

# Akıllı Çevre Uygulama Rehber Kılavuzu

Prof. Dr. Hüseyin Selçuk

Arş. Gör. A. Elif Ateş  
Dr. Burak Yüzer

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Çevre Mühendisliği Bölümü



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

# Akıllı Şehir

Akıllı şehir, akıllı çevreyi korumak, kullanmak ve geliştirmek için akıllı toplulukların potansiyel kültürel kaynaklarını oluşturarak “Çevresel Dünya” görüşüne uygun şehir modelleri sunan sistemdir. Bununla birlikte akıllı şehirlerde akıllı çevrenin tasarımı ve protokolü herkese açıktır ve onu hayatın her saniyesinde, şehirlerin ekosistem temelli bilgi tabanı ve kültür sistemi tarafından kullanılabilmesini sağlamaktadır.

## 06. Akıllı Hareketlilik

- Verimli ulaşım sistemleri
- Yaya için kullanışlı çevre
- İnsanların, ürünlerin ve araçların hareketini yönetmek için gerçek zamanlı trafik kontrol sistemleri

## 05. Akıllı Yönetim

- Birbirine bağlı kurumlar
- Topluluğun düzenlenmiş hizmetlere erişimi
- Çevrimiçi hükümet/ belediye hizmetleri

## 04. Akıllı Yaşam

- Kaliteli sağlık hizmetlerine erişim (e-sağlık, uzaktan sağlık bakımı dahil), elektronik sağlık kayıtları yönetimi
- Ev otomasyonu, akıllı ev ve akıllı bina hizmetleri
- Yüksek kaliteli açık alanlara ve sosyal hizmetlere erişim



## 01. Akıllı Ekonomi

- Bölgesel küresel rekabet gücü
- İnovasyonu ve girişimciliği destekleyen, yenilikçiliği destekleyen merkezler
- İşetmeler için yüksek kaliteli geniş bant
- Elektronik işletme prosesleri (e-bankacılık, e-ticaret)

## 02. Akıllı İnsan

- Gerçek zamanlı şehir bilgilerine erişimi olan vatandaşlar
- Bağlı ve katılımcı topluluk
- Uzaktan eğitim

## 03. Akıllı Çevre

- Çevresel sürdürülebilirlik
- Teknolojik inovasyonlarla enerji tüketiminin azaltılması

# AKILLI ŞEHİR



Politika  
Yönetimi

Yönetişim

İş  
Yönetimi

İletişim  
Teknolojileri

Coğrafi Bilgi  
Sistemleri

Akıllı Mekân  
Yönetimi

Akıllı  
Ulaşım

Akıllı  
Enerji

Akıllı  
Ekonomi

Akıllı  
Yapılar

Akıllı  
Sağlık

Akıllı  
İnsan

Akıllı  
Çevre

Bilgi  
Teknolojileri

Bilgi  
Güvenliği

Afet ve  
Acil Durum  
Yönetimi

Akıllı  
Yönetişim

Akıllı  
Güvenlik

Akıllı  
Altyapı

Strateji  
Yönetimi

Hizmet  
Yönetimi

## Akıllı Çevre

- BİT desteği ile çevre ve doğanın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi
- Yeşil alanlar ve su kaynaklarının kontrol edilebilmesi
- Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kaynak yönetimi, akıllı enerji şebekeleri, mikro şebekeler,
- Akıllı sayaçlar,
- İleri hava ve su kirliliği izleme, denetimi-yönetimi sistemleri,
- Çevre dostu yeşil binalar, yeşil şehir planlaması,
- Enerji verimli akıllı sokak aydınlatmaları, katı atık yönetimi, akıllı su yönetim ve drenaj sistemlerini kapsamaktadır.

**En az doğal kaynak, En az enerji, En kirlenme, En az su kullanımı...BİT ile sağlanması**



# Akıllı Çevre

Akıllı çevre, kendini tanıma, haftanın 7 günü ve 24 saat nasıl işlediğini bilme ve halka tatmin edici bir yaşam tarzı için son kullanıcılara kadar gerçek zamanlı bilgiyi seçici bir şekilde ileten bilgi tabanlı bir ortamdır. Hizmetlerin sağlanması, kolay hareketlilik, enerjiyi, çevreyi ve diğer doğal kaynakları korumak ve ulusal ekonomik gerilemelerin olduğu bir zamanda bile enerjik yüz yüze topluluklar ve canlı bir kentsel ekonomi yaratmaktadır.

## Çevreyi akıllı çevreye dönüştürme planı

*Sensör ağlarından bilgi toplama/yayma*

*Akıllı cihazlarla geliştirilmiş hizmetler*

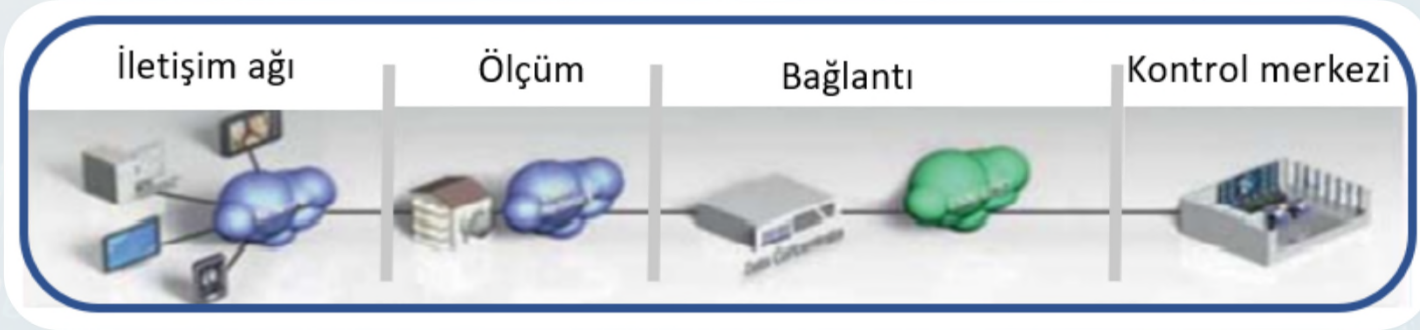
*Cihazlarla bağlı ortamların şemasını oluşturmak için cihaz iletişimi*

*Tahmin ve karar verme yeteneği*

*Cihazları kontrol etmek için cihazların uzaktan kontrolü*

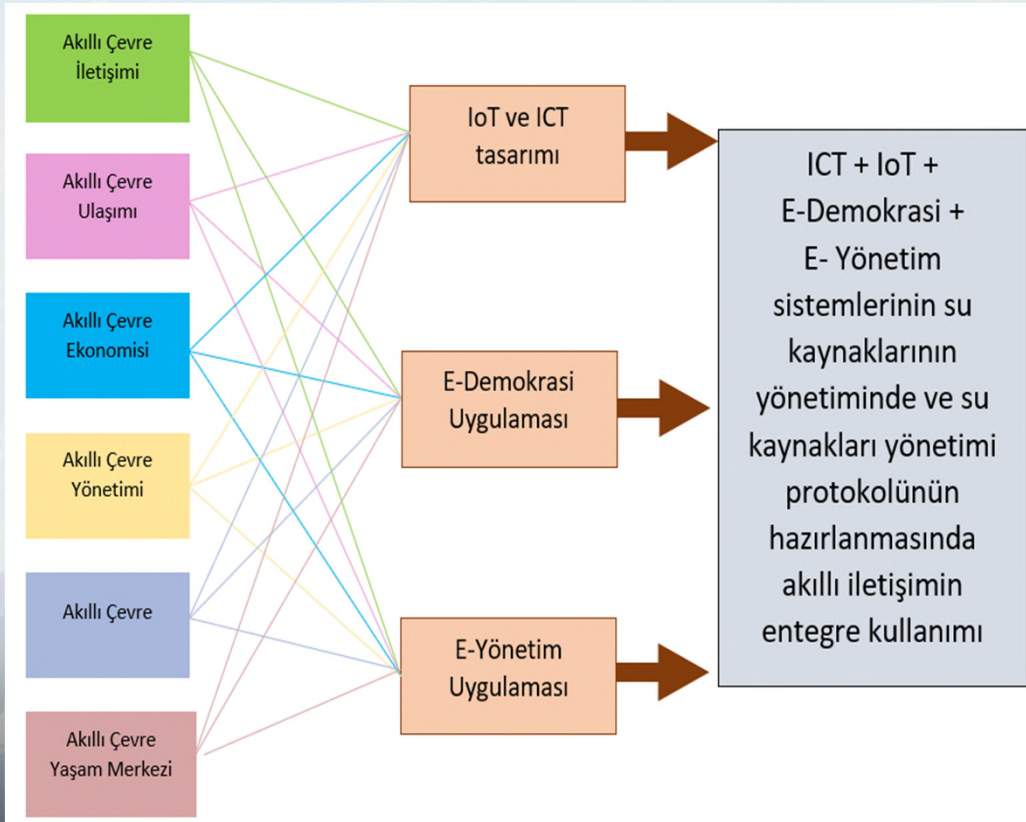
## Akıllı çevre için akıllı ölçüm kurulumu

Akıllı çevre, ortam yönetimi için veri üretmektedir. Çevre yönetimi için veri toplanması, akıllı ölçümle ilgili donanımla elde edilmektedir. Yalnızca iyi eğitilmiş bir akıllı topluluk, kullanıcı popülasyonunun karşılaştığı mevcut soruna göre uygun kararlar vermek için üretilen verileri kullanabilmektedir.



# IoT ve ICT, E-Demokrasi ve E-Yönetim sistemlerinin akıllı çevre yönetim metodolojisi

Çevre kaynak yönetişimi ve yönetimi, ihtiyaç duyan herhangi bir çevresel kaynağı alarak bunu başarmaktadır. Sistemin altı unsurunun tasarımı ve protokolü, ICT ve IoT sistemi, E-Demokrasi Sistemi ve E-Yönetim Sistemi olmak üzere üç bakış açısından geliştirilmelidir ve her bir konu, altı unsurun tümü için tasarım ve protokolü araştırılmalıdır.

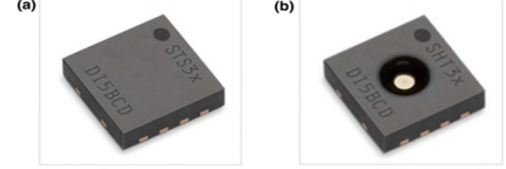




# Akıllı Çevrenin İzlenmesinde Kritik Parametreler

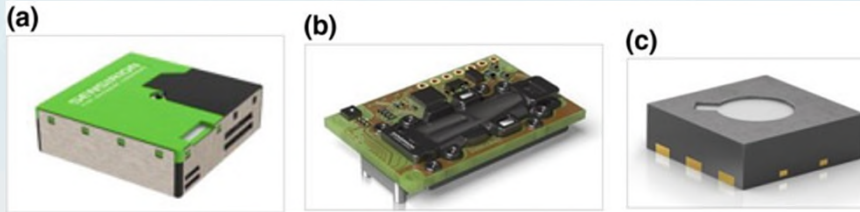
**Ortam Sıcaklığı ve Nemlilik;** Bir insanın konfor seviyesi, sağlığı ve iş verimliliği ile sonuçlanmaktadır. Genel olarak, sıcaklığın  $\sim 19,5-20,5^{\circ}\text{C}$  aralığında ve nemin  $\sim\%25-80$  RH aralığında tutulması önerilir.

**Titreşim ve Akustik Gürültü;** Sismik bölgelerde ve/veya tepelik alanlarda kurulan şehirler için titreşim, güvenlik açısından çok önemli bir parametredir. Daha büyük genlikli yer titreşim ölçümleri depremlere neden olabilir ve vatandaşlarda yaşam tehdidi yayabilir. Ayrıca tipik klimalı ofislerde işitsel konfor için nötr ses basıncı seviyesinin 45-70 dB aralığında ve ortalama 57.5 dB'de olmalıdır.



**Akıllı Çevre İzlemede kullanılan sensörler,**  
a.)sıcaklık sensörü,  
b.)nem sensörü,  
c.)titreşim ve akustik gürültü sensörü

**Hava Kalitesi;** Düşük kaliteli hava solumak, vatandaşların sağlığını hızla etkileyeceğinden tüm şehir sağlık tehlikelerine veya ciddi hastalıklara maruz kalma riskini taşımaktadır. Hava kalitesinin belirlenmesi için Partikül Madde (PM), Uçucu Organik Bileşikler (Volatile Organic Carbons-VOC'ler) ve Karbondioksit içerikleri izlenmektedir.



a.) Partikül madde sensörü, b.) CO<sub>2</sub> sensörü and c.) gaz sensörü

**Su Kalitesi;** Kirlenmiş su tüketimi vatandaşların sağlığı üzerinde ciddi ve olumsuz etkiler yaratabilir ve su kaynaklı bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olabilir. Su kalitesinin sağlanması için pH, iletkenlik, toplam çözünmüş katılar (Total Dissolved Solid-TDS), toplam askıda katı madde (Total Suspended Solid- TSS) gibi katı konsantrasyonlar ve bulanıklık gibi fiziksel parametreler gibi kimyasal parametreler esas olarak izlenmelidir.



→ Su kalitesi sensörü

# Akıllı Çevre Teknolojileri: HAN-BAS, WSN ve IoT

## **HAN-BAS**

Ev Alan Ağı (Home Area Network-HAN), bir evin veya binanın tesislerinde bulunan, cihazların birbirleriyle iletişim kurmasını ve dışarıdan gönderilen sinyallere (yani fiyat, kapasite kullanımı, programlama bilgileri vb.) dinamik olarak yanıt vermesini sağlayan ağdır. Bu tür bir ağ, düşük veri hızı gereksinimleri ile karakterize edilebilir ve enerji sayacı için gerekli iletişim altyapısını sağlamaktadır.

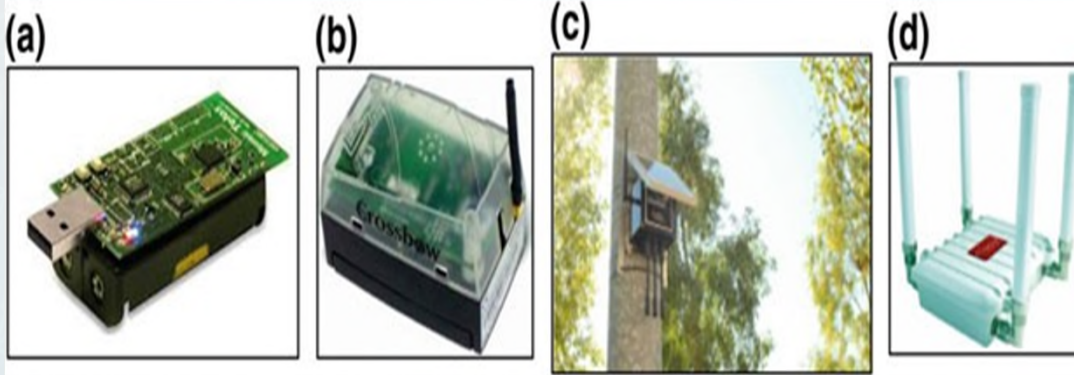
Bina Otomasyon Sistemi (Building Automation System-BAS), bir binanın merkezi kontrol sistemi tarafından sağlanan çeşitli işlevleri içeren bir veri toplama ve kontrol sistemidir. Modern BAS, optimize edilmiş enerji kullanımı, güvenlik, bilgi, iletişim ve eğlence tesisleri oluşturmak için bir binadaki aydınlatmayı, iç iklimi ve diğer sistemleri izlemek ve kontrol etmek için tasarlanmış, bilgisayarlı, akıllı bir elektronik cihaz ağıdır. BAS, binanın enerji tüketimini azaltır ve böylece kontrolsüz bir binaya kıyasla işletim ve bakım maliyetlerini düşürmektedir. BAS temel işlevi, bina iklimini belirli bir aralıkta tutar, doluluk planına göre odalara ışık sağlar, tüm sistemlerdeki performansı ve cihaz arızalarını izler ve bina bakım personeline arıza alarmları sağlar. BAS ile donatılmış bir bina genellikle "Akıllı Bina" olarak adlandırılır.





## WSN

Kablosuz Sensör Ağı (Wireless Sensor Network-WSN), ortamın fiziksel koşullarını izlemek, kaydetmek ve toplanan verileri merkezi bir konumda düzenlemek için uzamsal olarak dağılmış ve ayrılmış bir grup sensör anlamına gelmektedir. WSN'ler sıcaklık, nem, titreşim, ses, kirlilik seviyeleri, rüzgar vb. gibi çevresel koşulları ölçmektedir.



a.)WSN parçası, b.) korumalık içerisinde WSN parçası c.) güneş enerjisiyle çalışan WSN ve d.) kablosuz veri toplama yapısı












## IoT

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things -IoT) fiziksel cihazların, araçların, ev aletlerinin ve gömülü elektronik, yazılım, sensör, aktüatör ve bağlantıya sahip diğer öğelerin ağı olarak tanımlanır; fiziksel dünyanın bilgisayar tabanlı sistemlere entegrasyonu, verimlilik iyileştirmeleri, ekonomik faydalar ve azaltılmış insan müdahalesi ile sonuçlanır. IoT cihazlarının ana özelliği, internet üzerinden erişilebilir-değiştirilebilir olmaları ve iyi gecikme performansına sahip yüksek güvenilirlikli veri iletişimleri nedeniyle daha az güç tüketmeleridir.



IoT sisteminde sensörden akuatöre veri akışı

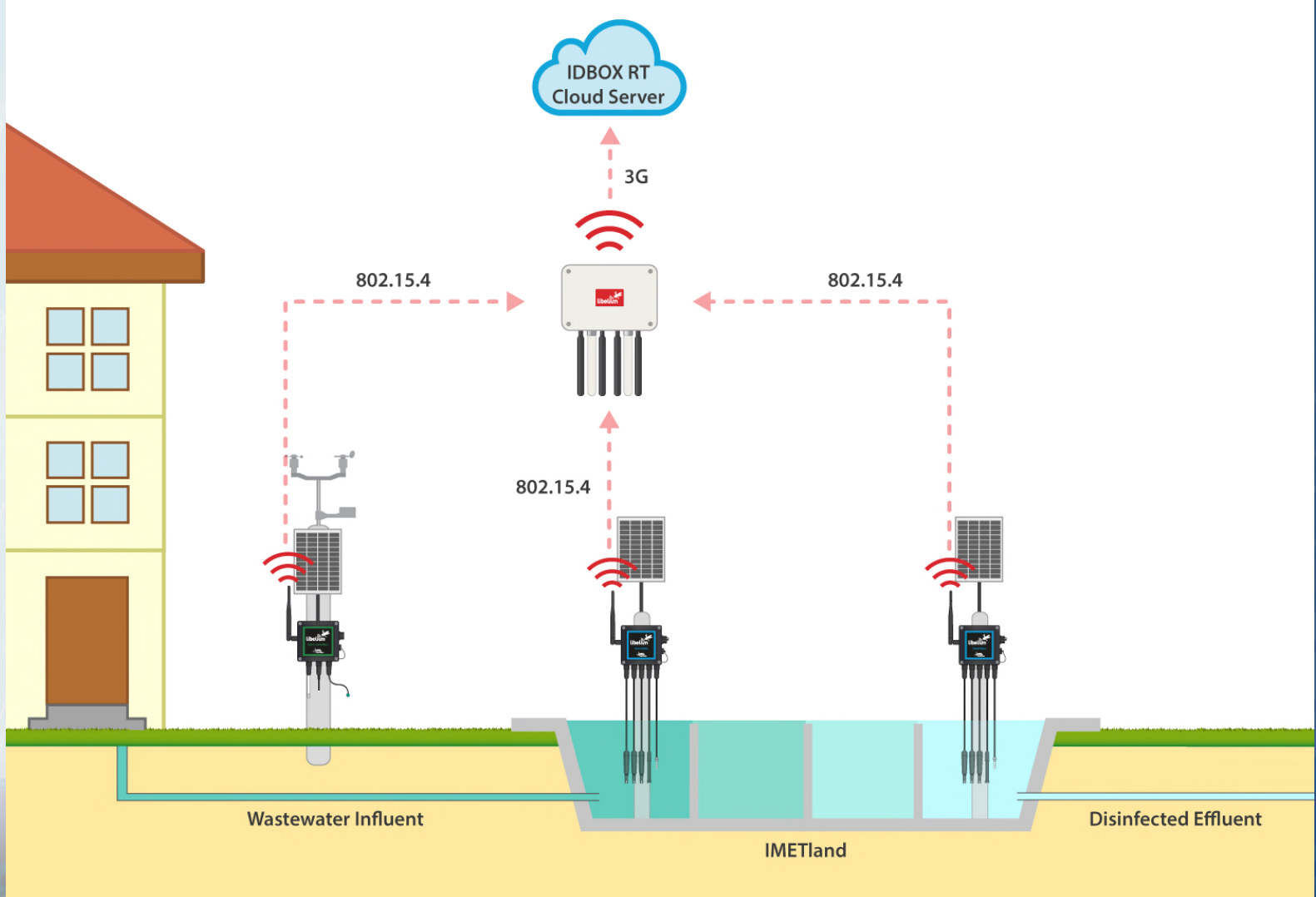
# Akıllı çevre uygulamalarında kullanılan farklı IoT cihazların kullanım örnekleri

Cihaz	Tanımı	Örnek
	<b>İnsan</b> İnsan vücuduna takılı cihazlar	İnsan sağlığını izlemek ve sürdürmek için cihazlar (giyilebilir ve yutulabilir); hastalık yönetimi, artan zindelik, daha yüksek verimlilik
	<b>Ev</b> Apartmanlar ve daireler	Ev kontrol ve güvenlik sistemleri
	<b>Perakende</b> Tüketicilerin ticaretle uğraştığı yerler	Mağazalar, bankalar, restaurantlar satış kontrolü
	<b>Ofisler</b> Çalışma alanları	Tüketiciler düşünür ve satın alır; kendi kendine ödeme, mağaza içi teklifler, envanter optimizasyonu
	<b>Fabrikalar</b> Standartlaştırılmış üretim ortamı	Ofislerde enerji yönetimi ve güvenlik; geliştirilmiş üretim ve hareketli çalışanların iletişimi
	<b>Şantiyeler</b> Özel üretim ortamı	Madencilik, petrol ve inşaat; verimlilik kontrolü, tahmine dayalı üretim, çalışanların sağlık ve güvenlik takibi
	<b>Araçlar</b> Hareketli araçların içindeki sistemler	Araba, kamyon, gemi, uçak ve tren; koşul bazlı bakım, kullanıma dayalı tasarım, satış öncesi analiz
	<b>Şehirler</b> Kentsel ortam	Kentsel ortamda kamusal alanlar ve altyapı; uyarlanabilir trafik kontrolü, akıllı sayaçlar, çevresel izleme, kaynak yönetimi
	<b>Şehir Dışı</b> Şehirler arası ortam	Dış kullanımlar arasında demiryolu yolları, otonom araçlar, uçuş navigasyonu; gerçek zamanlı yönlendirme, bağlantılı navigasyon, gönderi takibi

# Akıllı ev



# Akıllı su kirliliği izleme, akıllı arıtma tesisi ve akıllı atıksu yönetimi

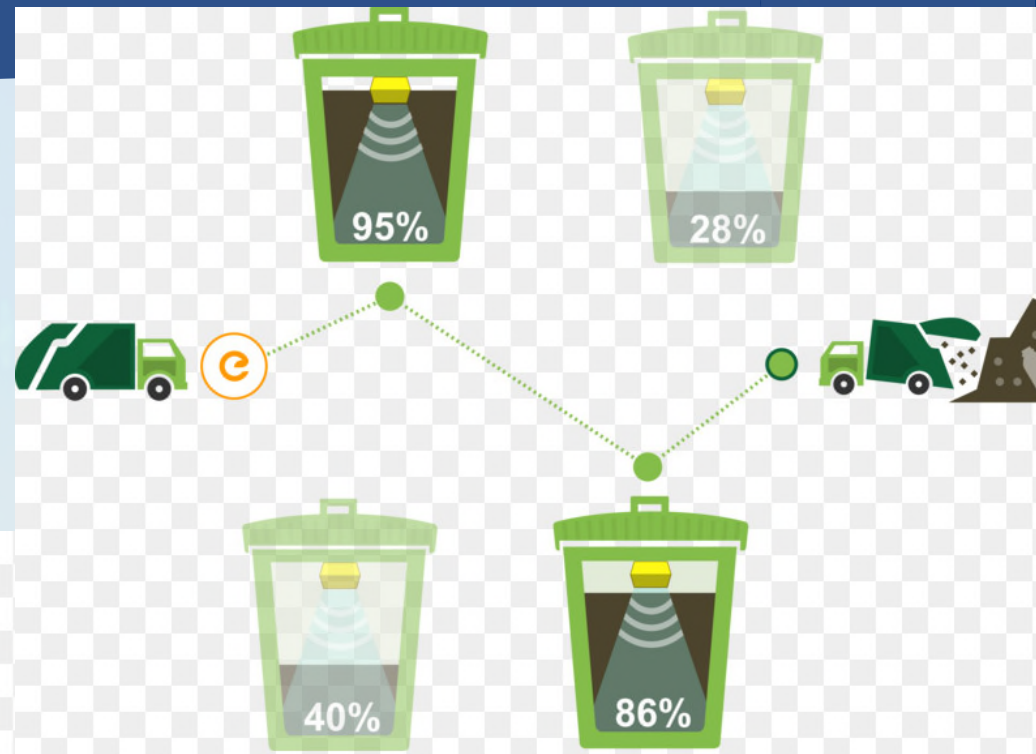




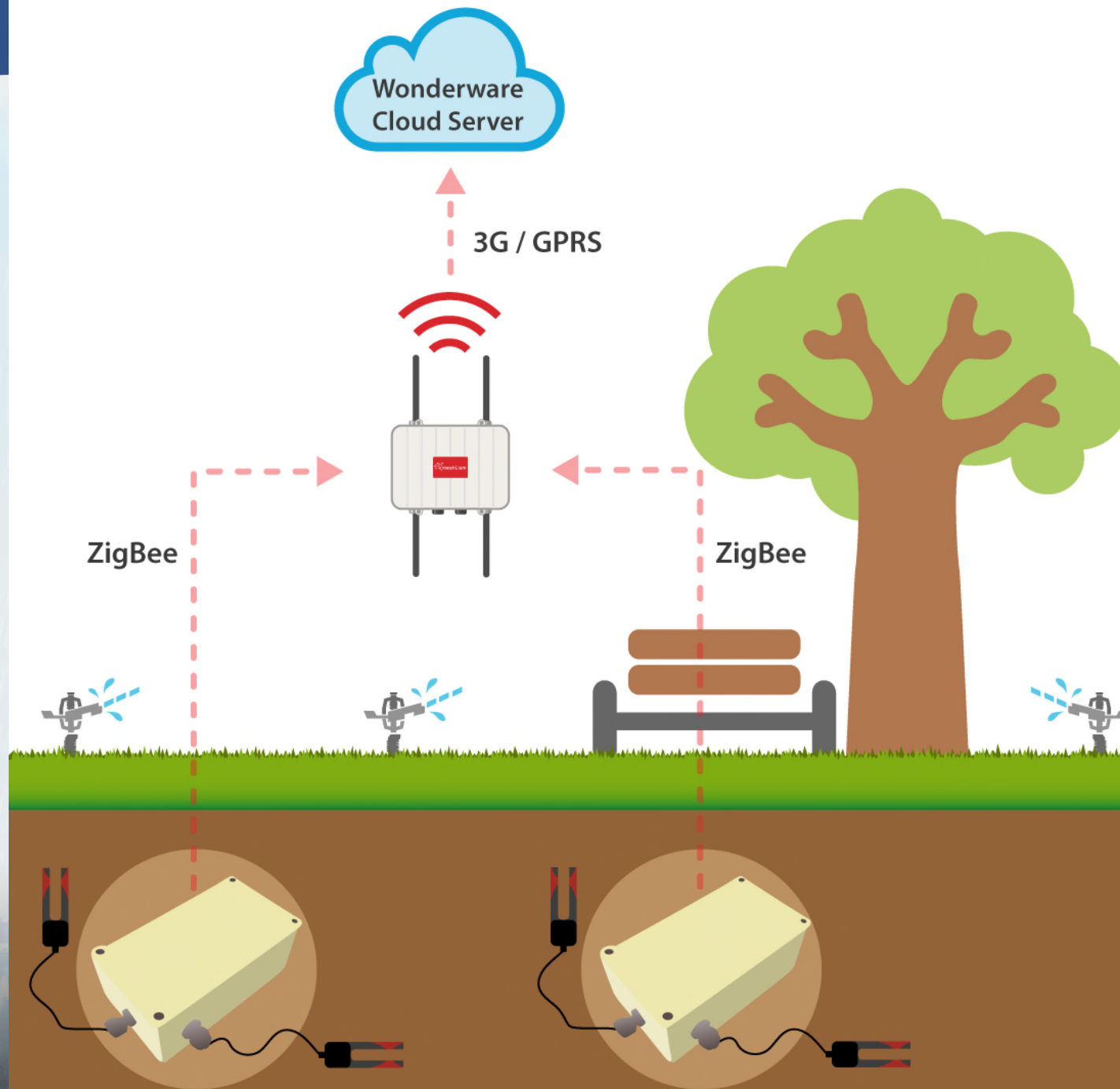
# Akıllı bina



# Akıllı katı atık yönetimi



# Akıllı sulama



# Akıllı Çevre Uluslararası Uygulamalar

## Hong Kong

Proje konusu Potansiyel proje

**Yeşil ve akıllı binalar** İnşaat ve bakımda yeşil ve akıllı binaların teşvik edilmesi

**Akıllı enerji** Enerji kullanımının uzaktan izlenmesine izin vermek için çeşitli sensörleri, sayaçları ve cihazları birbirine bağlayarak daha iyi enerji yönetimi ve kullanıcıların kendi enerji taleplerini yönetmeleri ve en yoğun enerji kullanım saatlerini değiştirmeleri için elektrik şebekesini akıllı teknolojiyle geliştirmek.

**Akıllı atık yönetimi** Düzenli depolama sapmasını en üst düzeye çıkarmak ve geri dönüşümü artırmak ve genel atık yönetimi süreçlerinde verimliliği artırmak için Hong Kong'un atık yönetimi uygulamalarını iyileştirerek atık değerinden yararlanmak

**Kirlilik yönetimi** Kirliliği izlemek ve azaltmak için uzaktan algılama teknolojisini kullanarak kirlilik yönetimini geliştirmek

**LED aydınlatma** Ticari ortamlarda enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, örn. neon tabelalarda ve ışıklı tabelalarda



## Yeşil Güverte Projesi

Çevre konusu	Potansiyel girişim
Hava Kalitesi	GD durumunda, PM10 konsantrasyonu ve kanserojen bileşikler, yeşil güverte dışı durumda ölçülen değerden daha düşük veya daha iyi durumda olacaktır.
Gürültü	Gürültü azaltma önlemi olarak panjurların mikro delikli ses emiciler ve güçlü ses emicilerle birlikte kullanılması önerilmektedir.
Sıcaklık ve termal konfor	Merkezden park sınırına doğru sıcaklıkların 1°C arttığını göstermektedir. Termal ortamın konforu ve kabul edilebilirliği gözlemlendi, aynı şekilde morbidite ve morbiditenin azalmasının faydaları ile artan üretkenlik ve rekreasyonel değer olarak gözlemlenmiştir.
Yenilenebilir enerji	Güverteyle birlikte geliştirilen diğer binaların çatılarına veya cephelerine PV kurulumuna izin verilirse, "net sıfır enerji tüketimi" güvertesi olacaktır; ancak, güvertede yeşil alanlar ve diğer tesisler nedeniyle girişim sınırlıdır.
Solar PV kaplama	Güneş enerjisi üretimi için daha olası alanları keşfetmek için, her gün çok fazla güneş ışığı alan kaldırımlara ve bisiklet yollarına monte edilmek üzere yürünebilir solar PV yer karosu önerilmiştir.
Geri dönüştürülmüş materyaller	GD'nin inşası ile yaklaşık 143 ton atık camın geri dönüştürülebileceği, mimari bir cam şap (harç) ile kaplandığı ve ince bir foto-katalizör tabakası ile kaplandığı belirtilmiştir.
3D mekansal analiz	Çevresel etkisini en aza indirirken artan nüfus akışını karşılamak için yaşam ve çalışma alanlarını arttırmak için yakın alandaki binalarda küçük bir Arazi Oranı / Bina Yüksekliği gevşemesi potansiyeli olduğu belirtilmektedir.



# Dubai



## Akıllı Dubai IoT uygulaması yol haritası

## **Dubai Silicon Oasis (DSO)**

Yeşil çatı fikri, 2000 m<sup>2</sup>'lik DSO Genel Merkez binalarından başlayarak 2800 m<sup>2</sup>'ye yükselmiştir. Yeşil duvar kaplaması yaklaşık 350 m<sup>2</sup>'dir. Bu girişimler, kentsel ekolojik habitatların yaratılmasına, binaların termal yükünün azaltılmasına ve dolayısıyla ısı ve soğutma maliyetlerinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca CO<sub>2</sub> emisyonlarının düşürülmesine, daha az yansayan alan nedeniyle ısı adası etkisinin azaltılmasına, yağmur suyu toplama sistemi aracılığıyla yağmur suyu kullanımına ve yerel hidrolojik döngüyü yeniden şarj etmeye olanak sağlamaktadır. Ek olarak, yeşil çatı hava arıtma tesisi göreviyle etkili kirlilik filtreleridir, gürültüyü azaltmaya yardımcı olmaktadır, yapraklar evapotranspirasyon yoluyla nemlendirmeye katkıda bulunmaktadır.



a.



b.

Dubai Silicon Oasis'te a.) yeşil duvar, b.) yeşil çatı örnekleri



**Akıllı Otopark:** IoT projesi, ücretsiz park alanlarının aranmasını kolaylaştırmak için LoRaWAN iletişimi kullanılarak yol yüzeyinde park etmek için gerçekleştirilmiştir. Park sensörü, 3 yıl süren düşük güç tüketir, yüksek sıcaklığa dayanıklı, daha küçük, doğru, güvenilir ve daha hızlı algılama sağlamaktadır. Kullanılan sensörler ucuzdur ve kurulumu kolaydır. Park sensörü bağlantılarının toplanan veriler, LoRaWAN baz istasyonu kullanılarak verilerin görselleştirildiği, analiz edildiği ve akıllı şehir hizmetlerine dönüştürüldüğü bir bulut platformuna iletilmektedir.

**Akıllı Sokak Işık direkleri:** Akıllı sokak lambaları, araçlara ve yayalara yaklaşıp tam güçle tetiklenene kadar %25'lik normal bir görünürlük sağlayacak şekilde programlanmıştır. Bu, enerji maliyetlerini %35, bakım maliyetlerini %42, karbon emisyonunu azaltır ve elektrik ampullerinin ömrünü uzatır. Akıllı direkler güneş enerjisiyle çalışır ve bir kamera, reklam işaretleri için dijital ekran, SOS iletişim düğmesi, WIFI bağlantısı, IoT ağ geçidi, CO<sub>2</sub> monitörü, rüzgar yönü, nem ve sıcaklık göstergesi ve rapor bakım programı ile donatılmıştır.







**Akıllı Sulama:** Yenilikçi sistem şu anda 3000'den fazla palmiye ağacını ve tüm yeşil alanların yarısını kaplayan 70.000 m<sup>2</sup> peyzajlı alanı sulamaktadır. Bu sistem sulama suyu tüketim seviyelerini %30-40 ve işletme maliyetlerini %55 azaltmıştır. DSO, bu sistemi 2020 yılına kadar 950.000 m<sup>2</sup>'lik tüm yeşil alanlarda uygulamayı hedeflemektedir.

**Akıllı Atık Yönetimi:** 2014 yılında tanıtılan IoT seviye sensörleri, atık seviyesini ölçmek için 130 çöp kutusuna yerleştirilmiştir. Kamyonların yalnızca çöp kutuları doluyken ziyaret etmesi gerekir, böylece atıkları toplamak için yolculuklar azaltılmaktadır. Bu teknoloji, işletme maliyetlerini neredeyse %65 oranında düşürmüştür ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olmuştur.

**Akıllı aydınlatma:** Gelenekselin LED ışıklarla değiştirilmesi, güç tüketimini %23 oranında azaltmıştır. Ampuller, karbon emisyonlarını düşürmektedir ve ışıkların bakıma ihtiyacı olduğunda akıllı altyapı uyarıları vermektedir.



## ***Dubai Belediyesi'nde Akıllı Çevre Girişimleri (DM)***

**Akıllı Hava Kalitesi İstasyonları:** Dubai Belediyesi endüstriyel, ticari ve yerleşim bölgelerinin yanı sıra ana yollardaki çeşitli kentsel kullanımları kapsayan farklı yerlerde hava ve su kalitesini izlemek için 13 akıllı istasyon kurmuştur. Bu istasyonlar, enerji üretimi, ulaşım sektörü ve endüstriyel sektör gibi çeşitli sektörlerden kaynaklanan her türlü hava kirletici emisyonunu izlemek ve kontrol etmeyi sağlamaktadır. Hedef, 2015'teki temiz hava kalitesini %88'den 2021'de %90 çıkarmaktır.

**Mobil Hava Kalitesi İzleme Kamyonu:** Mobil hava kalitesi izleme istasyonu, yapay zeka sistemleri ve araçlarıyla donatılmış son teknoloji bir kamyondur. İstasyonun tepesinde bulunan güneş panellerinin ürettiği enerjiyle çalıştırılan Euro5 standartlarındaki bu kamyon, bacalardan nitrojen dahil kirletici elementlerin örneklerini alacak olan 100 metrelik spiral bir boru bulunmaktadır. Ayrıca 75 bileşen, toksik kirletici, koku bileşenlerini ve ayrıca radyoaktivite, gürültü ve meteorolojik veri seviyelerini izlemek için sensörlere sahiptir. İstasyon ayrıca 20 sensörle donatılmıştır ve küresel ısınmaya neden olan sera gazlarını izleyebilmektedir.

Mobil Hava Kalitesi  
İzleme Kamyonu



**Akıllı ve Sürdürülebilir Atık Yönetimi:** Dubai, 2017 yılında günlük 9781 ton evsel atık ve yıllık 3,57 milyon ton atık üretmektedir. 2021 yılında çöp sahalarına ulaşan atıkları %75 azaltmayı hedeflemektedir. Enerji ihtiyacının %100'ü için güneş enerjisi kullanan ve onu karbon nötr hale getiren 150 atık konteyneri kurmayı amaçlamaktadırlar. Özel tasarlanan atık konteyneri, ortalama bir çöp bidonundan altı ila sekiz kat daha fazla atık tutacak bir sıkıştırma özelliğine sahiptir. Hazneye takılan hacim sensörleri, atık belirli bir seviyeye ulaştığında sıkıştırmayı tetikler.



**Özel tasarlanmış akıllı atık konteyneri**

Dubai Belediyesi, tüm halka açık parkları ve tesisleri akıllı parklara dönüştürme sürecindedir. Parkı akıllı hale getirmek için neler yapılabileceğine dair hayal gücünü genişleten bir dizi yaratıcı yenilik ekleyen Mamzar Park havayı arındırmak için akıllı boya, güneş enerjisiyle çalışan atık geri dönüşüm kutusu, boşa giden atıkları algılayan sensörler, Wi-Fi şarj cihazına sahip akıllı banklar, nemli havayı içme suyuna dönüştüren ve yazın soğuyan akıllı vaha, kurtarma için akıllı dronlar, akıllı bant çocukları için izlemek, çocuklar için sanal gerçeklik eğitimi ve çeşitli olanaklardan yararlanmak için bir uygulama sağlamaktadır.



a.



b.



c.



d.

Mamzar Parka kurulan a.) akıllı vaha, b.) akıllı bank c.) akıllı konteynır, d.) çocuklar için akıllı bileklik

**Yeşil Bina:** Dubai, Yeşil bina girişimlerini önemli ölçüde desteklemektedir. Dubai Belediyesi, DEWA ve diğer bölgesel ajanslar yeşil yapı malzemelerinin kullanımını teşvik etmekte ve dereceli sertifikalar oluşturmuştur. Emirates Yeşil Bina Konseyi (EGBC), turizm endüstrisinde çevresel sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir operasyon alanında bir mükemmellik standardı olan yeşil anahtar sertifikasyonu için ulusal bir kuruluştur. Büyük ticari geliştiriciler, otelleri ve tatil köyleri için yeşil anahtar sertifikası almıştır. Dubai Belediyesi, web sitesinde yeşil bina yönergeleri yayınlanmış ve yeşil malzeme ve ekipmanların test edilmesi ve sertifikalandırılması için donanımlı Dubai Yeşil Laboratuvarı kurulmuştur.



**Emirates Yeşil Bina Konseyi (EGBC)**

**Akıllı Trafik Sinyalleri:** Dubai Yolları ve Ulaşım Otoritesi (RTA), trafik kontrol merkezine kesintisiz bir bağlantıyla 3G ve kablosuz sistemleri kullanarak 400 trafik ışığını bağlantılı sinyallere dönüştürülmüştür. Bu kablosuz bağlı sinyalleri yüksek kullanılabilirliğe, verimliliğe sahiptir ve kolayca korunabilmektedir. Trafik sinyali zamanlamasındaki gecikmeyi ortadan kaldırmıştır ve her sinyalin yanında hizmeti yürütmek için kablolar ve telefon hatları açısından yoğun bir altyapı gerektiren kablolu sinyallere göre düşük maliyetlidir.

**Akıllı Yaya Sinyalleri:** RTA ayrıca Dubai'deki bazı yoğun yaya geçitlerine 15 akıllı sinyal yerleştirmiştir ve 2019 için 10 tane daha planlanmıştır. Akıllı sinyal, aracın çalışmasıyla senkronize olan bir zemin optik sistemine bağlı sensörler tarafından tetiklenmektedir. Karşıdan karşıya geçmeden önce kaldırımdaki yaya trafiğini ve karşıya geçerken yaya yolunu okumaktadır. Daha fazla sayıda yaya için güvenli ve sorunsuz bir geçiş sağlamak için kalan sinyal süresini bu okumaya göre otomatik olarak ayarlamaktadır. Yaşlılar, kararlı kişiler ve daha yüksek geçiş süresine ihtiyaç duyan valizli veya bebek arabası olanlar gibi yayalar için özellikle faydalı bir sistem olmuştur.



**Dünyanın En Büyük Dikey Çiftliği:** Dubai Emirates Havayolları, Dubai Dünya Merkezi'nde ki Al Maktoum Uluslararası Havalimanı'nda 2.700 kg sebze üretmek için 147 m, 130.000 fit kare, 40 milyon \$'lık 900 dönümlük alana eş değer tarım arazisi olarak bir tesis kuracağını duyurmuştur. Dikey tarım, geleneksel çiftçiliğe göre önemli ölçüde daha az karbon ayak izine sahiptir ve yalnızca %0,003 alanla açık alanlara göre %99 daha az su kullanılmaktadır. Böcek ilacı içermeyen sebzeler üreten ilk dikey kapalı çiftlik olan Badia çiftliği gibi başka dikey çiftlikler bulunmaktadır. Aquaponics / Hydroponic tarım, kentsel çatı bahçesi, Biodome Seraları vb. gibi diğer kentsel tarım girişimleri kök salmaktadır.



## Dubai Emirates Havayolları dikey çiftlik

T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı



**Geri Dönüşüme Halkın Katılımı:** Çevre bilincini yaymak ve halkı geri dönüşüm konusunda teşvik etmek için Ters Otomat Makineleri (Reverse Vending Machines- RVM), Sharjah'ın çevre yönetimi şirketi Bee'ah tarafından yüksek yerlere yerleştirilmiştir. Geri dönüştürülebilir bir ürünü RVM'ye yatırarak, şanslı bir çekiliş için bir uygulama aracılığıyla taranabilen benzersiz bir kod içeren bir makbuz yazdırılmaktadır. Teşvik temelli bu yaklaşım, doğrusal bir tüketim modelinden sürdürülebilir bir gelecek için kaynak kurtarma modeline hızlanmaya yardımcı olmaktadır.



## Ters Otomat Makineleri



**Pnömatik Atık Toplama Sistemleri (PWCS):** Vakumlu atık toplamada dünya lideri olan İsveçli firmanın ürettiği bir ürün, Dubai'deki Jumeirah Beach Residence'ta (JBR) en uzun süredir devam eden PWCS sistemlerini uygulamıştır. İki ayrı sistem 2007'den beri çalışmakta ve 36 konut binası, dört otel ve 100'den fazla restorandan her gün toplamda 35 ton katı atık toplamaktadır. İnşaatin başlamasından neredeyse bir yıl sonra bir yenileme olarak JBR'de kurulan sistem, JBR'deki binalara kamyon erişiminin olmaması nedeniyle gerekli hale gelmiştir. Sistem, geleneksel çöp odalarına olan ihtiyacın ortadan kaldırılmasıyla sakinler için ek depolama alanı yaratmıştır. PWCS, atık toplama kamyonlarının her gün JBR'de harcadığı saat sayısını %90 azaltmış ve toplanmayı bekleyen yolun kenarındaki atık kutularının depolanmasını ortadan kaldırmıştır.



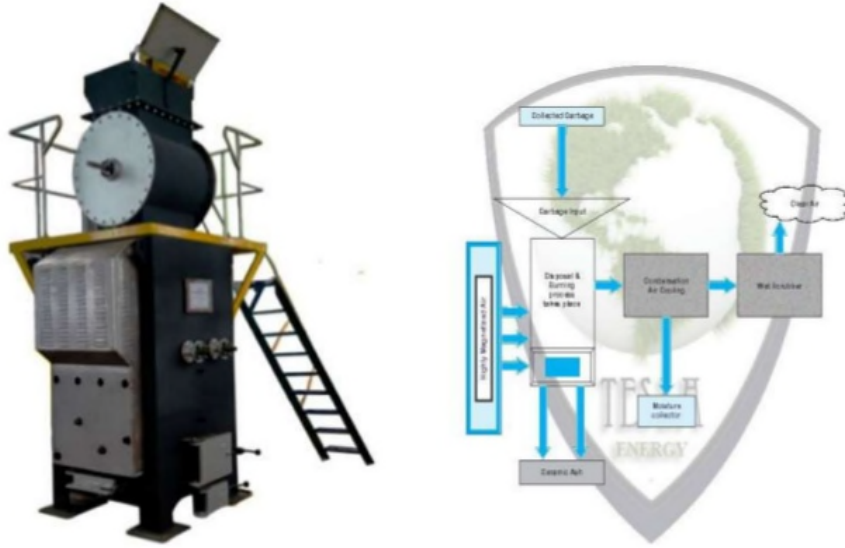
a.



b.

**Atık toplama sistemi a.) atık toplama cihazı b.) mobil uygulama**

**Atık Bertaraf Makinesi BlackHOLE:** Turistlerin atık sorununu çözmeye yardımcı olmak için Ladakh'a yerleştirilen bu makine, biyolojik olarak parçalanamayan atıkları, yolların ve evlerin inşaatında herhangi bir gereklilik olmaksızın kullanılabilir seramik külüne dönüştürmek için süper plazma ısı ayrıştırma teknolojisini kullanmaktadır. Günde 1 tona kadar çöp işleyebilir ve herhangi bir uzman tarafından çalıştırılabilir bir cihazdır.



### Solid Waste Disposal

Waste management services and production of energy from sustainable resources.

## Atık Bertaraf Makinesi BlackHOLE

T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

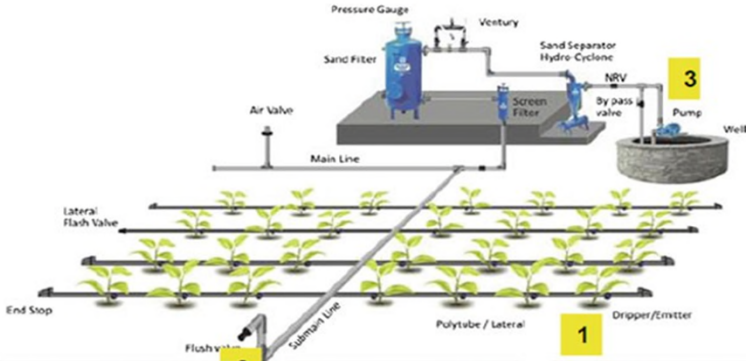


## Kozhikode

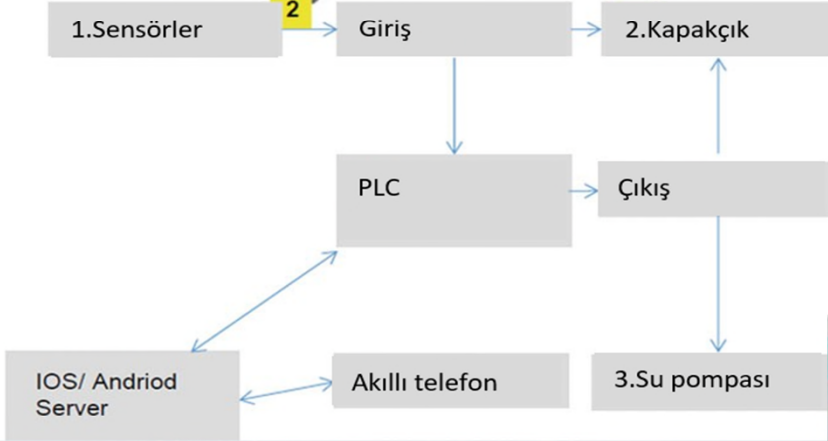
**Damla Sulama için IoT;** Damla sulamada su, bitki köklerine bir dizi boru, tüp ve valf aracılığıyla verilmektedir. Suyun bir alana odaklanmasını sağlayan emitörler ve pompalar tarafından kontrol edilmektedir. Ayrıca, buharlaşmayı ve akışı azaltıp ve su tasarrufuna katkıda bulunmaktadır. Damla sulama, toprak nem seviyesini kontrol etmek için sensörler ve aktüatörler eklenerek akıllı hale getirilebilir. Bu, genel su ihtiyacını daha da azaltmaya yardımcı olur aynı zamanda gerekli su nem seviyesini her zaman istenilen seviyede tutabilmektedir. IoT tabanlı sensörler, optimum miktarda sulama ve sulama zamanlamasına ulaşmak için kullanılabilen toprak nemini ve topraktaki besin maddelerini aktarabilmektedir.

Bu bilgiyi hava durumu tahminleriyle analiz etmek ve buna göre su kullanımını optimize etmek de mümkündür. Akıllı özellikler sayesinde kelimenin tam anlamıyla her yerden sıradan bir akıllı telefon aracılığıyla kontrol edilebilmektedir. Ayrıca çiftçilerin mahsullerini her zaman takip etmelerini sağlamaktadır. Bir diğer önemli husus, benzer çiftçilerden gelen bitkilerin büyümesini hemen mobil ekranda karşılaştırmak ve daha iyi büyüme için izledikleri gübreleme rejimi hakkında bilgi sahibi olmaktır.

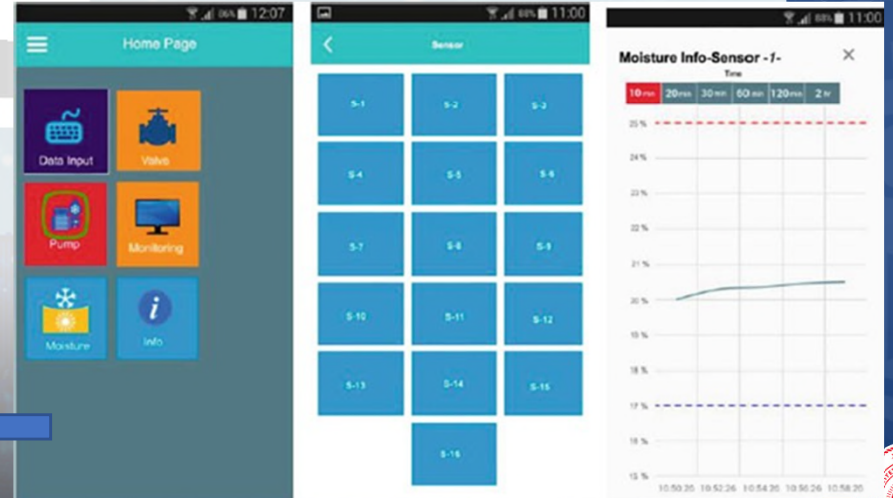




Damla sulama için IoT düzenlemesi

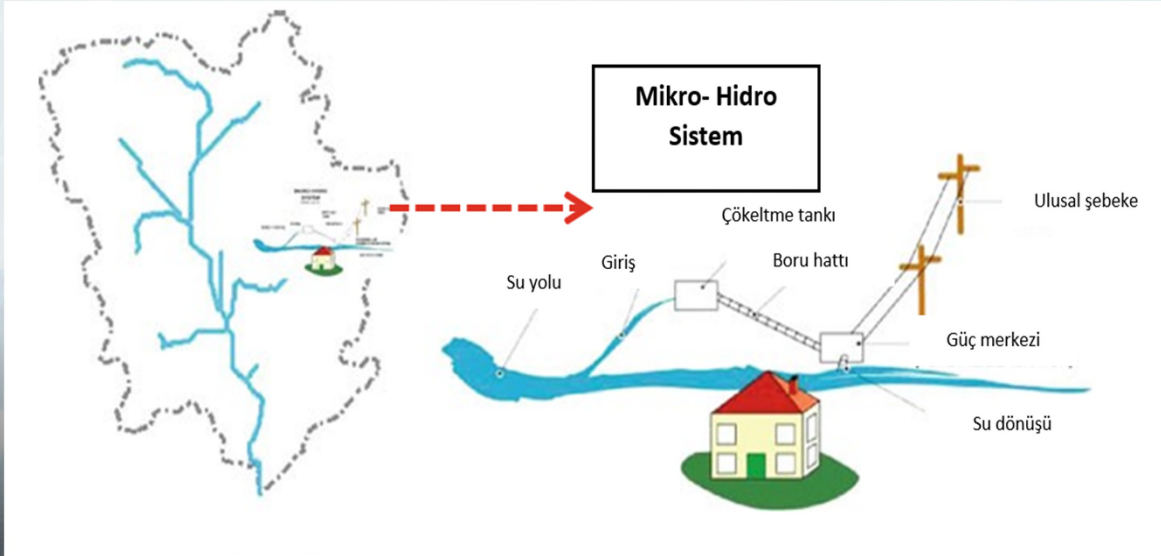


Akıllı damla sulama için arayüz

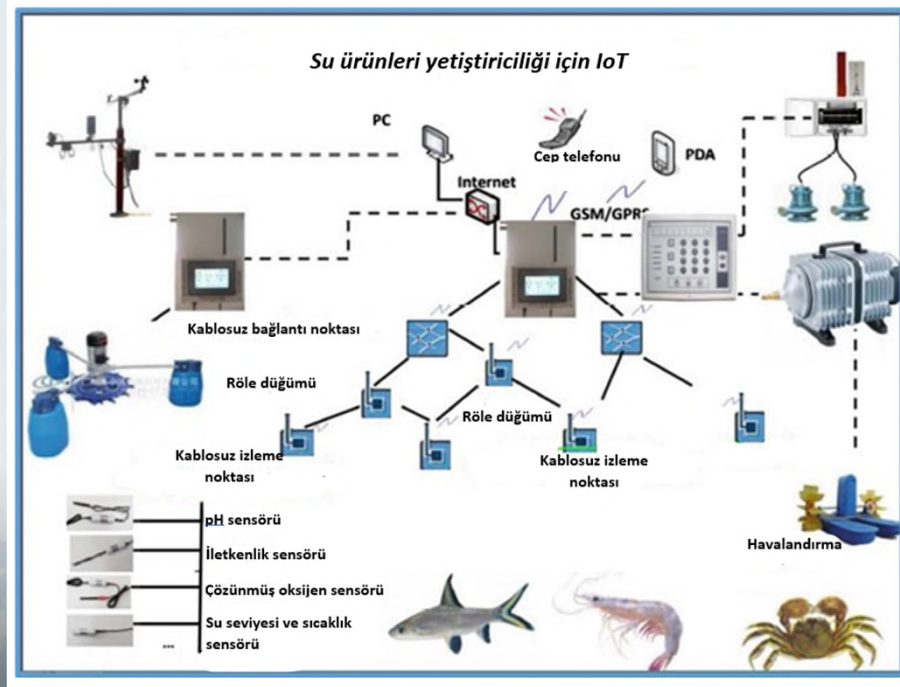


**Mikro-Hidro Projeler;** Şehrin doğu tarafı oldukça inişli çıkışlı bir araziye sahiptir ve birçok akarsu Batı Ghats'ın kenarlarından kaynaklanmaktadır. Güç üretmek için bu akışları kullanabilir. Mikro-hidro, doğal su akışını kullanarak tipik olarak 5 ila 100 kW elektrik üreten bir tür hidroelektrik güçtür. Bu tesisler, izole edilmiş bir eve veya küçük bir topluluğa güç sağlayabilir veya bazen elektrik güç şebekelerine bağlanabilir. Mikro-hidro sistemler, su akışı ve güneş enerjisi minimumda olduğunda güneş PV güç sistemlerini tamamlar.

Mikro-hidro, genellikle yüksek basma yüksekliği, düşük akışlı su temini için bir Pelton çarkı ile gerçekleştirilir. Şehirde potansiyel alanlar olduğu için, küçük ölçekli bir işletmeyi yürütmek için gerekli elektriği üretebilen mikro-hidro sistemler kurabilir. Üretilen fazla elektrik, onlara gelir getirecek olan elektrik şebekesine de aktarılabilir.

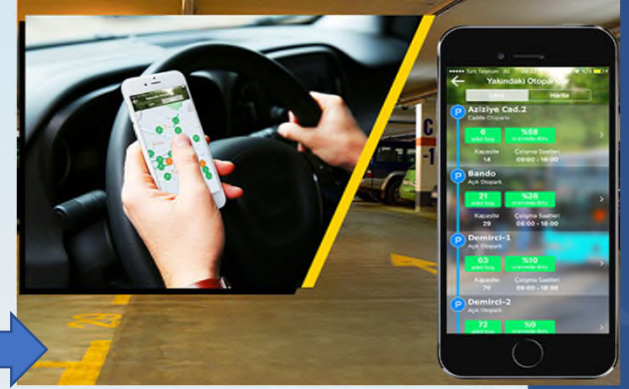


**Balıkçılık;** Balık sağlığının teşviki için önemli olan su kalitesi seviyesinin etkili bir şekilde izlenmesi için bir dizi akıllı sensör kullanılmaktadır. Bu sensörlerden gelen veriler, balık davranışının izlenmesini, hata teşhisini, otomatik kontrolü, bilgi yönetimini ve ekipman izlemeyi kolaylaştırmaktadır. IoT tabanlı balık çiftliği yönetim sistemi altında, su sıcaklığını, kalitesini ve oksijen seviyesini vb. ölçmek için her balık tankına sensörler takılır. Su kalitesi sürekli izlenecek ve buluta yüklenecektir. Herhangi bir anormallik tespit edilirse, gecenin ortasında bile, yönetim sistemi havalandırıcı, gölgelik vb. ekipmana bağlı aktüatörlerin kullanılması için uygun yönetimi talimatlarını belirler.



## Akıllı Çevre Ulusal Uygulamalar Konya

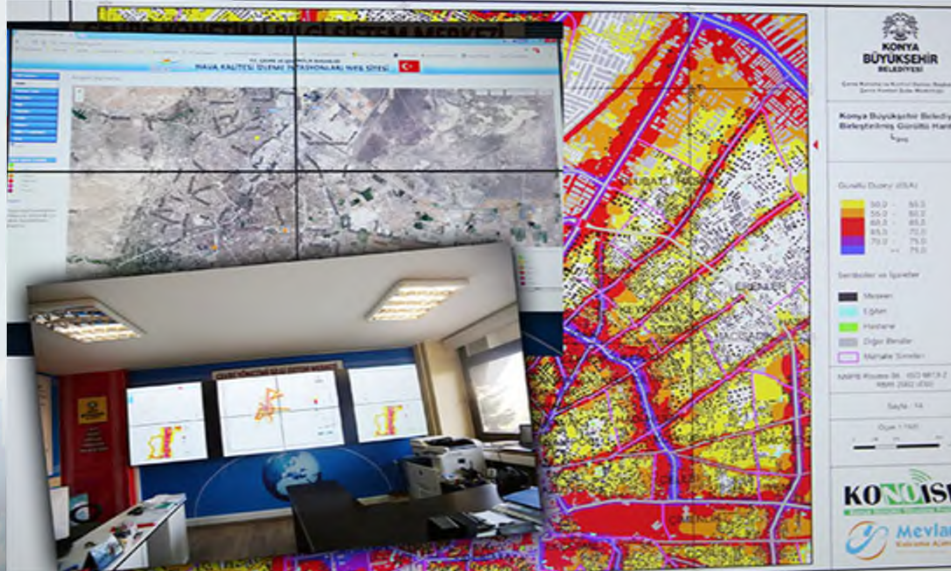
**Otopark-Bul projesi** için mobil uygulama hazırlanmıştır. Bu mobil uygulama ile kullanıcıya en yakın otopark ve otoparkta boş park yeri bilgisi verilmektedir. Program aynı zamanda otoparkın çalışma saatlerini de içermektedir. Kullanıcı tarafından gidilecek otopark seçildiğinde GPS sistemi kullanılarak otopark için sesli/haritalı yönlendirme yapılmaktadır.



Şehrin belirlenen bölgelerine hava kalitesi parametrelerinden karbondioksit ve partikül maddenin ölçümü için saatlik ortalama değer alabilen **otomatik ölçüm yapabilen istasyonlar** kurulmuştur ve sonuçlar web sitesinde anlık olarak yayınlanmaktadır. Şehirde yaşam konforunun sağlanabilmesi amacıyla belirlenen 20 bölgeye “Gürültü Denetim Takip ve Uyarı Sistemi” kurulmuştur. Gürültü kaynağı ve gürültü seviyesi anlık olarak takip edilebilmektedir. Gürültü sınırı aşıldığında yetkililere bildirilerek denetim yapılması sağlanmaktadır. Gürültü ölçüm cihazı güneş enerjisi ile çalışarak enerji tasarrufu sağlamaktadır.



**Çevre Yönetimi Bilgi Sistem Merkezi** sayesinde kentsel ve bölgesel çevre sorunlarının tespiti ve çözümünde ihtiyaç duyulan tüm verilere anında erişim sağlanmakta, bilgiye dayalı karar alma süreçleri de hızlanmaktadır. Sistem hava kalitesi izleme, atık takip, gürültü izleme, yakıt kontrol, araç takip modüllerinden ve alt modüllerden oluşmaktadır. Sistem, farklı bölgelere ait kirlilik seviyelerinin anlık olarak izlenmesine, çevresel değerleri görüntülenmesine, kirlilik haritalarının oluşturulmasına ve kullanımına imkân vermektedir. Sistemdeki veriler birbiriyle ilişkilendirilerek sorgulanabilmekte ve analiz edilebilmektedir. Çevresel değerlerin tümü sistem merkezinde kurulu yüksek çözünürlüklü ekranlar ile sürekli takip edilebilmektedir.



## Çevre Yönetimi Bilgi Sistem Merkezi

T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı





**Katı atık depolama** tesisinden elde edilen metan gazının elektrik enerjisi üretimi için kullanılması 2011 yılından itibaren başlatılmıştır. Üretim kapasitesi 2000 KW/ saat olarak çalışmakta ve yaklaşık 13 bin konutun günlük enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca entegre atık bertaraf ve enerji üretim tesislerinde ise 9000 KW/saat elektrik üretilmektedir. Çevresel bilinci artırmak için öğrencilere tesis gezisi düzenlenmektedir. Aynı zamanda açığa çıkan ısıdan faydalanmak için bin 200 metrekare alana sera kurulmuştur. Burada domates üretilmektedir. Ayrıca elde edilen ısı, üretim tesisinin ısıtılmasında da kullanılmaktadır.



**Katı Atık Depolama Tesisi**



**Katı Atık Depolama Tesisi  
İçerisindeki Sera**

Akıllı çevre uygulamalarında toplu ulaşım sistemlerinde çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Toplu ulaşım araç filosunda **elektrikli araç** kullanımına başlanmıştır. Telefon üzerinden kullanılan programla toplu taşıma hatları takip edilerek araçların yerleri ve duraklara tahmini geliş zamanları belirlenebilmektedir. Ayrıca akıllı durak ekranlarıyla ulaşım araçlarına ait bilgiler verilmektedir. Duraklara güneş enerjisi kurularak gerekli olan enerji oradan sağlanmaktadır. Bunlarla birlikte akıllı kavşak uygulamasıyla araçların yoğunlukları ve ortalama araç hızı belirlenerek trafik ışıkları kontrolü sağlanmaktadır. Kameralar sayesinde kavşaklardaki araç sayıları belirlenerek yoğunluğa göre yeşil ışık süreleri ayarlanmaktadır. Araçların haricine yaya da önem veren Konya Büyükşehir Belediyesi 550 km **bisiklet yollu** yaparak akıllı bisiklet sistemini başlatmıştır. Bu sistemle şehirde toplu ulaşım için kullanılan **kartla bisiklet kiralanabilmektedir.**



**Elektrikli Otobüs**



**Bisiklet Kiralama**

Belediye tarafından yapılan **Konya Bilim Merkezi** %39 enerji ve %53 su tasarrufu sağlamaktadır. Bina %45 geri dönüştürülebilir malzemeleden yapılmıştır. Binaya özel yapılan havalandırma sistemiyle daha yüksek kalitede iç ortam havası sağlanmaktadır.



**Konya Bilim Merkezi**

## Trabzon

Trabzon Büyükşehir Belediyesi engelli vatandaşlar için ilçe merkezlerinden birine engelli araçları için şarj istasyonu kurmuştur. Akülü araca sahip engelli vatandaşlar gün içerisinde gelip araçlarını şarj ederek sosyal hayatlarına rahatlıkla devam edebilmektedir. Ayrıca belediye tarafından işletilen otoparklara engelli araçları ücretsiz park edebilmektedir. Belediye tarafından “Engelli Araç Atölyesi” kurulmuş ve akülü/aküsüz engelli araçları ücretsiz olarak tamir edilmektedir. Engelli vatandaşların talepleri doğrultusunda mesleki eğitim için kurslar verilmiş ve projeler desteklenmiştir.



**Engelli aracı Şarj İstasyonu**

Atatürk Meydan Parkı'na Şehrim için **Fikrim Var** projesi için cihaz yerleştirilmiştir. Kabinli cihaz ses ve görüntü kaydı yapabilmektedir. Trabzon için fikirleri olan vatandaşlar bu cihazı kullanarak yapılmasını istedikleri projelerini anlatmakta ve belediye proje tekliflerini ilgili web sitesinden vatandaşların oylamasına açmıştır



**Fikrim var projesi cihazı**

## Antalya

Antalya Büyükşehir Belediyesi Konyaaltı Sahilinde parka çocukların rahat şekilde hareket edebileceği ve bu sırada ailelerin çocuklarını takip edebileceği bileklikler vatandaşların kullanımına sunulmuştur. Solar direklere sahip olan cihaz kablosuz iletişim kurarak çocukların ve alzheimer hastalarının takip edilmesini kolaylaştırmaktadır. Güven çemberinden çıkıldığı zaman ailelere telefonla haber verilmektedir.



### Antalya Büyükşehir Belediyesi Güven Çemberi Projesi

## İstanbul

“Sıfır Atık” projesi kapsamında 2020 yılında atıkların kaynaktan ayrılmasıyla 27745,5 kg sera gazı salınımı önlenmiş ve 976912 Kwh enerji kazanılmıştır. Belediye binası başta olmak üzere kurumlarda da sıfır atık uygulamasına geçilmiştir. Binalara cam, kağıt, plastik ve diğer atıkların ayrı toplanması için özel konteynırlar yerleştirilerek çalışanlara gerekli eğitimler verilmiştir. Diğer bir atık türü olan hafriyat atıklarının çevre kirliliğine neden olmaması için mevzuatlara uygun şekilde bertaraf edilmesi amacıyla düzenli takipleri yapılmaktadır.

Sosyal medyada farkındalık yaratmak için “Çöpünü Azaltma Sırası Sende” projesi yapılmıştır. Projeye vatandaşların hangi atıkların azaltılabileceğine dair video çekilmesi ve sosyal medyada yayınlanarak halkta bilincin artırılması amaçlanmıştır. Ayrıca vatandaşların projelere katılımını teşvik etmek amacıyla “Robot Takımları Çevre için Yarışıyor” yarışması gibi projeleri bulunmaktadır.



Sıfır Atık projesi  
atıkların kaynaktan  
ayrılması

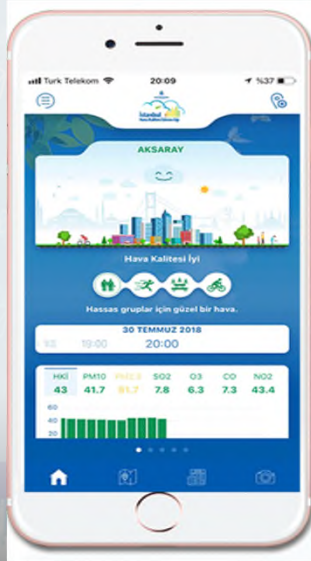
İstanbul Büyükşehir Belediyesi Atık Yönetimi Müdürlüğü tarafından tıbbi atık yakma tesisi projesi yapılmıştır. Proje kapsamında tıbbi atıklar evsel ve ilaç/cam/serum şişesi atıklarından ayrı toplatılarak tesise getirilmektedir ve yakma tesisinde bertaraf edilmektedir. Yakma tesisindeki tüm proseslerin emisyon ölçümleri ve baca gazı emisyon ölçümleri anlık izlenmekte ve online sistemle kontrolü sağlanmaktadır. Aynı zamanda belediyeye ait sterilizasyon tesisi bulunmaktadır.



## Tıbbi atık yakma ve sterilizasyon tesisi



Büyükşehir belediyesi hava kalitesi ölçümleri yapılarak “İBB Cephava” mobil uygulamasıyla vatandaşların şehirdeki hava kalitesini takip etmelerini sağlamaktadır. Bu mobil uygulamayla sadece hava kalitesine değil aynı zamanda su ve toprak kirliliği verilerine de ulaşılabilmektedir. Uygulamayı kullanan akciğer rahatsızlığına sahip vatandaşlar uygun piknik ve spor alanını kolaylıkla seçebilmektedir. İBB Çevre Koruma Müdürlüğü tarafından 2019 yılına ait sera gazı emisyon envanteri hazırlanmıştır. 2019 yılında ise “İstanbul İklim Değişliği Eylem Planı” hazırlanarak belediye web sayfasında paylaşılmıştır.



İBB Cephava  
uygulaması

Çöpten elektriğe projesiyle İstanbul genelinde toplanan evsel katı atıkların düzenli depolandığı sahalarda açığa çıkan gazı uygun teknikler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Projeye 6.5 milyon ton sera gazı salınımı azaltılmıştır ve bu değer 800 bin aracın yıllık emisyon eşdeğerine sahiptir. Metan gazından elektrik üretimi projeleri Odayeri, Kömürcüoda ve Hasdal elektrik üretim tesislerinde gerçekleştirilmektedir.

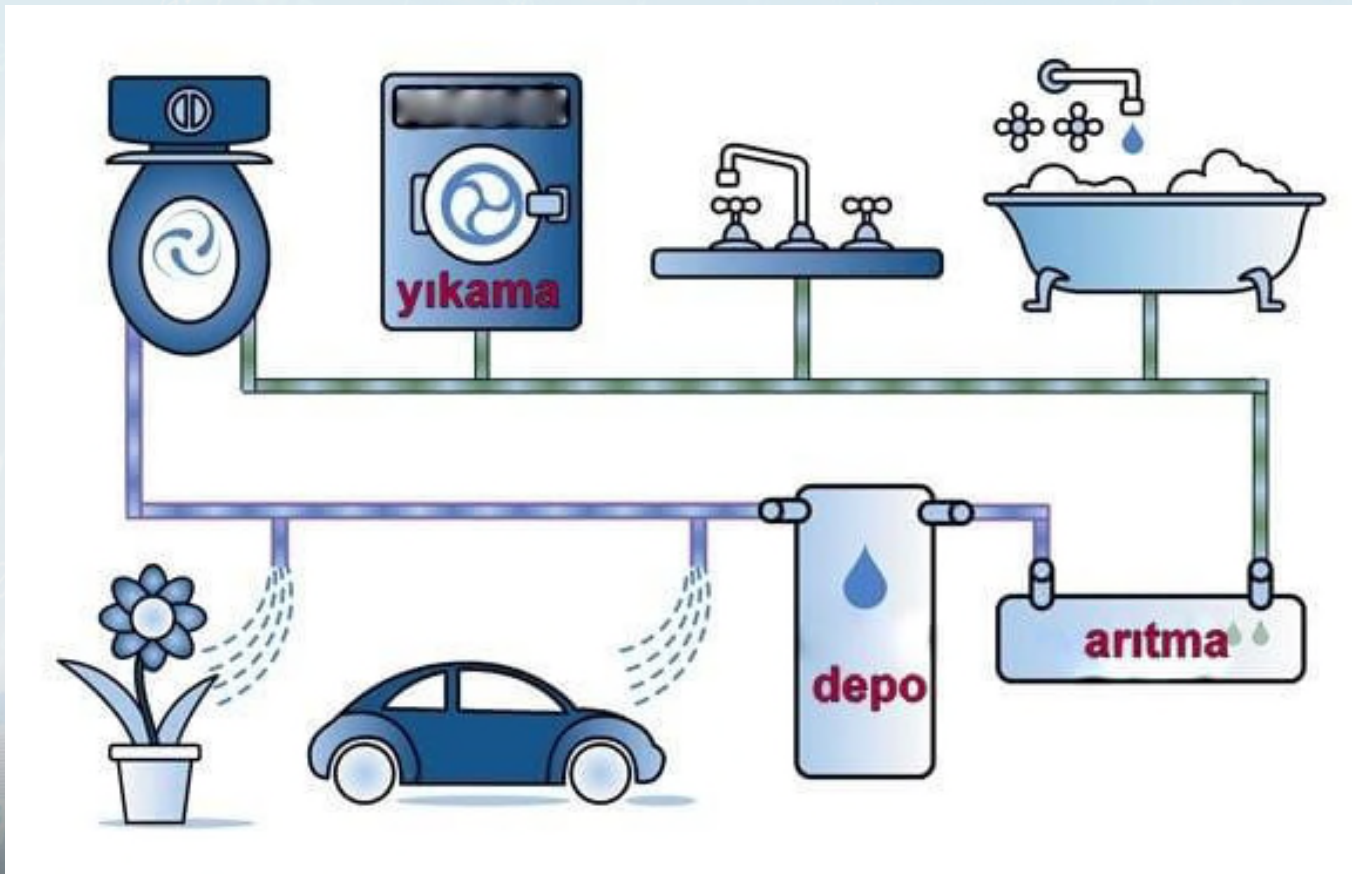


## Kanalizasyon kokmayan caddeler ve parklar sensör ile değişim zamanı takibi (Yerli Firma)

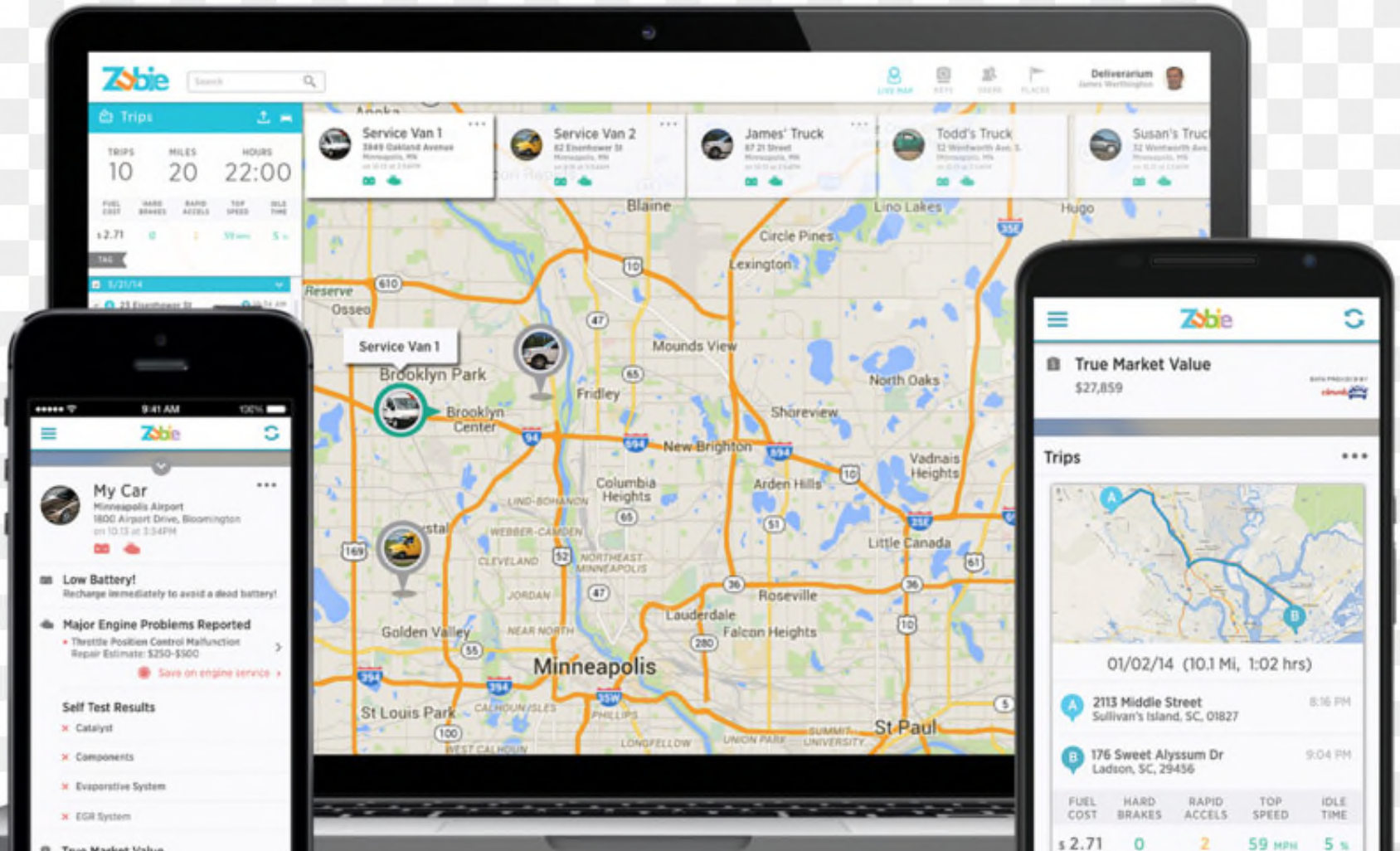


**Araç yıkama atık sularının geri kullanımı (11 TL/m<sup>3</sup>  
ve %70-90 geri kazanımla %70 maliyet azaltma**

**IoT teknolojisi ile akıllı yönetim (OtoVIN Yerli firma)**



Akıllı takip (çöp konteyner, tehlikeli atık taşıma taşıtları, arıtma tesisleri, takibi önemli olan tüm unsurlar vb.....)



# Akıllı izleme



## Sonuç

Akıllı çevre uygulamalarında IoT teknolojilerinin kullanılmasıyla karbon emisyonlarının %10–15, su tüketiminin %20–30 ve kişi başına katı atığın %10–20 azaltılabileceğini yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Bina otomasyon sistemleri, sera gazı emisyonlarını %3-6 oranında azaltabilir.

IoT-WSN sensörleri su sızıntılarını önlemede her bölgeye uygun şekilde kullanılacak sistemdir.

ICT-IoT-WSN ile kaçak deşarjlar tamamen kontrol edilebilir ve arıtma sistemleri yönetimi etkin yapılabilir (Akıllı şebeke yönetimi).

ICT-IoT-WSN ile araç yıkama geri dönüşüm sistemleri, arıtma tesisleri daha verimli ve ekonomik işletilebilir ve denetlenebilir.

ICT-IoT-WSN entegre edilmiş sistemler ile kanalizasyon kokusu rögar kapak yönetimi dünyada başlamış ülkemizde özel sektör geliştirmiştir.

Akıllı çevre projesi kapsamında kirlilik kaynaklarını ve trafik düzenlemelerini anlık takip ederek hava kirliliği %20 azalma sağlanabilmektedir.

Akıllı katı atık yönetimi, toplama maliyetini düşürme, geri dönüştürme ve atık depolama alanlarını azaltma avantajına sahiptir. Karbon emisyonlarını etkili bir şekilde azaltmak ve şehri daha sürdürülebilir hale getirmek için büyük projelerle birlikte küçük girişimlerin bir kombinasyonu gereklidir. Kamu ve özel sektör aracılığıyla kapsayıcı bir yaklaşım benimsemek ortaklıklar ve aktif halk katılımı, temiz ve sağlıklı bir şehir yaratma hedefine ulaşabilir.



## Akıllı çevre standardı??

Akıllı çevre örnek uygulamalarından ziyade gelecekte bir şehrin akıllı çevre derecesi yeşil enerji, yeşil bina, kaynak kullanımı, yeşil sokak aydınlatması, akıllı katı atık yönetimi, akıllı enerji yönetim sistemleri teknolojilerine geçişi ve akıllı çevrenin somut ölçülebilir kriterler ile (işletme maliyeti, karbon ayak izi, su ayak izi, hava kalitesi, su kalitesi,....) değerlendirilmesi standardize edilmeli veya bir kriter zinciri geliştirilmelidir. Bu hedeflere ulaşmak için eylem planları hayata geçirilmelidir.

