2021.
- [8] Silva MA, Amado C, Loureiro D. "Propagation of uncertainty in the water balance calculation in urban water supply systems-a new approach based on high-density regions". *Measurement*, 126, 356-368, 2018.
- [9] Serafeim AV, Kokosalakis G, Deidda R, Karathanasi I, Langousis A. "Probabilistic minimum night flow estimation in water distribution networks and comparison with the water balance approach: Large-Scale Application to the City Center of Patras in Western Greece". *Water*, 14(1), 98-112, 2022.
- [10] Kizilöz B, Şişman E. "Exceedance probabilities of non-revenue water and performance analysis". *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 2559-2570, 2021.
- [11] Firat M, Yılmaz S, Ateş A, Özdemir Ö. "Determination of economic leakage level with optimization algorithm in water distribution systems". *Water Economics and Policy*, 7(3), 1-38, 2021.
- [12] Yılmaz S, Firat M, Ateş A, Özdemir Ö. "Analysis of economic leakage level and infrastructure leakage index indicator by applying active leakage control". *Journal of Pipeline Systems-Engineering and Practice*. 12(4), 1-11, 2021.
- [13] Rupiper AM, Williams MS, Bush MM, Jessoe KK, Loge FJ. "Assessing Data Adequacy for Determining Utility-Specific Water Loss Reduction Standards". *Journal of Water Resources Planning and Management*, 2021. [doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001419](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001419). 2021.
- [14] Durmuşçelebi FM, Özdemir Ö, Firat M. "İçmesuyu dağıtım sistemlerinde su kayıp yönetimi için oluşturulan izole ölçüm bölgeleri için fayda maliyet analizi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(6), 660-668, 2021.
- [15] Amoatey PK, Minke R, Steinmetz H. "Leakage estimation in developing country water networks based on water balance, minimum night flow and component analysis methods". *Water Practice and Technology*, 13(1), 96-105, 2018.
- [16] Boztaş F, Özdemir Ö, Durmuşçelebi FM, Firat M. "Analyzing the effect of the unreported leakages in service connections of water distribution networks on non-revenue water". *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 4393-4406, 2019.
- [17] Firat M, Yılmaz S, Ateş A, Özdemir Ö. "Determination of economic leakage level with optimization algorithm in water distribution systems". *Water Economics and Policy*, 7(3), 1-38, 2021.
- [18] Bozkurt C, Firat M, Ateş A, Yılmaz S, Özdemir Ö. "Strategic water loss management: current status and new model for future perspectives". *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 40(2), 1-14, 2022.