

Bilginin Raf Ömrü: Sağlıkta Hedef Odaklı Haberleşmenin Önemi

Prof. Elif Uysal
Çağrı Arı

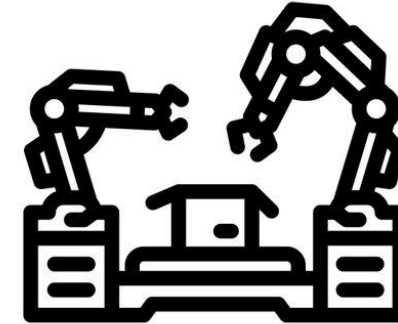
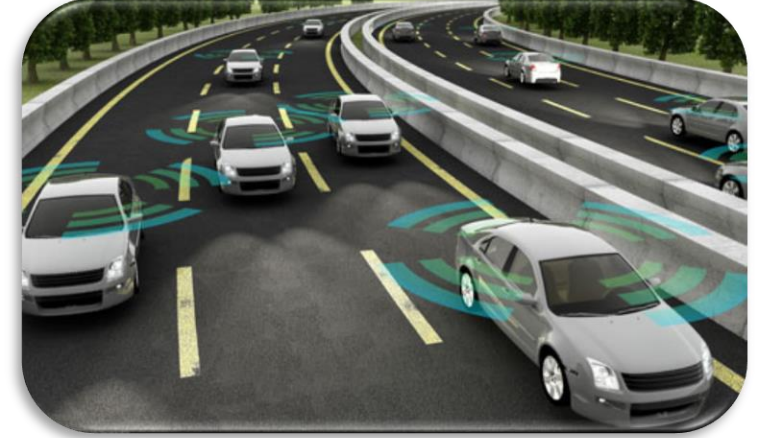
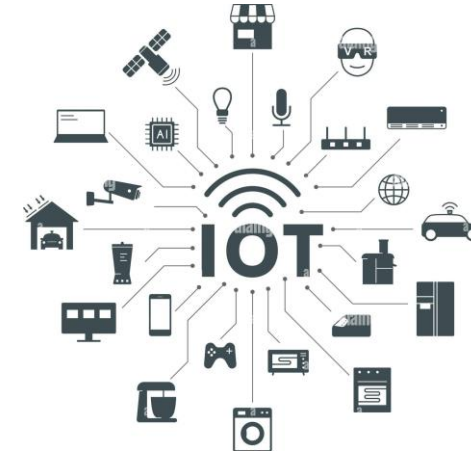
Haberleşme Ağları Araştırma Grubu (CNG)

ODTÜ Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü, Ankara



Makine-Tipi Haberleşme (MTC) Nedir?

- ❑ Cihazlar arası otomatik ve doğrudan iletişim
- ❑ IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazları arasında veri paylaşımı sağlar
- ❑ Akıllı şehirler, endüstriyel otomasyon, otonom araçlar gibi teknolojiler için kilit önem taşır



MTC'nin Kendine Has Gereksinimleri

Kapsamlı
Bağlantı

Milyonlarca
sensörün aynı
anda
bağlanabilmesi

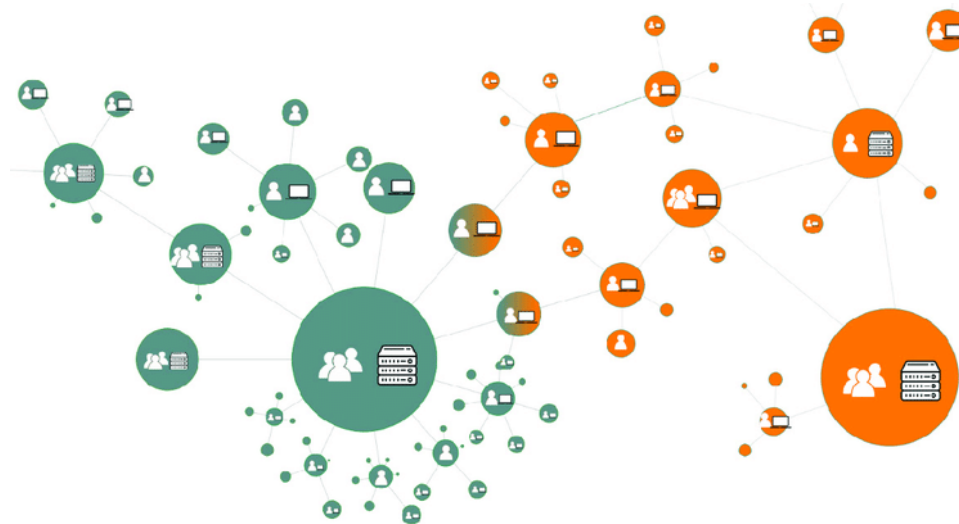
Ölçeklenebilirlik

Düşük
Gecikme

Gerçek zamanlı
tepki gerektiren
otomasyon
içeren
uygulamalar
için kritik

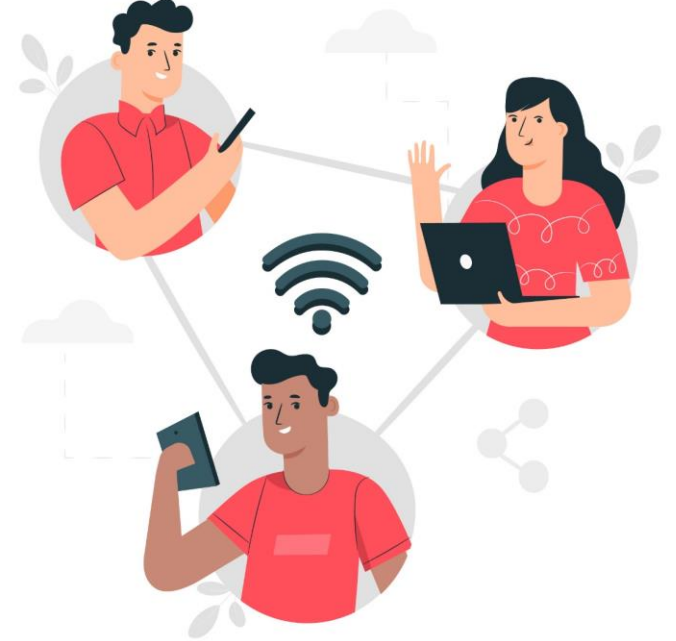
Enerji
Verimliliği

Sıkı enerji
kısıtları altında
etkili faaliyet



Geleneksel Haberleşme Yaklaşımlarının Sınırları

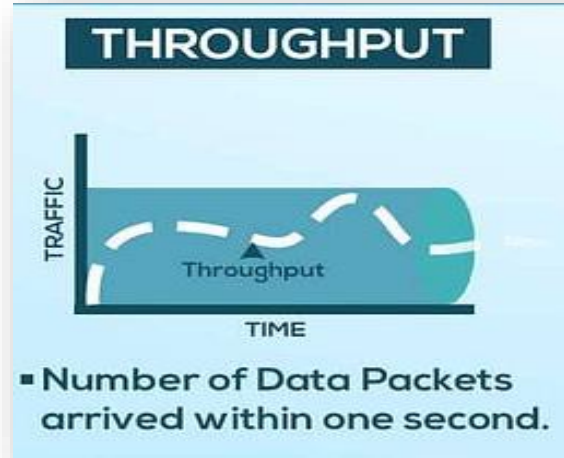
- ❑ İnsan iletişimini merkeze alır.
- ❑ En az hata ile en çok veriyi göndermeyi amaçlar
- ❑ Veriyi önemine göre ayırt etmez; gereksiz veri trafiği oluşturur
- ❑ Zamanlama duyarlılığı yoktur
- ❑ Ağ kaynaklarını verimsiz kullanır



Geleneksel Performans Kriterleri

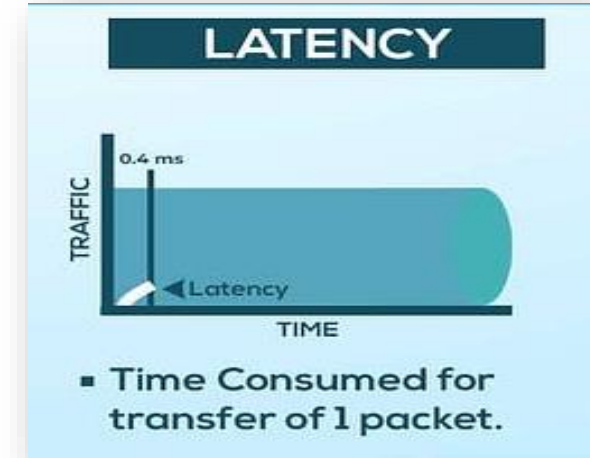
Verim (Throughput)

Belli bir zaman aralığında gönderilen toplam veri miktarını ölçer.



Gecikme (Latency)

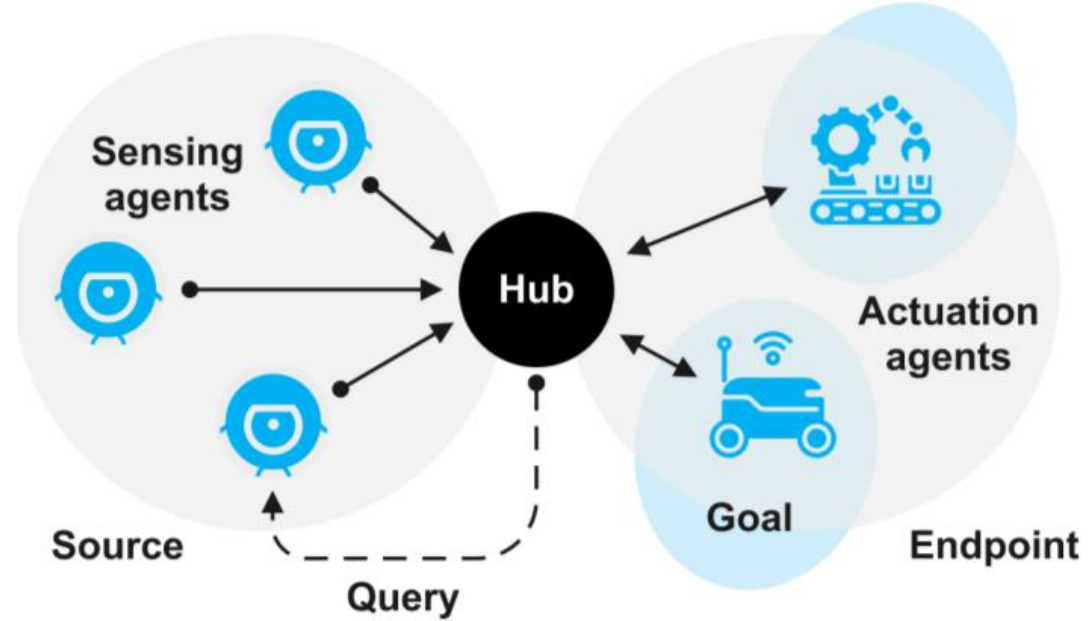
Bir parça bilginin alıcıya ulaşması için gereken süreyi ölçer.



Bu performans metrikleri veriyi **önemine göre sınıflandırmaz**. Sadece çok miktarda veriyi hızlı şekilde göndermeyi hedefler.

Hedef Odaklı Haberleşme

- ❑ Verinin değeri, makinenin hedefine olan katkısı ile ölçülür
- ❑ Veri alıcı tarafındaki makinenin performansını optimize edecek şekilde üretilir ve gönderilir
- ❑ Gereksiz veri iletimi yapılmamasını sağlar; kısıtlı iletişim kaynaklarını verimli kullanır
- ❑ Kalabalık MTC ağlarının ölçeklenebilirliğini sağlar



Hedef Odaklı Haberleşme: Temel Bileşenler

Veri Fayda Düzeyi: Sadece yararlı bilgiler gönderilir
Nasıl ölçülebilir?

Zamanlama: Doğru bilgi doğru zamanda cihaza iletilmelidir.
Örnekleme ve çizelgeleme algoritmaları tasarımı

Kaynak Verimliliği: Bant genişliği ve enerji boşa harcanmaz
Sadece gerekli durumlarda iletim yapılmalı

Hedef Odaklı Haberleşmeye Doğru: Bilgi Yaşı

Bilgi Yaşı (Age of Information)

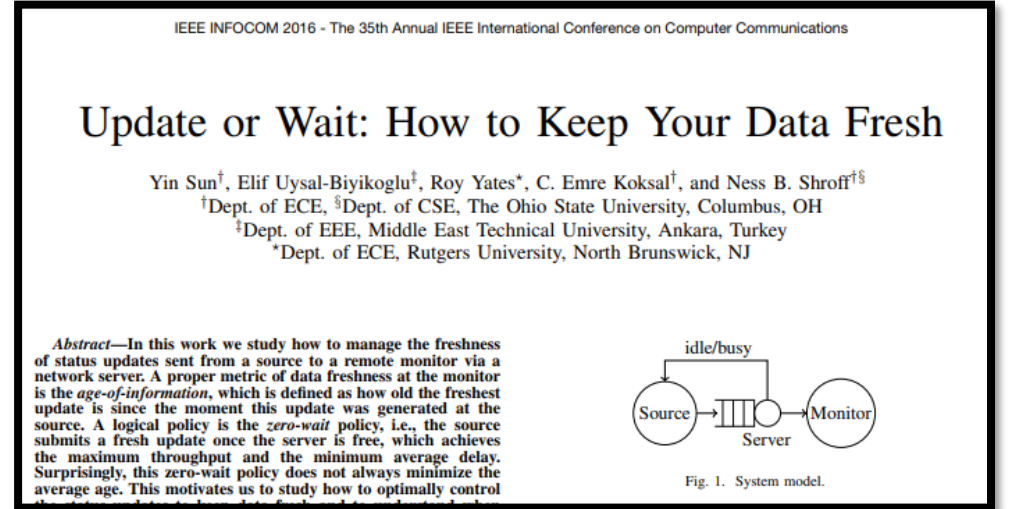
Bir verinin üretildiği andan itibaren geçen zaman anlamına gelir.

Herhangi bir t anında alıcı tarafındaki bilgi yaşı, $\Delta(t)$, şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta(t) = t - U(t).$$

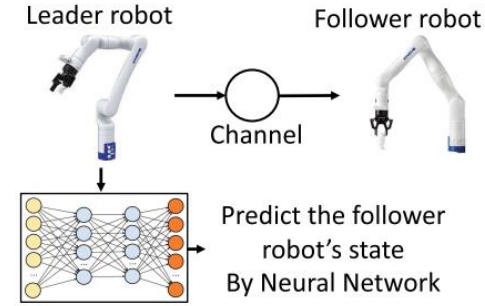
Burada $U(t)$, alıcıya halihazırda ulaşmış en güncel verinin üretim zamanıdır.

- ❑ Her an gerçek zamanlı veriye ihtiyaç duyulan kritik uygulamalar için bir kriter olabilir
- ❑ Ancak uygulamaya özel performansı karşılayacak kapsamda bir metrik değil

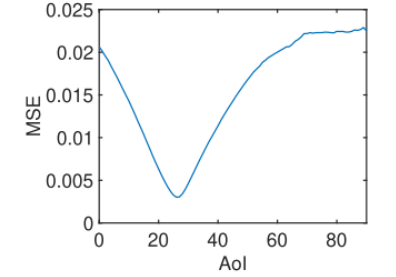


Daha Hedef-Odaklı Metriklerle Doğru

- Alıcı tarafındaki cihazın son iletilen veriden '*memnuniyeti*', Bilgi Yaşı'nın uygulamaya-özel bir fonksiyonu olarak modellenir
- Herhangi bir verilen fonksiyon için performansı optimize eden örnekleme ve çizelgeleme algoritmaları *hedef-odaklı* çalışır.



(a) Prediction of Follower Robot



(c) Inference Error vs. AoI

Timely Communications for Remote Inference

Md Kamran Chowdhury Shisher¹, Member, IEEE, Yin Sun², Senior Member, IEEE, and I-Hong Hou³, Senior Member, IEEE

Abstract—In this paper, we analyze the impact of data automation, digital twins, UAV navigation, and extended

Goal-Oriented Communications for Remote Inference under Two-Way Delay with Memory

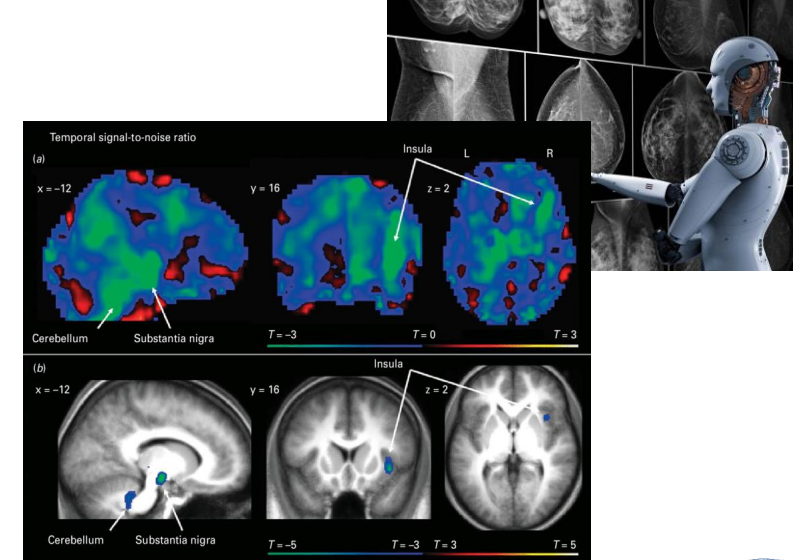
Cagri Ari[†], Md Kamran Chowdhury Shisher[‡], Elif Uysal[‡], and Yin Sun[‡]
Department of Electrical and Electronics Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye[†]
Department of Electrical and Computer Engineering, Auburn University, AL, USA[‡]
ari.cagri@metu.edu.tr, mzs0153@auburn.edu, uelif@metu.edu.tr, yzs0078@auburn.edu

Abstract—We study the design of a goal-oriented sampling and scheduling strategy through a channel with highly variable two-way random delay, which can exhibit memory (e.g., Delay and

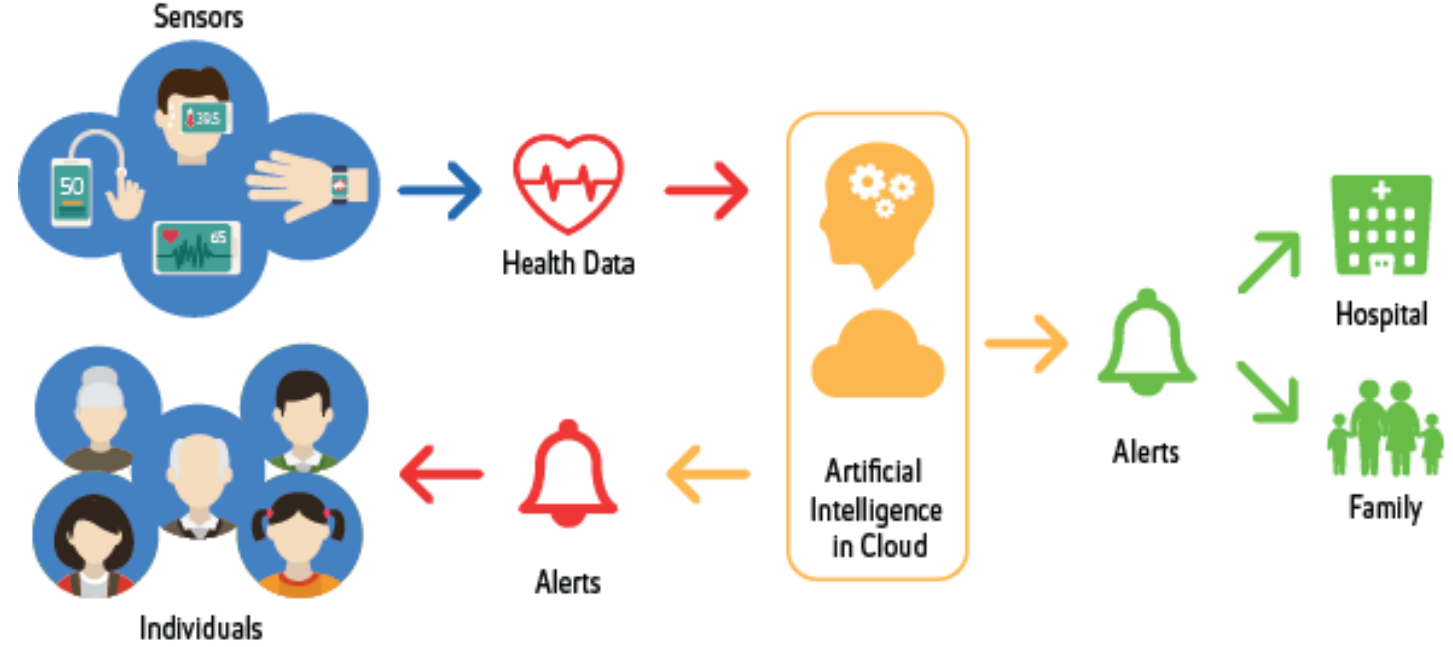
architecture requires a paradigm shift in the communication system and protocol design. This paradigm shift is for networks to focus on the effective accomplishment of the sensing

Hedef Odaklı Haberleşme Sağlıkta Neden Önemli?

- ❑ Büyük miktarda veri üretimi (sensörler, görüntüler)
- ❑ Gerçekten faydalı/kritik verinin gecikmeye uğraması/kaybolması
- ❑ Kritik bilgiye ulaşma süresi azaltılmalı



Uygulama 1: Uzaktan Hasta Takibi



- ❑ Düşük bütçeli giyilebilir sensörler ile kalp atışı, kan şekeri vb. değerler sürekli ölçülür
- ❑ Normal değerler yerine sadece anomaliler iletilir
(Verinin önemini değerlendirmek için TinyML'den yararlanılabilir)

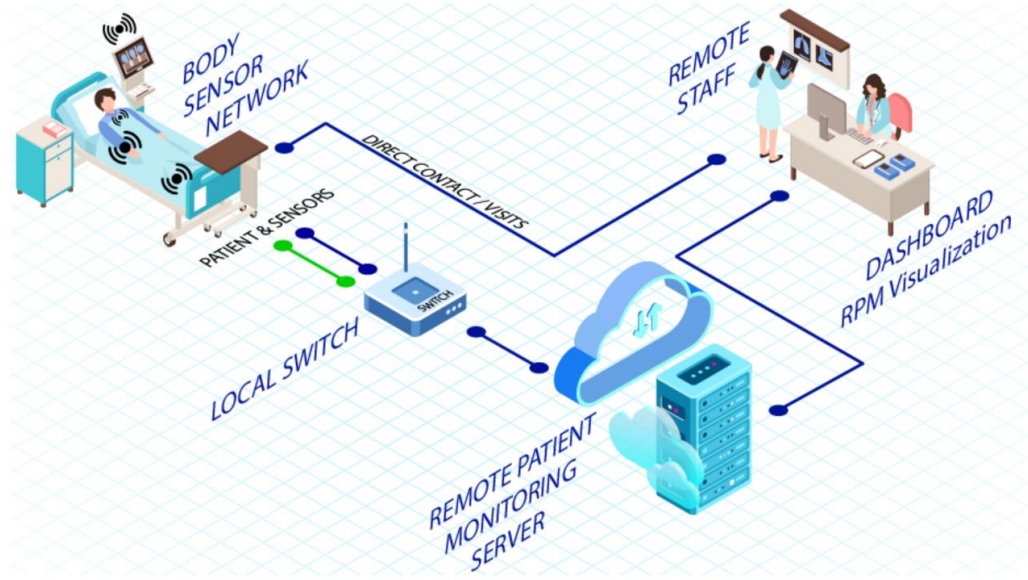
Uygulama 2: Robotik Cerrahi

- ❑ Cerrahi araçlar anlık veri ile çalışır
- ❑ Kritik sinyaller düşük gecikmeyle iletilir
- ❑ Operasyonel güvenlik ve doğruluk artar



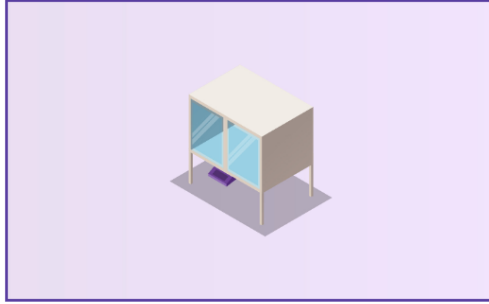
Uygulama 3: Uzaktan Görüntüleme ve Yapay Zekâ

- ❑ Önemli sağlık görüntüleri (Örneğin, MR/BT verileri) yapay zekâ ile analiz edilerek anormal bulgular saptanabilir.
- ❑ Normal görüntüler değil, sadece sorunlu bulgular aktarılır
- ❑ Hem kısıtlı iletişim kaynakları hem de uzman personelin zamanı verimli kullanılır

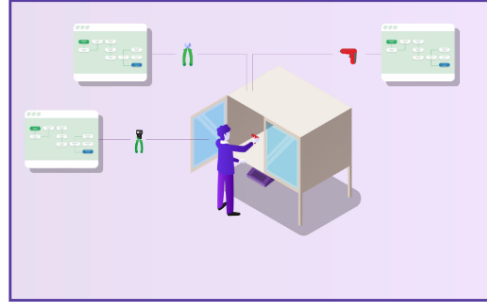


Uygulama 4: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Dolap

01



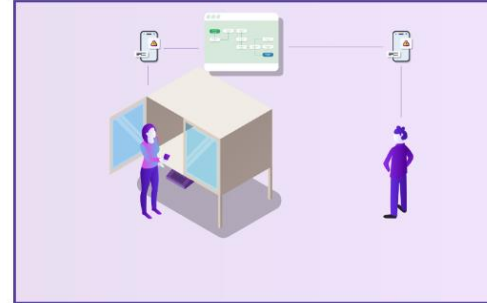
02



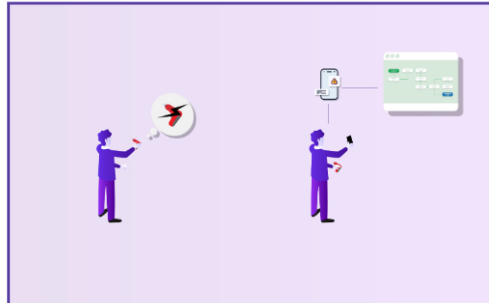
03



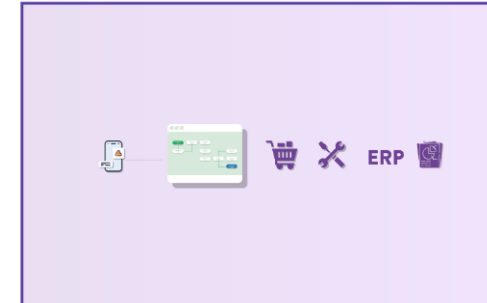
04



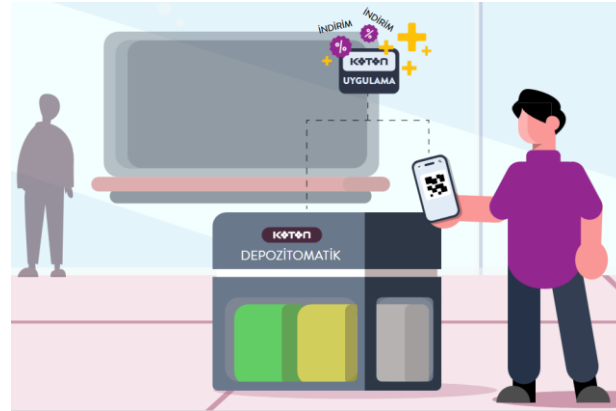
05



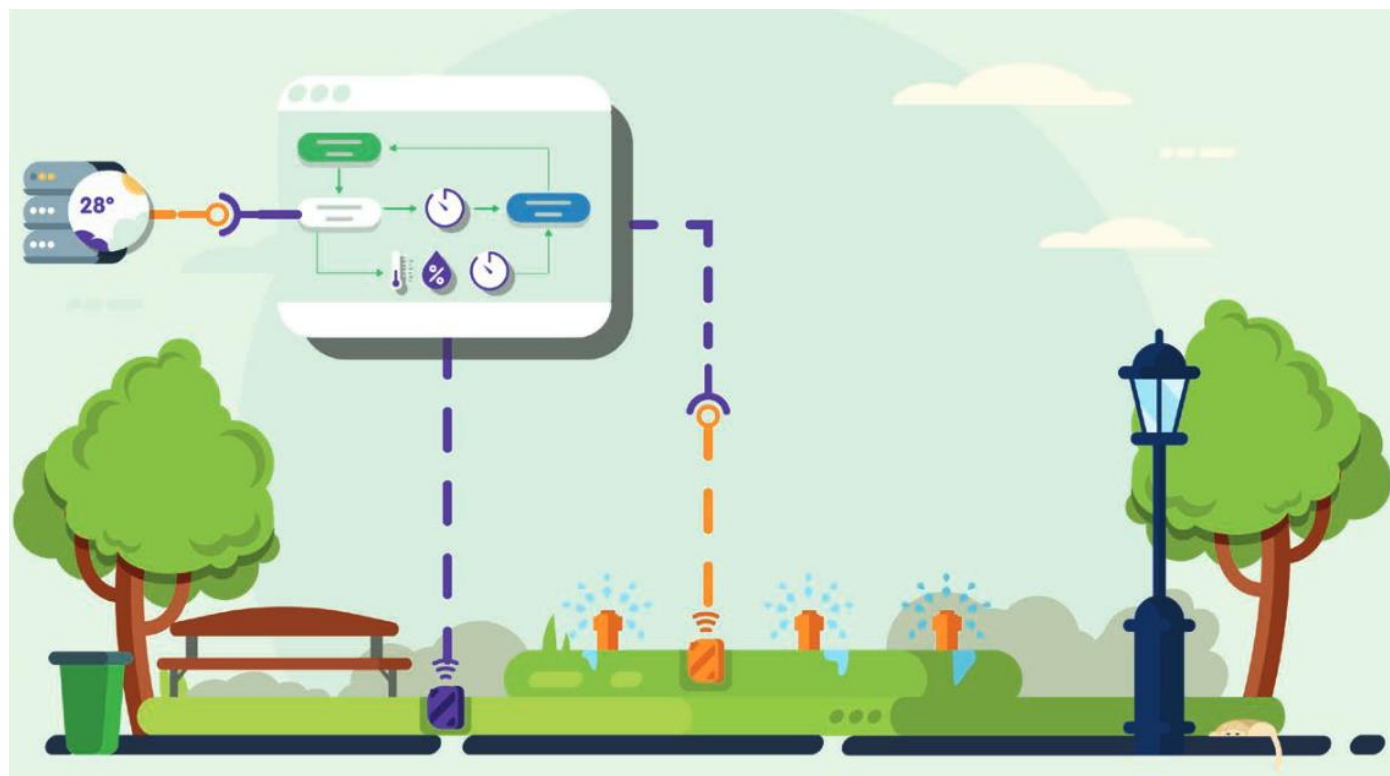
06



Uygulama 5: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Geri Dönüşüm



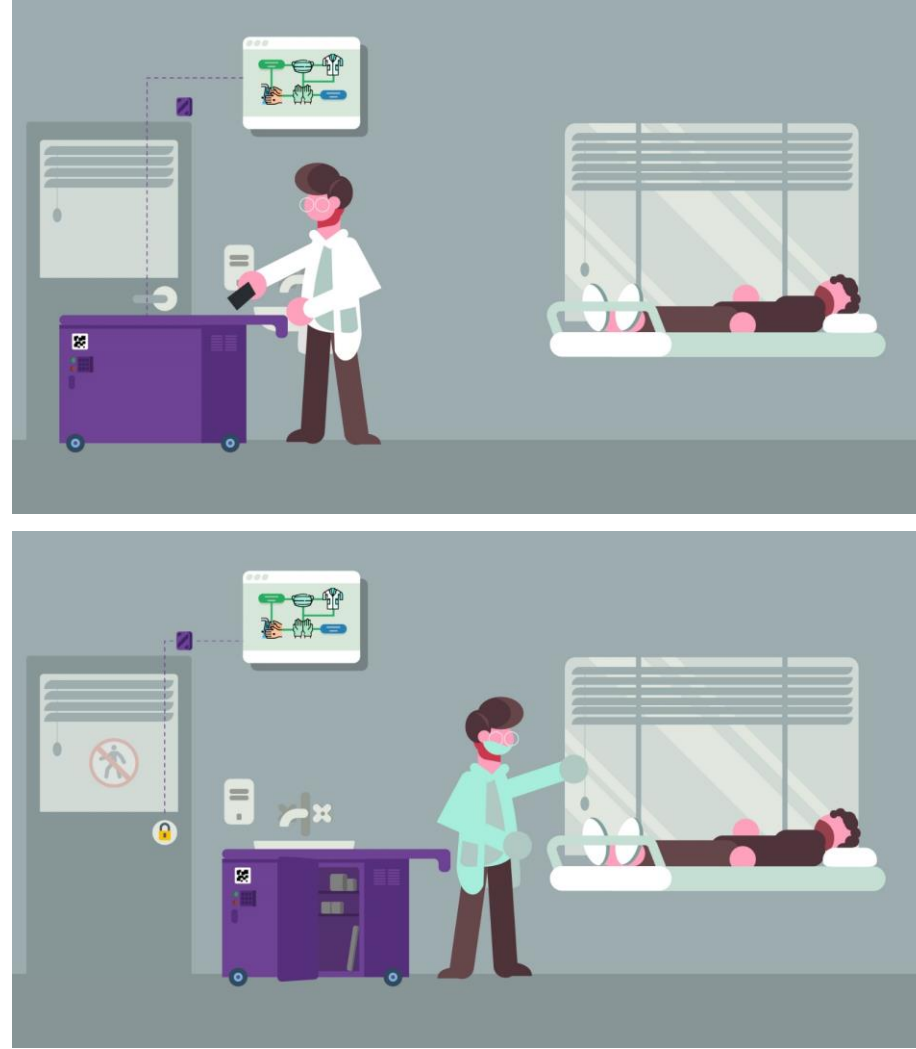
Uygulama 6: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Sulama Sistemi



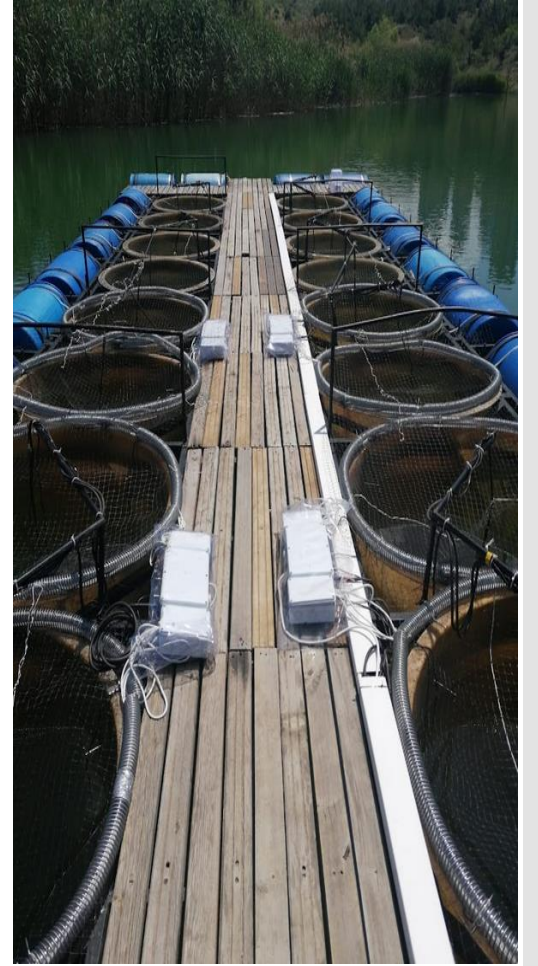
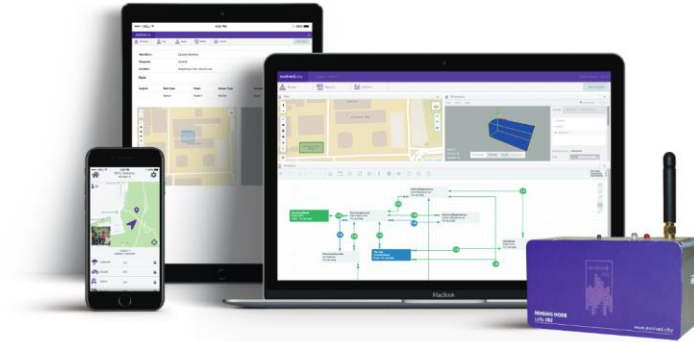
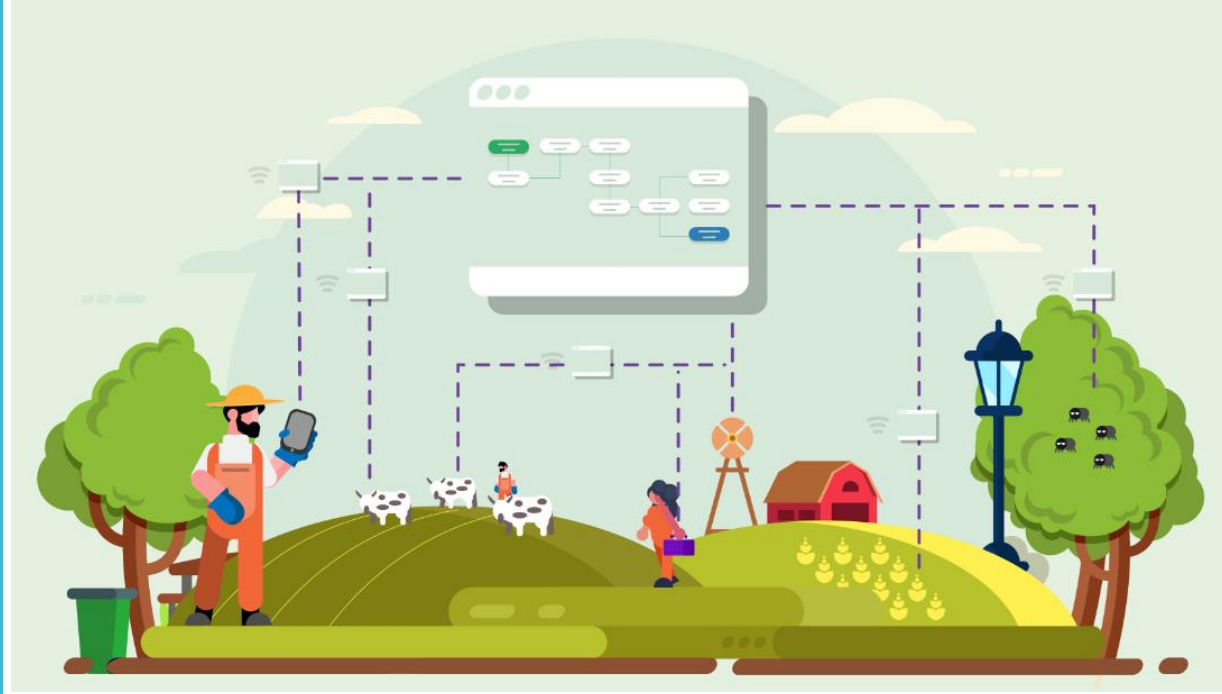
Uygulama 7: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Raf Sistemi



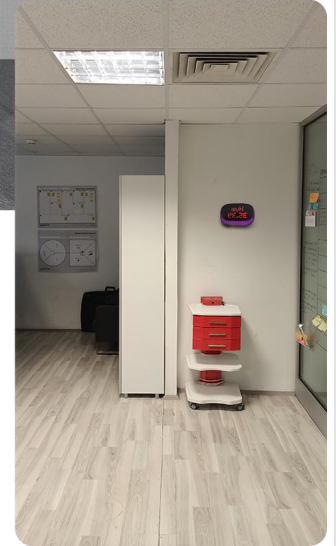
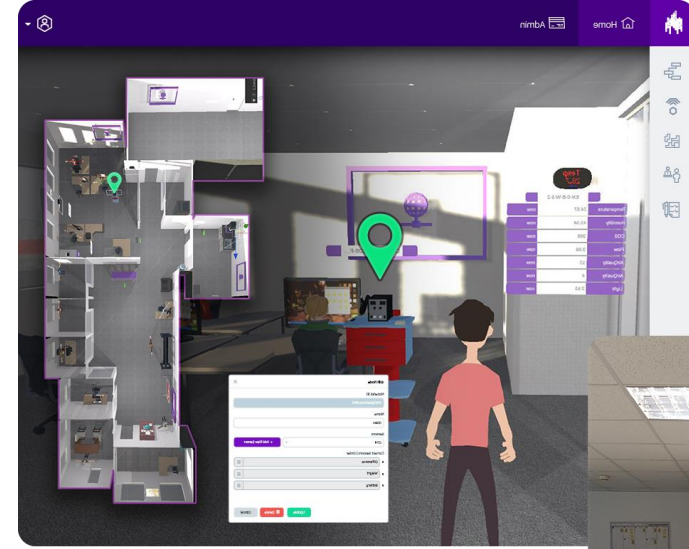
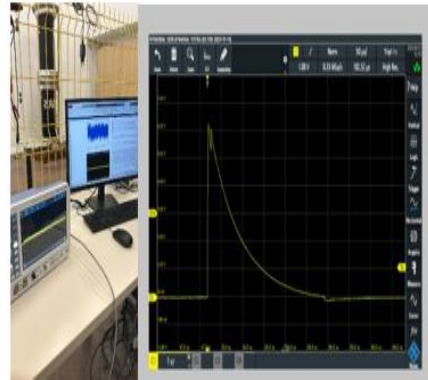
Uygulama 8: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Hastane Kabineti



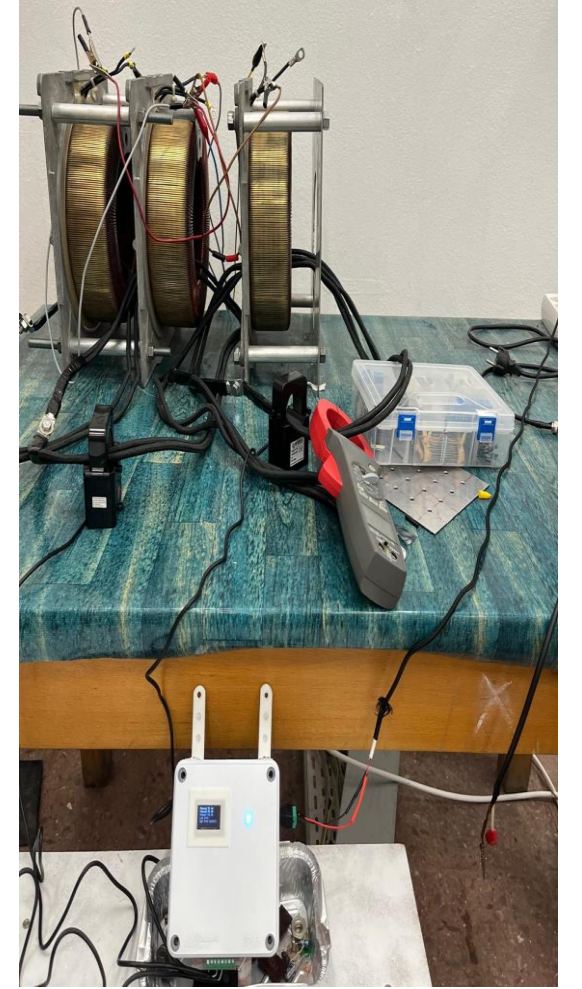
Uygulama 9: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Tarım



Uygulama 10: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Oda ve Dijital ikiz



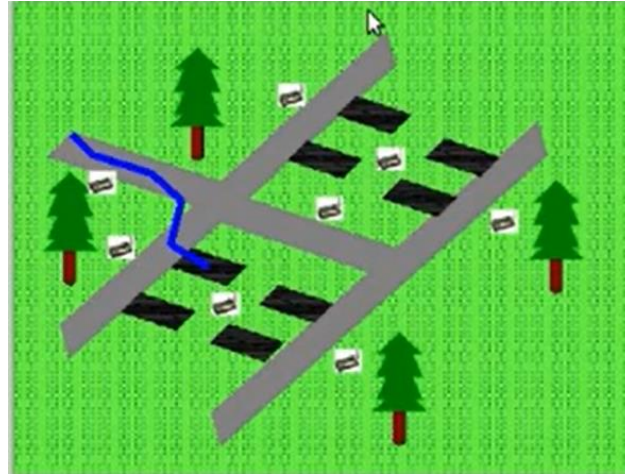
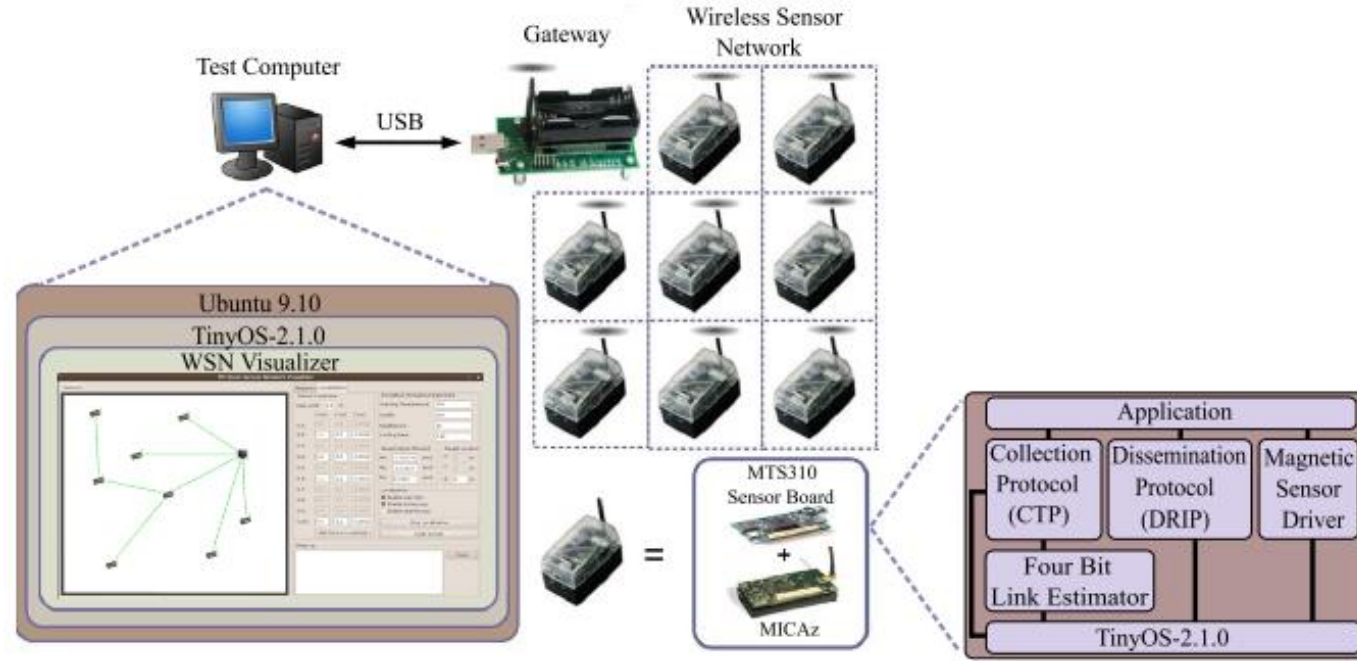
Uygulama 11: IoT Tabanlı Elektrik Dağıtım Şebekeleri için Yaşa Duyarlı Arıza Tespit Cihazı





TÜBİTAK

Uygulama 12: IoT Tabanlı Döngüsel Ekonomiye Uygun Akıllı Takip ve Konumlandırma Sistemi



Kapanış & Soru-Cevap

İlginizden dolayı teşekkür ederiz