

Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi

Doç.Dr. Atakan ÖNGEN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Çevre Mühendisliği Bölümü



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

Akıllı Altyapı

- Akıllı altyapı, verimlilik, sürdürülebilirlik, üretkenlik ve güvenlik hedeflerini karşılamak için verilerin derlenmesine ve analiz edilmesine yardımcı olan, farklı teknolojik araçlar aracılığıyla içerdiği tüm unsurların bütünleşik/entegre bir şekilde yönetilmesini sağlayan siber-fiziksel bir sistem olarak tanımlanabilir.
- Bir başka deyişle akıllı altyapı, bir konuyla ilgili karar vermeyi iyileştirmek için **veri geri bildirim döngüsü** kullanan **akıllı bir sistemi** ifade eder.
- Sensörler/algılayıcılar tarafından toplanan verilere dayalı olarak izleyebilen, ölçebilen, analiz edebilen, iletişim kurabilen ve hatta **karar vererek harekete geçebilen** bir sistem bütünüdür.



Akıllı Altyapı

- Akıllı altyapılar yalnızca fiziksel donanımlara (kablolama, sensörler vb.) değil, aynı zamanda **dört ilkeye** de dayanır:
 - **Veri:** Akıllı bir sistemin çalışması için gereken temel unsur ve akıllı bir altyapının çalışması için ihtiyaç duyduğu hammaddedir.
 - **Analitik:** Bilgi analizi, karar vermede faydalı bilgiler elde etmenin anahtarıdır.
 - **Geri bildirim:** Herhangi bir akıllı sistem için “veri geri bildirim döngüsü” esastır. Bu geri bildirim, bir imkânın nasıl kullanıldığına ilişkin bilgiler toplandığında ve bu bilgiler sistemin çalışma şeklini iyileştirmek için kullanıldığında anlam kazanır.
 - **Uyarlanabilirlik:** Akıllı sistemler, yalnızca mevcut taleplere değil, aynı zamanda geleceğin ihtiyaçlarına da uyum sağlayan sistemlerdir.



Akıllı Altyapı

- Karar verme sürecine insan katılımının derecesine göre farklı türde akıllı şehir altyapıları vardır.
- Kontrol veya otomasyon düzeyine bağlı olarak, bu tür altyapılar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:
 - Yarı akıllı altyapı (Semi-intelligent Infrastructure)
 - Akıllı altyapı (Intelligent Infrastructure)
 - Akıllı altyapı (Smart Infrastructure)



Yarı akıllı altyapı (Semi-intelligent Infrastructure)

- Bu altyapı, kendi kullanımı, yapısal davranışı ve çevre koşulları hakkında veri toplar ve kaydeder, ancak elde edilen bilgilere dayanarak karar verme yeteneği yoktur. Bu altyapının bazı örnekleri, **bir şehrin kirliliğini veya araç trafiğini kaydeden haritalar olabilir.**

Zeki altyapı (Intelligent Infrastructure) / Kabiliyetli

- Bir insan operasyonunun karar vermesine yardımcı olacak şekilde bilgileri işlemek ve sunmak için veri toplayan sistemlerdir. **Bu yapıya bir örnek, yoğun trafiği algılayan ve sürücüleri araç kullanırken daha iyi kararlar alabilmeleri için bilgilendiren trafik sistemi olabilir.**

Akıllı altyapı (Smart Infrastructure)

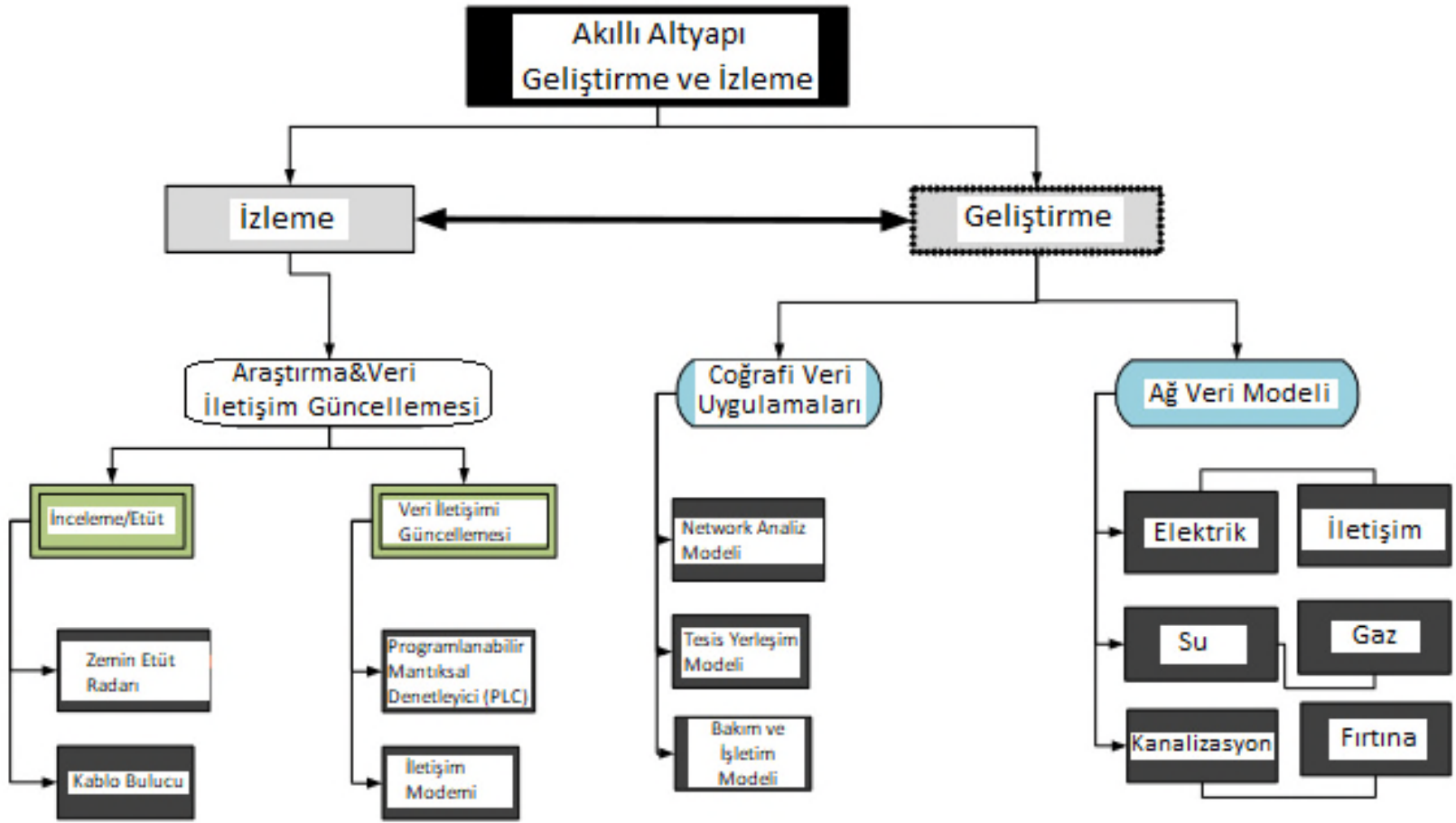
- Bu altyapı, tamamen otonom (insan müdahalesi olmadan) ve dinamik olarak verileri toplar, bilgileri işler ve uygun önlemleri alır ve değişen koşullara uyum sağlar. Bu sınıflandırma genellikle akıllı ağları, akıllı binaları, akıllı kamu altyapısını veya “akıllı plajları” içerir. **Örneğin, İspanya'da Telefónica firması, kullanıcıların İspanyol sahillerindeki deneyimlerini geliştirmek için gerçek zamanlı bilgi edinmelerini sağlayacak bir projeyi hayata geçirmek adına geleneksel teknolojilerin yanı sıra sensörler, dronlar, akıllı park ve akıllı trafik ışıklarını kullanmayı hedeflemektedir.**



Akıllı Altyapı

- Yönetilen tüm kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak için karar verme sürecini optimize edilmesini ifade eder.
- Örneğin, şehirlerde verimli atık (katı, su/sıvı, gaz), kullanım suyu (insani/tarımsal vb.) veya enerji yönetimi gibi.
- Akıllı altyapıların faydalarının gerçeğe dönüşmesi için bir şehirle ilgili tüm süreçlerin koordinasyonunu sağlayacak ortak bir dile ihtiyaç olduğu da önemle vurgulanmaktadır.
- Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi kapsamında şehir yönetiminde önemli kritik konulardan olan akıllı atık yönetim sistemleri, akıllı sulama sistemleri ve su kayıp ve kaçak izleme sistemleri incelenmiştir.





AKILLI ŞEHİR ALTYAPI GELİŞTİRME VE İZLEME ÇERÇEVESİ

AKILLI ŞEHİR ALTYAPI GELİŞTİRME VE İZLEME ÇERÇEVESİ



Su Yönetimi

Akıllı Sulama Sistemleri

- Tarımsal faaliyetlerde kullanılabilir **tatlı suyun %70'i** kullanılmaktadır.
- Bu nedenle, özellikle yağış kıtlığı olan, yarı kurak bölgelerde sulama yönetiminin uygulanması büyük önem arz etmektedir.
- Sulama, belirli bir yerelde farklı gelişim aşamalarında mahsulün gerekli su ihtiyacını karşılamalıdır.
- **Sulama yönetimi**, mahsulün evapotranspirasyon (bitkinin su tüketimi ve buharlaşmayla birlikte su toplamı) ve toprak nem koşullarının izlenmesine dayalı olarak ne zaman sulama yapılacağını, ihtiyaç duyulan su miktarını ve sulama sıklığını tespit etmek için kullanılmaktadır.



Sulama Sistemleri



- Geleneksel sulama yöntemi olan **yüzey sulama** suyun yer çekimi akışı ile toprak yüzeyine dağıtıldığı geniş bir sulama yöntemidir.
- Sulama suyu, sifonlar, borular veya dönüş yapıları kullanılarak düz veya kademeli oluklara veya havzalara verilir ve tarla boyunca ilerlemesine izin verilmektedir.
- Yüzey sulama, düz arazi eğimleri ve suyun karık sırasından aşağıya veya havza boyunca yanal yayılmasını destekleyen orta ila ince dokulu toprak türleri için kullanılan klasik bir yöntemdir.



- Yağmurlama sulama, suyun püskürtüldüğü veya yağmur damlası gibi havaya serpiildiği bir sulama yöntemidir.
- Sprey ve fıskiye cihazları kalıcı olarak yerine yerleştirilebilir (katı set), geçici olarak kurulabilir ve belirli bir miktar su uygulandıktan sonra hareket ettirilebilir (portatif set veya aralıklı mekanik hareket) veya arazi yüzeyi boyunca seyahat eden boru hatlarına kalıcı şekilde monte edilebilirler (tekerlek yuvarlanması, doğrusal hareket, merkez pivot).



- Damlama / damlama sulama sistemleri, suyun damlacıklar yoluyla toprak yüzeyine damlalar veya küçük akarsular halinde uygulandığı mikro sulama yöntemleridir. →
- Vericilerin deşarj oranı düşük olduğundan bu sulama yöntemi tüm toprak türlerinde kullanılabilir.



- Yeraltı sulama, sulama suyunun toprak yüzeyinin altına uygulandığı yöntemdir.
- Su tablasının derinliğine bağlı olarak değişmektedir.
- Tablası yüzeyin çok altında olduğunda, gerekli düzenek toprak yüzeyinin altına (genellikle bitki kök bölgesi içinde) gömülebilir.



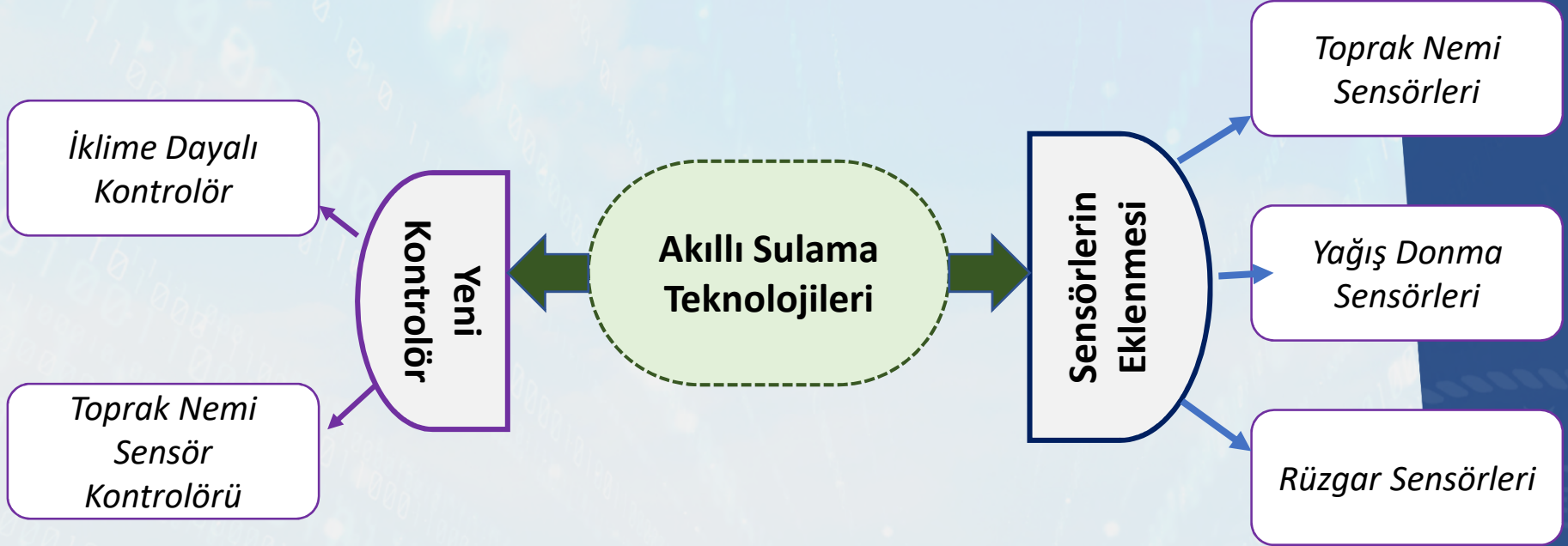


Geleneksel Sistemlerde Yaşanan Problemler

- Mahsullerin su ihtiyacının toprak nemliken veya sulama sırasında ölçülememesi,
- Çiftçinin sulama sırasında tarlada bulunma zorunluluğu,
- Geniş tarım arazilerinde sulamanın arazi boyunca kontrolünün yapılamaması,
- Yüksek iş gücü gerektirmesi,
- Toprak nem ölçümü yapılamaması nedeniyle arazindeki toprağın kuruma kontrolü için çiftçinin araziye gitme zorunluluğu,
- Kontrolsüz sulama nedeniyle aşırı su tüketimi,
- Mahsullere ihtiyacından fazla su vererek üretim veriminin azalması.



Akıllı Sulama Teknolojileri



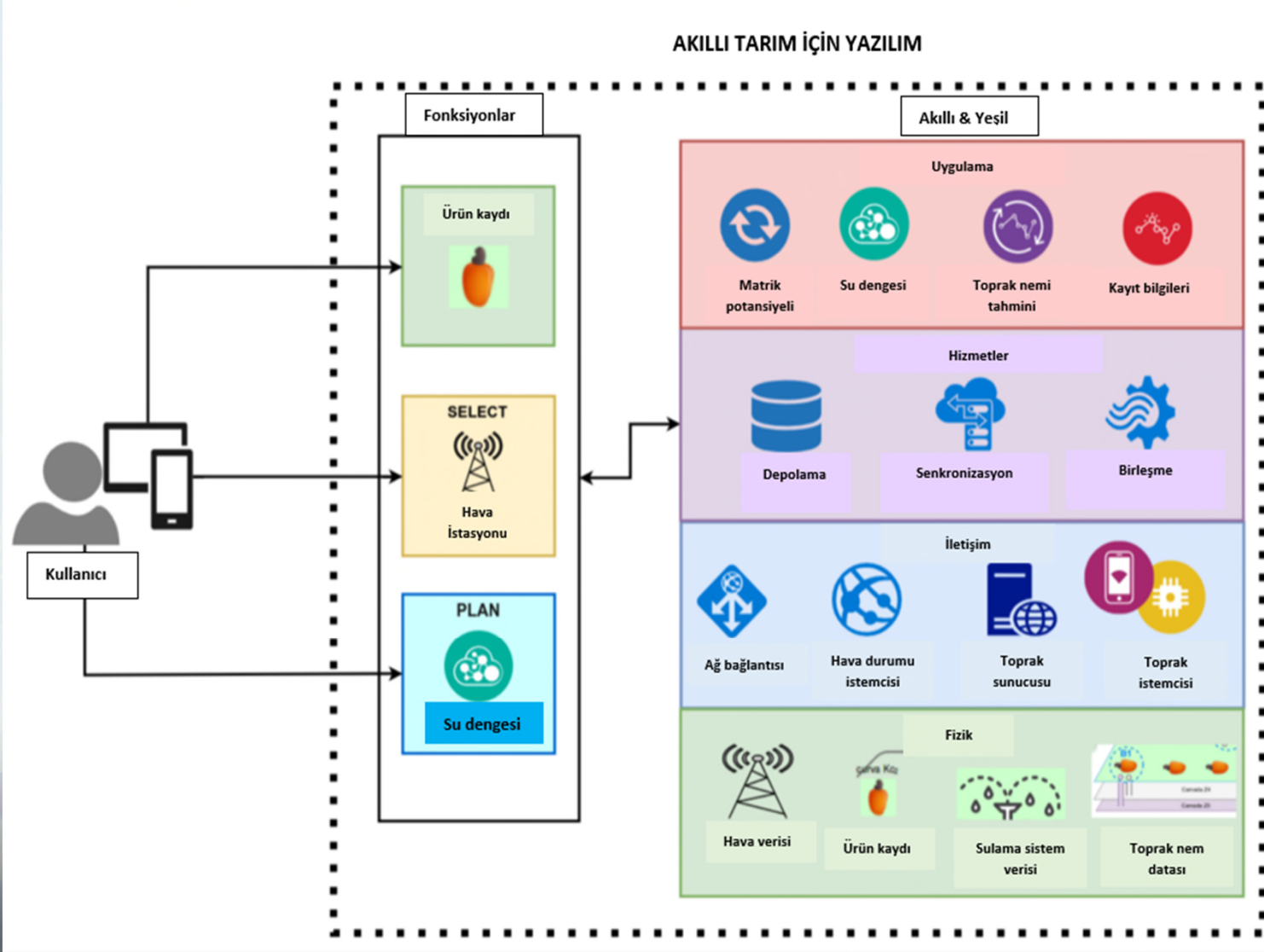
- **Akıllı sulama kontrolörleri ve sensörleri**, kullanıcı tarafından belirlenen sabit bir programa göre sulama yapan geleneksel otomatik sistem zamanlayıcılarına kıyasla bitki su ihtiyacına göre sulama yaparak dış mekan su kullanımını azaltmak için geliştirilmiştir.

Akıllı sulama kontrolörlerinin avantajları

- Daha az su kullanarak paradan tasarruf sağlar ve ekinlerin veya çimlerin aşırı sulamadan zarar görmesini önler.
- Gelişigüzel püskürtülmek ve güneşte buharlaşmak yerine doğrudan gitmesi gereken yere uygulanarak su tasarrufu sağlar.
- Anlık hava durumuna göre sulama programları oluşturma yeteneği vardır.
- Yetiştirilen bitki türlerine ve sulama ihtiyaçlarına göre kesin bölgeleri sulayabilme yeteneğine sahiptir.
- Suyun ne zaman ve nerede uygulanacağını otomatikleştirerek zamandan tasarruf sağlar.
- **SUYU KORUR. «SU AYAK İZİ»**



Akıllı sulama için yazılımın ve cihazın çalışma prensibi



Akıllı Sulama Teknolojileri

İklim Tabanlı Kontrolörler

- Evapotranspirasyon (ET) kontrolörleri olarak da adlandırılan **iklim tabanlı kontrolörler**, sulama programlarını ayarlamak için yerel hava durumu verilerini kullanır.
- Evapotranspirasyon (ET) terimi, su havzasındaki bitkilerin büyümesi sonucu olarak su havzasında üretilen **toplam su buharı olarak tanımlanır**.
- Bu iklime dayalı kontrolörler, yerel hava durumu bilgilerini toplar ve arazinin yalnızca uygun miktarda su alması için sulama çalışma süresini ayarlarlar.



ET tabanlı kontrol cihazları

Üç temel ET denetleyicisi türü vardır:

1. **Sinyale dayalı kontrolörler**, halka açık bir kaynaktan gelen meteorolojik verileri kullanır ve sahadaki çim yüzeyi için ET değeri hesaplanır. ET verileri daha sonra kablosuz bir bağlantı ile kontrol cihazına gönderilir.
2. **Tarihe dayalı ET denetleyicileri**, farklı bölgelerdeki geçmiş su kullanımına dayalı önceden programlanmış bir su kullanım eğrisi kullanarak çalışır. Eğri, sıcaklık ve güneş radyasyonu için ayarlanabilir.
3. **Yerinde hava durumu ölçüm kontrolörleri**, sürekli ET ölçümlerini ve buna göre suyu hesaplamak için sahada toplanan hava durumu verilerini kullanır.



- Evapotranspirasyon kontrolörlerinin dış mekân su kullanımını azalttığı gösterilmiştir. Las Vegas'ta, ET tabanlı denetleyicilere sahip evlerde, konvansiyonel sulama uygulanan evlere **kıyasla sulamada ortalama %20 azalma görülmüştür.**
- Ek olarak, St. Augustine bölgesindeki çimenler üzerinde yapılan bir çalışmada, çim kalitesinde herhangi bir azalma olmaksızın, ev sahibi tarafından planlanan sulamaya kıyasla yaz aylarında ortalama **%43 sulama tasarrufu olduğunu göstermiştir.**

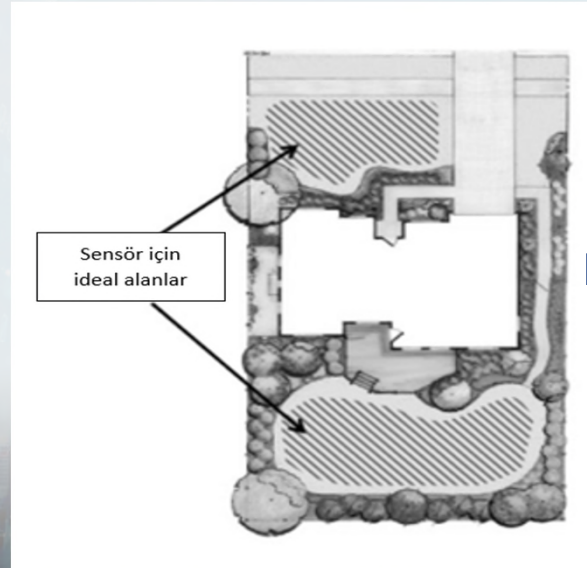


Toprak Nemi Sensörü Kontrolörleri

- Toprağın hacimsel su içeriğini tahmin eder.
- Hacimsel su içeriği, kullanıcı tanımlı bir eşiğe düştüğü anda vanaları otomatik olarak açarak sulamayı başlatır.
- Uygun eşik değeri, toprak ve bitki türüne bağlıdır ve genellikle yaklaşık %10-40 arasında değişmektedir.



Toprak nem sensörü örneği



Toprak nem sensörünün yerleştirilmesi için ideal yerler

Akıllı Sulama Teknolojisi: Eklenti Sensörleri

- Otomatik sulama sistemlerinin verimliliğini artırmak amacıyla mevcut sistemi yükseltmek için *toprak nemi, yağmur, rüzgâr veya donma sensörü* eklenebilmektedir.
- Bazı üreticiler, tek bir aparat kullanarak birden fazla çevresel unsuru ölçebilen cihazlar üretmiştir.
- Birçok sensör mevcut sistemlerle uyumludur, *kurulumu kolaydır ve akıllı sulama kontrolörlerine benzer sonuçlar* vermektedir.
- Eklenti sensörleri genellikle akıllı sulama kontrolörlerinden daha ekonomiktir.



Toprak Nemi Sensörleri

- Toprak nem sensörleri, mevcut bir sulama sistemi kontrolörüne bağlanabilir.
- Sensör, programlanmış bir sulama olayından önce kök bölgesindeki toprağın nem içeriğini ölçer ve toprak nemi belirli bir eşiğin üzerindeyse döngüyü atlar.
- Farklı tipte toprak nem sensörleri mevcuttur ve tüketici, bir sensör satın almadan önce sistem uyumluluğunu sağlamalıdır.
- Bazı toprak nem sensörlerinde, sıcaklıkların belirli derecelerin altına düşmesi durumunda sulama döngüsünü kesecek bir toprak donma sensörü bulunmaktadır.
- Toprak nem sensörleri kablolu veya kablosuz sistemler olarak mevcuttur.



Toprak Nemi Sensörleri

Toprak sensörü



Pompa kontrol
Pump Control

Merkezi bilgisayar
Central computer

Valf ve sensör
Radio Valve & sensors

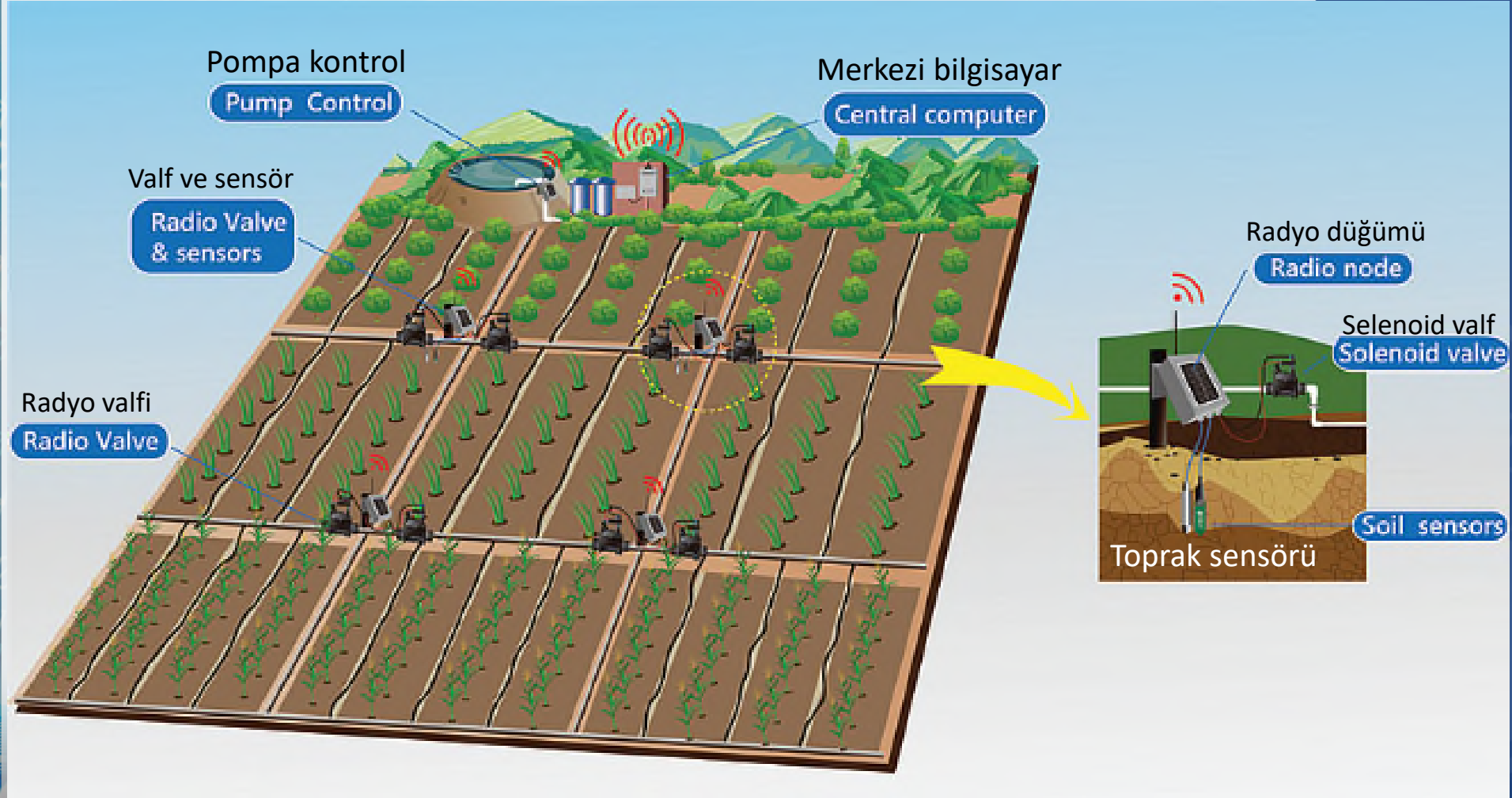
Radyo düğümü
Radio node

Selenoid valf
Solenoid valve

Soil sensors

Radyo valfi
Radio Valve

Toprak sensörü



Yağmur ve Don Sensörleri

- Bu sensörler akıllı teknoloji olarak kabul edilmese de sulamanın gereksiz olduğu bir yağmur veya don olayı sırasında sulama döngüsünü kesintiye uğratır.
- Yağmur sırasında sulama **su/para** israfına ve gereksiz yüzey akışına neden olur.
- **Üç farklı tipte yağmur sensörü mevcuttur;**
 1. Bugün hala kullanılmakta olan orijinal yağmur sensörü türü, suyu toplayan küçük bir kap veya leğenle çalışır, önceden belirlenmiş bir miktar toplandığında, fincanın ağırlığı sulama döngüsünü kesintiye uğratır.



2. İkinci tip yağmur sensörü, kabın dibinden belirli bir mesafede olan iki elektrotlu bir çanak kullanır. Su elektrotlara ulaştığında, sulama döngüsü kesintiye uğrar.

3. Üçüncü tip yağmur sensöründe yağmur tutma kabı yoktur, bu da ona daha az bakım gerektirir ve güvenilir kılar. Bunun yerine sensör, ıslandıkça genişleyen birkaç disk kullanır.



Yağmur sensörü a.) dış görüntü, b.) cihaz içerisinde genişleyebilen diskler

Rüzgâr Sensörleri

- Rüzgârlı koşullarda sulama, peyzaj boyunca sulama dağılım homojenliğini azaltır ve toprak profiline sızan su miktarını azaltır.
- Rüzgâr sensörleri, rüzgâr hızı belirli bir eşiği aşarsa sulama döngüsünü kesebilir.
- Akıllı sulama teknolojisi, su israfını azaltmaya yardımcı olurken aynı zamanda sağlıklı bir çevre oluşmasını destekler.



Rüzgârlı şartlarda sulama



Rüzgâr sensörü örneği

Atık Yönetimi

Atık Toplama Sistemleri

- Katı atık yönetimi, her toplumda temel bir hizmettir. **Alt yapı ihtiyacı oldukça yüksektir.**
- Katı atık, istenmeyen ve yararsız olarak görüldüğü için atılan, başta insan faaliyetleri olmakla birlikte canlı faaliyetlerinden kaynaklanan atık malzemeleri ifade etmektedir.
- Katı atık, belirli bir alandaki endüstriyel, konut ve ticari faaliyetlerden üretilir ve çeşitli şekillerde ele alınabilir .
- Konvansiyonel / Tehlikeli Atık



Katı Atık Yönetimi

- Atık/Artık maddelerin halk sağlığını koruma, ekonomik, estetik, mühendislik ve diğer çevresel hususlara en iyi şekilde hitap edecek formda üretimi, depolanması, toplanması, taşınması veya aktarılması, işlenmesi ve bertarafı ile ilgili disiplin olarak tanımlanmaktadır.
- Katı atık yönetimi kapsamında **planlama, idari, finansal, mühendislik ve yasal fonksiyonları** içermektedir.
- Çözümler halk sağlığı, şehir ve bölge planlama, siyaset bilimi, coğrafya, sosyoloji, ekonomi, iletişim ve koruma, demografi, mühendislik ve malzeme bilimleri gibi alanlar arasındaki karmaşık disiplinler arası ilişkileri dahil etmektedir.



1. **Organik atık:** Mutfak atıkları, yemek hazırlama atıkları, sebzeler, çiçekler, yapraklar, meyveler ve pazar yerlerinden kaynaklan atıklar.
2. **Yanıcı maddeler:** Oldukça organik ve düşük nem içeriğine sahip kâğıt, ahşap, kurutulmuş yapraklar, kabartma ürünler için ambalajlar vb. atıklar.
3. **Yanmayan maddeler:** Metal, teneke kutular, şişeler, taşlar vb. atıklar.
4. **Toksik/zehirli atık:** Eski ilaçlar, boyalar, kimyasallar, ampuller, sprey kutuları, gübre ve böcek ilacı kapları, piller, ayakkabı cilası vb. atıklar.
5. **Geri dönüştürülebilirler:** Kâğıt, cam, metaller, plastikler vb. atıklar.
6. **Kül:** Yemek pişirmek için kullanılan ısı kaynağının kalıntıları.
7. **İnşaat atıkları:** Moloz, çatı kaplama, kırık beton vb. atıklar.
8. **Tehlikeli atık:** Yağ, pil asidi, tıbbi atık, endüstriyel atık, hastane atığı.
9. **Ölü hayvanlar:** Ölü çiftlik hayvanları veya diğer hayvanların leşleri.
10. **Hacimli atık:** Ağaç dalları, lastikler vb. atıklar.
11. **Kontamine atık:** Kan ve diğer vücut sıvılarıyla kirlenmiş kumaşlar gibi hastane atıkları.

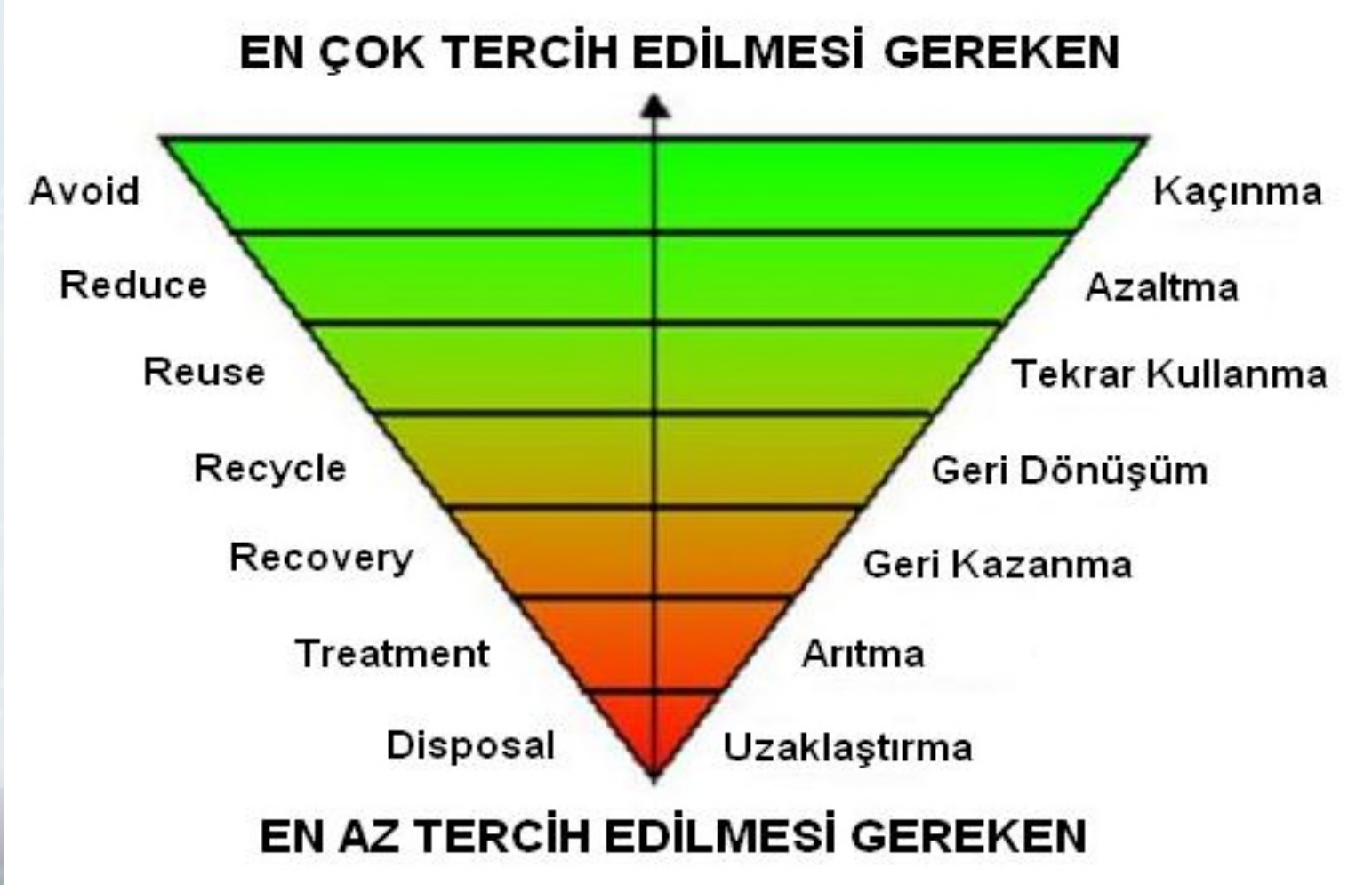


Yetersiz Katı Atık Yönetiminin Etkileri

- Belediye ekiplerinin yetişemeyeceği atık yığınları oluşur ve sağlık sorunları ile karşılaşılabilir.
- Hem civarda yaşayan insanlar hem de belediye çalışanları için sağlık riskleri ortaya çıkabilir.
- Bu durum, maruz kalmak cilt tahrişlerine, solunum problemlerine, kan enfeksiyonlarına, büyüme problemlerine ve hatta üreme sorunlarına neden olabilmektedir.
- Çürüme problemi. Birkaç günlük ayrışmadan sonra, kötü koku, sızıntı suyu ve haşere çoğalması gözlenebilir.
- Bölgenin estetik değeri bozular.
- Endüstrilerden gelen katı atıklar, toksik metallerin, tehlikeli atıkların ve kimyasalların kaynağıdır.
- **Çevresel kaynakların kalitesini azaltır.**



- Tercih edilen yönetim mekanizmaları



Katı Atık Yönetimi – Tercih edilenler

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
Düzenli Depolama	Düzenli depolama alanları verimli bir şekilde yönetiliyorsa, çoğu bölge için uygun tasarlanabilir bertaraf yöntemidir.	Oldukça geniş bir alan gerektirir.
Kompostlaştırma	Kompostlama ekinler için yararlı olduğu kadar çevre dostudur.	Büyük ölçekli işletmeler için yoğun yönetim ve deneyimli personel gerektirir.
Geri Kazanım ve Geri Dönüşüm	Geri dönüşüm çevre dostudur.	Kurulum pahalıdır ve çoğu acil durumda sınırlı kullanım potansiyeli vardır.
Yakma	Yanıcı atık hacmi, atık yakılarak önemli ölçüde azaltılır. Saha dışı çukurlar söz konusu olduğunda, süpürmeyi en aza indirmek için uygun bir yöntemdir.	Duman veya yangın tehlikesine neden olabilir ve ayrıca gazlı kirleticiler yayar.
Piroliz/Gazlaştırma	Temiz çevre uygulamasıdır ve sağlık ve yerleşim sorunlarını azaltabilme potansiyeline sahiptir.	Klorlu organik molekülleri ısı ile yok eden sistemler, dioksinler ve furanlar da dahil olmak üzere eksik yanma ürünleri oluşturabilir. Bu bileşikler belirli konsantrasyonlarda oldukça toksiktir. Oluşturduğu kalıntı, uygun proses, depolama ve bertaraf gerektiren tehlikeli atıklara neden olabilir.



Entegre Katı Atık Yönetimi

- Nüfus yoğunluğunun değişiminin incelendiği çalışmalarda 2030'a kadar dünya nüfusunun neredeyse üçte ikisi şehirlerde yaşıyor olacağı belirtilmektedir.
- Verimli ve enerji tasarrufu sağlayan atık yönetimi, CO₂'yi, hava kirliliğini ve araç egzoz emisyonlarını azaltarak iklim değişikliği ile mücadelede yardımcı olur.
- Gelişmiş ülkelerde atıkları etkin bir şekilde yönetmek önemlidir. Atık yönetimi, bir şehrin bütçesinin %50'si kadarını tüketebilmektedir.
- Özellikle, halk katılımı ve kaynaktan ayırma yöntemleri akıllı alt yapı planlamalarında büyük önem taşımaktadır. Atık yönetimi karmaşıksa «Akıllı Yöntemlerin» entegrasyonu da zor olacaktır.



Entegre Katı Atık Yönetimi

- Mükemmel rota optimizasyonu kullanılsa bile, çalışanların atık seviyelerini kontrol etmek için fiziksel olarak çöp kutusuna gitmeleri gerekmektedir.
- Bu nedenle kamyonlar, genellikle boşaltılması gerekmeyen konteynerleri ziyaret eder, bu da hem zaman hem de yakıt israfına neden olur.
- Atık yönetimi, evsel ve endüstriyel **atıkların hacmini ve tehlikeli karakterini azaltarak** insan sağlığına ve çevreye verilen zararı önler.
- Uygun atık yönetiminin iyileştirilmesi kirliliği azaltacak, faydalı materyalleri **geri dönüştürecek ve daha fazla yeşil enerji yaratacaktır.**



Akıllı atık yönetim sisteminin avantajları

- Kamyonlar sadece dolu konteynerlere gittiğinden daha az zaman ve yakıt tüketimi.
- Daha az kamyon daha az gürültü, trafik akışı ve hava kirliliği anlamına gelecektir.
- Akıllı işletim sistemleri, şehirde bulunan çöp kutusu ile servis operatörü arasında iki yönlü iletişim sağlar. Konteynırlara takılan sensörler, dolum seviyesi hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlar. Bu bilgiler, toplama işlemine ne zaman ve nerede öncelik verileceğinin belirlenmesine yardımcı olur.
- Bu şekilde, hem hizmet sağlayıcılar hem de vatandaşlar, büyük maliyet tasarrufu ve daha az kentsel kirlilik ile sonuçlanan optimize edilmiş bir sistemden yararlanır.



Akıllı atık yönetim sisteminin avantajları

- Hizmetin altyapı (kamyonlar, konteynerler), işletme (yakıt) ve bakım maliyetlerini en az % 30'a kadar azaltır.
- Bu teknolojinin şehre uygulanması yönetimi, kaynakları ve maliyetleri optimize eder ve onu bir "**AKILLI ŞEHİR**" yapar.
- Veri toplama aşamasında ilgili geçmişe dayalı bilgiler, konteynerlerin dağıtımını şehrin gerçek ihtiyaçlarına göre uyarlamaya yardımcı olur, böylece dağıtık olan konteynerlerin sayısını optimize edilir
- **Çevreyi temiz ve yeşil tutar**, kötü atık kokularından arındırır, sağlıklı çevreyi vurgular ve şehirleri daha rahat yaşanabilir forma sokar.
- Çöp toplama işini yürütmek için gereken **insan gücünün azaltılması**.



Akıllı Atık Yönteminde Kullanılan Teknolojiler

- Çöp kutusu etiketi
- **Atık altyapısının dijitalleştirilmesi** için uygulama üzerinde güçlü bir bulut tabanlı platform olan Akıllı Çöp Kutusu Etiketleri (RFID etiketleri), Akıllı Atık Yönetim Sistemi ve mobil uygulamaları birleştirilmektedir.
- Tüm kutuları ve konteynerleri etiketleyerek, Akıllı Atık Yönetim Sisteminde (Varlık Yönetimi modülü) dijital bir envanterdeki tüm varlıklar tanımlayıp kaydedilir.



Akıllı Atık Yönteminde Kullanılan Teknolojiler

Çöp kutusu etiketi



- Bu çözüm, çöp kutusu takibini, iletişimi ve faturalandırmayı basitleştirir ve kutuların yetkisiz kullanımını kısıtlar.
- Tüm çöp konteynirlerinin net ve doğru bir şekilde gözden geçirilmesi, akıllı atık yönetimine giden anahtar ve ilk adımdır.
- Tüm etiketler, otomatik hizmet doğrulaması ve temassız kutu tanıma sağlayan **Radyo Frekanslı Tanıma** (Radio Frequency Identification-RFID) özelliklerine sahiptir ve bu özellik, araç okuyucusu (atık toplama araçları için bir takip cihazı) kullanarak veri tabanındaki depo ayrıntılarına erişim sağlar.

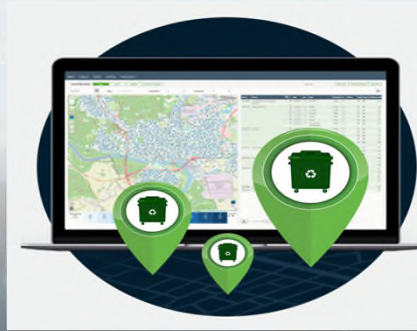
Vatandaş Uygulaması

- Vatandaş, kutuları Akıllı Çöp Kutusu Etiketi ve Akıllı Kutu Etiketi üzerindeki sayısal bir kod, barkod veya QR kodu aracılığıyla görsel olarak tanımlayabilir.
- QR kodunu bir akıllı telefonla tarayarak, mobil uygulaması aracılığıyla depo ayrıntılarına erişebilmektedir.
- Mobil uygulaması, imzalı kullanıcılar için haritalama, manuel hizmet doğrulama ve toplama veya bakım talepleri gibi özellikler sağlamaktadır.



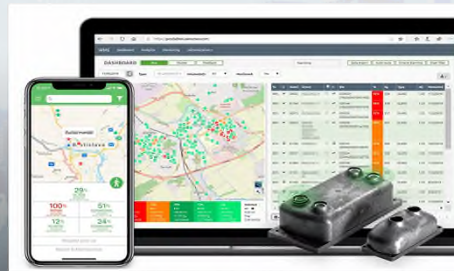
Akıllı Atık Yönetim Sistemi

- Uygulama üzerinde güçlü bulut tabanlı platformu olan **Akıllı Atık Yönetim Sistemindeki** modüllerden biri olan Varlık Yönetimi ile atık altyapısı dijitalleştirilir.
- Varlık Yönetimi, ambar envanteri, dijital etkileşimli bir harita, atık altyapınızın (çöp kutusu dağıtımı, kapasite) kalitatif analizi için araçlar, bakım kayıtları, toplama kayıtları ve vatandaş geri bildirimlerine genel bir bakış sunmaktadır.



Akıllı Sensörler ile Atık İzleme

- Akıllı atık izleme çözümü akıllı sensörleri, akıllı atık yönetim sistemini ve vatandaş uygulamalarını birleştirir.
- Bu sistemde RFID, IoT ve GPRS gibi teknolojiler kullanılarak atık konteynırları takip edilmektedir.
- Konteynır verileri uygulama üzerinden görülerek atık toplama rotalarının, konteynıra uğrama sıklığının hesaplanmasının ve atık toplama aracının doluluk kapasitesine göre şehir içerisindeki rotanın optimizasyonunu sağlamaktadır.
- **Bu sistemler atık toplama maliyetinin %30'u azaltılabilmektedir.**



Atık Kamyonları için İzleme Servisi

- Atıkların kaynağında ayrılması için vatandaşların belirlenen atık türünü getirmeleri sonucunda ödeme alabildikleri sistemlerin uygulandığı ülkelerde bu yöntemin optimizasyonu ve iyileştirilmesi için bazı şirketler **büyük miktardaki atık yığnında bile atıkları tarayabilen ve «attığın kadar öde sistemi» için daha güvenilir veriler sağlamaktadır.**
- Uygulama ile hata payı azaltılır ve atık toplama görevi yükü hafifletilebilir.
- Uygulama içerisinde RFID okuyucular, hassas uydu konum izleme sistemleri, iletişim modülü birleştirilmektedir. Tarama sırasında çöp torbaları, kutular veya kaplar taranır GPS konumu, saat/tarih dahil bilgiler kaydedilir.



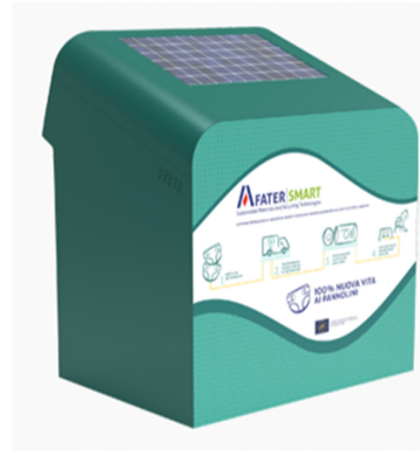
Örnek bir Akıllı Konteyner;

- Akıllı konteyner kullanılmış “Emici Hijyen Ürünleri”nin dış mekanlar için ayrı ayrı toplanması için yenilikçi bir otomatik cihazdır.
- Kullanıcılar, özel bir akıllı telefon APP aracılığıyla hizmete kaydolar. Kullanılan genel konteynera benzer tasarlanmasına rağmen çevreci yaklaşım entegre edilerek tasarlanmıştır.
- Hava koşullarından etkilenmez.
- Akıllı telefon uygulamasıyla (bluetooth) aracılığıyla kapağı açılmaktadır. Böylece herhangi bir temasa gerek kalmadan kullanıcı kontamine atığını konteynera atabilmektedir.
- Akıllı telefon kullanmayanlar içinde manyetik kart okuyucu sistem bulunmaktadır.
- Farklı kapasitelere sahip olup 1000 L’lik hacme kadar üretim yapılabilir. ,
- İçerisinde tekerlekli standart atık toplama araçlarıyla boşaltılabilen hazne bulunmaktadır ve sadece toplama aracındaki çalışanların anahtarıyla açılmaktadır.





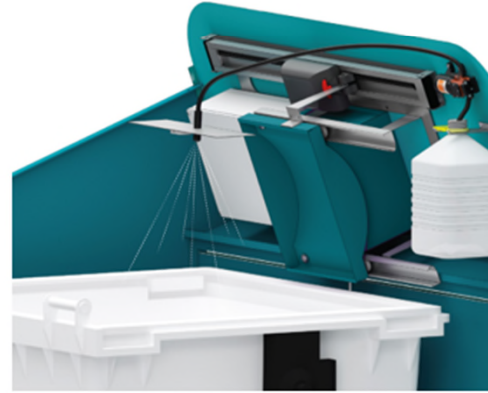
a.



b.



c.



d.

Emici hijyen ürünleri için akıllı konteyner örneği a.) dış görünümü, b.) konteyner üzerindeki güneş panelleri, c.) iç görünümü, d.) depolama sırasında kullanılan dezenfeksiyon ekipmanı

Sıkıştırılmalı Akıllı Konteyner

- Güneş enerjisiyle çalışan atık sıkıştırıcı konteyner, sıkıştırılmayan atık konteynerına kıyasla 8 kata kadar daha fazla atık tutabilir ve atık toplama sıklığını %80'e kadar azaltır.
- Kolay ve güvenli atık giderme için standart 240L tekerlekli çöp kutuları ile uyumludur ve ayrıca gerçek zamanlı olarak topladığı bilgileri kablosuz iletim yoluyla bulut tabanlı izleme ve veri analizi platformuyla kendisine özel olarak geliştirilmiş programa iletir.



SU KAYIP KAÇAKLARI

- Su dağıtım şebekelerindeki kaçak sorunu önemli ve acil bir sorun haline gelmiştir. Bu durum sızıntının bulunduğu yerin tespitinin önemini de artırmaktadır.
- Su sistemlerindeki sızıntıyı tespit etme tekniklerinin en önemli özelliği uygulama kolaylığı, uygulama maliyeti ve bunlardan sonuç almanın doğruluğu ve hızıdır.
- Bazı sızıntı tespit teknikleri, sınırlı borulardaki sızıntıları tespit etmek için donanım ve ekipmana dayanır ve genellikle bu tekniklerin kullanımından önce, ön işlemler gerekmektedir. Bu da uygulamayı zorlaştırmaktadır..



Su Kayıp ve Kaçakları

- Tespit teknikleri, şebeke için hidrolik analiz prensibine bağlıdır. Şebekedeki kaçak yerini tespit etmek, basınç ve debi gibi bazı özellikler için şebekeden alınan bazı ölçümler kullanılarak yapılan hidrolik analiz sonuçlarına bağlıdır.
- Henüz dağıtım ağlarında sızıntının tam yerini özel cihazlar olmadan tespit edebilecek bir yöntem bulunamamıştır.
- Şebekede aynı anda birden fazla yerde sızıntı olması ve kaçak su tüketimi vb durumlarda kaçak yeri tespiti ses dalgaları kullanılarak yapılabilmektedir.



Bir su dağıtım Őebekesindeki sızıntılarla ilgili önemli noktalar:

- Yüksek bir yolun ortasında saniyede bir damla küçük bir sızıntı, hizmet sağlayıcıları için çok büyük sorunlara neden olabilmektedir.
- Sızıntılar, kurum/kuruluŐun itibarını olumsuz etkiler.
- Sızıntılar, değerli suyun müŐterilere ulaŐmasını engeller.
- Sızıntılar, işletme maliyetlerini artırır ve aynı zamanda arıtılmıŐ güvenli suyun kirlenmesi adına potansiyel bir risk oluŐturur.
- AŞırı kayıpların azaltılması, büyük olasılıkla ticari kayıpların azaltılmasından sonraki en ucuz su kaynağıdır.
- Dakikada yalnızca bir litrelik sızıntı, yılda 525.600 litreye karŐılıklı gelir.



Sızıntı probleminin birçok sebebi bulunmaktadır. Bu nedenler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Boru ağının iç ve dış yüzeylerinde korozyon.
- Karayolu trafiğinden kaynaklanan aşırı yük/stres.
- Aşırı su basıncı ve su darbesi.
- Hatalı mühendislik, işçilik ve yapım.
- Kötü tasarım (malzeme seçimi, boyutlandırma ve düzen).
- Ön görülemeyen durumlar.



Sızıntı gerçekleşirken izlenecek adımlar

1. Veri toplama, yani ađ verileri, kaçak sıklığı ve onarım verileri, boru iyileştirme verileri, ağın çalıştırılması ve bakımı gibi kayıtların kontrol edilmesi. Veri toplama oldukça önemlidir ve verilerin kullanılabilirliğine bağlı olarak değişen temel parametrelerdir.

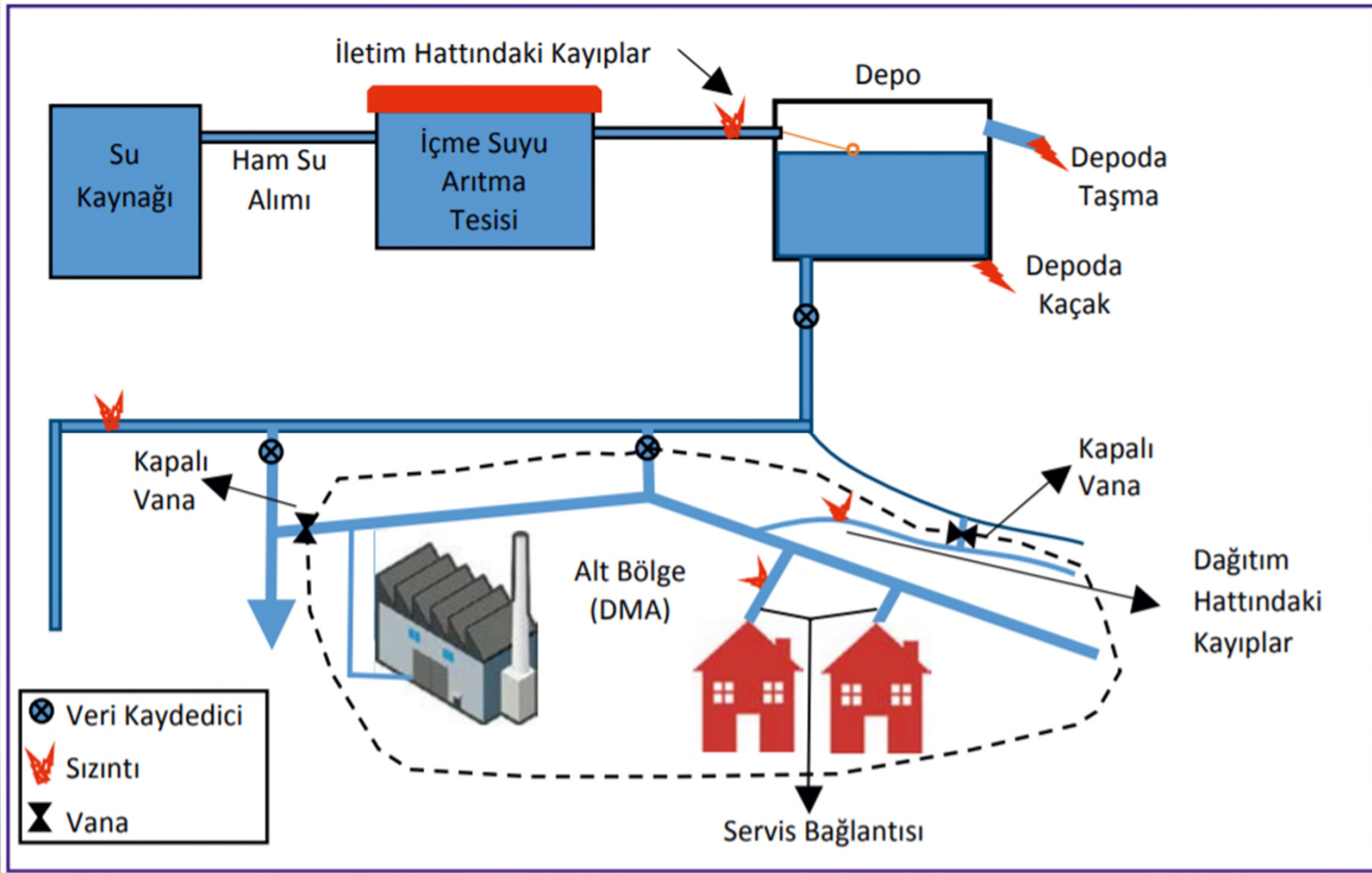
2. Ađ deđerlendirmesi, izleme

3. Fiziksel kaçak tespiti (sahada tespit)

4. Onarım programının planlanması ve uygulanması, ardından ađ bakımı ve bir rehabilitasyon programının yapılması.



Sızıntı Kontrolü



Tipik bir içme suyu temin ve dağıtım sistemi ve fiziki su kayıpları oluşum noktaları

Kaçak Tespit Teknikleri

- Şebeke için genel izleme yapmak zor olduğundan, mevcut kaçak tespiti esnasında yanlış mesafelerin girilmesi veya boru malzemesindeki değişikliklerin maliyetli ve tatmin edici olmayan sonuçlara yol açması sonucu kaçağın bulunduğu yere doğru bir şekilde ulaşması zor olabilir.
- Çünkü ağ için genel izleme yapmak personel açısından zorlayıcı bir süreçtir. Sızıntı tespiti bir seferde yalnızca belirli bir alanı kapsar.
- Bu sırada sızıntıları tespit etmek ve bulmak için ana yaklaşım, akustik yöntemler olarak adlandırılan ağdaki ses dalgalarını araştırma yöntemlerine dayanmaktadır.



Su dağıtım sistemlerinde **akustik olmayan** kaçak tespit teknikleri, aşağıdakilere dayalı yöntemleri içerir:

1. Su akışında izleme ve inceleme için izleme maddelerinin enjeksiyonu.
2. Boruların içeriden elektromanyetik muayenesi.
3. Basınç, akış hızı ve sıcaklık gibi boruya takılan sensörler tarafından algılanan yarı-statik sinyallerin analizi.
4. Basınç dalgası gibi boruya takılan sensörler tarafından tespit edilen geçici sinyallerin analizi.
5. Boru sistemi dışında bulunan sensörler ile kızılötesi termografi kullanılarak kaçıktan kaynaklanan sıcaklık değişimlerinin analizi.



SCADA sistemi

- Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA), temel olarak **uzaktan kontrol için yaygın olarak kullanılan** ve saha varlıklarının durumunu merkezi bir konumdan izleyen bilgisayarlı bir sistemdir.
- Kuyular, pompa istasyonları, vanalar, arıtma tesisleri ve rezervuarlar dahil olmak üzere su temini sistemi için saha varlıkları olarak sınıflandırılırlar.



Su dağıtım ağı için, SCADA sistemi aşağıdakileri yapacak şekilde tasarlanmalıdır.

- Sürekli olarak operasyonel süreçler izlenir ve kontrol edilir.
- Operasyonel süreçler için tek bir merkezi konumdan kontrol sağlanır. Hata ihtimali azaltılmış olur.
- Verileri sistemin davranışı üzerine depolar ve sistem için etkin varlık yönetimi eylemleri yoluyla sistemin performansı hakkında bilgi sağlar.
- Bazı uzak lokasyonlara rutin ziyaret ihtiyacını azaltarak sistemin etkili çalışmasını sağlar ve süreci iyileştirerek suyun pompalanması için gereken enerji tüketimini azaltır.
- Merkezi bir konumdan arızaların uzaktan teşhis edilmesini sağlayarak alarmı aktifleştirir ve böylece çevreye zarar verebilecek olaylardan kaçınmak için uygun bakım ekibini onarıma gönderir.



Zemin Mikrofonu ile sızıntı kontrolü

- Yüksek akustik duyarlılığa sahip bu cihazlar yer altında su kaçaklarının tespiti için özel mikrofonlarla dinleme sistemine sahiptir.
- Zemin mikrofonu kullanımı doğrudan sızıntıyı bulmak veya sızıntı olan alanın tespitinde çalışılacak alanın daraltılmasında kullanılmaktadır.



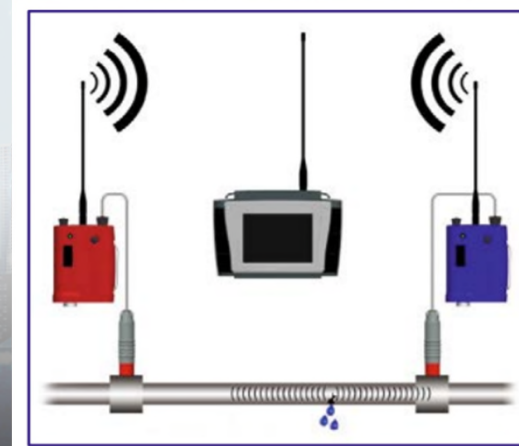
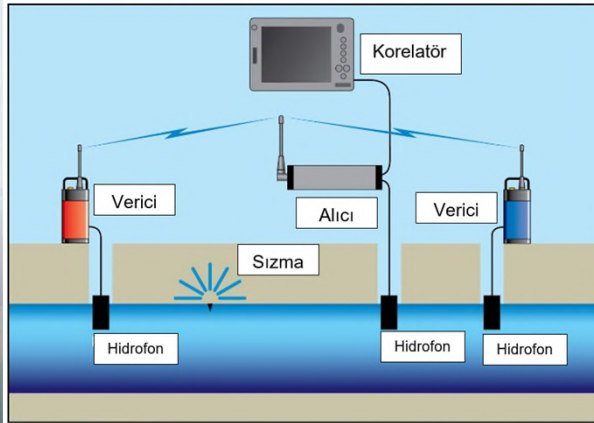
Zemin Mikrofonu ile sızıntı kontrolü

- Temel çalışma prensibi kaçak su borulardan veya vanalardan sızarak akarken özel hassas dinleme araçlarının duyabileceği kadar düşük desibelde ses çıkartmaktırlar.
- Cihazın yere paralel gezen denetleyici ucunda sesi algılan sistem bulunmaktadır ve bu sisteme bağlı özel kulaklık aracılığıyla denetim yapan personele aktarılır. Kullanımı kolay bir sistem olup nispeten düşük maliyetlidir.



- Korelatör

- Korelatörler, sızıntının oluşturduğu gürültünün tespit edilmesinde kullanılan sistemlerden biridir. Çalışma prensibi özetle, sızıntının olduğu tahmin edilen bölgenin her iki tarafına da mikrofonlar bağlanarak ölçümler yapılması şeklindedir..
- Ölçümler sızıntının çok yakınında yapılamasa da eğer gürültünün şiddeti yüksekse ölçümlerden sonuç alınabilmektedir.
- Ancak, ölçümlerin doğruluğu boru malzemesinin ses iletkenliğine de bağlıdır.



Sabit ses kaydediciler



- Sabit ses kaydedici cihazlar kaçağın tespit edileceği alandaki vanalara yerleştirilen sensörlerden oluşmaktadır.
- Kaçağın olduğu tahmin edilen bölgedeki yakın yerlere monte edilerek alıcılara ses kaydını gönderirler.
- Ses kaydedici sensörlerin görevi vanaların üzerinden sızıntı seslerini kaydetmesidir.
- Belirli saatlerde çalışarak düzenli ölçümleri sağlayabilir. Booster, sızıntı alanındaki vanaların üzerine konulan sensörlerdeki verileri toplar.

Metal Dedektörü

- Şehrin gelişmesi ve yollardaki yıpranmanın giderilmesi için tekrar asfaltlanması durumunda yol güzergahında bulunan ekipmanlar ve sistemlerin görünürlüğü azalmaktadır.
- Arıza veya sistemlerin güncellenmesi durumunda bu ekipmanlara ulaşılması teknik personel için zorlayıcı bir durumdur.
- Metal dedektörü asfalt altında kalan ekipmanlara ulaşılması için kullanılan bir cihazdır.



Sonuç olarak;

- Akıllı Altyapılar, enerji, toplu taşıma, kamu güvenliği gibi farklı faaliyet alanlarından birkaç operatörden oluşur. Fiziksel dünyayla etkileşime giren veri kontrollü ekipman olan “siber-fiziksel sistemleri” dağıtır ve çalıştırır.
- Bu sebeple, yaşanabilir, güvenilir, huzurlu şehir altyapılarının oluşturulmasında büyük önem taşır.



DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI