



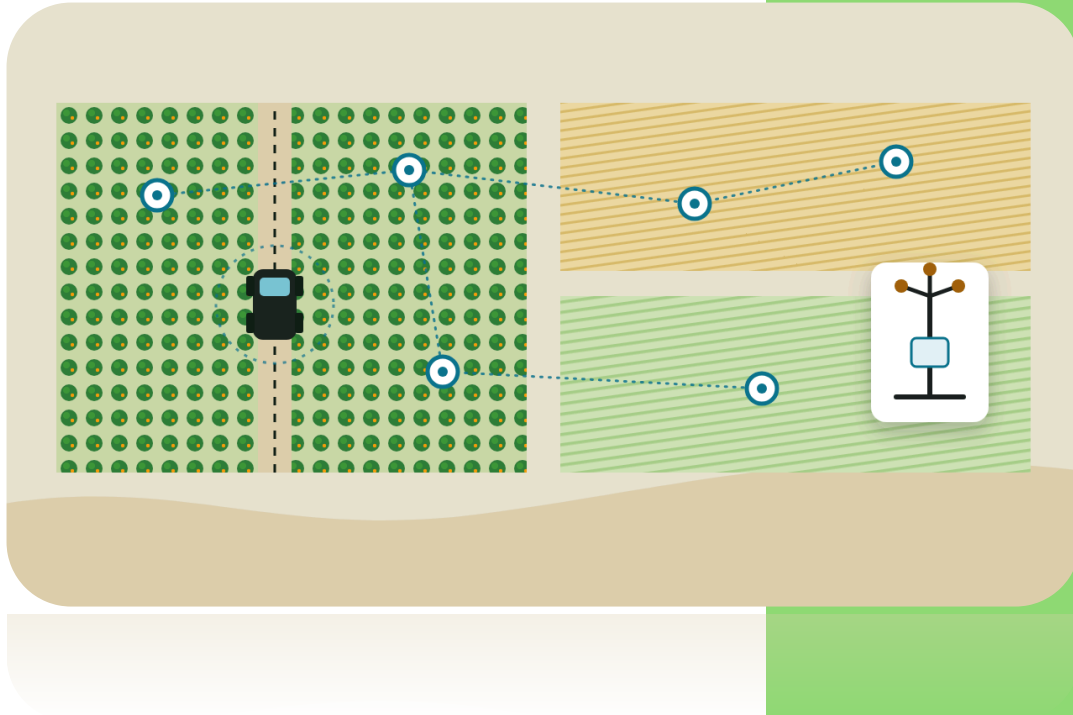
Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sürdürülebilir Tarım Akademisi

Akıllı Tarım Teknolojileri

MODÜL 2 · EL KİTABI



Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş
Diyaloğu İçin Akıllı Tarım

Sözleşme No TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041 (TEBD II)





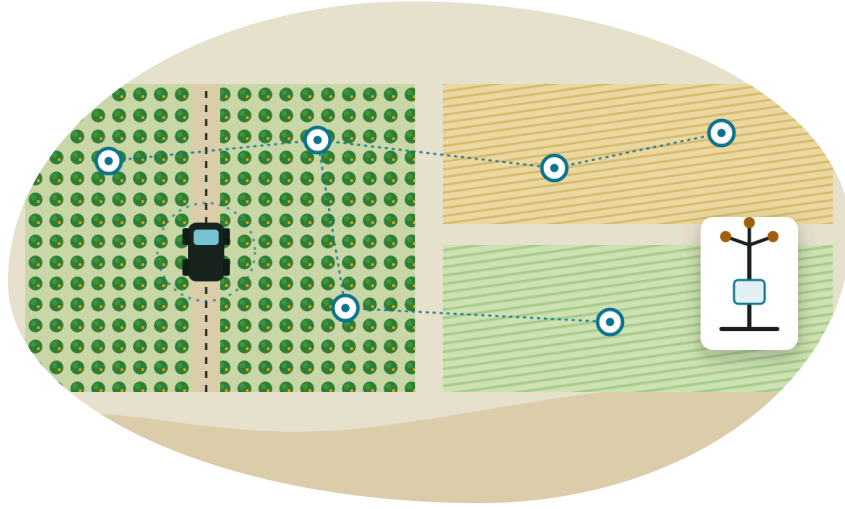
Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sürdürülebilir Tarım Akademisi

AKILLI TARIM TEKNOLOJİLERİ

Modül 2 - El kitabı



Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş Diyalogu İçin Akıllı Tarım Projesi

TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041 (TEBD II)

Bu el kitabı, “Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş Diyalogu İçin Akıllı Tarım” projesi kapsamında Sürdürülebilir Tarım Akademisi “Akıllı Tarım Teknolojileri” modülünün basılı başvuru kaynağı olarak hazırlanmıştır.





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



İçindekiler

- Modül hakkında

- 1 Akıllı tarım: kavram ve önemi
- 2 Tarımda dijital dönüşüm: Türkiye ve AB
- 3 Akıllı tarım sisteminin bileşenleri
- 4 Tarımda robotik sistemlerin temel kavramları
- 5 Otonom tarım makineleri ve güvenlik
- 6 Robotik sistemlerin avantajları ve sınırlamaları
- 7 Türkiye'den akıllı tarım örnekleri
- 8 Dünyadan başarılı uygulamalar: AB ve Yunanistan
- 9 Ekonomik ve çevresel etki analizi
- 10 Sosyal faydalar ve toplumsal katkı

- Terimler



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Modül hakkında

Bu modül, sensörlerle ölçülen verinin kablosuz ağlar, yazılım ve otomasyon aracılığıyla nasıl tarla kararına dönüştüğünü adım adım anlatır. Türkiye'de ve AB'de tarımdaki dijital dönüşümü, tarım robotlarını ve otonom makineleri, bu teknolojilerin güvenlik gereklerini ve sınırlamalarını ele alır.

Dersler Kozan ve Larissa'dan örneklerle desteklenir. Her derste uygulamalı etkinlikler bulunur: verinin yolculuğunu izler, bir bahçeye sensör yerleştirir, bir sensör panosunu okur, otonom makine sahasında riskleri bulur, iki hesaplayıcıyla geri ödeme süresini dener ve bir kooperatifin ortak teknoloji kararını yönetirsiniz.

Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde katılımcıların 99'u internete cep telefonundan bağlandığını, yalnız 33'ü kendini tarımda teknoloji kullanımında yeterli gördüğünü söyledi. Modül kavramları temelden anlatır ve etkinlikleri telefonda da yapılabilir.

Zaman planı: 187 dk





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Öğrenme çıktıları

Modülü tamamlayan katılımcı:

- Akıllı tarımı tanımlar ve hassas tarım ile dijital tarımdan ayırt eder.
- Türkiye'de ve AB'de tarımdaki dijital dönüşümü kamu hizmetleri ve politikalar üzerinden açıklar.
- Akıllı tarım sisteminin bileşenlerini (sensör, bağlantı, ağ geçidi, bulut, yazılım, aktüatör) ve veri akışını açıklar.
- Tarım robotlarının ve otonom makinelerin çalışma ilkelerini, güvenlik gereklerini ve sınırlamalarını değerlendirir.
- Türkiye, AB ve Yunanistan'dan akıllı tarım uygulamalarını karşılaştırır.
- Bir akıllı tarım yatırımının geri ödeme süresini hesaplar ve çevresel etkisini yorumlar.
- Akıllı tarımın sosyal etkilerini kapsayıcılık ve veri paylaşımı ilkeleriyle birlikte tartışır.

Kimler için

- Kozan ve Larissa bölgesindeki çiftçiler ve üretici örgütleri
- Tarım teknolojisine yatırım yapmayı düşünen KOBİ'ler ve girişimciler
- Ziraat mühendisleri, tarım danışmanları ve kooperatif yöneticileri
- Ticaret odalarında ve kamu kurumlarında tarımsal destek alanında çalışanlar

Ön koşullar

- Modül 1 (Hassas Tarım) tamamlanmış olması önerilir
- Akıllı telefon ya da bilgisayar kullanabilmek
- Özel bir teknik bilgi gerekmez

Bu kitap akademideki derslerin basılı özetidir; videolar, etkinlikler ve sınav çevrimiçi yürür.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 1

Akıllı tarım: kavram ve önemi

14 dk

Bir üretici bahçesini yıllarca gözlemleyerek tanır: hangi köşenin erken kurduğunu, hangi ağacın geç çiçek açtığını bilir. Akıllı tarım bu deneyimin yerini almaz; onu ölçümle, kayıtlarla ve otomasyonla güçlendirir. Bu derste akıllı tarımın ne olduğunu, hassas tarımdan farkını ve neden bugün her zamankinden daha önemli olduğunu ele alıyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Akıllı tarımı kendi cümlelerinizle tanımlayacaksınız.
- ✓ Hassas tarım, akıllı tarım ve dijital tarım arasındaki farkı açıklayacaksınız.
- ✓ Akıllı tarımı gerekli kılan küresel ve bölgesel baskıları sayılarla göreceksiniz.
- ✓ Akıllı tarım döngüsünün adımlarını sıralayacaksınız.

Akıllı tarım nedir?

Wageningen Üniversitesi araştırmacılarının 2017'de yayımlanan tanımına göre akıllı tarım, çiftlik yönetim döngüsünde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasını öne çıkaran bir gelişmedir. Bu döngü "siber-fiziksel"dir: tarladaki fiziksel durum (toprak, bitki, hava) ölçülür, dijital ortamda işlenir ve ortaya çıkan karar yeniden tarlaya uygulanır. Aynı araştırmacılar, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojilerin bu gelişmeyi hızlandıracağını ve tarıma daha fazla robot ile yapay zekâ getireceğini belirtir.

Daha sade bir anlatımla akıllı tarım üç soruya yanıt arar: Tarlada şu anda ne oluyor? Bu durumda ne yapmalıyım? Yaptığım iş sonuçu verdi mi? Sensörler ilk soruyu, yazılım ikincisini, yeniden yapılan ölçüm ise üçüncüsünü yanıtlar.

Hassas tarım, akıllı tarım, dijital tarım

Bu üç kavram birbirine yakındır ve sık sık karıştırılır. Aradaki farkı bilmek, bir teknoloji teklifini değerlendirirken neyin satın alındığını anlamaya yardım eder.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



KAVRAM	ODAK	ÖRNEK
Hassas tarım	Tarla içindeki farka göre doğru yere, doğru miktarda girdi	Verim haritasına göre değişken oranlı gübreleme
Akıllı tarım	Ölçüm, bağlantı, yazılım ve otomasyonun kesintisiz bir döngüde birleşmesi	Toprak nemi eşliğinin altına inince vananın açılması
Dijital tarım	Üretimden pazara bütün süreçlerin dijital kaydı ve yönetimi	Kayıt, destek başvurusu, satış ve izlenebilirlik uygulamaları

Çevrimiçi etkinlik

Kavram kartları: akıllı tarımın dili

Kartı çevirin, tanımını okuyun. Hepsi çevrilince etkinlik tamamlanır.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Neden bugün daha önemli?

Tarım, aynı anda birkaç baskıyla karşı karşıya. Bu baskıların hepsi, girdiyi daha az ve daha isabetli kullanmayı gerektiriyor.

10,3 milyar

BM'ye göre dünya nüfusunun 2080'lerin ortasında ulaşacağı zirve (2024'te 8,2 milyar)

%69

dünyada çekilen suyun tarımda kullanılan payı
(FAO AQUASTAT)

- Artan talep:** Birleşmiş Milletler'in 2024 tahminlerine göre dünya nüfusu 2024'teki 8,2 milyardan 2080'lerin ortasında yaklaşık 10,3 milyara ulaşarak zirve yapacak. Daha fazla gıda, sınırlı toprakta üretilmek zorunda.
- Su:** FAO verilerine göre dünyada çekilen suyun %69'u tarımda kullanılıyor. Sulamadaki küçük bir iyileşme bile toplam su kullanımında büyük fark yaratır.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- **İklim:** Isınan ve kuraklaşan yazlar bitkinin su ihtiyacını artırıyor. Aşağıdaki Larissa örneğinde bunun bir Akdeniz ovasında ne anlama geldiğini göreceksiniz.
- **İşgücü:** Kırsalda yaşanan nüfus ve mevsimlik işçi bulma güçlüğü, bazı işlerin otomasyonunu gündeme getiriyor. Bu konuyu robotik derslerinde ayrıntılı ele alacağız.

Akıllı tarım nasıl çalışır?

Akıllı tarım sistemi doğrusal değil, döngüsel çalışır. Her döngüde sistem bir öncekinden öğrenir:



Sensörler ve uydular tarlayı ölçer, veriler kablosuz ağla merkeze iletilir, yazılım veriyi eşik değerler ve hava tahminiyle karşılaştırır, sistem bir öneri üretir, üretici ya da otomasyon işi uygular ve sonuç yeniden ölçülür. Doğrulama adımı atlanırsa sistem yanlış bir kuralı yıllarca tekrar edebilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Akıllı tarım döngüsünü kurun

Adımları sistemin çalışma sırasına dizin.

Bir sulama kararının akıllı tarım sistemindeki yolculuğunu baştan sona sıralayın.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Nereden başlamaklı?

Akıllı tarıma geçiş büyük bir yatırımla değil, doğru soruyla başlar. Aşağıdaki dört adım, küçük bir işletmenin bile uygulayabileceği bir yol haritasıdır:

1

Sorunu adlandırın

En çok neye harcıyorsunuz ya da en çok neyi kaybediyorsunuz: su mu, gübre mi, işçilik mi, hastalık mı?

2

Tek bir ölçümle başlayın

Örneğin bir bahçeye iki derinlikte toprak nem sensörü koyun ya da bölgenizdeki bir meteoroloji istasyonunun verisini düzenli takip edin.

3

Kayıt tutun ve karşılaştırın

Sulama, gübreleme ve verim kayıtlarını ölçümlerle yan yana koyun; bir sezon sonunda farkı değerlendirin.

4

Büyütün ya da paylaşın

Sonuç iyiye sistemi başka parsellere yayın; maliyeti komşularınızla ya da kooperatifinizle paylaşmayı düşünün.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Akıllı tarım ne değildir?

Akıllı tarım

- Üreticinin deneyimini ölçümle destekleyen bir araçtır.
- Küçük bir adımla (tek sensör, tek parsel) başlayıp büyütülebilir.
- Kooperatif ya da hizmet modeliyle küçük işletmelere de ulaşabilir.

Akıllı tarım

- Üreticinin yerine her kararı veren bir kara kutu değildir.
- Yalnız büyük ve pahalı makinelerden oluşmaz.
- Kurulduğu gün her sorunu çözmez; ayar, bakım ve öğrenme gerektirir.



Kozan'dan örnek

Kozan'da yazlar sıcak ve kurak geçer. DSI'nin baraj kartına göre Kilgen Çayı üzerindeki Kozan Barajı'nın sulama alanı 10.220 hektardır. TÜİK verisine göre ilçenin başlıca ürünleri buğday, portakal, mandalina ve limon gibi turuncgiller, ayçiçeği ve mısırdır; Kozan ayrıca Türkiye'nin Trabzon hurması üretiminin yaklaşık üçte birini yapar. Barajdan gelen su sınırlı bir kaynaktır ve sıcak yaz günlerinde portakal bahçelerinin su ihtiyacı en yüksek düzeye çıkar. Suyun hangi bahçeye ne zaman ve ne kadar verileceğini ölçümle belirlemek, akıllı tarımın Kozan'daki en doğrudan kullanım alanıdır.



Larissa'dan örnek

Teselya ovasında yapılan bir iklim çalışması, gelecek yıllarda sulama suyu ihtiyacının artacağını öngörüyor: buğdayda %16'dan, yoncada %11'den fazla, pamukta ise yaklaşık %7 artış bekleniyor. Buğdayın sulama döneminin de bir ay uzaması öngörülüyor. Aynı suyla daha fazla ihtiyacı karşılamak için sulamanın ölçüme dayalı yapılması, Larissa'daki üreticiler için de öncelikli hale geliyor.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Özetle

- Akıllı tarım; ölçüm, bağlantı, yazılım ve otomasyonu kesintisiz bir yönetim döngüsünde birleştirir.
- Hassas tarım doğru yere doğru dozu, dijital tarım ise süreçlerin dijital kaydını öne çıkarır; akıllı tarım ikisini de kapsar.
- Nüfus artışı, suyun büyük bölümünün tarımda kullanılması, iklim değışikliği ve işgücü sorunu akıllı tarımı gerekli kılar.
- Döngünün son adımı olan doğrulama, sistemin zamanla daha isabetli karar vermesini sağlar.

1. Wolfert, S. ve diğlerleri, Wageningen University & Research (2017). **Big Data in Smart Farming: A review.**
2. Birleşmiş Milletler, DESA Nüfus Bölümü (2024). **World Population Prospects 2024: Summary of Results.**
3. FAO (tarihsiz). **AQUASTAT: Water use.**
4. DSİ. **Kozan Barajı bilgi kartı (arşiv kopyası).**
5. TÜİK. **Merkezi Dağıtım Sistemi, Bitkisel Üretim İstatistikleri (ilçe düzeyi: Adana, Kozan), 2024-2025.**
6. Papanastasiou, D. K. ve diğlerleri, Sustainability (2023). **Estimation of Crops Future Irrigation Water Needs in a Mediterranean Plain.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 2

Tarımda dijital dönüşüm: Türkiye ve AB

15 dk

Tarımda dijital dönüşüm çoğu zaman bir sensörle ya da drone ile değil, bir kayıtla başlar. Arazinizin, ürününüzün ve yaptığınız işlerin dijital ortamda doğru kayıtlı olması; desteklere başvurmayı, ürünü satmayı ve sonraki yıllar için karar vermeyi kolaylaştırır. Bu derste Türkiye'de ve Avrupa Birliği'nde kamunun sunduğu dijital tarım hizmetlerini ve bu hizmetlerin üreticiye ne kazandırdığını inceliyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Tarımda dijital dönüşümün aşamalarını açıklayacaksınız.
- ✓ Çiftçi Kayıt Sistemi'nin (ÇKS) ne olduğunu ve e-Devlet'te hangi işlemlerin yapılabildiğini öğreneceksiniz.
- ✓ AB Ortak Tarım Politikası'nda dijitalleşmenin yerini ve uydu tabanlı Alan İzleme Sistemi'ni tanıyacaksınız.
- ✓ Uydu verisinin afet sonrası hasar tespitinde nasıl kullanıldığını bir Teselya örneğiyle göreceksiniz.

Dijital dönüşüm dört basamakta ilerler

Dijital dönüşüm, üretim süreçlerinin dijital araçlarla kaydedilmesi, izlenmesi ve yönetilmesidir. Tek bir yatırım değil, adım adım ilerleyen bir süreçtir:

1

Kayıt

Arazi, ürün, gübre ve ilaç bilgileri kâğıttan dijital ortama taşınır.

2

İzleme

Sensörler, meteoroloji istasyonları ve uydular tarladaki durumu düzenli olarak ölçer.

3

Analiz ve karar



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Yazılım verileri yorumlar; üreticiye sulama, gübreleme ya da ilaçlama önerisi sunar.

4

Bağlantılı hizmetler

Kayıtlar destek başvurusu, satış, sigorta ve izlenebilirlik için yeniden kullanılır.

Bir üretici ikinci basamağa geçmeden ilk basamağı sağlam kurmalıdır. Kayıtları eksik ya da hatalı olan bir işletmede sensör verisi de doğru yorumlanamaz.

Türkiye'de kamu dijital hizmetleri

Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)

ÇKS, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın çiftçileri, arazilerini ve ürünlerini kaydettiği tarımsal veri tabanıdır. Birçok tarımsal destek bu kayda dayanır. Ekim 2022'den bu yana ürün bilgisini güncelleyecek çiftçiler başvurularını e-Devlet üzerinden yapıyor. İlk kez kayıt olacak çiftçiler ve arazi bilgisi değişenler ise il ya da ilçe müdürlüğüne başvurur. Aynı düzenlemeyle başvuru dönemi, üretim planlaması yapılabilsin diye 31 Aralık'ta sona erecek şekilde kısaltıldı.

Pratik ipucu ÇKS'deki parsel ve ürün bilgileriniz, ileride kullanacağınız dijital tarım uygulamalarının da temelidir. Birçok uygulama tarla sınırını ve ürün türünü bu kayıtlara benzer bilgilerle tanımlar. Kaydınızı her üretim yılında güncel tutun.

Stratejik hedefler

Bakanlığın 2024-2028 Stratejik Planı, tarımda dijital dönüşümün "üretimin her aşaması için" gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtir. Planda, e-Devlet üzerinden ÇKS başvurusu gibi uygulamaların hem üreticide hem kamuda emek ve zamandan tasarruf sağlayacağı yazılıdır. Aynı plan, ortak makine kullanımının yaygınlaştırılmasını ve üretim planlamasında yapay zekâ ile coğrafi görüntüleme sistemlerinden yararlanılmasını ister. Suyla ilgili hedef de somuttur: modern sulama sistemi kurulan alanın 2023'teki 520 bin hektardan 2028'de 920 bin hektara çıkarılması.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



520 bin ha

modern sulama alanı, 2023

920 bin ha

2028 hedefi

Çevrimiçi etkinlik

Dijital araç ve işlevi

Derste geçen dijital araçları ve hedefleri, ne işe yaradıklarıyla eşleştirin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Avrupa Birliği'nde dijitalleşme

Ortak Tarım Politikası (OTP) 2023-2027

AB'nin Ortak Tarım Politikası 2023-2027 döneminde bütün hedeflere hizmet eden bir "çapraz hedef" tanımlar: tarımı ve kırsal alanları bilgi, yenilik ve dijitalleşmeyi yaygınlaştırarak modernleştirmek. Bu hedefin temelinde tarımsal bilgi ve yenilik sistemi (AKIS) bulunur. AKIS; tarım için bilgi üreten ve kullanan kişi, kuruluş ve kurumlar arasındaki bilgi akışının bütünüdür. Her üye devlet, ulusal OTP stratejik planında AKIS stratejisini açıklamak zorundadır: danışmanlar, araştırmacılar ve ulusal ağ bilgi paylaşımını nasıl destekleyecek?

Uydu ile izleme: Alan İzleme Sistemi

AB'de tarımsal destek başvuruları, birbirine bağlı veri tabanlarından oluşan Entegre İdare ve Kontrol Sistemi (IACS) ile değerlendirilir. Destekleri ödeyen kurumlar 1 Ocak 2023'ten beri IACS'in parçası olan zorunlu bir **Alan İzleme Sistemi (AMS)** de işletir. AMS, tarım alanlarındaki faaliyetleri uydu görüntüleriyle düzenli ve sistematik olarak gözlemler, izler ve değerlendirir. Amaç, hataları baştan önlemek ve politikanın tarlada ne sonuç verdiğini ölçmektir. Böylece denetimin bir bölümü, tarlaya gitmeden uzaktan yapılabilir.

KONU	TÜRKİYE	AB
Temel kayıt	Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)	Entegre İdare ve Kontrol Sistemi (IACS)



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



KONU	TÜRKİYE	AB
Başvuru kanalı	e-Devlet ve il/ilçe müdürlükleri	Her ülkenin tarımsal ödeme kurumu
Uzaktan izleme	Stratejik planda coğrafi görüntüleme ve yapay zekâ hedefi	2023'ten beri zorunlu, uydu tabanlı Alan İzleme Sistemi
Bilgi ve yenilik	Bakanlık, üniversiteler, danışmanlar	Her ülkede OTP stratejik planına bağlı AKIS



Larissa'dan örnek

Eylül 2023'te Daniel fırtınası Teselya'da büyük bir sele yol açtı. Araştırmacılar, bulutlu havada da görüntü alabilen Sentinel-1 radar uydusunun 10 metre çözünürlüklü görüntüleriyle su basan alanı yaklaşık 1.150 km² olarak hesapladı. Bunun yaklaşık 820 km²'si (%70) tarım arazisiydi. En çok etkilenen ürün pamuktu: su basan pamuk alanı yaklaşık 282 km² idi; bu, Teselya ovasındaki pamuk alanının %30,5'i demekti. Uydu verisi, hasarın tarlaya tek tek gidilmeden kısa sürede haritalanmasını sağladı.



Kozan'dan örnek

Kozan'da bir portakal üreticisinin dijital dönüşüm yolculuğu genellikle ÇKS kaydıyla başlar. Her yıl ürün bilgisini e-Devlet'ten güncellemek, destek başvurularını kolaylaştırır. Bir sonraki adım, bahçedeki sulama ve gübreleme kayıtlarını bir telefon uygulamasında ya da kooperatifin ortak sisteminde tutmaktır. Bu kayıtlar birikince, hangi bahçede ne zaman sorun çıktığı yıllar içinde karşılaştırılabilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Hızlı kontrol: ÇKS işlemi

Kurgusal durum: Kozan'da bir üretici, bu üretim yılında bahçesinin bir bölümünde ürün değiştirdi.
Arazisi aynı.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Dijital dönüşümün sınırları

Dijital hizmetler, kullanıcı onları kullanabildiği ölçüde işe yarar. Kırsal alanda internet erişimi, dijital okuryazarlık ve yaş, dönüşümün hızını belirler. Bu nedenle hem Türkiye'de hem AB'de dijitalleşme hedefleri eğitim ve danışmanlıkla birlikte ele alınır. Kooperatifler, ticaret odaları ve üretici birlikleri, üyelerine e-Devlet işlemlerinde ve dijital kayıt tutmada destek vererek bu açığı kapatmaya yardımcı olabilir.

Kozan'da bu sınırların nerede olduğunu projenin ihtiyaç anketi gösteriyor. Kozan Ticaret Odası'nın 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ankette öne çıkan üç sonuç şunlar:

99

katılımcı internete cep
telefonundan bağlanıyor;
bilgisayardan bağlanan 4 kişi

33

katılımcı kendini tarımda
teknoloji kullanımında yeterli
görüyor; 53'ü kısmen yeterli,
17'si yeterli değil

16

katılımcı tarımdaki gelişmeleri
dijital ortamdaki düzenli izliyor;
79'u ara sıra izliyor

Rapor bu sonuçlara dayanarak, üreticiler için hazırlanacak uygulamaların telefona uygun olması gerektiğini belirtiyor. Bu akademinin etkinlikleri de telefonda dokunarak yapılabilecek biçimde hazırlandı.

Özetle

- Dijital dönüşüm kayıtlarla başlar; izleme, analiz ve bağlantılı hizmetlerle derinleşir.
- ÇKS, Türkiye'de tarımsal desteklerin temel kayıdır; ürün güncellemesi e-Devlet'ten yapılabilir.



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



- Bakanlığın 2024-2028 planı dijital dönüşümü ve modern sulamanın yaygınlaşmasını hedefler.
- AB'de dijitalleşme OTP'nin çapraz hedefidir; tarım alanları 2023'ten beri uydu verisiyle izlenir.
- Uydu görüntüleri, Teselya'daki 2023 selinde olduğu gibi hasarın hızla haritalanmasını sağlar.

1. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). **Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) başvuruları artık e-Devlet'te.**
2. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). **2024-2028 Stratejik Planı.**
3. EU CAP Network (2023). **Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS).**
4. Avrupa Komisyonu (2023). **CAP paying agencies.**
5. He, K. ve diğeri, Natural Hazards and Earth System Sciences (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023: mapping crop and livestock exposure from synthetic-aperture radar (SAR).**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 23, 25 ve 27.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 3

Akıllı tarım sisteminin bileşenleri

18 dk

Akıllı tarım sistemi tek bir cihaz değil, birbirine bağlı parçalardan oluşan bir zincirdir. Toprağa gömülü küçük bir sensörün ölçtüğü değer, telsiz sinyaline, internete, yazılıma ve sonunda bir vananın açılmasına dönüşür. Zincirin her halkasını tanımak, bir sistem satın alırken doğru soruları sormanızı ve arıza çıktığında sorunun nerede olduğunu bulmanızı sağlar.

BU DERSTE

- ✓ Akıllı tarım sisteminin yedi temel bileşenini ve görevlerini sayacaksınız.
- ✓ LoRaWAN, NB-IoT, 4G ve Wi-Fi bağlantılarını karşılaştıracaksınız.
- ✓ Bir ölçümün sulama kararına dönüşme yolculuğunu adım adım izleyeceksiniz.
- ✓ Bileşenleri bir bahçede doğru yerlere yerleştireceksiniz.

1. Sensörler: sistemin gözü

Sensörler tarladaki durumu ölçüp sayıya çeviren cihazlardır. Akıllı tarımda en sık kullanılanlar şunlardır:

- **Toprak nem sensörleri:** Topraktaki su miktarını (hacimsel nem) ya da bitkinin suyu çekmek için harcaması gereken gücü (tansiyometre ile ölçülen emme gücü) ölçer. Kök bölgesinin farklı derinliklerine yerleştirilir.
- **Meteoroloji istasyonu:** Hava sıcaklığı ve nemi, rüzgâr, yağış, basınç, güneşlenme ve yaprak ıslaklığı gibi değerleri ölçer. Kamunun TARBIİ istasyonları da bu değerlerin yanında toprak nemi ve sıcaklığını ölçer.
- **Bitki ve ürün sensörleri:** Kameralar, meyve büyüklüğünü ölçen sensörler ya da akıllı böcek tuzakları bitkinin kendisinden bilgi toplar.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



2. Uzaktan algılama: tarlaya yukarıdan bakmak

Sensörler nokta ölçümü yapar; uydular ve drone'lar ise tarlanın tamamını görür. AB Ortak Araştırma Merkezi'ne (JRC) göre Sentinel-2 uyduları yaklaşık 5 günde bir, 10 metre çözünürlüklü çok bantlı görüntü sağlar. Sentinel-1 radar uydusu ise gece gündüz ve her havada, yaklaşık 6 günde bir görüntü alır. Bu görüntüler bitki gelişiminin tarla içindeki farkını gösterir; drone'lar ise daha ayrıntılı görüntü gerektiğinde kullanılır.

3. Konum: her verinin bir adresi

Küresel uydu konumlama sistemleri (GNSS; GPS ve Avrupa'nın Galileo sistemi gibi) her ölçüme ve her makine geçişine bir koordinat ekler. Böylece "hangi ağaçta", "tarlanın hangi köşesinde" sorusu yanıtlanır. Konum doğruluğu ve makine yönlendirme, otonom makineler dersinde ayrıntılı ele alınacak.

4. Bağlantı: verinin yolu

Sensörün ölçtüğü değer bir şekilde merkeze ulaşmalıdır. Tarlada elektrik ve internet kablosu çoğu zaman yoktur; bu yüzden az enerji harcayan kablosuz bağlantılar kullanılır.

BAĞLANTI	NASIL ÇALIŞIR?	GÜÇLÜ YANI	DİKKAT
LoRaWAN	Lisans gerektirmeyen ücretsiz frekans bantlarında, sensör ile ağ geçidi arasında	Kırsalda 15 km'ye kadar menzil, pil ömrü 10 yılı aşabilir	Az veri taşır; fotoğraf göndermeye uygun değil
NB-IoT ve LTE-M	Mobil operatörün şebekesi üzerinden	Ağ geçidi kurmak gerekmez, düşük enerji	Tarlada operatör kapsamı ve abonelik gerekir
4G mobil veri	Standart mobil şebeke	Kamera görüntüsü gibi büyük veri taşır	Enerji tüketimi yüksek; güneş paneli ya da elektrik gerekir
Wi-Fi	Yerel kablosuz ağ	Ucuz ve yaygın	Menzil kısa; yoğunlukla bina ya da sera çevresinde kullanılır



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



5. Ağ geçidi: tarladaki toplama noktası

LoRaWAN ağlarında sensörler doğrudan internete bağlanmaz. LoRa Alliance'ın tanımıyla ağ "yıldızların yıldızı" düzenindedir: ağ geçitleri, uç cihazlardan gelen mesajları merkezi ağ sunucusuna aktarır. Tek bir ağ geçidi çevresindeki çok sayıda sensöre hizmet edebilir; bu nedenle komşu bahçeler ya da bir kooperatifin üyeleri aynı ağ geçidini paylaşabilir. Ağ geçidi internete mobil ağ ya da fiber üzerinden bağlanır.

6. Bulut ve yazılım: sistemin beyni

Veriler bir sunucuda (çoğu zaman bulutta) zaman damgasıyla saklanır. Karar destek yazılımı bu verileri bitkiye uygun eşik değerlerle, hava tahminiyle ve geçmiş kayıtlarla karşılaştırır; uyarı ve öneri üretir. Üretici sonuçları telefon uygulamasında, bilgisayarda ya da kısa mesajla görür.

7. Aktüatör ve otomasyon: kararı uygulayan el

Aktüatör, yazılımın komutunu fiziksel işe çeviren parçadır: elektrovana, pompa, gübre enjektörü ya da bir makinenin püskürtme memesi. Florida Üniversitesi'nin (UF/IFAS) toprak nemine dayalı otomatik sulama rehberi iki temel çalışma biçimini anlatır:

Atlama (bypass)

Sulama takvime göre planlanır, ancak toprak yeterince nemliyse o sulama atlanır.

Talep üzerine

Toprak nemi belirlenen eşiğin altına inince sulama başlar, nem hedef aralığa dönünce durur.

Elle müdahale her zaman mümkün olmalı

Pil biterse, sinyal kesilirse ya da sensör arızalanırsa sistem uyarı vermeli ve üretici vanayı elle çalıştırabilmelidir. Tamamen otomatik ama elle devre dışı bırakılamayan bir sistem risklidir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Parçalar bir arada: verinin yolculuğu

Aşağıdaki animasyonlu anlatımda bir toprak nemi ölçümünün sulama kararına nasıl dönüştüğünü yedi adımda izleyin.

Çevrimiçi etkinlik

Verinin yolculuğu: topraktan vanaya

Her adımı açın. Bir ölçüm sulama kararına nasıl dönüşüyor, adım adım izleyin.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Kozan'dan örnek

Kozan'da bahçelerin bir kısmı ovada, bir kısmı Toros eteklerine doğru yükselen engebeli arazidedir. Engelibeli arazide tepeler ve yoğun ağaç taçları telsiz sinyalinin zayıflatabilir. Bu yüzden ağ geçidi, bahçeleri gören yüksek bir noktaya, örneğin bir deponun çatısına ya da direğe kurulmalıdır. Aynı ağ geçidini birkaç komşu bahçenin paylaşması, kurulum maliyetini üreticiler arasında böler.



Larissa'dan örnek

Teselya ovasının geniş ve düz pamuk tarlalarında tek bir ağ geçidi uzak mesafedeki birçok sensöre ulaşabilir. Tarla büyük olduğu için sensörlerin temsil ettiği alan da geniştir; bu nedenle nokta ölçümleri, tarlanın tamamını gösteren uydu görüntüleriyle birlikte yorumlanır. Uydunun gösterdiği zayıf bir bölge, oraya ek sensör konmasının ya da tarlaya gidip gözle kontrol edilmesinin işareti olabilir.

Şimdi öğrendiklerinizi uygulayın: bileşenleri bir portakal bahçesinde en doğru çalışacakları yerlere yerleştirin.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Bileşenleri bahçeye yerleştirin

Her parçayı en doğru çalışacağı yere sürükleyin ya da dokunarak yerleştirin.

Portakal bahçesi için akıllı sulama sisteminin parçalarını doğru yerlere yerleştirin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Özetle

- Sensörler ölçer, uydu ve drone tarlanın tamamını görür, GNSS her veriye konum ekler.
- LoRaWAN uzun menzil ve uzun pil ömrü sunar; NB-IoT operatör şebekesini kullanır; 4G büyük veri taşır; Wi-Fi kısa mesafe içindir.
- Ağ geçidi sensörlerden gelen mesajları sunucuya aktarır ve birçok üretici tarafından paylaşılabilir.
- Yazılım karar üretir, aktüatör uygular; sistem her durumda elle müdahaleye izin vermelidir.

1. LoRa Alliance (tarihsiz). **About LoRaWAN.**
2. Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, JRC (tarihsiz). **DIAS for CAP Checks by Monitoring.**
3. Muñoz-Carpena, R., Dukes, M. D. ve Cardenas, B., UF/IFAS Extension (2024). **Automatic Irrigation Based on Soil Moisture for Vegetable Crops.**
4. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Burdur İl Müdürlüğü (2015). **Burdur'a 4 TARBİL istasyonu.**
5. Kozan Belediyesi (tarihsiz). **Coğrafi konum.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 4

Tarımda robotik sistemlerin temel kavramları

14 dk

"Robot" denince çoğumuzun aklına insan biçimli bir makine gelir. Tarımdaki robotlar ise çoğunlukla tekerlekli bir platform, bir kol ya da uçan küçük bir araçtır. Onları robot yapan görünüşleri değil, çevrelerini algılayıp buna göre davranabilmeleridir. Bu derste tarımsal robotların temel kavramlarını, türlerini ve bugün hangi aşamada olduklarını inceliyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Otomasyon, robot ve otonomi kavramlarını birbirinden ayıracaksınız.
- ✓ Bir robotun algılama, karar ve uygulama katmanlarını açıklayacaksınız.
- ✓ Tarımda kullanılan başlıca robot türlerini örneklerle tanıyacaksınız.
- ✓ Tarım robotlarının dünyada ne kadar yaygın olduğunu değerlendireceksiniz.

Otomasyon, robot, otonomi

Otomasyon	Bir işin, önceden belirlenmiş kurala göre insan müdahalesi olmadan yapılması. Örnek: her sabah 06.00'da 30 dakika çalışan sulama zamanlayıcısı. Zamanlayıcı toprağın ıslak olup olmadığını bilmez.
Robot	Çevresini sensörlerle algılayan, bu bilgiye göre karar veren ve fiziksel bir işi yapan makine. Örnek: kamerasıyla yabancı otu tanıyıp yalnız ona müdahale eden araç.
Otonomi	Makinenin insandan bağımsız çalışabilme derecesi. Bir robot kısmen otonom (insan yakından gözetir) ya da yüksek düzeyde otonom (insan uzaktan izler) olabilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Aradaki fark önemlidir: zamanlayıcıyla çalışan bir sulama sistemi otomatiktir ama "akıllı" değildir. Toprak nem sensörüne bağlandığında algılayıp karar vermeye başlar; tarlada hareket edip iş yapan bir makineye dönüştüğünde ise robot adını hak eder.

Her robotun üç katmanı

Tarlada çalışan her robot, basit ya da karmaşık olsun, aynı üç işi yapar:

1. Algılama

Kameralar, LiDAR (lazerle mesafe ölçen tarayıcı), uydu konum alıcısı ve temas sensörleri robotun çevresini ve kendi konumunu ölçer.

2. Karar

Yazılım, görüntüdeki bitkinin ürün mü ot mu olduğunu tanır, rotayı planlar ve bir engel görünce ne yapılacağını belirler.

3. Uygulama

Motorlar, robot kolları, çapa bıçakları ya da püskürtme memeleri kararı fiziksel işe dönüştürür.

Bu üç katman bir zincirdir. Kamera toz ya da çamurla kapanırsa algılama bozulur; yazılım yeni bir ot türünü tanımazsa karar yanlış olur; bıçak körelirse uygulama zayıflar. Robotun güvenilirliği, en zayıf halkası kadardır.

Çevrimiçi etkinlik

Algıla, karar ver, uygula

Her robot üç işi yapar. Parçaları doğru işe ayırın.

Aşağıdaki parçaları robotun algılama, karar ya da uygulama katmanına yerleştirin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Tarımda robot türleri

Sağım robotları: hayvancılıktan bir örnek

FAO'nun 2022 tarihli Gıda ve Tarımın Durumu raporuna göre hayvanların tek tek izlenip yönetilmesini sağlayan hassas hayvancılık teknolojilerinin en yaygını, ineklerin insan doğrudan müdahale etmeden sağılmasını sağlayan sağım robotlarıdır. Otomatik sağım sistemlerinin dünya satışları 2016'da 1,2 milyar dolardan 2019'da 1,6 milyar dolara yükseldi; ancak bu talep büyük ölçüde yüksek gelirli ülkelerde yoğunlaşıyor.

Ekim ve çapalama robotları

Bu robotlar tohumu ekip ardından sıra arasını ve sıra üzerini mekanik olarak çapalar; kimyasal ot ilacı ihtiyacını azaltmayı hedefler. Danimarkalı FarmDroid şirketinin FD20 robotu enerjisini güneş panellerinden alır. Üreticiye göre saatte 950 metre hızla ilerler, günde 24 saate kadar çalışabilir ve günde 6,5 hektara kadar alanı tamamlar. Fransız Naïo şirketi ise uydu konumlamayla (GNSS RTK) otonom çalışan küçük çapalama robotları üretir; şirketin açıkladığı verilere göre 480 robot satılmış ve 110 binden fazla saat otonom tarla işi yapılmıştır.

Hasat robotları

Meyve hasadı, en çok işgücü gerektiren işlerden biridir ve robotlar için de en zor görevlerden biridir: meyve dalların ve yaprakların arasında gizlidir, zedelenmeden koparılmalıdır. Bu alandaki yeni yaklaşımlardan biri, İsrail merkezli Tevel şirketinin uçan otonom robotlarıdır. Şirkete göre bu robotlar yapay zekâ ve görüntü işleme ile her meyvenin olgunluğunu belirler ve 50 gramlık bir kayısıdan 700 gramlık bir elmaya kadar farklı meyveleri toplayabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Otonom traktörler ve drone'lar

Mevcut traktörleri otonom hale getiren sistemleri bir sonraki derste, tarımsal drone'ları ise Modül 4'te ayrıntılı olarak ele alacağız.

Robotlar bugün ne kadar yaygın?

FAO'nun aynı raporu tabloyu gerçekçi biçimde çiziyor:

- Dijital otomasyon teknolojilerinin kullanımı artıyor, ancak çoğunlukla yüksek gelirli ülkelerde. Bazı teknolojiler hâlâ prototip aşamasında.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- Kırsalda internet bağlantısı ve elektrik gibi altyapı eksikleri yayılmayı yavaşlatıyor.
- Hasat, ekim ve çapalama için geliştirilen otonom tarla robotlarını inceleyen 18 vakalılık bir derleme, bu robotları yalnız belirli koşullarda ekonomik buldu.
- Küçük ölçekli üreticiler arasında uydu konumlama ve değişken oranlı uygulama teknolojilerinin benimsenmesi "ihmal edilebilir" düzeyde.

Ne anlama geliyor? Tarım robotları gerçek ve gelişen bir teknoloji, ama henüz her işletme için hazır bir çözüm değil. Küçük ve orta ölçekli işletmeler için robotik, çoğu zaman kendi makinesini almak yerine hizmet satın almak ya da kooperatifle ortak kullanmak biçiminde gündeme gelecek.

Çevrimiçi etkinlik

Hızlı kontrol: hangisi robot?

Robotu otomasyondan ayıran şey, algılayıp karar vermesidir.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Kozan'dan örnek

Kozan portakalının hasadı Aralık'tan Mart'a kadar süren ve el işçiliğine dayanan bir iştir. Bu derste gördüğümüz hasat robotu örneği kayısı ve elma gibi meyveler için tanıtılıyor. Bir hasat robotunun Kozan bahçelerinde işe yaraması için büyük taçlı portakal ağaçlarına, meyvenin büyüklüğüne ve uzun hasat dönemine uygun olması gerekir. Bu nedenle Kozan'daki üreticinin robotikle ilk teması büyük olasılıkla hasatta değil, mısır, ayçiçeği ve sebze gibi sıra bitkilerinin tarlalarında çapalama robotlarında ya da bahçelerde izleme ve ilaçlama yapan drone hizmetlerinde olacaktır.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Larissa'dan örnek

Teselya Üniversitesi, yabancı otla hassas mücadele için otonom araçlar geliştiriyor. Araçlar 5G bağlantısı ve yapay zekâ destekli görüntü tanıma kullanıyor; üzerlerindeki robot kollar ilacı yalnız hedefe uyguluyor. Prototip araç 2025'te Selanik Uluslararası Fuarı'nda tanıtıldı. Üniversitenin yürüttüğü ülke çapındaki IoT ağında meteoroloji istasyonları ve akıllı böcek tuzakları da bulunuyor.

Özetle

- Otomasyon kurala göre çalışır; robot algılar, karar verir ve uygular; otonomi insandan bağımsızlığın derecesidir.
- Algılama, karar ve uygulama katmanlarından biri zayıfsa robot güvenilir çalışmaz.
- Sağım robotları en yaygın ticari örnektir; ekim, çapalama ve hasat robotları gelişmektedir.
- FAO'ya göre robotlar çoğunlukla yüksek gelirli ülkelerde ve belirli koşullarda ekonomiktir; küçük işletmeler için ortak kullanım ve hizmet modeli öne çıkar.

1. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: The state of digital automation technologies and robotics in agriculture.**
2. FarmDroid (tarihsiz). **FarmDroid FD20.**
3. Naïo Technologies (tarihsiz). **About Naïo Technologies.**
4. Tevel (tarihsiz). **Technology: Flying Autonomous Robots.**
5. Greek News Agenda (2025). **University of Thessaly Showcases Smart Farming with Internet of Things, AI, Virtual Reality, 5G and Robotics.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 5

Otonom tarım makineleri ve güvenlik

15 dk

Otonom tarım makineleri bir anda ortaya çıkmadı. Önce sürücüye yol gösteren ışıklı çubuklar geldi, sonra direksiyonu kendisi çeviren otomatik dümenleme sistemleri, en son da kabininde kimse olmadan çalışan traktörler. Bu derste bu gelişimi adım adım izliyoruz, otonom makinelerin nasıl çalıştığını ve güvenliğin nasıl sağlandığını inceliyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Otomatik dümenlemenin nasıl çalıştığını ve konum doğruluğunun neden önemli olduğunu açıklayacaksınız.
- ✓ Işıklı çubuktan otonom traktöre kadar otomasyon düzeylerini sıralayacaksınız.
- ✓ Bir otonom traktörün çevresini nasıl algıladığını öğreneceksiniz.
- ✓ Otonom makinelerde güvenliğin temel kurallarını bir saha sahnesinde uygulayacaksınız.

Otomatik dümenleme: işin başladığı yer

Otomatik dümenleme sistemi üç parçadan oluşur: traktörün tavanındaki uydu konum alıcısı (GNSS anteni), konumu düzelten bir sinyal ve direksiyonu çeviren bir motor ya da hidrolik vana. Sürücü kabinde oturur, tarla başında dönüşü yapar ve makineyi gözetir; sıra boyunca direksiyonu sistem tutar.

Sistemin değeri, konumun ne kadar doğru ölçüldüğüne bağlıdır. Nebraska Üniversitesi'nin yayım belgesinde üreticilerin beyanlarına dayanan tipik doğruluklar şöyle özetlenir:

DÜZELTME TÜRÜ	GEÇİŞTEN GEÇİŞE	YILDAN YILA
Metre altı (ücretsiz uydu düzeltmesi, WAAS ve benzeri)	± 15-33 cm	± 76-100 cm
Desimetre (ücretli düzeltme servisleri)	± 5-12,5 cm	± 10-25 cm
Santimetre (yerel baz istasyonlu RTK)	± 2,5 cm	± 2,5 cm



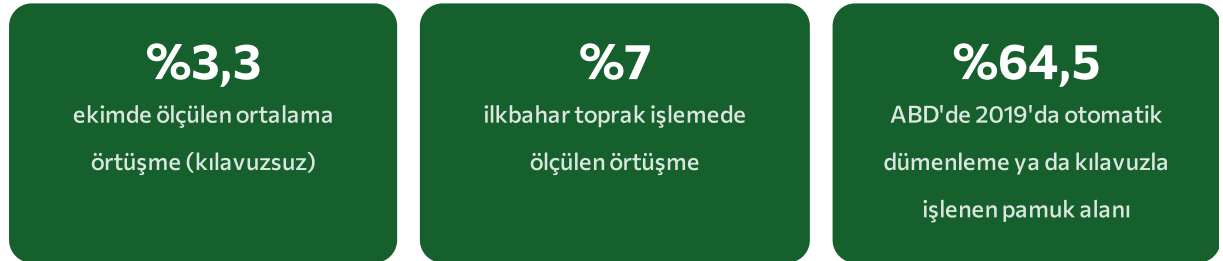
Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Geçişten geçişe doğruluk, art arda yapılan iki geçiş arasındaki örtüşme ve boşluğu belirler; toprak işleme, ekim ve ilaçlama gibi olağan işler için bu yeterlidir. Yıllar sonra aynı izlere dönmeyi gerektiren işlerde (örneğin her yıl aynı tekerlek izlerinin kullanıldığı kontrollü trafik) yıldan yıla doğruluk önemlidir ve bunu yalnız RTK sağlar. Avrupa'da ücretsiz uydu düzeltmesinin karşılığı EGNOS sistemidir. RTK (gerçek zamanlı kinematik) düzeltmede tarlanın yakınındaki sabit bir baz istasyonu, konum hatasını sürekli hesaplayıp traktöre gönderir. Aynı belge iki önemli noktaya daha dikkat çeker: meyve bahçelerinde uydu konumlanmanın kullanımı sınırlı kalmıştır ve bu tür yerlerde mesafe ölçen sensörlere ilgi artmaktadır; ayrıca otomatik dümenleme kullanıldığında tarla işinin kalitesi sürücünün önceki deneyiminden bağımsız hale gelir ve sistemi kullanmak birkaç saatte öğrenilebilir.

Neden örtüşme önemli?

Sürücü ne kadar dikkatli olursa olsun, elle sürülen makine her geçişte bir öncekinin bir kısmını tekrar işler (örtüşme) ya da arada işlenmemiş şerit bırakır (boşluk). Iowa Eyalet Üniversitesi'nin kılavuz sistemi olmayan iki çiftlikte yaptığı ölçümde ortalama örtüşme ekimde %3,3, ilkbahar toprak işleminde %7 bulundu. Her örtüşme; fazladan tohum, gübre, yakıt ve zaman demektir. Boşluklar ise verim kaybıdır.



ABD Tarım Bakanlığı'nın (USDA) verilerine göre bu sistemler ABD'de mısır, soya, kışık buğday ve pamuk ekim alanlarının yarısından fazlasında kullanılıyor. USDA, sistemlerin yarı otomatik ışıklı çubuklardan neredeyse tamamen otomatik dümenlemeye doğru geliştiğini de vurguluyor.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

İşiklı çubuktan otonom traktöre

Makinelerde otomasyon adım adım arttı. Aşamaları sıralayın.

Aşamaları en az otomasyondan en çok otomasyona doğru sıralayın.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Otonom traktör: kabinde kimse yokken

Otonom traktörde sürücü kabinde değildir; makineyi uzaktan izler. John Deere'in Ocak 2022'de CES fuarında tanıttığı otonom traktör bu yaklaşımın bilinen bir örneğidir. Şirketin basın bültenine göre:

- Traktörde altı çift stereo kamera bulunur; bunlar çevresini 360 derece tarar ve engellere olan uzaklığı hesaplar.
- Görüntüler bir yapay sinir ağına işlenir; her piksel yaklaşık 100 milisaniyede sınıflandırılır ve makinenin ilerlemeye devam edip etmeyeceğine ya da duracağına karar verilir.
- Traktör konumunu sürekli olarak tarla çevresine çizilen sanal bir sınırla (geofence) karşılaştırır.
- Üretici makineyi tarlaya götürüp otonom çalışmaya hazırlar, telefonundan başlatır; iş sırasında canlı görüntüyü ve verileri izler, hız ve derinlik gibi ayarları uzaktan değiştirebilir.

Büyük makine tek yol değil Otonomi yalnız büyük traktörlerle sınırlı değildir. Önceki derste gördüğümüz küçük çapalama robotları ve İngiltere'deki Hands Free Hectare denemesi (Ders 8), küçük araçların da otonom çalışabildiğini gösterir. Küçük araçlar toprağı daha az sıkıştırır ama aynı işi bitirmek için daha uzun çalışır.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Güvenlik: otonom makinenin olmazsa olmazı

Kabinde sürücü yoksa, sürücünün gözü ve refleksi yerine sistemlerin kendisi güvenliği sağlamalıdır. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş tarım makinelerinin güvenliği için ISO 18497 standardını 2018'de yayımladı. Standart 2024'te dört bölümlü bir seri olarak yenilendi:

1

Bölüm 1: Tasarım ilkeleri ve terimler

Kısmen otomatik, yarı otonom ve otonom işlevli makinelerin tasarım ilkeleri; üreticinin güvenli çalışma ve kalan riskler hakkında vereceği bilgiler.

2

Bölüm 2: Engelden koruma sistemleri

İnsan, hayvan ve nesneleri algılayıp çarpışmayı önleyen sistemlerin tasarım ilkeleri.

3

Bölüm 3: Otonom çalışma bölgeleri

Makinenin çalışmasına izin verilen alanın tanımlanması ve bu alanın dışına çıkmaması.

4

Bölüm 4: Doğrulama ve geçерleme

Güvenlik işlevlerinin gerçekten çalıştığının nasıl test edileceği.

Sahada yapılması gerekenler

- Tarla sınırını ve sabit engelleri (direk, kanal, ağaç) haritaya işleyin, kenarlarda güvenlik payı bırakın.
- Çalışma sırasında alana kimlerin gireceğini önceden planlayın ve komşuları bilgilendirin.
- Makineyi uzaktan izleyen ve acil durdurma yapabilen bir sorumlu belirleyin.

Yapılmaması gerekenler

- Engel algılama var diye tarla sınırı tanımlamayı atlamak.
- Kameraları tozlu ya da çamurlu halde çalıştırmak.
- Makineyi izlemeden uzun süre bırakmak.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- Konum sinyali ya da bağlantı kesilirse
makinenin durduğunu test edin.

Şimdi bir saha sahnesinde bu kuralları uygulayın. Kabinde sürücü olmadan çalışan bir traktörün
yakınındaki riskleri bulun.

Çevrimiçi etkinlik

Otonom traktör sahasında riskleri bulun

Traktör kabinde sürücü olmadan çalışıyor. Güvenliği tehdit eden noktaları işaretleyin.

Sahnedeki 4 güvenlik riskini işaretleyin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Larissa'dan örnek

Teselya ovasının geniş ve düz pamuk ve buğday tarlaları, otomatik dümenleme için elverişlidir: uzun ve düz sıralar, gökyüzünü kapatan engellerin azlığı. ABD'de pamuk alanlarının %64,5'inde bu sistemlerin kullanılması, benzer tarla yapısında teknolojinin olgunlaştığını gösterir. Burada sorulması gereken soru teknolojinin çalışıp çalışmadığı değil, tarla büyüklüğüne göre kârlı olup olmadığıdır. Bu hesabı Ders 9'da birlikte yapacağız.



Kozan'dan örnek

Kozan'da ovadaki buğday, mısır ve ayçiçeği tarlaları otomatik dümenlemeye uygundur. Portakal bahçelerinde ise ağaç taçları uydu sinyalini zayıflatabilir; bahçe içinde çalışan makinelerde kamera ve mesafe sensörleri daha önemli hale gelir. Bahçe kenarlarındaki sulama kanalları ve dik şevler, otonom bir makinenin sanal sınırında mutlaka güvenlik payı bırakılmasını gerektirir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Özetle

- Otomatik dümenleme GNSS anteni, düzeltme sinyali ve direksiyon sisteminden oluşur; RTK düzeltmesi yaklaşık 2,5 cm doğruluk sağlar.
- Kılavuzsuz sürüşte ölçülen örtüşme ekimde %3,3, toprak işlemede %7 düzeyindedir; her örtüşme fazladan girdi demektir.
- Otonom traktör çevresini kameralarla 360 derece algılar, sanal bir sınır içinde çalışır ve uzaktan izlenir.
- ISO 18497 serisi tasarım, engelden koruma, çalışma bölgesi ve doğrulama konularını düzenler.

1. Adamchuk, V. I., University of Nebraska-Lincoln Extension (2008). **Satellite-Based Auto-Guidance (EC706)**.
2. Darr, M., Iowa State University Extension (2012). **Precision Ag Technology Savings**.
3. USDA Economic Research Service (2023). **Most Row Crop Acreage Managed Using Auto-steer and Guidance Systems**.
4. John Deere (2022). **John Deere Reveals Fully Autonomous Tractor at CES 2022** (arşiv kopyası).
5. ISO (2024). **ISO 18497-1:2024 Agricultural machinery and tractors: Safety of partially automated, semi-autonomous and autonomous machinery, Part 1** (arşiv kopyası).



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 6

Robotik sistemlerin avantajları ve sınırlamaları

15 dk

Her yeni teknoloji gibi tarım robotlarının da güçlü ve zayıf yanları var. Bir tanıtım videosunda kusursuz görünen bir makine, çamurlu bir tarlada, zayıf sinyal altında ya da küçük bir işletmenin bütçesiyle karşılaşınca farklı bir sonuç verebilir. Bu derste avantajları ve sınırlamaları kaynaklarla tartıyor, sınırlamaları aşmanın yollarını konuşuyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Robotik sistemlerin başlıca avantajlarını sayacaksınız.
- ✓ Maliyet, ölçek, altyapı ve beceri kaynaklı sınırlamaları açıklayacaksınız.
- ✓ İşletme büyüklüğünün teknoloji benimsemesini nasıl etkilediğini verilerle göreceksiniz.
- ✓ Sınırlamalara karşı ortak kullanım ve hizmet modeli gibi çözümleri değerlendireceksiniz.

Avantajlar

FAO'nun 2022 raporuna göre otonom tarla robotları dört başlıca faydayla ilişkilendiriliyor: işgücünden tasarruf, işlerin zamanında yapılması, girdinin daha isabetli uygulanması ve özellikle küçük robot filolarında toprağın daha az sıkışması.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



İşgücü ve zamanlama

Robot yorulmaz ve gece de çalışabilir. Ekim ya da çapalama gibi zamana bağlı işler, işçi bulunamadığı için ertelenmez.

Hassas uygulama

Girdi yalnız gereken yere uygulanır. Bu hem maliyeti hem de çevreye verilen yükü azaltır.

Daha az toprak sıkışması

Küçük ve hafif robotlar, büyük makinelerle göre toprağı daha az ezer.

Kayıt ve güvenlik

Her geçiş konum ve zamanla kaydedilir. İlaçlama gibi tehlikeli işlerde insanın kimyasala maruz kalması azalır.

Hassas uygulamanın boyutu hakkında fikir veren bir örnek, Carbon Robotics şirketinin lazerle yabancı ot mücadelesi yapan makinesidir. Üreticinin beyanına göre makine saatte 0,20-0,61 hektar alanda çalışır, dakikada 5.000'den fazla yabancı otu hedefler ve otların %99'una kadarını yok eder. Bu değerler bağımsız bir denemeye değil, üretici beyanına dayanır; bir makineyi değerlendirirken bu farkı akılda tutun.

Sınırlamalar

Maliyet ve ölçek

Aynı lazer makinesinin teknik bilgileri, sınırlamalardan birini de gösterir: makineyi çekmek için en az 175 beygir gücünde bir traktör gerekir. Bu, büyük işletmelere göre tasarlanmış bir çözümdür. Ölçeğin etkisi benimseme verilerinde de açıkça görülür. ABD Tarım Bakanlığı'na göre en büyük mısır çiftliklerinin %73'ü otomatik dümenleme ya da kılavuz sistemi kullanırken, en küçük mısır çiftliklerinde bu oran yalnız %10'dur.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



%73

en büyük mısır çiftliklerinde kılavuz sistemi
kullanımı (ABD, 2016)

%10

en küçük mısır çiftliklerinde (200 akre ve altı)
kullanım

Altyapı ve olgunluk

FAO, dijital otomasyon teknolojilerinin çoğu zaman henüz olgun bir iş modeline sahip olmadığını belirtir: bazıları hâlâ prototip aşamasındadır, bazılarının yayılmasını ise kırsaldaki internet bağlantısı ve elektrik eksikliği engeller. Bazı ülkelerde otonom tarla makinelerinin başında her zaman bir insanın bulunması zorunludur; FAO'ya göre bu durumda üretici için geleneksel makine daha avantajlı olabilir. Uzaktan gözetim de ancak otonom çalışma sorunsuz ilerlediğinde en iyi sonucu verir.

Beceri, servis ve arazi

Robotun kullanımı, bakımı ve yazılım güncellemesi eğitilmiş kişi gerektirir. Arıza durumunda servisin ve yedek parçanın yakında olması, özellikle hasat gibi zamana bağlı işlerde önemlidir. Çamurlu, taşlı ya da eğimli arazi ve düzensiz dikilmiş bahçeler de robotların zorlandığı koşullardır.

Toplumsal riskler

FAO, tarımsal otomasyonun küçük üreticilere, kadınlara ve gençlere erişilemez kalması halinde eşitsizlikleri derinleştirebileceği uyarısında bulunur. İşgücünün bol ve ücretlerin düşük olduğu yerlerde otomasyon işsizliğe yol açabilir. Bu nedenle FAO, bu tür yerlerde otomasyonu sübvans etmek yerine benimsemesi için uygun ortamı hazırlamayı ve işini kaybetme riski en yüksek olan az vasıflı işçilere sosyal koruma sağlamayı önerir.

Çevrimiçi etkinlik

Avantaj mı, sınırlama mı?

Her ifadeyi okuyun ve robotik sistemler açısından doğru gruba koyun.

İfadeleri 'Avantaj' ya da 'Sınırlama' grubuna ayırın.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sınırlamalar nasıl aşılr?

AB'nin tarımsal yenilik ağı EIP-AGRI'nin hassas tarım uzman grubu 2015'te şu tespiti yaptı: birçok üretici hassas tarımın küçük işletmelerde kârlı olmadığını düşünüyor; bu nedenle küçük ve orta ölçekli işletmelerde, özellikle yüksek değerli özel ürünlerde, makine paylaşımı ve hizmet satın alma teşvik edilmeli. Uzmanlar ayrıca küçük ve orta ölçekli işletmelere uygun, kullanımı kolay, ucuz ve dayanıklı araçlara ihtiyaç olduğunu vurguladı. ABD Tarım Bakanlığı da otomatik dümenleme sistemlerinin taşınabilir olduğunu, yani araçlar arasında değiştirilebildiğini not eder. Bu özellik, bir sistemin birden fazla makinede, hatta birden fazla üretici arasında paylaşılabilmesi anlamına gelir.

1

Önce hizmet satın alın

Robotik hizmet veren bir işletmeden ya da kooperatiften sezonluk hizmet alarak teknolojiyi deneyin.

2

Ortak kullanın

Taşınabilir sistemleri ve pahalı makineleri üreticiler arasında bir iş takvimiyle paylaşın.

3

Küçük başlayın

Tek bir parselde, tek bir işte deneyip sonucu ölçün; sonra büyütün.

4

Beceriye yatırım yapın

Üretici örgütü içinde teknik destek verebilecek kişileri, özellikle gençleri yetiştirin.

Çevrimiçi etkinlik

Sınırlamaya karşı çözüm yolu

Ön yüzde bir engel var. Kartı çevirip olası çözümü okuyun.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Kozan'dan örnek

ABD verileri, küçük işletmelerin bu teknolojileri tek başına edinmekte zorlandığını gösteriyor. Bu ders, küçük ve orta ölçekli bir bahçe ya da tarla sahibi için de geçerlidir. Kozan portakalı gibi yüksek değerli ve tescilli bir ürün, EIP-AGRI'nin ortak kullanım ve hizmet satın almayı özellikle önerdiği ürün grubuna girer. Kozan'da gerçekçi bir yol, buğday, mısır ve ayçiçeği üreticilerinin taşınabilir bir otomatik dümenleme sistemini ortak kullanması ya da bahçelerde drone ile izleme ve ilaçlama hizmetinin bir üretici örgütü aracılığıyla satın alınmasıdır. Bir ticaret odası ya da kooperatif, hizmet sağlayıcılarla toplu anlaşma yaparak üyelerine daha uygun koşullar sağlayabilir.

Kozan'daki üreticilerin yanıtları da aynı engellere işaret ediyor. Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde 63 katılımcı, AB Yeşil Mutabakatı'na uyumda finansman eksikliğini bir zorluk olarak kabul etti. Teknoloji eksikliğinde bu sayı 47 oldu, 44 katılımcı ise "kısmen katılıyorum" dedi. "Cihaz ve internet sahipliği çiftçilere ek yük bindirecektir" önermesine 39 katılımcı katıldığını ya da kesinlikle katıldığını, 40'ı kısmen katıldığını söyledi.



Larissa'dan örnek

Pamuk, ölçeğe rağmen teknolojinin yaygınlaştığı bir üründür: ABD'de 2019'da en küçük pamuk çiftliklerinin bile %50'si kılavuz sistemi kullanıyordu. Larissa ovasındaki pamuk üreticileri için soru, bu teknolojinin işe yarayıp yaramadığı değil, maliyetin kooperatif ya da hizmet modeliyle nasıl paylaşılacağıdır. Teselya'daki kooperatif deneyimi (Ders 8) bu açıdan iyi bir başlangıç noktasıdır.

Özetle

- Robotlar işgücünden tasarruf, zamanında iş, isabetli uygulama ve daha az toprak sıkışması sağlayabilir.
- Maliyet ve ölçek, benimsemenin önündeki en belirgin engeldir: büyük işletmeler bu teknolojileri çok daha sık kullanır.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- Altyapı eksikliği, olgunlaşmamış iş modelleri, beceri ve servis ihtiyacı diğer sınırlamalardır.
- Eşitsizlik ve istihdam riskleri, kapsayıcı politikalarla yönetilmelidir.
- Hizmet satın alma, ortak kullanım ve küçük başlangıç, küçük işletmeler için en gerçekçi yoldur.

1. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: Core messages.**
2. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: The state of digital automation technologies and robotics in agriculture.**
3. USDA Economic Research Service (2023). **Most Row Crop Acreage Managed Using Auto-steer and Guidance Systems.**
4. EIP-AGRI (2015). **EIP-AGRI Focus Group on Precision Farming: Final report.**
5. Carbon Robotics (tarihsiz). **LaserWeeder.**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Tablo 1 ve 4.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 7

Türkiye'den akıllı tarım örnekleri

16 dk

Türkiye'de akıllı tarım yalnız büyük işletmelerin denediği bir teknoloji değil. Özel sektör ile sivil toplumun ortak projeleri, kamunun kurduğu istasyon ağları ve sulama destekleri, üreticinin bu teknolojilere erişmesini kolaylaştırıyor. Bu derste Türkiye'den doğrulanmış örnekleri inceliyor, ardından Kozan'daki bir portakal bahçesinin sensör panosunu birlikte okuyoruz.

BU DERSTE

- ✓ "Gelecek Tarımda" projesinin kapsamını ve kullandığı teknolojileri açıklayacaksınız.
- ✓ Kamunun tarımsal meteoroloji istasyonlarının (TARBİL) neyi ölçtüğünü öğreneceksiniz.
- ✓ Adana'da 2026 yılında duyurulan tasarruflu sulama desteklerini tanıyacaksınız.
- ✓ Bir sensör panosundan sulama kararı çıkarmayı deneyeceksiniz.

Gelecek Tarımda: arpa ve şerbetçiotu tarlalarında sensörler

"Gelecek Tarımda", Anadolu Efes ile WWF-Türkiye'nin 2018'de başlattığı bir akıllı tarım projesidir. Proje, arpa ve şerbetçiotu üretiminde geleneksel yöntemlerin doğaya verdiği zararı azaltmayı ve verimliliği artırmayı amaçlar. İlk aşamada Konya, Kayseri, Eskişehir ve Adıyaman'da 15 arpa üreticisi ile Bilecik'in Pazaryeri ilçesinde 5 şerbetçiotu üreticisi yer aldı. Toplam alan 1.542 dekarı.

Proje zamanla genişledi. WWF-Türkiye'nin 2023'teki proje sayfasına göre uygulamalar Konya, Kayseri, Ankara, Adıyaman ve Bilecik'te toplam 3.125 dekara ulaştı. Projede kullanılan başlıca araçlar şunlardır:



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Dijital toprak analizi

Toprak örnekleri dijital cihazla analiz edilir; gübre kararı bu sonuca göre verilir.

Sensörlü istasyonlar

Nem ve sıcaklık sensörleri taşıyan istasyonlar tarlanın durumunu sürekli izler.

Uydu görüntüleri

İstasyon verisi, tarlanın tamamını gösteren uydu görüntüleriyle desteklenir.

Telefon uygulaması

Üretici bütün bilgileri akıllı telefonundaki uygulamadan takip eder.

Projenin teknoloji kadar önemli bir yanı da bilgi paylaşımıdır. Eğitimlerin yanında "çiftlikten çiftliğe" deneyim paylaşımı etkinlikleriyle üreticiler arasında bir iş birliği ağı kuruldu. Bir üreticinin kendi tarlasında gördüğü sonucu komşusuna anlatması, broşürden daha ikna edicidir.

Bir örneği değerlendirirken Proje sayfaları çoğunlukla uygulamaları ve eğitimleri anlatır. Bir örneği kendi işletmenize uyarlamadan önce şunu sorun: Ölçülmüş bir sonuç (su, gübre, verim) yayımlanmış mı? Hangi ürün ve iklimde? Yayımlanmamışsa, küçük bir denemeyle kendi sonucunuzu ölçmeniz gerekir.

TARBİL: kamunun tarımsal izleme istasyonları

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) kapsamında Türkiye'nin farklı illerine otomatik zirai ve meteorolojik istasyonlar kurdu. Örneğin 2015'te Burdur'a kurulan dört istasyon şu değerleri ölçüyor:

- toprak nemi ve toprak sıcaklığı,
- yaprak nemi (yaprak ıslaklığı),



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- rüzgâr yönü ve hızı, yağış, ortam nemi ve basınç,
- güneşlenme süresi.

İstasyonlar enerjisini güneş panellerinden alır; veriler uydu üzerinden merkeze aktarılır ve üreticiler tablet ya da bilgisayardan bu verilere erişebilir. Yaprak ıslaklığı ve sıcaklık gibi değerler, mantar hastalıklarının gelişme riskini tahmin etmek için kullanılır. Bu nedenle bölgedeki bir istasyonun verisi, tek başına sensör kuramayan küçük üreticiler için de değerlidir.

Sulamada dijital dönüşüme destek

Akıllı tarımın ilk yatırım maliyeti, benimsemenin önündeki önemli engellerden biridir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın "Tasarruflu Tarımsal Sulama Sistemleri" desteği bu engeli azaltmaya yöneliktir. Adana İl Müdürlüğü'nün 22 Nisan 2026 tarihli duyurusuna göre hibe oranları şöyledir:

SİSTEM	HİBE ORANI
Tarla içi damla sulama	%50
Tarla içi yağmurlama	%50
Mikro yağmurlama	%60
Güneş enerjili sulama sistemi	%60
Yüzey altı damla sulama	%70
Akıllı sulama ve otomasyon (sensör, kontrol, uzaktan yönetim)	%70

Aynı duyuruya göre proje başına üst sınır 10 milyon TL'dir ve ayrılan bütçenin en az %20'si kadın ve genç girişimciler içindir. Akıllı sulama ve otomasyona en yüksek oranın verilmesi, kamunun yalnız damla sulamayı değil, suyun ölçülerek ve zamanında verilmesini de öncelik olarak gördüğünü gösterir. Hibe oranları ve başvuru koşulları yıldan yıla değişebilir; başvurmadan önce il müdürlüğünün güncel duyurusunu kontrol edin.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Hızlı kontrol: sulama desteği

Kurgusal durum: Kozan'da damla sulamalı bir portakal bahçesi olan bir üretici, sistemine toprak nem sensörleri ve telefonda kontrol edilen bir vana eklemek istiyor.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Çukurova bağlamı: portakal bahçesinde veri



Kozan'dan örnek

Kozan portakalı, Kozan Ticaret Odası'nın başvurusuyla 16 Eylül 2020'de Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından menşe adı olarak tescil edildi (tescil no. 534). Coğrafi işaret tanımına göre Kozan portakalı yuvarlak, az çekirdekli, çok sulu ve suda çözünür kuru maddesi yüksek bir portakaldır; olgunlaşma Aralık'ta başlar, Nisan'a kadar sürer. Bu nitelikler bahçe yönetimine bağlıdır: yaz aylarında suyun zamanında ve yeterli verilmesi meyve gelişimini doğrudan etkiler. Sulama ve gübreleme kayıtlarının tutulması, tescilli bir ürünün kalitesini yıldan yıla korumaya ve bunu belgelemeye yardım eder.

Aşağıdaki panoda, Kozan'da damla sulamalı bir portakal bahçesi için hazırlanmış örnek veriler var. Veriler öğretim amaçlıdır; gerçek bir bahçeden alınmamıştır. İki derinlikteki toprak nemini ve günlük en yüksek sıcaklığı birlikte okuyun.

Çevrimiçi etkinlik

Kozan'da bir portakal bahçesinin sensör panosu

Örnek veri: Kozan'da damla sulamalı bir portakal bahçesi, 1-10 Temmuz. Grafiği inceleyip soruları yanıtlayın.

Grafikteki üç seriyi birlikte okuyun.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Larissa ile karşılaştırma

Gelecek Tarımda projesi bir şirket ile bir sivil toplum kuruluşunun ortaklığıyla yürütüldü. Larissa'daki pamuk örneğinde ise (Ders 8) hizmet, üreticilere bir kooperatif aracılığıyla ulaştı. İki model de aynı sonuca işaret ediyor: teknoloji, üreticinin güvendiği bir kurum aracılığıyla ve uygulamalı eğitimle sunulduğunda daha kolay benimseniyor.

Kozan'da proje kapsamında

Bu akademinin de parçası olduğu proje, Kozan'da aynı yolu izliyor: teknolojiyi eğitim, saha ziyareti ve üreticiler arası paylaşım ile birlikte sunmak.

- **Akıllı sulama eğitimi (28-29 Nisan 2026):** Kozan Ticaret Odası'nın ev sahipliğinde, Kozan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü çiftçilere sensör teknolojileri, otomatik sulama sistemleri ve su tasarrufu yöntemleri üzerine eğitim verdi.
- **İyi tarım saha ziyaretleri (Nisan ve Temmuz 2026):** Proje ekibi ve paydaşlar, Bulduklu ve Gaziköy'de iyi tarım uygulaması yapılan arazileri, Aslanlı Köyü'nde de bir iyi tarım serasını ziyaret etti.
- **Akıllı tarım çalıştay (30 Haziran-1 Temmuz 2026):** Kozan Ticaret Odası'ndaki çalıştayda ticaret odası temsilcileri ve çiftçilerden oluşan 25 katılımcı, temel hassas ve akıllı tarım uygulamalarını sunum, gösteri ve soru-cevaplarla ele aldı. Bu uygulamaların Kozan'ın yerel koşullarına nasıl uyarlanabileceği tartışıldı.

Bu örneklerden ne öğreniyoruz?

- **Teknoloji tek başına yetmez:** Gelecek Tarımda projesinde sensörler ve uydu görüntüleri, eğitim ve üreticiler arası deneyim paylaşımıyla birlikte sunuldu.
- **Kamu verisi herkesin kaynağıdır:** TARBİL gibi istasyon ağlarının verisi, kendi sensörünü kuramayan üreticiye de yol gösterir.
- **Destekler hesabı değiştirir:** %70'lik hibe, bir otomasyon yatırımının geri ödeme süresini belirgin biçimde kısaltabilir. Bunu Ders 9'daki hesaplayıcıyla deneyeceksiniz.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- **Ölçülmüş sonuç arayın:** Bir projeyi örnek alırken hangi koşulda ne kadar tasarruf ya da verim artışı ölçüldüğünü sorun.

Özetle

- "Gelecek Tarımda", arpa ve şerbetçiotu tarlalarında sensör, uydu görüntüsü ve telefon uygulamasını üretici eğitimiyle birleştiren bir örnektir.
- TARBİL istasyonları toprak, yaprak ve hava koşullarını ölçer; verisi bölgedeki bütün üreticiler için değerlidir.
- Adana'da 2026 yılında akıllı sulama ve otomasyon için duyurulan hibe oranı %70'tir.
- Sensör panosunda tek bir değere değil, eğilime ve hava koşuluna birlikte bakılır.

1. WWF-Türkiye (2018). 'Gelecek Tarımda' diyerek Akıllı Tarım Projesini başlattık (arşiv kopyası).
2. WWF-Türkiye (2023). Akıllı arpa ve şerbetçiotu (arşiv kopyası).
3. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Burdur İl Müdürlüğü (2015). Burdur'a 4 TARBİL istasyonu.
4. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Adana İl Müdürlüğü (2026). Tasarruflu tarımsal sulama sistemlerinin desteklenmesi hakkında uygulama rehberi.
5. Türk Patent ve Marka Kurumu (2020). Kozan Portakalı, coğrafi işaret tescili.
6. Kozan Ticaret Odası (2026). Akıllı Sulama Sistemleri Eğitimi (proje faaliyeti).
7. Kozan Ticaret Odası (2026). Faaliyetler ve Etkinlikler (proje sitesi).
8. Kozan Ticaret Odası (2026). Kozan'da Akıllı Tarım Çalıştayı (proje faaliyeti).



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 8

Dünyadan başarılı uygulamalar: AB ve Yunanistan

18 dk

Akıllı tarım yalnız laboratuvar da denenen bir fikir değil. Avrupa'da üniversiteler, üretici kooperatifleri ve şirketler son on yılda otonom makineleri, sensör ağlarını ve drone görüntülerini gerçek tarlalarda sınıadı. Bu derste, sonuçları kamuya açık kaynaklarla doğrulanmış örnekleri inceliyoruz. Amacımız bir örneği olduğu gibi kopyalamak değil; hangi koşulda neyin işe yaradığını anlamak ve bunu Kozan ile Larissa'ya uyarlayabilmek.

BU DERSTE

- ✓ Avrupa'daki üç öncü uygulamanın ne dendiğini ve ne bulunduğunu açıklayacaksınız.
- ✓ Teselya'da pamuk üreticileriyle yürütülen akıllı tarım çalışmasını tanıyacaksınız.
- ✓ Bir uygulama örneğinin sonuçlarını okurken nelere dikkat edeceğinizi öğreneceksiniz.
- ✓ AB politikalarının bu örnekleri nasıl desteklediğini göreceksiniz.

İngiltere: insan tarlaya girmeden bir hasat

Harper Adams Üniversitesi ile Precision Decisions şirketinin yürüttüğü **Hands Free Hectare** projesi Ekim 2016'da başladı. Amaç, bir hektarlık (10 dekar) tarlada makinelerde operatör, tarlada da ziraat mühendisi olmadan tahıl yetiştirip hasat etmektir. Ekip yeni ve büyük makineler yerine piyasadan alınan küçük tarım araçlarını kullandı. Bu araçlara drone'lar için geliştirilmiş bir otomatik pilot sistemi taktı ve ilk yıl açık kaynaklı yazılımla programladı. Projenin bütçesi 200 bin sterlinin altındaydı.

Eylül 2017'de, 25 yılı aşkın bir deneme biçerdöveriyle 4,5 ton yazlık arpa hasat edildi. İkinci yıl kışlık buğday ekildi. Ekimde atlanan alan oranı %2,82'den %0,35'e indi ve toplam 6,5 ton ürün alındı. Mayıs 2019'da ekip, çalışmayı gerçek çiftlik koşullarına taşıyan **Hands Free Farm** aşamasına geçti: düzensiz parseller, engeller, eğimli arazi ve tarlalar arasındaki yollar. Bu aşamada birden fazla küçük aracın aynı anda çalışması ve uzaktan izlenmesi hedeflendi.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Bu örnekten çıkan ders Otonomi her zaman büyük ve yeni makine demek değildir. Proje, mevcut küçük makinelerin uygun sensör ve yazılımla dönüştürülebileceğini gösterdi. Yine de bu bir araştırma denemesiydi; ticari ölçekte güvenlik, servis ve maliyet ayrıca değerlendirilmelidir.

Avrupa ölçeğinde ortak platform: AFarCloud

AFarCloud (Aggregate Farming in the Cloud), Eylül 2018 ile Kasım 2021 arasında yürütülen bir AB Horizon 2020 projesidir. Madrid Politeknik Üniversitesi'nin koordinasyonunda Yunanistan dahil 13 ülkeden kuruluş katıldı. Projenin hedefi, çiftlikteki farklı sensörleri, otonom araçları ve yazılımları ortak ve dağıtık bir platformda gerçek zamanlı olarak birlikte çalıştırmak; böylece verimliliği, gıda kalitesini ve hayvan sağlığını artırıp işgücü maliyetini azaltmaktır. Üretici için bunun anlamı şudur: farklı markalardan alınan sensör ve makinelerin birbiriyle "konuşabilmesi", tek bir firmaya bağımlı kalmadan sistem kurabilmeyi kolaylaştırır.

Drone görüntüsünden stres haritasına

AB desteğiyle 2012-2014 yıllarında yürütülen ve EIP-AGRI'nin hassas tarım raporunda örnek gösterilen **FieldCopter** projesinde, insansız hava aracına takılan multispektral kameralarla bitkilerdeki su stresi, besin eksikliği ve hastalık belirtileri izlendi. Rapora göre üretici, bağ ve patates tarlalarında su ve besin stresi haritalarını drone uçuşundan birkaç saat sonra alabiliyordu. Haritanın hızlı gelmesi önemlidir: sulama ya da gübreleme kararı, stres büyümeyi verilebilir.

Yunanistan ve Teselya: kooperatifle akıllı tarım

Larissa ovası, Yunanistan'ın başlıca pamuk üretim alanlarından biridir. Yunan NEUROPUBLIC şirketinin geliştirdiği **gaiasense** akıllı tarım hizmeti, Teselya'daki bir çiftçi kooperatifiyle birlikte Larissa ovasındaki pamuk tarlalarında kullanıldı. Hizmetin üç konusu vardı: akıllı sulama, hedefli gübreleme ve zararlılar ile hastalıklara karşı erken uyarı. Pamukta sorun çıkaran yeşil kurt, pembe kurt ve alternaria yaprak lekesi bu uyarıların odağındaydı.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Aynı altyapı AB'nin LIFE programı desteğiyle **LIFE GAIA Sense** projesinde daha geniş ölçekte denendi. Proje Yunanistan, İspanya ve Portekiz'de 18 bölgede, pamuk dahil 9 üründe akıllı tarım önerilerini uyguladı. Önerilerin uygulandığı yerlerde ortalama sonuçlar şöyledir:

%20,2

sulama maliyetinde ortalama
düşüş

%21,9

gübre maliyetinde ortalama
düşüş

%33,7

ilaç maliyetinde yaklaşık düşüş

Ortalamayı doğru okuyun

Bu yüzdeler 9 ürünün ve 18 bölgenin ortalamasıdır; pamuğa ya da tek bir tarlaya ait değildir. Sizin bahçenizde sonuç daha düşük ya da daha yüksek olabilir. Bir sonucu kendi işletmenize aktarmadan önce küçük bir parselde deneyin ve öncesini, sonrasını kayıt altına alın.



Larissa'dan örnek

Larissa ovasında pamuk üreticileri kooperatifleri aracılığıyla akıllı tarım hizmetine erişti. Tek tek üreticinin kuramayacağı altyapı, kooperatif üzerinden paylaşıldı. Kooperatif, teknoloji şirketi ile üretici arasında köprü oldu: hizmeti üyelerine tanıttı ve sahadaki sorunları şirkete taşıdı. Bu iş bölümü, bilginin tarlaya ulaşmasını kolaylaştırır.

Çevrimiçi etkinlik

Örnek ve öne çıkan sonucu eşleştirin

Her uygulama örneğini, dersteki en belirgin sonucuyla eşleştirin.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Politika bu örnekleri nasıl destekliyor?

AB'nin Ortak Tarım Politikası (OTP) 2023-2027 döneminde bilgi, yenilik ve dijitalleşmeyi bütün hedefleri kesen bir çapraz hedef olarak tanımlar. EIP-AGRI'nin hassas tarım uzman grubu da 2015'te önemli bir tespitte bulundu: birçok üretici hassas tarımın küçük işletmelerde kârlı olmadığını düşünüyor; bu nedenle makine paylaşımı ve hizmet satın alma teşvik edilmeli. Uzmanlar ayrıca Akdeniz koşullarında hassas sulamanın temel bir ihtiyaç olduğunu vurguladı.

Bu akademinin bağlı olduğu projenin Politika Öneri Belgesi de aynı yönde öneriler sıralar. Belgeye göre iki ülkenin ticaret odalarını, üniversitelerini, kamu kurumlarını ve özel sektörünü bir araya getiren sürekli bir Türkiye-Yunanistan Akıllı Tarım İş Birliği Platformu kurulmalıdır. IoT sensörleri, drone, yapay zekâ destekli karar destek sistemleri ve uzaktan algılamanın kullanımı ortak destek mekanizmalarıyla teşvik edilmeli, pilot bölgelerde uygulamalı eğitim ve teknoloji denemesi yapılacak ortak inovasyon merkezleri kurulmalıdır. Belge, sonuçların dijitalleşen işletme sayısı, su tasarrufu oranı ve eğitim alan kişi sayısı gibi ortak göstergelerle izlenmesini de önerir.

Örneği incelerken sorun

- Hangi ürün, hangi iklim ve hangi işletme büyüklüğünde denendi?
- Sonuç bir ortalama mı, tek bir tarlanın sonucu mu?
- Maliyeti kim karşıladı, bakım ve servis nasıl sağlandı?

Kaçının

- Başka üründe elde edilen yüzdeyi olduğu gibi kendi bahçenize uygulamaktan.
- Araştırma projesindeki sonucu ticari sonuç sanmaktan.
- Deneme yapmadan bütün işletmede aynı anda geçiş yapmaktan.



Kozan'dan örnek

Larissa'daki kooperatif modeli Kozan için de uygulanabilir bir yoldur. Küçük ve orta ölçekli portakal bahçelerinde sensör ağı, uyarı hizmeti ya da drone görüntüleme gibi hizmetlerin ortak kurulması, her üreticinin ayrı yatırım yapmasından daha ekonomik olabilir. İlk adım olarak farklı toprak ve ağaç yaşındaki birkaç bahçede deneme yapıp sonuçlar üyelerle paylaşılabilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



İki bölge arasında iş birliğine hem ihtiyaç hem de istek var. Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde 85 katılımcı yurt dışına satış için bir bağlantısı olmadığını, 61'i ürününü yurt dışında pazarlamak için yeterli bilgisi olmadığını söyledi. Buna karşılık 59 katılımcı yurt dışıyla iş birliği kurmak istediğini, 49'u Yunanistan ya da AB ülkelerindeki ticaret odalarıyla bilgi alışverişi yapmak istediğini belirtti.

Çevrimiçi etkinlik

Uygulama inceleme kartı

Bir kooperatif toplantısına hazırlanıyorsunuz. Aşağıdaki özeti okuyup inceleme kartını doldurun.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Özetle

- Hands Free Hectare, piyasadan alınan küçük makinelerin otonom hale getirilebildiğini ve tahılın insan tarlaya girmeden yetiştirilip hasat edilebildiğini gösterdi.
- AFarCloud gibi projeler farklı cihaz ve yazılımları ortak platformda birleştirmeye odaklandı.
- Drone ile üretilen stres haritaları, kararın stres büyümeden verilmesini sağlar.
- Teselya'da kooperatif aracılığıyla sunulan akıllı tarım hizmeti, Kozan için de uyarlanabilir bir modeldir.
- Yayımlanan sonuçlar çoğunlukla ortalamadır; kendi işletmenizde deneyerek doğrulayın.

1. Harper Adams University (2019). **The Hands Free Hectare project.**
2. Avrupa Komisyonu, CORDIS (2021). **AFarCloud: Aggregate Farming in the Cloud.**
3. EIP-AGRI (2015). **EIP-AGRI Focus Group on Precision Farming: Final report.**
4. NEUROPUBLIC (tarihsiz). **Larissa: Cotton (gaiasense vaka çalışması).**
5. LIFE GAIA Sense (2022). **LIFE GAIA Sense: outcomes and opinions on the implementation of smart farming.**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Politika Öneri Belgesi: Çevresel Sürdürülebilirlik İçin Akıllı Tarım ve Sınır Ötesi İş Diyaloğu.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



7. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 28-31.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 9

Ekonomik ve çevresel etki analizi

21 dk

"Bu sistem kendini kaç yılda öder?" Akıllı tarım teknolojisi düşünen her üreticinin ilk sorusu budur ve haklı bir sorudur. Bu derste bir yatırımın ekonomik ve çevresel etkisini değerlendirmenin temel araçlarını öğreniyor, ardından iki hesaplayıcıyla "ya şöyle olsaydı" sorularını kendiniz deniyorsunuz: sensörlü damla sulama otomasyonu ve otomatik dümenleme.

BU DERSTE

- ✓ Kısmi bütçe yöntemiyle bir teknolojinin kâra etkisini hesaplamayı öğreneceksiniz.
- ✓ Geri ödeme süresini ve onu belirleyen etkenleri açıklayacaksınız.
- ✓ Alan büyüklüğü, tasarruf oranı ve hibenin sonucu nasıl değiştirdiğini hesaplayıcıyla göreceksiniz.
- ✓ Akıllı tarımın su, enerji ve kimyasal kullanımına etkisini kanıtlarla değerlendireceksiniz.

Yatırımı değerlendirmenin dili

Tarım ekonomistlerinin sık kullandığı yöntemlerden biri **kısmi bütçedir**. İşletmenin tamamını değil, yalnız değişikliğin etkilediği kalemleri karşılaştırır. Cornell Üniversitesi'nin 2017'de üreticilere sunduğu otomatik dümenleme analizi bu yöntemi kullanır:

KÂRI ARTIRAN KALEMLER	KÂRI AZALTAN KALEMLER
Azalan tohum, gübre, ilaç, su ve yakıt gideri	Yatırımın yıllık amortismanı
Azalan işçilik ve makine bakımı	Faiz, onarım, sigorta ve vergiler
Varsa verim ya da kalite artışından gelen ek gelir	Veri aboneliği, bakım ve eğitim giderleri



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Yatırım tutarı	Sistemin satın alma ve kurulum bedeli. Hibe varsa üreticinin ödediği kısım hesaba katılır.
Yıllık net fayda	Yıllık tasarruf ve ek gelirden, yıllık işletme giderlerinin (abonelik, bakım) düşülmesiyle kalan tutar.
Geri ödeme süresi	Yatırım tutarının yıllık net faydaya bölünmesiyle bulunan süre. Sistemin ekonomik ömründen kısa olmalıdır.

Sulamada tasarruf: kanıtlar ne diyor?

Tasarruf oranı, üreticinin önceki uygulamasına bağlıdır. Florida Üniversitesi'nin (UF/IFAS) 2026'da yayımlanan tarla çalışmasında toprak nem sensörü ve hava verisiyle yapılan sulama planlaması, sabit takvimle sulamaya göre %30'a kadar su tasarrufu sağladı ve fasulye verimini düşürmedi. Aynı yayın, sensörlerle yapılan sulama planlamasının sebze ve narenciye üretiminde de su tasarrufu ve verim açısından iyileşme sağladığını gösteren önceki çalışmalara atıf yapar. AB destekli LIFE GAIA Sense projesinde ise akıllı tarım önerilerinin uygulandığı yerlerde sulama maliyeti ortalama %20,2, enerji maliyeti ortalama %20,2 azaldı. Projenin Akıllı Sulama Sistemleri Eğitim Materyali de akıllı sulamayla sağlanabilecek su tasarrufunu, koşullara ve sisteme bağlı olarak %20-50 aralığında verir.

Maliyet tarafında da yol gösterici veriler var. UF/IFAS'ın Aralık 2025 tarihli rehberine göre Florida'daki bir destek programında, uzaktan veri erişimli bir toprak nem sensörünün yıllık abonelikle birlikte götürü bedeli yaklaşık 2.000 ABD dolarıdır; bir başka programda sensör başına yıllık fiyat 1.500-3.000 dolar arasında verilmektedir. Türkiye'de ise Adana İl Müdürlüğü'nün 2026 duyurusuna göre akıllı sulama ve otomasyon sistemlerinde hibe oranı %70'tir.

Hesaplayıcıdaki varsayımlar Tutarlar ABD doları cinsindendir. Sensör maliyeti UF/IFAS'ın 2025 verisine, %20'lik varsayılan tasarruf LIFE GAIA Sense ortalamasına, hibe üst sınırı Adana'nın 2026 duyurusuna dayanır. Dekar başına sulama gideri, kurulum bedeli ve yıllık bakım gideri ise öğretim amaçlı örnek



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



değerlerdir: kendi fatura ve tekliflerinizi girerek hesabı
işletmenize uyarlayın.

Çevrimiçi etkinlik

Sensörlü damla sulama otomasyonu kendini kaç yılda öder?

Tutarlar ABD doları. Sensör maliyeti UF/IFAS (2025), varsayılan tasarruf LIFE GAIA Sense ortalaması, hibe üst sınırı Adana 2026 duyurusu esas alınarak kuruldu; diğer tutarlar örnektir.

Girdileri değiştirerek geri ödeme süresini nelerin belirlediğini keşfedin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Hesaplayıcıyı denerken fark edeceğiniz ilk şey ölçeğin gücüdür: aynı yatırım, küçük bir bahçede çok uzun sürede, büyük bir bahçede ya da birkaç komşu bahçenin paylaştığı bir sistemde birkaç yıl içinde kendini öder. İkinci olarak, tasarruf oranı sulama giderinizin büyüklüğüyle çarpılır; suyu ve enerjiyi pahalıya alan üretici için teknoloji daha hızlı kazanç sağlar.

Otomatik dümenleme: örtüşme ne kadar kazandırır?

Cornell Üniversitesi'nin analizinde, 500 akrelik (yaklaşık 2.000 dekar) mısır üretiminde elle sürüşteki %10'luk örtüşmenin otomatik dümenlemeyle ortadan kalktığı varsayıldı (2015 fiyatları). Yıllık tasarruf 6.414 dolar oldu; bunun 5.500 doları tohumdan geldi. 12.000 dolarlık sistemin yıllık sahiplik maliyeti (amortisman, faiz, onarım, vergi ve sigorta) 1.748 dolar hesaplandı ve yıllık kâr 4.666 dolar arttı. Ancak aynı analizde alan 250 akreye, örtüşme %5'e düşürüldüğünde kâr değişimi yılda 145 dolar zarara döndü. Aşağıdaki hesaplayıcıda dekar başına 32 dolarlık varsayılan "örtüşmeden etkilenen gider" bu örnekten türetilmiştir; yıllık sahiplik maliyeti ise amortisman ek olarak yatırımın %4,5'i kadar faiz, onarım ve sigorta gideriyle hesaplanır.



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Otomatik dümenleme: örtüşmeyi azaltmak ne kazandırır?

Tutarlar ABD doları, 2015 fiyat düzeyi. Varsayımlar Cornell Üniversitesi'nin 2017 analizinden türetilmiştir: 12.000 dolarlık sistem, 10 yıllık ömür, dekar başına yaklaşık 32 dolar örtüşmeden etkilenen gider.

Hangi alan ve örtüşme düzeyinde yatırımın kâra geçtiğini bulun.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Çevresel etki

Su ve enerji

Gereğinden fazla sulamanın önlenmesi, pompanın daha az çalışması ve yeraltı suyunun daha az çekilmesi demektir.

Gübre ve ilaç

LIFE GAIA Sense projesinde gübre maliyeti ortalama %21,9, ilaç maliyeti yaklaşık %33,7 azaldı. Daha az kimyasal, toprağı ve suya daha az yük demektir.

Yakıt

Örtüşmenin azalması, aynı alanın daha az geçişle işlenmesi ve daha az yakıt tüketilmesi anlamına gelir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Her fayda kendiliğinden gelmez Florida çalışmasında denenilen dört sulama yöntemi arasında, drenaj suyuyla kaybolan gübre miktarında belirgin bir fark görülmedi. Yani su tasarrufu her toprakta aynı anda gübre kaybını da azaltmayabilir. Ayrıca tasarruf edilen su, sulanan alanı genişletmek için kullanılırsa havzadaki toplam su kullanımı azalmaz. Çevresel faydayı ölçmek için tasarrufun nereye gittiğini de izlemek gerekir.



Kozan'dan örnek

Kurgusal örnek: Kozan'da 40 dekarlık portakal bahçesi olan bir üretici, hesaplayıcıya kendi sulama faturasını girdiğinde tek başına kurduğu bir sistemin geri ödeme süresinin uzun çıktığını görüyor. Aynı sistemi komşu iki bahçeyle birlikte kurup ağ geçidi ve kontrol ünitesini paylaştıklarında ve %70'lik hibeden yararlandıklarında süre belirgin biçimde kısalıyor. Hesaplayıcıda alanı artırıp hibe oranını değiştirerek bu etkiyi siz de görebilirsiniz.



Larissa'dan örnek

Teselya ovasında sulama suyu ihtiyacının önümüzdeki yıllarda pamukta yaklaşık %7, buğdayda %16'dan fazla artması bekleniyor (Ders 1). Sulanan pamuk ve yonca alanlarının geniş yer tuttuğu bu ovada, sulamadaki her tasarruf hem pompa enerjisini hem de su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltır. LIFE GAIA Sense'in pamuğun da yer aldığı dokuz ürünlerdeki ortalama sulama maliyeti tasarrufu %20 dolayındadır; Larissa'daki gerçek değer ise yerel denemeyle ölçülmelidir.

Özetle

- Kısmi bütçe, yalnız değişikliğin etkilediği gelir ve gider kalemlerini karşılaştırır.



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



- Geri ödeme süresi yatırımın yıllık net faydaya oranıdır; alan büyüklüğü, tasarruf oranı ve hibe bu süreyi en çok etkileyen etkenlerdir.
- Sensörlü sulama planlaması sabit takvime göre %30'a kadar su tasarrufu sağlayabilir; kazanç önceki uygulamaya bağlıdır.
- Otomatik dümenleme küçük alanda ve düşük örtüşmede zarar, büyük alanda ve yüksek örtüşmede kâr getirebilir.
- Çevresel fayda ölçülmeli; tasarruf edilen suyun nereye gittiği de izlenmelidir.

1. Hanchar, J. ve Haas, E., Cornell University (2017). **Benefits and Costs of Entry Level Precision Agriculture Technologies.**
2. Her, Y. G. ve diğlerleri, UF/IFAS Extension (2026). **Agricultural and Environmental Implications of Information-Driven Irrigation Scheduling.**
3. Athelly, A. ve diğlerleri, UF/IFAS Extension (2025). **Cost-Share Programs for Soil Moisture Sensors and Irrigation Projects in Florida.**
4. LIFE GAIA Sense (2022). **LIFE GAIA Sense: outcomes and opinions on the implementation of smart farming.**
5. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Adana İl Müdürlüğü (2026). **Tasarruflu tarımsal sulama sistemlerinin desteklenmesi hakkında uygulama rehberi.**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Akıllı Sulama Sistemleri Eğitim Materyali.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 10

Sosyal faydalar ve toplumsal katkı

21 dk

Akıllı tarımın etkisi tarlanın sınırında bitmez. Kimin bu teknolojilere erişebildiği, kimin yeni işler bulduğu, kimin geride kaldığı ve çiftlik verisinin kime ait olduğu, kırsal toplulukların geleceğini doğrudan etkiler. Bu son derste akıllı tarımın sosyal faydalarını ve dikkat edilmesi gereken riskleri ele alıyor, bir kooperatifin ortak teknoloji kararını siz yönetiyorsunuz.

BU DERSTE

- ✓ Tarımda yaşlanma ve kuşak değişimi sorununu verilerle açıklayacaksınız.
- ✓ Akıllı tarımın yarattığı yeni beceri ve iş alanlarını sayacaksınız.
- ✓ Kapsayıcılık, veri sahipliği ve izlenebilirlik konularındaki temel ilkeleri öğreneceksiniz.
- ✓ Bir kooperatifte ortak teknoloji yatırımını adım adım planlayacaksınız.

Yaşlanan kırsal ve kuşak değişimi

Hem Avrupa Birliği'nde hem Türkiye'de tarımın önemli sosyal sorunlarından biri, üreticilerin yaşlanması ve gençlerin tarıma ilgisinin azalmasıdır. Eurostat'a göre 2023'te AB'deki yaklaşık 8,8 milyon tarım işletmesinin yöneticilerinin yalnız %10,7'si 40 yaşın altındaydı; %61'i ise 55 yaş ve üstündeydi. Aynı kaynağa göre tarım, 2023'te Yunanistan'da toplam istihdamın %9,5'ini oluşturuyordu. Türkiye'de Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2024-2028 Stratejik Planı da zayıf yönler arasında "kırsalda azalan nüfus ve tarımda çalışanların yaş ortalamasının yüksek olması" ile teknisyen ve tekniker gibi ara eleman eksikliğini sayıyor.

%10,7

AB'de 40 yaş altındaki işletme yöneticileri (2023)

%61

AB'de 55 yaş ve üstündeki işletme yöneticileri
(2023)



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



FAO'ya göre ücretlerin yükseldiği ve işgücünün azaldığı yerlerde tarımsal otomasyon hem işverene hem çalışana yarar sağlayabilir ve nitelikli genç çalışanlar için fırsatlar yaratır. Akıllı tarım, uzaktan izleme, veri ve teknik bakım gibi işlerle tarımı gençler için daha çekici hale getirebilir.

Yeni beceriler, yeni işler

Kurulum ve bakım

Sensör, istasyon, vana otomasyonu ve ağ geçitlerinin kurulması, pil ve kalibrasyon bakımı.

Veri ve danışmanlık

Panoları okuyup üreticiye öneri sunan, kayıtları düzenleyen tarım danışmanlığı.

Makine ve drone hizmeti

Otomatik dümenleme, robot ve drone ile üreticilere sezonluk hizmet veren işletmeler.

Dijital destek elemanı

Kooperatif ya da odada üyelere e-Devlet işlemlerinde ve uygulamaları kullanmada yardım eden kişi.

Bu işlerin bir kısmı uzun bir eğitim gerektirmez. Ders 5'te gördüğümüz gibi otomatik dümenleme sisteminin kullanımı birkaç saatte öğrenilebiliyor ve iş kalitesi sürücünün önceki deneyimine daha az bağlı hale geliyor. Bu, makine işlerine yeni başlayanların da daha kolay yer alabilmesi anlamına gelir. Asıl ihtiyaç, bu becerileri bölgede öğretecek kısa ve uygulamalı eğitimlerdir.

Kapsayıcılık: kimse geride kalmasın

FAO, tarımsal otomasyonun küçük üreticilere ve kadınlar ile gençler gibi dezavantajlı gruplara erişilemez kalması halinde eşitsizlikleri derinleştirebileceği uyarısında bulunur. Kuruluşa göre üreticileri, teknoloji imalatçıları ve hizmet sağlayıcıları bir araya getiren, kadınlara ve gençlere özel önem veren kapsayıcı yatırımlar gerekir. İşgücünün bol olduğu yerlerde ise otomasyon bazı işleri



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



azaltabilir; bu durumda en az vasıflı işçiler için sosyal koruma ve yeni becerilere geçiş desteği önem kazanır.

Türkiye'de de bu yönde hedefler var. Bakanlığın stratejik planındaki hedeflerden biri, kırsalda aile işletmelerine, kadınlara ve gençlere yönelik üretim, yatırım ve istihdam olanaklarını artırmaktır. Ders 7'de gördüğümüz 2026 sulama desteği duyurusunda da bütçenin en az %20'si kadın ve genç girişimcilere ayrılmıştır.

Kozan'da da aynı ihtiyaç görülüyor. Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde katılımcıların 52'si 51 yaş ve üstündeydi, 28'i 40 yaş ve altındaydı; kadın katılımcı sayısı 11'di. Rapor bu nedenle eğitimlerde ve projenin diğer faaliyetlerinde kadınlara ve gençlere yönelik çalışmalar yapılmasını öneriyor. Projenin Politika Öneri Belgesi de kadın ve genç girişimciler için hızlandırıcı programlar, mentorluk, teknoloji eğitimleri ve girişim sermayesi desteği istiyor.

Kapsayıcı bir proje

- Uyarıları hem uygulamadan hem kısa mesajla gönderir.
- Yüz yüze uygulama günleri düzenler, toplantıları kadın üreticilerin katılabileceği saatlerde yapar.
- Küçük üreticiye ortak kullanım ve hizmet modeli sunar.

Dışlayıcı bir proje

- Yalnız akıllı telefonu ve dijital becerisi olanların kullanabileceği bir sistem kurar.
- Maliyeti yalnız büyük işletmelerin karşılayabileceği biçimde düzenler.
- Kararları üyelere danışmadan alır.

Veri kimin? Güven ve kurallar

Akıllı tarım sistemleri; makinelerden, sensörlerden, drone'lardan ve uydulardan büyük miktarda veri toplar. Bu verinin kime ait olduğu ve kimlerle paylaşılacağı, üreticinin güvenliğini doğrudan etkiler. Avrupa'da çiftçi örgütü Copa-Cogeca ve tarım makinesi üreticilerinin birliği CEMA dahil 11 kuruluş, 2018'de **AB Tarımsal Veri Paylaşımı Davranış Kuralları**'nı yayımladı. Bağlayıcı olmayan bu belgenin temel ilkesi, verinin toplanması, işlenmesi ve yönetilmesinde çiftçinin merkezde kalmasıdır. Belge, veri paylaşımının taraflar arasındaki sözleşmelerle ve güven oluşturacak biçimde düzenlenmesini önerir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sözleşme imzalamadan önce sorun Verilerim nerede saklanıyor? Kimlerle, hangi amaçla paylaşıyor ve bunun için iznim alınıyor mu?
Hizmeti bırakırsam verilerimi alıp götürebilir miyim?
Bu soruların yanıtı sözleşmede yazılı olmalıdır.

Gıda güvenliği ve izlenebilirlik

Dijital kayıtlar, ürünün tarladan sofraya yolculuğunu izlenebilir kılar. Türkiye'de Ticaret Bakanlığı'nın Hal Kayıt Sistemi (HKS), sebze ve meyve ticaretini elektronik ortamda izler; tüketiciler ürün künyesi sayesinde ürünün nerede ve kim tarafından üretildiğini öğrenebilir. Bahçede tutulan sulama, gübreleme ve ilaçlama kayıtları bu zincirin ilk halkasıdır ve tüketicinin güvenini güçlendirir.



Kozan'dan örnek

Kozan portakalının menşe adı olarak tescili, Kozan Ticaret Odası'nın başvurusuyla gerçekleşti (Ders 7). Tescilli bir ürün, kalitesinin yıldan yıla korunmasını ve bunun belgelenmesini gerektirir. Oda ve kooperatifler, üyeleri için ortak meteoroloji istasyonu ağı, dijital kayıt desteği ve eğitim gibi hizmetleri bir arada sunarak hem küçük üreticinin teknolojiye erişimini hem de ürünün itibarını güçlendirebilir.

Şimdi bu ilkeleri bir karar senaryosunda uygulayın. Aşağıdaki senaryo kurgusaldır; kooperatif ve kişiler gerçek değildir.

Çevrimiçi etkinlik

Kooperatifin ortak teknoloji kararı

Kurgusal senaryo: Kozan'da 60 üyeli bir narenciye üretici kooperatifi, üyeleri için ortak bir dijital hizmet kurmak istiyor. Yönetim kurulu adına kararları siz veriyorsunuz.

Bu etkinlik akademiye etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Larissa'dan örnek

Larissa ovasında pamuk üreticileri akıllı tarım hizmetine kooperatifleri aracılığıyla eriştiler (Ders 8). Kooperatif, teknoloji şirketiyle üreticiler arasında köprü oldu: hizmeti üyelere tanıttı, sahadaki sorunları şirkete ilettiler. Senaryoda verdiğiniz kararların çoğu, bu tür bir kooperatifin gerçek hayatta karşılaştığı sorulardır.

Çevrimiçi etkinlik

Sosyal fayda mı, dikkat edilecek risk mi?

Akıllı tarımın toplumsal etkileri iki yönlüdür. İfadeleri doğru gruba ayırın.

İfadeleri 'Sosyal fayda' ya da 'Dikkat edilecek risk' grubuna yerleştirin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/akilli-tarim-teknolojileri/>

Özetle

- Tarımda yaşlanma ve kuşak değişimi hem AB'nin hem Türkiye'nin ortak sorunudur; akıllı tarım gençler için yeni işler yaratabilir.
- Kurulum, bakım, veri danışmanlığı, makine ve drone hizmeti yeni beceri alanlarıdır.
- Teknoloji küçük üreticilere, kadınlara ve gençlere ulaşmazsa eşitsizliği derinleştirebilir; kapsayıcı tasarım şarttır.
- Veri paylaşımı yazılı kurallara ve üreticinin iznine dayanmalıdır.
- Dijital kayıtlar izlenebilirliği ve tüketici güvenini güçlendirir.

1. Eurostat (2026). **Farmers and the agricultural labour force: statistics.**
2. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). **2024-2028 Stratejik Planı.**
3. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: Core messages.**
4. CEMA (2018). **EU Code of Conduct on agricultural data sharing.**
5. T.C. Ticaret Bakanlığı (2019). **Hal Kayıt Sistemi (HKS).**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 1 ve 2 ile Genel Değerlendirme bölümü.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



7. Kozan Ticaret Odası (2026). **Politika Öneri Belgesi: Çevresel Sürdürülebilirlik İçin Akıllı Tarım ve Sınır Ötesi İş
Diyalogu.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Terimler

Modül sonu değerlendirme sınavı akademiye çevrimiçi yapılır. Sertifika için sınavı geçmek ve etkinliklerde ortalama en az %60 puan almak gerekir.

Geri ödeme süresi	Yatırım tutarının yıllık net faydaya bölünmesiyle bulunan süre. Sistemin ekonomik ömründen kısa olmalıdır.
Otomasyon	Bir işin, önceden belirlenmiş kurala göre insan müdahalesi olmadan yapılması. Örnek: her sabah 06.00'da 30 dakika çalışan sulama zamanlayıcısı. Zamanlayıcı toprağın ıslak olup olmadığını bilmez.
Otonomi	Makinenin insandan bağımsız çalışabilme derecesi. Bir robot kısmen otonom (insan yakından gözetir) ya da yüksek düzeyde otonom (insan uzaktan izler) olabilir.
Robot	Çevresini sensörlerle algılayan, bu bilgiye göre karar veren ve fiziksel bir işi yapan makine. Örnek: kamerasıyla yabancı otu tanıyıp yalnız ona müdahale eden araç.
Yatırım tutarı	Sistemin satın alma ve kurulum bedeli. Hibe varsa üreticinin ödediği kısım hesaba katılır.
Yıllık net fayda	Yıllık tasarruf ve ek gelirden, yıllık işletme giderlerinin (abonelik, bakım) düşülmesiyle kalan tutar.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sürdürülebilir Tarım Akademisi

lms.smartfarmingsolutions.org

Proje	Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş Diyalogu İçin Akıllı Tarım
Project title	Smart Farming for Environmental Sustainability and Cross Border Business Dialogue
Sözleşme No	TR2021/W1T7/A02/OT02-2/041
Program	Türkiye-AB İş Dünyası Diyalogu II (TEBD II) Hibe Programı
Hibe faydalanıcısı	Kozan Ticaret Odası (KOZTO)
Proje ortağı	Larissa Ticaret ve Sanayi Odası (LACCO)
Proje sitesi	smartfarmingsolutions.org
Akademi	lms.smartfarmingsolutions.org
E-posta	info@smartfarmingsolutions.org
Telefon	+90 322 515 84 66
Yayın tarihi	Eylül 2026

Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.

Bu içerik Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmamakta olup yalnızca yazarların sorumluluğundadır.

