



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

AKILLI TEMİZ VE ATIK SU YÖNETİMİ UYGULAMASI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

AKILLI TEMİZ VE ATIK SU TÖNETİMİ UYGULAMASI

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi Uygulaması” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesi, teknolojinin kullanımıyla su kaynaklarının daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini hedeflemektedir. Projede sensörler, veri analizi, yapay zekâ, bulut bilişim ve diğer teknolojilerin kullanımıyla su kaynaklarının izlenmesi, yönetilmesi ve optimize edilmesi sonucunda, su tüketimi ve atık su üretimi azaltılarak kaynakların korunması ve su kirliliğinin önlenmesi sağlanacaktır. Uygulamayı ülkemizde temiz ve kirli sudan sorumlu kurumlar, yerel yönetimler, şirketler ve hatta bireyler tarafından uygulanabilir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi Uygulaması Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	24 ay

Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup dokuman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimine ait teknik bileşenler şunlardan oluşmaktadır:

- Proje alanının seçimi,
- Proje alanının jeoloji ve topoğrafyası,
- Konut, ticaret ve turizm inşaat alanları,
- Konut alanları için toplam nüfus değeri,
- Proje alanındaki toplam nüfus değeri ve buradan hareketle 30 yıl sonraki nüfus değeri,
- Günlük kişisel su ihtiyacından hareketle; proje alanı içme ve kullanma suyu ihtiyacı,
- Proje alanının içme ve kullanma suyu temin noktası veya noktaları (şebeke, sondaj vb.)
- İçme suyu temini için gerekli olan sanat yapıları (depo, terfi, arıtma, basınç kırıcı vb.)
- Yağmur suyu toplama sistemleri (ayrık sistem, boru/ kanal vb.)
- Yağmur suyu deşarj noktası (şebeke, dere vb.)
- Yağmur suyunun geri kullanımındaki hedeflenen oran
- Yağmur suyu geri kullanımında konut-ticari-turizm alanları için uygulanacak yöntemler
- Yağmursuyu deşarjında terfi ihtiyacının olup olmayacağı
- Kanalizasyon (atık su) sistemleri,
- Ticari bölgeler için parsel bazında arıtmanın gerekli olup olmadığı,
- Kanalizasyon deşarj noktaları (mevcut şebeke vb.),
- Kanalizasyon uzaklaştırma için gerekli sanat yapıları (arıtma, terfi vb.).

1.3. Proje Girdileri

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimine ait proje girdileri aşağıda sıralanmıştır:

- İmar planı
- Alanla ilgili CAD verileri
- Mevcut ekipmanların yerleri ile ilgili CAD verileri
- Tahmini nüfus bilgileri
- Su kaynakları ve tesislerinin analizi
- Mevcut sistemlerin ve ekipmanların envanteri
- Su tüketim modellemesi ve verileri

- Hidrolik analizler
- Pompa ve motor verimliliği
- Su kalitesi izleme ve kontrolü
- SCADA sistemi ve iletişim ağları

1.4. Beklenen Çıktılar

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimine ait beklenen çıktılar şu şekildedir:

- Su Yönetim Sistemi Raporu
- Su kaynaklarının verimli kullanım (enerji, maliyet, çevreye etkileri vb.) raporu
- Su kaybı ve kaçaklarının azaltıldığına dair rapor
- Suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımına dair veriler
- Su kalitesinin kontrol edilmesi
- Operasyonel verimliliğin artırılması
- SCADA sistemi ve otomasyonun kullanımı
- SCADA sistemi eğitimi ile personel yetkinliğinin artırılması

1.5. Projenin performans göstergeleri

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi uygulamasının performans göstergeleri, projenin başarı seviyesini ölçmek için kullanılan ölçülebilir ve belirli hedeflerdir. Bu performans göstergeleri, Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesinin amaçlarına ulaşp ulaşmadığını değerlendirmek, etkinliğini ve verimliliğini ölçmek için kullanılır.

Performans göstergeleri:

- Su kayıp ve kaçak oranı
- Su kalitesi
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanım miktarı
- Enerji tüketim miktarı
- Arıza oranı
- Sürdürülebilirlik
- Oluşan işletme ve bakım hizmetlerinin iyileştirilmesi

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

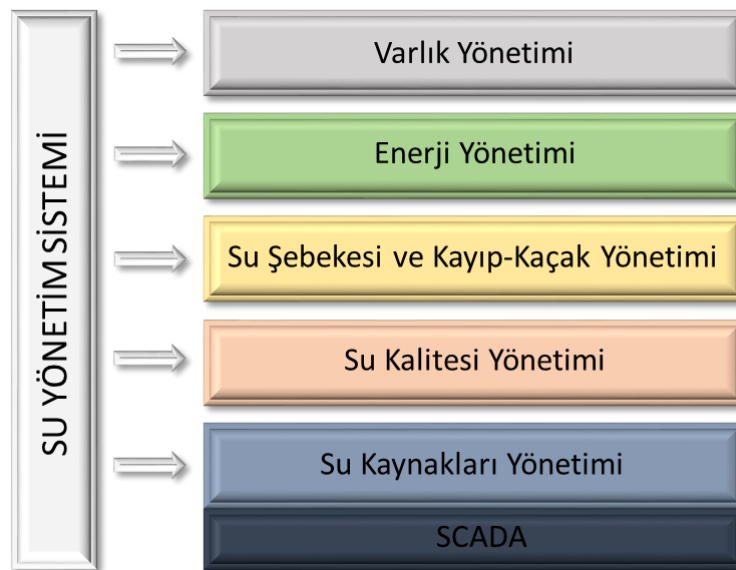
2.1. Proje Kapsamı

Proje su kaynaklarının sürdürülebilirliğini ve korunmasını hedeflerken aynı zamanda suyun doğru ve etkin kullanımı için teknolojik ve yenilikçi yaklaşımlar kullanır. Bu projenin kapsamı, su kaynaklarının yönetimi, su arıtma tesislerinin modernizasyonu, su kaynaklarındaki atık suyun toplanması, arıtılması ve geri dönüşümü gibi birçok alanda olabilir.

2.2. Proje Gerekçesi

Su kayıpları, su temin ve dağıtım sistemleri içinde pek çok noktada oluşabilir. Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi sistemleri gerek tesislerdeki su kayıplarını önlemek gerekse de merkezi düzeyden yürütülen su politikasına yerel düzeyde kayda değer bir katkı sağlamak için yerel yönetimler tarafından kullanılabilir en etkin araç haline gelmiştir. Su kayıplarının minimuma indirgenebilmesi için detaylı şekilde irdelenmesi gerekmektedir. Hidrolik model hataları, yanlış malzeme seçimi, işçilik hataları, yüksek basınç altında şebekenin çalıştırılması, önleyici bakım onarımın zamanında yapılmaması, boru hatlarının yanlış tranşe uygulaması ve yanlış dolgu uygulamaları, fiziki kayıp-kaçak oluşumuna sebebiyet verebilmektedir. Bunun için su yönetim sistemine ihtiyaç bulunmaktadır [13].

Su yönetimi, insanların ve toplumun tüm kesimlerinin ihtiyaçlarını göz önünde bulundurduğu, su kaynaklarının en verimli kullanımının sağlanarak, olumsuz etkilerini kontrol altına alındığı, koruma amaçlı koordinasyon, planlama, organizasyon, yatırım, izleme, izin, denetim ve yaptırım faaliyetlerinin tümüdür. Şekil 1’de su yönetimi aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 1. Su Yönetimi Basamakları

Proje Alanı Su İhtiyacı

Konut (Kişi) Su İhtiyacı: Türkiye'de bir kişinin günlük su tüketim standardı 228 litre/gün/kişi olarak kabul edilmektedir. Ancak İstanbul gibi bazı bölgelerde bu miktar 190 litre/gün/kişiye düşmektedir. Ankara için 246 litre, İzmir için ise 221 litre olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle, 4 kişilik bir aile günlük olarak 760 ile 984 litre aralığında su tüketmektedir [2].

Yeşil Alan Su İhtiyacı: Yeşil alanlar için su ihtiyacı bölgenin iklimine göre değişiklik göstermektedir. Eğer projenin planlanan alanı içinde sanayi, tarım veya hayvancılık faaliyetleri yapılması planlanıyorsa, su ihtiyacı buna göre hesaplanmalıdır.

Proje alanı için yapılacak olan hesaplamalar, proje alanındaki mevcut nüfusla değil, 30 yıl sonrasındaki nüfusla yapılmalıdır. Bu hesaplamalar içme ve kullanma suyu ihtiyacı, şebeke çapları, pompalar, su depoları ve enerji için kapasiteleri belirlemelidir. Suyun temini, depolanması, kalitesi ve kullanıcılara ulaştırılması titiz planlama gerektiren konulardır. Yatırım, işletme ve ömür devir maliyetleri hesaplanarak, projelendirme bu değerler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimine yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trenlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye'de mevcut durumun tespiti

- Türkiye'deki mevcut Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimine yönelik alt ve üst yapı uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

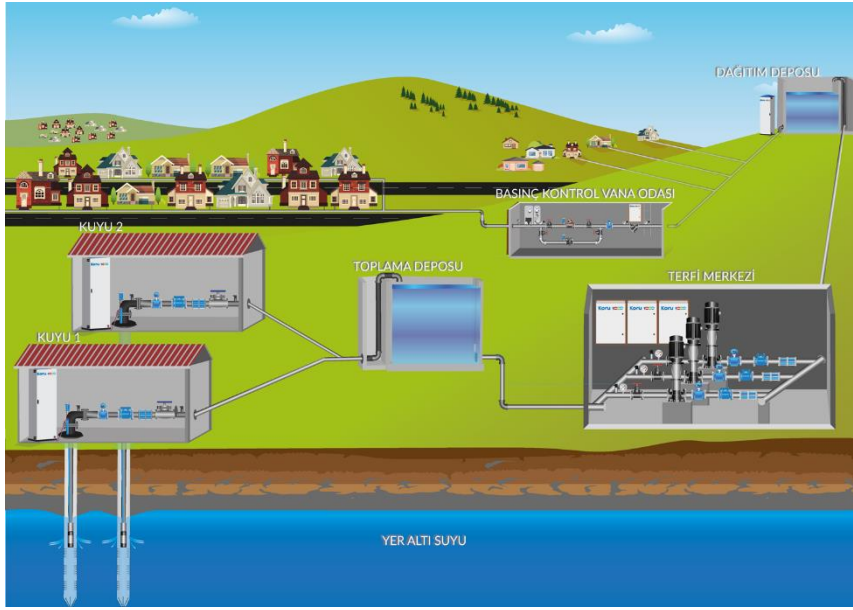
Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alış veriş yapılr.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması kısmı, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Su kaynaklarının temini ve dağıtımını dünya genelinde coğrafik ve jeolojik yapının farklılıklarından dolayı değişiklik göstermektedir. Türkiye'de, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından faydalanılarak su temini yapılmaktadır [1]. Şekil 2'de, bir şehirde içme suyu temini ve dağıtım sistemi örneği görselleştirilmiştir.



Şekil 2. Kentlerde İçme Suyu Temini (yeraltı suları) ve Dağıtım Sistemi [1]

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi konusu, son 20 yılda küresel ısınmanın ve son 10 yılda kuraklık, deprem ve tsunami gibi doğal afetlerin artmasıyla daha da önem kazanmıştır. Su yönetimi konusu artan su ihtiyacı ve azalan enerji kaynaklarıyla birlikte enerji verimliliği konularını da beraberinde getirmektedir. Şehirlerde oluşan atık suların arıtılması ve doğaya minimum zararla salınması, çevre ve su kirliliğinin önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Gelişen yazılım ve otomasyon teknolojileri, temiz-atık su yönetimi ve enerji verimliliği sistemlerinin daha kolay kontrol edilmesini sağlamaktadır. Dünya genelinde, kentsel alanlar için gerekli su kalitesi ve miktarını sağlamak için farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Günümüzde sadece iki hükümet, Avustralya'da bulunan Güney Doğu Queensland Su Şebekesi ve Singapur'da bulunan Su Temin Şebekesi Departmanı (PUB), başarılı bir şekilde yeni su yönetimi altyapıları kurmuştur ve bu iki hükümet organı lider otoriteler haline gelmiştir. Bu örneklerin ardından, ABD de benzer projeler başlatmıştır [9].

Avustralya

Güney Doğu Queensland (GDQ) bölgesi, 2007 ve 2008 yılları arasında kuraklık yaşamıştır ve üç ana barajın (Wivenhoe, Somerset ve North Pine) su seviyeleri %17'nin altına düşmüştür. Bu durum, GDQ su şebekesi altyapısının geliştirilmesini gerektirmiş, böylece kentsel su güvenliği sağlanabilir hale gelmiştir. GDQ altyapısı, rezervuarlar, arıtma tesisleri ve iki yönlü çalışabilen boru hatlarından oluşmaktadır. GDQ su şebekesi, yağmur suyu ve iklim değişikliğine dayanıklı diğer su kaynaklarına

(arıtılmış, saflaştırılmış ve geri dönüştürülmüş su gibi) olarak sağlamaktadır. Buna ek olarak su talebi tahminleri de yönetim yapısına entegre edilmiştir. GDQ akıllı su şebekesi, 12 baraj, 10 içme suyu arıtma tesisi, 3 ileri atık su arıtım tesisi, 1 tuz giderme tesisi, 28 su deposu ve 22 su pompalama istasyonundan oluşmaktadır. Bu sistem, suyun en çok ihtiyaç duyulduğu yerlere iki yönlü su boru hatları kullanarak taşınmasına olanak tanır ve yağışa bağımlılığı dört yılda %95'ten 75'e düşürür [9].

Singapur

Singapur, ada ülkesi olmasından ve doğal su kaynakları yetersiz olduğundan su ihtiyacının büyük bir kısmını komşu ülkelerden temin etmektedir. Bu nedenle, Su Temin Şebekesi Departmanı (PUB) kurulmuş ve suyun toplanması, üretilmesi, dağıtımı ve arıtılmasından sorumlu tutulmuştur. Ülkede yağmur suları, deniz suyunun tuzdan arıtılması ve atıksu arıtması yoluyla elde edilen sular kullanılarak, su şebekesi beslenmektedir. Yağmur suları toplanarak rezervuarlarda depolanmakta ve boru hatları ile iki yönlü akış sağlanarak su depolama kapasitesi optimize edilmektedir. Arıtılmış suların bir kısmı ileri arıtma işleminden geçirilerek içilebilir hale getirilmekte ve geri kalanı ise denize boşaltılmaktadır. Ayrıca, atıksu arıtım tesisleri vasıtasıyla toplanan atıksular da işlenmektedir. PUB, su sızıntılarını tespit etmek ve su talebini tahmin etmek için 25 basınç tespit ve kontrol noktası kurmaktadır. Singapur, bu akıllı su yönetim sistemini kurmak ve genişletmek için 7 milyar dolar harcamış ve 250 km uzunluğunda yeni bir boru hattı inşa etmiştir [9].

Türkiye'de Akıllı Su Yönetimi

Türkiye'nin yakın bir gelecekte nüfusunun 100 milyon kişiye ulaşması beklendiği düşünüldüğünde, yeni su kaynakları üretememesi durumunda su kıtlığı yaşayan ülkeler arasına gireceği bilinmektedir. Bu nedenle, su yönetimi çok önemli hale gelecek ve akıllı su yönetim sistemleri kullanılması kritik önem taşıyacaktır.

Türkiye'de akıllı su yönetim uygulamaları çok az sayıda bulunmaktadır. Bunların en dikkat çekenini, Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSU) Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan akıllı şebeke uygulamasıdır. İSU, atık suların takip edildiği Atık su SCADA Sistemi, içme suyunun kontrol edildiği içme suyu SCADA Sistemi, su sayaçlarının uzaktan okunmasını sağlayan Radyo Frekanslı Sayaç Sistemi, şebekenin basıncını kontrol eden Basınç Yönetimi Sistemi, yüksek tüketimli abonelerin faturalandırma işlemlerinin yapıldığı Merkezi Yazılımla Uzaktan Endeks Okuma - Tahakkuk - Faturalama ve Sayaç Performans İzleme Sistemi, su ve kanalizasyon saha çalışmalarının bilgisayar üzerinden takip edildiği Tablet, PC, Mobil İş Emri Sistemi gibi projeleri uygulamakta ve bu projelerin birbiriyle entegrasyonu üzerinde çalışmaktadır [10].

Türkiye'de akıllı su yönetimi henüz gelişme aşamasında olduğu için bu başlıkta yoğunluklu olarak akıllı evler veya akıllı siteler gibi bina bazında uygulamalar mevcuttur. Enerji verimliliği çalışmaları ise 02.05.2007 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile başlamıştır.

Atık su yönetimi genellikle il bazında yapılmaktadır ve son 20 yılda birçok şehrimiz ileri biyolojik arıtma tesislerine sahip olmuştur. İlçe merkezleri ve köy-mahalle bazında ise doğal arıtma tesisleri işlev görmektedir. Akıllı temiz ve atık su yönetimi konusunda Tekirdağ ve Sakarya Türkiye'deki örnek şehirlerdendir.

Su temini ve atık su uzaklaştırma sistemlerinde enerji verimliliği sağlanabilmesi için, belediyeler otomasyon/SCADA sistemlerine geçmektedir. Bu nedenle, özellikle büyükşehir olmayan illerde ve ilçe merkezlerinde birçok çalışmanın yapılması gerekmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından oluşturulan Akıllı Şehir Ekosistemi platformu üzerinden şehirlerin yaptıkları çalışmalara erişmek mümkündür. Platforma girilen veriler incelendiğinde Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından hayata geçirilen Atık Su SCADA projesi ile il genelinde Belediye sorumluluğundaki tüm atık su altyapılarının yönetiminin ve analizinin sağlandığı görülmektedir. Ayrıca Kütahya Belediyesi tarafından yürütülen İçme Suyu SCADA ve Konya Belediyesi tarafından yürütülen Bakım Onarım SCADA sistemi de bu platformda yer alan çeşitli projelerdir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan "Yağmur suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik" in 23.03.2017 tarih ve 30105 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmasıdır. Bu yönetmeliğin amacı, yağmur suyu toplama, depolama ve deşarj sistemlerinin planlanması, tasarımı, projelendirilmesi, yapımı ve işletilmesi için usul ve esasları düzenlemektir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen e-Belediye projesi kapsamında coğrafi bilgi sistemi altyapısı kullanılarak geliştirilen altyapı modülü bulunmaktadır. Altyapı modülü içme suyu, atık su, yağmur suyu, doğalgaz, enerji ve telekomünikasyon altyapı çalışmalarına ilişkin projelerin, web tabanlı olarak yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Şehrin altyapı envanteri, koordinatları ile birlikte tutulabilmekte ve tüm yerel yönetimlere ücretsiz olarak sunulmaktadır.

Projenin bağlantılı olduğu alanlar

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesinin bağlantılı olduğu alanlar listelenmiştir:

- Su temini ve atık su uzaklaştırma
- Filtrasyon ve arıtma yöntemleri
- Otomasyon ve yazılım

- Geri dönüşüm sistemleri
- Enerji verimliliği sistemleri
- Ekoloji
- Şehircilik ve Planlama

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan veriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Artan enerji giderleri,
- Artan su ihtiyacı,
- Azalan su kaynakları,
- Eskiye altyapı,
- Artan ekolojik problemler,
- Artan geri dönüşüm malzeme çeşitliliği,
- Gelişen teknolojiye paralel olarak, zaman tasarrufu ve veri yönetimi ihtiyacıdır.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesinde bazı temel beklentiler, paydaşlara sağlanan faydalar ve ulaşılmaması düşünülen çözüm hedefleri şunlar olabilir:

- Temiz su temini ve atık su uzaklaştırmanın minimum maliyet ile yapılması,
- Doğal kaynakların ergonomik kullanılması,
- Atıkların uzaklaştırılmasında, doğaya sıfır zarar hedefi,
- Geri dönüşümlerin doğadan uzaklaştırılarak, ekonomiye tekrar kazandırılması,
- Tüm bunların; belirli bir süreç yönetiminde, belli bir otomasyon kontrolünde yapılabilmesi,
- Kurulacak otomasyon sistemi ile girdi ve çıktılar karşılaştırılarak, proje hedeflerinin revize edilmesi ve/veya geliştirilmesidir.

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

Proje, şehir su yönetimini dijital olarak kontrol etmek için yazılımlar kullanarak gerçekleştirilecektir. Şehre gelen içme suyu debimetreler ile ölçülecek ve derin kuyular ve terfi pompa istasyonları aracılığıyla dağıtım depolarına aktarılacak su miktarı benzer şekilde ölçülecektir. DMA (District Metered

Area – Ölçülebilir İzole Alt Bölge) ve BKV (Basınç Kontrol Vanası) odaları sayesinde şebeke kayıp/kaçaklarının tespiti yapılacak ve abonelerin su tüketimi ile şehre verilen su miktarı karşılaştırılacaktır. Bu veriler, belediyelerin ilgili birimleri ile paylaşılacaktır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) destekli sistemler aracılığıyla arızalara hızlı bir şekilde müdahale edilebilecektir.

Projenin başarılı olması için, doğru pompa, motor ve çek-valf, vana gibi mekanik bileşenlerin seçilmesi, jeolojik özelliklere uygun sondaj kuyuları yapılması, kuyuların özgül verimlerine uygun pompa ve motorların seçilmesi, terfi hatlarının ihtiyaca göre çaplarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, mutlaka değişken hız kontrol sürücülerine sahip güç panoları kullanılmalı, modern PLC/RTU sistemlerine sahip SCADA kontrol panoları tercih edilmeli, SCADA panolarında izolasyon trafosu, parafudr gibi önlemler alınmalı, SCADA panolarında DC UPS kullanılmalı ve topraklama direncine önem verilmelidir (maksimum 5 Ohm). Sistemi desteklemek için, debimetre, enerji analizörü, hidrostatik seviye sensörü ve basınç sensörü gibi tamamlayıcı sensörler kullanılmalıdır.

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilen ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

- Nüfus, tüketim alışkanlıkları, dikkate alınarak talep miktarları belirlenir. Proje alanı için yapılacak su ihtiyaç hesaplamalarının doğru yapılması büyük önem arz etmektedir.

Proje alanında su temin sistemi tamamen otomatik hale getirilerek insan faktörü ortadan kaldırılmalıdır. Pompalarda enerji verimliliği en yüksek seviyede tutulmalıdır. İçme suyu dağıtımında, şebeke kayıp ve kaçakları izlenmeli ve DMA menhollerindeki debimetreler ve basınçölçerler aracılığıyla minimum gece akışı hesaplanarak IWA su dengesi tabloları otomatik olarak oluşturulmalıdır. Şehrin atık suyu arıtma tesislerinde SCADA sistemleri ile yönetilen bir otomasyonla arıtılarak deşarj edilmelidir.

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır. Proje alanındaki mevcut nüfusla değil, 30 yıl sonrasındaki nüfusla planlama yapılmalıdır. Bu hesaplamalar içme ve kullanma suyu ihtiyacı, şebeke çapları, pompalar, su depoları ve enerji için kapasiteleri belirlemelidir.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği şehir, mahalle, bölge, yaşam alanı, nüfus yoğunluğu, su kaynaklarının durumu, su ihtiyacı, su arıtma ve arıtılmış su depolama kapasitesi, mevcut altyapı ve kaynakların kullanımına bağlıdır. Ayrıca, projenin hedeflediği su kalitesi ve proje süresi de fiziki/mekânsal büyüklüğü etkileyen faktörler arasındadır. Bu faktörlerin tamamı, proje öncesi detaylı bir analiz ve planlama çalışması gerektirir.

Kapasitenin Belirlenmesi

Şehrin nüfusu ve coğrafi yapıları, su ihtiyacını belirlerken kapasite seçimindeki ana etkenlerdir. Şehir planlama sürecinde, teknoloji kullanımındaki öncelikli kriterler su tasarrufu, enerji verimliliği ve çevrenin korunmasıdır. Projenin ana hedefleri, kaynakların verimli kullanımı, harcamaların minimize edilmesi ve su deposu, şebeke ve SCADA sistemlerinin birbirini tamamlayan bileşenleri kullanılarak gerçekleştirilmesidir. Dolayısıyla proje kapsamında kullanılacak inşaat ekipmanları ve elektro-mekanik ekipmanlar birbirini tamamlayıcı ve mutlaka olması gereken bileşenlerdir. Su temin sistemi genellikle şehir elektrik şebekesinden enerji sağlar ancak güneş enerjisi santralleri ve rüzgâr enerji santralleri gibi alternatif enerji kaynakları da kullanılabilir. Ayrıca, atık su arıtma tesislerinde gazdan elektrik enerjisi üretilebilir.

Yapısal Proje Gereksinimleri

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi uygulaması için yapısal proje gereksinimleri aşağıda verilmiştir:

- Verinin toplanması ve entegrasyonu (örn. sensör ağları, akıllı borular, akıllı sayaçlar)
- Verinin ve bilginin yayılması (örn. radyo vericileri, kablosuz ağ, internet)
- Verinin işlenmesi ve depolanması (örn. bir yazılım hizmeti olarak (SaaS), bulut bilgi işlem)
- Modelleme ve matematiksel analiz (örn. coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı kentsel su kaynaklarının ve sistemlerinin sürdürülebilirliğini değerlendirme sistemi (AISUWRS) ve kentsel yeraltı suları yönetimi (UGROW) sistemi)
- Yönetim ve kontrol sistemleri (örn. denetleyici kontrol ve veri depolama (SCADA), optimizasyon araçları)
- Görselleştirme ve karar destek sistemleri (örn. web tabanlı iletişim ve bilgi sistemleri araçları)
- Verilerin ve bilgilerin şehirlerin teknik servislerine ve kullanıcıya iadesi (örn. su ve hizmetlerle ilgili bilgi paylaşma araçları).

Bu gereksinimlerin hepsinin aynı sisteme dahil edilmesi gerekli değildir. Bazı şehirler, bir veya daha fazla sistemden yararlanarak akıllı su yönetimi konusunda ilerlemeler kaydetmiştir. Ancak, tüm bu

gereksinimleri yönetim uygulamalarına dahil eden şehirlerin, akıllı su yönetimi konusunda en ileride olduğu söylenebilir. Kullanılan her alt bileşen ve buna uygun araçlar, şehirlerin su yönetiminde daha sağlıklı işletme koşulları yaratmak, daha doğru kararlar almak, operasyonları iyileştirmek ve performansı ve verimliliği artırarak maliyetleri düşürmeye yardımcı olacaktır [3].

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Proje kapsamında ihtiyaca göre kurulacak çeşitli sistemlerin yazılım ve donanım gereksinimleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- SCADA-Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi
- Coğrafi Bilgi Sistemleri
- Yeni Nesil Abone Yönetim Sistemi
- Akıllı Şebeke Yönetimi Uygulaması

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Kentsel su yönetiminin en yaygın kullandığı teknolojiler arasında akıllı şebeke entegrasyonu, web tabanlı iletişim, kentsel su yönetimi modelleri ve sistemleri gelmektedir. Aşağıda en yaygın kullanılan çözüm ve teknolojiler sıralanmıştır. Bu teknolojiler, su kaynaklarını daha etkili bir şekilde kullanmayı, su kalitesini artırmayı ve atık suyun daha verimli bir şekilde arıtılmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

- Akıllı Sensörler ve İzleme Sistemleri:
 - Su kalitesi sensörleri: Çeşitli parametreleri izleyerek su kalitesini değerlendirebilir.
 - Akıllı sayaçlar: Su tüketimini ve atık su miktarını ölçebilir.
 - Hava ve su sıcaklığı sensörleri: Çevresel koşulları izleyerek su yönetimine daha iyi bir anlayış sağlar.
- Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri:
 - Uzaktan yönetim sistemleri: Sistemleri uzaktan izlemek ve kontrol etmek için internet tabanlı çözümler.
 - Otomatik su dağıtım ve kontrol sistemleri: Su kullanımını optimize etmek ve israfı önlemek için.
- Su Geri Kazanımı ve İleri Arıtma Teknolojileri:
 - Gri su geri kazanım sistemleri: Duş, lavabo ve çamaşır suyu gibi kullanılmış suyun tekrar kullanılması.
 - Ters ozmoz sistemleri: İleri seviyede su arıtımı için kullanılır.
 - Su arıtma bitkilerinde yenilikçi teknolojiler: Biyolojik arıtma, membran teknolojisi gibi.

- Yeşil Altyapı ve Doğal Su Yönetimi:
 - Yağmur suyu hasadı sistemleri: Yağmur sularını toplama ve depolama.
 - Yeşil çatılar ve duvarlar: Doğal süzme ve su emme kapasitesi ile suyun daha etkili bir şekilde kullanılması.
- Akıllı Su Dağıtım Ağları:
 - Akıllı su şebekeleri: Su basıncını optimize etmek, sızıntıları tespit etmek ve su kaybını azaltmak için kullanılır.
 - Akıllı su boru ağı sensörleri: Boru hatlarının durumunu izlemek ve bakım ihtiyaçlarını belirlemek için.
- Enerji Verimli Arıtma İşlemleri:
 - Biyolojik arıtma sistemleri: Biyolojik süreçleri kullanarak atık suyu arıtmak.
 - Enerji geri kazanım sistemleri: Atık su arıtma işlemlerinden elde edilen enerjinin geri kazanılması.
- Veri Analitiği ve Yapay Zekâ:
 - Su tüketim modelleme ve tahminleme: Yapay zeka ve veri analitiği kullanarak su talebini öngörmek ve yönetimi optimize etmek.
 - Sızıntı tespiti algoritmaları: Su kayıplarını belirlemek ve sızıntıları önlemek için kullanılır.

Bu teknolojiler, Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi projesinde sürdürülebilir, verimli ve çevresel açıdan duyarlı çözümler sağlamak için bir araya getirilebilir. Projenin ihtiyaçlarına ve uygulama alanlarına bağlı olarak, farklı kombinasyonlar ve özelleştirmeler yapılabilir.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) *Teknoloji yeni mi.*
- 2) *Teknoloji yerli mi*
- 3) *Teknoloji yerli değilse yerlileştirilebilir mi*
- 4) *Verimlilik*
- 5) *Güncellik*
- 6) *Güvenilirlik*
- 7) *Çevresel Etki*

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

Bu proje planlama, hazırlama, inşaat ve işletme aşamalarını içeren bir süreç gerektirir. Yatırım maliyeti, işletme maliyeti, ömür döngüsü maliyeti ve karlılık gibi faktörlerin hesaplamasının planlama aşamasında belirlenmesi gerekmektedir. Karlılık oranı 1'den büyükse projenin ilerlemesi mümkün olacaktır. Proje, seçilen teknolojinin gereksinimlerini net bir şekilde yansıtmalıdır. İnşaat ve işletme aşamalarında beklenen problemlerin çözümlerine yönelik detaylı bilgiler içermelidir. Proje, gerekli tüm ürün ve ekipman çizimlerini içermelidir. Seçilen akıllı şehir teknolojisinin beklenen geri dönüşleri alınabilmesi için, planlama ve projelendirme süreçleri özenle yürütülmeli ve günlük iş kaygılarından arındırılmış bir şekilde ele alınmalıdır. Başta yapılacak yanlışlar sonradan düzeltilebilir düşüncesiyle hareket etmek, projenin karlılığını ve beklenen fayda maliyet oranını olumsuz etkileyebilir.

Yapılacak inşaat ve yatırım masrafları önceden hesaplanarak, finansman kaynakları belirlenmeli ve inşaat aşamasına geçmeden önce netleştirilmelidir. İnşaat aşamasında, hangi bileşenlerin ne zaman yapılacağı, birbirlerine nasıl etki edeceği ve hangi zorluklarla karşılaşabileceği dikkate alınarak planlanmalıdır. Yatırımın geri dönüşü ve büyüklüğü de göz önünde bulundurularak, minimum ve maksimum inşaat süreleri belirlenmeli ve inşaat planları bu sürelere göre hazırlanmalıdır. Örneğin, iletim hattının basınç-kayıp-kaçak testlerine tabi tutulabilmesi için su kaynağı inşaatının tamamlanmış olması gerekmektedir.

Proje alt bileşenleri olarak sayılan kalemlerdeki teknik zorluklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Derin kuyular (eğer varsa): Derin kuyuların doğru şekilde kurulması için ileri sondaj teknolojilerinin kullanılması, doğru pompanın seçilmesi ve kuyuya uygun bir şekilde indirilmesi, kuyubaşı mekanik ekipmanların uygun basınç ve çapta seçilmesi, SCADA/otomasyon ekipmanlarının doğru seçimi ve montajı gereklidir. Ayrıca uygun derinlik, düşüm yükselim deneyi, su kalitesi, uygun pompa gücü ve mekanik ekipmanların belirlenmesi önemlidir.

Proje adımları:

- Jeofizik araştırma
- Uygun su temin alanlarının belirlenmesi
- İlgili alanların kamulaştırılması ve mücavir alan ilan edilmesi
- Kurumun sondaj ekipmanı ve personeli varsa sondajların yapılması yoksa sondaj ihalelerinin yapılması
- Düşüm – yükselim deneyi ve özgül verim tespitinin yapılması
- Kuyunun özgül verimine göre uygun debide pompa ve motor seçimi
- Enerji temini (trafo, iletim hatları)
- Terfi hattının projelendirilmesi
- Kuyu sanat yapılarının inşası

- Mekanik montajların yapılması (çek-valf, vantuz, vana vb.)
- Elektronik sensörlerin montajı (elektromanyetik debimetre, hidrostatik seviye sensörü, basınç sensörü, enerji analizörü ve sıcaklık sensörleri)
- Değişken hız kontrol sürücüsüne sahip (frekans konvertörlü) MCC güç panolarının devre alınması
- PLC/RTU'lu otomasyon panosunun devreye alınması
- SCADA entegrasyonunun yapılması

Terfi pompa istasyonları (eğer varsa): İhtiyaç duyulan debiye göre uygun sayı ve güçte terfi pompaları seçilmeli, pompa senaryoları enerji verimliliği ve pompaların ömründe tasarruf sağlayacak şekilde kurgulanmalıdır. Ayrıca, pompa kontrol üniteleri ve SCADA/otomasyon ekipmanları doğru bir şekilde seçilmeli ve monte edilmelidir. Su temin kaynağı ve depolama alanının arazi yapısına bağlı olarak ihtiyaç analizi yapılır. Gereksinimleri karşılamak için uygun kapasiteli pompa ve kontrol üniteleri kurulur ve bunlar için betonarme bir yapı inşa edilir. Şekil 3'te örnek bir terfi istasyonu tasarımı verilmiştir [4].

Proje adımları:

- Terfi pompa merkezinin inşaatı
- Emme kolektörü ve basma kolektörlerinin projelendirilmesi
- Pompaların NPSH değerleri dikkate alınmak terfi toplama deposunun ve pompaların uygun geometrik yüksekliklerde konumlandırılması
- Bakım/onarım işlemlerinin yapılması için sahada gerekli donatıların (vinç vb.) hazır hale getirilmesi
- Enerji temini (trafo, iletim hatları)
- Mekanik montajların yapılması (çek-valf, vantuz, vana vb.)
- Elektronik sensörlerin montajı (elektromanyetik debimetre, hidrostatik seviye sensörü, basınç sensörü, enerji analizörü ve sıcaklık sensörleri)
- Değişken hız kontrol sürücüsüne sahip (frekans konvertörlü) MCC güç panolarının devre alınması
- PLC/RTU'lu otomasyon panosunun devreye alınması
- SCADA entegrasyonunun yapılması



Şekil 3. Terfi İstasyonu Pompa Yerleşimi [4]

Baraj, gölet (eğer varsa): Su kaynaklarından su sağlamak için uygun çap ve türde isale boru hattı döşenmesi ve su tahsisinin yapılması gerekir. Boru çapı ve türü, ihtiyaç debisi, kot farkı, topoğrafik ve jeolojik koşullar gibi faktörlere bağlı olarak belirlenir.

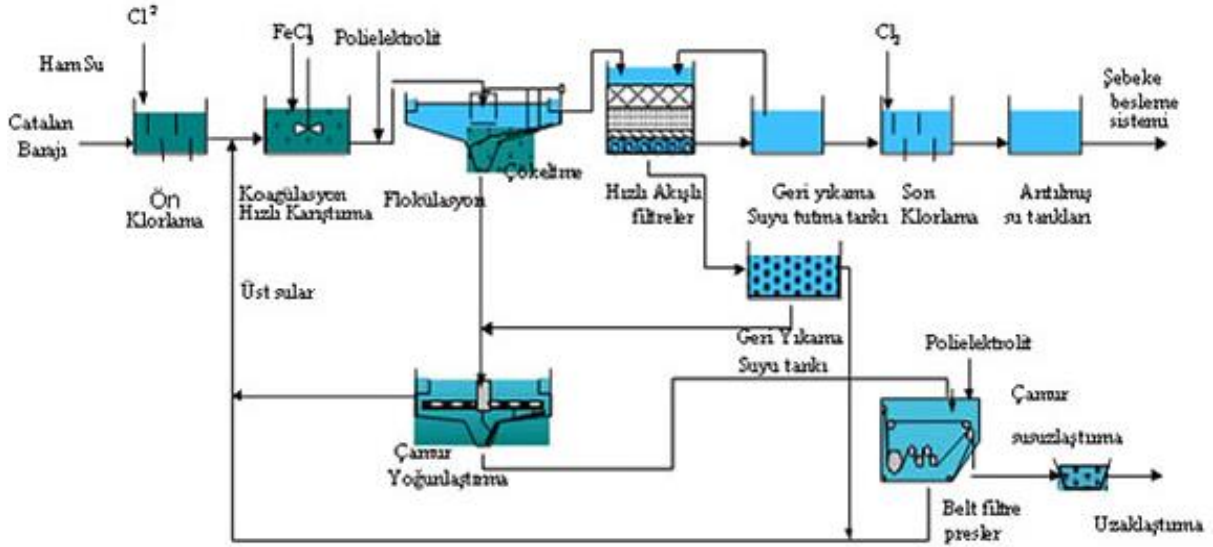
Proje adımları:

- Su alma yapısının inşası
- İhtiyaç varsa içme suyu arıtma tesisinin kurulması
- Terfi pompa merkezinin inşası ve elektromekanik sistemlerinin devreye alınması
- Terfi hatlarının yapımı (uygun çap ve cinsin seçilmesi)

Mevcut isale, depo ve/veya şebeke:

- Su tahsisi, şebekenin yeni yerleşim alanı için yeterliliği, şebekedeki basıncın yeterliliği
- İhtiyaç varsa terfi pompa merkezlerinin kurulması

İçme suyu arıtma tesisleri (eğer varsa): Suyun içilebilir özelliklerde olması için gerekli çöktürme, havalandırma ve katkı işlemlerinin yapıldığı özel betonarme yapılardır. Bu tesisler ayrıca yoğun elektromekanik ekipmanlara sahiptir ve SCADA/otomasyon sistemine entegre edilmelidir. Eğer su temini mevcut şebekeden sağlanamıyorsa ve kaynak suyunun içilebilirlik şartlarını sağlamak amacıyla bir arıtma tesisi kurulması gerekiyorsa, projelendirme Şekil 4'teki örnekte olduğu gibi yapılabilir [5].



Şekil 4. İçme Suyu Arıtma Tesisi Akım Şeması [5]

Dağıtım depoları: İhtiyaç duyulan debiye göre boyutlandırılmalı, uygun bir kote yerleştirilmeli ve İBank A.Ş.'nin hazırladığı tip depo projeleri kullanılabilir. Diğer bir deyişle, yerleşim alanına hakim, yüksek kotta ve su temin kaynağından iletimin, en ergonomik olarak yapılabilecek konumda olan dağıtım depoları inşa edilmelidir. Konumu ve hizmet edeceği nüfusa göre tipi boyutları belirlenmelidir. Depoların hazne kısmı %95 oranında betonarme inşaattan oluşurken, mekanik ekipmanlar ve manevra odası (su yönlendirme) kısımlarında bulunmaktadır. Ayrıca, SCADA/otomasyon sistemlerine entegre olabilmesi için de ekstra elektro-mekanik ekipmanlar kullanılır.

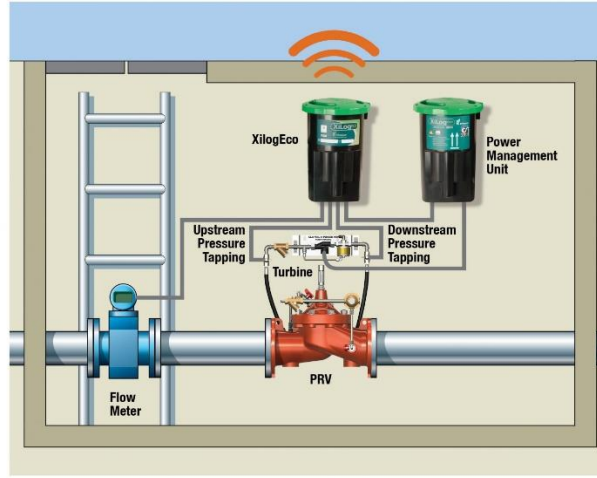
Proje adımları:

- Nüfusa göre uygun boyutlarda projelendirilen tercihen 2 gözlü betonarme deponun inşası
- Manevra odası inşası
- Mekanik malzemelerin montajı (vana, aktüatör vs.)
- Giriş ve çıkış kolektörlerine ultrasonik debimetre montajı
- Her 2 depo gözü için hidrostatik seviye sensörü montajı
- Klor dozajlama sistemi entegrasyonu (giriş debisine göre dozajlama)
- PLC/RTU'lu otomasyon panosunun devreye alınması
- SCADA entegrasyonunun yapılması

Ölçülebilir İzole Alt Bölge (DMA) ve BKV odaları: Şebeke yönetiminde kullanılan odalardır. DMA odalarında basınçölçer ve debimetre gibi ölçüm aletleri bulunurken, BKV'ler şebekede yüksek basınç bulunan bölgelerde basıncı düşürmek için kullanılır. Basit yapıya sahip olsalar da, elektro-mekanik ekipmanların üretimi oldukça yoğun ve karmaşıktır. Şekil 5'te örnek bir DMA/BKV odası verilmiştir [6].

Proje adımları:

- Yeraltı menhol inşası
- Eğer BKV varsa, mekanik by-pass hattının oluşturulması
- Debimetre (tercihen elektromanyetik) ve basınç sensörlerinin montajı
- Enerji temin edilmesi, edilemiyorsa menhol üstüne 5 metre çelik direk üzeri güneş paneli montajı
- Tercihe bağlı olarak bulanıklık, pH ve bakiye klor analizörlerinin montajı
- PLC/RTU'lu otomasyon panosunun devreye alınması
- SCADA entegrasyonunun yapılması



Şekil 5. DMA Odası [6]

Atık su arıtma tesisi (varsa): Ekolojik açıdan önemli unsurlar olarak akıllı şehirlerin oluşumunda yer almaktadır. Bu tesisler, mevcut ve gelecekteki nüfusa göre planlanmakta ve projelendirilmektedir. İnşaat açısından karmaşık yapılar olarak kabul edilirler ve içme suyu arıtma tesislerinde olduğu kadar olmasa da elektromekanik ekipmanlar yoğun bir imalat yüzdesine sahiptir. Bu tesisler, betonarme yapılar, yoğun elektro-mekanik ekipmanlar ve biyolojik teknolojilerden oluşan ileri biyolojik arıtma sistemleridir. Tesisin genel görünümü Şekil 6'da gösterilmiştir [7].



Şekil 6. Atık Su Arıtma Tesisi [7]

SCADA sistemi: Bahsedilen yapıların hepsinde kullanılan otomasyon ve kontrol sistemlerinin merkezi ve yazılım tabanlı yönetim sistemidir. Tasarım, proje ve inşaat aşamalarından sonra işletme sürecinde elde edilen veriler, yönetilebilir bir şebeke ve otomasyon ekipmanlarının kullanımı için gerekli olan yazılım ve cihazlarla okunabilir ve yorumlanabilir bir veri arşivine dönüştürülmelidir. Bunun için gerekli yazılım ve cihazlar aşağıdaki gibidir:

- Kuyularda,
- Terfi pompa merkezlerinde,
- Depolarda,
- Klorlama tesislerinde,
- Atık su istasyonlarında,
- DMA ve Basınç kontrol odalarında kullanılabilir.

SCADA yazılım özellikleri:

- Pompa verimlilik analizi
- Yer altı su seviyesi kontrolü
- Maliyet analizi yapabilme
- Kullanıcıdan bağımsız çalışabilme
- Su üretim ve tüketim kapasite tespiti
- Debi, seviye, basınç ve güce adaptif motor hızı
- Anlık güncellenen veri akışı
- Tüm verileri depolama ve tarihsel olarak kaydetme
- Uzaktan kontrol
- Kolay kullanım
- Anlaşılır ara yüz

- Geçmiş verilerin grafiksel gösterimi özelliklerine sahip olmalıdır.

Ayrıca, içme suyu kaynağı sağlama, içme suyu dağıtımı, klorlama, katodik koruma, atık su arıtma ve yapay zekâ optimizasyonuna yönelik yönetici özet ekranları içermelidir. Bu sistem, bilgisayar, tablet ve akıllı telefon gibi elektronik cihazlar aracılığıyla kullanılabilir olmalıdır. Farklı cihazlarda aynı anda oturum açma özelliği, istasyonlara kolay erişim imkânı sağlamalıdır. Kullanıcının belirlediği parametrelerle sistemi manuel veya otomatik olarak çalıştırmak mümkün olmalıdır. Örnek olarak Kocaeli Belediyesinin SCADA sistemi Şekil 7'de gösterilmiştir [11].

Teknik özellikler:

- Modbus TCP ve FINS dahil onlarca farklı endüstri protokolü ile farklı marka PLC ve RTU'lar ile haberleşebilme,
- Web tabanlı kontrol ve izleme arayüzü,
- Redundant (eş-yedekli) çalışabilme,
- Limitsiz tag tanımlayabilme,
- Opcinterface ara yüzü ile Opc sunucuyu kolay yapılandırabilme,
- Anlık değerler ve geçmiş trendlerin veri tabanında depolanması,
- Trend grafikleri Pdf ve Excel dosyalarına veya yazıcıya kolaylıkla aktarabilme,
- Farklı veri tabanları ile çalışabilme,
- Ara yüzde analog gösterge kullanabilme,
- Script dilleri ile kodlama yapabilme,
- Alarm tanımlamaları yapabilme ve SMS, eposta ve bildirim olarak alabilme,
- Alarm susturma,
- Kullanıcı yetki seviyeleri belirleme ve kullanıcılara gruplayabilme,
- Diğer proje isterlerine göre teknik bişenler.



Şekil 7. Kocaeli Belediyesi SCADA Sistemi [11]

4. Finansal Analiz

Proje kapsamında kullanılacak olan akıllı şehir teknolojileri, uzun vadeli faydalar sağlayacaktır. Yatırımın geri dönüşü uzun sürecek bir süreç olacaktır. Bu teknoloji, enerji verimliliği sağlayarak doğrudan maddi faydalar sağlayacaktır. Ayrıca, su kaynaklarının verimli kullanımı uzun vadeli bir geri dönüş sağlayacaktır. İnşaat, elektromekanik ekipman ve işletme giderleri, kullanılacak kaynakların ana bölümlerini oluşturur. Ayrıca, SCADA ve otomasyon sistemleri için kurulum, yönetim yazılımları, eğitim, eleman yetiştirme, servis ve danışmanlık giderleri de düşünülmelidir.

Örnek Vaka

200.000 kişinin yaşayacağı 1.000 hektarlık örnek proje alanında, aşağıdaki maliyet kalemleri ve hesaplamalar göz önünde bulundurularak bütçe çıkarılmalıdır.

İnşaat Maliyetleri (elektromekanik donanım hariç);

- Su Temini Yapıları – baraj, gölet (eğer varsa) : 1 210 000 Dolar
- Su Temini Yapıları – Derin kuyular (eğer varsa): 72 600 Dolar
- Su Temini Yapıları – Mevcut isale hattı ve/veya mevcut şebeke(eğer varsa) 605 000 Dolar

- Terfi pompa istasyonları (eğer varsa): 242 000 Dolar
- İçme suyu Arıtma Tesisleri (eğer varsa): 302 500 Dolar
- Dağıtım depoları: 605 000 Dolar (5000 m3)
- DMA ve BKV odaları: 24 200 Dolar – 42 350 Dolar
- Atık su arıtma tesisi: 1 815 000 Dolar

Elektromekanik Ekipman Giderleri: 2 420 000 Dolar

SCADA sistemi için, yazılım dışındaki ekipmanlar, elektromekanik ekipman giderleri kapsamında değerlendirilecektir. Yazılım, eğitim, danışmanlık ve servis masrafları ise işletme giderleri kapsamında değerlendirilebilir.

5. Ekonomik Analiz

Su yönetimi uygulamalarında doğru şekilde kurgulanmış bir proje ile %25'e varan enerji tasarrufu, %50 su kayıp ve kaçaklarından tasarruf, %80 arıza azalması ve %90 insan kaynaklarının otomatik hale getirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için, hidrolik analizler sonucunda pompa ve motorların yenilenmesi ve değişken hız kontrol sürücülerinin kullanımı ile pompaların sürekli olarak verimli bir şekilde çalıştırılması gerekmektedir. Yapılan yatırımın geri dönüşü, enerji tasarrufu oranlarına bağlı olarak 9 ila 24 ay arasında gerçekleşmektedir. Pompa ve motorların enerji tüketim giderleri, işletme ve ilk yatırım maliyeti dikkate alındığında %90 civarındadır ve bu nedenle ilk yatırım maliyeti oldukça düşüktür.

Türkiye'deki büyükşehirler ve il belediyelerinin ortalama su kaybı oranı %51'dir. 8.5.2014 tarihli ve 28994 sayılı İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği'nin 9. maddesi şu ifadeleri içermektedir:

“İdareler su kayıp oranlarını, bu Yönetmeliğin yürürlük tarihinden itibaren, büyükşehir ve il belediyelerinde 5 yıl içerisinde en fazla %30, takip eden 4 yıl içerisinde ise en fazla %25 düzeyine; diğer belediyelerde 9 yıl içerisinde en fazla %30, takip eden 5 yıl içerisinde ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlüdürler. Bu kapsamda, bu Yönetmelik uyarınca çıkarılacak Teknik Usuller Tebliğinde verilen yöntemler çerçevesinde gerekli faaliyetler yürütülür.”

Bu doğrultuda kayıp-kaçakların %25 seviyesine düşürülmesi hedeflenmiştir. Su yönetim sistemleri ve SCADA yetenekleri sayesinde arıza oranlarının azalmasına ve insan kaynaklarının daha etkili ve verimli kullanılmasına yardımcı olmaktadır.

Atık su arıtma tesisi (AAT) maliyetleri, yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Yatırım maliyetleri, AAT'nin faaliyete geçmeden önceki arazi, planlama, danışmanlık ve diğer hizmet alımları, bina inşaatı, makine-teçhizat alımları, işçilik, vergiler, enerji giderleri ve faiz ödemeleri gibi giderlerden oluşur. "Tam maliyet" olarak adlandırılan bir tanımlama kullanılıyorsa, yatırımların finansmanında özkaynak kullanıldığında, mahrum kalınan özkaynak getirisi de giderler arasına dahil edilir. İşletme maliyetleri, AAT'nin tamamlanması ve faaliyete geçmesinden sonra ortaya çıkan personel, yönetim, bakım-onarım, güvenlik, taşıma/nakliye, sigorta, kimyasal madde ve hizmet alımı gibi giderleri içerir [8].

6. Sosyal Etkinin Analizi

Akıllı şehirde, her bireyin kullanabileceği teknolojiler önerilmekte ve bu önerilerin kabul edilmesinin ana nedenleri ucuz ve kaliteli hizmetlerin sağlanması ve problemlere hızlı ve ekonomik çözümler sunulmasıdır. Bilinçli vatandaşlar için ise önerilen çözümlerin kabul edilme sebeplerine kaynakların verimli kullanımı, enerji verimliliği, ekolojinin korunması ve geri dönüşüm malzemelerinin daha fazla değerlendirilmesi, çözümlerin yeni teknolojilere ve gelişmelere açık olması da dahil edilir.

Akıllı temiz ve atık su yönetimi sistemleri, birçok farklı sosyal etkiye sahiptir. Bu sistemler, halk sağlığına olumlu etki yaparak suyun kalitesini kontrol eder ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlayarak çevre üzerinde olumlu bir etki yaratır. Aynı zamanda, sürdürülebilirliğin artması, inovasyonun teşvik edilmesi, toplumsal farkındalığın artması ve gelecek nesiller için su kaynaklarının korunması gibi diğer olumlu sosyal etkiler de bu sistemlerin sağladığı faydalardır.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi, çevre üzerinde birçok olumlu etki yaratabilir. Bu sistemlerin doğrudan çevresel etkileri şunlardır:

- Su kaynaklarının korunması: Akıllı su yönetimi sistemleri, su kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu da su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilirliğine yardımcı olur.
- Atık suyun arıtılması: Akıllı atık su yönetimi sistemleri, atık suyun daha verimli bir şekilde arıtılmasını sağlar. Bu da çevreye zararlı maddelerin su kaynaklarına karışmasını önler.
- Enerji tasarrufu: Akıllı su yönetimi sistemleri, su pompalama ve dağıtımında daha az enerji kullanımını sağlar. Bu da enerji tasarrufu sağlar ve karbon emisyonlarını azaltır.
- Su kaybının azaltılması: Akıllı su yönetimi sistemleri, su kaybı ve kaçırını daha etkili bir şekilde tespit eder ve önler. Bu da su kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasına ve çevrenin

korunmasına yardımcı olur. Ayrıca, kurulacak SCADA/otomasyon sistemleri ile kayıp/kaçak su miktarlarının minimize edilmesine imkân tanır.

- Geri dönüşüm: Akıllı atık su yönetimi sistemleri, atık suyun geri dönüştürülmesine ve geri kazanılmasına yardımcı olur. Bu da çevre üzerindeki baskıyı azaltır ve atık suyun değerlendirilmesini sağlar.
- Çevreyi koruyacak olan arıtma tesislerinin sistemde yer alması

8. Risk Analizi

Proje kapsamındaki olası sapmalar incelendiğinde, su temini konusunda, planlanan su kaynaklarında beklenenden daha düşük debi ve kalitenin ortaya çıkması, mevcut su kaynaklarından mücbir sebeplerle kesinti yaşanması veya su kalitesinin arılamayacak kadar düşük olması gibi durumlar yeni su kaynakları araştırılmasını gerektirebilir. Bu durumlar su temini çalışmalarında başlangıç noktasına geri dönülmesini, projenin süresinin uzamasını ve yeni kaynakların özelliklerine göre proje formülasyonunda değişiklik yapılmasını gerektirebilir. Ayrıca su ihtiyacına yönelik yapılan hesaplamaların yanlış olması durumunda kaynakların yanlış kullanımı riski söz konusudur.

Projenin Ekonomik ve Mali Getirisini Düşürecek Riskler

Projenin su temini ve uzaklaştırması için barajlar, göletler, kuyular, iletim hatları, su arıtma tesisleri, terfi istasyonları, dağıtım depoları, temiz su dağıtımı, atık su ve yağmur suyu toplama şebekeleri, atık su arıtma tesisleri ve atık su deşarj sistemleri gibi yapılar kullanılabilir. Bu yapıların konumunun belirlenmesinde hidrolik, jeolojik ve kamulaştırma faktörleri etkilidir. Jeolojik yapının bozuk olması, arazinin kamulaştırılamaz olması veya tüm koşulların sağlanamaması gibi nedenlerle yapının konumu revize edilebilir, bu da projenin gecikmesine ve maliyetinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle, fizibilite çalışmalarında proje tasarımlarının birebir uygulanabilirliği dikkate alınmalı, jeolojik ve topoğrafik etütler titizlikle yapılmalı ve kamulaştırma sorunları en baştan belirlenerek proje çalışmalarına başlanmalıdır.

Akıllı Temiz ve Atık Su Yönetimi için, SCADA/otomasyon ve uygun elektro-mekanik ekipmanlar kritik öneme sahiptir. Ancak bu malzemelerin çoğu yurtdışından geldiğinden ve döviz kurlarındaki dalgalanmalar nedeniyle fiyatları değişebildiğinden, terfi istasyonlarında uygun pompaların seçilememesi, şebekelerdeki su kayıplarının hedeflenenden yüksek olması ve akıllı şehir otomasyon sistemlerinin iyi yönetilememesi gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Bu olumsuzluklar, projenin bütçesini ve amacını etkileyebilir. Bu nedenle, malzeme temin süreçleri sırasında finans uzmanlarından da görüş alınmalıdır ve projelendirme, yapım ve işletme aşamalarında uzman kişi veya firmalar seçilmelidir. Ayrıca, şebeke ve tesis inşaatlarında, kontrol mekanizması iyi işletilerek, hata oranı yüksek olabilecek

imalatlara izin verilmemelidir. SCADA/otomasyon sistemi işletimi, projenin amacını anlayan ve sistemin sunduğu verileri doğru bir şekilde yorumlayabilen ve raporlayabilen kişiler tarafından yapılmalıdır.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Yüksek su kaybı oranları, pek çok ülke ve Türkiye'de içme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Su kaybı, hem ekonomik kayıplara, hem de su israfına neden olmaktadır [12]. Bu nedenle, azalan su kaynakları, artan enerji tüketimi, ekolojinin korunma ihtiyacının artması ve yazılım teknolojilerinin gelişmesi ile akıllı şehir projeleri özellikle son 20 yılda önem kazanmıştır. Akıllı şehir teknolojileri, su kaynaklarının verimli kullanımı ve enerji verimliliği sağlamayı hedeflemektedir. Bu projede, elektro-mekanik imalatın SCADA-otomasyon sistemlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Ancak, proje maliyetleri ve rantabilite hesaplanırken, elektro-mekanik teçhizatın ve SCADA-otomasyon sistemlerinin dövizle endeksli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

10. Yol Haritası

Projelendirme ve Maliyet: Projelendirme ve maliyet hesaplama işlemi, belirli bir projede kullanılacak yapıların, cihazların, iletim hatlarının, şebekelerin ve diğer tüm altyapı ve üstyapı elemanlarının uygulanması için gerekli olan kesin maliyetin belirlenmesi amacıyla yapılır.

İnşaat İhale Süreçleri ve Yönetilmesi: İnşaat projesinde planlanan ve tasarlanan yapıların gerçekleştirilmesi için gerekli olan mal alımı, hizmet türü ve yapım ihalelerinin yapılması süreci olarak tanımlanabilir. Bu aşama, inşaat projelerinin yönetimini de kapsar.

İnşaat İş Akış Programlarının Hazırlanması, Darboğazların Belirlenmesi: İnşaat işleri ve malzeme temini süreçlerinde aksamaların önlenmesi ve iş akışının kesintisiz devam etmesi için uzman kişi/şirketler tarafından hazırlanan iş programlarına göre hareket edilir. Ayrıca, işi durduracak potansiyel sorunlar tespit edilir ve bu sorunlar için gerekli önlemler alınır.

İmalatların Teslim Alınması: İmalatların teslim alınması aşamasında, betonarme yapıların tasarıma uygun şekilde inşa edilip edilmediği, elektro-mekanik ekipmanların ve malzemelerin tasarıma uygunluğu, gereken hizmeti sağlayıp sağlamadığı ve özellikle SCADA-otomasyon sürecinde gereken çıktı verilerinin alınıp alınmadığı gibi faktörlerin kontrolü yapılır.

İşletme Planlarının Oluşturulması: İnşaat ve sistemlerin işletmeye uygun şekilde planlanmasını içeren sayısal işletme planlarının oluşturulması aşamasını kapsamaktadır.

İşletme Senaryoları, İşletme Süreç Yönetim Planlarının Hazırlanması: Projenin tamamlanmasının ardından işletme aşamasının planlı ve bilinçli bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Sistemlerin

kurulumundan sonra, sözleşme koşulları içinde yüklenici firma tarafından belirlenen süre boyunca işletmesi yapılmalı ve gerekli eğitimler verilmelidir. Yüklenici firmanın yükümlülüğünün tamamlanmasından sonra, idare tarafından veya işletme ihaleleri aracılığıyla proje yönetimi devam ettirilmelidir.

İşletme Raporlamaları: Sadece projenin işletilmesinden ziyade önceden belirlenmiş olan SCADA-otomasyon raporlarının doğru bir şekilde yorumlanması ve projenin süreç, zaman ve fayda gibi konularda raporlanması gerekmektedir. Bu raporlar, projenin kötü giden noktalarına müdahale etmek ve yeni teknolojilerin sisteme entegrasyonunu gerçekleştirmek için kullanılacaktır.

11. Kaynakça

- [1] Temsu Mühendislik. <https://temsu.com.tr/ru/77-ornek-uygulamalar-tablolar/>
- [2] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atiksu-Istatistikleri-2020-37197#:~:text=Belediyeler%20taraf%C4%B1ndan%20i%C3%A7me%20ve%20kullanma,221%20litre%20oldu%C4%9Fu%20tespit%20edildi.>
- [3] Polat, N., Bilgiç, E., Gündüz, O. (2017, Kasım 2-4). Akıllı Kentlerde Su Yönetimi Uygulamaları. 4th International Water Congress, Izmir-TURKEY.
- [4] <https://nigde.bel.tr/scada-sistemi-projesi>
- [5] <https://www.muhendisbeyinler.net/suyun-aritilmasi-nasil-olur/>
- [6] <http://www.goksualtyapi.com/tr/32473/Sebeke-Hidrolik-Modelleme>
- [7] <https://www.savsat.bel.tr/tr/project/6273b920c24c2c5c518f553a/atik-su-aritma-tesisi-projeleri-hazirlandi>
- [8] T.C Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. Atıksu Arıtım Eylem Planı (2017-2023).
- [9] Lee, S.W., Sarp, S., Jeon, D.J., Kim, J.H., 2015. Smart water grid: the future water management platform. Desalination and Water Treatment, 55, 339-346.
- [10] Kocaeli Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, 2017. "Akıllı" İSU. 26 Nisan 2023 tarihinde <http://www.isu.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=891> adresinden erişildi.
- [11] Kocaeli Belediyesi Scada Sistemi. <https://www.akillisehirler.gov.tr/kocaeli-atik-su-scada-sistemi/>
- [12] Muhammedoğlu, H., & Muhammedoğlu, A. (2017). İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıplarının kontrolü. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

[13] T.C Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Su Kayıp ve Kaçak İzleme Sistemleri Teknoloji İnceleme Raporu. <https://www.akillisehirler.gov.tr/egitim-su-kayip-ve-kacak-izleme-sistemleri-tir/>