



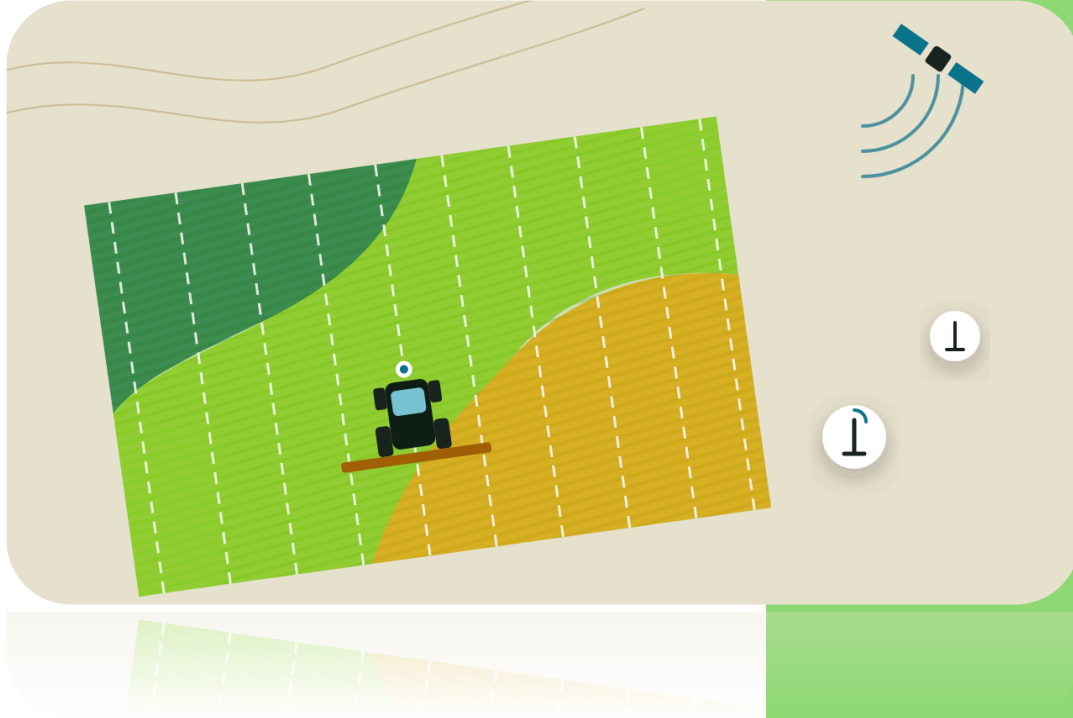
Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



Sürdürülebilir Tarım Akademisi

Hassas Tarım

MODÜL 1 · EL KİTABI



Çevresel Sürdürülebilirlik ve Sınır Ötesi İş
Diyalogu İçin Akıllı Tarım

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





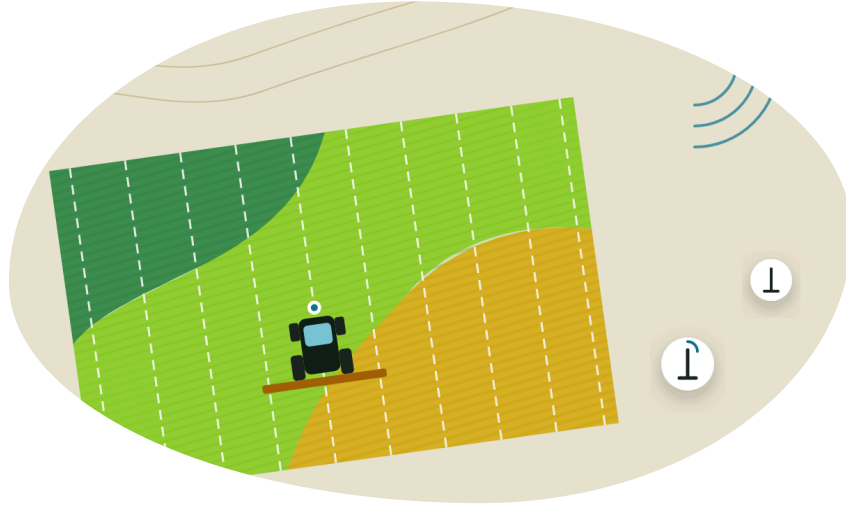
Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Sürdürülebilir Tarım Akademisi

HASSAS TARIM

Modül 1 - 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 “Hassas Tarım” modülünün basılı başvuru kaynağı olarak hazırlanmıştır.





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



İçindekiler

- Modül hakkında
- 1 Hassas tarımın tanımı ve önemi
- 2 Hassas tarım teknolojileri: konum, makine, sensör ve görüntü
- 3 Veri analizi ve karar destek sistemleri
- 4 Sürdürülebilir tarım: kavram ve amaçlar
- 5 Geleneksel ve hassas tarım: maliyet ve fayda
- 6 Toprak yönetimi ve değişken oranlı gübreleme
- 7 Su yönetimi ve sulama planlaması
- 8 Atık yönetimi ve tarımsal kirliliğin önlenmesi
- 9 Kozan ve Larissa'da hassas tarım: iki bölge, ortak çözümler
- Terimler



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Modül hakkında

Bu modül, hassas tarımı bir makine listesi olarak değil, her sezon tekrarlanan bir yönetim döngüsü olarak anlatır: tarladaki farklılığı ölç, veriyi konumuyla kaydet, analiz et, karar ver, uygula ve sonucu değerlendir. GNSS ve RTK, otomatik dümenleme, değişken oranlı uygulama, sensörler ve uydu görüntülerinin ne işe yaradığını, verinin nasıl karara dönuştüğünü öğrenirsiniz.

İkinci ve üçüncü bölümlerde sürdürülebilirlik hedeflerini, geleneksel ve hassas tarımın maliyet ve faydasını, toprak, su ve atık yönetimini ele alırsınız. Son bölümde öğrendiklerinizi Kozan'da bir narenciye bahçesinde ve Larissa'da bir pamuk tarlasında karar senaryolarıyla uygularsınız. Her derste bir video, okuma metni ve tarayıcıda oynanan etkinlikler vardır: sulama simülasyonu, gübreleme haritası boyama, veri panosu okuma, maliyet-fayda hesaplayıcısı ve daha fazlası.

Dersler, Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinin bulgularını da kullanır. Ankette katılımcıların en sık gösterdiği sorun maliyet, en çok harcama yaptıkları kalem ise gübreydi.

Zaman planı: 187 dk





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Öğrenme çıktıları

Modülü tamamlayan katılımcı:

- Hassas tarımı tanımlar ve yönetim döngüsünün adımlarını sıralar.
- GNSS/RTK, otomatik dümenleme, değişken oranlı uygulama, sensörler ve uzaktan algılamanın işlevlerini açıklar.
- Bir veri panosunu ve NDVI haritasını okuyarak yerinde kontrol ve sulama kararı verir.
- Sürdürülebilir tarımın çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını örneklerle ayırt eder.
- Basit bir maliyet-fayda hesabıyla hassas tarım yatırımının geri ödeme süresini tahmin eder.
- Izgara toprak örneklemesinden değişken oranlı gübreleme haritası hazırlar.
- Toprak nemi ve ETO verisiyle sulama zamanlaması yapar, tarımsal kirliliği azaltan önlemleri seçer.

Kimler için

- Kozan, Çukurova, Larissa ve Teselya'daki çiftçiler ve genç üreticiler
- Tarım kooperatifleri, üretici birlikleri ve tarım KOBİ'leri
- Ziraat mühendisleri, danışmanlar ve öğrenciler
- Hassas tarıma yatırım düşünen ya da hizmet sunan girişimciler

Ön koşullar

- Ön bilgi gerekmez; temel tarım deneyimi yararlıdır.
- Telefon, tablet ya da bilgisayarda internet tarayıcısı kullanabilmek.

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



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 1

Hassas tarımın tanımı ve önemi

15 dk

Bir tarla uzaktan bakınca tek parça görünür. Oysa aynı tarlanın bir köşesinde toprak killidir ve suyu uzun süre tutar; başka bir köşesi kumludur ve çabuk kurur. Bir bölümde verim her yıl yüksektir, bir bölümde ise yıllardır düşüktür. Geleneksel yönetim bu farklılığı ortalamaıyla geçiştirir: bütün tarlaya aynı doz, aynı sulama. Hassas tarım ise farklılığı ölçer, nedenini anlamaya çalışır ve kararları buna göre verir. Bu ders, modülün geri kalanında kullanacağımız temel kavramları tanıtır.

BU DERSTE

- ✓ Hassas tarımın uluslararası kabul gören tanımını öğreneceksiniz.
- ✓ Tarla içindeki mekânsal ve zamansal farklılığın nereden geldiğini göreceksiniz.
- ✓ Hassas tarım döngüsünün adımlarını sıralayacaksınız.
- ✓ Hassas tarımın neden önemli olduğunu ve yaygınlaşmasının önündeki engelleri değerlendireceksiniz.

Hassas tarım nedir?

Uluslararası Hassas Tarım Derneği (ISPA), 2024'te güncellediği tanımda hassas tarımı şöyle tanımlar: Hassas tarım; zamansal, mekânsal ve tek tek bitki ve hayvanlara ait verileri toplayan, işleyen ve analiz eden, bunları başka bilgilerle birleştirerek tahmin edilen değişkenliğe göre yönetim kararlarını destekleyen bir yönetim stratejisidir. Amacı kaynak kullanım etkinliğini, verimliliği, kaliteyi, kârlılığı ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini artırmaktır.

Bu tanımda iki nokta önemlidir. Birincisi, hassas tarım bir cihaz ya da makine değil, bir **yönetim stratejisidir**. Drone, sensör ya da uydu görüntüsü yalnız araçtır. İkincisi, stratejinin merkezinde **değişkenlik** vardır: tarla içinde yerden yere ve zamandan zamana değişen koşullar. FAO da 2022 raporunda aynı tanıma kullanır ve buna kararların makinelerce hassas biçimde uygulanmasını ekler.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Mekânsal farklılık	Aynı tarlanın farklı noktaları arasındaki fark: toprak yapısı, nem, besin, verim.
Zamansal farklılık	Aynı noktada zamanla oluşan fark: haftadan haftaya nem, yıldan yıla verim.
Yönetim bölgesi	Tarla içinde benzer özellik gösteren ve aynı biçimde yönetilen alan.
Değişken oranlı uygulama	Gübre, tohum, ilaç ya da suyun dozunu tarlanın içinde bölgeye göre değiştirmek.

Dört doğru ilkesi

Hassas tarımın pratikteki özeti dört sorudur: **doğru girdi mi, doğru yerde mi, doğru zamanda mı ve doğru miktarda mı?** Bir gübreleme kararında bu, hangi besin elementinin, tarlanın hangi bölümüne, bitkinin hangi gelişme döneminde ve ne kadar verileceği anlamına gelir. Sulamada ise suyun hangi parselde, hangi gün ve kaç milimetre verileceğidir.

Farklılık nereden gelir?

Toprak

Kil, kum ve organik madde oranı; su tutma kapasitesi; tuzluluk ve kireç.

Arazi

Eğim, çukurlar, drenaj; suyun biriktiği ya da hızla aktığı yerler.

Geçmiş kullanım

Eski harman yerleri, birleştirilmiş parseller, farklı gübreleme geçmişı.

Yönetim

Düzensiz sulama, tıkalı damlatıcılar, makinenin bindirdiği ya da atladiğı şeritler.

Biyolojik etkenler

Zararlı ve hastalık odakları, yabancı ot yamaları.



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



Hassas tarım döngüsü

Hassas tarım tek seferlik bir iş değildir. Her sezon tekrarlanan bir döngüdür ve her tur bir öncekinin verisinden beslenir.

1

Gözle ve ölç

Toprak örneklemesi, sensör okumaları, uydu ya da drone görüntüsü, verim ölçümü.

2

Konumla kaydet

Her ölçüm GNSS konumuyla birlikte saklanır; böylece haritaya dönüşebilir.

3

Analiz et

Veriler temizlenir, birleştirilir ve haritaya işlenir; yönetim bölgeleri belirlenir.

4

Karar ver

Her bölge için girdi, doz ve zaman belirlenir. Burada üreticinin deneyimi ve danışmanın bilgisi devreye girer.

5

Uygula

Karar, değişken oranlı makineyle ya da elle, bölgeye göre uygulanır.

6

Değerlendir

Sonuç ölçülür ve bir sonraki sezonun kararına aktarılır.

Çevrimiçi etkinlik

Hassas tarım döngüsü

Hassas tarım tek seferlik bir iş değil, her sezon tekrarlanan bir döngüdür.

Döngünün adımlarını doğru sıraya koyun.

Bu etkinlik akademi de etkileşimli olarak çözülür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Döngü bir bahçede nasıl işler?

Kurgusal bir örnek düşünelim: 30 dekarlık bir portakal bahçesinde üretici, bahçenin alt kısmındaki ağaçların her yıl daha küçük meyve verdiğini fark ediyor. **Ölçüm** adımında bahçeyi üç bölgeye ayırıp her bölgeden toprak örneği alıyor ve iki bölgeye nem sensörü koyuyor. **Kayıt** adımında örnek noktalarının konumunu telefonu ile işaretliyor. **Analiz** adımında alt bölgenin toprağının daha killi olduğu ve sulamadan sonra uzun süre ıslak kaldığı ortaya çıkıyor. **Karar** adımında o bölgenin sulama süresini kısaltıyor, ama gübre dozunu değiştirmiyor. **Uygulama** adımında damla hattını iki ayrı vanaya bölüyor. **Değerlendirme** adımında hasatta bölgelerin verimini ayrı ayrı tartıp karşılaştırıyor. Bir sonraki yıl döngü, bu verilerle yeniden başlıyor. Örnekte pahalı bir makine yok; asıl değişiklik, bahçeye tek bir birim yerine birkaç bölge olarak bakmak.

Neden önemli?

AB'nin EIP-AGRI hassas tarım odak grubuna göre hassas tarımın olası faydaları verimin artması, maliyet ve işgücünün azalması ve girdilerin daha etkin kullanılmasıdır; bunların hepsi kârlılığı artırır. Aynı rapor, hassas tarımın iş güvenliğini artırması ve tarımın çevresel etkilerini azaltması gerektiğini de vurgular. Akdeniz tarımı için özel bir not düşer: dönem dönem yaşanan su kıtlığı, sulama yöntemlerini ve özellikle hassas sulamayı iyi yönetimin temel koşulu hâline getirir.

Ancak hassas tarım henüz her yerde yaygın değildir. Aynı rapora göre tarla tarımında hassas tarımı en çok Orta ve Kuzey Avrupa, ABD ve Avustralya'daki büyük işletmeler benimsemiştir; bu işletmelerde en başarılı uygulamalar otomatik yönlendirme ve kontrollü trafik gibi basit çözümlerdir. FAO'nun 2022 raporu ise küçük üreticiler için en büyük engelleri kırsaldaki düşük dijital okuryazarlık, küçük ölçekli üreticiye uygun teknolojilerin azlığı ve görece yüksek maliyet olarak sıralar.

Küçük işletmeler nereden başlar? EIP-AGRI, küçük işletmelere sunulan ilk çözümlerin basit, uygun fiyatlı ve dayanıklı olması gerektiğini söyler. Toprak analizi, ücretsiz uydu görüntüleri, birkaç nem sensörü ve düzenli kayıt tutmak bu tanıma uyar. Pahalı ekipman ise kooperatifle ortak kullanılabilir ya da hizmet olarak satın alınabilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Kozan'dan örnek

Kozan Portakalı, 2020'de Kozan Ticaret Odası'nın başvurusuyla menşe adı olarak tescil edildi. Tescil belgesi meyvenin ölçülebilir özelliklerini tanımlar: meyve ağırlığı 146-190 g, suda çözünür kuru madde %10-11, çekirdek sayısı 11-14. Coğrafi işaretli bir üründe bu değerleri her yıl ve bahçenin her yerinde tutturmak gerekir. Sulaması aksayan ya da toprağı farklı olan ağaçları ölçerek bulmak, hassas tarımın kaliteye yaptığı ilk katkısıdır.



Larissa'dan örnek

AB destekli FATIMA projesi, Larissa'nın da içinde olduğu Pinios havzasını pilot saha olarak inceledi. Projenin tespitine göre ovadaki toprakların organik maddesi düşüktür (%1,8'in altında), gübre ve ilaç ise topraktaki farklılık gözetilmeden her yere aynı dozda ve fazla uygulanır. İşletmeler ortalama 5 hektar kadardır, tek parseller yaklaşık 1 hektardır. Bu tablo, hassas tarımın çözmeye çalıştığı sorunun tam tanımıdır: farklılığı olan tarlaya tek tip doz.

Çevrimiçi etkinlik

Hızlı kontrol: hassas tarımın özü

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

Özetle

- Hassas tarım, tarla içindeki farklılığa göre karar vermeyi destekleyen bir yönetim stratejisidir; teknolojiler bu stratejinin araçlarıdır.
- Farklılık mekânsal (yerden yere) ve zamansaldır (zamandan zamana).
- Döngü: ölç, konumla kaydet, analiz et, karar ver, uygula, değerlendir.
- Faydalar kaynak etkinliği, kârlılık ve çevre korumasıdır; küçük işletmeler için maliyet ve bilgi en büyük engeldir.

1. International Society of Precision Agriculture (ISPA) (2024). **Precision Agriculture Definition.**



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



2. FAO (2022). **The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems.**
3. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
4. Türk Patent ve Marka Kurumu (2020). **Kozan Portakalı, coğrafi işaret tescil no 534.**
5. FATİMA H2020 projesi (2019). **Greece: Thessaly pilot** (arşiv kopyası).





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 2

Hassas tarım teknolojileri: konum, makine, sensör ve görüntü

18 dk

Hassas tarım döngüsünün her adımında bir teknoloji çalışır: konumu belirleyen uydular, makineyi yönlendiren dümenleme sistemi, dozu değiştiren dağıtıcı, toprağı ve havayı ölçen sensörler, tarlayı yukarıdan gören uydu ve drone kameraları. Bu derste her birinin ne işe yaradığını, ne kadar doğru çalıştığını ve birbirine nasıl bağlandığını öğreneceksiniz. Hepsini bir arada tutan ortak dil ise konumdur: bir ölçüm ancak nerede yapıldığı biliniyorsa haritaya dönüşebilir.

BU DERSTE

- ✓ GNSS ve RTK'nın çalışma ilkesini ve doğruluk düzeylerini öğreneceksiniz.
- ✓ Otomatik dümenleme, sekiyon kontrolü ve değişken oranlı uygulamanın farkını ayırt edeceksiniz.
- ✓ Tarlada kullanılan başlıca sensör türlerini tanıyacaksınız.
- ✓ Uydu ve drone görüntülerinin güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştıracaksınız.

Konum: GNSS ve RTK

GNSS (Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi), GPS (ABD), GLONASS (Rusya), Galileo (AB) ve BeiDou (Çin) gibi uydu sistemlerinin ortak adıdır. Tek başına kullanılan bir alıcı metre düzeyinde doğruluk verir: ABD hükümetinin GPS sayfasına göre GPS'li akıllı telefonlar açık gökyüzü altında genellikle 4,9 metrelik bir yarıçap içinde doğrudur. Bir telefon uygulamasıyla kabaca tarla sınırı çizmek için bu yeterli olabilir, ama sıralar arasında traktörü santimetre hassasiyetiyle sürmek için yetmez.

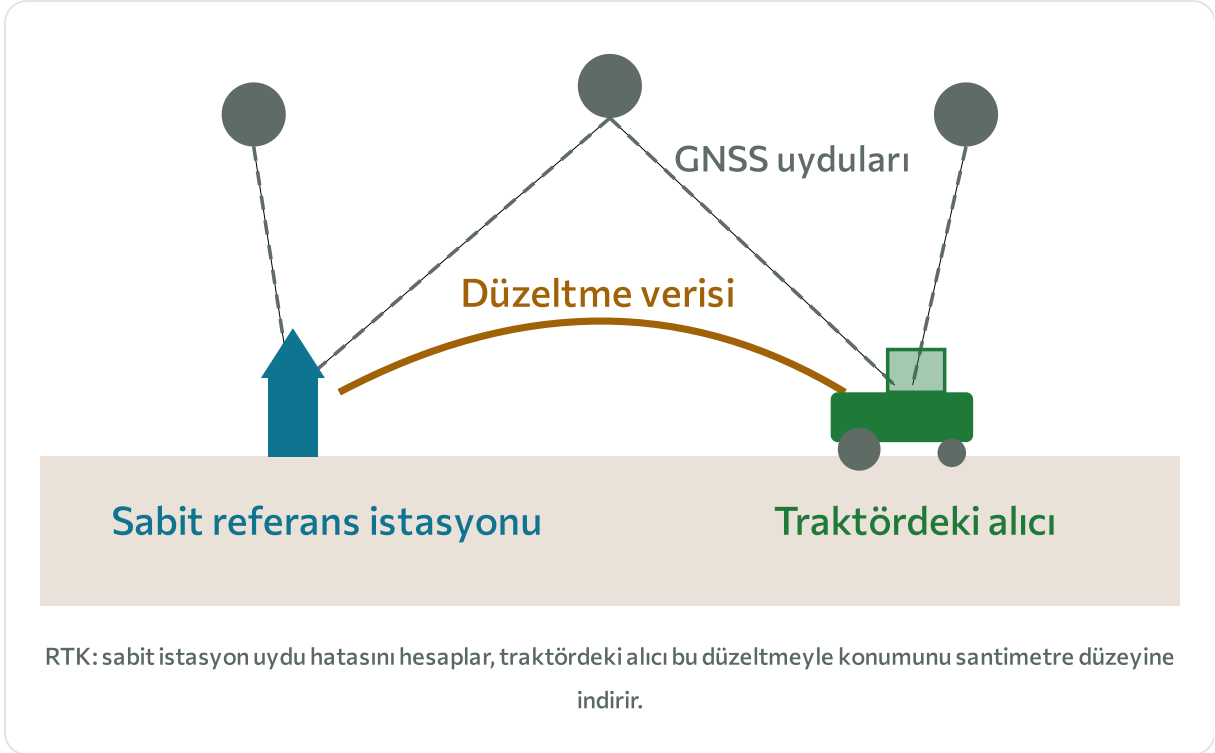
RTK (gerçek zamanlı kinematik) bu hatayı düzeltir. Konumu çok iyi bilinen sabit bir referans istasyonu, uydu sinyallerindeki hatayı hesaplar ve bu düzeltmeyi telsiz ya da mobil internet üzerinden traktördeki alıcıya gönderir. AB Uzay Programı Ajansı EUSPA'nın 2025 raporuna göre RTK tabanlı otomatik dümenleme 2,5 cm'ye kadar tekrarlanabilir doğruluk sağlar. Aynı rapor, Galileo'nun 2023'te



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



başlattığı ücretsiz Yüksek Doğruluk Servisi'nin (HAS) normal koşullarda 20 cm'nin altında doğruluk
verdiğini belirtir.



Her üreticinin kendi referans istasyonunu kurması gerekmez. Türkiye'de Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Harita Genel Müdürlüğü'nün işlettiği **TUSAGA-Aktif** ağında Türkiye ve KKTC genelinde 194 sabit GNSS istasyonu vardır ve ağ santimetre doğruluğunda gerçek zamanlı konum bilgisi sunar. Yunanistan'da benzer hizmeti Yunan Kadastro'sunun (Ktimatologio) işlettiği **HEPOS** ağı verir: 98 kalıcı referans istasyonu dört uydu sistemini destekler ve ağ Şubat 2008'den beri hizmettedir.

Makineyi yönlendirmek: otomatik dümenleme ve seksiyon kontrolü

Otomatik dümenleme sistemi GNSS alıcısı, kabin terminali, denetleyici ve direksiyonu çeviren bir tahrik ünitesinden oluşur. Sürücü dönüşleri izler, tarla içindeki geçişlerde direksiyonu sistem tutar. EUSPA raporu bu sistemlerin fiyatını 10.000-40.000 € aralığında verir. Elle sürüşte her geçiş bir öncekinin üstüne biraz biner (bindirme) ya da arada boşluk kalır. Bindirilen şeritte tohum, gübre ve



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



ilaç iki kez atılır; boşlukta ise hiç atılmaz. Otomatik dümenleme bu kayıpları azaltır, gece ve düşük görüşte çalışmayı mümkün kılar ve sürücünün uygulamayı izlemeye odaklanmasını sağlar.

Seksiyon kontrolü ise pülverizatör çubuğunun ya da mibzerin bölümlerini, daha önce uygulama yapılmış alanın ve tarla başının üzerinden geçerken otomatik kapatır. Düzensiz şekilli tarlalarda ve tarla başlarında çift uygulamayı önler.

Dozu değiştirmek: değişken oranlı uygulama

Değişken oranlı uygulama (VRA), gübre, tohum, kireç ya da ilaç dozunu tarlanın içinde bölgeden bölgeye değiştirir. İki temel yolu vardır:

Harita tabanlı

Önceden hazırlanan bir reçete haritası (toprak analizi, verim ya da uydu haritasından) terminale yüklenir. Makine konumunu GNSS ile bilir ve haritadaki dozu uygular.

Sensör tabanlı

Makinenin üzerindeki sensör bitkiyi ya da toprağı geçiş sırasında ölçer ve doz anında ayarlanır. Önceden harita gerekmez.

Çevrimiçi etkinlik

Teknoloji ve işlevi

Her teknolojiyi tarladaki işleviyle eşleştirin.

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

Ölçmek: sensörler

- Toprak nem sensörleri:** kök bölgesindeki suyu hacimce yüzde olarak ya da toprağın suyu tutma gerilimi olarak ölçer. Sulama zamanlamasının temel aracıdır.
- Hava istasyonu:** sıcaklık, nem, rüzgâr, güneş ışınlı ve yağışı ölçer. Buharlaştırma isteğinin (ETO) ve hastalık risk modellerinin girdisidir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- **Bitki sensörleri:** yaprağın yansıttığı ışığı ölçerek bitki gücünü ve azot durumunu tahmin eder; sensör tabanlı değişken oranlı gübrelemede kullanılır.
- **Verim monitörü:** biçerdöverde ya da pamuk hasat makinesinde ürün akışını ölçer; GNSS ile birleşince verim haritası çıkar.

Sensörlerin çoğu artık veriyi kablosuz olarak buluta gönderir. Bu yapıya nesnelerin interneti (IoT) denir. Ölçümün değeri, cihazın doğru yere konmasına bağlıdır: ağaç gölgesindeki bir hava istasyonu ya da damla hattından uzağa gömülmüş bir nem sensörü düzgün çalışsa bile yanıltıcı veri üretir.

Çevrimiçi etkinlik

Doğru cihaz, doğru yer

Bir işletmeye hassas tarım cihazları kuruyorsunuz. Her cihazı çalışması gereken yere bırakın.

Beş cihazı sahnedeki doğru bölgelere yerleştirin.

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

Yukarıdan bakmak: uydu ve drone

Avrupa'nın Copernicus programına ait **Sentinel-2** uyduları 13 spektral bantta görüntü alır. Bunların dördü, yani mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi bantlar, 10 metre çözünürlüktedir. İki uydu birlikte aynı yeri beş günde bir görüntüler ve veriler ücretsizdir. Kırmızı ve yakın kızılötesi bantlar bitki gücünü gösteren NDVI indeksinin hesaplanmasını sağlar (bir sonraki derste). On metrelik bir piksel, bir dekarın onda birine karşılık gelir: tarla içindeki büyük farkları gösterir ama tek tek ağaçları ayırt edemez. Bulutlu günlerde de görüntü alınamaz.

Drone ise alçaktan uçtuğu için santimetre düzeyinde ayrıntı verir, bulutun altında çalışır ve istenen gün uçuşulabilir. Buna karşılık her uçuş emek ve maliyet ister, geniş alanlarda uydu kadar pratik değildir. Drone uçuşları Türkiye'de ve Yunanistan'da havacılık otoritelerinin kayıt ve izin kurallarına tabidir; bu konuyu Modül 4'te ayrıntılı işleyeceğiz.

Teknolojiler birlikte çalışır

Bu teknolojilerin hiçbiri tek başına yeterli değildir. Uydu geniş alanda farkı gösterir, drone o farkı yakından görüntüler, sensör anlık ölçüm yapar, GNSS her ölçüme ve her makine geçişine konum ekler,



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



terminal ise kararı uygulamaya dönüştürür. Bir işletme için doğru soru "hangi cihazı almalıyım?" değil, "hangi kararı iyileştirmek istiyorum ve bunun için hangi veriye ihtiyacım var?" sorusudur. Sulama kararı için nem sensörü ve hava verisi, gübreleme kararı için toprak analizi ve konumlu örnekleme, ilaçlama kararı için gözlem, hava tahmini ve seksiyon kontrolü öne çıkar.



Kozan'dan örnek

Kozan'daki bir üretici kendi referans istasyonunu kurmadan, TUSAGA-Aktif aboneliğiyle RTK düzeltmesi alabilir. Portakal bahçesinde ise teknoloji seçimi ölçeğe göre yapılır: 10 metrelik bir Sentinel-2 pikseli birkaç ağacı birden kapsadığı için uydu görüntüsü bahçedeki büyük farkları gösterir. Tek bir ağaçtaki sorunu drone görüntüsü, damla hattındaki nem sensörü ya da yerinde gözlem yakalar.



Larissa'dan örnek

Larissa ovasındaki pamuk, buğday ve mısır tarlalarında RTK'lı otomatik dümenleme için gereken düzeltme HEPOS ağından alınabilir. Ekimden hasada kadar makinelerin hep aynı izlerden geçtiği kontrollü trafik uygulaması, santimetre doğruluğunda yönlendirme sayesinde mümkün olur ve tarlanın geri kalanında toprak sıkışmasını sınırlar.

Özetle

- GNSS tek başına metre, RTK düzeltmesiyle santimetre düzeyinde konum verir; Türkiye'de TUSAGA-Aktif, Yunanistan'da HEPOS ağı bu düzeltmeyi sağlar.
- Otomatik dümenleme bindirme ve boşlukları, seksiyon kontrolü çift uygulamayı azaltır.
- Değişken oranlı uygulama harita tabanlı ya da sensör tabanlı olabilir.
- Sensörler ve görüntüler veriyi üretir; değerli olması için doğru yere konmaları ve konumla kaydedilmeleri gerekir.

1. GPS.gov, ABD Hükümeti. **GPS Accuracy.**
2. EUSPA (2025). **Report on Agriculture and Forestry User Needs and Requirements.**
3. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Genel Müdürlüğü. **TUSAGA-Aktif.**



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



4. Hellenic Cadastre. **About HEPOS** (arşiv kopyası, 10.03.2026).

5. Copernicus, ESA. **Sentinel-2 Mission**.





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 3

Veri analizi ve karar destek sistemleri

17 dk

Sensörler, uydular ve makineler her gün çok miktarda veri üretir. Ama veri tek başına karar değildir. AB'nin EIP-AGRI hassas tarım odak grubu 2015'te bunu açıkça yazmıştı: sensörlerden gelen veri bol, fakat bu veriyi günlük işletme yönetimi için kullanılabilir bilgiye çeviren karar destek sistemleri hâlâ yetersiz. Bu derste veriyi karara dönüştüren zinciri, en sık kullanılan bitki indeksi olan NDVI'yi ve karar destek sistemlerinin nasıl çalıştığını öğreneceksiniz. Sonra bir bahçenin veri panosunu okuyup yorum yapacaksınız.

BU DERSTE

- ✓ Hassas tarımda toplanan veri türlerini ve kaynaklarını sınıflandıracaksınız.
- ✓ Veriden karara uzanan adımları açıklayacaksınız.
- ✓ NDVI'nın ne ölçtüğünü, sınırlarını ve yerinde doğrulamanın önemini öğreneceksiniz.
- ✓ Bir veri panosunu okuyarak sulama ve kontrol kararı vereceksiniz.
- ✓ Çiftçinin veri üzerindeki haklarını tanıyacaksınız.

Hangi veriler toplanır?

VERİ GRUBU	ÖRNEKLER	KAYNAK	SIKLIK
Toprak	Tekstür, pH, organik madde, besin, nem, tuzluluk	Toprak analizi, nem sensörü	Yıllık ya da sürekli
Bitki	Gelişme dönemi, bitki gücü, stres, hastalık	Uydu, drone, bitki sensörü, gözlem	Haftalık ya da günlük
Çevre	Sıcaklık, nem, rüzgâr, yağış, buharlaşma isteği	Hava istasyonu, meteoroloji servisi	Saatlik



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



VERİ GRUBU	ÖRNEKLER	KAYNAK	SIKLIK
İşletme kaydı	Gübre, ilaç, sulama miktarı, işçilik, verim	Terminal, verim monitörü, kayıt defteri	Her işlemde

İşletme kayıtları çoğu zaman unutulur ama en değerli verilerdendir. Hangi parsele ne zaman ne kadar gübre ve su verildiği bilinmeden, bir sonraki sezon neyin işe yaradığını anlamak mümkün değildir.

Veriden karara

1

Topla

Sensör, görüntü ve kayıtlar konum ve zaman bilgisiyle toplanır.

2

Temizle

Hatalı ölçümler ayıklanır: bozuk sensör, bulutlu görüntü, tarla kenarında dönen biçerdöverin verim okuması gibi.

3

Birleştir

Farklı kaynaklar aynı haritada ve aynı takvimde üst üste konur.

4

Yorumla

Eşiklerle, modellerle ve karşılaştırmalarla anlam çıkarılır: "Bu bölge üç yıldır düşük verimli", "Nem eşiğinin altına indi".

5

Öner ve karar ver

Sistem bir öneri sunar; kararı üretici ya da danışman verir.

6

Uygula ve ölç

Uygulanan işlem kaydedilir, sonucu bir sonraki turun verisi olur.



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



Veri kalitesi için üç alışkanlık Sensörleri kurulumdan sonra ve her sezon başında elle yapılan bir ölçümle karşılaştırın. Cihazın pilini, anteni ve veri iletimini düzenli kontrol edin; eksik günleri not edin. Aynı tarlanın verilerini her yıl aynı parsel adı ve aynı birimlerle kaydedin; yıllar sonra karşılaştırma ancak böyle mümkün olur.

NDVI: bitki gücünü uzaydan görmek

Sağlıklı yaprağın klorofili görünür ışığı (0,4-0,7 mikrometre) fotosentez için güçlü biçimde soğurur. Yaprağın hücre yapısı ise yakın kızılötesi ışığı (0,7-1,1 mikrometre) güçlü biçimde yansıtır. **NDVI** (Normalize Fark Bitki İndeksi) bu farkı tek bir sayıya çevirir:

$$\text{NDVI} = (\text{Yakın kızılötesi} - \text{Kırmızı}) / (\text{Yakın kızılötesi} + \text{Kırmızı})$$

NASA'nın açıklamasına göre NDVI -1 ile +1 arasında değişir. 0,1 ve altındaki değerler kaya, kum ya da kar gibi çıplak yüzeylere; 0,2-0,3 arası çalı ve çayıra karşılık gelir. Sıfır bitki yok demektir; +1'e yakın değerler (0,8-0,9) ise en yoğun yeşil yaprak örtüsünü gösterir. Tarlada NDVI'nın mutlak değerinden çok, aynı tarla içindeki farklara ve zaman içindeki değişime bakılır.

NDVI nedeni söylemez Düşük NDVI su eksikliği, besin eksikliği, hastalık, zararlı, toprak sıkışması, su birikmesi ya da geç çimlenme anlamına gelebilir. Bulut gölgesi ve seyrek bitki örtüsünde toprağın kendisi de değeri etkiler. Çok yoğun bitki örtüsünde ise NDVI doygunluğa ulaşır ve farkları göstermez. Harita size **nereye bakacağınızı** söyler; **neden** sorusunun cevabı tarlada, yerinde kontrolle bulunur.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

NDVI haritasında stres alanları

Bir buğday tarlasının mayıs başı NDVI haritası (örnek). Koyu yeşil yüksek, kahverengi düşük bitki gücünü gösterir.

Yerinde kontrol edilmesi gereken 3 stres alanını işaretleyin.

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

Karar destek sistemleri

Karar destek sistemi (KDS), veriyi modeller ve kurallarla işleyerek kullanıcıya somut bir öneri sunan yazılımdır. Öneri sistemin kararı değildir; üretici öneriyi kendi gözlemi ve deneyimiyle tartar. Birkaç örnek:

Sulama planlaması

Hava verisinden buharlaşma isteğini, toprak ve bitki bilgisinden su tüketimini hesaplar; ne zaman ve kaç milimetre sulanacağını önerir. Bitki katsayısı, toprak su tutma kapasitesi ve sensör okumaları hesabın diğer girdileridir.

Besin yönetimi

AB'de üye ülkeler, tarımsal danışmanlık hizmetleri çerçevesinde en geç 2024'ten itibaren FaST adlı bir besin yönetimi aracını çiftçilere sunmakla yükümlüdür. Araç çiftçinin verisiyle besin yönetim planı ve gübreleme önerisi hazırlar.

Hastalık ve zararlı riski

Sıcaklık, yaprak ıslaklığı ve nem verisiyle hastalık ya da zararlı çıkış riskini hesaplar; ilaçlamayı takvime göre değil riske göre zamanlamaya yardım eder.

Bir veri panosunu okumak

Karar destek sistemlerinin çoğu verileri bir pano üzerinde gösterir. Panoyu okurken üç soruyu sorun: Değer eşiğin neresinde? Değişim hızı ne? Farklı ölçümler birbirini doğruluyor mu? Aşağıdaki panoda Kozan'da damla sulanan bir portakal bahçesinin iki derinlikteki toprak nemi ile günlük referans



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



evapotranspirasyonu (ETO), yani havanın buharlaşma isteği, yer alıyor. Eşik değerinin nasıl hesaplandığını su yönetimi dersinde ayrıntılı göreceksiniz.

Çevrimiçi etkinlik

Bahçe panosunu okuyun

Kozan'da damla sulanan bir portakal bahçesinin 1-14 Temmuz verileri (örnek veri). Bu toprak için sulama eşiği 30 cm'de hacimce %29.

Grafiği inceleyin ve soruları yanıtlayın.

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

Veri kimindir?

Traktör terminalleri, sensör ağları ve uygulamalar işletmenin verisini üretici firmaların sunucularına taşır. Tarım sektörünün Avrupa'daki temsilcileri 2018'de bu konuda bir davranış kuralları metni imzaladı. Metne göre çiftçi, tarımsal verinin toplanması, işlenmesi ve yönetilmesinin merkezinde kalır. Verinin kullanımı ancak verinin kaynağının sözleşmeyle verdiği açık ve bilgilendirilmiş izinle mümkündür. Verinin kaynağı, verisini başka bir kullanıcıya aktarma hakkına da sahiptir. Bir cihaz ya da uygulama satın alırken sözleşmede verinin kime ait olduğunu, kimlerle paylaşılacağını ve hizmet bitince verinin nasıl geri alınacağını sorun.



Kozan'dan örnek

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ücretsiz Tarımsal Hava Tahmini sayfası, ilçe ölçeğinde beş günlük tahminle birlikte zirai don riski, toplam buharlaşma, ilaçlamaya uygunluk ve uygun ekim zamanı bilgisi verir. Kozan'daki bir narenciye üreticisi bu tahmini bahçesindeki nem sensörünün okumasıyla birlikte kullanırsa basit ama etkili bir karar destek sistemi kurmuş olur: buharlaşma tahmini sulamanın ne zaman gerekeceğini, ilaçlama uygunluğu ise rüzgârlı ya da yağışlı günlerden kaçınmayı gösterir.



Larissa'dan örnek



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



AB kuralları gereği Yunanistan da tarımsal danışmanlık hizmetleri çerçevesinde çiftçilere FaST türünde bir besin yönetimi aracı sunmakla yükümlüdür. Larissa'daki bir pamuk ya da buğday üreticisi için bu, toprak analizini ve parsel bilgisini girip gübreleme önerisi alabileceği bir araç demektir. Önerinin değeri, girilen verinin doğruluğuna bağlıdır: güncel toprak analizi olmadan öneri de tahmin düzeyinde kalır.

Özetle

- Toprak, bitki, çevre ve işletme kayıtları birlikte kullanıldığında anlam kazanır.
- Veriden karara zincir: topla, temizle, birleştir, yorumla, öner ve karar ver, uygula ve ölç.
- NDVI bitki gücündeki farkı gösterir, nedenini göstermez; yerinde doğrulama şarttır.
- Karar destek sistemi öneri sunar, kararı üretici verir.
- Veri üreticininindir; paylaşım açık izin ve sözleşmeyle yapılmalıdır.

1. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
2. Weier, J., Herring, D. / NASA Earth Observatory (2000). **Measuring Vegetation (NDVI and EVI).**
3. Avrupa Komisyonu, DG AGRI. **Nutrients: Farm Sustainability Tool for nutrients (FaST).**
4. Copa-Cogeca, CEMA ve diğerleri (2018). **EU Code of conduct on agricultural data sharing by contractual agreement.**
5. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. **Tarımsal Hava Tahmini.**



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



Ders 4

Sürdürülebilir tarım: kavram ve amaçlar

18 dk

Toprak, su ve biyolojik çeşitlilik kendini yenileyebilir, ama bu kapasitenin bir sınırı vardır. Bir tarla yıllarca aşırı işlenir, aşırı gübrelenir ya da aşırı sulanırsa verimi önce yavaşça, sonra hızla düşer. Tarım gıda zincirinin ilk halkası olduğu için, sürdürülebilir üretim anlayışının en çok sınıandığı yer de tarladır. Bu derste sürdürülebilir tarımın ne anlama geldiğini, neden bugün daha acil olduğunu ve hassas tarımın bu hedeflere nasıl hizmet ettiğini ele alıyoruz.

BU DERSTE

- ✓ Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir tarım kavramlarını tanımlayacaksınız.
- ✓ Sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını örneklerle ayırt edeceksiniz.
- ✓ Toprak ve iklimle ilgili temel küresel verileri yorumlayacaksınız.
- ✓ AB ve Türkiye'deki politika hedeflerini ve hassas tarımla bağlantısını öğreneceksiniz.

Sürdürülebilirlik ne demek?

Sürdürülebilirlik en genel anlamıyla bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanağını tüketmeden karşılamaktır. FAO bu ilkeyi tarıma şöyle uygular: sürdürülebilir olmak için tarım, bugünün ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılarken **kârlılığı, çevre sağlığını ve sosyal ve ekonomik hakkaniyeti** birlikte gözetmelidir. Tanımdaki üç öge, sürdürülebilirliğin üç boyutuna karşılık gelir.

FAO, gıda ve tarım sistemlerinin bugün artan gıda talebi, açlık ve yetersiz beslenme, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, doğal kaynakların aşırı kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı ve gıda kaybı ve israfıyla eşi görülmemiş biçimde zorlandığını vurgular.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Üç boyut ve yönetim

Çevresel boyut

Toprağı, suyu, havayı ve biyolojik çeşitliliği korumak; kirliliği ve sera gazı salımını azaltmak.

Ekonomik boyut

İşletmenin kâr etmesi, girdi maliyetlerinin kontrolü, kötü yıllara dayanabilecek bir gelir yapısı.

Sosyal boyut

Çiftçinin ve çalışanların sağlığı ve güvenliği, kırsalda istihdam, gıda güvencesi, bilgiye ve fırsata eşit erişim.

FAO bu boyutları beş ilkeyle somutlaştırır:

1. Gıda sistemlerinde verimliliği, istihdamı ve katma değeri artırmak.
2. Doğal kaynakları korumak ve iyileştirmek.
3. Geçim kaynaklarını iyileştirmek ve kapsayıcı ekonomik büyümeyi desteklemek.
4. İnsanların, toplulukların ve ekosistemlerin dayanıklılığını artırmak.
5. Yönetimi yeni sorunlara uyarlamak.

Beşinci ilke önemlidir: kararların şeffaf alınması, sorumlulukların belli olması ve kuralların uygulanması olmadan diğer boyutlar da kalıcı olmaz.

Boyutlar birbirini besler. Damla sulama suyu korur (çevresel), pompanın enerji faturasını düşürür (ekonomik) ve kurak bir yılda işletmenin ayakta kalmasını sağlar (sosyal). Bazen de çatışmalar: kısa vadede en kârlı görünen uygulama toprağı yorabilir. Sürdürülebilirlik bu dengeyi kurma işidir.

Çevrimiçi etkinlik

Sürdürülebilirliğin üç boyutu

Bir uygulama çoğu zaman birden fazla boyuta katkı yapar. Burada her uygulamayı en doğrudan katkı yaptığı boyuta yerleştirin.

Uygulamaları çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlara ayırın.

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



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Neden şimdi daha acil?

%95

Dünya gıda üretiminin toprağa
bağlı payı (FAO)

1/3

Şimdiden bozulmuş toprakların
payı (FAO)

%10

Toprak erozyonunun 2050'ye
kadar yol açabileceği ürün
kaybı (FAO)

%74

Türkiye'de tatlı suyun tarımda kullanılan payı (Yeşil Mutabakat Eylem Planı)

FAO'ya göre dünya gıda üretiminin %95'i toprağa bağlıdır ve toprakların üçte biri şimdiden bozulmuş durumdadır. Uzmanlar, toprak erozyonunun 2050'ye kadar ürün üretiminde %10'luk bir kayba yol açabileceğini tahmin ediyor. Toprak bir kez kaybedilirse yerine gelmesi çok uzun sürer; bu yüzden toprağı korumak, gelecekteki üretimi korumak demektir.

Su tarafında tablo benzerdir. Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı, ülkedeki tatlı su kaynaklarının büyük bölümünün (%74) tarımsal amaçla kullanıldığını belirtir. Yani tarımda su verimliliği, ülkenin su güvenliği için de belirleyicidir. Yunanistan'ın Teselya ovasındaki benzer su baskısını su yönetimi dersinde ayrıntılı göreceksiniz.

Politika çerçevesi

Avrupa Birliği

AB'nin Yeşil Mutabakat kapsamındaki **Tarladan Sofraya** stratejisi (2020), 2030 için şu hedefleri koyar:

- Kimyasal pestisitlerin kullanımını ve riskini %50 azaltmak.
- Toprak verimliliğini düşürmeden besin kayıplarını en az %50, gübre kullanımını en az %20 azaltmak.
- Tarım arazisinin en az %25'inde organik tarım yapmak.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



AB'nin Ortak Tarım Politikası (OTP) da bu hedefleri çiftçiye yapılan ödemelere bağlar; bunun Yunanistan'daki karşılığını aşağıdaki bölge örneğinde göreceksiniz.

Türkiye

Ticaret Bakanlığı koordinasyonunda 2021'de hazırlanan **Yeşil Mutabakat Eylem Planı**nda "Sürdürülebilir Tarım" başlığı yer alır. Planda, AB'nin hedefleri gözetilerek pestisit ve kimyasal gübre kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar yürütüleceği belirtilir; sorumlu kurum Tarım ve Orman Bakanlığı'dır. Plan, ticaretinin yarısına yakını AB ile yapan Türkiye için bu uyumu uluslararası rekabetçiliği korumanın da bir koşulu olarak görür. Bu, AB'ye ürün satan Kozan'daki üreticiyi de doğrudan ilgilendirir.

Çevrimiçi etkinlik

Sürdürülebilirlik kavram kartları

Kartlara dokunarak arka yüzlerini okuyun. Hepsini çevirince etkinlik tamamlanır.

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

Hassas tarımın sürdürülebilirliğe katkısı

HEDEF	HASSAS TARIM ARACI	NASIL KATKI YAPAR?
Besin kaybını azaltmak	Toprak analizi, değişken oranlı gübreleme, fertigasyon	Gübre yalnız ihtiyaç olan yere ve zamana verilir.
Pestisit kullanımını ve riskini azaltmak	Seksiyon kontrolü, hedefli ilaçlama, hastalık risk modelleri	Çift uygulama ve gereksiz ilaçlama önlenir.
Suyu korumak	Nem sensörü, ETO tabanlı sulama planlaması	Su, bitkinin ihtiyacı kadar ve doğru günde verilir.
Kârlılığı korumak	Kayıt, maliyet takibi, ortak ekipman	Hangi uygulamanın para kazandırdığı ölçülür.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Hassas tarım sürdürülebilirliğin kendisi değil, ona ulaşmanın araçlarından biridir. Girdiyi ihtiyaç kadar ve ihtiyaç duyulan yere vermek, Tarladan Sofraya'nın besin kaybı ve pestisit hedeflerine doğrudan hizmet eder. Kayıt tutmak ve ölçmek, bir uygulamanın gerçekten işe yarayıp yaramadığını kanıtlamayı sağlar. Ama teknoloji tek başına yetmez: fazla suyla çalışan bir damla sistem ya da yanlış reçeteyle çalışan bir değişken oranlı dağıtıcı, yanlış kararı yalnızca daha hassas uygular.



Larissa'dan örnek

OTP'nin 2023-2027 döneminde doğrudan ödemelerin %25'i **eko-programlara** ayrılmıştır. Eko-programlar her AB ülkesinin planında zorunlu, çiftçiler için ise gönüllüdür; bu nedenle Yunanistan'ın planında da yer alır. Avrupa Komisyonu, bu programlarla desteklenebilecek uygulamalar arasında organik tarım, agroekolojik uygulamalar, karbon tarımı ve **hassas tarımı** sayar. Yani Larissa'daki bir üretici için sürdürülebilir uygulama yalnız çevreye değil, uygun bir eko-programa katılırsa gelirine de katkı sağlayabilir.



Kozan'dan örnek

Kozan Ticaret Odası bu proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle bir ihtiyaç anketi yaptı ve katılımcılara AB Yeşil Mutabakatı'nın dört hedefini sordu. En güçlü destek sürdürülebilir su kullanımına verildi: 77 katılımcı bu hedefe katıldığını ya da kesinlikle katıldığını söyledi. Bu sayı organik tarımın artırılmasında 73, karbon emisyonlarının azaltılmasında 67, pestisit kullanımının azaltılmasında 55 oldu. Uyum sürecindeki zorluklar arasında en çok bilgi eksikliği (66 katılımcı), pazar belirsizliği (65) ve finansman eksikliği (63) kabul gördü. Yani hedefler geniş destek görüyor; uyumun önündeki engeller daha çok bilgi, pazar ve finansmanla ilgili.

Tasarruf nereye gidiyor? Hassas sulamayla tasarruf edilen su, işletmede sulanan alanı genişletmek için kullanılırsa havzadaki toplam su tüketimi azalmayabilir; hatta artabilir. Aynı şekilde gübreden sağlanan tasarruf, daha fazla girdi isteyen bir ürüne geçişle geri dönebilir. Bu yüzden sürdürülebilirlik yalnız dekar başına



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



tüketimle değil, işletmenin ve havzanın toplam tüketimiyle de
izlenmelidir. Hassas tarımın kaydettiği veriler bu izlemeyi
mümkün kılar.

Özetle

- Sürdürülebilir tarım kârlılığı, çevre sağlığını ve sosyal hakkaniyeti birlikte gözetir; FAO'nun beş ilkesi bu dengeyi somutlaştırır.
- Toprak bozulması, su kıtlılığı ve iklim değişikliği sürdürülebilirliği bugün daha acil hâle getiriyor.
- AB'nin 2030 hedefleri pestisitte %50, besin kaybında %50, gübrede %20 azaltmadır; Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı da aynı yönü izler.
- Hassas tarım bu hedeflere ulaşmanın güçlü bir aracıdır, ama doğru kararın yerini tutmaz.

1. FAO. **Sustainable Food and Agriculture.**
2. FAO (2022). **Agricultural soils under threat** (haber bülteni).
3. Avrupa Birliği, EUR-Lex (2020). **Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (özet).**
4. Avrupa Komisyonu, DG AGRI. **Eco-schemes.**
5. T.C. Ticaret Bakanlığı (2021). **Yeşil Mutabakat Eylem Planı.**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Tablo 3 ve 4.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 5

Geleneksel ve hassas tarım: maliyet ve fayda

21 dk

Geleneksel tarımda tarla tek bir birim gibi yönetilir: bütün tarlaya aynı tohum, aynı gübre dozu, aynı sulama. Hassas tarımda ise tarla bölgelere ayrılır ve her bölge kendi ihtiyacına göre yönetilir. Hangisinin daha iyi olduğu sorusunun tek bir cevabı yoktur. Cevap tarlanın ne kadar farklılık gösterdiğine, işletmenin büyüklüğüne, girdi fiyatlarına ve toplanan verinin gerçekten karara dönüşüp dönüşmediğine bağlıdır. Bu derste iki yaklaşımı karşılaştırıyor, yatırımın hangi koşullarda kendini ödediğini bir hesaplayıcıyla deniyorsunuz.

BU DERSTE

- ✓ Geleneksel ve hassas tarımı girdi, verim, çevre ve maliyet açısından karşılaştıracaksınız.
- ✓ Hassas tarımın ekonomik etkisi hakkında araştırmaların ne söylediğini öğreneceksiniz.
- ✓ Bir maliyet-fayda hesabıyla geri ödeme süresini etkileyen etkenleri deneyeceksiniz.
- ✓ Küçük işletmeler için ortak kullanım ve hizmet alımı seçeneklerini değerlendireceksiniz.

İki yaklaşım, iki farklı soru

Geleneksel yaklaşımın sorusu şudur: "Bu tarlaya ortalama ne kadar gübre gerekir?" Hassas tarımın sorusu ise şudur: "Bu tarlanın hangi bölümüne ne kadar gübre gerekir?" İlk soru deneyime ve gözleme dayanır, uygulaması basittir ve ek yatırım istemez. Ancak tarla içinde verimli ve verimsiz bölgeler varsa ortalama doz bir yerde fazla, başka bir yerde eksik kalır. Fazlası boşa harcanır ve çevreye karışır; eksikliği ise verimi düşürür.

ÖLÇÜT	GELENEKSEL TARIM	HASSAS TARIM
Karar birimi	Bütün tarla	Tarla içindeki bölge, sıra ya da ağaç
Girdi kullanımı	Aynı doz her yere	Doz ölçüme ve haritaya göre değişir



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



ÖLÇÜT	GELENEKSEL TARIM	HASSAS TARIM
Karar dayanağı	Deneyim, gözlem, alışkanlık	Deneyim ile birlikte ölçüm, harita ve kayıt
Makine kullanımı	Elle sürüş, bindirme ve boşluklar olur	GNSS ile yönlendirme, bindirme azalır
Çevresel etki	Fazla girdi suya ve havaya karışabilir	Girdi ihtiyaç kadar kullanıldığı için risk azalır
Başlangıç maliyeti	Düşük	Ekipman, abonelik ve eğitim gerektirir
Bilgi ihtiyacı	Yerel deneyim yeterli	Veriyi okuma ve yorumlama becerisi gerekir

Hassas tarım deneyimi dışlamaz Harita size bir farklılık gösterir, ama nedenini çoğu zaman tarlayı yıllardır tanıyan üretici bilir: "Orası eskiden su basardı", "O köşe eski bir harmandı" gibi. En iyi sonuç, ölçüm ile yerel bilginin birlikte kullanıldığı durumda alınır.

Hassas tarımın maliyeti

Hassas tarımın maliyeti yalnız cihaz fiyatından oluşmaz. Tipik kalemler şunlardır:

- **Ekipman:** GNSS alıcısı, kabin terminali, otomatik dümenleme kiti, seksiyon kontrolü, sensörler.
- **Yıllık giderler:** RTK düzeltme aboneliği, yazılım lisansı, sensörlerin veri hattı, bakım ve kalibrasyon.
- **Emek ve bilgi:** kurulum, eğitim, verinin düzenli okunması, toprak analizleri.

Avrupa Parlamentosu için hazırlanan bir JRC çalışmasına göre (2014 fiyatlarıyla) basit bir ışık çubuğu yönlendirme sistemi yaklaşık 10.000 €, RTK tabanlı otomatik dümenleme sistemi ise yaklaşık 40.000 € tutuyordu. Aynı çalışmaya göre yatırımın kendini ödeyebilmesi için ışık çubuğunda en az 100-130 hektar, otomatik dümenlemede 300-450 hektar alan gerekiyordu. Fiyatlar o günden bu yana değişti ve yatırım kararından önce güncel teklif almak gerekir; ancak temel ilke aynı kaldı: **yatırım, üzerinde çalıştığı alan büyüdükçe kendini daha hızlı öder.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Araştırmalar ne diyor?

Hassas tarımın faydaları gerçektir, ama büyüklükleri tarladan tarlaya ve ülkeden ülkeye değişir. Birkaç örnek:

%5-13

Elle sürüşte bindirme payı;
otomatik dümenlemeyle bu
pay büyük ölçüde ortadan
kalkar (Cornell, 2017)

%13

Sensörlü, alana özgü
ilaçlamayla insektisit
kullanımındaki ortalama
azalma (JRC, 2014)

10-25 €/ha

Almanya'da değişken oranlı
azot uygulamasının sağladığı
tasarruf (JRC, 2014)

%25

Güney İspanya'da uzaktan algılamayla desteklenen kısıntılı sulamada, verim korunarak sağlanan su
tasarrufu (JRC, 2014)

Aynı JRC çalışması, Danimarka'daki araştırmalarda değişken oranlı azot uygulamasının kayda değer bir ekonomik fayda sağlamadığını da not eder. Yani sonuç her yerde aynı değildir. Bu yüzden bir yatırımın getirisi, başka bir ülkedeki sonuçtan değil, kendi tarlanızdaki farklılıktan ve kendi girdi giderlerinizden hesaplanmalıdır.

Ölçülen fayda nereden gelir?

Yukarıdaki örneklerde kazançların çoğu bindirmenin azalmasından, gereksiz ilaçlamanın önlenmesinden ve suyun ihtiyaca göre verilmesinden geliyor. Verim artışı ise tarlaya, yıla ve bitkiye göre çok değişir. Bir yatırımı yalnız verim artışı beklentisine dayandırmayın.

Küçük işletmeler için gerçekçi yol

Türkiye'de tarımsal işletmelerin %80,7'si 100 dekardan küçüktür. İşletme başına ortalama 5,9 parça arazi vardır ve bir parça ortalama 12,9 dekardır (TÜİK, 2016 yapı araştırması). Bu ölçekte tek bir



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



işletmenin pahalı bir otomatik dümenleme sistemini tek başına alıp kısa sürede amorti etmesi zordur. AB'nin EIP-AGRI hassas tarım odak grubu da bu nedenle küçük ve orta işletmelerde ekipmanın **ortak kullanılmasını ya da hizmet olarak satın alınmasını** önerir.

Kozan'da da işletmelerin çoğu bu ölçekte. Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde katılımcıların 75'i 100 dekar ya da daha küçük arazi işliyor; 54'ünün arazisi 50 dekarı geçmiyor. Tarımsal üretimi en çok etkileyen sorun sorulduğunda en sık verilen yanıt maliyet oldu (57 katılımcı); iklim krizi 34 katılımcıyla ikinci sırada geldi.

Kooperatifle ortak ekipman

Bir otomatik dümenleme kiti ya da değişken oranlı gübre dağıtıcısı birkaç üyenin tarlasında çalışır, maliyet bölünür.

Hizmet alımı

Toprak örnekleme, drone ile görüntüleme ya da reçete haritası hazırlama bir firmadan dekar başına ücretle alınır.

Düşük maliyetli başlangıç

Toprak analizi, ücretsiz uydu görüntüleri, birkaç nem sensörü ve düzenli kayıt tutmak büyük yatırım gerektirmez.

Hesaplayıcının varsayımları

Aşağıdaki hesaplayıcı bir tarla bitkileri işletmesi için iki kalemi tahmin eder: otomatik dümenlemeyle bindirmenin azalması ve değişken oranlı gübrelemeyle gübre tasarrufu. Tutarlar, Türkiye ile Yunanistan arasında karşılaştırma kolay olsun diye avro (€) cinsindendir. Varsayımlar şunlardır:

- **Bindirme payı:** Cornell Üniversitesi yayım çalışmasında elle sürüşte bindirme %5-13 arasında alınmış, otomatik dümenlemede sıfır kabul edilmiştir. Biz temkinli davranıp otomatik dümenlemede %1'lik bir bindirme bıraktık. Bindirme payı kadar girdi (tohum, gübre, ilaç, yakıt) boşa harcanmaz.
- **Gübre tasarrufu:** JRC çalışmasında değişken oranlı uygulama azot kullanım etkinliğini %10-15 artırmıştır. Varsayılan değer %10'dur; tarla içi farklılık azsa bu oran düşer.
- **Yatırım:** JRC'nin 10.000-40.000 € aralığı ile Cornell örneğindeki 12.000 dolarlık giriş düzeyi sistem esas alınarak varsayılan 20.000 € seçildi.
- **Yıllık gider:** RTK aboneliği ve bakım için 500 € örnek değerdir; kendi teklifinizle değiştirin.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- **Hesaba katılmayanlar:** olası verim artışı, işçilik tasarrufu, faiz ve vergi. Hesap basit geri ödeme süresini verir: yatırım bölü yıllık net kazanç.

Çevrimiçi etkinlik

Otomatik dümenleme ve değişken oranlı gübreleme: kendini ne zaman öder?

Örnek bir tarla bitkileri işletmesi (pamuk, buğday, mısır). Varsayımlar ders metninde kaynaklarıyla açıklandı; kendi rakamlarınızla değiştirin.

Girdileri değiştirin ve iki hedefe ulaşmanın yollarını arayın.

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

Hesaplayıcıyla oynarken iki yolun öne çıktığını görmüş olmalısınız: ya ekipmanın çalıştığı alan büyümeli ya da yatırım ortak kullanımla bölünmeli. Cornell örneğinde de 500 akre (yaklaşık 200 hektar) ve %10 bindirmeyle yatırım kârlı çıkarken, 250 akre ve %5 bindirmeyle yıllık sonuç eksiye düşmüştü.



Kozan'dan örnek

Kurgusal bir örnek: Kozan'da her biri yaklaşık 300 dekar buğday ve mısır eken beş komşu üretici, RTK'lı bir otomatik dümenleme kitini ve değişken oranlı gübre dağıtıcısını ortak almayı konuşuyor. Hesaplayıcıda alanı 300 dekar, ortak kullanan işletme sayısını 5 yapın: her üreticiye düşen yatırım 4.000 €'ya iner ve varsayılan değerlerle geri ödeme süresi dört yılın altına düşer. Aynı üretici kiti tek başına alsaydı bu süre on yılı aşardı. Ortak kullanımın pratik koşulları da vardır: makinenin hangi gün kimde olacağı, bakım ve sigorta, verinin kime ait olacağı önceden yazılı olarak kararlaştırılmalıdır.



Larissa'dan örnek

Avrupa Komisyonu'na göre Yunanistan'da yaklaşık 600.000 tarım işletmesi vardır ve ortalama işletme 7 hektardır (70 dekar). Yunanistan'ın OTP Stratejik Planı, dayanıklı, yeşil ve dijital bir tarımı ve yeni teknolojilerin yaygınlaşmasını hedefler. Larissa'daki orta ölçekli bir pamuk üreticisi için en gerçekçi yol, pahalı ekipmanı satın almak yerine toprak



Avrupa Birliğı tarafından finanse
edilmektedir



örnekleme, reçete haritası ya da RTK'lı ekim gibi işleri dekar başına ücretle hizmet olarak almaktır.

Çevrimiçi etkinlik

Hızlı kontrol: yatırım ne zaman kendini öder?

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözölür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

Özetle

- Geleneksel tarım tarlayı tek birim gibi, hassas tarım ise bölgelere ayırarak yönetir.
- Hassas tarımın ölçülen faydaları gerçektir ama yerden yere değişir; kazançların önemli kısmı girdi ve su tasarrufundan gelir.
- Yatırımın geri ödeme süresi alanın büyüklüğüne, tarla içi farklılığa, girdi fiyatlarına ve ortak kullanıma bağlıdır.
- Küçük işletmeler için kooperatifle ortak ekipman, hizmet alımı ve düşük maliyetli ölçüm gerçekçi başlangıçlardır.

1. Zarco-Tejada, P., Hubbard, N., Loudjani, P. / JRC, Avrupa Parlamentosu (2014). **Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers, Potential Support with the CAP 2014-2020.**
2. Haas, J., Hanchar, J. / Cornell Cooperative Extension (2017). **Benefits and Costs of Entry Level Precision Agriculture Technologies.**
3. TÜİK (2018). **Tarımsal İşletme Yapı Araştırması, 2016.**
4. Avrupa Komisyonu. **CAP Strategic Plan: Greece.**
5. EIP-AGRI (2015). **Focus Group Precision Farming: Final Report.**
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 6 ve 12.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 6

Toprak yönetimi ve değişken oranlı gübreleme

19 dk

Toprak, tarımsal üretimin sermayesidir. Doğru yönetilirse her yıl ürün verir; yanlış yönetilirse organik maddesi azalır, sıkışır, tuzlanır ya da erozyonla taşınır ve bunu geri kazanmak yıllar alır. Hassas tarımın toprağa katkısı iki yönlüdür: toprağı ölçerek her bölgenin gerçek ihtiyacını ortaya koyar ve gübreyi bu ihtiyaca göre dağıtır. Bu derste toprak analizini, ızgara örneklemesini ve değişken oranlı gübreleme haritasının nasıl hazırlandığını öğreneceksiniz. Sonra kendi reçete haritanızı boyayacaksınız.

BU DERSTE

- ✓ Toprak analizinin hangi özellikleri ölçtüğünü ve neden önemli olduğunu açıklayacaksınız.
- ✓ Izgara ve yönetim bölgesi örnekleme arasındaki farkı ayırt edeceksiniz.
- ✓ Toprak analizi değerlerinden değişken oranlı gübreleme haritası hazırlayacaksınız.
- ✓ Toprağı koruyan temel uygulamaları sıralayacaksınız.

Toprak analizi neyi söyler?

Bir toprak analizi raporu, tarlanın "kan tahlili" gibidir. Standart bir raporda şu değerler bulunur:

Bünye (tekstür)	Kum, silt ve kil oranı. Suyu tutma, havalanma ve işlenebilirliği belirler.
pH ve kireç	Toprağın asitlik ya da bazlığı. Besinlerin bitkiye yarıyışlılığını etkiler; kireçli topraklarda fosfor, demir ve çinko daha zor alınır.
Organik madde	Bitki ve hayvan kalıntılarından oluşan kısım. Toprak yapısını, su tutmayı ve toprak canlılığını destekler.
Makro ve mikro besinler	Azot, fosfor, potasyum ile demir, çinko gibi elementlerin miktarı.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Tuzluluk (EC)

Topraktaki çözünmüş tuzların miktarı. Yüksek tuz, bitkinin su almasını zorlaştırır.

Türkiye'de organik madde en zayıf halkalardan biridir. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası'nın 2003 tarihli toprak kaynakları çalışmasına göre tarım topraklarının %21,5'inde organik madde "çok az", %43,8'inde "az" düzeydedir; yani üçte ikiye yakınında organik madde %2'nin altındadır. Aynı çalışmada kullanılan sınıflara göre %0-1 çok az, %1-2 az, %2-3 orta, %3-4 iyi, %4'ün üstü yüksek kabul edilir.



Kozan'dan örnek

Aynı çalışmaya göre Adana'daki (Osmaniye dahil) tarım topraklarının %63'ü killi tın, %32'si tın bünyelidir. Toprakların %83'ü alkali tepkimelidir ve %83'ünde kireç fazladır; organik madde yarısında az ya da çok azdır. Yaklaşık 110.000 hektarda tuzluluk ya da sodiklik sorunu vardır; başlıca nedenleri yüksek ve tuzlu taban suyu ile buharlaşmadır. Kozan'da bir bahçeye gübre planı yapmadan önce pH, kireç, tuz ve organik maddeye bakmak bu yüzden özellikle önemlidir.

Tarlanın haritasını çıkarmak: ızgara ve bölge örneklemesi

Geleneksel yöntemde bütün tarladan karışık tek bir örnek alınır. Bu, tarlanın ortalamasını verir ama nerede eksik, nerede fazla olduğunu göstermez. Hassas tarımda iki yol vardır:



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Izgara örnekleme

Tarla eşit karelere bölünür, her karenin ortasından örnek alınır. Nebraska Üniversitesi'nin hassas tarım bülteni acre (yaklaşık 0,4 ha) başına bir örneği en iyi, 2-2,5 acre (yaklaşık 0,8-1 ha) başına bir örneği kabul edilebilir sınır olarak verir; daha seyrek ızgarayı önermez. Her noktada, noktanın 2,5-3 metre çevresinden 20 cm derinliğe kadar 4-5 alt örnek alınıp karıştırılır.

Yönetim bölgesi örnekleme

Tarla, verim haritaları, toprak haritası ya da uydu görüntüleriyle benzer bölgelere ayrılır; her bölgeden 10-15 alt örnek alınır. Aynı bülten genellikle 3-6 bölgenin yeterli olduğunu, verim haritaları yıllar içinde tutarlıysa bölge örneklemesinin düşünülebileceğini belirtir.

Aynı bülten, geçmişte yoğun hayvan gübresi uygulanmış, hayvan barındırılmış ya da sulama için tesviye edilmiş tarlalarda ızgara örneklemesini önerir; çünkü bu tür farklar görüntüde değil, toprakta saklıdır.

Çevrimiçi etkinlik

Izgara toprak örnekleme adım adım

Beş sahneyi sırayla inceleyin. Hepsi görüldükçe etkinlik tamamlanır.

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

Analizden reçeteye

Laboratuvar sonuçları haritaya işlendikten sonra her bölge için bir doz belirlenir. Fosfor örneğiyle bakalım. Oregon State Üniversitesi'nin toprak testi yorum rehberi, Olsen yöntemiyle ölçülen fosfor için şu sınıfları verir: 10 mg/kg'ın altı düşük, 10-25 orta, 25-50 yüksek, 50'nin üstü aşırı. Düşük bölgede bitki fosfora tepki verir ve daha yüksek doz gerekir. Yüksek bölgede ise yalnızca ürünün kaldırdığı kadar "bakım dozu" yeterlidir; fazlası hem para kaybıdır hem de erozyonla suya taşınma riskini artırır.

Bu hesap Kozan'daki üreticiler için doğrudan bir maliyet konusudur. Kozan Ticaret Odası'nın proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle yaptığı ihtiyaç anketinde katılımcılara en çok hangi



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



kaleme harcama yaptıkları soruldu: 69 katılımcı gübreyi gösterdi. Cihaz ve alet masraflarını gösteren 3, tohumu gösteren yalnız 1 katılımcı vardı. Gübreyi toprak analizine göre dağıtmak, bu yüzden katılımcıların çoğunun en çok harcama yaptığı kaleme doğrudan dokunur.

Oregon State Üniversitesi rehberi, toprak testinin anlamlı olması için üç koşul sayar: örnek doğru alınmalı, her yıl aynı dönemde alınmalı ve kayıtlar saklanmalıdır. Rehber ayrıca test sonuçlarını üç grupta okumayı önerir: "düşük" sonuçta gübre büyük olasılıkla verimi artırır, "yüksek" sonuçta büyük olasılıkla artırmaz, "orta" sonuçta ise artırabilir. Laboratuvar yöntemleri farklı olduğu için yeterlilik aralıkları yalnız o rehberde belirtilen yöntemler için geçerlidir. Bu yüzden farklı laboratuvarların sonuçlarını aynı sınıflarla karşılaştırmayın.

Sınıflar yerel olmalı Yorum sınıfları ürüne, toprağa ve laboratuvarın kullandığı yöntemle göre değişir. Aşağıdaki alıştırma yöntemi öğretmek içindir. Kendi tarlanız için laboratuvarınızın ve danışmanınızın önerdiği sınırları kullanın.

Çevrimiçi etkinlik

Fosfor reçete haritasını boyayın

Izgara örneklemeyle 96 noktada toprağın bitkiye yararlı fosforu ölçüldü (Olsen yöntemi, mg/kg). Değerler örnektir.

Her hücreyi doz sınıfıyla boyayın: 10'un altı yüksek doz, 10-25 arası orta doz, 25 ve üstü bakım dozu. Paleti seçip hücrelere dokunun ya da sürükleyin.

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

Toprağı korumak

Doğru gübreleme toprağın yalnız bir yönüdür. FAO'nun koruyucu tarım yaklaşımı üç ilkeye dayanır:

1

Toprağı en az düzeyde işlemek



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Gereksiz sürüm organik maddenin hızla ayrışmasına ve toprak yapısının bozulmasına yol açar.

2

Toprağı sürekli örtülü tutmak

Yüzeyin en az %30'u hasat artıkları ya da örtü bitkisiyle kaplı olmalıdır. Örtü, yağmurun ve rüzgârın toprağı taşımasını azaltır, nemi korur.

3

Ürün çeşitliliği ve ekim nöbeti

En az üç farklı ürünü içeren bir ekim nöbeti, hastalık ve zararlı döngüsünü kırar, farklı kök derinlikleriyle toprağı besler.

Bunlara iki uyarı eklemek gerekir. Birincisi, **ıslak toprakta ağır makineyle çalışmak** toprağı sıkıştırır; sıkışan toprakta kökler derine inemez, su sızamaz. Hassas tarımdaki kontrollü trafik uygulaması, makineleri her yıl aynı izlerden geçirerek sıkışmayı bu izlerle sınırlar. İkincisi, **anız yakmak** toprağı dönebilecek organik maddeyi yok eder. Hasat artıklarını ve budama atıklarını toprağı karıştırmak ya da kompost yapmak organik maddeyi artırmanın en ucuz yoludur.



Larissa'dan örnek

AB destekli FATIMA projesi, Pinios havzasındaki toprakların organik maddesinin genel olarak düşük (%1,8'in altında) olduğunu ve bunun hem verimi hem de toprağın dayanıklılığını etkilediğini tespit etti. Proje, gübre ve ilacın toprak farklılığı gözetilmeden her yere aynı dozda ve fazla atıldığını, yüksek kil içeriğinin de sık görülüp verimi sınırladığını belirtti. Projenin çözüm önerisi tam da bu dersin konusuydu: uydu ve sensör verisinden gübre ve su ihtiyacı haritası üretmek.

Özetle

- Toprak analizi bünye, pH, kireç, organik madde, besin ve tuzluluğu ölçer; Türkiye topraklarında organik madde genellikle düşüktür.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- İzgara örneklemesi tarlanın besin haritasını çıkarır; yaklaşık 1 hektarda bir nokta, her noktada 4-5 alt örnek, 0-20 cm.
- Reçete haritası, düşük bölgeye daha çok, yüksek bölgeye bakım dozu vererek gübreyi ihtiyaca göre dağıtır.
- Az işleme, sürekli örtü ve ekim nöbeti toprağı korur; ıslak toprakta ağır makine ve anız yakma toprağı zarar verir.

1. Ferguson, R., Hergert, G. / University of Nebraska-Lincoln Extension (2009). **Soil Sampling for Precision Agriculture (EC154)**.
2. Horneck, D. ve ark. / Oregon State University Extension (gözden geçirilmiş 2019). **Soil Test Interpretation Guide (EC 1478)**.
3. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (2003). **Türkiye'nin Toprak Kaynakları**.
4. FAO. **Conservation Agriculture**.
5. FATİMA H2020 projesi (2019). **Greece: Thessaly pilot** (arşiv kopyası).
6. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 22**.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 7

Su yönetimi ve sulama planlaması

24 dk

Kozan'daki portakal bahçeleri de, Larissa'daki pamuk tarlaları da yazın sulamaya bağlıdır: yaz aylarında yağış çok azdır, buharlaşma isteği ise en yüksek düzeydedir. Su kıt ve pahalı hâle geldikçe iki soru öne çıkar: **ne zaman** sulamalı ve **ne kadar**? Bu derste toprağın su deposunu, bitkinin su tüketiminin nasıl hesaplandığını ve sulama yöntemlerinin farkını öğreneceksiniz. Ardından bir temmuz ayını simülasyonda yönetecek, bahçenizi strese sokmadan en az suyla sezonu tamamlamaya çalışacaksınız.

BU DERSTE

- ✓ Tarla kapasitesi, solma noktası ve kolay alınabilir su kavramlarını açıklayacaksınız.
- ✓ ETO ve bitki katsayısıyla bitkinin günlük su tüketimini hesaplayacaksınız.
- ✓ Toprak nemi verisiyle sulama zamanını ve dozunu belirleyeceksiniz.
- ✓ Sulama yöntemlerini randıman ve kullanım alanlarına göre karşılaştıracaksınız.

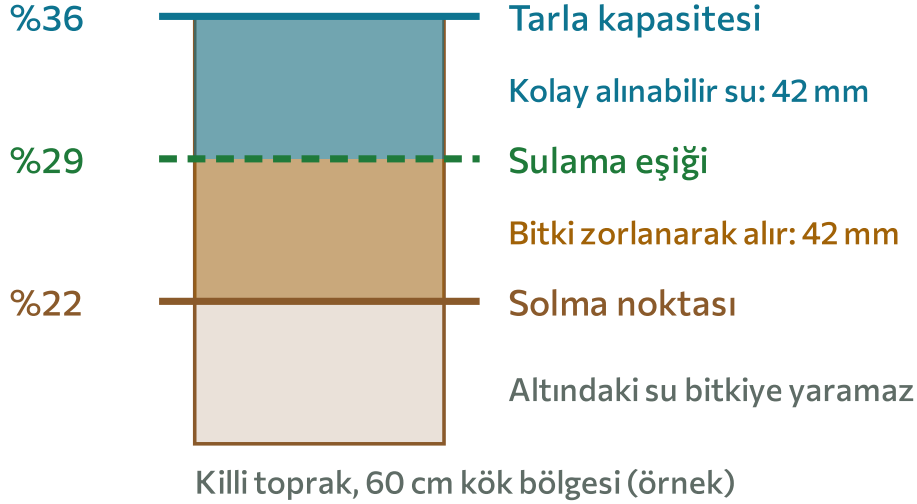
Toprağın su deposu

Toprağı bir su deposu gibi düşünebilirsiniz. Yağmur ya da sulamadan sonra fazla su aşağı süzülür; toprağın tutabildiği en yüksek nem düzeyine **tarla kapasitesi** denir. Bitki suyu kullandıkça depo boşalır. Toprağın suyu o kadar sıkı tuttuğu bir düzey gelir ki bitki artık su alamaz ve kalıcı olarak solar: buna **solma noktası** denir. İkisinin arasındaki su, bitkinin kullanabileceği **toplam sudur**.

Ancak bitki bu suyun tamamını aynı kolaylıkla alamaz. Depo yarıya indiğinde kökler zorlanmaya başlar. FAO'nun sulama rehberi (FAO-56), zorlanmadan alınabilen kısmı **kolay alınabilir su** olarak tanımlar ve her bitki için bir oran (p) verir: turuncgilde 0,50, pamukta 0,65. Sulama, nem bu sınıra inmeden yapılmalıdır.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Örnek: FAO-56'nın kil sınıfı için verdiği aralıklardan tarla kapasitesi hacimce %36, solma noktası %22 seçildi.
60 cm'lik kök bölgesinde toplam kullanılabilir su $(0,36 - 0,22) \times 600 \text{ mm} = 84 \text{ mm}$; turuncgil için $p = 0,50$ olduğundan kolay alınabilir su 42 mm ve sulama eşiği %29'dur.

FAO-56'ya göre kil sınıfındaki topraklarda tarla kapasitesi hacimce %32-40, solma noktası %20-24 arasındadır. Kumlu topraklar çok daha az su tutar; bu yüzden aynı tarlada kumlu bir bölüm killi bölümden önce kurur. Hassas sulamanın temel fikri budur: depo her yerde aynı büyüklükte değildir.

Bitki ne kadar su kullanır?

Bitkinin su tüketimi iki sayının çarpımıyla hesaplanır:

$$ET_c = K_c \times ETO$$

- ETO (referans evapotranspirasyon):** havanın buharlaşma isteğidir; sıcaklık, güneş, rüzgâr ve nemden hesaplanır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1981-2010 normal haritasına göre Adana ovasında temmuzda ETO ayda 160-170 mm, yani günde yaklaşık 5,2-5,5 mm'dir.
- Kc (bitki katsayısı):** bitkinin referans çim yüzeyine göre ne kadar su kullandığını gösterir. FAO-56'ya göre taç örtüsü %70 olan turuncgilde yaz ortası Kc 0,65-0,70, pamukta 1,15-1,20'dir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Buna göre Kozan'da temmuzda bir portakal bahçesi günde yaklaşık $0,7 \times 5,3 \approx 3,7$ mm su kullanır; bu, dekar başına yaklaşık $3,7 \text{ m}^3$ demektir. Aynı hava koşullarında çiçeklenme dönemindeki pamuk ise bunun yaklaşık 1,7 katını kullanır. FAO-56'daki katsayılar yarı nemli iklim içindir; çok kurak ve rüzgârlı yazlarda yerel düzeltme gerekebilir.

Ne zaman sulamalı?

İki yol birlikte kullanılır. Birincisi **su bütçesi**: her gün ETC kadar su depodan düşülür, depo eşiğ e inince sulanır. İkincisi **ölçüm**: toprak nem sensörü deponun gerçek durumunu gösterir ve bütçedeki hataları düzeltir. Üçüncü bir bilgi daha gerekir: bitkinin hangi dönemde suya daha duyarlı olduğu. FAO'nun sulama planlaması el kitabına göre turuncğilde çiçeklenme ve meyve tutumu, meyve büyümesinden daha duyarlıdır; pamukta ise en duyarlı dönem çiçeklenme ve koza oluşumudur. Suyun kısıtlı olduğu yıllarda su bu dönemlere saklanır; daha az duyarlı dönemlerde bilinçli olarak az su vermeye **kısıntılı sulama** denir.

Sensör nereye konmalı?

Damla sulamalı bir bahçede sensör, damlatıcının ıslattığı alanın içine ve köklerin yoğun olduğu derinliğ e yerleştirilir. İki derinlik kullanmak (örneğin 30 ve 60 cm) daha çok bilgi verir: üstteki sensör sulama zamanını, alttaki sensör suyun ne kadar derine indiğini gösterir. Alttaki sensör her sulamadan sonra ıslanıyorsa su kök bölgesinin altına kaçıyor olabilir; hiç ıslanmıyorsa derin kökler susuz kalabilir. Bahçenin farklı toprak bölgelerine birer sensör koymak, tek bir sensörün bütün bahçeyi temsil ettiğini varsaymaktan daha güvenilirdir.

Simülasyon ipuçları Her gün nemi eşikle karşılaştırın. ETO yüksekse depo daha hızlı boşalır. Damla sistemin randımanı %90'dır: 30 mm verdiğinizde yaklaşık 27 mm kök bölgesine ulaşır. Tarla kapasitesinin üstüne çıkan su aşağı sızar ve boşa gider.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Temmuzda portakal bahçesini sulayın

Kozan'da damla sulanan bir portakal bahçesi, 21 günlük temmuz dönemi. Her gün toprak nemini ve hava verisini görüp o günün sulama dozunu seçin. Amaç: bitkiyi strese sokmadan en az suyu kullanmak.

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

Sulama yöntemleri ve randıman

Suyun ne kadarının kök bölgesine ulaştığını gösteren orana **uygulama randımanı** denir. FAO'nun el kitabı ortalama değerleri şöyle verir:

%60

Yüzey sulama (karık, tava,
göllendirme)

%75

Yağmurlama

%90

Damla sulama

Kök bölgesine 27 mm net su ulaştırmak için damla sistemde $27 / 0,90 = 30$ mm, karık sulamada ise $27 / 0,60 = 45$ mm su vermek gerekir. Aynı el kitabı, bakımı kötü kanallarda suyun iletim randımanının yarı yarıya düşebileceğini de not eder. Bu yüzden filtre temizliği, damlatıcı kontrolü ve kaçak onarımı su tasarrufunun yöntem seçimi kadar önemli parçasıdır.

Hassas tarım bu yöntemlerin üzerine şunları ekler: **toprak altı damla** ile yüzey buharlaşmasını azaltmak, **fertigasyon** ile gübreyi suyla birlikte az az vermek ve pivot ya da doğrusal sistemlerde **değişken oranlı sulama** ile tarlanın kumlu ve killi bölümlerine farklı miktarda su vermek.

Çevrimiçi etkinlik

Sulama yöntemleri

Her yöntemi ya da tekniği doğru özelliğiyle eşleştirin.

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



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Kozan'dan örnek

Anadolu Ajansı'nın 24 Ağustos 2025 tarihli haberine göre kuraklık yüzünden Kozan Barajı'nın doluluğu 21 Ağustos 2025'te %10'a düştü; bir yıl önce aynı tarihte %20'ydi. Ajansın 25 Mart 2026 tarihli haberine göre baraj, kış ve ilkbahar yağışlarından sonra %60 doluluğa ulaştı. Barajdan ya da kuyudan gelen suyun kısıtlı olduğu yıllarda, sensörle ve su bütçesiyle yapılan sulama planlaması, eldeki her suyun bahçeye en doğru gün ve miktarda verilmesini sağlar.

Proje de bu konuda eğitim düzenledi: 28-29 Nisan 2026'da Kozan Ticaret Odası'nın ev sahipliğinde, Kozan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü çiftçilere akıllı sulama sistemleri eğitimi verdi. Eğitimde sensör teknolojileri, otomatik sulama sistemleri ve su tasarrufu yöntemleri anlatıldı.



Larissa'dan örnek

AB Ortak Araştırma Merkezi'nin (JRC) Pinios havzası bilgi notuna göre havzada tarım arazisinin yarısından fazlası sulanır ve sulama toplam su kullanımının %90-95'ini oluşturur. Sulanan alan 1977'de 105.000 hektardan 1994'te 242.447 hektara çıkınca, havzanın orta kesimlerinde yeraltı suyu seviyesi yerin 2-5 m altından 10-15 m ve daha derine indi. Kuyu suyuyla pamuk sulayan bir üretici için her milimetre tasarruf, hem pompa enerjisinden hem de ortak yeraltı suyu kaynağından tasarruf demektir.

Özetle

- Toprak bir su deposudur: tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki suyun yalnız bir kısmı kolay alınır; sulama bu sınıra inmeden yapılır.
- Bitkinin su tüketimi $ET_c = K_c \times ET_0$ ile hesaplanır; Kozan'da temmuzda portakal günde yaklaşık 3,5-4 mm su kullanır.
- Sulama zamanı su bütçesi, sensör ölçümü ve bitkinin duyarlı dönemleri birlikte düşünülerek belirlenir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- Damla sulamanın randımanı yaklaşık %90, yağmurlamanın %75, yüzey sulamanın %60'tır; bakım en az yöntem kadar önemlidir.

1. Allen, R. G. ve ark. / FAO (1998). **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56)**, Tablo 12, 19 ve 22.
2. Brouwer, C. ve ark. / FAO (1989). **Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling (Training Manual No. 4)**.
3. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, TARM. **Referans Toplam Buharlaşma (ETo) Normal Haritaları, 1981-2010**.
4. Anadolu Ajansı (2025). **Adana'da üç barajın doluluk oranı kuraklık nedeniyle düştü**.
5. Anadolu Ajansı (2026). **Adana'da yağışlar barajların doluluk oranını artırdı**.
6. Avrupa Komisyonu, JRC (2020). **Fact Sheet: Pinios River Basin**.
7. Kozan Ticaret Odası (2026). **Akıllı Sulama Sistemleri Eğitimi (proje faaliyeti)**.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 8

Atık yönetimi ve tarımsal kirliliğin önlenmesi

18 dk

Tarlaya verilen her gübre ve ilacın bir kısmı hedefine ulaşmaz. Bir kısmı yağmur ve sulama suyuyla yeraltı suyuna iner, bir kısmı akan suyla derelere taşınır, bir kısmı da ilaçlama sırasında rüzgârla hedef dışına sürüklenir. Buna boş ambalajlar, yağ ve yakıt atıkları ve plastikler eklenir. Tarımsal kirlilik yalnız çevrenin sorunu değildir: içme suyunu, komşu tarlaları, arıları ve sonunda üreticinin kendi sağlığını ve pazarını etkiler. Bu derste kirliliğin hangi yollardan yayıldığını, yasal sınırları ve her yolu kapatan pratik önlemleri öğreneceksiniz.

BU DERSTE

- ✓ Tarımsal kirliliğin üç ana yayılma yolunu ayırt edeceksiniz.
- ✓ Nitrat için Türkiye'deki ve AB'deki yasal sınırları öğreneceksiniz.
- ✓ İlaç sürüklenmesini azaltan koşulları ve teknikleri sıralayacaksınız.
- ✓ Boş ilaç ambalajlarının doğru yönetimini ve kayıt tutmayı uygulayacaksınız.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Kirlilik hangi yollardan yayılır?

Aşağıya: nitrat yıkınması

Bitkinin o anda
alamayacağı azot, nitrat
olarak suyla birlikte kök
bölgesinin altına iner ve
yeraltı suyuna karışır.
Fazla gübre ve fazla
sulama bir araya
geldiğinde risk en
yüksektir.

Yüzeyden: akış ve erozyon

Yağmur ya da taşkın,
yüzeydeki gübreyi,
toprağı ve toprağa bağlı
fosforu dere, kanal ve
göllere taşır. Sonuçta
suda aşırı yosunlaşma
(ötrofikasyon) görülür.

Havadan: ilaç sürüklenmesi

İlaçlama sırasında ince
damlalar rüzgârla hedef
dışına taşınır: komşu
tarlalar, arılar, evler ve su
kaynakları etkilenir.

Nitrat: sınırlar ve önlemler

Türkiye'de 23 Temmuz 2016 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, AB Nitrat Direktifi (91/676/AET) ile aynı ölçütü kullanır: nitrat derişimi litrede 50 mg'ı aşan ya da önlem alınmazsa aşabilecek sular kirlenmiş kabul edilir ve bu sulara akan alanlar nitrata hassas bölge olarak belirlenir. Nitrata hassas bölgelerde hayvan gübresiyle verilebilecek saf azot, hektar başına yılda en fazla 170 kg ile sınırlıdır.

Nitrat kaybını azaltmanın yolları hassas tarımın temel araçlarıyla örtüşür:

- Azot dozunu toprak analizine ve beklenen verime göre belirlemek.
- Azotu tek seferde değil, bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlere bölerek vermek; damla sistemde fertigasyon kullanmak.
- Sulamayı nem sensörü ve su bütçesiyle yönetip kök bölgesinin altına su kaçırmamak.
- Yoğun yağış beklenirken gübre ve hayvan gübresi yaymamak; hayvan gübresini sızdırmaz depolarda saklamak.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

Hangi kirlilik yolunu kapatır?

Tarımsal kirlilik suya üç ana yoldan ulaşır: aşağıya sızarak, havadan sürüklenerek ve yüzeyden akarak.

Her önlemi en çok engellediği kirlilik yoluna yerleştirin.

Bu etkinlik akademide etkileşimli olarak çözölür: <https://lms.smartfarmingsolutions.org/kurs/hassas-tarim/>

İlaç sürüklenmesi

Sürüklenmeyi belirleyen en önemli etken damla büyüklüğüdür. Nebraska Üniversitesi yayım bülteni, çapı 100 mikrondan (yaklaşık bir saç teli kalınlığı) küçük damlaları kolay sürüklenen damlalar olarak tanımlar. Bültendeki tabloya göre saatte 3 mil (yaklaşık 1,3 m/s) hızla esen rüzgârda, 3 metre yükseklikten düşen bir damla şu kadar yana kayar:

DAMLA ÇAPI	SINIFI	YANA KAYMA
20 mikron	Çok ince	yaklaşık 335 m
100 mikron	Çok ince	yaklaşık 13 m
240 mikron	Orta	yaklaşık 8,5 m
400 mikron	İri	yaklaşık 2,6 m
1.000 mikron	Çok iri	yaklaşık 1,4 m

Aynı bülten, rüzgâr hızı saatte 3 milin (yaklaşık 1,3 m/s) altında ya da 10 milin (yaklaşık 4,5 m/s) üstündeyken ilaçlamanın durdurulmasının yaygın bir öneri olduğunu belirtir. Çok durgun hava da risklidir: sıcaklık terselmesi (inversiyon) olan sakin sabahlarda ince damlalar havada asılı kalıp sonradan her yöne taşınabilir. Bağlı nem %70'in üstündeyken koşullar ideale yakındır, %50'nin altında ise ek dikkat gerekir. Her zaman ürün etiketindeki sınırlar esas alınır.

Sürüklenmeyi azaltır

Sürüklenmeyi artırır



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- İri damla üreten, sürüklenmeyi azaltan meme
- Çubuğu hedefe olabildiğince yakın tutmak
- Hassas alanların yanında ilaçsız tampon şerit
- Rüzgâr ve nemi ölçüp kaydetmek

- Gereğinden ince damla, yüksek basınç
- Sallanan ya da yüksek çubuk
- Rüzgâr su kaynağına ya da eve doğru eserken ilaçlamak
- Sıcak, kuru ve durgun öğle saatleri

Boş ambalajlar ve diğer atıklar

FAO ve Dünya Sağlık Örgütü'nün 2008 tarihli kılavuzu, boş ilaç ambalajları için üçlü çalkalamayı tarif eder: kap dörtte bir oranında temiz suyla doldurulur, kapatılıp çalkalanır, içindeki su ilaçlama makinesinin deposuna boşaltılır ve kap damlamaya başladıktan sonra 30 saniye süzdürülür. İşlem en az iki kez daha tekrarlanır. Kılavuzdaki örneğe göre üçüncü çalkalamadan sonra kapta ilk kalıntının yalnız %0,00035'i kalır. Temizlenen ambalaj başka amaçla kullanılması diye delinir ve toplama noktasına götürülür. Kılavuz, ambalajların tarlada yakılmasına ve gömülmesine karşıdır; yakmak zehirli ve kalıcı salımlara yol açar. Ambalajlar su ya da gıda kabı olarak da kullanılmamalıdır; bu, zehirlenmelere neden olabilir.

İşletmede ilaç, gübre, yağ ve yakıt; gıdadan, yemden ve su kaynaklarından uzak, kilitli ve işaretli bir yerde saklanmalıdır. Budama ve hasat artıkları yakılmak yerine kompost yapılabilir ya da toprağa karıştırılabilir.

Hassas tarımın katkısı ve kayıt tutmak

Değişken oranlı gübreleme gereksiz azotu, sekiyon kontrolü çift ilaçlamayı, sensörlü sulama kök bölgesinin altına sızan suyu azaltır. Ama hepsinin ortak temeli kayıttır. Hangi parsel, hangi gün, hangi koşulda, ne kadar ürün uygulandığını yazmak; hem denetimde ve ihracatta izlenebilirlik sağlar hem de bir sorun çıktığında nedenini bulmayı kolaylaştırır. Aşağıdaki alıştırmada bir ilaçlama kaydını dolduracaksınız.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Çevrimiçi etkinlik

İlaçlama kaydını doldurun

Her ilaçlama kayıt altına alınmalıdır: hangi parselde, ne zaman, hangi koşulda, ne kadar ürün kullanıldığı. Kayıt hem izlenebilirliği hem de bir sonraki kararı destekler.

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



Kozan'dan örnek

Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2025 faaliyet raporuna göre ilde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğini izlemek için 52'si kuyu, 40'ı yer üstü suyu olmak üzere 92 sabit numune noktası düzenli olarak takip ediliyor; numunelerde nitrat, fosfat, toplam azot ve toplam fosfor dahil 8 parametre ölçülüyor. Rapora göre 12 Ekim 2025'te yayımlanan nitrat tebliğiyle hayvancılık işletmelerinin gübre çukuru ve hayvansal gübre kullanım planı yapması sağlanarak suların tarımsal kaynaklı nitrattan korunması hedefleniyor.



Larissa'dan örnek

Avrupa Komisyonu'nun Nitrat Direktifi uygulamasına ilişkin 2026 tarihli Yunanistan raporuna göre nitrata hassas bölgeler ülke topraklarının %32'sini ve kullanılan tarım alanının %42,9'unu kapsıyor. 2020-2023 döneminde yeraltı suyu izleme noktalarının %10,5'inde nitrat 50 mg/l ya da üstündeydi; bu oranın en yüksek olduğu bölgeler arasında Teselya (%13,4) da yer alıyor. Yüzey sularında ise ötrofik ya da ötrofikleşme riski taşıyan nokta oranının en yüksek olduğu üç bölgeden biri Teselya (%37,9).

Özetle

- Tarımsal kirlilik üç yoldan yayılır: aşağıya (nitrat yıkanması), yüzeyden (akış ve erozyon) ve havadan (ilaç sürüklenmesi).
- Türkiye'de ve AB'de nitrat için ölçüt litrede 50 mg'dır; nitrata hassas bölgelerde hayvan gübresiyle en fazla 170 kg N/ha/yıl verilebilir.



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



- Sürüklenmeyi en çok damla büyüklüğü, rüzgâr ve çubuk yüksekliği belirler; etiket sınırları her zaman esastır.
- Boş ambalajlar üç kez çalkalanır, delinir ve toplama noktasına götürülür; her uygulama kayıt altına alınır.

1. T.C. Resmî Gazete (23.07.2016, sayı 29779). **Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği.**
2. Avrupa Komisyonu (2026). **Member State country fiche on the implementation of the Nitrates Directive: Greece, SWD(2026) 232.**
3. Kruger, G. ve ark. / University of Nebraska-Lincoln Extension (2019). **Spray Drift of Pesticides (G1773).**
4. FAO, WHO (2008). **Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers.**
5. Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2026). **2025 Yılı Faaliyet Raporu.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ders 9

Kozan ve Larissa'da hassas tarım: iki bölge, ortak çözümler

17 dk

Kozan ile Larissa arasında kuş uçuşu yaklaşık 1.200 kilometre ve bir deniz var, ama iki bölgenin tarımı birbirine şaşırtıcı ölçüde benzer. İkisi de Akdeniz ikliminin sıcak ve kurak yazını yaşar, ikisi de yazın sulamaya bağlıdır, ikisi de son yıllarda sıcak dalgaları, kuraklık ve aşırı yağış gibi uç olaylarla karşılaştı. Farklılıklar da öğreticidir: Kozan'da narenciye bahçeleri ve baraj suyu, Larissa'da pamuk ve buğday tarlaları ile yeraltı suyu öne çıkar. Bu son derste öğrendiklerinizi iki bölgenin gerçek koşullarına uyguluyor ve iki üretici için karar veriyorsunuz.

BU DERSTE

- ✓ Kozan ve Larissa'nın tarımını ürün, alan ve su kaynağı açısından karşılaştıracaksınız.
- ✓ İki bölgenin ortak iklim risklerini güncel verilerle değerlendireceksiniz.
- ✓ Bir sıcak dalgası ve su kısıtı senaryosunda hassas tarım araçlarıyla karar vereceksiniz.
- ✓ Bir işletme için hassas tarıma geçiş yol haritası çıkaracaksınız.

İki bölgenin portresi

Yunanistan'da alan birimi olan *stremma*, 1.000 m²'ye yani bir dekara eşittir; bu yüzden iki bölgenin rakamları doğrudan karşılaştırılabilir.

	KOZAN (ADANA)	LARISSA (TESELYA)
Tarım alanı	598.628 da (2025)	1.993.368 da (2024)
Sulanan ya da sulanabilir alan	Belediyeye göre 300.000 da sulanabilir; Kozan Barajı'nın DSİ sulama alanı 10.220 ha (102.200 da)	1.122.794 da sulanan (yaklaşık %56)
Başlıca ürünler	Buğday 193.504 da, turunçgil 103.200 da (231.573 ton; bunun 112.450 tonu portakal), ayçiçeği 94.942 da, dane	Durum buğdayı 569.062 da, pamuk 195.138 da, arpa 175.113 da,



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



	KOZAN (ADANA)	LARISSA (TESELYA)
	mısır 89.311 da, Trabzon hurması 16.500 da; pamuk yalnız 400 da (2025)	yonca 101.102 da, mısır 77.713 da
Öne çıkan özellik	Menşee adlı Kozan Portakalı; Kozan 2025'te Türkiye portakal üretiminin %8,5'ini, Trabzon hurması üretiminin %30,7'sini sağladı	Teselya, 2024'te Yunanistan pamuk alanının %30'unu, üretiminin %32'sini sağladı

Kozan'daki alan ve üretim rakamları TÜİK'in 2025 ilçe verisinden, sulanabilir alan Kozan Belediyesi'nin ekonomi sayfasından, baraj sulama alanı DSI'nin baraj kartından; Larissa'daki rakamlar Yunanistan İstatistik Kurumu ELSTAT'ın 2024 tarımsal istatistiklerinden alınmıştır. Belediye verisi tarihsizdir; eğilimi göstermek için kullanılmalıdır.

Kozan'daki üreticiler ne diyor?

İstatistikler neyin üretildiğini gösterir; üreticilerin neye ihtiyaç duyduğunu ise bir anket daha iyi gösterir. Kozan Ticaret Odası bu proje kapsamında 103 çiftçi ve KOBİ temsilcisiyle bir ihtiyaç anketi yaptı. Katılımcıların ürünleri tablodakine benzer bir desen gösteriyor: en çok mısır (36 katılımcı), portakal (30), buğday (26) ve limon (24) yetiştiriliyor. İşletmeler küçük ve aileye dayalı: 75 katılımcı 100 dekar ya da daha küçük arazi işliyor, 63'ü çiftçiliği ailesiyle birlikte yapıyor. Katılımcıların 52'si 51 yaş ve üstünde, 11'i kadın. Rapor, örneklemin Kozan'da ulaşılabilen kişilerle sınırlı kaldığını da belirtiyor; sonuçlar bölgenin tamamını değil, bu 103 kişiyi yansıtır.

57

katılımcı, tarımsal üretimi en çok etkileyen sorun olarak maliyeti gösterdi; 34'ü iklim krizini

%43

ürününü pazarlamakta sorun yaşıyor; en çok limonda (24 katılımcı) ve portakalda (16)

%65

tarım sigortası yaptırmıyor (67 katılımcı)

79

katılımcı ürününü yalnız kendi bölgesinde satabildiğini söyledi; Avrupa'ya satan 2 kişi



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ortak riskler: sıcak, kuraklık ve sel

13 gün

Temmuz 2024'te güneydoğu
Avrupa'nın kayıtlardaki en
uzun sıcak dalgası
(Copernicus)

46,7 °C

9 Ağustos 2025'te Adana'da
ölçülen sıcaklık (MGM)

%27,6

2025'te Türkiye yağışının
normalin altında kalma oranı;
1964'ten bu yana en kurak yıl
(MGM)

1.150 km²

Eylül 2023'te Daniel fırtınasıyla su altında kalan alan, büyük bölümü Teselya ovasında (NHESS)

Sıcak dalgaları. Copernicus İklim Değişikliği Servisi'ne göre Temmuz 2024'te güneydoğu Avrupa kayıtlardaki en uzun sıcak dalgasını yaşadı: dalga 13 gün sürdü, sıcaklık normalin 9,2 °C üstüne çıktı ve bölgenin %55'ini etkiledi. 1 Haziran ile 5 Eylül arasındaki 97 günün 43'ünde sıcak dalgası vardı. Larissa bu değerlendirmedeki bölgenin içindedir. Türkiye'de ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 2025 iklim raporu, Adana'da 9 Ağustos 2025'te 46,7 °C ölçüldüğünü kaydeder.

Kuraklık. Aynı rapora göre 2025, Türkiye'de 1964'ten bu yana en kurak yıl oldu: alansal yağış 414,9 mm ile normalin %27,6 altında kaldı ve Adana'nın güney kesimlerinde yağış normale göre %60'tan fazla azaldı.

Aşırı yağış ve sel. Haftalarca süren kuraklık, orman yangınları ve yoğun sığağın ardından 4-7 Eylül 2023'te Daniel fırtınası geldi. Atina Ulusal Gözlemevi'nin istasyon ağına göre Pelion'daki Zagora'da 5 Eylül'de bir günde 754 mm yağış ölçüldü; bu, Yunanistan'ın günlük yağış rekorudur. Doğal Afetler ve Yer Sistemi Bilimleri dergisinde (NHESS) yayımlanan çalışmaya göre su altında kalan 1.150 km² alanın yaklaşık 820 km²'si (%70) tarım arazisiydi. En çok etkilenen ürün pamuktu: yaklaşık 282 km² pamuk alanı, yani Teselya ovasındaki pamuk alanının %30,5'i su altında kaldı. Çalışma, Teselya ovasının Yunanistan tarımının brüt katma değerinin yaklaşık %12,2'sini ürettiğini de hatırlatır.

Uç olaylarda hassas tarımın rolü Hassas tarım sıcak dalgasını ya da seli önleyemez, ama etkisini azaltabilir ve sonrasında yönetmeyi kolaylaştırır:



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



nem sensörü ve ETO tahmini sıcakta suyu doğru güne
taşıır, uydu görüntüsü selden sonra zarar gören
parselleri hızla gösterir, iyi tutulmuş kayıtlar hasar
tespitinde ve sigorta başvurusunda kanıt olur.

Çevrimiçi etkinlik

Sıcak dalgası ve su kısıtı: karar sizde

Kurgusal bir senaryo. Önce işletmeyi seçin, sonra iki kritik kararı verin. Her karar puan ve geri bildirim getirir.

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

Benzerlikler ve farklar

İki bölgeyi karşılaştırırken benzerlikler ortak çözümleri, farklar ise uyarılama ihtiyacını gösterir. Benzerlikler açıktır: yazın yağış azdır, sulama üretimin ön koşuludur, sıcak dalgaları sıklaşmaktadır ve iki bölgede de küçük ve orta ölçekli işletmeler çoğunluktadır. Farklar ise ürün ve su kaynağındadır. Kozan'da çok yıllık bir bahçe ürünü olan narenciye, yıllarca aynı yerde kalan ağaçlar demektir; burada ağaç ve sıra ölçeğinde sulama ve besin yönetimi öne çıkar. Larissa'da ise her yıl yeniden ekilen tarla ürünleri, ekim nöbeti, tohum ve gübre dozunun tarla içinde değiştirilmesi ve makine trafiğinin yönetimi daha önemlidir. Aynı hassas tarım döngüsü iki yerde de geçerlidir; değişen, hangi verinin ve hangi aracın öncelikli olduğudur.

Ortak çözümler

1

Ölçerek sulamak

Toprak nem sensörü, ETO tahmini ve bitkinin duyarlı dönemleri birlikte kullanılır. Kozan'da baraj suyunun, Larissa'da yeraltı suyunun kısıtlı olduğu yıllarda en hızlı getiriyi sağlayan adımdır.

2

Uydu ile izlemek



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Ücretsiz Sentinel-2 görüntüleri, bahçe ve tarladaki farklılığı, sıcak stresini ve sel hasarını gösterir. Yerinde doğrulama ile birlikte kullanılır.

3

Toprak analizine göre gübrelemek

Izgara örnekleme ve reçete haritası gübreyi ihtiyaca göre dağıtır; nitrat kaybını ve maliyeti azaltır.

4

Ekipmanı ve bilgiyi paylaşmak

Küçük işletmeler kooperatifler üzerinden ortak ekipman ve hizmet kullanabilir. Kozan Belediyesi'nin sayfasına göre ilçede iki Çukobirlik tarım satış kooperatifi, bir tarım kredi kooperatifi ve bir narenciye paketleme ve soğuk hava deposu tesisi bulunuyor.

5

Kayıt ve izlenebilirlik

Menşe adlı ürünler ve ihracat pazarları, üretimin nasıl yapıldığının belgelenmesini ister. Dijital kayıt bu belgelerin temelidir.

6

Sınır ötesi öğrenme

Benzer iklimde, benzer sorunlarla uğraşan üreticiler birbirinin deneyiminden öğrenir. Bu akademi ve KOZTO ile LACCO'nun dijital ağı bu amaçla kuruldu. Projenin Kozan anketinde 49 katılımcı Yunanistan ya da AB ülkelerindeki ticaret odalarıyla bilgi alışverişi yapmak istediğini, 34'ü kısmen istediğini söyledi.



Kozan'dan örnek

Kozan'da alan olarak en büyük ürün buğdaydır; turunçgil alanı (2025'te 103.200 da) bunun yaklaşık yarısı kadardır. Ama ilçenin en önemli ve menşe adlı ürünü portakaldır: Kozan 2025'te Türkiye portakal üretiminin %8,5'ini sağladı. Yazın sulanan portakal bahçelerinde sıcak dalgası su talebini en yüksek düzeye çıkarır. Bu yüzden Kozan'da hassas



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



tarıma en uygun giriş noktası bahçe sulamasıdır: birkaç nem sensörü, MGM'nin tarımsal tahmini ve düzenli filtre ve damlatıcı bakımı.



Larissa'dan örnek

Larissa'da tarla ürünleri öne çıkar: durum buğdayı, pamuk, arpa ve yonca. Sulanan alan toplamın yarısından fazladır. Daniel fırtınası, haftalarca süren kuraklık ve sıcaklığın ardından aynı ovanın birkaç gün içinde selle sıranabileceğini gösterdi. Burada hassas tarımın öncelikleri bölgeye göre sulama, toprak analizine dayalı gübreleme ve uydu ile hasar izlemedir. Otomatik dümenleme ve kontrollü trafik ise 5. derste gördüğünüz gibi ancak yeterli alanda ya da ortak kullanımla kendini öder.

Çevrimiçi etkinlik

Hassas tarıma geçiş yol haritası

Küçük ya da orta ölçekli bir işletme hassas tarıma adım adım nasıl geçer?

Adımları en mantıklı sıraya koyun.

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

Özetle

- Kozan ve Larissa aynı iklim baskısını yaşar: sıcak ve kurak yazlar, sulamaya bağımlılık ve uç olaylar.
- Kozan'da bahçe sulaması ve baraj suyu, Larissa'da tarla ürünleri ve yeraltı suyu öne çıkar.
- Ortak çözümler ölçerek sulamak, uydu ile izlemek, toprak analizine göre gübrelemek, ekipmanı paylaşmak ve kayıt tutmaktır.
- Hassas tarıma geçiş küçük ve ölçülebilir adımlarla başlar; iki bölgenin deneyimi birbirini güçlendirir.

1. Kozan Belediyesi. **Ekonomik Durum.**
2. TÜİK. **Merkezi Dağıtım Sistemi, Bitkisel Üretim İstatistikleri (ilçe düzeyi: Adana, Kozan), 2024-2025.**
3. Adana Ticaret Borsası. **TÜİK bitkisel üretim verileri tablosu.**



Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



4. DSİ. Kozan Barajı bilgi kartı (arşiv kopyası).
5. ELSTAT (2025). **Annual Agricultural Statistical Survey: Areas and production, 2024.**
6. Copernicus Climate Change Service, ECMWF (2025). **European State of the Climate 2024: Heat and drought in southeastern Europe.**
7. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2026). **2025 Yılı İklim Değerlendirmesi.**
8. ERTnews / meteo.gr, Atina Ulusal Gözlemevi (2023). **Meteo - Κακοκαιρία Daniel: Καταρρίφθηκε το ρεκόρ ημερήσιου ύψους βροχής στη χώρα.**
9. He, K. ve ark. (2024). **Storm Daniel flood impact in Greece in 2023.** Natural Hazards and Earth System Sciences 24, 2375.
10. Kozan Ticaret Odası (2026). **Kozan'daki Yerel Toplulukların İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Anket Raporu, Şekil 1, 2, 6, 9-13, 15, 18 ve 31.**





Avrupa Birliği tarafından finanse
edilmektedir



Terimler

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

Bünye (tekstür)	Kum, silt ve kil oranı. Suyu tutma, havalanma ve işlenebilirliği belirler.
Değişken oranlı uygulama	Gübre, tohum, ilaç ya da suyun dozunu tarlanın içinde bölgeye göre değiştirmek.
Makro ve mikro besinler	Azot, fosfor, potasyum ile demir, çinko gibi elementlerin miktarı.
Mekânsal farklılık	Aynı tarlanın farklı noktaları arasındaki fark: toprak yapısı, nem, besin, verim.
Organik madde	Bitki ve hayvan kalıntılarından oluşan kısım. Toprak yapısını, su tutmayı ve toprak canlılığını destekler.
pH ve kireç	Toprağın asitlik ya da bazlığı. Besinlerin bitkiye yararlılığını etkiler; kireçli topraklarda fosfor, demir ve çinko daha zor alınır.
Tuzluluk (EC)	Topraktaki çözünmüş tuzların miktarı. Yüksek tuz, bitkinin su almasını zorlaştırır.
Yönetim bölgesi	Tarla içinde benzer özellik gösteren ve aynı biçimde yönetilen alan.
Zamansal farklılık	Aynı noktada zamanla oluşan fark: haftadan haftaya nem, yıldan yıla verim.



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.

