

# Smart Water Cyber-Physical Systems

Water Industry Digital Water Industry Networking of Machines "Garbage in Garbage Out" Big Data Industrial Internet of Things

## Water 4.0

Industrial Revolution INDUSTRY 4.0 Water Industry

Processes Resources Big Data Digital Water Industry Big Data Water Industry Water 4.0 Water 4.0 Water 4.0 Big Data Water 4.0

# Water 4.0

Water 4.0 Processes Water 4.0 Water 4.0 Water 4.0

## "Garbage in Garbage Out"

Water 4.0 Cyber-Physical Systems Industrial Revolution INDUSTRY 4.0 Industrial Internet of Things



## YAPAY ZEKA VE SU YÖNETİMİ

SU POLİTİKALARI DERNEĞİ

2020

**Rapor No: 30**      **4 Temmuz 2020**

**Hazırlayanlar :**

**Dursun YILDIZ** İnş Müh. Su Politikaları Uzmanı

**Hamza Özgüler** Meteo.ve Hidro.Yük Müh.



### **Rapor Hakkında**

Yeni su kaynakları geliştirme planlarında, yüzey suyu, yeraltı suyu ve yağmursuyu potansiyelleri birlikte ele alınacak, atıkların kaynağında ayrılması, geri kazanım uygulamaları ve döngüsel su kullanımı gibi yenilikçi çözümlere yer verilecektir. Dijital su yönetiminde aşağıda verilen tasarım kullanım ve kontrol alanlarında benimsenecek akıllı yaklaşımlarla su yönetimi paradigmasında önemli bir değişim sağlanacaktır.

**Akıllı Tasarım :** uyarlanabilir 'Merkezi şebekeden bağımsız', esnek yönetim için önemli olan çeşitlilik ve modülerlik avantajları sağlayan daha küçük ölçekli sistemler;

**Akıllı Kullanım:** amaca uygun su (farklı kullanımlar için farklı kalitelere sahip su ) , geri kazanım ve yeniden kullanım (atık sudan gelen su, enerji ve besin maddeleri) kavramlarını birleştirmek;

**Akıllı (Dijital) Kontrol:** Akıllı pompaları, vanaları, sensörleri ve aktüatörleri entegre etmeye ve optimize etmeye yardımcı olan ve her cihazın birbiriyle veya müşterinin akıllı telefonuyla "konuşmasını" sağlayan ve bulut üzerinden erişilmesi ve paylaşılması için gerçek zamanlı bilgiler gönderen akıllı bilişim teknolojileri destekli veri odaklı modeller

Raporda özellikle su ile ilgili konularda BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşabilmek için yapay zeka ve dijital teknolojilerin sağlayacağı faydalar ele alınmıştır. Dijital dönüşümün kontrollü ve bilinçli yapılması durumunda yapay zeka uygulamaları su yönetiminde toplumsal fayda ve doğal çevre hassasiyetlerinin bugünkünden daha fazla dikkate alınmasına katkı sağlayabilecektir.

Saygılarımızla

**Su Politikaları Derneği**

**Kaynak gösterimi :** Yıldız D ve Özgüler H. 2020 "Yapay Zeka ve Su Yönetimi " Su Politikaları Derneği. Rapor No: 30. Ankara. 4 Temmuz 2020.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>YÖNETİCİ ÖZETİ</b> .....	4
<b>1. AKILLI ŞEHİRLER, AKILLI VERİ VE SU 4.0</b> .....	6
<b>2. YAPAY ZEKA HAKKINDA</b> .....	15
<b>3. YAPAY ZEKANIN SÜRDÜRÜLEBİLİR GELİŞMEDE KULLANILMASINI ETKİLEYEN HUSUSLAR</b> .....	16
<b>4. SU İLE İLGİLİ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İÇİN YAPAY ZEKA KULLANIMI</b> .....	17
4.1. Su Altyapısının Kestirimci Yaklaşımla Bakımı .....	17
4.2. Su Talebini ve Tüketimini Tahmin Etme .....	21
4.3. Barajların ve Rezervuarlarının İzlenmesi .....	22
4.4. Su Kalitesinin İzlenmesi .....	23
4.5. Suya Bağlı Afetlerin İzlenmesi ve Öngörülmesi .....	25
<b>5. YAPAY ZEKA SİSTEMLERİ KULLANIMINDAKİ ZORLUKLAR VE ÖNERİLER</b> .....	26
5.1. Politika Önerileri .....	27
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	29



## YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu raporda su sektöründe yapay zekanın sağlayacağı avantajlar ve suyla ilgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)'ne ulaşmak için Yapay Zeka (YZ) uygulamaları ele alınarak incelenmiştir.

Yapay Zeka alanı akıllı ve bağımsız çalışan sistemler kurmayı hedefleyen başarılı bir alandır. Halen 2 trilyon ABD Doları değerinde olan YZ'nın küresel pazar büyüklüğünün 2030 yılına kadar küresel ekonomiye 16 trilyon ABD Doları katkıda bulunacağı tahmin edilmektedir.

YZ'nın, sanayi devrimi gibi geçmiş gelişmelere benzer şekilde, bir sonraki teknolojik ve ekonomik kalkınma dönemini yönlendirmesi beklenmektedir. Silikon çip dönemi ve akıllı cihazların ortaya çıkışı teknolojik gelişmenin çok hızlanmasını sağlamıştır.

Stratejik öngörü, bir endüstrinin gelecekteki durumu hakkında günümüz karar alma süreçlerine rehberlik eder. Bunun için çeşitli araçlar kullanır. BM'nin su ile ilgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasında YZ'nın potansiyel etkisini değerlendirmek için de stratejik öngörü çalışmaları yapılmaktadır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar aşağıdaki hususları ortaya koymuştur:

- Su sektöründeki yapay zeka destekli yeniliğin 2030 yılına kadar küresel ekonomiye 200 milyar ABD doları değerinde katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir.
- Su sektöründeki yapay zekanın mevcut uygulamaları başlıca aşağıda belirtilen alanlarda gerçekleşmektedir.;
- i) Su altyapısının fiziki durumunun tahmini ve bakımı,
- ii) Su talebi ve tüketiminin tahmini
- iii) Su rezervuarlarının ve barajların sağlık ve çevresel etkilerinin izlenmesi,
- iv) Su kalitesinin izlenmesi ve
- v) Su ile ilgili felaketlerin öngörülmesi ve izlenmesi,

Bu uygulamalar, suyla ilgili oldukları bilinen 3, 6, 11 ve 15 no'lu Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılması çabalarına çeşitli düzeylerde katkı sağlamaktadır.

Yapay zeka tabanlı çözümlerin benimsenme hızı, yapay zeka giderek daha erişilebilir hale geldikçe ve veri analitiği ve akıllı sensörler daha verimli ve uygun fiyatlı hale geldikçe hızlanmıştır.

Son pazar araştırması, sadece ABD ve Kanada'da 2030 yılına kadar su yönetimi için yapay zekaya 6,3 milyar dolarlık yatırım öngörüyor. Bunun en önemli nedeni, yapay zeka optimizasyon araçlarının standartların karşılanmasına yardımcı olurken aynı zamanda verimliliği artırıyor ve işletme maliyetlerini düşürüyor olmasıdır.

Yapay zeka destekli su kaçağı tespit sistemleri pazarının önümüzdeki beş yıl boyunca her yıl yaklaşık % 4,9 büyümesi ve 2019 yılında 500 milyon ABD Dolarından 2024 yılında 660 milyon ABD Doları değerinde olması beklenmektedir.

Derin öğrenme teknolojisi, veri işleme ve karar vermede kullanmak için kalıplar oluşturmada insan beyninin çalışmalarını taklit eden bir Yapay Zeka işlevidir. Bu teknolojik gelişmeler kısa vadeli (günlük) ve uzun vadeli (yıllık) tahminler oluşturabilen yeni nesil su yönetim sistemleri sağlamıştır.

Asya ve Güney Amerika'da suyun depolanması ve rezervuarların işletiminin etkilerini daha doğru bir şekilde tahmin etmek için YZ tabanlı teknikler başarıyla uygulanmaktadır. YZ ayrıca ulusal ve bölgesel düzeylerde suyla ilgili felaketleri tahmin etmek ve yönetmek için de kullanılacaktır. Yapay Zeka teknolojilerinin bu felaketlerin çevre ve toplum üzerindeki etkilerini azaltması beklenmektedir.

Su yönetimindeki diğer uygulamalara göre yapay zeka su kalitesi izlemede çok etkin bir kullanım alanı bulmaktadır. YZ, göllerde ve akarsularda gerçek zamanlı olarak su kalitesini izlemek için kullanılır. Su kalitesinin izlenmesinde yapay zeka uygulamalarının kullanımı, düşük maliyetli, taşınabilir duruma geldikçe hanelerde, restoranlarda ve çeşitli halka açık yerlerde artacaktır. Bu cihazlar su örneklerini gerçek zamanlı olarak analiz etmek ve bakterilerden ortalama 100 kat daha küçük virüsleri tespit etmek için akıllı telefonlara bağlanabilmektedir.

2018'de su ile ilgili felaketler (siklonlar, sel ve kuraklık) 137 milyar dolarlık ekonomik zarara neden olmuştur. İklim değişikliği ve su ile ilgili felaketlerin artan sıklığından dolayı, afetlerin tahmini, etki değerlendirmesi ve yönetim esnekliği alanlarında teknik iyileştirmelere olan ihtiyaçlar Yapay Zeka teknolojilerine geçişin önemini artmaktadır.

YZ, daha yüksek doğruluk, frekans ve daha hızlı değerlendirme imkanları sağlaması nedeniyle sudan kaynaklanan felaketleri tahmin etmek ve buna dayalı olarak Risk Yönetimi'ni iyileştirmek için kullanılabilir. YZ uygulamaları, su ile ilgili felaketlerde ekonomik kayıpların azaltılmasında, insan hayatının ve doğal çevrenin korunmasında çok önemli bir işleve sahip olacaktır.

### **Çalışmada öne çıkan hususlar**

• YZ'nın su sektöründe benimsenmesinden önce, karar vericiler sosyal, ekonomik ve kültürel faktörlerin bütünsel değerlendirmelerini yapmalıdır. YZ'nın ileriye dönük uygulamaları duruma özgü olup bualanlarda yapay zekanın uygulanma kapasitesini belirlemek için temel çalışmalar yapılmalıdır.

- Yapay zeka uygulamalarından olumlu gelişme çıktıları sağlamak için YZ kullanımına ilişkin kapasite ve altyapı geliştirme politikaları bütüncül olarak ele alınmalıdır.
- Bu alanda kapasite geliştirme politikaları, Su ile ilgili tüm paydaşların YZ ile ilgili beceri gelişimini yapay zeka ve Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) ihtiyaçlarını enerji, veri üretimi ve depolama konularındaki temel gereksinimlerini karşılamalıdır.
- Su sektöründeki politikalar, yapay zeka liderliğindeki sudaki yeniliklere eşlik edecek nitelikli işgücü sağlamaya yönelik eğitim ve adaptasyon çalışmaları yaparken yatırımları artırarak mevcut işgücünün boşa çıkmasını çalışanların yerinden edilmesini azaltmayı sağlamak durumundadır.
- Su ile ilgili sorunlar, yerelden küresel düzeye uzanan ortak zorlukları ve su ekosisteminin anlaşılmasını gerektirir. Bu da yapay zeka kullanımı için politikaları geliştirmede işbirliğinin gereğini ortaya koyar.
- YZ'nın su sektörü tarafından başarılı bir şekilde benimsenmesi ve uygulanması için ulusal düzeyde tüm paydaşların temsil edildiği bir birim politika, yönerge ve davranış kurallarının geliştirilmesi ile görevlendirilmelidir.

## 1.AKILLI ŞEHİRLER, AKILLI VERİ VE SU 4.0

### Akıllı şehir kavramı

Dünyada şehir nüfuslarının hızla artması ortaya yeni problemler çıkarmaktadır. Bu problemlerin başında ise kısıtlı kaynakların kullanımı ve çevreye verilen zarar gelmektedir. Dolayısıyla geleceğin şehirlerinin çevre ile uyumu, kaynakların kullanımını ve kalkınmayı sürdürülebilir hale getirmesi, daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşam ortaya koyması adına yerleşim yerleri bağlamında yeni bir yaklaşım ihtiyacı doğmaktadır. Akıllı şehir kavramı da bu noktada doğmuştur.

Bu konuda tek bir tanım olmamakla beraber "akıllı şehir", soyut bir kavram olmaktan ziyade bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Örneğin, bir tanıma göre "akıllı şehir", yönetim, eğitim, sağlık, kamu güvenliği, emlak ulaşım ve kamu hizmetleri gibi bir şehrin kritik altyapı bileşenlerini ve hizmetlerini daha bilinçli ve etkileşimli hale getirmek için bilgi ve teknolojilerini verimli ve etkili bir biçimde kullanılmasıdır.

Yine farklı bir tanıma göre tüm kritik altyapılarının koşullarını izleyen ve bütünleştiren, kaynaklarını daha iyi optimize eden, önleyici plan yapabilen ve kendi güvenliğini temin edebilen şehirler akıllı olarak tanımlanmaktadır.

Avrupa Komisyonu'na göre ise akıllı şehirler, sürdürülebilirlik, ekonomik gelişim ve yaşam kalitesi faktörlerine bağlı olarak tanımlanan ve şekillenen bir kavramdır. Bu tanımda akıllı şehir hedeflerinin fiziki altyapı, beşeri ve sosyal sermaye, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapıları aracılığıyla sağlanabileceği vurgulanmaktadır.

Eylem planı da bu noktaya dikkat çekerek kendi akıllı şehir tanımını yapmaktadır. Buna göre "Paydaşlar arası işbirliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler" akıllı olarak tanımlanmaktadır.

Aslında akıllı şehirler katılımcı bir yönetim anlayışıyla ve özgürlük alanlarını genişleterek, entelektüel kapasiteyi besleyip geliştirerek, girişimciliği özendirerek şehrin sosyal sermayesini de devinime sokmayı başarabilen kentler olmalıdır.

*Burada amaç, sadece işletme maliyetlerini azaltmak veya kenti teknolojik bir laboratuvara çevirmek olmamalıdır. Akıllı şehirler teknoloji yardımıyla akıllı tasarım, akıllı kullanım, akıllı kontrolün yapıldığı, kamu hizmetlerinin daha verimli ve yaygın bir şekilde verildiği, topluma daha güvenli bir yaşam sağlanan, kentin sosyal dokularının arttırıldığı, kentsel yaşam kalitesinin iyileştirildiği yerleşim birimleri olmalıdır.*

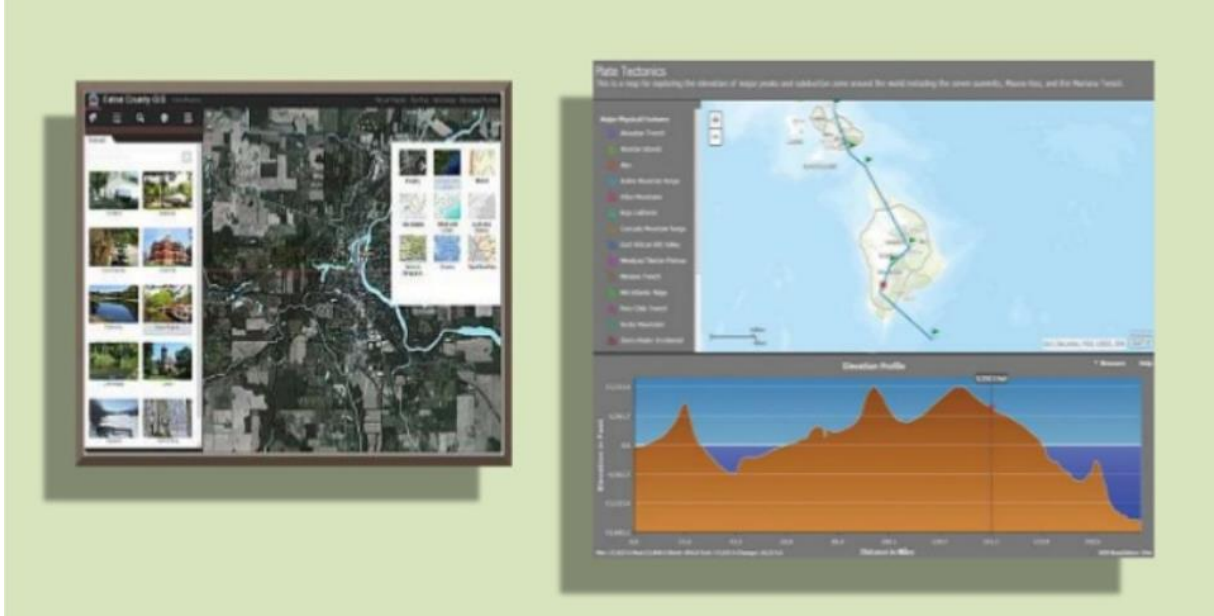
*Ülkemizde hem kurumlarımızın, hem yerel yönetimlerin akıllı şehirlere yönelik yaptıkları çalışmaların koordine edilmesi, mükerrer yatırımların önlenmesi de önem taşımaktadır.*



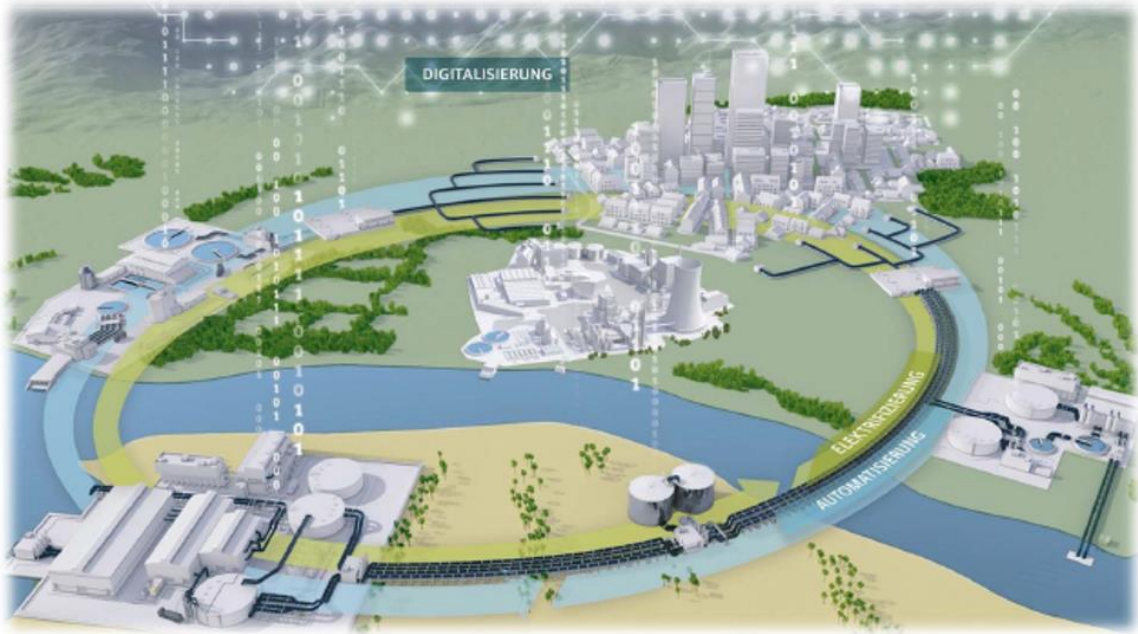
Su kesintisi yönetim sistemi



Otomatik atık toplama sistemi



Anlık verileri sağlayan hidrometrik ađ haritası



Akıllı su Şebekesi<sup>1</sup>

## Akıllı Su Şehri Oluşturmak iÇin Nedenler

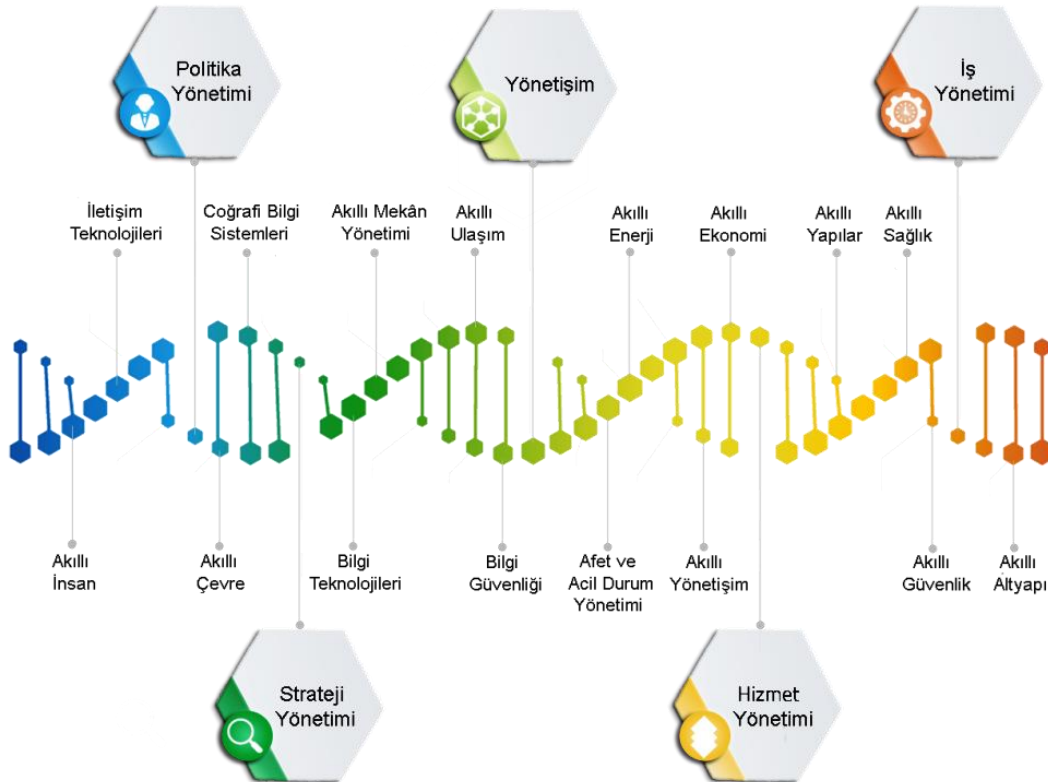
<sup>1</sup>İÇme suyu arıtma tesisleri, Terfi merkezleri, Su isale hatları, Atıksu Arıtma Tesisleri, Laboratuvarlar, Enerji AnalizŐrleri, Online Klor izleme sistemleri, DMA (District Meter Area), Akıllı SayaŐlar, Dere TaŐkını Sistemleri, Yeraltı suları bŐlgelerindeki akıllı sensörlerden gerÇek zamanlı veri alınan su Şebekesi



- Akıllı su yönetimi ile hem su tasarrufu sağlanması, hem altyapısal sorunların azaltılması, hem de su kalitesinin izlenmesi mümkündür.
- Suyun yönetiminden tüm paydaşların görüş ve katkılarının alınabileceği, uygulamaların bu yolla iyileştirilebileceği suyun yönetişimine geçiş daha kolay sağlanabilir.
- Su arıtma sistemlerinin verimliliğini artıracak, bu sayede enerji ihtiyacını azaltacak tasarımlar geliştirilebilir. Yeşil arıtma teknolojileri, mikroalg arıtımı gibi akıllı su yönetimi uygulamaları ile doğa bazlı çözümler getirilebilir.
- Gelecek dönemler için de su ve atıksu altyapılarının çok yönlü risk faktörlerine karşı daha güvenilir işletimi açısından YZ uygulamaları yaygınlaştırılabilir Bu kapsamda operasyonel riskler, stratejik riskler, uyum riskleri, finansal riskler ve bu risklere karşı alınması gereken önlemler daha kolay tanımlanabilir
- Akıllı kent konsepti içinde su yönetiminin özel bir kısmını oluşturan sürdürülebilir çamur yönetimi, teknik, ekolojik ve ekonomik olarak uygulanabilir teknikler kullanılarak; su geri kazanımı/geri kullanımı olanaklarını maksimize ederek bir yönetim sistemi oluşturulabilir

### Strateji ve Eylem Planındaki Akıllı Şehir Bileşenleri

Akıllı şehir bileşenleri Aralık 2019'da yayınlanan "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem planında aşağıdaki gibi yer almıştır.



Şekil.1 Akıllı Şehir Bileşenleri ( 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı).

Şekil 1'de de görüldüğü gibi Akıllı Şehir Yönetimi, Yönetişim, Strateji Yönetimi, Politika Yönetimi, Bütüncül Hizmet Yönetimi ve İş Yönetimi olarak 5 ana bölümde ele alınmıştır. Sözkonusu eylem planında **Akıllı Şehir Uygulamaları** ise Akıllı Çevre, Akıllı Güvenlik, Akıllı İnsan, Akıllı Yapılar, Akıllı Ekonomi, Akıllı Mekân Yönetimi, Akıllı Sağlık, Akıllı Yönetişim, Bilgi Teknolojileri, Akıllı Ulaşım, Akıllı Enerji, İletişim Teknolojileri, Bilgi Güvenliği, Akıllı Altyapı, Afet ve Acil Durum Yönetimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri gibi 16 alt başlıkta değerlendirilmiştir.

**“Akıllı Su” ayrı bir başlık olarak Hizmet Yönetimi kategorisi altında yer almalıdır.**

Şekil 1 incelendiğinde, Akıllı Şehir Uygulamaları arasında “Akıllı Su” bileşeninin bulunmadığı görülmektedir. Bu durum, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem planında yer alan ve aşağıda verilen Akıllı Şehir tanımında gerçekleştirilmesi öngörülen bazı hususlarla da uyumlu değildir. "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı" kapsamında Akıllı Şehir kavramı aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

*“Paydaşlar arası işbirliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekecekleri ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler”*

*Ülkemizde kentlere olan göç devam etmekte olup birçok büyükşehir artan su talebini komşu kentlerin su havzalarından karşılar duruma gelmiştir. Kentlerde su, yağmur suyu ve atıksu yönetimi gelecekteki problem ve ihtiyaçların en önde gelenlerinden olup bunun çözümü için kullanılacak yeni teknolojiler ve yenilikçi yaklaşımlar hayata değer katacak ve kenti daha yaşanılabilir duruma getirecektir. Bu yaklaşım yukarıda verilen Akıllı Şehir kavramına tam anlamıyla uyduğu için “Akıllı Su” mutlaka akıllı şehir uygulamaları içinde ayrı bir başlık olarak ele alınmalıdır.*

2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nda 1 Numaralı Eylem olarak, “Şehre Özgü Yerel Akıllı Şehir Stratejisi ve Yol Haritası Hazırlanacaktır.” başlığıyla yer almaktadır. Bu çalışmalar başlamadan “Akıllı Su Uygulaması”, Strateji ve Eylem Planına ayrı bir başlık olarak eklenmelidir. Şehirler için hazırlanacak olan yol haritalarında Akıllı Su uygulamalarının ayrı bir başlık altında yer almaması, bu yol haritasında su ile ilgili öngörülen birçok uygulamanın da Akıllı Uygulama haline gelmesini engelleyecektir.

Akıllı Su Şehri prensipleri diğer akıllı uygulamaların hayata geçebilmesi için kilit önem taşımaktadır. Akıllı Su altyapısı oluşmaz ise Akıllı Şehir Eylem Planındaki tanımda yer alan “daha yaşanılabilir ve sürdürülebilir şehir olma” hedefinin gerçekleştirilmesi mümkün olmayacaktır.

Bu konuda Uluslararası Su Birliği (International Water Association)'nin yaptığı çalışmalarda Akıllı Su Şehri Prensipleri ve bu prensiplerin uygulama planlarından söz edilmektedir.

Burada sözü edilen 4 seviyeli uygulama planında aşağıda belirtilen Akıllı Uygulamalar yer almaktadır.



### 1. Yenileyici, Canlandırıcı Su Hizmetleri

- Su kaynakları ekosistemini ve su kaynaklarını canlandır
- Kullanılan su ve enerji miktarını azalt
- Tekrar kullan, kurtar ve yeniden kullanım döngüsüne sok, geri dönüştür
- Diğer hizmetlerle entegre olan sistemik bir yaklaşım kullan
- Sistemin modüler özelliklerini artır ve çoklu seçenekler oluştur

### 2. Suya Duyarlı Şehir Dizaynı

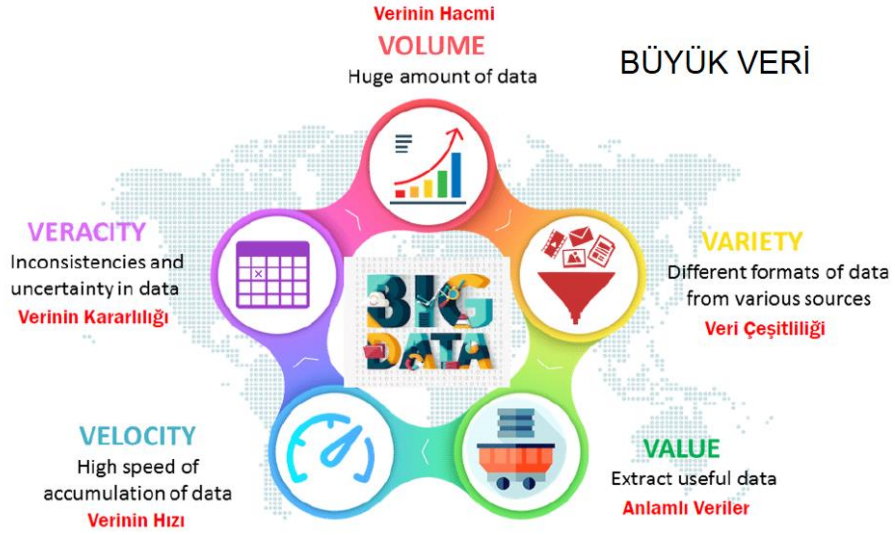
- Canlandırıcı su hizmetlerini etkinleştir
- Kentsel mekanlardaki taşkın risklerini azaltın
- Mevcut suyu en verimli şekilde kullanma anlayışı güçlendir
- Çevresel etkilerini en aza indirmek için kentlerdeki bazı uygulamaları değiştirin veya uyumlu duruma getirin

### 3.Havza Bağlantılı Şehirler

- Su kaynaklarını koruma ve suyu önleme planı yap
- Su kaynaklarının kalitesini koru
- Suya bağlı olağandışı riskler için hazırlık yap

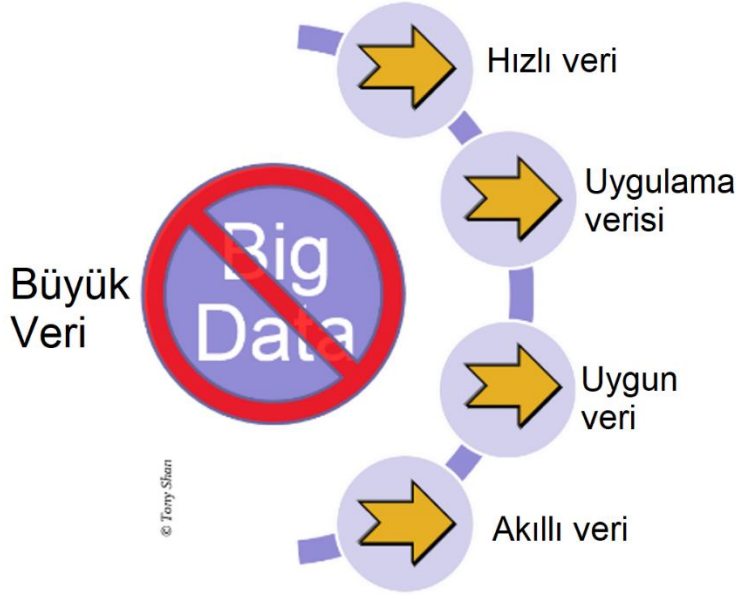
### 4.Akıllı Su Toplumu

- Bilinçlendirilmiş Vatandaşlar
- Suyun ikincil faydalarının farkında olan profesyoneller
- Disiplinlerötesi planlama ekipleri
- Akıllı Su kararları alabilecek yetenekte politika yapıcılar
- Konuyla ilgili ve güven yaratan liderler



### **Büyük Veri'den Akıllı Veriye ve Uygulama Verisi (Actionable Data) Kavramına Geçiş**

Büyük veriden akıllı veriye geçiş süreçlerinde daha çok verinin ve büyük verinin uygulama yönünden taşıdığı önem dikkate alınır ve buna vurgu yapılır. Bunların her ikisi de, daha gerçekçi ve hızlı kararlar alınması için verileri işlenmiş bilgiye, içgörüyeye ve eyleme dönüştürme ihtiyacını vurgulamaktadır.



Bu verilerin uygulama verisi (actionable data) haline gelmesi, bir diğer deyişle üzerinde işlem yapılabilir hale gelmeleri için gereken özellikler aşağıda verilen 5 kategoride ele alınmaktadır.

### 1. Doğruluk.

Bu, veriye dayalı herhangi bir işlemin yerine getirmesi gereken bir önkoşuldur. Doğruluk, veri öğelerinin 1) doğru, 2) okunabilir, 3) geçerli ve 4) eşdeğerli olduğu anlamına gelir

### 2. Erişilebilirlik.

Verilerin erişilebilirliği ikinci bir koşul / kategoridir. Bu nitelik, 1) veri yöntemleri, 2) cihaz yöntemleri ve 3) kullanıcı yeterliliği ile ilişkilidir.

### 3. Ubiquity / likidite

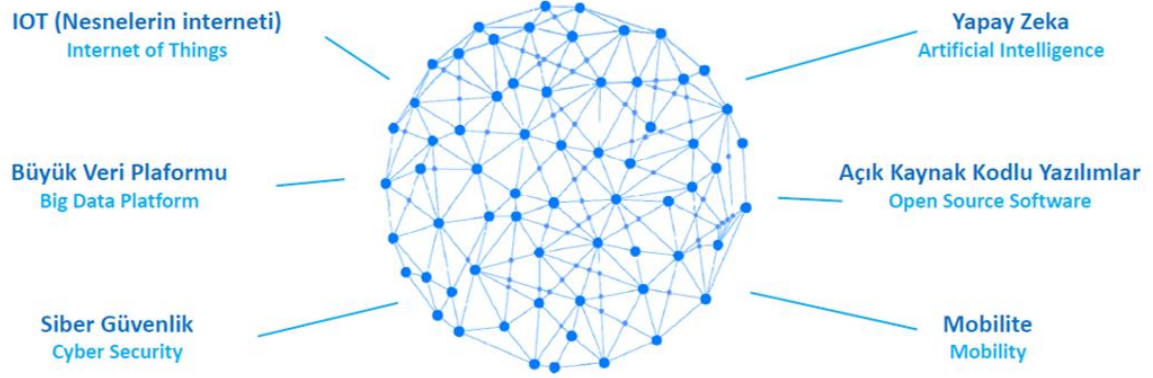
Burada veri / bilgi alışverişi ve (tekrar) kullanılabilirlik devreye girer: 1) birlikte çalışabilirlik, 2) kalıcılık ve 3) kullanılabilirlikle bağlantılıdır.

### 4. Kalite

Bu kategori güvenlik de dahil olmak üzere birçok unsuru kapsar. Kalite, 1) tamlık, 2) çoğaltma, 3) organizasyon 4) güvenlik ve 5) tutarlı olma durumlarıyla ilişkilidir.

### 5. Organizasyon

Diğerlerinin yanı sıra 'işlem yapılabilir' veriler 1) bağlam, 2) mantık, 3) dinamik ayrıştırma, 4) anlamsal tutarlılık ve 5) sınıflandırmada kullanılan güncellenmiş kuralları içeren veri organizasyonuna sahip olmalıdır.



## SU 4.0 Su Yönetiminde Dijital Dönüşüm

Şekil 2 .Su 4.0 Su Yönetiminde dijital dönüşüm

### SU 4.0 Nedir ?

**SU 4.0:** Dijital teknolojik gelişmeleri özellikle Su Hizmetleri Yönetimi ve Su Kaynakları Geliştirilmesinde kullanıp süreçlerin takibinin yapılması, yapay zeka tarafından analizinin yapılması ve otomasyonun sağlanması olarak tanımlanabilir. Burada amaç, dijital teknolojileri

ve Yapay Zekayı iz süreçleri ile bütünleştirip abone memnuniyeti, çevre korunması, kapsamlı denetim ve verimlilik artışının sağlanmasıdır (Şekil 2).



Su'da Varlık Yönetimi

Sekil 3. Su'da Varlık Yönetimi

### Su Altyapısının Dijitalleşmesi

Su altyapısının dijitalleştirilmesi, "Su'da Varlık Yönetimi"<sup>2</sup> için çok gerekli bir süreçtir.(Şekil 3). Bu süreç ölçme, veri işleme, modelleme, planlama, maliyet optimizasyonu kaynak ve su verimliliğinin artırılması gibi alanlar üzerinden toplam verimliliğin artırılması gibi çok önemli bir fırsat sunmaktadır. Dijital verilerle desteklenen bir su yönetimi sistemi finansman stratejileri ve şeffaf fiyatlandırma konusunda çok önemli formülasyonlar sunar. Bina Bilgi Modellemesi (BIM) bir dijitalleştirme aracıdır. Bu model, çok yakında, su yönetim birimlerine altyapının ilk tasarım sürecinden hizmet dışı kalma aşamasına kadar aşamaları dijital olarak görüntüleme imkanı sunacaktır. Bu da planlama sürecindeki optimizasyon potansiyelini arttıracaktır.

## 2.YAPAY ZEKA HAKKINDA

Yapay Zeka birbirinden bağımsız olarak işlev gören sistemler oluşturmayı amaçlayan ve hızla gelişen bir alandır Bu sistemler halen günlük hayatımızda kullanılmaktadır. Örneğin: akıllı cihaz hava durumu izleme özelliğine sahip hava durumu sistemleri, Google Arama veya Yahoo gibi Web tabanlı bilgi portalları , Siri ve Alexa gibi öne çıkan sanal asistanlar, YouTube ve Netflix'te öne çıkan film ve müzik önerileri ve otomatik Yapay Zeka tabanlı bankalar, havayolları, çevrimiçi mağazalar ve diğer endüstriler..

<sup>2</sup> Su temininde kullanılan tesis ve iletim hatlarındaki tüm altyapı ekipmanlarının devreye alınması, bakımı, onarımı ve hurdaya ayrılması kararlarında, servis seviyesini optimum düzeyde tutarak, maliyetlerin düşürülmesini sağlamak için kurulan sistem

Yapay Zeka (YZ), resimleri, desenleri, algoritmalarla verideki uzamsal formları (Kumar et ark. 2016) bulma ve anlama yeteneğine sahiptir. YZ verileri, aynı zamanda yorumlama, öğrenme ve hedeflere ulaşmak için kullanma yeteneğine da sahiptir. (Kaplan ve Haenlein 2019). YZ teknolojisi daha önce öncelikli olarak bilgisayar bilimlerinde uygulanmakta iken artık biyoloji, sinirbilim, mühendislik, çevre, eğitim, robotik, biyomekanik, malzeme bilimleri, ekonomi, sağlık ve işletme yönetimi gibi her biri bir diğeriyle ile işbirliği yapan diğere alanlara da uygulanmaktadır. (Huang ve Rust, 2018; Parkes ve Wellman, 2015; Wiljer ve Hakim, 2019).

YZ küresel pazarının yıllık % 5 büyüyeceği ve 2030 yılına kadar küresel ekonomiye, Çin ve Hindistan'ın mevcut üretiminden daha fazlası olan 16 trilyon \$'lık bir pazar yaratacağı öngörülmektedir. (Verweij ve Rao, 2017). Halen yapay zekanın mevcut küresel pazar büyüklüğü 2 USD trilyon \$ dır. (Louis Columbus, 2018).

YZ pazarı, sistem üreticilerini ve istihbarat sistemlerini, karar destek işlemleri, melez sistemler, bulanık sistemler gibi kullanıcıları kapsar. Yapay Zekanın ilgili teknolojileri ise makine öğrenimi, robotik, görüntü işleme, konuşma tanıma, doğal dil işleme ve bilişsel hesaplama olarak bilinmektedir. (Inkwood Research, 2019).

Yapay zeka teknolojilerinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)'ne ulaşma konusunda çok olumlu etkileri olacağı öngörülmektedir (Vinuesa ve diğere, 2020). Sürdürülebilir kalkınma hedefleri dinamik, karmaşık ve birbirine bağılı olup Yapay Zeka teknolojileri bunlarla ilgili - makine öğrenimi, doğal dil işleme, tahmine dayalı analitik gibi karmaşık görevleri ve işlemleri hızlı bir şekilde çözer (Michael ve Rosie, 2019).

### **3.YAPAY ZEKANIN SÜRDÜRÜLEBİLİR GELİŞMEDE KULLANILMASINI ETKİLEYEN HUSUSLAR**

#### **Altyapı ve Teknolojiye Erişim (Açık Kaynak)**

Yapay Zeka bilgilerinin çoğunluğu açık standartlar, açık veriler ve açık yenilikçi girişimler ile geliştirilmiştir. (Birleşmiş Milletler Teknoloji İnovasyon Laboratuvarları, 2019).

#### **Kalite Veri Kümelerine Erişim**

Son onbeş yılda yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerin hacminde üstsel fonksiyonlu bir artış görüşmüştür. IBM'e göre her gün 2.5 quintillion byte yapılandırılmamış veri oluşturulmaktadır (IBM, 2013). Özel veri kaynaklarının büyük bir kısmı merkezi ve erişilemez şekilde muhafaza edilmekte olup, bu verilerin YZ modellerinin eğitiminde kullanım için oldukça maliyetlidir. Ancak, bu merkezi yapıyı düzenleme ve ademi merkezietçi veri oluşturma, paylaşma ve depolama girişimleri de bir taraftan hızla çoğalmaktadır.

#### **Bilgi İşlem Gücüne Erişim**

Son birkaç on yıldır bilimsel çalışmalarda, verileri analiz etme ve karmaşık çalışma yeteneği sağlama modelleri daha değerliydi (Gomes vd., 2019). Bu hesaplama gücü masaüstü bilgisayarlardan bulut tabanlı "tak ve kullan" sistemlere dönüştü ve uygun fiyatlı bilgi işlem



kaynaklarına ulaşmak daha kolay hale gelmiştir. Yapay Zeka teknolojileri bu gelişmeden özellikle daha kompleks modellerin bulut teknolojisi ile çalıştırılması açısından çok faydalandı. Maliyet ve süre de azalmış olmuştur. Birçok kurum Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) leri çalışmalarına katkıda bulunmak için araştırmacılara ve sivil topluma bulut tabanlı hesaplama kümelerine erişim imkanı sağlamıştır. Bu da yapay zeka çözümlerinin sağlıklı ve hızlı bir şekilde gelişmesini beraberinde getirmiştir. (Independent Group of Scientists, 2019).

### **Eksiksiz YZ Çözümlerine Erişim**

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri için yapılan çalışmalar Yapay Zeka ya daha kolay erişimden çok büyük oranda faydalanmıştır.

YZ modelleri artık kolayca konuşlandırılabilir paketler olarak mevcuttur. Bu da sistem entegrasyonu vb gibi maliyet ve zaman alıcı birçok hususu ortadan kaldırmaktadır. (Dasgupta ve Wendler, 2019).

## **4. SU İLE İLGİLİ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İÇİN YAPAY ZEKA KULLANIMI**

Yapay Zeka, Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti<sup>3</sup> (IoT) uygulamaları su endüstrisinde gittikçe daha belirgin hale gelmektedir. (Raconteur, 2016). İklim değişikliğinin su temini sistemlerinde (su dağıtım, su depolama, ve atık su toplama ve arıtma sistemleri) neden olacağı etkileri azaltmak için su yönetiminin daha esnek ve verimli olması gereği açıktır. Yapay Zeka katkılı yenilikler su sektöründe 2030 yılına kadar 200 milyar dolarlık bir avantaj sağlayacaktır. (Microsoft ve Pricewaterhouse Coopers, 2019). Bu fayda yapay zekanın diğer endüstri alanlarında sağlayacağı fayda ile karşılaştırıldığında az görünebilir ancak burada fayda sağlanan kaynağın su olması ve ekosistemin korunmasına olan etkileri de dikkate alınmalıdır.

Su sektöründe Yapay Zekanın etkili olabileceği kilit olma özelliği taşıyan alanlar, örnek yapay zeka uygulamaları, fırsatlar, öngörüler ve politika önerileri olarak aşağıda sıralanmıştır. Şekil 2'de her bir anahtar alanın Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine katkıda bulunduğu konular verilmektedir.

### **4.1. Su Altyapısının Kestirimci Yaklaşımla Bakımı**

Dördüncü Sanayi Devrimi kapsamında "Su Sektöründe Bakım 4.0" (Lasi ve ark.,2014), Yapay Zeka tarafından hızlandırılmaktadır. Bu gelişme, su altyapısının planlı koruyucu kontrol ve bakım sistemlerinden kestirimci bakım sistemlerine doğru bir değişimdir. Bu değişim, su altyapısının izlenmesi için akıllı sensörler-fiziksel sistemler kullanılarak ve bakım-onarımı yapının durumunu dikkate alarak planlayan bir yaklaşım ile gerçekleşmektedir.

Yapay zeka uygulamaları daha ulaşılabilir, data analitiği ve akıllı sensörler daha geniş bir alanda uygulanabilir ve maliyetleri karşılanabilir oldukça su altyapısında YZ tabanlı çözümler

---

<sup>3</sup>Elektronik cihazların internet üzerinden çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile haberleşmesi, veri alış-verişi yapabilmesidir. Bu sayede akıllı bir ağ oluşturarak farklı cihazlardan alınan verilerin tek bir merkezde toplanması, merkezi olarak yönetilmesi amaçlanmaktadır.

hızla artmaktadır. Küresel ölçekte yapay zeka ve nesnelerin interneti uygulamaları halen 4 milyar ABD Doları değerinde olup 2024 yılına kadar 15 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Bu sektörlerde tahmin edilen yıllık büyüme oranı % 20'dir (GlobalMarket Insights, 2019). Bu beklenen büyüme ve yatırım sadece yenilenmeyle değil, aynı zamanda yaşlanan su ve atık su altyapısının değişimini de kapsayacaktır.

Sürdürülebilir Kalkınma Programı Hedefleri									
	3.3	3.9	6.1	6.3	6.4	6.5	6.6	11.5	15.1
Su altyapısının önleyici bakımı			●	●	●				
Su talebinin ve tüketiminin tahmini			●		●	●			●
Barajların ve rezervuarlarının izlenmesi					●	●	●		●
Su kalitesinin izlenmesi	●	●	●	●					
Suya bağlı felaketlerin tahmini ve izlenmesi								●	

● SKH 3   
● SKH 6   
● SKH 11   
● SKH 15

Tablo 1. YZ uygulamalarının temel alanları ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

YZ uygulamalarının temel alanları ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Tablo 1 'de verilmiş ve kapsamaları aşağıda açıklanmıştır.

**Hedef 3.3:**Hepatit, su yoluyla bulaşan hastalıklar ve diğer bulaşıcı hastalıklarla savaşılması ve 2030'a kadar AIDS, tüberküloz, sıtma ve ihmal edilen tropikal hastalıkların salgınlarına son verilmesi,

**Hedef 3.9:** 2030'a kadar, hava, su ve toprak kirliliğinin ve tehlikeli kimyasallardan kaynaklanan ölüm ve hastalıkların sayısının önemli ölçüde azaltılması,

**Hedef 6.1:** 2030'a kadar küresel ölçekte herkes için güvenli ve uygun fiyatlı içme suyuna eşit erişimin sağlanması,

**Hedef 6.3:** 2030'a kadar, kirliliği azaltarak, tehlikeli kimyasalların ve malzemelerin doğaya bırakılmasını minimize ederek, artılmamış atık su oranını yarıya indirerek, küresel ölçekte geri dönüşümü ve güvenli yeniden kullanımı artırarak su kalitesinin artırılması,

**Hedef 6.4:** 2030'a kadar, tüm sektörlerde su kullanım verimliliğinin önemli ölçüde artırılması ve tatlı su çekiminde sürdürülebilirliğin sağlanması, su kıtlığının giderilmesi ve su kıtlığı çeken insanların sayısının önemli ölçüde azaltılması,

**Hedef 6.5:** 2030'a kadar, uygun sınıraşan su havzaları dahil olmak üzere her düzeyde bütünleşik su kaynakları yönetimini uygulanması,

**Hedef 6.6:** 2030'a kadarsu ile ilişkili ekosistemlerin, dağlardakiler dahil olmak üzere , ormanların, sulak alanların, nehirlerin, akiferlerin ve göllerin korunması ve yenilenmesi

**Hedef 11.5:** 2030'a kadar, ölüm sayısının ve etkilenen insan sayısının su ile ilgili felaketler de dahil olmak üzere felaketlerin oluşan doğrudan ekonomik kayıpların küresel gayri safi yurtiçi hasıla içindeki oranının önemli ölçüde azaltılması, yoksulların ve savunmasız insanların korunmasına daha çok önem verilmesi,

**Hedef 15.1:** 2030'a kadar kara ve iç karaların tatlı su ekosistemleri ve hizmetlerinin , özellikle ormanlar, sulak alanlar, dağlar ve kurak alanların uluslararası sözleşmeler kapsamında korunması, restorasyonunu ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması aynı zamanda uzun süreli su temini için havza ve su kaynaklarının korunması, ve acil durum hazırlığı yapılması .

## **Uygulama Örnekleri**

### **1. Singapur'da YZ özellikli su şebekesi,**

Singapur Kamu Hizmetleri Yönetim Kurulu etkili ve sürdürülebilir su temini yönetimi sistemi. oluşturmak için YZ ve akıllı sensörlerden yararlanıyor. Sistem, şebeke ve önleyici bakım, diğer gerçek zamanlı izlemeye ek olarak sızıntılar ve arıza tespiti için akıllı sensörlerden gelen verilerin yapay zeka tarafından işlenmesine dayanmaktadır. Bu sistem aynı zamanda evlere bağlanan şebeke hatlarını, ıslah tesislerini, denizsuyu arıtma tesislerini, su depolarını ve diğer temel birleşik altyapıları da izlemektedir. (Singapore National Water Agency's R&D projects repository: <http://bit.ly/2PsvaBe>)

### **2. Sanal Su Şebekesi – Hydro IQ, Kenya, Afrika**

Afrika'da kamu hizmetleri tarafından sağlanan suyun% 50'si son kullanıcıya ulaşmadan önce şebekelerde kayboluyor. Bunun nedenleri olarak eskimiş altyapı, kasıtlı boru hattı hasarı ve yetersiz işletme ve bakım hizmetleri sayılmaktadır.

Kenya'da Hydro IQ, kaçaklar / arızalar, su basıncı ve su kalitesini hane ölçeğinde izlemek için bir çözüm geliştirmiştir.Sistem akıllı sensörler ile birleştirilmiş Yapay Zeka kullanmakta ve müşterilere sadece tüketilen su miktarını ödeme kolaylığı sağlamaktadır. (HydroIQ's specification sheet: <http://bit.ly/2Pt6VTt>).

### **3. ABD'de İçme suyu durumunun ve riskinin değerlendirilmesi**

ABD'de bir su temin şirketi olan Fracta, su alt yapısının daha verimli bir şekilde yönetimi için Yapay Zeka tabanlı sistem çözümleri benimsemiştir. Sistem içme suyu dağıtım şebekesinde hasar olasılığını hesaplamak için makine öğrenmesi algoritmaları kullanarak durumunun ve riskinin değerlendirilmesine yardımcı olur.

Sistem karar vericilere su altyapısını değerlendirmek ve bilgilendirmek onarım ve değiştirme ile ilgili seçenekler sunar. Halen ABD'de 847 mil şebeke hattı döşeyen şirket bu uygulamalarla 4 milyon USD lık bir tasarruf sağladığını öne sürmektedir. (Overview of AI powered tools used by Fracta: <http://bit.ly/2P6hiLi>, <http://bit.ly/2LmoQIK>)



#### 4. ABD'de YZ kullanarak kanalizasyon izleme

ABD merkezli bir şirket olan SmartCover Systems, Yapay Zeka kullanarak su ve atık su altyapısını izlemektedir. "Nesnelerin İnterneti" çözümleriyle birleşik çalışan sistem, sürekli olarak ölçüm almakta ve uydu iletişimi yoluyla da veri toplamaktadır

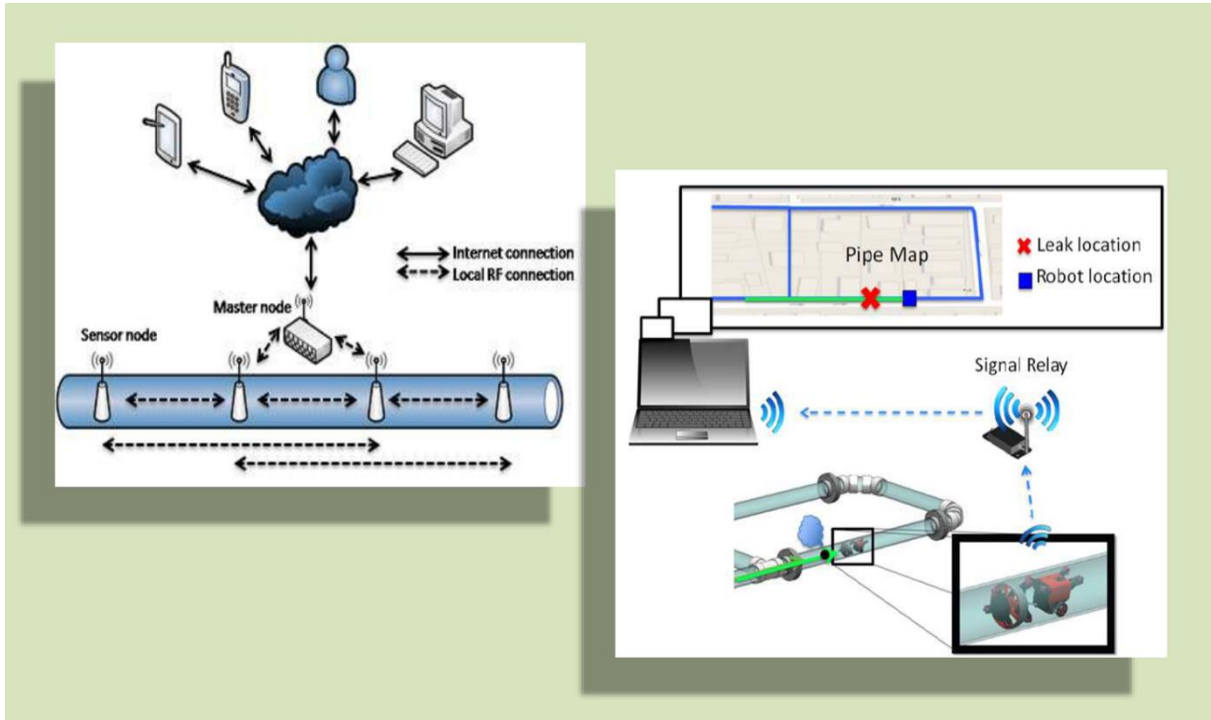
Sistem yapay zeka tabanlı eğilim analizi kullanarak hatlardaki tıkanmaları ölçme, yağmur suyu yükünü algılama ve gerçek zamanlı bakım imkanları sağlamaktadır. California'daki Hawthorne ve Escondido gibi büyük içme suyu ve kanalizasyon sistemlerinde, Bexar County, Texas daki San Antonio su sisteminde "Akıllı Toplama Sistemi" kullanılarak üretilen atıksuda önemli bir azalma sağlanmıştır. (Overview of SmartCover's result dashboard: <http://bit.ly/2DIJWr>)

#### Fırsatlar ve Öngörü

- Küresel gelir dışı su miktarının 346 milyon m<sup>3</sup> maliyetinin ise yaklaşık 39 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Yapay Zeka ve nesnelerin interneti sistemleri sayesinde geliştirilen çözümlerle ve kamu ve özel sektör işbirliği ile bu gelir dışı suyun azaltılabileceği düşünülmektedir. (Liemberger ve Wyatt 2019).
- Yapay Zeka halen su yönetimi konusunda çalışmalar yapan kamu ve özel sektör firmalarının sadece % 20 si tarafından kullanılmaktadır. (Mercer, 2016).
- Gerçek zamanlı Nesnelerin İnterneti (IoT) ile entegre teknoloji kullanan su şebekeleri Yapay Zeka ve "Makine Öğrenmesi" yazılımları için kritik veri bağlantısı sağlamaktadırlar.

Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti teknolojisi kullanarak şebekelerdeki su kayıplarının azaltılması pazarının yılda yaklaşık% 4.9 oranında büyümesi beklenmektedir . Bu pazarın 2024 yılında ABD'de 660 milyon ABD Doları değerinde olacağı tahmin edilmektedir. (360 Research Report, 2019).

- Yapay Zeka modellerinde, sensörlerde ve Robotik teknolojisindeki gelişmeler sonucu boru hatlarındaki kaçakların mobil araçlarla tespit edilmesi ve hızla onarılması mümkün olacaktır.



Şebekelerde sızma kontrolü

#### 4.2.Su Talebini ve Tüketimini Tahmin Etme

Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti özellikli su yönetim sistemleri yöneticilere gerçek zamanlı olarak su tüketimini ve su sistemi performansını takip etme ve analiz etme imkanı sunarlar (Water Intelligence 2019). Su talebi ve tüketimi konusunda veriler ile ilgili olarak "Derin Öğrenme Teknolojisi" ile kısa vadeli (günlük) ve uzun vadeli (yıllık) tahminlerin kullanılabilmesi yeni bir su yönetim sistemlerinin oluşturulması mümkün olacaktır. Kısa dönemli tahminler depolanan suyun verimli yönetimi için uzun vadeli tahminler ise su şebekelerinin projelendirilmesi ve iyileştirilmesi için kullanılır (Antunes ve ark., 2018).

#### Uygulamalar

1. İlçe ölçeğinde su talebinin tahmini: İspanya'da Ekonomi ve Rekabet Bakanlığı su talebi tahmini sistemi tabanlı bir Yapay Sinir Ağı sistemi oluşturdu. Bu sistem kısa süreli günlük su lama suyu talebi tahmini yapmak üzere yapay sinir ağını Genetik Algoritmalar ile eşleştiriyor. Bu sistem, yapay zeka tabanlı olmayanlara göre % 11 daha doğru tahmin yapılmasını sağlıyor. Algoritmayı tartışan araştırma makalesi ve tahmin sonuçları, "<http://bit.ly/2PjdpG>" kaynağından alınabilir.

2. Kentsel su temini ve yönetimi için Avustralya'da akıllı su grid sistemi<sup>4</sup>: Güney Doğu Queensland, Avustralya'da kentsel su arzının yönetimi ve güvenliği için akıllı su grid sistemi entegre bir sistem olarak konuşlandırılmıştır.

<sup>4</sup>GRID, bilgisayarların hesaplama ve veri depolama kapasitelerini internet üzerinden paylaşarak gittikçe daha performanslı hale getirilen hizmet olarak tanımlanabilir

Grid sistemi su arıtma tesisleri, deniz suyu arıtma tesisleri, parklar, pompa istasyonları ve ev abonelerine yönelik su tüketimi ve talep tahmini için Yapay Zeka uygulaması kullanılmaktadır.

Akıllı grid sistemi halen 7.6 milyar \$'lık bir su altyapısında yılda 400 milyon m<sup>3</sup>'lük bir su hacminin yönetilmesinde kullanılmaktadır. SEQ su şebekesine genel bakış için "<http://bit.ly/2th13nt>" kaynağından yararlanılabilir.

3. Güney Kaliforniya'da çok katmanlı tahmin: Amerika Birleşik Devletlerinde Güney Kaliforniya'da nüfus ve ekonomik büyüme ile içme suyunu etkileyecek su talebindeki artışı tahmin etmek için YSA tabanlı bir model kullanılıyor(CDM Smith, 2019). Bu tahminler su tasarrufu önlemlerini teşvik etmek için kullanılmaktadır. Bu model yerel kaynaklardan yapılan su teminini yönetmenin yanı sıra 18 milyon abone ve 26 su satıcısı için tahminler yapar. (The Metropolitan Water District of Southern California's water planning R&D document repository : <http://bit.ly/2rUn4rT>)

4. Londra'da modüler modelleme tabanlı tahmin: İngiltere'nin en büyük su ve atık suyu hizmet şirketi UK Thames Water, nüfustaki ve hane sayısındaki ve su talebindeki artışı tahmin etmek için Yapay Zeka teknolojisi kullanılmaktadır. Bu tahminler kişi başına su tüketiminin toplam su talebine etkisini üzerinden politika seçeneklerini (ölçüm programı, yenilikçi tarifeler) ve evsel olmayan su talebini belirlemek için kullanılır. Thames Water, 13.5 milyon aboneye Londra'da ortalama 2,6 milyon m<sup>3</sup> günlük su temin etmektedir. (Thames Water's smart water initiatives: <http://bit.ly/38DaY74>)

### **4.3.Baraj Rezervuarlarının İzlenmesi**

Dünya genelinde yaklaşık 7.320 baraj rezervuarlarında 6700 km<sup>3</sup> suyun depolandığı tahmin edilmektedir. (Global Water Systems Project, 2013). Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde 3.700 büyük baraj planlanmış veya yapım aşamasındadır. (Zarfl ve ark.,2015). Özellikle Asya ve Güney Amerika'daki bu su yapılarında (Reality Check team BBC News, 2018) Yapay Zeka tekniklerinin uygulanabileceği ileri sürülmektedir. Yeni YZ teknikleri, rezervuara giren akıdaki sediment yükü, buharlaşma, akışa geçen yağış, su kalitesi ve su seviyesinin her birinin mevcut verilere göre değişen doğrulukta tahmininde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

### **Uygulamalar**

**1.ABD'de Yüksek tehlike potansiyeli olan barajların belirlenmesi:** ABD'deki, barajların % 18'i yıkılmaları halinde büyük can kaybına sebep olacak barajlar kategorisinde bulunmaktadır. Bu 20.000 tehlike potansiyeli taşıyan barajın tahmini onarım maliyeti ise 20 milyar dolar olarak belirlenmiştir. Columbia Su Merkezi yapay zeka, coğrafi veri ve iklim modellerini kullanarak en riskli barajları tespit etmektedir. Bu Yapay Zeka kullanımı barajların güçlendirilmesi veya hizmet dışı bırakılması kararlarında karar vericilere çok önemli veriler sağlamaktadır. Riskli barajları bulmak için yapay zekayı kullanma hakkında Web makalesi: <https://bit.ly/3bvDF7m>

### **2. İngiltere ve İtalya'da gerçek zamanlı baraj izleme:**

Gerçek Zamanlı Altyapı Yönetimi sistemi acil durumlar için gerçek zamanlı bilgilere dayalı kriz yönetimini mümkün kılmaktadır. Gerçek zamanlı altyapı yönetimi bulut hesaplamalı sensör teknolojisi kullanarak yapay zeka odaklı öngörü modellemesi yapmaktadır.

Bu öngörü modeli baraj yerine yerleştirilmiş akıllı sensörlerden alınan ve açıklanamayan anomalileri uyarı ve alarm olarak işaretlemekte ve inceleme yapılması için baraj işletmecilerine aktarmaktadır. Gerçek zamanlı izlemeyi tartışan araştırma makalesi: <https://bit.ly/2Hiinfu>

**İtalya'daki Riolunato Barajı'na yerleştirilen sistemle baraj rezervuarının su seviyesi, su sıcaklığı ve hava sıcaklığı gerçek zamanlı olarak ölçülmekte ve Yapay Zeka tabanlı bir model, ile baraj deformasyonunu ve çevresel parametrelerle stres parametreleri baraj güvenliği gerçek zamanlı olarak izlenmektedir. EGP'nin akıllı baraj izleme hakkındaki raporu: <https://bit.ly/2UJ4DIW>**

### **3. Afrika Bölgesel Veri Küpü ile Tanzanya'daki Sulunga Gölünü Koruma**

Tanzanya Afrika Bölgesel Veri Küpü (ARDC) kullanılarak Sulunga Gölü'nün ekolojik dengesini ve çevresinde yaşayanların su ve gıda ihtiyaçlarını korumaya çalışıyor.

Bu sistem Uzay Algoritması (WOFS) ile su gözlemleri yapıp suda meydana gelen değişimleri kullanarak karar vericiler için animasyonlar oluşturmaktadır. (Killough, 2019). Rapor için bakınız: <https://bit.ly/3aLYf2C>

### **4.4. Su Kalitesinin İzlenmesi**

21. yüzyılda her dokuz kişiden biriiçme suyunu güvenli olmayan kaynaklardan karşılamaktadır. (WHO, UNICEF,2015). Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde kanalizasyonun% 90'ı doğrudan arıtılmadan doğal ortama bırakılmaktadır (UNESCO WWAP, 2015).

Yapay Zekanın su kalitesini izlemede kullanımı aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

- Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti ile gerçek zamanlı su kalitesinin izlenmesi

Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti tabanlı çözümler gerçek zamanlı su kalitesi izleme ağları kurarak daha sık veri toplamayı ve öngörü yapmayı etkinleştirir. Bu sistemler genellikle memba akımlarında çözülmüş oksijen ve toplam organik karbon miktarını izlemek ve kısa vadeli (saatlik) ile mevsimsel (yağışlı ve yağışsız) tahminler yapmak için kullanılmaktadır.

- Numune almaya dayalı su kalitesi izleme

Yapay Zeka tabanlı modellerde tanımlama ve sensör görüntü kalitesindeki gelişmeler sudaki bakterilerin hızlı bir şekilde tespitini ve değişikliklerin zamana göre haritalanmasını mümkün kılmaktadır.

- Yapay kullanarak büyük su kütlesi kalite izleme ve uzaktan algılama (uydu görüntüleri)

Yapay Zeka sensör yerleştirilmenin ve su örnekleri toplamanın zor olduğu havzalarda uydudan alınan görüntülerini sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Bu yöntem, zamanla su kalitesindeki değişiklikleri veya eğilimleri tespit etmekte büyük fayda sağlamaktadır.

## Uygulamalar

### 1. Temiz Su Yapay Zekası

Temiz Su yapay zekası ,su kalitesi ile ilgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşabilmek için çığır açan sistemlerden biridir. ABD'de geliştirilen bu sistem internet bağlantısına ihtiyaç duymadan nesnelerin interneti ve konvolüsyon sinir ağı (Convolution Neural Network (CNN)) kullanarak kirletici maddelerin belirlenmesi ve gerçek zamanlı analiz için yararlanılmaktadır. Temiz Su Yapay Zeka kiti halen 500 USD karşılığında satın alınabilmekte ve bu fiyatın düşmesi beklenmektedir. Temiz Su YZ'nın demosu (video): <http://bit.ly/35smaRT>

### 2. Afrika'da uydu tabanlı su kalitesi izleme.

SERVIR derin öğrenmenin gücünden faydalanılarak, uydu bilgisiyle, Kenya, Malawi, Ruanda, Tanzanya ve Uganda'da sınıraşan göllerdeki suların kalitesindeki değişiklikler izlenebilmektedir. Sistem, kirleticileri kontrol etme çabalarını destekleyerek su kalitesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır. SERVIR Global'in hizmet kataloğu: [http:// bit.ly / 2RXvmtN](http://bit.ly/2RXvmtN)

### 3. Hindistan'da yeraltı suyu kalitesinin tahmini

YSA ve Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) su kalitesinin değerlendirilmesinde modelleme kullanılır içme için uygun yeraltı suyu indeksi (WQI), Shivganga Nehri havzasından. WQI gibi fizikokimyasal parametrelere dayalı pH, EC, TDS, TH, Ca, Mg, Na, K, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> ve PO<sub>4</sub>. Model başarıyla test edildi muson öncesi ve sonrası mevsimlerde diğer bölgesel yerlerde uygulanacak yeraltı suyu kalitesini izlemek. Algoritmayı tartışan araştırma makalesi ve sonuçlar: <http://bit.ly/2Pt7xZh>

### 4. Uydu ile güvenli içme suyunun artırılması

Gana'daki Su Kaynakları Komisyonu Afrika Bölgesel Veri Küpünü (ARDC) kullanarak Weija Rezervuarındaki su kalitesini değerlendirmek ve geliştirmek istemektedir. Bu rezervuar Accra şehri ve çevre kentleri için ana tatlı su kaynaklarından biridir. (Werdell ve diğerleri, 2018). Yapay zeka destekli uygulamalar: <https://bit.ly/3bVS2kQ>

## Fırsatlar ve Öngörü

- Yakın gelecekte su örneklerini İnternet bağlantısına gerek kalmadan gerçek zamanlı olarak ölçecek akıllı telefonlara bağlanabilen uygun maliyetli portatif cihazlar mevcut olacaktır.
- Bütün su kirleticileri için küresel Yapay Zeka modeli eğitim verilerine açık veri çerçevesi içinde ulaşmak mümkün olacak.
- Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti özellikli su kalitesi izleme cihazları hanelerdeki son kullanıcılar ,restoranlar ve diğer kamusal alanlarda kurulup kullanılabilir restoranlar ve izlenmesi gereken kamusal alanlar bilinen su kirleticiler. Bu cihazlar bakterilerden 100 kat daha küçük olan virüsleri tespit edebilme imkanı da sağlayacak.
- Yakında büyük su kütlelerinin su kalitesini uydu görüntülerini daha yüksek frekansta (günlük veya haftalık) kullanarak daha doğru olarak ölçmek ve izlemek mümkün olacak.



#### 4.5. Suya Bağlı Afetlerin Tahmini ve İzlenmesi

Suya Bağlı Afetler (siklonlar, seller, taşkın ve kuraklık) doğal afetlerin % 90'ını oluşturmaktadır. 2000 yılından 2018'in sonuna kadar 1,7 trilyon ABD Dolarının üzerindeki ekonomik kayıp yaratan, toplam 5 326.000'in üzerinde ölümlerle sonuçlanan 5338 suya bağlı doğal afet rapor edilmiştir. Taşkınlar tüm suya bağlı doğal afetlerin yaklaşık % 54'ünü oluşturmaktadır (Perera ve diğerleri, 2019). Sadece 2018 yılında suya bağlı doğal afetler 137 milyar dolarlık ekonomik zarara neden olmuştur (Podlaha ve Bowen 2018).

Suya bağlı doğal afetlerin sıklığı, bu afetlerin tahmini ,sosyal direnç yaratılması ve etkilerinin önceden değerlendirilmesi için Yapay Zeka tabanlı modellerin kullanılmasına duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Yapay Zeka tabanlı sistemler, büyük ölçekli sınıraşan taşkın verilerinin açık olarak elde edilebilir olması ile daha da etkili hale gelecektir.

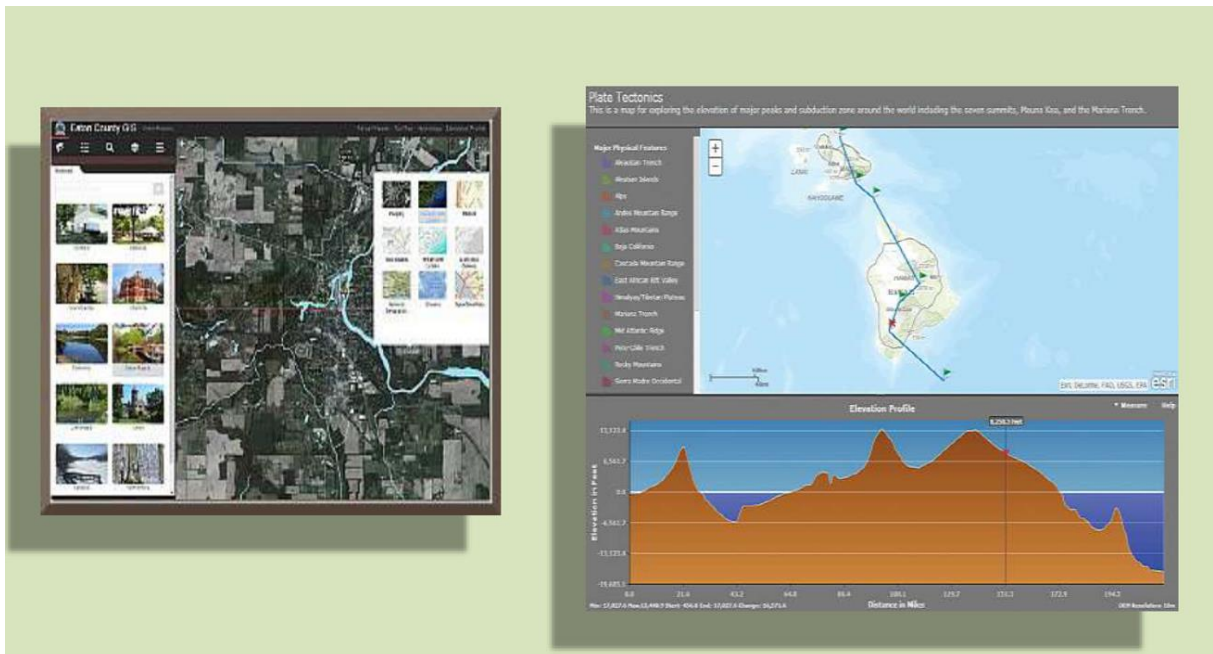
#### Uygulamalar

##### 1.Yağışlı periyotta Yapay Zeka Kullanılarak İşletme Optimizasyonu

ABD'nin Ohio Eyaletinde Yapay Zeka destekli modeller, meteorolojik verileri nesnelere internetinden gelen su seviyesi, akımın debisi ve rezervuar depolama kapasitesi gerçek zaman verileriyle birlikte değerlendirmektedir. Bu sistem yağışlı periyotta şebekenin izlenmesine ve sistemin işletmesinin taşkın kontrolü yapacak şekilde gerçekleştirilmesine imkan tanımaktadır. Büyük Cincinnati Büyükşehir Kanalizasyon Bölgesi proje sayfası: <http://bit.ly/35oxhLM>

##### 2. Hindistan'da taşkın tahmini

Google Acil Durum Uyarıları programı aracılığıyla Hindistan'da sel uyarıları vermek için Yapay Zeka kullanılmaktadır. Bu uyarı sistemi modeli tarihsel taşkın verileriyle , nehirden gelen verileri kullanılmaktadır. Sistem ayrıca taşkın tahmini şiddetini de tahmin etmektedir. Taşkın tahmini ile ilgili Google'ın proje bloğu girişim: <https://bit.ly/2XIQ4q6>



#### 4. Şiddetli Kasırğa Değerlendirmesi

NASA derin öğrenme tabanlı kasırğa yoğunluğu tahmini yapan bir model geliştirmiştir. Sistem, canlı kasırğa hızlarını tespit için uydu görüntülerini kullanmaktadır. Bu veriler NASA'ya geçen 6 saat süre içindeki verileri kullanarak bir saat sonraki durumun tahmini konusunda büyük bir imkan sağlamaktadır. Sistem son zamanlarda Harvey Kasırğası için başarıyla kullanılmıştır. Algoritmayı tartışan araştırma makalesi : <http://bit.ly/38NdPub>

#### Fırsatlar ve Öngörü

- Yapay Zeka tabanlı sistemler , su bağlantılı afetlerin tahmininde kullanılmak üzere daha yüksek bir doğruluk oranı ile frekans ve diğer değerlerin tahmin edilmesini sağlamaktadır.
- Yapay zeka, hava durumu ve taşkın tahmini (derinlik, akım değeri vb) gibi tüm topluma açık olacak bilgilerin üretilmesi için önemli bir imkan sağlayacaktır.
- Yapay zeka su bağlantılı afetlerin etkilerinin daha doğru bir şekilde benzeşimini yapabilmek için kullanılacaktır. Bu benzeşimler afet etkisini azaltma stratejilerinin geliştirilmesinde ve başedebilirlik önlemlerinin alınmasında büyük fayda sağlayacaktır.
- Yapay Zeka kentlerin gelişmesinden sorumlu birimlerce su bağlantılı afetlerin daha iyi izlenmesi ve kentsel gelişme planlarında bu afet etkilerinin dikkate alınması için önemli bir imkan sağlayacaktır.
- Yapay Zekanın dinamik veri tabanına dayalı periyodik risk haritaları oluşturmak için kullanılması, gelişen ve büyüyen şehirler için büyük bir imkan sağlayacaktır.

#### 5. YAPAY ZEKA SİSTEMLERİ KULLANIMINDAKİ ZORLUKLAR VE ÖNERİLER

Yukarıda belirtildiği gibi, su ile ilgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmak için Yapay Zeka uygulamalarının benimsenmesi birçok fırsat ve avantajlar sağlayacaktır. Ancak, bunun yanı sıra bu sistemlerin uygulanmasında birçok ülkenin karşı karşıya kalacağı zorluklar da mevcuttur.

#### Zorluklar

- Dünyada Kuzey ve Güney ülkeleri arasında su konusunda yapay zeka sistemleri ile ilgili bilgi, teknoloji ve uygulama alanlarında çok büyük bir fark bulunmaktadır. Su Araştırmaları ve Yapay Zeka konusunda on lider ülkenin yedisi gelişmiş ülkelerdir. Bu listede Afrika'dan hiçbir ülke yer almamaktadır. Ayrıca bölgesel ölçekte bu konuda ülkeler arasında bilgi ve beceri paylaşımı eksikliği mevcuttur (Mehmood, 2019).
- Yapay Zeka'nın su yönetiminde uygulanmasının yerel yönetimler ve üniversiteler tarafından incelenmesi ve desteklenmesi yeterli değildir. Bu inisiyatif eksikliğinin çoğunluğu yenilikçi çözümler benimsemekten uzak durmayı tercih eden yönetici ve sanayicilerden gelmektedir. Bu yapısal sınırlamada mevcut iş akışının Yapay Zeka uygulamaları ile olumlu yönde de olsa bozulacak olmasının etkisi bulunmaktadır. (Abbosh ve diğerleri, 2017).

- Gelişmekte olan ülkelerde Su Yönetiminde Yapay Zeka kullanımının gelişmesinin önündeki en önemli engellerden biri de gerekli kurumsal altyapı, yetişmiş insan malzemesi konusunda politikalarının bulunmayışı olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bu ülkelerde konuyu ele alınarak teknik uzmanlar ve kamu yöneticileri arasında bilgi ve değerlendirme akışını sağlayacak platformların bulunmaması da bu gelişmeyi yavaşlatmaktadır. (Markow ve ark., 2017).
- Su sektöründe Yapay Zeka ile ilgili yenilikçi çözümlerin uygulanabilmesi için gerekli altyapının oluşturulması konusunda finansman bulma zorluğu vardır. (The International Development Innovation Alliance, 2019).
- Yapay Zeka uygulamalarını düzenleyen genel bir çerçeve dokümanının bulunmaması bu süreçte alınan karar ve uygulamaların bireysel veya kurumsal düzeyde kalmasına ve oluşan bilgi ve verilerin paylaşılmamasına neden olmaktadır. (Paul et al., 2018).
- Yapay Zeka uygulamaları için çok miktarda kalite verisine ihtiyaç bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda bu verilerin toplanması ve paylaşılması konusunda hala çok büyük sorunlar yaşanmaktadır. Buna ek olarak bu ülkelerde veri sahipliği ve lisanslı veri konusu da problemlidir.

## Öneriler

1. Su Hizmetleri yönetiminin ulusal ve bölgesel ölçekte Yapay Zeka tabanlı çözümlerin su sektöründe kontrollü ve verimli bir şekilde kullanımı sağlamak için düzenleyici çerçeve yönergeler ve eylem planları geliştirmesi uygun olacaktır.
2. Yapay Zeka'nın su sektöründe uygulanmasından elde edilen bilgi ve deneyimin paylaşılması için bilgi portalları oluşturulmalıdır.
3. Yapay Zeka, dijital dönüşüm uygulamaları konusunda insan kaynakları yaratma hedefinin orta ve uzun vadeli ulusal kapasite geliştirme ve eylem planlarında yer alması uygun olacaktır. Bu planların kurumsal olarak yeniden yapılandırılmaları da kapsamı süreci hızlandıracaktır.
4. Su sektöründe yapay zekadaki gelişmelerin toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda sağlanması için üniversiteler de kamu özel sektör işbirliğinin bir parçası olmalıdır.
5. Su ile ilgili konularda Yapay Zeka tabanlı bütüncül çözümler geliştirilmesi için hükümet, sanayi sektörü, akademi ve sivil toplum katılımlı platformların oluşturulması uygun olacaktır.
6. Sağlıklı, sürekli ve güvenilir veriye ulaşabilme konusunda gerekli düzenlemelerin dijital dönüşüm ile birlikte ele alınarak sağlanması önem taşımaktadır.

## Politika Önerileri

Yapay Zeka modelleri, araçları ve teknolojileri uyarlama öncesi yerelleştirmeye ihtiyaç duyarlar.

Suyla ilgili yapay zeka tabanlı sistemler için gerekli altyapı, uygulama kapasitesi ve fırsatlar ülkelere ve ülkelerin alt bölgelerine göre çok büyük değişiklikler gösterebilir. Bu nedenle bu sistemler uygulanmadan önce uygulanabilme imkanını ve rantabilitesini belirlemek için temel bazı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulur.

Karar vericiler su endüstrilerinde Yapay Zeka uygulamalarını benimsenmeden önce bütüncül olarak sosyal, ekonomik ve kültürel faktörlerin değerlendirmesini yapmalıdır.

Kapasite geliştirme politikaları Yapay Zeka ve İletişim teknolojileri konusunda tüm paydaşların bilgi ve becerilerini geliştirmesine ihtiyaç duyarlar. Bu kapasite geliştirme politikaları ayrıca disiplinler arası ve disiplinler ötesi araştırma ve geliştirme çalışmalarını da harekete geçirmesi sözkonusudur.

Yapay Zeka uygulamalarıyla su sektöründe ortaya çıkabilecek işgücü fazlasının istihdam edilebileceği yeni yatırımların planlanması gereklidir. Bu alanlarda çalışabilecek vasıflı işgücünün sağlanabilmesi için her düzeyde sektörel eğitim programları oluşturmalıdır.

Yapay Zeka uygulamaları alanında vasıflı bir işgücünün sağlanması için yenilikçi eğitime gereken önem verilmelidir. Bu yetenekli iş gücünün stratejik olarak sadece özel sektörde değil aynı zamanda kamuda istihdam edilmesi imkanları da arttırılmalıdır.

Su sektöründeki yapay zeka uygulaması , yeni modellere ve yeni kurallara uyum için esnek yönetim politikalarına ihtiyaç duymaktadır. Bu politikalar daha verimli çözümlerin geliştirilmesi için derin öğrenme (deep learning) gibi alanlardaki gelişmeleri hızla kabul edecek kadar esnek olmalıdır. Sık sık öngörü çalışmaları yapmak bu tür esnek politikaların geliştirilmesinde yardımcı olabilir.

Yapay zekanın verimli ve başarılı bir şekilde uygulanması için içinde bütün paydaşların da yer alacağı ulusal düzeyde bir düzenleme biriminin bulunması faydalı olacaktır.



## 6.KAYNAKÇA

Mehmood, H., Mukkavilli S. K., Weber, I., Koshio, A., Meechaiya, C., Piman, T., Mubea, K., Tortajada, C., Mahadeo, K., Liao, D., 2020. Strategic Foresight to Applications of Artificial Intelligence to Achieve Water-related Sustainable Development Goals. UNU-INWEH Report Series, Issue 09. United Nations University Institute for Water, Environment and Health, Hamilton, Canada.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2020), 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı, Ankara

2020 Akıllı Şehir Terminolojisi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
<https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehir-terminolojisi/>

2020 Akıllı Şehir ve Bağlı Veri Rehberi .Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
<https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehirler-ve-bagli-veri-rehberi/>

2020 Yeni Kentsel Gündem ve Akıllı Şehirler Rehberi .Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
<https://www.akillisehirler.gov.tr/yeni-kentsel-gundem-ve-akilli-sehirler-rehberi/>

Yerel Akıllı Şehir Stratejisi ve Yol Haritası Klavuzu .Çevre ve Şehircilik Bakanlığı  
<https://www.akillisehirler.gov.tr/yerelstratejikilavuzu/>

İZSU (2017) Akıllı Şehirlerde Su Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı *4th International Water Congress, 2-4 November 2017, Izmir-TURKEY*

360 Research Report. Global water leakage detector systems market 2019 by manufacturers, regions, type and application, forecast to 2024 (2019). Retrieved from <https://www.360researchreports.com/global-water-leakage-detector-systems-market-2019-by-manufacturers-regions-type-and-application-forecast-to-2024-14113114>

Abbosh, O., Nunes, P., Savic, V., & Moore, M. (2017). The Big Squeeze: How Compression Threatens Old Industries. MIT Sloan Management Review. Retrieved from <http://mitsmr.com/2nMN9oT>

Antunes, A., Andrade-Campos, A., Sardinha-Lourenço, A., & Oliveira, M. S. (2018). Short-term water demand forecasting using machine learning techniques. Journal of Hydroinformatics, 20(6), 1343–1366. <https://doi.org/10.2166/hydro.2018.163>

CDM Smith. (2019). Central Valley, California: Aquifer Management.

Dasgupta, A., & Wendler, S. (2019). AI Adoption Strategies, (9), 1–13. Retrieved from <https://www.ctga.ox.ac.uk/files/aiadoptionstrategies-march2019pdf>

German Advisory Council on Global Change (WBGU). (2019). “Our Common Digital Future” - a Draft Charter for a Sustainable Digital Age. Retrieved from [https://www.wbgu.de/fileadmin/user\\_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/Charter\\_EN\\_WBGU.pdf](https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/Charter_EN_WBGU.pdf)

Global Market Insights. (2019). IoT Utilities Market Size, Growth - Industry Share Forecast Report 2024. Retrieved from <https://www.gminsights.com/industry-analysis/iot-utilities-market>

Global Water Systems Project. (2013). Global Reservoir and Dam Database.

Gomes, C., Dietterich, T., Barrett, C., Conrad, J., Dilkina, B., Ermon, S., ... Zeeman, M. Lou. (2019). Computational sustainability. *Communications of the ACM*, 62(9), 56–65. <https://doi.org/10.1145/3339399>

Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2018). Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>

IBM. (2013). 2.5 quintillion bytes of data created every day. How does CPG & Retail manage it? Retrieved from <https://ibm.co/2CPdMwZ>

IIASA. (2019). The Digital Revolution: Opportunities and challenges for sustainable development. Retrieved from <https://www.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/Report2019.html>

Independent Group of Scientists. (2019). The Future is Now: Science for Achieving Sustainable Development. United Nations.

Inkwook Research. (2019). Global Artificial Intelligence Market Forecast 2019-2027. Retrieved from <https://www.inkwoodresearch.com/reports/global-artificial-intelligence-market/>

IPCC. (2019). Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://doi.org/10.4337/9781784710644>

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>

Killough, B. (2019). The Impact of Analysis Ready Data in the Africa Regional Data Cube. In *IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 5646–5649). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2019.8898321>

Kumar, N., Kharkwal, N., Kohli, R., & Choudhary, S. (2016). Ethical aspects and future of artificial intelligence. In *2016 International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security (ICICCS-INBUSH)* (pp. 111–114). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICCS.2016.7542339>

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>

Liemberger, R., & Wyatt, A. (2019). Quantifying the global non-revenue water problem. *Water Supply*, 19(3), 831–837. <https://doi.org/10.2166/ws.2018.129>

Louis Columbus. (2018). Roundup Of Machine Learning Forecasts And Market Estimates, 2018. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/louiscolumnbus/2018/02/18/roundup-of-machine-learning-forecasts-and-market-estimates-2018/#86efb402225c>

Markow, W., Braganza, S., Taska, B., Miller, S., & Hughes, D. (2017). The Quant Crunch: How the Demand For Data Science Skills is Disrupting the Job Market. *Burning Glass Technologies*. Retrieved from <http://web.archive.org/web/20170627143049/https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/data-science/quant-crunch.html>

Mehmood, H. (2019). Bibliometrics of Water Research: A Global Snapshot. Retrieved from <https://inweh.unu.edu/bibliometrics-of-water-research-a-global-snapshot/>

Mercer, K. (2016). 2016 State of the Water Industry. *Journal AWWA*, 108(7), 63–73.

Michael, S., & Rosie, P.-T. (2019). AI & the Sustainable Development Goals: The State Of Play. Retrieved from <https://assets.2030vision.com/files/resources/resources/state-of-play-report.pdf>

Microsoft, & Price Waterhouse Coopers. (2019). How AI can enable a Sustainable Future, 52. Retrieved from <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf>

OECD. (2019). Strategic Foresight for Better Policies. Retrieved from [https://www.oecd.org/strategic-foresight/ourwork/Strategic Foresight for Better Policies.pdf](https://www.oecd.org/strategic-foresight/ourwork/Strategic-Foresight-for-Better-Policies.pdf)

Parkes, D. C., & Wellman, M. P. (2015). Economic reasoning and artificial intelligence. *Science*, 349(6245), 267–272. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8403>

Paul, A., Jolley, C., & Anthony, A. (2018). Reflecting the Past, Shaping the Future. USAID. Retrieved from <https://www.usaid.gov/digital-development/machine-learning/AI-ML-in-development>.

Perera, D., Seidou, O., Agnihotri, J., Rasmy, M., Smakhtin, V., Coulibaly, P., & Mehmood, H. (2019). Flood Early Warning Systems: A Review Of Benefits, Challenges And Prospects. United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH), (8). Retrieved from <http://inweh.unu.edu/publications/>

Podlaha, A. (Aon), & (Aon), S. B. (2018). Weather, Climate & Catastrophe Insight. Annual Report, 1(1), 4–10.

Raconteur. (2016). Future of Water. 424, 16. Retrieved from <http://rcnt.eu/wn0>

Reality Check team BBC News. (2018). Hydropower dams: What's behind the global boom? Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/news/world-45019893>

Smith, T. (2019). Disruptive Technology. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/d/disruptive-technology.asp>

The International Development Innovation Alliance. (2019). Artificial Intelligence and International Politics. <https://doi.org/10.2307/3791400>

UNDP Global Centre for Public Service Excellence. (2015). Foresight Manual" Empowered Futures for the 2030 Agenda, 52.

UNESCO WWAP. (2015). The UN World Water Development Report 2015, Water for a Sustainable World. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>

UNFCCC. (2017). UNFCCC Paris Agreement website. Retrieved from [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php)

United Nations Technology Innovation Labs. (2019). Open Source Codes and the Challenge of the SDGs. Retrieved from <https://until.un.org/news/open-source-codes-and-challenge-sdgs-until-interview-amanda-brock>

Verweij, G., & Rao, A. (2017). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? Pwc, 32.

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. Nature Communications, 11(1), 233. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>

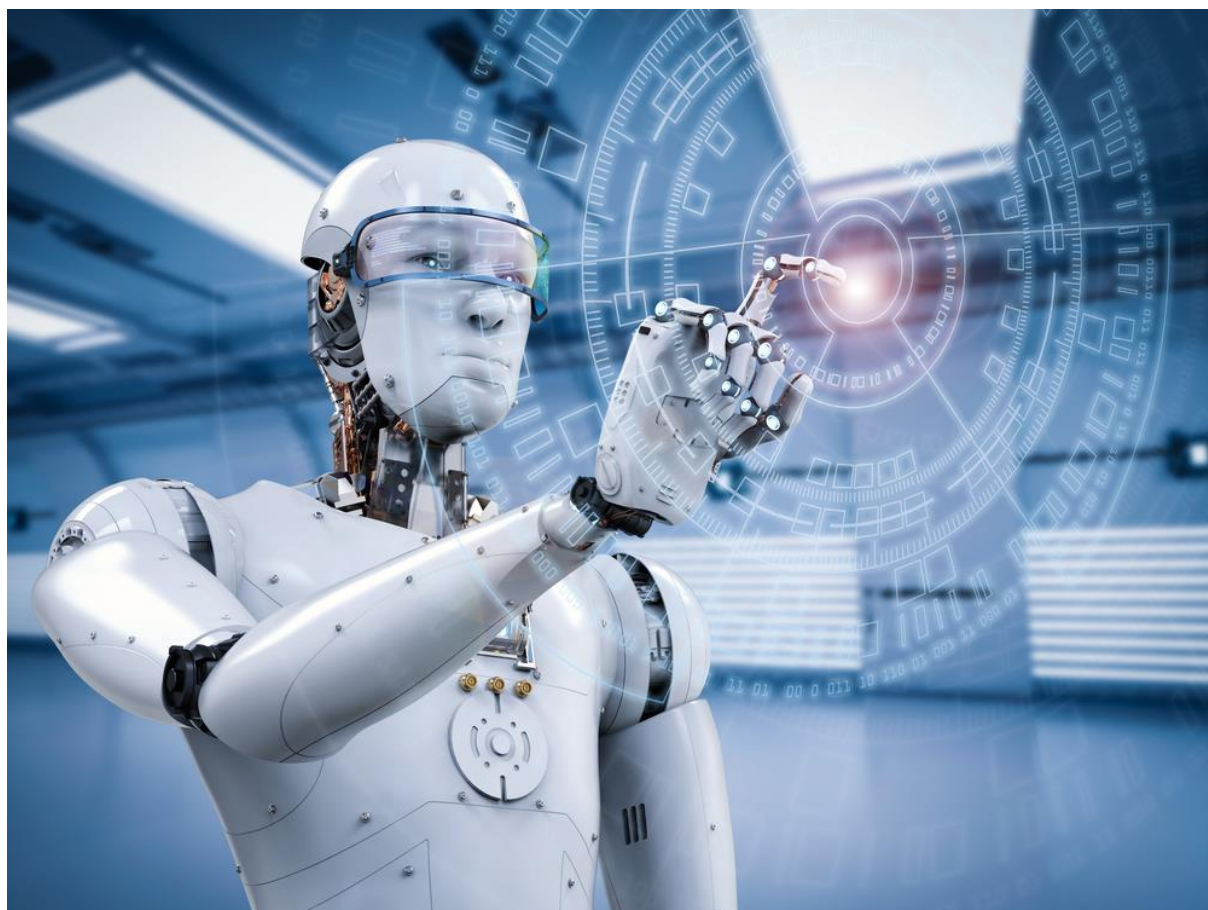
Water Intelligence. (2019). Using AI to diagnose water consumption patterns. Retrieved from <https://wint.ai/using-ai-to-diagnose-water-consumption-patterns/>

WHO (World Health Organization); UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund). (2015). Progress on Sanitation and Drinking Water - 2015 Update and MDG Assessment. World Health Organization, 90. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Wiljer, D., & Hakim, Z. (2019). Developing an Artificial Intelligence-Enabled Health Care Practice: Rewiring Health Care Professions for Better Care. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, 50(4), S8–S14. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2019.09.010>



Zarfl, C., Lumsdon, A. E., Berlekamp, J., Tydecks, L., & Tockner, K. (2015). A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*, 77(1), 161–170.  
<https://doi.org/10.1007/s00027-014-0377-020>



**GENELGE****Cumhurbaşkanlığından:****Konu:** Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi  
ve Eylem Planı**GENELGE****2019/29**

Şehirlerin küresel olarak birbirine bağlı bir ekonomide rekabet etme ve kent sakinlerinin refahını sürdürülebilir bir şekilde sağlayabilme ihtiyacı ülkeleri ve şehirleri yeni teknoloji ve yenilikçi yaklaşımları değerlendirmeye yönlendirmektedir. Bu durum şehir çözümlerinin bütüncül ve sistematik olarak ele alınması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Çevre, ulaşım, enerji, sağlık, altyapı ve insan gibi şehirlerin tüm unsurlarının ilişkilerini her açıdan inceleyerek kentsel hizmetlerin bu unsurlara olan yansımalarında bilgiden faydalanmak ve hizmet sunum yöntemlerini bu çerçevede değerlendirmek gerekmektedir. Bu kapsamda akıllı şehir yaklaşımı şehirlerin yaşanabilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlayan, sosyal yaşamı geliştiren, insan hayatına değer katan ve maksimum enerji etkinliği sağlayan çözümler üretmektedir.

Şehirlerimizde hizmet kalitesi ve verimliliğin artması ile bugünün sorunlarına çareler üretilirken gelecekte muhtemel sorunlar oluşmadan gerekli önlemlerin alınması ve planlamanın bu doğrultuda yapılması sağlanmalıdır. Şehirlerimizin geleceğinin şekillendirilmesi için yapılacak öngörüler insan odaklı, doğal hayata ve tarihi mirasa saygılı bir şekilde, teknolojiden azami ölçüde faydalanarak toplumun refahını temin etmek mecburiyetindedir.

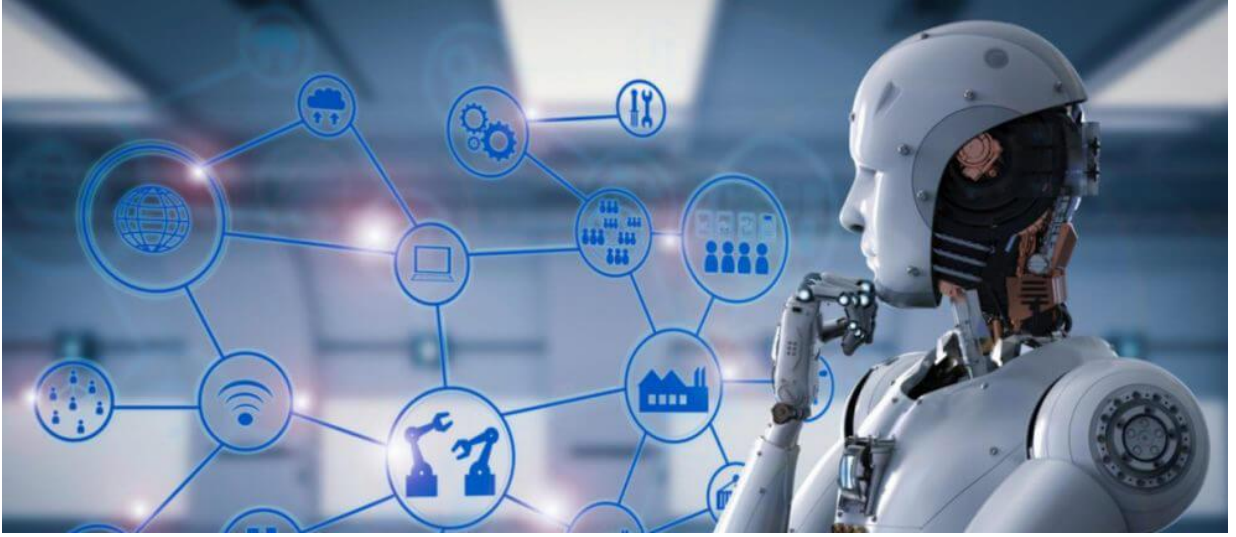
Bu çerçevede, şehirlerimizde yeni vizyonları hayata geçirecek ve vatandaşların kent yönetimine katılımlarını artıracak olan akıllı şehir uygulamaları ile yeni çalışma yöntemlerinin temellerinin atılması amacıyla üst politika ve stratejiler doğrultusunda 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda hazırlanmış olup [www.akillisehirler.gov.tr](http://www.akillisehirler.gov.tr) adresinde yayımlanacaktır.

2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı; kamu kurum ve kuruluşları ile yerel yönetimler, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerin dahil olduğu ortak akıl ve bilimsel bakış açısı ile şekillenen, ulusal katmanda hazırlanan Türkiye'nin ilk, dünyanın dördüncü akıllı şehir stratejisi ve eylem planıdır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile kamu kurum ve kuruluşlarından yerel yönetimlere, şehrin tüm unsurları ile birlikte koordinasyon içerisinde, vatandaşlara sunulan hizmetlerde bütünlüğün sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca kaynakların doğru bir şekilde tahsis edilmesi, kamu kurumlarıyla vatandaşlar arasındaki mesafenin azaltılması ve sunulan hizmetlerde vatandaş memnuniyetinin artırılması sağlanacaktır.

Akıllı şehirler alanında müşterek çalışma kabiliyetinin kurumsal sorumluluklar dâhilinde geliştirilmesi ve akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda getirilen bütüncül bakış açısının hayata geçirilebilmesi, doğru proje ve faaliyetlerin sorumlularınca uygulanması ile güvence altına alınacaktır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının koordinasyonunda, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamı dâhilindeki tüm kamu kurum ve kuruluşlarının üzerine düşen görev ve sorumlulukları yerine getirmesi hususunda gereğini rica ederim.

23 Aralık 2019

**Recep Tayyip ERDOĞAN**  
CUMHURBAŞKANI



## SU POLİTİKALARI DERNEĞİ

Kavaklıdere Mah. Güfte Cad. No: 8 /9 06680 ÇANKAYA/ANKARA

TEL: +90 312 417 00 41 FAKS: +90 312 417 60 67 [www.supolitikalariderneği.org](http://www.supolitikalariderneği.org)