



Avrupa Birliği tarafından
finanse edilmektedir



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka ve Karar Destek sistemleri

Daha Yeşil Yarınlar için Hassas Tarım: Sürdürülebilir
Tarım Savunuculuđu Projesi
IPAIİI/2023/451-911

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



Agenda



Tarımsal Su Yönetiminde Genel Bakış



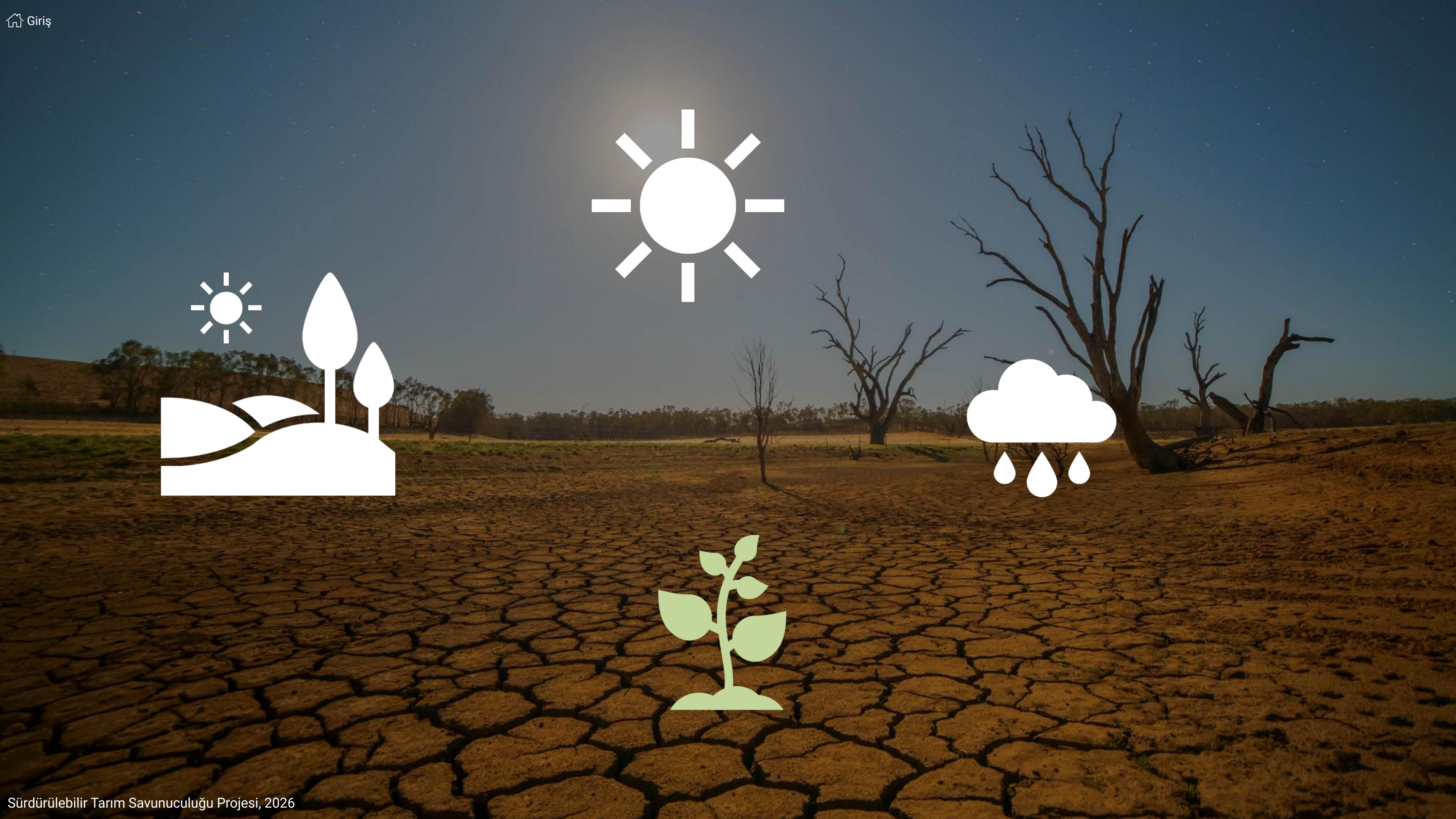
Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka Kullanımı



Sektörel Bakış Akışı

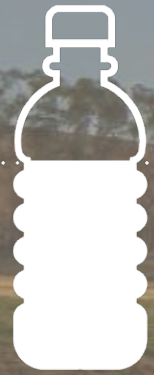


Sonuç



Su Kaynaklarımız sınırlıdır.

2050'e kadar



25%

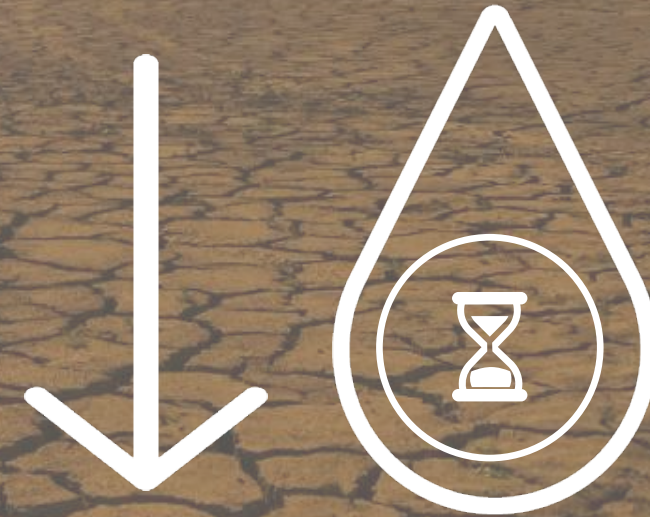
İhtiyacımız olandan daha az

4 Milyar

Su stressi altında yaşamaktadır.

40L

Günlük kullanım



Su

Kaynaklarımız;

- Türkiye kişi başı yıllık 1.346 m³ su ile "su azlığı" sınırının altında.
- Tarımsal su kullanımı toplam tüketimin %74'ünü oluşturuyor.
- Konya, Harran, Gediz ovalarında yeraltı suyu seviyeleri kritik düzeyde düşüyor.
- Son 30 yılda ortalama sıcaklık 1,5°C arttı, yağış düzensizleşti.
- Sulama randımanı ulusal ortalamada yalnızca %45 — kayıplar yüksek.

Türkiye için akıllı su yönetimi artık bir seçenek değil, zorunluluktur

Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

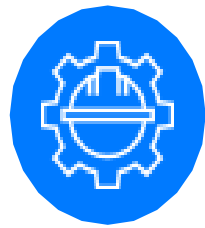
•Yapay zeka (YZ); bilgisayar sistemlerinin insan zekasını taklit ederek öğrenmesi, karar vermesi ve problem çözmesi sürecidir.

- ✓ DÜŞÜNÜYOR
→ Tarla bazlı sulama planı oluşturur.
- ✓ GÖRÜYOR
→ Drone ve uydu görüntüsüyle kuruluğu tespit eder.
- ✓ KONUŞUYOR
→ Çiftçiye SMS/uygulama ile sulama uyarısı gönderir.



"Yapay zeka, suyu doğru yere, doğru miktarda, doğru zamanda ulaştırmayı tahmin etmede yardımcı olur."

Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka



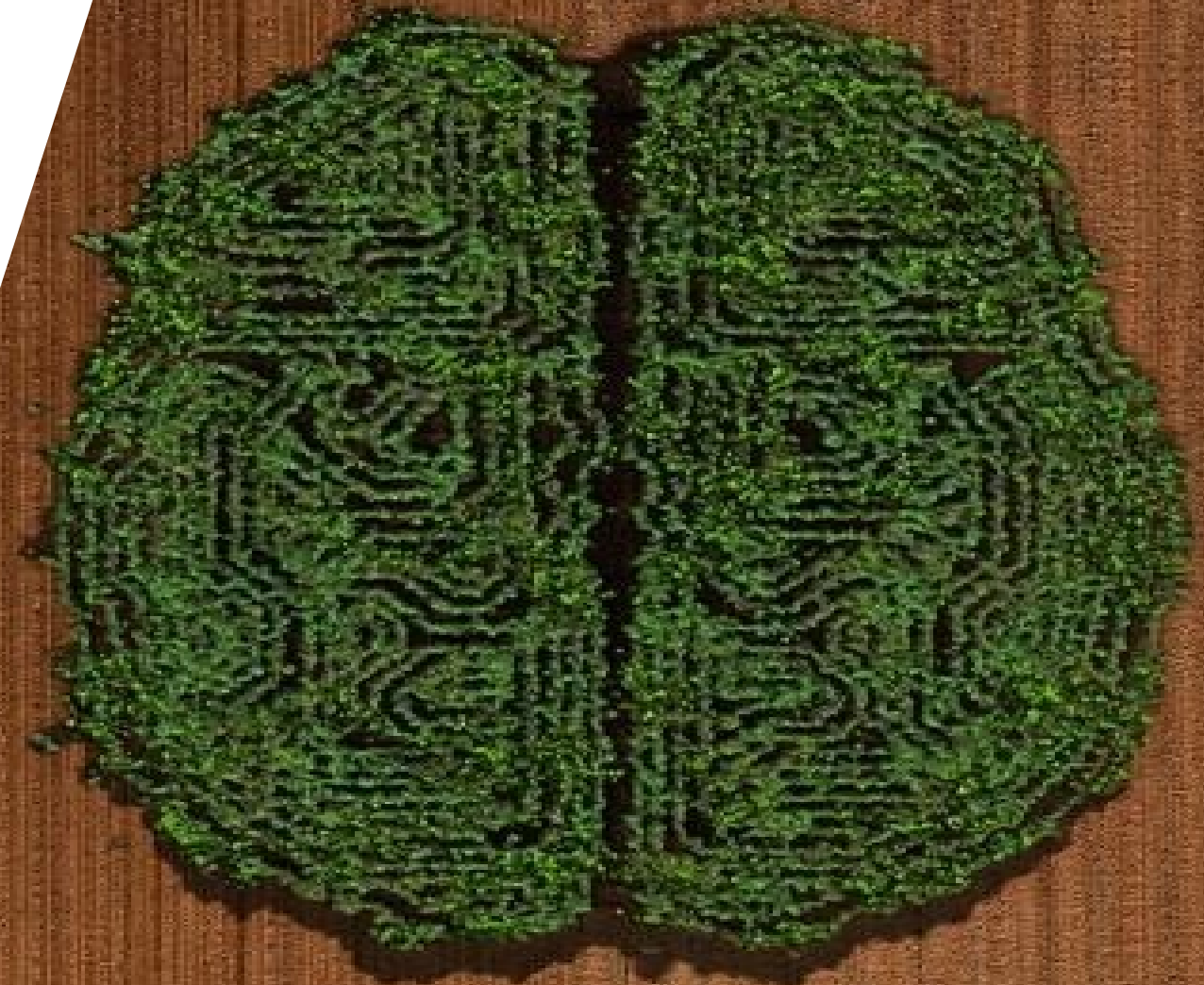
Küresel su krizine karşı **veri odaklı çözümler** sunar.



Sensor ve uydu verilerini gerçek zamanlı analiz eder.



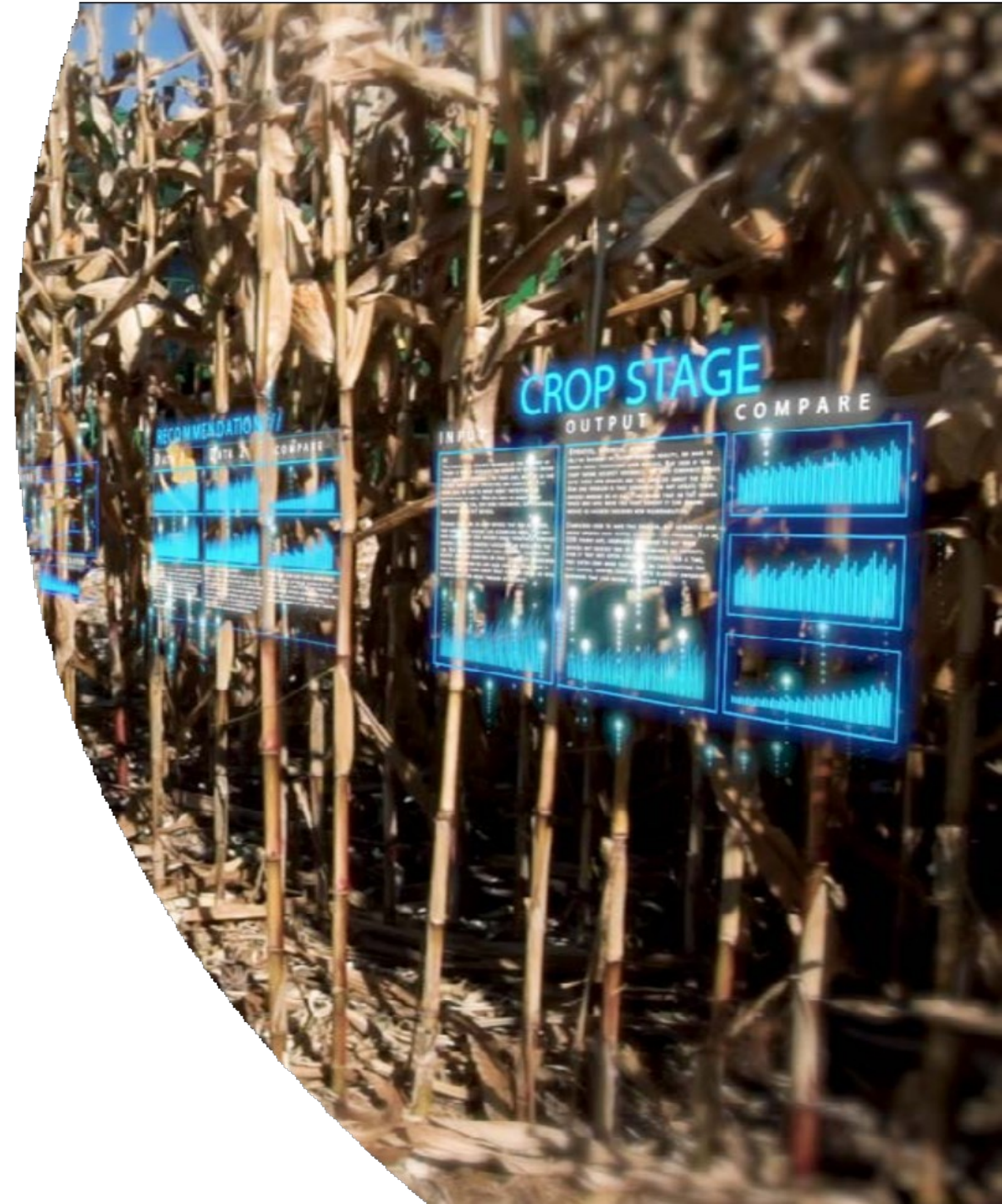
Sulama kararlarını **otomatikleştirerek** su israfını azaltır.



- Bitki su stresini, toprak nemini ve iklim verilerini entegre eder.
- Geçmiş verilerden öğrenerek gelecekteki su ihtiyacını tahmin eder.

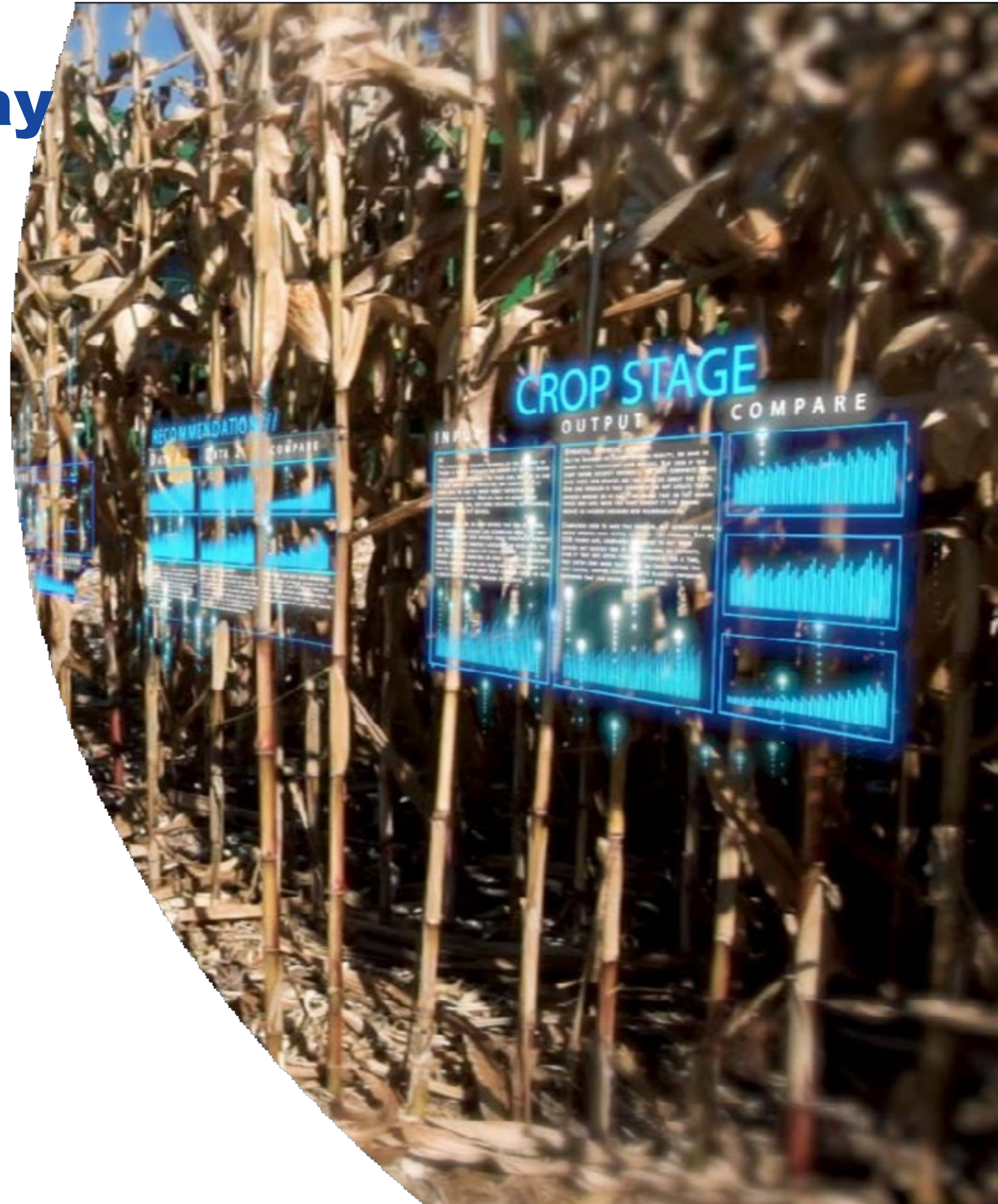
Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

- ✓ Makine Öğrenmesi (ML)
Tarihsel yağış ve sulama verilerinden öğrenir
Örnek: Gelecek 7 günlük su ihtiyacı tahmini
- ✓ Derin Öğrenme (Deep Learning)
Uydu ve drone görüntülerini analiz eder
Örnek: Bitki stres haritaları, alan bazlı kuraklık tespiti
- ✓ Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning)
Sulama sistemini deneme-yanılma ile optimize eder
Örnek: Akıllı vana kontrol sistemleri
- ✓ Doğal Dil İşleme (NLP)
Çiftçi sorgularına otomatik yanıt verir
Örnek: WhatsApp tabanlı tarımsal danışman botlar
- ✓ Zaman Serisi Analizi
Aylık/yıllık su tüketim trendlerini izler
Örnek: Rezervuar doluluk tahmin modelleri



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

- ✓ **Büyük Platform ve Kütüphaneler**
 - Google DeepMind: Enerji ve su altyapısı optimizasyonu
 - IBM Watson: Hava durumu + sulama karar desteği
 - Microsoft Azure AI: Tarımsal IoT ve sensör yönetimi
- ✓ **Açık Kaynak Araçlar**
 - TensorFlow / PyTorch: Özel su tahmin modelleri geliştirme
 - LSTM Ağları: Uzun vadeli yağış ve debi tahmini
 - Random Forest: Toprak nemi sınıflandırması
 - XGBoost: Sulama ihtiyacı regresyon modelleri
 - Computer Vision (YOLO): Drone ile kaçak sulama tespiti



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

NN (Artificial Neural Network) Nedir?

- İnsan beynindeki sinir ağlarını taklit eden matematiksel model
- Katmanlar: Giriş katmanı → Gizli katmanlar → Çıkış katmanı
- Her bağlantı bir ağırlık taşır; model veriyle bu ağırlıkları öğrenir

Su Yönetiminde ANN Kullanımı

- Yağış miktarı tahmini (girdi: sıcaklık, basınç, nem)
- Sulama suyu ihtiyacı tahmini (girdi: bitki türü, toprak, mevsim)
- Su talebi-arz dengesini modelleme

Avantajlar

- Karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri öğrenebilir
- Geniş veri setlerinde yüksek tahmin doğruluğu

Sınırlılıklar

- Yorumlanması güç (kara kutu problemi)
- Yüksek hesaplama gücü gerektirir.

Tarımsal su tahmininde en yaygın kullanılan YZ yaklaşımı."

Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

DNN (Deep Neural Network)

- Çok sayıda gizli katmandan oluşan derin ağlar
- ANN'in daha güçlü versiyonu; büyük veri setlerinde üstün performans
- Su yönetiminde: uzun dönemli iklim-sulama ilişkisi modelleme

CNN (Convolutional Neural Network)

- Görsel verileri işlemek için tasarlanmış mimari
- Piksel düzeyinde özellik çıkarımı yapar

CNN Su Yönetiminde Ne Yapar?

- Uydu görüntüsünden bitki stresi tespiti
- Drone görüntüsünden sulama homojenliği analizi
- Tarla sınırlarını otomatik haritalama
- Kuraklık alanlarını renk gradyanından sınıflandırma



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

Federated Learning (Federatif Öğrenme)

- Model, merkezi sunucuya veri göndermeden cihaz üzerinde eğitilir
- Çiftçi verisinin gizliliği korunur
- Örnek: 1.000 farklı çiftliğin verisinden gizlilik koruyarak global model oluşturma
- Su yönetiminde: kırsal köy sensörü bile global modele katkıda bulunabilir.

Fuzzy Logic (Bulanık Mantık)

- Gerçek dünya belirsizliklerini modellemek için kullanılır
- "Az nemli", "Orta nemli", "Çok nemli" gibi bulanık kategorilerle çalışır
- Kesin sayısal eşik yerine esnek kurallara dayalı karar verir

Su Yönetiminde Fuzzy Logic

- Sensör verisi gürültülü veya eksik olduğunda karar desteği
- Uzman bilgisini kurallara dönüştürme: "Eğer toprak kurudur ve sıcaklık yüksekse → sula"
- "Federated Learning gizlilik sağlar; Fuzzy Logic belirsizliği yönetir."



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka

“Neden Python?”

Python Neden Tercih Edilir?

Basit ve okunaklı sözdizimi: yeni kullanıcılara düşük öğrenme eğrisi

Devasa ekosistem: bilimsel hesaplama ve YZ için hazır kütüphaneler

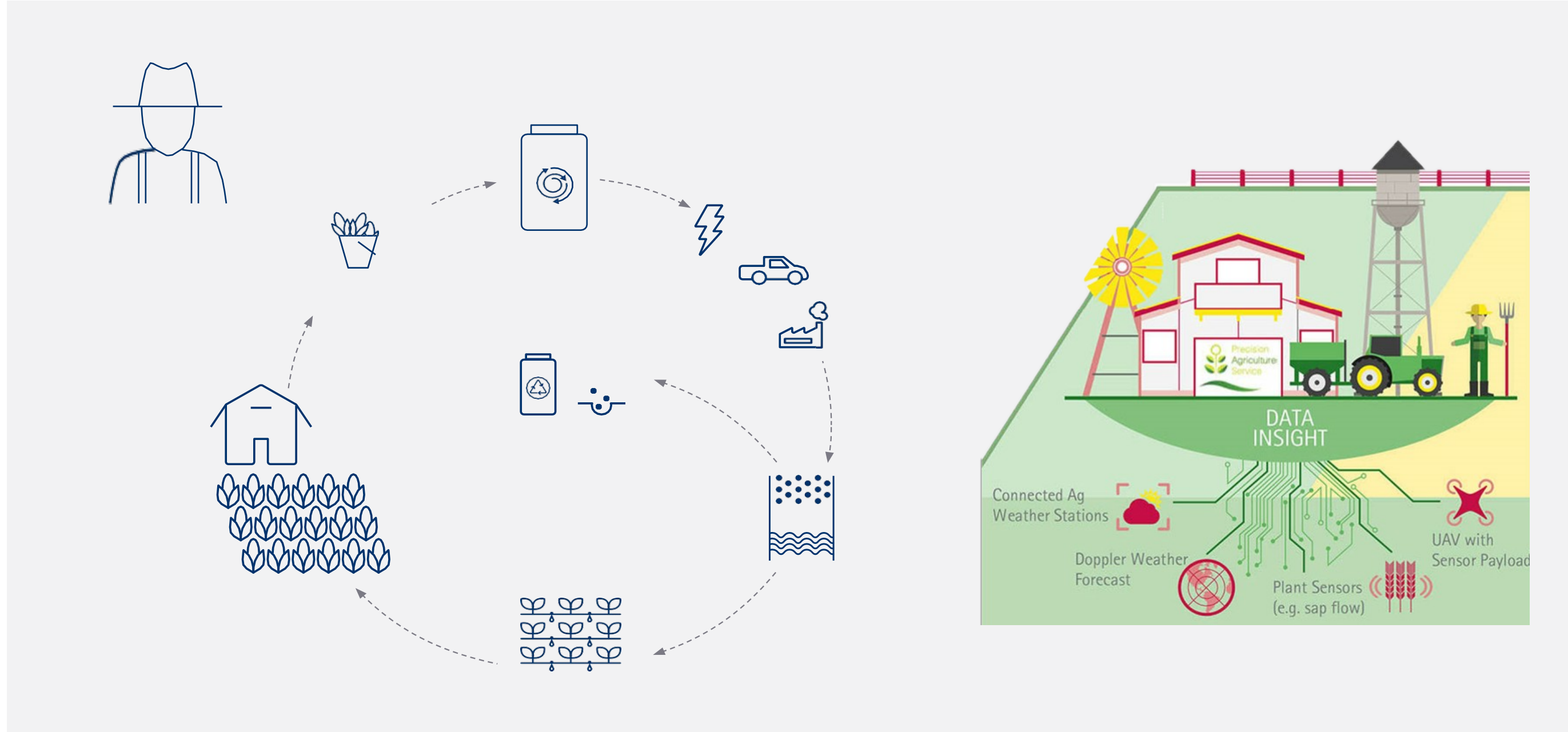
Açık kaynak ve ücretsiz: akademi ve küçük girişimler için ideal

Topluluk desteği: Stack Overflow, GitHub, yüzlerce tarımsal YZ deposu

Python, yapay zeka
araştırmalarının ve tarımsal
uygulamaların evrensel dilidir.



Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı



Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Özel Sektörde Örnekler

- ✓ **Hanna Instruments / Aquasense (Hollanda):** Sensör tabanlı toprak nemi analizi ile %30 su tasarrufu sağlayan akıllı sulama çözümleri
- ✓ **John Deere — See & Spray Technology (ABD):** Görüntü işleme ile hedefli ilaçlama; gereksiz su kullanımını %87 oranında azaltma
- ✓ **Netafim Precision Irrigation:** YZ destekli damla sulama sistemi; 110 ülkede 10 milyon hektardan fazla alanda kullanımda
- ✓ **CropX (İsrail / ABD):** Toprak sensörleri + YZ algoritması ile her tarla için özelleştirilmiş sulama programı; yıllık %25 su tasarrufu

Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Özel Sektörde Örnekler

- ✓ ***Farmers Edge (Kanada):*** Uydu görüntüsü + hava istasyonu + makine öğrenmesi entegrasyonu ile değişken oranlı sulama önerileri
- ✓ ***Arable (ABD):*** Tarla sensörleri ve bulut tabanlı YZ ile gerçek zamanlı bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) hesabı
- ✓ ***Lindsay Corporation — FieldNET (ABD):*** Center pivot sulama sistemlerinin uzaktan YZ ile kontrolü; %20'ye varan verim artışı
- ✓ ***AquaSpy (Avustralya):*** Toprak nem profili + sulama tavsiyesi uygulaması; turunçgil ve tahıl üreticilerinde yaygın kullanım

Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Özel Sektörde Örnekler

- ✓ **Tarfin (İstanbul):** Çiftçilere dijital tarım kredisi ve YZ destekli tarla analizi; 15.000+ aktif kullanıcı
- ✓ **AgroVision TR:** Drone tabanlı multispektral görüntüleme ve YZ ile sulama haritalaması hizmetleri
- ✓ **Agrovisio TR:** Uydu görüntüsü işleme + makine öğrenmesiyle bitki sağlığı ve su stresi analizi; 50.000+ hektar takip
- ✓ **Yüksel Proje:** — Akıllı Sulama Sistemleri DSI projeleriyle entegre YZ destekli kanal yönetimi ve su dağıtım optimizasyonu
- ✓ **Çiftçi Platformu:** (Turkcell & TÜBİTAK ortaklığı) Toprak nemi + hava verisi + YZ ile mobil sulama tavsiye sistemi; Ege ve Akdeniz bölgelerinde pilot uygulama

Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Akademik Perspektif

- ✓ **FAO & MIT:** Ortak Çalışması (2022) YZ tabanlı sulama planlamasıyla küresel ölçekte %40'a kadar su tasarrufu potansiyeli hesaplanmış
- ✓ **ICARDA:** — Orta Doğu Kuraklık Direnci Modeli (2021) Makine öğrenmesiyle kuraklığa dayanıklı çeşit + sulama takvimi optimizasyonu; Suriye ve Fas'ta uygulanmış
- ✓ **Wageningen Üniversitesi (Hollanda, 2023):** LSTM tabanlı yağış-akış modeli; tahmin doğruluğu geleneksel modellere göre %35 daha yüksek
- ✓ **Wageningen Üniversitesi (Hollanda, 2026):** Bitki verim tahmini için Federated Learning ilk defa kullanılması
- ✓ **Universidad de Córdoba (İspanya, 2020):** Zeytinlik alanlarında derin öğrenme ile toprak nemi haritalaması; %28 sulama tasarrufu
- ✓ **Ankara Üniversitesi:** Çeşitli ML modelleri ile su yönetimi planlaması için parametrelerin tahmini



Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Global Çerçeve *Kamu Kurumları* Bakışı

Türkiye — DSİ & Tarım Bakanlığı

- Konya, Harran ve Gediz ovalarında akıllı sulama pilot projeleri
- Tarım Bilgi Sistemi (TARBİL) ile entegre sensör ağı
- 2023 itibarıyla 500.000+ hektar alanda hassas sulama uygulaması

Avustralya — Murray-Darling Havzası Yönetimi

- YZ ile nehir havzası su bütçesi takibi
- Gerçek zamanlı su hakkı ve tahsis yönetim sistemi
- Kuraklık erken uyarı modeli; 2022 pilot başarıyla tamamlandı

Hindistan — PM-KUSUM Programı

- Güneş enerjili sulama pompalarında YZ entegrasyonu
- 3,5 milyon küçük çiftçiye akıllı sulama danışmanlığı erişimi

Çin — Ulusal Akıllı Tarım Planı

- 2025 hedefi: Tarım sektöründe %15 su tasarrufu
- 6 bölgede YZ destekli sulama yönetim merkezleri
- Büyük ölçekli pirinç ve buğday alanlarında otomatik vana sistemleri

İsrail — Tarım Bakanlığı & Mekorot

- Ulusal su şebekesi YZ ile izleme ve kaçak tespiti
- Geri dönüştürülmüş su kullanımının YZ ile optimize edilmesi

ABD — USDA Yapay Zeka Stratejisi (2021)

- Federal düzeyde çiftlik bazlı YZ sulama desteği
- NRCS programıyla çiftçilere hibe ve teknik yardım





Tarımsal Su Yönetiminde Sektörel Yapay Zeka Kullanımı

“Global Çerçeve *Kamu Kurumları* Bakışı

Ürdün — USAID & ACWUA Desteği

- Akıllı su sayaçları + YZ ile kentsel ve tarımsal su kaybı tespiti
- Hibe: USAID Water Security Project — 30 milyon USD

Fas — Yeşil Fas Planı (Plan Maroc Vert)

- Küçük çiftçiler için YZ tabanlı sulama takvim uygulaması
- AB ENPARD Programı desteği: 10 milyon Euro

Suudi Arabistan — Vision 2030

- Çöl koşullarında hidroponik + YZ ile %90 su tasarrufu
- Saudi Aramco ve Almarai şirketlerinin akıllı sera projeleri

BAE — Hub71 AgriTech Girişimleri

- YZ tabanlı dikey tarım ve kapalı alan sulama sistemleri
- Hibe: Mohamed bin Zayed Su Girişimi — 150 milyon USD

Tunus

FAO SIWI Projesi Küçük sulama birliklerinde YZ ile su

taahhüsü optimizasyonu



Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka Sonuç Olarak;

- ✓ Küresel tatlı su kullanımının %70'i tarım sektöründen kaynaklanmakta olup mevcut sulama yöntemlerinde %60'a varan kayıp tespit edilmektedir.
- ✓ Türkiye, kişi başı yıllık 1.346 m³ su ile "su azlığı" eşiğinin altında yer almakta; 2030 itibarıyla 17 havzadan 9'unda su açığı öngörülmektedir.
- ✓ Yapay zeka destekli sulama sistemleri, kontrollü koşullarda %20–40 su tasarrufu ve %15–25 verim artışı sağlamaktadır.
- ✓ ANN, CNN, DNN, Federated Learning ve Fuzzy Logic algoritmaları tarla ölçeğinde başarıyla uygulanmış olup teknolojik olgunluk düzeyi yüksektir.
- ✓ Avrupa Birliği, ABD, İsrail ve Körfez ülkeleri tarımsal YZ alanında kapsamlı kamu yatırımları ve hibe programları yürütmektedir.
- ✓ Türkiye'de pilot uygulamalar olumlu sonuçlar vermekte; ancak ölçeklenebilirlik için politika desteği ve altyapı yatırımları yetersiz kalmaktadır.

Yapay zeka teknolojileri, tarımsal su yönetiminde verimliliği artırmak ve su kaynaklarını sürdürülebilir biçimde kullanmak için kanıtlanmış, uygulamaya hazır araçlar sunmaktadır. Asıl zorluk teknolojik değil; kurumsal, finansal ve sosyal kapasite boyutlarında yatmaktadır

Tarımsal Su Yönetiminde Yapay Zeka Sonuç Olarak;

- ✓ Küresel tatlı su kullanımının %70'i tarım sektöründen kaynaklanmakta olup mevcut sulama yöntemlerinde %60'a varan kayıp tespit edilmektedir.
- ✓ Türkiye, kişi başı yıllık 1.346 m³ su ile "su azlığı" eşiğinin altında yer almakta; 2030 itibarıyla 17 havzadan 9'unda su açığı öngörülmektedir.
- ✓ Yapay zeka destekli sulama sistemleri, kontrollü koşullarda %20–40 su tasarrufu ve %15–25 verim artışı sağlamaktadır.
- ✓ ANN, CNN, DNN, Federated Learning ve Fuzzy Logic algoritmaları tarla ölçeğinde başarıyla uygulanmış olup teknolojik olgunluk düzeyi yüksektir.
- ✓ Avrupa Birliği, ABD, İsrail ve Körfez ülkeleri tarımsal YZ alanında kapsamlı kamu yatırımları ve hibe programları yürütmektedir.
- ✓ Türkiye'de pilot uygulamalar olumlu sonuçlar vermekte; ancak ölçeklenebilirlik için politika desteği ve altyapı yatırımları yetersiz kalmaktadır.

Yapay zeka teknolojileri, tarımsal su yönetiminde verimliliği artırmak ve su kaynaklarını sürdürülebilir biçimde kullanmak için kanıtlanmış, uygulamaya hazır araçlar sunmaktadır. Asıl zorluk teknolojik değil; kurumsal, finansal ve sosyal kapasite boyutlarında yatmaktadır



Avrupa Birliği tarafından
finanse edilmektedir



Daha Yeşil Yarınlar için Hassas Tarım: Sürdürülebilir Tarım Savunuculuđu Projesi

IPAIİI/2023/451-911

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

