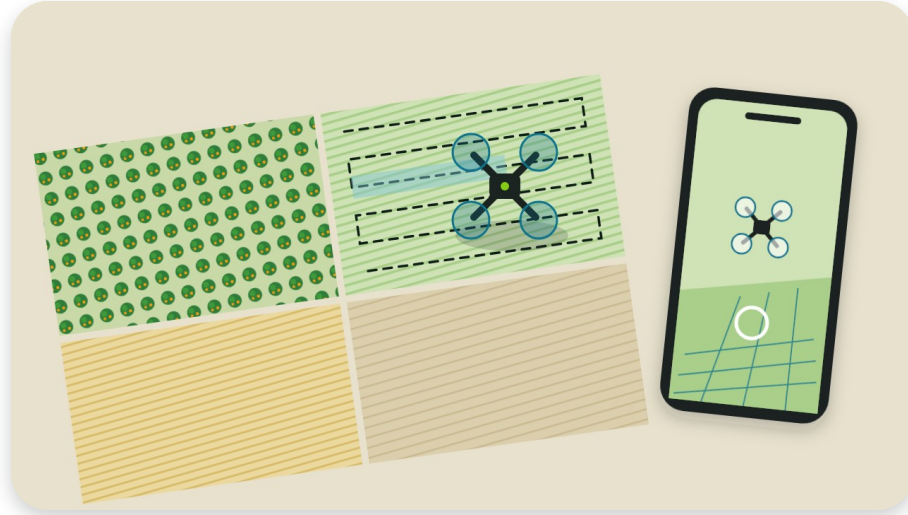


Sürdürülebilir Tarım Akademisi

MODÜL 4 • EĞİTMEN SUNUMU

Artırılmış Gerçeklik (AR) Tabanlı Tarımsal Drone Kullanımı ve Drone Uçuş Simülasyonu



Tarımsal drone'u tanıyın,
kurallarını öğrenin, görevlerini
simülasyonda güvenle
deneyin

3 sa 8 dk

13 ders

21 etkileşimli etkinlik

15 soruluk sınav

Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş Diyalogu
İçin Akıllı Tarım

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

Kozan Ticaret Odası (KOZTO) · Larissa Ticaret ve Sanayi Odası (LACCO)

Eylül 2026

OTURUM AKIŞI

Toplam 188 dakika: dört bölüm ve sınav

01

Drone teknolojisi

Kullanım alanları, türler, bileşenler,
algılayıcılar, uçuş planından haritaya

47 dk

02

Güvenli uçuş ve mevzuat

Kontrol listesi, sürüklenme, Türkiye, AB
ve Yunanistan kuralları

24 dk

03

Artırılmış gerçeklik

AR'ın temelleri, öğrenmeye etkisi,
drone senaryoları

34 dk

04

Uçuş simülasyonu

Serbest uçuş, ilaçlama, haritalama ve
AR kipinde görev

63 dk

05

Değerlendirme

15 soruluk modül sonu sınavı, modül
görevi

20 dk

Drone teknolojisi

47 dk

Güvenli uçuş

24 dk

AR

34 dk

Simülasyon

63 dk

Sınav

20 dk

Modülün çerçevesi

A

Amaç

Tarımsal drone'u bir karar aracı olarak tanımak, kurallarını öğrenmek ve görevleri simülasyonda güvenle denemek.

Ö

Ön koşullar

Modül 1-3 önerilir. Temel telefon ya da bilgisayar kullanımı yeter; pilotluk deneyimi gerekmez. AR için isteğe bağlı ARCore'lu Android.

K

Kimler için

Çiftçiler ve üretici örgütleri, drone pilotu adayları, ziraat mühendisleri ve danışmanlar, tarım teknolojisi KOBİ'leri.

T

Tamamlama ölçütü

Derslerdeki zorunlu etkinlikler, dört simülasyon oturumunda en az %70 ve modül sınavında en az 70 puan.

ÖĞRENME ÇIKTILARI

Modülü bitiren katılımcı şunları yapabilir

1

Tarımsal drone kullanımını gözlem ve uygulama olarak sınıflandırır ve başlıca kullanım alanlarını açıklar.

2

Çok rotorlu, sabit kanatlı ve VTOL drone'ları görev ve alan büyüklüğüne göre karşılaştırır.

3

Drone parçalarını ve RGB, çok bantlı, termal, LiDAR ve RTK-GNSS algılayıcılarının işlevlerini tanımlar.

4

Yer örnekleme mesafesini ve hat aralığını hesaplar, yükseklik, hız ve bindirme arasında denge kurar.

5

Uçuş öncesi kontrolleri sıralar; rüzgâr, yükseklik ve sürüklenme ilişkisini açıklar ve batarya rezervine göre dönüş kararı verir.

6

Türkiye'de SHGM ve Tarım ve Orman Bakanlığı kurallarını, AB ve Yunanistan'daki hava yoluyla ilaçlama yasağıyla karşılaştırır.

7

AR'ın çalışma ilkesini açıklar ve simülasyonda serbest uçuş, ilaçlama ve haritalama görevlerini güvenlik kurallarına uyarak tamamlar.

Modül bir ön eğitimidir: pilot lisansının ve yetkili kuruluşlarca verilen uygulamalı eğitimin yerini tutmaz.

KAPSAM

Şartname m.7.4 konuları bu modülde nerede?

Şartname konusu	Modülde nerede	Platformdaki etkinlik
Kullanım alanları	Ders 1: gözlem ve uygulama, FAO'nun altı alanı	Eşleştirme: kullanım alanı ve drone'un işi
Bileşenler ve çalışma prensipleri	Ders 2-3: türler, parçalar, uçuş kontrolcüsü, batarya	Gruplama; görsel üzerinde parça keşfi
Tarımsal görüntüleme	Ders 3: RGB, çok bantlı, termal, LiDAR, RTK	Eşleştirme: algılayıcı ne ölçer?
Bitki sağlığının izlenmesi	Ders 3-4: NDVI, su stresi	Oturum 3: NDVI haritasından yer kontrolü
Arazi ve ürün analizi	Ders 4 ve 9: ortomozaik, yüzey modeli, ağaç ve bölge	Karar senaryosu: sararan portakal ağaçları
Veri toplama süreçleri	Ders 4: GSD, bindirme, hat aralığı	Haritalama uçuşu planlayıcısı
Uçuş planlaması	Ders 4-5; Oturum 2-4 plan adımı	Simülasyonda rota, yükseklik, hız, bindirme
Güvenli uçuş prensipleri	Ders 5-6: kontrol listesi, sürüklenme, mevzuat	Sıralama; dönüş kararı; kural gruplama
Tarımsal veri üretimi	Ders 4 ve Oturum 3: fotoğraftan haritaya	Haritalama görevi
Verinin değerlendirilmesi	Ders 9: gözle, doğrula, uygula, izle	Uçuş kaydı okuma; NDVI ızgarası
Simülasyon ve örnek uygulamalar	Bölüm 4: dört oturum, 2B, 3B ve AR kipi	Serbest uçuş, ilaçlama, haritalama, AR görevi



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



01

BÖLÜM 1

Tarımsal drone teknolojisi

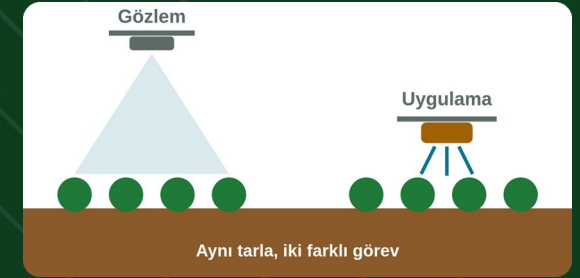
Drone'un tarımda yaptığı işler, türleri, parçaları ve fotoğraftan haritaya giden yol

Ders 1-4

47 dk

4 video

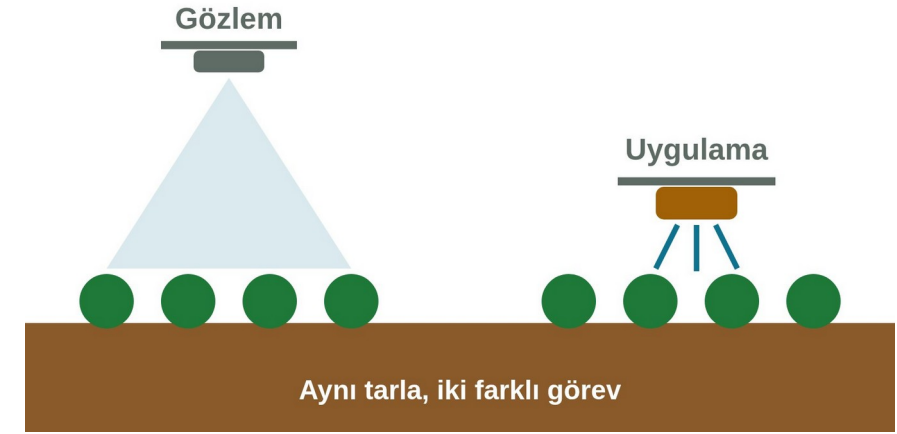
6 etkinlik



DERS 1 • KULLANIM ALANLARI

Drone tarımda iki iş yapar: görür ve uygular

- **Gözlem:** Kamera ya da algılayıcıyla veri toplar; harita, bitki sağlığı göstergesi ve ağaç ölçüsü çıkar.
- **Uygulama:** Tank taşır; bitki koruma ürünü, sıvı gübre ya da tohum bırakır.
- **İkisini bağlamak:** Sorunlu alan önce görüntüyle bulunur, uygulama yalnız oraya yapılır.
- **Sınırlar:** Kısa uçuş süresi, hava koşulları, mevzuat, ilk yatırım ve kırsalda zayıf bağlantı.



Gözlem dronu yüksekten görüntü alır; uygulama dronu bitkinin birkaç metre üzerinde çalışır.

1980'ler

Japonya'da insansız
helikopterle ilk ilaçlama

30 yıl+

Çin, Japonya ve Kore'de
ticari kullanım (OECD,
2021)

40 L

Güncel büyük bir
ilaçlama dronunun tank
hacmi

Kaynak: FAO ve ITU (2018); OECD (2021)

FAO ve ITU'nun saydığı altı kullanım alanı

1

Toprak ve tarla analizi

Üç boyutlu arazi haritası ekim planına ve besin durumuna yardım eder.

2

Ekim

Bazı sistemler tohumu besinle birlikte toprağa atar.

3

İlaçlama

Drone yerden uzaklığını ayarlayarak sıvıyı düzgün dağıtmaya çalışır.

4

Ürün izleme

Zaman serisi görüntüler gelişimi ve verimsiz alanları gösterir.

5

Sulama

Termal ya da çok bantlı algılayıcılar kuru kalan bölümleri gösterir.

6

Sağlık değerlendirmesi

Görünür ışık ile yakın kızılötesi yansıma karşılaştırılır.

Kaynak: FAO ve ITU (2018). E-agriculture in Action: Drones for Agriculture

DERS 2 • DRONE TÜRLERİ

Göreve göre üç gövde tipi

Özellik	Çok rotorlu	Sabit kanatlı	VTOL
Kalkış ve iniş	Dikey, küçük alan yeter	Elle fırlatma ya da pist, düz iniş alanı	Dikey, küçük alan yeter
Havada durma	Var	Yok	Yalnız kalkış ve inişte
Örnek uçuş süresi	7-43 dk (yükü göre)	90 dk'ya kadar	59 dk'ya kadar
Örnek kapsama	Küçük parsel, bahçe	120 m'den tek uçuşta yaklaşık 220 ha	120 m'den tek uçuşta 460 ha
Tipik iş	İlaçlama, yakın gözlem, küçük parsel haritası	Büyük alan haritası	Büyük alan haritası, engebeli arazi

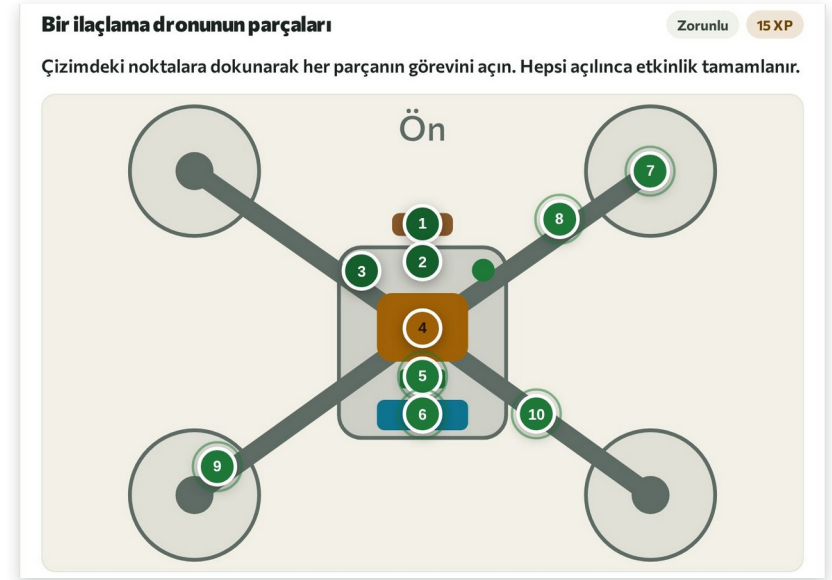
40 litrelik tanklı bir ilaçlama dronu: azami kalkış ağırlığı 92 kg; askıda kalma boşken 16,5 dk, tam yüklüken 7 dk.

Kaynak: FAO ve ITU (2018); DJI (2023) Agras T50/T25; DJI Mavic 3M; Wingtra; EagleNXT

DERS 3 • BİLEŞENLER VE ÇALIŞMA PRENSİBİ

Bir ilaçlama dronunun parçaları

- **Çerçeve ve kollar:** Karbon fiber ya da alüminyum; bütün parçaları taşır.
- **Motor ve ESC:** Fırçasız motorlar pervaneyi döndürür, ESC devri ayarlar.
- **Uçuş kontrolcüsü:** İvmeölçer ve jiroskopla dengeyi korur, rotaya göre motorlara komut verir.
- **Batarya:** Uçuş süresini belirler; örnek model 30 Ah ve 1.567 Wh, %15 altına indirilmez.
- **Tank, pompa, meme:** 3 m yükseklikte 4-11 m püskürtme genişliği.
- **Radar ve stereo kamera:** Engelleri algılar, ama ince elektrik hatlarını görmeyebilir.
- **GNSS antenleri:** Konum ve yön; RTK ile santimetre düzeyi.

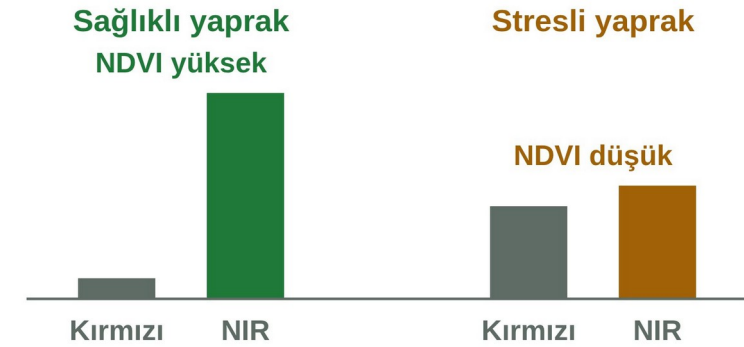


Platformdaki etkinlik: noktalara dokunarak her parçanın görevi açılır.

DERS 3 • TARIMSAL GÖRÜNTÜLEME VE BİTKİ SAĞLIĞI

Algılayıcılar: tarlayı farklı gözlerle görmek

- **RGB kamera:** Görünür ışık; ortomozaik, 3B model, ağaç sayımı ve hasar belgesi.
- **Çok bantlı kamera:** Yeşil, kırmızı, kırmızı kenar ve yakın kızılötesi (NIR) bantları. $NDVI = (NIR - kırmızı) / (NIR + kırmızı)$.
- **Termal kamera:** Yaprak sıcaklığı; susuz kalan bitki gözeneklerini kapatır ve ısınır.
- **LiDAR:** Lazerle mesafe; ağaç tacı ile zemini birlikte ölçer.
- **RTK-GNSS:** Düzeltmeyle konum hatası santimetreye iner (örnek: 1 cm + 1 ppm).



Sağlıklı yaprak kırmızıyı emer, NIR ışığı güçlü yansıtır. Sık bitki örtüsünde NDVI 0,6-0,8.

DERS 4 • VERİ TOPLAMA VE UÇUŞ PLANLAMASI

Uçuş planı üç ayarla başlar: yükseklik, hız, bindirme

YER ÖRNEKLEME MESAFESİ (GSD)

$GSD \text{ (cm/piksel)} = \frac{\text{algılayıcı genişliği (mm)} \times \text{yükseklik (m)} \times 100}{(\text{odak uzaklığı (mm)} \times \text{görüntü genişliği (piksel)})}$

1,61 cm

60 m'de GSD: 17,3 mm algılayıcı, 12,2 mm odak, 5280 piksel

85 m

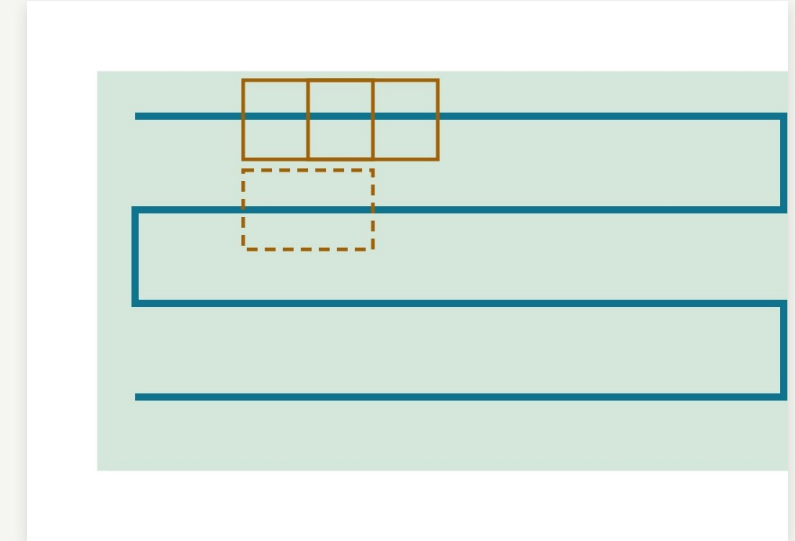
Bir fotoğrafın yerde kapladığı genişlik (algılayıcı $\times$ yükseklik / odak)

17 m

%80 yan bindirmede hat aralığı: $85 \times (1 - 0,80)$

Pix4D: genel durumda en az %75 ön ve %60 yan; tarla bitkisinde en az %80 ve %80; sık bitki örtüsünde en az %85 bindirme.

Kaynak: Pix4D; DJI Mavic 3M SSS



- Uçuş hattı (gidiş-dönüş)
- Fotoğraf izi: aynı hatta önce bindirme
- Komşu hatla yan bindirme

DERS 4 • TARIMSAL VERİ ÜRETİMİ

Fotoğraftan haritaya beş adım



Kaynak: Pix4D; DJI Mavic 3M SSS

PLATFORMDA • DERS 2 VE 4

Uygulama: uçuşu planlayın, türü seçin

HESAPLAYICI

Haritalama uçuşu planlayıcısı

Larissa'da 500 m x 600 m'lik (30 ha) bir pamuk parselini tek bataryayla haritalamak istiyorsunuz. Kamera: 17,3 mm genişlikte algılayıcı, 12,2 mm odak uzaklığı, 5280 x 3956 piksel. Yükseklik, hız ve bindirme ayarlarıyla dört hedefi aynı anda sağlayın. Uçuş süresine dönüşler dahil değildir.

Uçuş yüksekliği **60 m**

Uçuş hızı **8 m/s**

Ön bindirme **75 %**

Yan bindirme **60 %**

Yer örnekleme mesafesi (GSD) **1,61 cm/piksel**

Fotoğrafın yerdeki genişliği **85 m**

Fotoğrafın yerdeki boyu **64 m**

Hat aralığı **34 m**

Hat sayısı **14 hat**

Toplam hat uzunluğu **8,84 km**

Uçuş süresi **18,4 dk**

Çekim aralığı **2 s**

Fotoğraf sayısı **526 adet**

Ders 4: haritalama uçuşu planlayıcısı

GRUPLAMA

Hangi drone türü?

Her özelliği ait olduğu drone türüne yerleştirin.

Bir kartı seçip ait olduğu gruba dokunun ya da sürükleyin.

Tam yüklükten askıda kalma süresi 7 dakika kadardır

40 litrelik tankla bitkinin birkaç metre üstünde yavaş uçar

Ağaç sıraları arasında dar alanda hassas manevra yapar

Saatte 80 kilometreyi aşan hızlarla uçabilir

Dikey kalkar, havaya çıkınca kanatlarıyla ileri uçar

Elle fırlatılır, düz bir hat üzerinde otomatik iner

Havada duramaz; sürekli ileri uçuşu gerekir

Pist gerektirmeden 59 dakikaya kadar haritalama uçuşu yapar

Kuyruğu üzerinde durarak kalkan (tailsitter) tasarımları vardır

Çok rotorlu **0**

Sabit kanatlı **0**

VTOL **0**

Kontrol et

Ders 2: hangi drone türü?

- Görev:** Larissa'da 500 m x 600 m (30 ha) pamuk parselini tek bataryayla haritalayın.
- Ayarlar:** Yükseklik, hız, ön ve yan bindirme.
- Dört hedef:** GSD en fazla 1,5 cm; %80 ön ve yan bindirme; uçuş 25 dakikayı aşmaz; çekim aralığı en az 0,7 s.
- Oturumda:** Önce tahmin ettirin, sonra kaydırıcıyla denetin; hedeflerin birbirini nasıl zorladığını tartışın.
- Gruplama:** Özellikleri çok rotorlu, sabit kanatlı ve VTOL kutularına yerleştirin.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



02

BÖLÜM 2

Güvenli uçuş ve mevzuat

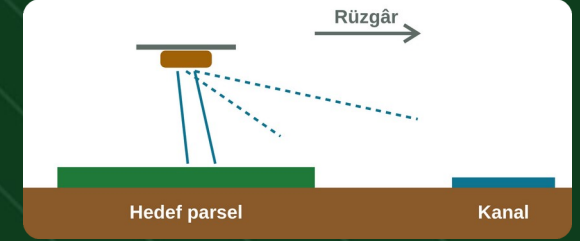
Uçuştan önce, uçuş sırasında ve sonrasında yapılacaklar; Türkiye, AB ve Yunanistan kuralları

Ders 5-6

24 dk

2 video

3 etkinlik



EUROCHAMBRES



DERS 5 • GÜVENLİ UÇUŞ PRENSİPLERİ

Güvenli uçuşun sırası

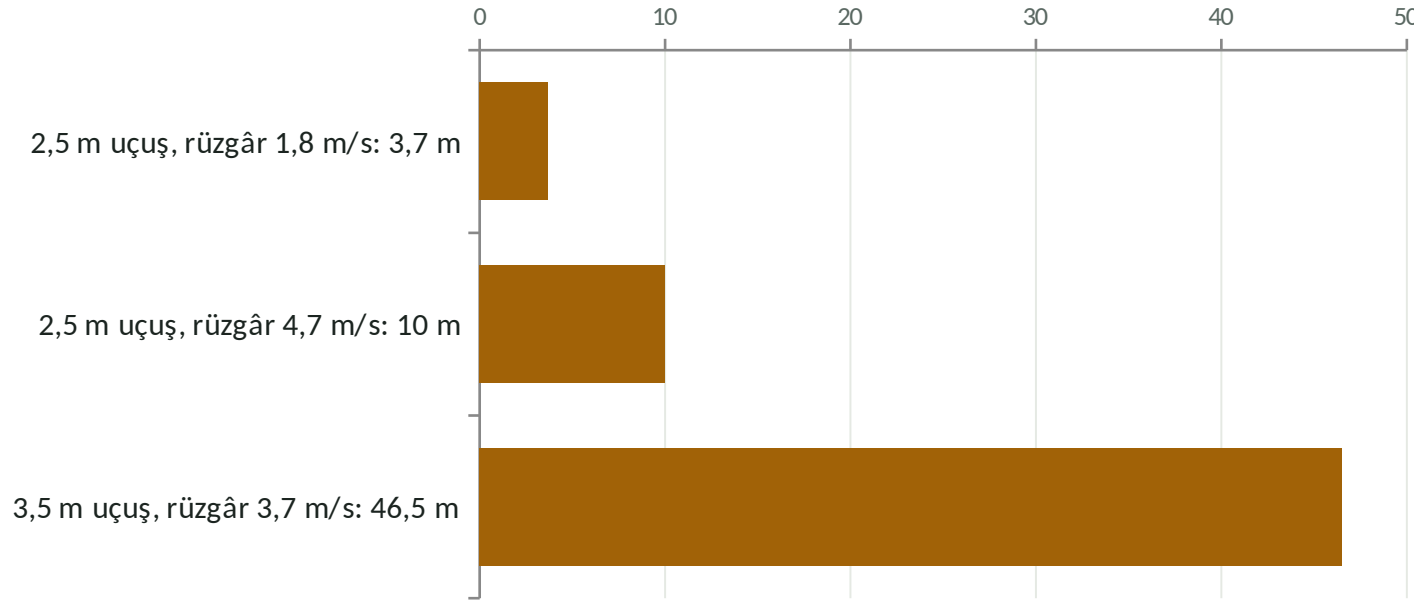


Kaynak: SHGM (2026) SHT-İHA; Tarım ve Orman Bakanlığı (2025) Yönetmelik; DJI (2023)

DERS 5 • RÜZGÂR, YÜKSEKLİK VE SÜRÜKLENME

Yükseklik ve rüzgâr arttıkça sürüklenme artar

Püskürtülen sıvının %90'ının yere indiği mesafe (m)



Rüzgâr sınırları

- 6 m/s: örnek ilaçlama dronunun genel sınırı
- 3 m/s: sürüklenmeye yatkın ürünlerde önerilen üst sınır
- 1,3-3,1 m/s: Kansas Eyalet Üniversitesi'nin çoğu uygulama için uygun bulunduğu aralık

Yükseklik

- İlaçlama dronları genellikle bitki yüzeyinin 1,5-3 m üstünde çalışır.

Kaynak: OECD (2021); DJI (2023); Joshi vd. (2026), Kansas State University

DERS 6 • YASAL ÇERÇEVE (24.09.2026 İTİBARIYLA)

Aynı drone, üç kural seti

Konu	Türkiye	AB	Yunanistan
Temel metin	SHGM SHT-İHA (2026); Tarım ve Orman Bakanlığı Yönetmeliği (RG 13.12.2025)	Uygulama Tüzüğü (AB) 2019/947 ve Tüzük (AB) 2019/945; EASA	AB tüzükleri; HCAA; Yasa 4036/2012
Araç sınıfı	M0: 500 g-4 kg • M1: 4-25 kg • M2: 25-150 kg • M3: 150 kg ve üzeri	C0: 250 g altı • C1: 900 g altı • C2: 4 kg altı • C3 ve C4: 25 kg altı	AB sınıfları uygulanır
Pilot	Lisans aracın ağırlığından bağımsız: P0 amatör, P1 ticari, P2 ileri	Açık kategoride çevrim içi eğitim ve sınav; özel kategoride işletme izni	Başka AB ülkesinde kayıtlı değilse Yunanistan'da operatör kaydı
Uçuş zarfı	P0 ve P1: görüş hattında, en fazla 120 m yükseklik ve 3.000 m uzaklık	Açık kategori: 25 kg altı, görüş hattı, en fazla 120 m, madde bırakmaz	Uçuştan önce DAGR haritası; kısıtlı bölgede HCAA izni
İlaçlama	Ruhsatlı İHA, lisanslı pilot ve profesyonel uygulayıcı; Bakanlığın izin verdiği kapsamda	Madde bıraktığı için özel kategori; Direktif 2009/128/AT md. 9 hava yoluyla ilaçlamayı yasaklar	Yasa 4036/2012 md. 23: hava yoluyla ilaçlama yasaktır; drone için yetkili makama danışılır

Kaynak: SHGM (2026); RG 13.12.2025; AB 2019/947, 2019/945, 2009/128/AT; EASA; HCAA; Yasa 4036/2012

DERS 6 • TÜRKİYE, AB VE YUNANİSTAN

Drone ile ilaçlama iki ülkede farklı değerlendirilir

Türkiye: koşullu izin

- İlaçlama ünitesi Bakanlıkça ruhsatlı olmalı
- SHGM uçuş şartları ve izinleri ayrıca alınır
- İHA pilotu ile profesyonel uygulayıcı birlikte uygular
- Ürün, zararlı, meme, doz, hız ve yüksekliği Bakanlık belirler
- Arıcılar ve muhtarlık önceden bilgilendirilir; kayıt tutulur

AB ve Yunanistan: kural olarak yasak

- Direktif 2009/128/AT md. 9: üye devletler hava yoluyla ilaçlamayı yasaklar
- İstisna yalnız altı koşulun hepsiyle ve onaylı uygulama planıyla
- Direktif tanımı uçak ya da helikopterdir; drone açıkça anılmaz
- Yasa 4036/2012 md. 23 yasağı aktarır; İmathia (2024): drone ile uygulama yasak
- Önce ΥΠΑΑΤ ya da bölge tarım müdürlüğüne danışılır

Kaynak: RG 13.12.2025, md. 12-13; Direktif 2009/128/AT md. 3 ve 9; Yasa 4036/2012 md. 23; KEA Ημεθίας (2024)



Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir



PLATFORMDA • DERS 5 VE 6

Uygulama: doğru sıra ve doğru kural

SIRALAMA

Güvenli uçuşun sırası Zorunlu 20 XP

Bir ilaçlama gününün adımlarını baştan sona doğru sıraya dizin.

İLK

- 1 Güç ve konum: dolu bataryayı tak, uydü sinyalin bekleye, eve dönüş noktasını kaydet
- 2 Planlama: hava tahminini ve uçuş bölgesini (IHATTYS haritası) kontrol et
- 3 Görev: rüzgârı ve bataryayı izleye, rezerv sınırında dön
- 4 Kalkış: birkaç saniye askıda tutup kumandaya tepkiyi kontrol et
- 5 Saha keşfi: alanı dolaş; hat, direk, ağaç ve insanları belirle
- 6 Ekipman: pervane, gövde, meme ve tank bağlantılarını kontrol et
- 7 Kapanış: tankı temizle, uçuş ve uygulama kaydını doldur
- 8 Bildirim: arıcıları ve muhtarlığı uygulamadan önce bilgilendir

SON

Kontrol et

Ders 5: güvenli uçuşun sırası

GRUPLAMA

Kural nerede geçerli? Zorunlu 20 XP

Her kuralı, 24 Eylül 2026 itibarıyla geçerli olduğu yere yerleştirin.

Bir kartı seçip ait olduğu gruba dokunuy ya da sürükleyin.

Kullanıcı kaydını İHATTYS üzerinden yapılıyor

İlaçlama yapacak İHA'nın Tarım ve Orman Bakanlığına ruhsatlandırılmış olması gerekir

Üye devletler hava yoluyla ilaçlamayı yasaklar; istisna ancak sıkı koşullarla verilir

Açık kategorideki bir uçuşta drone'dan hiçbir madde bırakılamaz

Hava yoluyla ilaçlama yasağı 4036/2012 sayılı Yasa'nın 23. maddesine dayanır

İlaçlamadan önce arıcıları ve muhtarlık bilgilendirilir

Açık kategori için azami kalkış kütlesi 25 kg'ın altında olmalıdır

Uygulamayı İHA pilotu ile profesyonel bitki koruma ürünü uygulayıcısı birlikte yapar

Bölgesel tarım müdürlüğü, drone ile ilaçlamaya 300-5.000 avro ceza öngörüldüğünü duyurmuştur

İHA pilot lisansı P0, P1 ya da P2 düzeyinde, aracın ağırlığından bağımsız verilir

Türkiye 0 AB geneli 0 Yunanistan'a özgü 0

Kontrol et

Ders 6: kural nerede geçerli?

- **Sıralama:** Bir ilaçlama gününün sekiz adımını baştan sona dizin.
- **Dönüş kararı:** Kalkıştan 400 m uzakta, batarya %28, rezerv %25, dönüşte karşı rüzgâr: ne yaparsınız?
- **Gruplama:** Her kuralı Türkiye, AB geneli ya da Yunanistan'a özgü kutusuna yerleştirin.
- **Oturumda:** Yanlış yerleşen kartları tartışmaya açın; en sık karışan, lisans ve ağırlık ilişkisidir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



03

BÖLÜM 3

Artırılmış gerçeklik

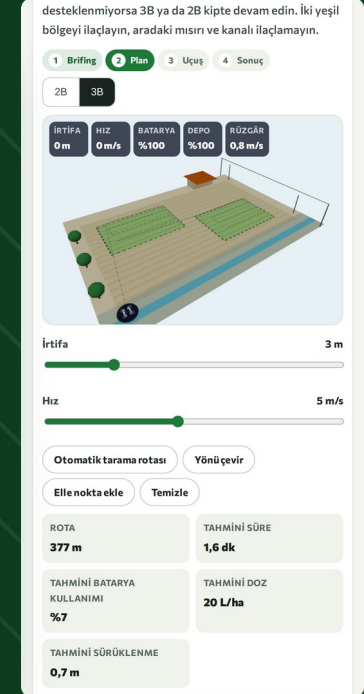
AR nasıl çalışır, öğrenmeye ne katar ve tarımda drone verisiyle nasıl birleşir

Ders 7-9

34 dk

3 video

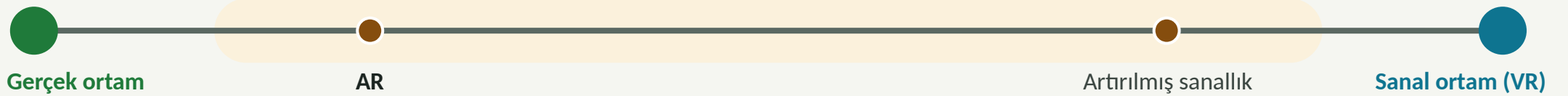
4 etkinlik



DERS 7 • ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN TEMELLERİ

AR gerçek ortama sanal nesne ekler

Karma gerçeklik (MR)



1 Hareket izleme (SLAM)

Telefon, kameradaki öznitelik noktalarını ve hareket algılayıcılarını birleştirerek kendi konumunu ve yönünü hesaplar.

2 Ortamı anlama

Aynı düzlemdeki nokta kümeleri masa ya da zemin gibi yatay, duvar gibi dikey yüzeylere dönüşür.

3 İsabet testi ve çapa

Ekrandan gönderilen ışının yüzeye değdiği nokta bulunur; sanal tarla oraya bir çapayla sabitlenir.

Tarayıcıda AR: W3C WebXR standartları (immersive-ar oturumu ve isabet testi modülü), uygulama indirmeden AR sağlar. Simülasyon işaretleyicisiz AR kullanır: QR kodu gerekmez.

Kaynak: Milgram ve Kishino (1994); Google ARCore; W3C (2025)

DERS 8 • AR İLE UYGULAMALI ÖĞRENME

AR öğrenmeye orta düzeyde katkı verir

64

nicel çalışma, toplam 4.705 öğrenci (2010-2018 meta-analizi)

$d = 0,68$

AR'ın öğrenme kazanımına ortalama etkisi:
orta düzey

$g = 0,60$

fen eğitimindeki 24 çalışmanın ortalaması

Okuma kılavuzu: 0,2 küçük, 0,5 orta, 0,8 büyük etki. Çalışmalar çoğunlukla okul ve üniversite öğrencileriyle yapılmıştır; AR tek başına öğretmez, açık görev, geri bildirim ve tekrarlar işe yarar.

Tarımda AR nerede denendi?

1

Makine gözetimi

Otonom makinelerin yönü ve arıza durumu çiftçinin görüş alanına yansıtılır.

2

Hastalık tanıma

Bir telefon uygulaması prototipi bitki hastalığını kamera görüntüsünde tanır.

3

Hayvan kayıtları

Akıllı gözlükle QR kodu okutulur; beslenme, sağım ve sağlık kaydı açılır.

4

Sürü takibi

GPS ve görüntü işleme birleşir; aranan hayvana ekranda oklarla yol gösterilir.

5

Drone ve AR

Finlandiya: drone haritası örnek noktaları belirler, AR gözlüğü kişiyi oraya götürür.

6

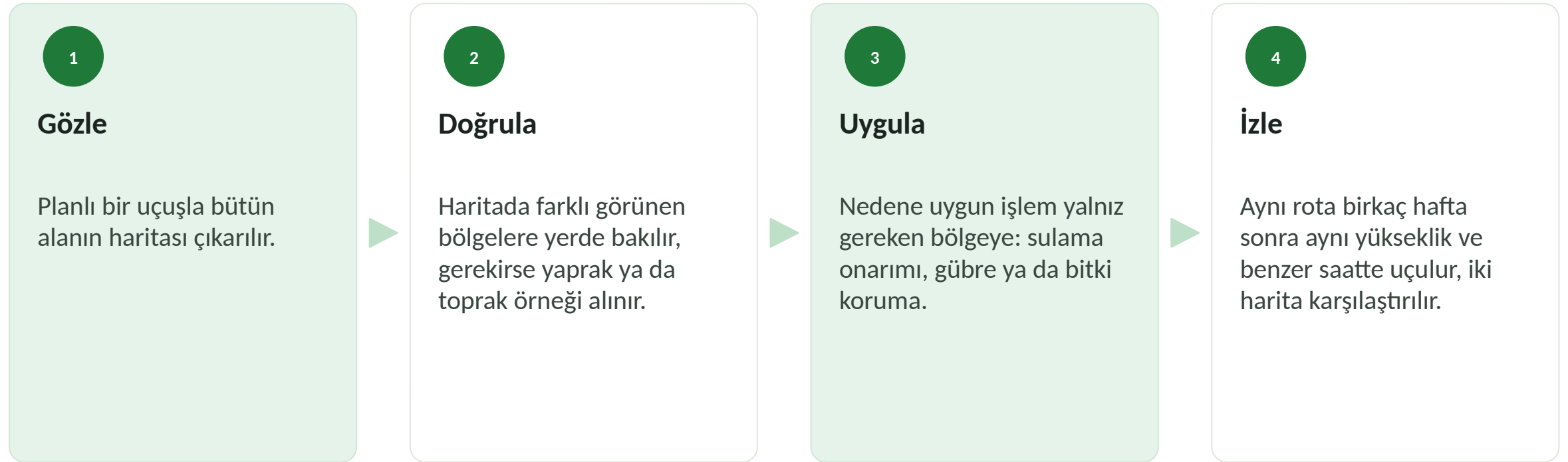
Sınır

Sahada AR konum doğruluğuna bağlıdır; tarımda yayınlar hâlâ azdır.

Kaynak: Hurst, Mendoza ve Tekinerdogan (2021); Huuskonen ve Oksanen (2018)

DERS 9 • DRONE VERİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

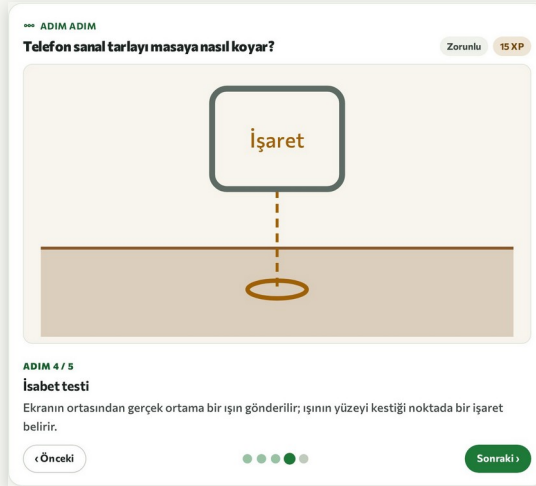
Drone verisinden karara: dört adımlı döngü



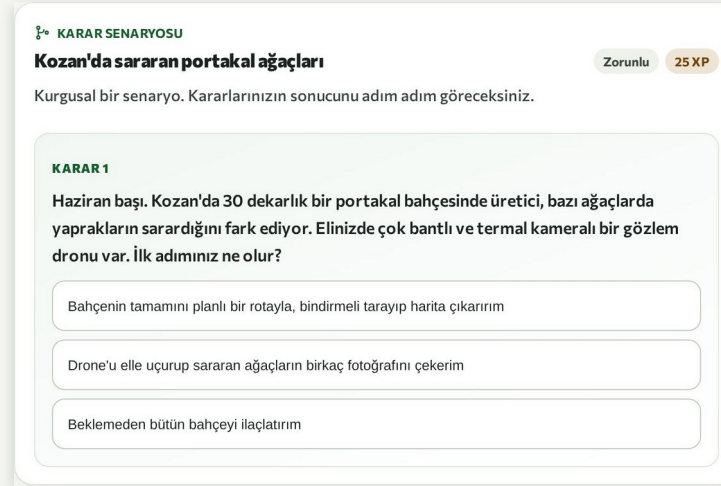
Kaynak: Torres-Sánchez vd. (2015); Yan vd. (2023); DJI Mavic 3M SSS

PLATFORMDA • DERS 7 VE 9

Uygulama: AR adımları ve karar senaryosu



Ders 7: telefon sanal tarlayı nasıl yerleştirir?



Ders 9: Kozan'da sararan portakal ağaçları

- **Adım adım:** Kamera görüntüsünden çapaya beş adım; dördüncü adım isabet testidir.
- **Karar senaryosu:** Haziran başı, 30 dekarlık bahçe, sararan ağaçlar. Her kararın sonucu adım adım görülür.
- **Yerleştirme (Ders 8):** AR uygulamalarını çiftlikte kullanılacağı yere sürükleyin.
- **Oturumda:** Senaryoyu grupça oynatın, farklı ilk kararları karşılaştırın.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



04

BÖLÜM 4

Drone uçuş simülasyonu

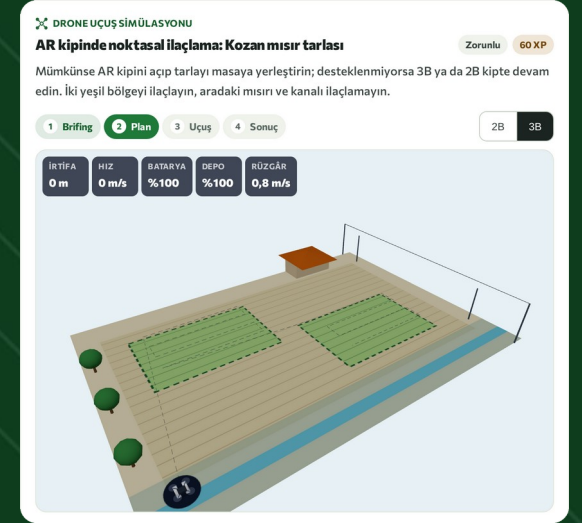
Tarayıcıda çalışan simülatörde dört özel oturum: serbest uçuş, ilaçlama, haritalama ve AR kipinde görev

Ders 10-13

63 dk

4 simülasyon

4 çıkış değerlendirmesi



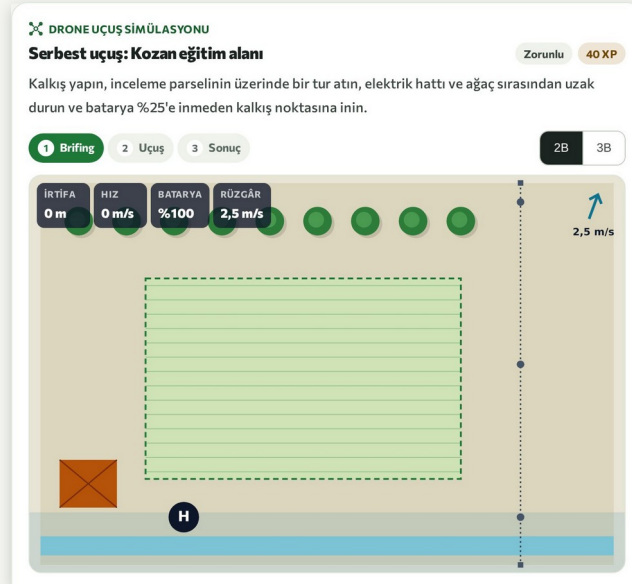
BÖLÜM 4 • DÖRT ÖZEL OTURUM

Simülasyon şartname m.10 beklentilerini karşılar

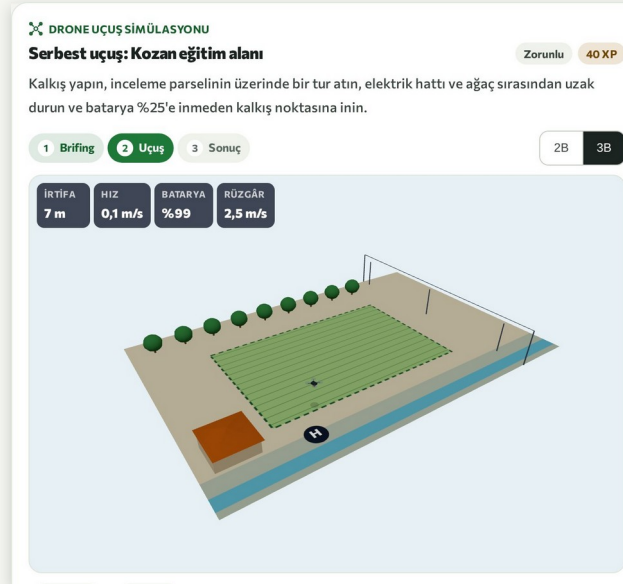
Şartname m.10 beklentisi	Simülasyonda	Oturum
Uçuş öncesi planlama	Brifing: uçuş saatini ve rüzgârı seç, kontrol listesini işaretle. Plan: yükseklik, hız, bindirme, otomatik rota.	1, 2, 3, 4
Temel uçuş kontrolü	Kalkış, askıda bekleme, yükseklik değiştirme ve iniş; klavye ya da dokunmatik kumanda.	1
Rota ve alan seçimi	Hedef blok, uygulamasız şerit, tarama deseni, hat aralığı; yönü çevir, elle nokta ekle.	2, 3, 4
Tarımsal veri toplama	Bindirmeli fotoğraflarla parselin boşluksuz taranması; NDVI haritasından yer kontrolü listesi.	3
Gerçek senaryo ve karar	Kozan portakal ve mısır, Larissa pamuk; rüzgâr, rezerv, sürüklenme; puanlı geri bildirim.	1-4
Web tabanlı çalışma	Tarayıcıda 2B ve 3B, destekleyen telefonda AR kipi; aynı görev, aynı puanlama.	1-4

PLATFORMDA • DERS 10 • OTURUM 1

Uçuş öncesi kontrol ve serbest uçuş



Brifing: görev alanı (2B)



Uçuş: 3B kip

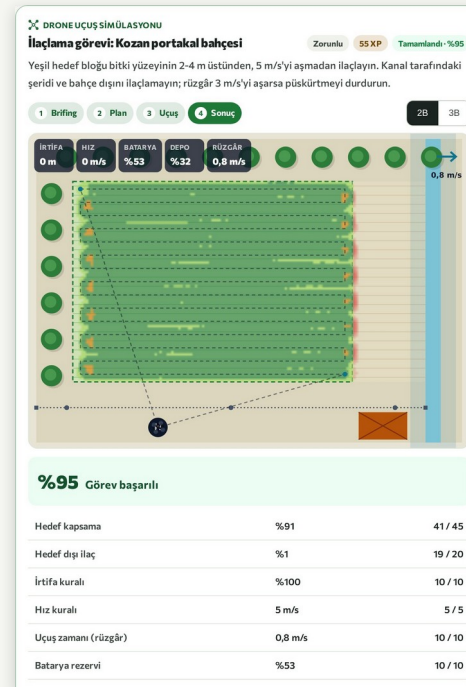
- **Görev:** Kalk, parselin üzerinde tur at, hat ve ağaçtan uzak dur, %25 rezervden önce kalkış noktasına in.
- **Alan:** 120 m × 80 m; kuzeyde ağaç sırası, doğuda elektrik hattı, güneyde kanal.
- **Kurallar:** En fazla 120 m, rüzgâr 6 m/s, engelle temas ihlaldir.
- **Araç:** 20 L tank, 809 Wh batarya; tank bu oturumda boştur.
- **Çıkış:** Başka bir pilotun 12 dakikalık uçuş kaydını okuyun.

PLATFORMDA • DERS 11 • OTURUM 2

Kozan'da portakal bahçesinde ilaçlama



Plan: otomatik rota (2B)

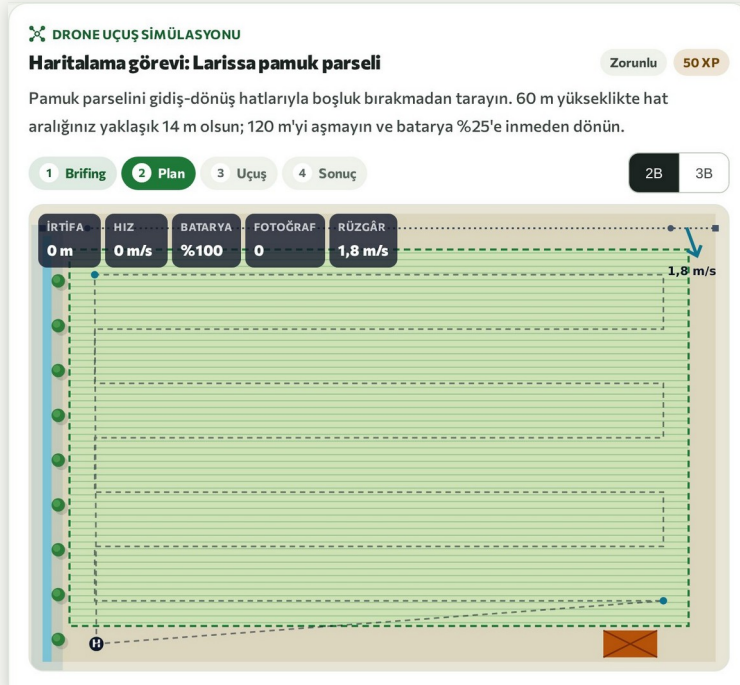


Sonuç ekranı ve puan dökümü

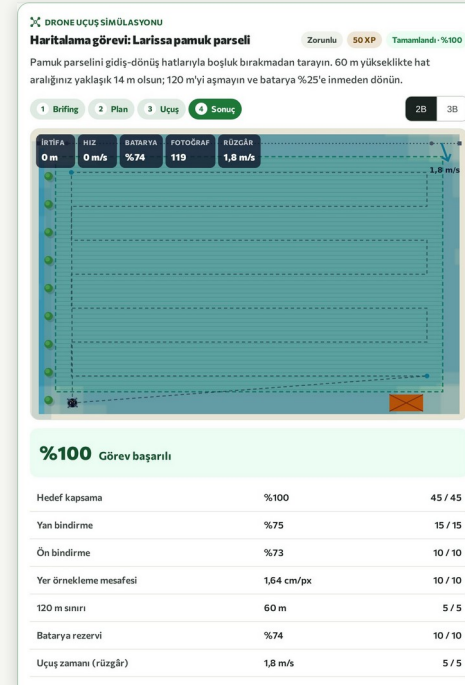
- **Görev:** 6,1 dekarlık yeşil bloğu ilaçla; kanal tarafındaki şerit ve bahçe dışı ilaçlanmaz.
- **Parametreler:** Bitki üstü 2-4 m, en fazla 5 m/s, rüzgâr 3 m/s altı, kanala en az 20 m.
- **Karar:** Uçuş saati sabah, öğle ya da akşam; rüzgâr saate göre değişir.
- **Puan:** Hedef kapsama, hedef dışı ilaç, yükseklik, hız, rüzgâr ve batarya rezervi.
- **Çıkış:** Uygulama kaydı formu: $0,61 \text{ ha} \times 60 \text{ L/ha} = 36,6 \text{ L}$ karışım.

PLATFORMDA • DERS 12 • OTURUM 3

Larissa'da pamuk parselini haritalama



Plan: tarama deseni (güncel görev alanı)



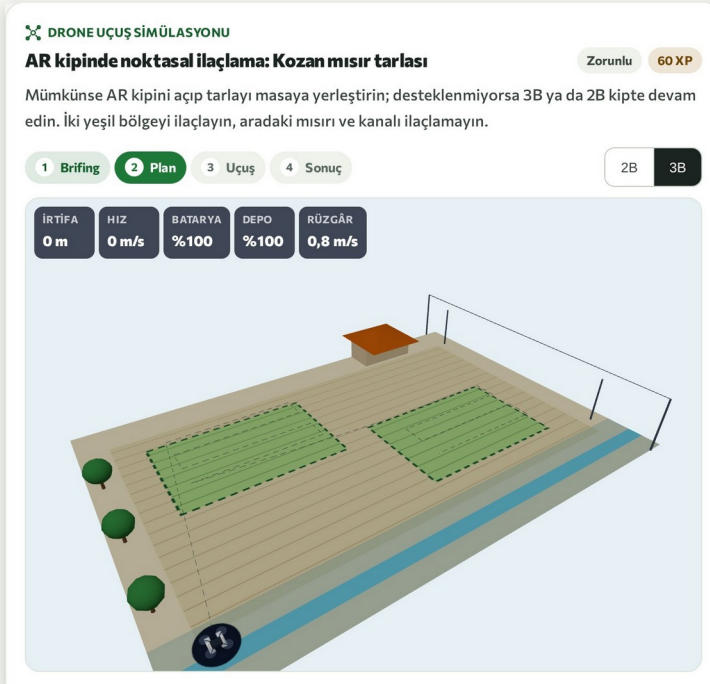
Tamamlanan tarama ve puan dökümü

- **Görev:** Yaklaşık 4,6 ha pamuk parselini gidiş-dönüş hatlarıyla boşluksuz tara.
- **Hesap:** 60 m'de GSD yaklaşık 2,8 cm, görüntü genişliği 72 m; %80 yan bindirmede hat aralığı 14 m.
- **Kurallar:** En fazla 120 m, rüzgâr 10 m/s altı, %25 rezerv.
- **İlaçlama yok:** Yunanistan'da hava yoluyla ilaçlama kural olarak yasaktır; drone gözlem aracıdır.
- **Çıkış:** NDVI haritasında hücreleri boyayın: 0,45 altı yerde kontrol.

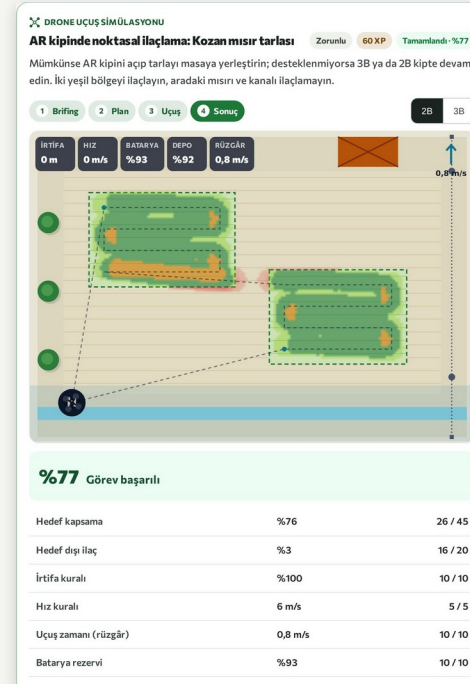
Kaynak: DJI Mavic 3M; Pix4D; Yasa 4036/2012

PLATFORMDA • DERS 13 • OTURUM 4

AR kipinde noktasal ilaçlama



Plan: 3B kip (güncel görev alanı)



Sonuç: iki bölge, puan dökümü

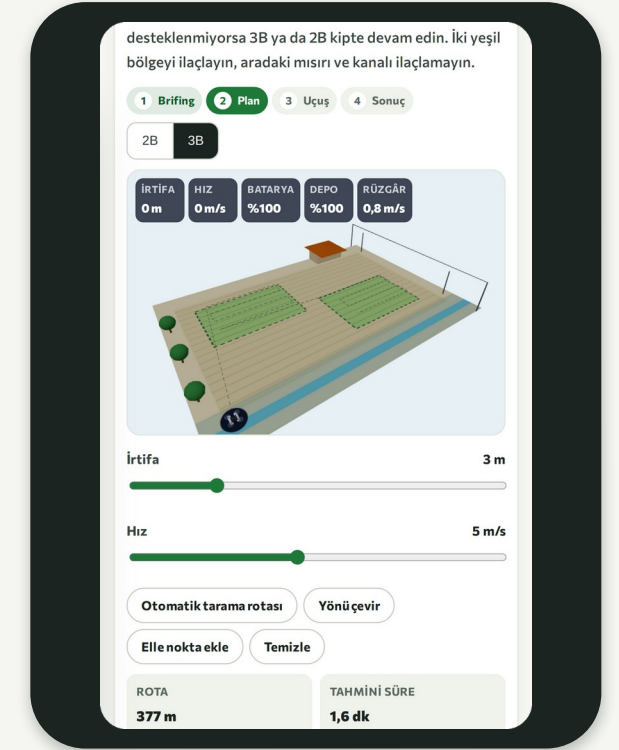
- **Görev:** Kozan'da 100 m × 70 m mısır tarlasında iki yeşil bölgeyi ilaçla; aradaki mısır ve kanal ilaçlanmaz.
- **Araç:** 40 L tank, 1.567 Wh batarya, 7 m püskürtme genişliği.
- **Sınırlar:** Bitki üstü 2-4 m, en fazla 6 m/s, rüzgâr 3 m/s altı, %25 rezerv.
- **İpucu:** Bir bölgeden ötekine geçerken püskürtmeyi kapat.
- **Kip:** AR açılmazsa aynı görev 3B ya da 2B kipte, aynı puanlamayla.

DERS 13 • CİHAZ GEREKSİNİMİ

AR kipini açmak: beş adım

- 1 Cihaz** WebXR destekli tarayıcı: ARCore sertifikalı Android telefonda Chrome ya da Samsung Internet. iPhone'daki Safari AR kipini desteklemez.
- 2 Yer** İyi aydınlatılmış, desenli, düz yüzey: ahşap masa, halı, parke. Parlak ve tek renk yüzey zorlar.
- 3 Tarama** AR kipini seçin, kamera iznini verin, telefonu yüzeyde yavaşça gezdirin.
- 4 Yerleştirme** Beliren işarete dokunun; sanal tarla o noktaya sabitlenir.
- 5 Güvenlik** Ekranı bakarken yürümeyin; en rahatı oturarak oynamaktır.

AR açılmazsa: Görev 3B ve 2B kipte aynı kurallarla çalışır ve aynı biçimde puanlanır; AR yalnız görüş açısını değiştirir.



Telefonda simülasyon, 3B kip

BÖLGE ÖRNEKLERİ

Kozan ve Larissa: aynı teknoloji, farklı kullanım

KOZAN • PORTAKAL BAHÇESİ

112.450 t

Kozan'da portakal üretimi (2025), Adana'nın %31,2'si

Birim

Tek tek ağaç: sayı, yükseklik, taç hacmi

Bindirme

En az %85 (sık bitki örtüsü)

Uygulama

Koşullar sağlanırsa ilaçlama dronu ya da yerden makine

Menşe adı

Kozan Portakalı, tescil no. 534 (2020)

LARISSA • PAMUK TARLASI

%30,5

Daniel fırtınası (Eylül 2023) sonrası
Teselya ovasında su altında kalan pamuk alanı

Birim

Parsel içindeki bölge: NDVI bölgeleri, boşluk, hasar

Bindirme

En az %80 (düz arazide tarla bitkisi)

Uygulama

Yerden makine; havadan ilaçlama kural olarak yasak

AB içindeki yeri

Yunanistan, AB pamuk alanı ve üretiminin %80'i

AKILDA KALSIN

Önce gör, doğrula, sonra yalnız gereken yere uygula. Kuralı uçuştan önce bil.

Simölasyon güvenli bir alıştırma alanıdır; pilot lisansının ve yetkili kuruluştan alınacak uygulamalı eğitimin yerini tutmaz.

Modül görevi ve değerlendirme

1

Güvenli Uçuş Görevi

Dört simülasyon oturumunu (serbest uçuş, ilaçlama, haritalama, AR kipinde görev) en az %70 başarıyla bitirin.

2

Modül sonu sınavı

15 soru, 20 dakika, geçme puanı 70.
Tek seçimli, çok seçimli ve doğru-yanlış sorular.

3

Zorunlu etkinlikler

Derslerdeki 21 etkileşimli etkinlik görevin parçasıdır. Simülasyonlar tekrarlanabilir; en iyi sonuç geçerlidir.

BU SUNUMDAKİ RAKAM VE BİLGİLERİN KAYNAKLARI

Kaynaklar (1/2)

1. FAO ve ITU (2018). E-agriculture in Action: Drones for Agriculture. <https://www.fao.org/e-agriculture/news/new-publication-fao-itu-e-agriculture-action-drones-agriculture>
2. OECD (2021). Report on the State of the Knowledge: Literature Review on Unmanned Aerial Spray Systems in Agriculture. Series on Pesticides No. 105. <https://doi.org/10.1787/9240f8eb-en>
3. DJI (2023). Agras T50/T25 User Manual v1.0. https://dl.djicdn.com/downloads/t50_t25/20240103/T50_T25_User_Manual_v1.0_EN.pdf
4. DJI (t.y.). Mavic 3M teknik özellikleri ve sık sorulan sorular. <https://ag.dji.com/mavic-3-m/specs>
5. Wingtra (t.y.). WingtraOne Gen II teknik özellikleri. <https://wingtra.com/mapping-drone-wingtraone/technical-specifications/>
6. EagleNXT (t.y.). eBee X teknik özellikleri. <https://eaglenxt.com/products/drones/ebree-series/ebree-x/>
7. NASA Earth Observatory (t.y.). Measuring Vegetation (NDVI and EVI). <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/measuring-vegetation-ndvi-evi>
8. Hoffmann, H. vd. (2016). Crop water stress maps for an entire growing season from visible and thermal UAV imagery. Biogeosciences, 13. <https://bg.copernicus.org/articles/13/6545/2016/>
9. Torres-Sánchez, J. vd. (2015). High-Throughput 3-D Monitoring of Agricultural-Tree Plantations with UAV Technology. PLoS ONE, 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130479>
10. Pix4D (t.y.). Selecting the image acquisition plan type. <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/202557459>
11. Joshi, D. vd. (2026). Spray Drones: Benefits and Management Considerations. Kansas State University. https://agronomy.k-state.edu/eupdates/2026/issue-1107-june-11/spray_drones_benefits_management_considerations.html
12. Yan, Y. vd. (2023). Deposition and distribution of spray droplets in citrus orchards by plant protection drones. Frontiers in Plant Science, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1303669>
13. SHGM (2026). İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA); yayım duyurusu 30.07.2026. [https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/SHT-İHA\(1\).pdf](https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/SHT-İHA(1).pdf)
14. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2025). Bitki Koruma Ürünlerinin Uygulanması ve Denetimine İlişkin Yönetmelik. RG 13.12.2025, sayı 33106. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/12/20251213-5.htm>
15. Avrupa Birliği (2019). Uygulama Tüzüğü (AB) 2019/947, md. 4-5. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/947/oj
16. Avrupa Birliği (2019). Yetki Devrine Dayalı Tüzük (AB) 2019/945 (C0-C4 sınıfları). https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj
17. EASA (t.y.). Open category ve Specific category sayfaları. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones>

BU SUNUMDAKİ RAKAM VE BİLGİLERİN KAYNAKLARI

Kaynaklar (2/2)

18. Avrupa Birliği (2009). Direktif 2009/128/AT, md. 3 ve 9. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj>
19. Yunanistan (2012). Yasa 4036/2012 (ΦΕΚ Α' 8), md. 23. <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/n-4036-2012.html>
20. KEA Ημαθίας (2024). Απαγόρευση ψεκασμού φυτοπροστατευτικών προϊόντων με ΣμηΕΑ-Drones. <https://www.keaimathias.gr/news/apagoreysi-psekasmoy-fytoprostateyti/>
21. HCAA (2026). Where you are allowed to fly a UAS in Greece (arşiv, 15.03.2026). <https://web.archive.org/web/20260315000158/https://hcaa.gov.gr/el/where-you-are-allowed-fly-uas-greece>
22. Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans., E77-D(12). <https://www.alice.id.tue.nl/references/milgram-kishino-1994.pdf>
23. Google (t.y.). ARCore: Fundamental concepts. <https://developers.google.com/ar/develop/fundamentals>
24. W3C (2025). WebXR Augmented Reality Module, Level 1; WebXR Hit Test Module. <https://www.w3.org/TR/webxr-ar-module-1/>
25. caniuse.com (2026). WebXR Device API. <https://caniuse.com/webxr>
26. Garzón, J. ve Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. Educational Research Review, 27. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
27. Yılmaz, Z. A. ve Batdı, V. (2021). Meta-Analysis of the Use of Augmented Reality Applications in Science Teaching. Journal of Science Learning, 4(3). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1307184.pdf>
28. Hurst, W., Mendoza, F. R. ve Tekinerdogan, B. (2021). Augmented Reality in Precision Farming: Concepts and Applications. Smart Cities, 4(4). <https://research.wur.nl/en/publications/augmented-reality-in-precision-farming-concepts-and-applications/>
29. Huuskonen, J. ve Oksanen, T. (2018). Soil sampling with drones and augmented reality in precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 154. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.039>
30. He, K. vd. (2024). Storm Daniel flood impact in Greece in 2023. Natural Hazards and Earth System Sciences, 24. <https://nhess.copernicus.org/articles/24/2375/2024/>
31. TÜRKPATENT (2020). Kozan Portakalı, coğrafi işaret tescil no. 534. <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38677>
32. TÜİK (2026). MEDAS, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Adana-Kozan (2025). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
33. Avrupa Komisyonu (2026). Cotton. https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/cotton_en

Teşekkürler

Sorularınız ve katkılarınız için

PLATFORM lms.smartfarmingsolutions.org

İLETİŞİM info@smartfarmingsolutions.org

+90 322 515 84 66

PROJE SİTESİ smartfarmingsolutions.org

Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.

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

KÜNYE

Proje	Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş Diyalogu İçin Akıllı Tarım
Project	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
İletişim	info@smartfarmingsolutions.org +90 322 515 84 66
Yayın tarihi	Eylül 2026