



Avrupa Birlięi tarafından
finanse edilmektedir



Akıllı Tarım Teknikleri ve Teknolojileri II

Doç. Dr. Funda DÖKMEN
Kocaeli Üniversitesi, İzmit MYO
12-13, Haziran 2026, Sakarya

Bu yayın Avrupa Birlięi tarafından finanse edilmiştir. İçeriğinin tüm sorumluluğu Uluslararası Tarım ve Gıda
Konfederasyonu'na aittir ve Avrupa Birlięi'nin görüşlerini yansıtmamaktadır.



Nesnelerin interneti (IOT)

- Giriş

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT), fiziksel nesnelerin sensörler, yazılımlar ve iletişim teknolojileri aracılığıyla internet üzerinden birbirleriyle ve merkezi sistemlerle veri alışverişi yapmasını sağlayan yenilikçi bir teknolojik yaklaşımdır. Günümüzde hızla gelişen dijital dönüşüm sürecinin temel bileşenlerinden biri olan IoT, akıllı cihazların gerçek zamanlı veri toplama, analiz etme ve karar verme süreçlerine katkı sağlamasına olanak tanımaktadır. Tarımdan sağlığa, ulaşımdan endüstriyel üretime kadar birçok alanda kullanılan bu teknoloji, kaynakların daha verimli kullanılmasını, operasyonel maliyetlerin azaltılmasını ve yaşam kalitesinin artırılmasını hedeflemektedir. Özellikle yapay zekâ, büyük veri ve bulut bilişim teknolojileri ile entegre çalışabilen IoT sistemleri, geleceğin akıllı şehirleri, akıllı tarım uygulamaları ve sürdürülebilir üretim modellerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

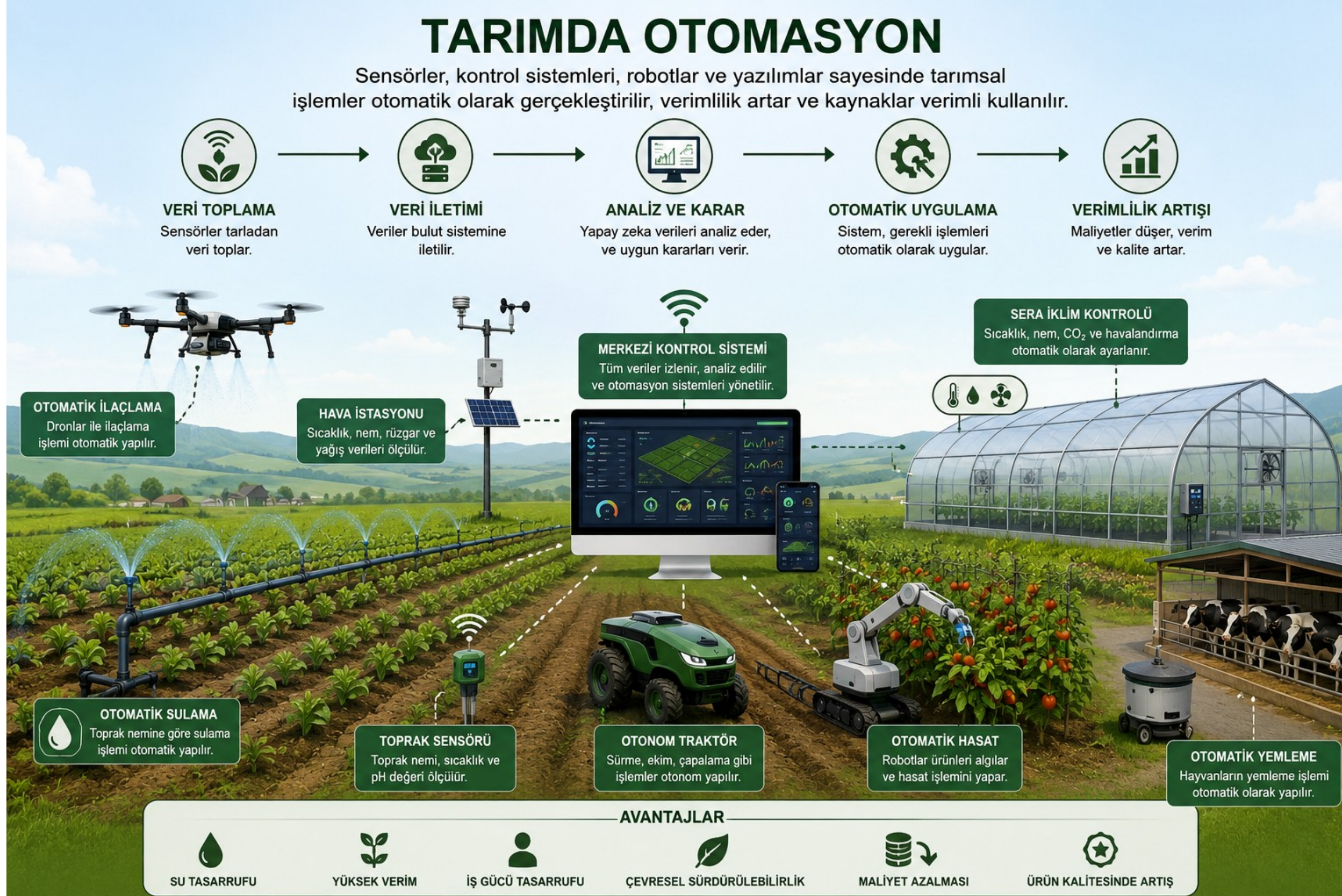
Gerçek zamanlı veri toplama

Gerçek zamanlı veri toplama, sensörler, cihazlar veya sistemler tarafından üretilen verilerin oluştuğu anda veya çok kısa bir gecikmeyle toplanarak işlenmesi ve analiz edilmesi sürecidir. Bu yaklaşım sayesinde çevresel koşullar, sistem performansı veya kullanıcı davranışları anlık olarak izlenebilir ve gerekli durumlarda hızlı kararlar alınabilir. Özellikle Nesnelerin İnterneti (IoT) uygulamalarında gerçek zamanlı veri toplama; sıcaklık, nem, toprak nemi, hava kalitesi, enerji tüketimi ve makine durumu gibi verilerin sürekli izlenmesini sağlayarak verimliliğin artırılmasına, kaynakların etkin kullanılmasına ve olası sorunlara zamanında müdahale edilmesine olanak tanımaktadır. Tarım sektöründe ise sensörlerden elde edilen anlık veriler sayesinde sulama, gübreleme ve hastalık yönetimi gibi süreçler daha hassas ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Otomasyon

Tarımda otomasyon, tarımsal üretim süreçlerinde insan müdahalesini azaltmak ve işlemleri daha verimli hale getirmek amacıyla sensörler, kontrol sistemleri, robotlar, yapay zekâ ve bilgi teknolojilerinin kullanılmasıdır. Otomasyon sistemleri sayesinde sulama, gübreleme, ilaçlama, hasat, sera iklim kontrolü ve hayvan besleme gibi birçok işlem otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Tarımda otomasyonun temel amacı; üretim maliyetlerini düşürmek, iş gücü ihtiyacını azaltmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve ürün verimliliği ile kalitesini artırmaktır. Sensörlerden elde edilen gerçek zamanlı veriler kullanılarak toprak nemi, sıcaklık, hava koşulları ve bitki gelişimi sürekli izlenebilir. Böylece ihtiyaç duyulan işlemler doğru zamanda ve doğru miktarda uygulanarak su, enerji ve tarımsal girdilerden tasarruf sağlanır. Günümüzde tarımda otomasyon, sürdürülebilir ve hassas tarım uygulamalarının temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte ve tarımsal üretimde verimlilik ile çevresel sürdürülebilirliğin artırılmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

Şekil 1.



Uzaktan kontrol

Tarımda uzaktan kontrol, tarımsal üretim süreçlerinin internet bağlantısı, sensörler, kablosuz iletişim teknolojileri ve mobil cihazlar aracılığıyla herhangi bir yerden izlenmesi ve yönetilmesidir. Bu sistemler sayesinde çiftçiler, tarlada veya serada fiziksel olarak bulunmadan sulama, gübreleme, iklimlendirme ve diğer tarımsal faaliyetleri kontrol edebilmektedir. Uzaktan kontrol sistemlerinde toprak nemi, sıcaklık, hava nemi, ışık şiddeti ve bitki gelişimine ilişkin veriler sensörler tarafından sürekli olarak toplanır ve bulut tabanlı platformlara aktarılır. Kullanıcılar bu verilere bilgisayar, tablet veya akıllı telefonlar üzerinden erişebilir, gerekli durumlarda ekipmanları uzaktan çalıştırabilir veya otomatik kontrol senaryoları oluşturabilirler. Bu teknoloji, zaman ve iş gücü tasarrufu sağlarken kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak tanımaktadır. Özellikle akıllı sulama sistemlerinde uzaktan kontrol sayesinde su tüketimi azaltılmakta, ürün verimi artırılmakta ve tarımsal üretimde sürdürülebilirlik desteklenmektedir.

Uzaktan kontrol süreci

Uzaktan Kontrol Süreci  Sensörler →  Veri Aktarımı →  Bulut Platformu →  Mobil Uygulama
→  Tarımsal Ekipmanlar

Yararları:

- Gerçek zamanlı izleme
- Hızlı karar verme
- Su ve enerji tasarrufu
- İş gücü maliyetlerinin azaltılması
- Verim ve ürün kalitesinin artırılması
- Tarımsal risklerin azaltılması

Sensör Tabanlı izleme ve Veri Yöntemi

- Sensör tabanlı veri izleme süreci, tarımsal alanlarda çevresel ve bitkisel parametrelerin sensörler aracılığıyla sürekli ölçülmesi, verilerin dijital ortama aktarılması ve analiz edilerek karar destek mekanizmalarında kullanılmasıdır. Bu süreç sayesinde tarımsal faaliyetler gerçek zamanlı olarak takip edilmekte ve üretim süreçleri daha etkin yönetilmektedir. Toprak nemi, sıcaklık, hava nemi, ışık şiddeti, pH ve besin elementleri gibi veriler sensörler tarafından düzenli olarak toplanır. Elde edilen veriler kablosuz iletişim teknolojileri (Wi-Fi, LoRa, ZigBee, GSM vb.) kullanılarak merkezi veri tabanına veya bulut platformlarına iletilir. Burada işlenen veriler analiz edilerek kullanıcıya grafikler, raporlar ve uyarılar şeklinde sunulur. Böylece çiftçiler gerekli müdahaleleri zamanında gerçekleştirerek su, enerji ve girdi kullanımını optimize edebilirler.

Tarımsal Sensörler

- Toprak nemi
- Sıcaklık
- pH
- EC sensörleri

Toprak nem sensörleri

Toprak nem sensörleri, toprakta bulunan su miktarını ölçerek bitkilerin su ihtiyacının belirlenmesini sağlayan elektronik cihazlardır. Bu sensörler, toprağın nem seviyesini sürekli izleyerek sulama sistemlerine veri sağlar ve gereksiz su kullanımını önler. Akıllı tarım uygulamalarında yaygın olarak kullanılan toprak nem sensörleri, hassas sulama yönetiminin temel bileşenlerinden biridir.

Sensörler belirli aralıklarla toprağın nem içeriğini ölçer ve elde edilen verileri kablosuz veya kablolu iletişim sistemleri aracılığıyla kontrol ünitesine aktarır. Ölçülen nem seviyesi önceden belirlenen eşik değerin altına düştüğünde sulama sistemi otomatik olarak devreye girebilir. Böylece bitkilerin optimum su koşullarında yetişmesi sağlanırken su ve enerji tasarrufu elde edilir.

Çalışma Prensipleri  Toprak  Toprak Nem Sensörü  Nem Verisinin Ölçülmesi  Veri Aktarımı ve Depolama  Karar Destek Sistemi   Otomatik Sulama Kontrolü

Sıcaklık Sensörleri

- Sıcaklık sensörleri, tarımsal üretim ortamlarında hava, toprak veya su sıcaklığını ölçmek amacıyla kullanılan elektronik cihazlardır. Bitki gelişimi, tohum çimlenmesi, fotosentez, sulama planlaması ve sera yönetimi gibi birçok süreç sıcaklıktan doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle sıcaklık sensörleri, tarımsal izleme sistemlerinin önemli bileşenlerinden biridir.
- Sensörlerden elde edilen sıcaklık verileri gerçek zamanlı olarak izlenebilir ve belirlenen eşik değerlerin aşılması durumunda otomatik havalandırma, ısıtma veya sulama sistemleri devreye alınabilir.

Avantajları;

- Bitki gelişim koşullarının izlenmesi
- Don ve aşırı sıcaklık risklerinin belirlenmesi
- Sera iklim kontrolünün optimize edilmesi
- Verim ve ürün kalitesinin artırılması
- Enerji tasarrufu sağlanması

pH sensörleri

- pH sensörleri, toprağın veya sulama suyunun asitlik ve alkalilik seviyesini ölçen cihazlardır. pH değeri, bitkilerin besin maddelerini alabilme kapasitesini doğrudan etkilediği için tarımsal üretimde kritik bir parametredir. pH sensörleri sayesinde toprak veya suyun kimyasal özellikleri sürekli izlenebilir ve gerekli durumlarda gübreleme veya düzenleyici uygulamalar yapılabilir. Böylece bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinden en yüksek düzeyde yararlanması sağlanır.

Avantajları:

- Toprak verimliliğinin izlenmesi
- Besin elementi alımının optimize edilmesi
- Gübre kullanım etkinliğinin artırılması
- Ürün kalitesinin yükseltilmesi
- Toprak sağlığının korunması

EC Sensörleri

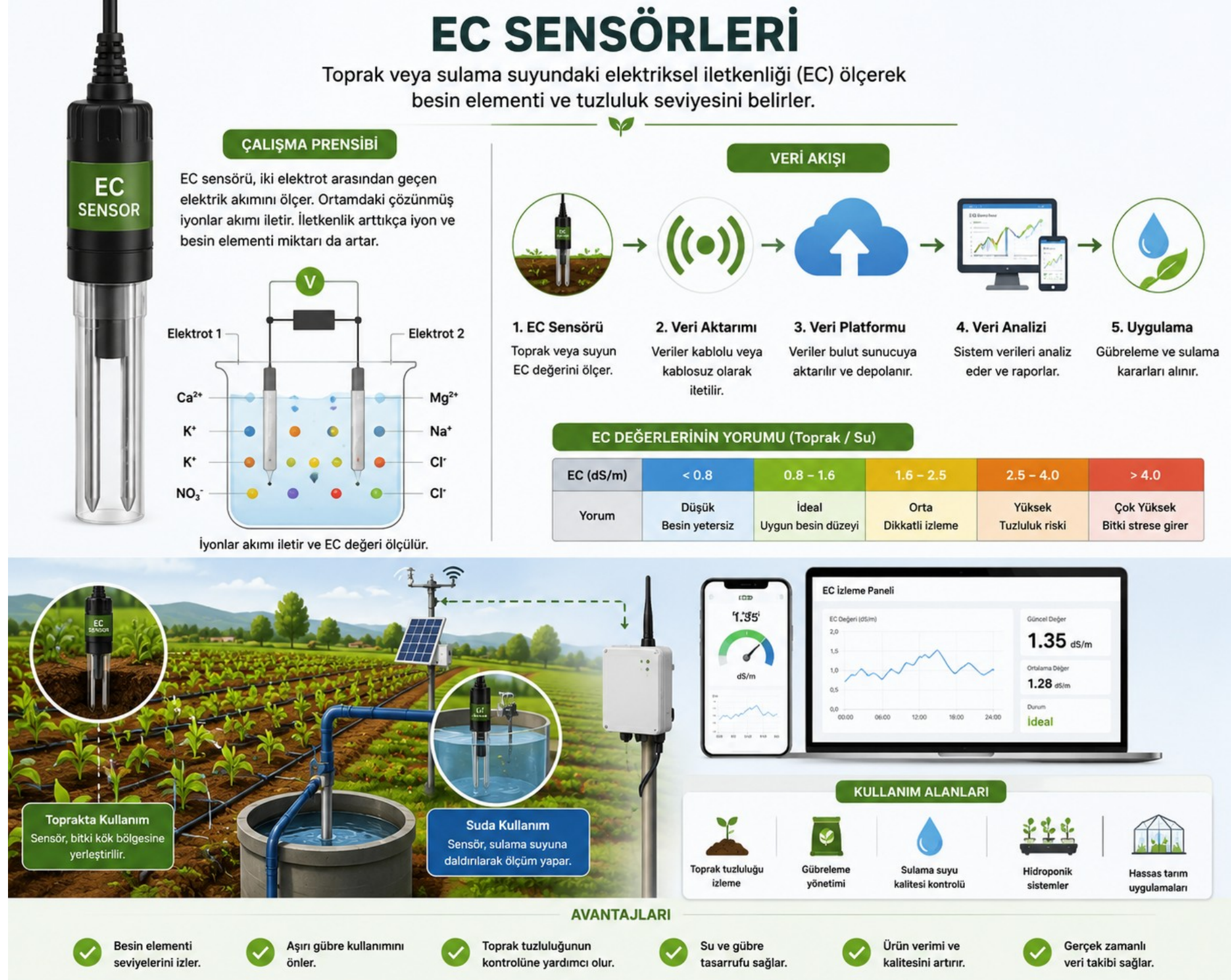
EC (Elektriksel İletkenlik) (Electrical Conductivity – Elektriksel İletkenlik) sensörleri, toprak veya sulama suyunda bulunan çözünmüş tuz ve besin elementlerinin miktarını ölçen cihazlardır. Elektriksel iletkenlik değeri, ortamda bulunan iyon konsantrasyonu ile doğrudan ilişkili olduğundan, bitkilerin besin durumu hakkında önemli bilgiler sağlar. Akıllı tarım uygulamalarında EC sensörleri, gübreleme ve sulama yönetiminin optimize edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toprak veya sulama suyundaki EC değeri yükseldikçe çözünmüş tuz miktarı artar. Çok düşük EC değerleri bitkiler için yetersiz besin seviyelerini gösterirken, çok yüksek EC değerleri tuzluluk stresine neden olarak bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle EC sensörleri, bitkilerin optimum büyüme koşullarının sağlanmasında kritik rol oynar.

Çalışma Prensibi

- EC sensörleri, iki elektrot arasından geçen elektrik akımını ölçerek ortamın elektriksel iletkenliğini belirler. Ölçülen veriler kontrol ünitesine veya bulut tabanlı sistemlere aktarılır ve analiz edilerek gübreleme veya sulama kararlarının alınmasında kullanılır.

Şekil 2.



Büyük Veri ve Bulut Sistemleri

Tarımda Büyük Veri ve Bulut SistemleriTarımda büyük veri (Big Data), sensörler, uydu görüntüleri, insansız hava araçları (İHA), meteorolojik istasyonlar, tarım makineleri ve çiftçi kayıtları gibi farklı kaynaklardan elde edilen büyük hacimli verilerin toplanması, depolanması ve analiz edilmesini ifade eder. Bulut sistemleri ise bu verilerin internet tabanlı sunucularda güvenli bir şekilde saklanması, işlenmesini ve kullanıcıların her yerden erişebilmesini sağlayan teknolojik altyapılardır.Akıllı tarım uygulamalarında sensörlerden gelen sıcaklık, nem, pH, EC ve hava durumu verileri sürekli olarak bulut ortamına aktarılır. Büyük veri analiz teknikleri ve yapay zekâ algoritmaları kullanılarak bu veriler değerlendirilir, geleceğe yönelik tahminler oluşturulur ve çiftçilere karar destek hizmetleri sunulur. Böylece sulama, gübreleme, hastalık yönetimi ve hasat planlaması daha doğru ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Büyük Veri ve Bulut Sistemlerinin Çalışma Süreci

- Tarımsal Veri Kaynakları(Sensörler, İHA'lar, uydular, meteoroloji istasyonları)
- Veri Toplama ve Aktarım
- Bulut Depolama Sistemi
- Büyük Veri Analizi
- Yapay Zekâ ve Karar Destek Sistemleri
- Çiftçi Kontrol Paneli
- Sulama, Gübreleme ve Üretim Yönetimi

Tarımdaki Kullanım Alanları

- Hassas sulama yönetimi
- Bitki hastalıklarının erken tespiti
- Gübreleme optimizasyonu
- Verim tahmini
- İklim ve hava durumu analizleri
- Tarımsal risk yönetimi
- Akıllı sera kontrol sistemleri

Bulut Sistemi ve Büyük Verinin Avantajları

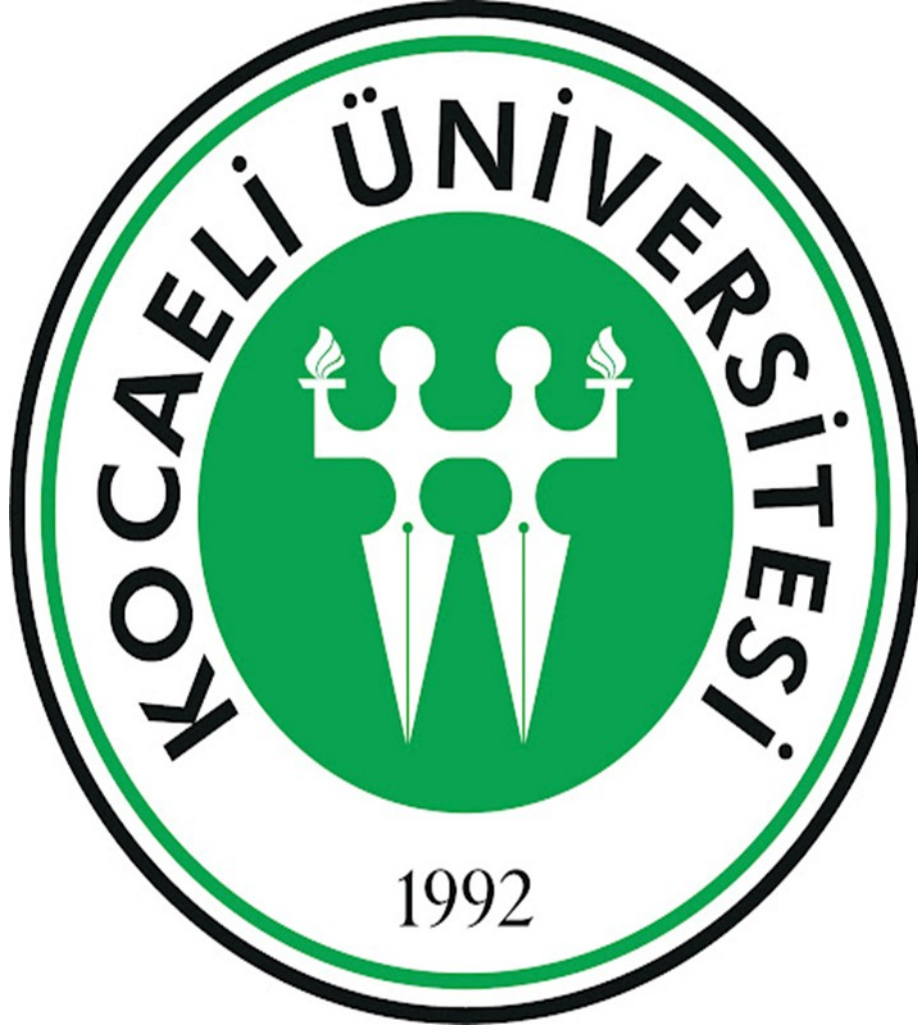
Bulut sistemi;

- Verilere her yerden erişim sağlar.
- Büyük miktardaki verilerin güvenli depolanmasını sağlar.
- Gerçek zamanlı veri paylaşımına olanak tanır.
- Karar alma süreçlerini hızlandırır.
- Donanım maliyetlerini azaltır.
- Ölçeklenebilir ve esnek bir yapı sunar.

Büyük Verinin Avantajları;

- Daha doğru kararlar alınmasını sağlar.
- Verim ve ürün kalitesini artırır.
- Su, enerji ve gübre kullanımını optimize eder.
- Hastalık ve zararlı risklerini önceden belirlemeye yardımcı olur.
- Tarımsal sürdürülebilirliği destekler.

Kısaca: Büyük veri ve bulut sistemleri, tarımsal üretimden elde edilen verilerin merkezi bir platformda toplanmasını, analiz edilmesini ve karar destek süreçlerinde kullanılmasını sağlayarak modern tarımın dijital dönüşümünde önemli bir rol üstlenmektedir.



Teşekkür ederim.....
Doç. Dr. Funda DÖKMEN
Kocaeli Üniversitesi, İzmit MYO
12-13, Haziran, 2026