



'IN_AGRICULTURE' TARIMDA İNOVASYON

'2025-1-TR-01-K210-VET-000359231'

ERASMUS+ PROGRAMI ANA EYLEM 2: MESLEKİ EĞİTİM ALANINDA
KÜÇÜK ÖLÇEKLİ ORTAKLIKLAR



INNOVATION IN AGRICULTURE



Çukurova İlçe Tarım ve Orman
Müdürlüğü



Mustafa Kemal Atatürk (1937)

"Ulusal Ekonominin Temeli Tarımdır"



Giriş

Yıllar önce, Mustafa Kemal Atatürk, herhangi bir ülkenin ulusal ekonomisinin temelini tarım olması gerektiğini ve üretmeyen bir milletin hayatta kalamayacağını ve gelişemeyeceğini vurgulamıştı.

Atatürk'ün bu sözleri, toplumlar büyük ölçüde çeşitlenmiş, kalkınma koşulları ve şartları değişmiş ve küreselleşme yerel kalkınma şartlarını etkilemiş olsa da, günümüzde çeşitli şekillerde doğrulanmaktadır.

Özellikle:

- Tarım, ekonomik kalkınmanın temelini oluşturmaya devam etmektedir.
- Güçlü bir Tarım Politikası olmadan sürdürülebilir bir sanayi yapılamaz.
- Kırsal kalkınma, sosyal istikrar ve ulusal bağımsızlık için ön koşuldur.

Sonuç olarak, bir ülkenin kalkınması yalnızca gelişmiş şehirler, sanayi, turizm ve hizmet sektörü üzerine kurulmamalıdır; tüm diğer sektörleri besleyen Tarımsal Üretim ve Birincil Sektör üzerinde özel bir vurgu yapılması gerekmektedir.

Bölüm 1— Tarımda Teknoloji ve Yapay Zeka

1.1 İnsan Faaliyetlerinde Modern Teknoloji

İnsanoğlunun tarih boyunca, daha iyi yaşam koşullarına ulaşmayı hedefleyerek, daha yaratıcı ve üretken olma çabası ile geliştiği görülmektedir.

İnsanlık tarihinin derinliklerine indikçe, taş aletlerin kullanımı, daha sonra metal aletlerin kullanımı, ateşin keşfi, tekerleğin bulunması ve günlük yaşamın çeşitli alanlarında uygulanması gibi “evrim adımlarını” gözlemlemekteyiz. Ancak daha yakın tarihimizde bile, bilimsel buluşların kullanımı ve bunların günlük yaşama uygulanması, insan topluluklarının işleyişinde büyük değişiklikler yaratmış, yaşam koşullarını iyileştirmiş ve yaşam süresini önemli ölçüde artırmıştır.

Geçen yüzyılda, bilgisayarların keşfi ve kullanımı, yalnızca en basit insan faaliyetlerinden en karmaşık uygulamalara kadar, sadece 75 yılı aşkın kısa bir sürede köklü değişiklikler getirmiştir. Günümüzde ise en son gelişme Yapay Zeka (YZ) olmuştur.

Yapay zeka, artık neredeyse tüm insan faaliyetlerinde uygulanmaktadır; en basit günlük eylemlerden en karmaşık bilimsel çalışmalara kadar. Elbette, tarım da bu uygulamaların dışında değildir. Takip eden bölümlerde, sıkça YZ'nin kullanıldığı uygulamalara atıflar göreceksiniz. Bu nedenle, elinizde tuttuğunuz kitabın başında, teknolojiye aşina olmayan okuyucuları, modern teknolojiyi tarımda ve diğer alanlarda etkili şekilde kullanmaya olanak sağlayan en bilinen araçlarla tanıştırmayı uygun gördük.



1.2 Yapay Zeka (AI) nedir?

OECD'ye (2019) göre, Yapay Zeka (YZ), insan tarafından tanımlanmış hedefler doğrultusunda, gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler yapabilen, öneriler sunabilen veya kararlar alabilen makine tabanlı bir sistemdir. YZ, çevreyi algılamak, soyut, bütünlük ve özel algıları modellere dönüştürmek ve model sonuçlarını bilgi veya eylem seçenekleri oluşturmak için otomatik ya da manuel olarak mekanik ve insan merkezli girdiler kullanır. Yapay zeka sistemleri, farklı özerklik seviyelerinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

Yapay Zeka, genellikle bir dizi algoritma, bilgisayar veya robot tarafından gerçekleştirilen gelişmiş bir teknolojidir. Ayrıca, insan zekasını simüle etmek için gerçek zamanlı verilerden yararlanır.

YZ, insan düşüncesini taklit edebilir ve kararlar alabilir. Başka bir deyişle, tıpkı yaşayan bir insan gibi düşünmesi, hareket etmesi ve yanıt vermesi için programlanmıştır.

Ancak, YZ otomasyon ile karıştırılmamalıdır. Otomasyon, YZ gibi, bir işlevi yerine getirmek için gerçek zamanlı verileri kullanır; ancak mekanizmalar ve sonuçlar oldukça farklıdır.

Örneğin, otomasyon bir görevi yerine getirmek için manuel veri girişi gerektirir. Görev, veri ne söylüyor olursa olsun veya hata olsa dahi tekrarlanır. Buna karşılık, yapay zeka makine öğrenmesine dayanır. Bu, veri girişi gerektirdiği, ancak verileri işlerken hataları tanıyabildiği anlamına gelir. Ardından, işlevlerini ve algoritmalarını gerektiği şekilde ayarlayarak olası hatalardan kaçınabilir.

Yapay Zeka (YZ) insanlara pek çok alanda yardımcı olabilir, çünkü:

1. İnsan hatalarını azaltır

Kabul edelim, insanlar zaman zaman hata yapar. Hataların iyi tarafı ise, genellikle onlardan ders çıkarmamızdır.

YZ da aynı şekilde çalışır. İnsan gibi davranıp performans gösterirken, hataları büyük ölçüde azaltabilir. Bu sayede tüm olası sonuçları daha iyi anlayabilir ve en uygun seçeneği tercih edebiliriz.

Veri ve tahminleri kullanarak seçeneklerimizi, olası sonuçları ve bu sonuçların etkilerini daha iyi değerlendirebiliriz. Bu durum özellikle işletmeler için oldukça faydalıdır. Karar vericiler, eyleme geçmeden önce tüm olasılıkları göz önünde bulundurabilir.



2. Araştırma ve veri analizine yardımcı olur

YZ'nin bir diğer avantajı, araştırma ve veri analizinde teknolojiden yararlanabilmesidir. YZ teknolojileri akıllıdır ve gerekli bilgileri saniyeler içinde toplayabilir ve tahminler yapabilir.

Normalde bir kişinin aylarca sürececek araştırması, artık çok daha kısa sürede yapılabilir. YZ'nin topladığı veriler ve gerçekleştirdiği analizler paha biçilmezdir. Bu bilgileri veri analistleri ile iş birliği içinde kullanabilirsiniz.

3. Tarafsız, akıllı kararlar alabilir

Doğru verilerle, yapay zeka karar alma sürecinden önyargıyı ortadan kaldırır ve en iyi sonuçları elde etmenizi sağlar. Ancak, buna ulaşabilmek için doğru bilgilerin ve en doğru veri setlerinin programa girildiğinden emin olmalısınız.

En iyi veriye sahip olduğunda ve bunu işlediğinde, sonuçları doğru tahmin edebilir, sorunları çözebilir ve işlevleri doğru şekilde yerine getirebilir. Ancak, programa girilen veriler hatalı veya eksikse, muhtemelen şüpheli bir sonuç elde edersiniz.

4. Tekrarlayan görevleri yerine getirir

Otomasyon ve YZ farklı teknolojilerdir. Ancak yapay zeka, otomasyonun gelişmiş bir versiyonu olarak işlev görebilir. Tekrarlayan görevleri yerine getirmek ve alternatif sonuçlar önermek için kullanılabilir. En önemlisi, kullanıcılar diğer, daha karmaşık konularla ilgilenmek için daha fazla serbest zamana sahip olur.

1.3 Yapay Zeka Kullanımından Kaynaklanan Etik Sorunlar

Yapay zekanın etiği, YZ'nin toplum için faydalı olacak şekilde geliştirilmesini ve kullanılmasını garanti altına alan kurallar bütünüdür. Bu kurallar, adalet, güvenlik—özellikle kişisel verilerin korunması—toplumu doğrudan etkileyen eylemlerde şeffaflık, toplumsal etkisi olabilecek eylemlerin önlenmesi gibi alanları kapsar.

YZ etiği, yukarıdaki koşullar sağlandığında, adaletsizlikleri sınırlamaya ve yaratıcılığı artırmaya yardımcı olan olumlu bir güç olarak işlev görür. Gerçek veya tüzel kişiler YZ'ye ne kadar çok güvenirse, kullanımının olumlu veya olumsuz etkilerini deneyimleme olasılıkları o kadar artar.

YZ'nin dayandığı teknoloji etik konuları önceliklendirecek şekilde tasarlanabilir; ancak, etik kurallara uygun çalışmasını sağlayan faktör her zaman insandır.

Bugüne kadar, “YZ için Evrensel Olarak Kabul Görmüş Etik İlkeler Sistemi” bulunmamaktadır. Birçok kuruluş, YZ hukukuna ilişkin “Etik İlkeler” üzerine rehberler oluşturmak için çalışmaktadır.



Bu ilkeler ağırlıklı olarak şunlarla ilgilidir;

- **İnsan refahı ve haysiyeti.**

YZ sistemleri, bireylerin refahını, güvenliğini ve onurunu önceliklendirmeli ve onları ikame etmeyi amaçlamamalıdır.

- **İnsan gözetimi**

Son sorumluluğun insanlarda olmasını sağlamak için, YZ her aşamada insan gözetimi ve denetimi gerektirir.

- **Tarafsızlık ve Eşitlik**

YZ tasarım süreçleri, adalet, tarafsızlık ve cinsiyet, ırk, din gibi herhangi bir temele dayalı ayrımcılığın bulunmamasını önceliklendirmelidir.

- **Şeffaflık**

YZ modelleri, çözümler ve öneriler sunarken tamamen şeffaf süreçler kullanmalı ve bunları açık bir şekilde ortaya koymalıdır..

- **Gizlilik ve kişisel veri koruma desteği**

YZ modelleri, “Kişisel Veri İhlallerinden Kaçınma”yı sağlayan standartlara uymalı ve her türlü biçimde “Gizliliği” korumalıdır.

- **Bireysel ve toplumsal ilerleme**

YZ, toplumsal yaşamın tüm alanlarında “Bireysel ve Toplumsal İlerleme”ye katkıda bulunmalı ve eşitsizlik ile haksız rekabet uygulamalarını önlemelidir.

- **Dijital becerilerin güçlendirilmesi**

YZ herkes tarafından anlaşılabilir olmalı ve hizmetler, tüm bireylerin erişebileceği şekilde sunulmalı, böylece dijital becerilerin geliştirilmesine katkı sağlamalıdır.

“YZ’de Etik İlkelerin Uygulanması”, YZ modellerinin tasarımıyla doğrudan veya dolaylı olarak daha fazla veya daha az ilgisi olan hepimize bağlıdır. Bu süreçte yer alan gruplar, farklı roller üstlenen gerçek ve tüzel kişilerden oluşur:

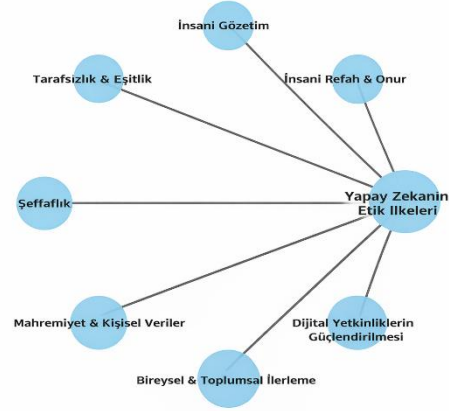
- **Geliştiriciler ve Araştırmacılar**

YZ sistemlerinin oluşturulmasında kilit rol oynarlar; insan odaklı öncelikler belirler, tüm önyargılarla (dini, ırksal vb.) olumlu şekilde ilgilenir ve şeffaflık ile her türlü ayrımcılıktan kaçınmayı hedeflerler.

- **Politika yapıcılar**

YZ’nin etik ilkelerine saygı gösterilerek kullanılmasını teşvik eden yasaları ve düzenlemeleri yürürlüğe koymakla yükümlüdürler.

Zihin Haritası: Yapay Zekanın Etik İlkeleri

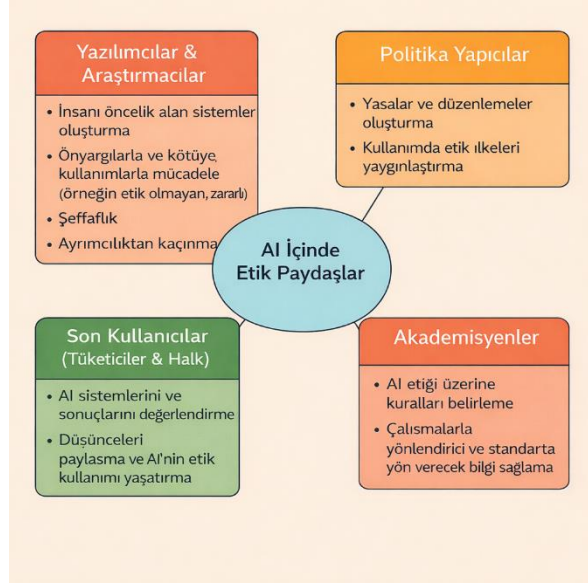


○ Akademik öğretim üyeleri

Birey olarak ve bilim insanı kimlikleri ile temsil ettikleri kurumların yetkilerini kullanarak, YZ'nin kullanımına ilişkin etik ilkelerin geliştirilmesine katkıda bulunurlar.

○ YZ'nin son kullanıcıları

Son kullanıcılar ve vatandaşlar, YZ ürünlerine karşı sergiledikleri davranışlarla, kullandıkları YZ sistemlerinin güvenilir, şeffaf ve topluma faydalı olmasını sağlamakla hem ilgilenir hem de sorumluluk taşırlar. Bu süreçte, YZ'nin gelişimi ile birlikte toplumsal kalkınmaya da katkıda bulunurlar..



1.4 Kişisel Verilerin Korunması ve Yapay Zeka (YZ)

YZ teknolojileri, birçok toplumsal faaliyet alanında geniş fırsatlar sunmaktadır. YZ sistemleri, diğer unsurların yanı sıra, kişisel verilerin işlenmesini de içermektedir. Bu durum, YZ ile “vatandaşların kişisel verileri” arasındaki ilişkiyi düzenleyen kuralların oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki haklar önem taşımaktadır:

- bireylerin düşünce özgürlüğü,
- ifade özgürlüğü,
- bilgiye erişim özgürlüğü,
- yasal yollarla ticari faaliyette bulunma hakkı,
- eğitim hakkı.

Kişisel verilerin korunması alanında görev alan bireylerin uzmanlaşmış eğitimi için, Kişisel Verileri Koruma Otoritesi tarafından özel eğitim programları geliştirilmiştir. Bu programlar:

- Veri koruma görevlileri (DPO'lar) ve gizlilik uzmanları,
- Siber güvenlik program yöneticileri ve sistem geliştirme program yöneticileri (YZ dahil) için tasarlanmıştır.

Kişisel verilerin korunmasının temel ön koşulu, “Kişisel Veri İşleme Güvenliği”ne ilişkin izlenmesi gereken metodolojidir. Bu metodoloji aşağıdaki unsurları kapsar:

✓ Gizlilik (Confidentiality)

Bilgi/veriler yetkisiz kişilere ifşa edilmemelidir.

✓ Bütünlük (Integrity)

Bilgi/veriler doğru ve güvenilir olmalı; hatalı, değiştirilmiş veya güncelliğini yitirmiş olmamalıdır.

✓ Erişilebilirlik (Availability)

Bilgi/veriler, talep edildiğinde yetkili kullanıcıların erişimine açık olmalıdır.

“Veri Sorumlusu”, yukarıda belirtilen koşullara uymakla yükümlüdür. Aynı zamanda, uyumsuzluk durumlarını yönetmekle de sorumludur. Bu durum; ihlallerin tespit edilmesi, kaydedilmesi, yetkili makama bildirilmesi ve etkilenen kişilere gerekli bilgilendirmenin yapılması için mekanizma ve prosedürlerin oluşturulmasını gerektirir.

1.5 Genel Kullanım İçin Popüler Yapay Zekâ Araçları

Modern teknoloji bizleri sürekli şaşırtmakta; yeni Yapay Zekâ araçlarını öylesine hızlı ve gelişmiş özelliklerle sunmaktadır ki, aşağıda yer alan bilgiler kısa süre içinde güncelliğini yitirebilir. Gelişmiş yeni teknolojilerin bir diğer önemli özelliği ise daha kolay erişilebilir ve daha kullanıcı dostu olmalarıdır. Bu sayede kullanıcılar, söz konusu araçların sunduğu imkânlardan daha etkin biçimde yararlanabilmektedir.

Aşağıda, en popüler Yapay Zekâ platformlarının bir listesi yer almaktadır. Her bir platform, sahip olduğu özgün özellikler ve kullanım alanları hakkında bilgi sunmakta; ayrıca bu araçlardan nasıl yararlanabileceğinize ilişkin yönlendirmeler sağlamaktadır.



YZ (Yapay Zekâ) Web Sitelerine İlişkin Örnek Liste

Aşağıda, genel kullanım amaçlı Yapay Zekâ (YZ) araçlarına yönelik örnek bir web sitesi listesi yer almaktadır. Bu liste yol gösterici niteliktedir ve teknolojinin hızlı gelişimi nedeniyle zaman içinde güncellenmesi gerekebilir.

- Chat GPT - <https://chatgpt.com/>
- Perplexity - <https://perplexity.AI/>
- Claude - <https://claude.AI/login;returnTo=%2f3F>
- Napkin - <https://napkin.AI/>
- Microsoft Designer - <https://designer.microsoftcom/>
- Google Gemini <https://gemini.google.com/>

1.6 Tarım için Popüler Yapay Zeka Araçları

Tarımsal uygulamalar ve yazılımlar, modern çiftliklerin ve tarımsal işletmelerin çalışma biçimini dönüştürmektedir. İster bir hayvancılık işletmesini, ister küçük ölçekli bir sebze çiftliğini ya da Topluluk Destekli Tarım (Community Supported Agriculture – CSA) modelini yönetiyor olun; doğru dijital araçlar, bürokratik işlemleri azaltabilir, karar alma süreçlerini iyileştirebilir ve kârlılığı artırabilir. Ürün planlamasından tarla izlemeye, müşteri siparişlerinden finansal raporlamaya kadar yazılımlar artık günlük tarımsal faaliyetlerin merkezinde yer almaktadır.

Bu platformlar yalnızca yüksek teknolojiye sahip büyük tarımsal işletmelere yönelik değildir. Birçok araç, özellikle küçük ve orta ölçekli çiftlikler için tasarlanmıştır; abonelik yönetimini kolaylaştıran, sipariş paketlemeyi otomatikleştiren ve perakende ile toptan satış fiyatlandırmasını düzenleyen özellikler sunmaktadır.

Diğer bazı yazılımlar ise veri odaklı tarım uygulamalarına odaklanmakta; tarla haritaları, toprak verileri ve verim (rekolte) takibi gibi unsurları kullanarak üretim süreçlerini iyileştirmeyi hedeflemektedir. Üretim alanınız ne olursa olsun, zaman tasarrufu sağlamanıza, maliyetleri azaltmanıza ve işletmenizi daha güvenilir bir şekilde büyütmenize yardımcı olacak uygun bir yazılım çözümü bulunmaktadır.



1.7 Tarımsal Yapay Zekâ (YZ) Uygulamaları Nelerdir?

Tarımsal uygulamalar, çiftçilerin üretim ve işletme süreçlerinin belirli bölümlerini mobil cihazlar, tabletler veya bilgisayarlar aracılığıyla yönetmelerine yardımcı olmak amacıyla tasarlanmış dijital araçlardır. Bu araçlar, basit veri kayıt uygulamalarından üretim, satış, stok ve finans süreçlerini entegre eden kapsamlı platformlara kadar geniş bir yelpazeye sahiptir.

Bazı uygulamalar; toprak izleme, ürün planlama veya ekipman takibi gibi belirli işlemlere odaklanır. Diğerleri ise müşteri iletişiminden sipariş yönetimine kadar tüm süreci kapsayan daha geniş kapsamlı işletme yönetim sistemleri sunar. Birçok

uygulama bulut tabanlıdır; bu sayede çiftlik çalışanları, yöneticiler ve dış danışmanlar arasında gerçek zamanlı veri güncellemesi ve paylaşımı mümkün olmaktadır.

Tarımsal uygulamaların temel amacı; iş akışlarını sadeleştirmek, bürokratik yükü azaltmak ve doğru ile güvenilir bilgiler aracılığıyla daha sağlıklı kararlar alınmasını desteklemektir. İster tarımsal üretim süreçlerini yönetin ister ürünlerinizi çevrim içi platformlarda pazarlayın, bu araçlar modern tarımın günlük ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde geliştirilmiştir.

Örneğin, bazı uygulamalar; mevcut meteorolojik koşullar, ölçülen toprak nemi ve son sulamalarda kullanılan su miktarı gibi verileri analiz ederek çiftçilere ne zaman sulama yapmaları gerektiği konusunda bilgi verir. Elbette yalnızca mobil uygulamayı indirmek yeterli değildir; aynı zamanda toprağa sensörlerin yerleştirilmesi ve sistemin bir meteoroloji ağına bağlanması gerekir. Böylece sistem sürekli güncellenir ve sağlanan doğruluk oranı oldukça yüksek olur.

Diğer bazı uygulamalar ise işletmenin üretim ve mali süreçlerini daha iyi organize etmeye yardımcı olur. Çiftçinin hizmet veya ekipman satın aldığı işletmelerle entegre çalışan bu sistemler, tüm giderleri kaydeder ve işletmenin finansal durumuna ilişkin gerçek zamanlı güncellemeler sunar. Unutulmamalıdır ki çiftçi aynı zamanda bir girişimcidir.

Bazı uygulamalar ise ürün ve zararlı türüne göre hangi bitki koruma ürünlerinin hangi miktarlarda kullanılabileceği konusunda bilgi verir. Örneğin, PlantPro gibi platformlar bu amaçla geliştirilen dijital çözümler arasında yer almaktadır.

Son dönemde tarım sektöründe insansız hava araçları (drone) teknolojisi ile önemli gelişmeler yaşanmıştır. Hava görüntüleme sağlayan bu sistemler sayesinde, fungal, bakteriyel ve zararlı böcek kaynaklı problemler (örneğin zeytin sineği zararı) erken dönemde tespit edilebilmektedir. Yukarıdan sağlanan görüntüler, ürün gelişiminin izlenmesine ve hastalık veya zararlı yoğunluğunun belirlenmesine imkân tanımaktadır.

Yukarıda belirtilen uygulamaların ne derece faydalı olacağı, işletmenin ihtiyaçlarına ve yetiştirilen ürün desenine bağlıdır. Ancak açık olan şudur ki; teknoloji mevcuttur ve bilinçli kullanıldığında, tarımsal üretimin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için önemli fırsatlar sunmaktadır.

1.8 Faydalı Siteler – Tarım Uygulamaları & Mobil Uygulamalar

Tarımsal Uygulamalar ve Mobil Yazılımlar

Aşağıda, tarımsal üretim ve işletme yönetimi alanında yaygın olarak kullanılan uluslararası mobil uygulamalar yer almaktadır. Bu uygulamalar; hastalık teşhisi, hassas tarım, işletme yönetimi, veri analizi ve karar destek sistemleri gibi farklı alanlara odaklanmaktadır.

Uluslararası Mobil Uygulamalar

1. **Plantix** Fotoğraf analizi yoluyla bitki hastalıkları, zararlılar ve besin noksanlıklarının teşhisi için geliştirilmiş mobil uygulama.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.peat.GartenBank&hl=en>
2. **FarmLogs** – Tarımsal faaliyetlerin kaydı, görev takibi, hava durumu tahminleri ve toprak verilerinin izlenmesi için kullanılan yönetim aracı.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.farm.logapp&hl=en>
3. **Granular** – Entegre çiftlik operasyonları ve maliyet yönetimi sağlayan kapsamlı tarım yönetim platformu.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=ag.granular.insights&hl=en>
4. **Trimble Ag Software** – Hassas tarım uygulamaları, haritalama ve veri analitiği çözümleri sunan yazılım paketi.
<https://ww2.agriculture.trimble.com/software/prior-farm-works-desktop-versions/>
5. **Agri360** – Kontrol paneli ve uyarı sistemi içeren bulut tabanlı tarımsal yönetim platformu.
https://marketplace.microsoft.com/en-us/product/web apps/agrivi.agrivi-fms_insight?tab=overview
6. **SmartFarm** – Sensörler ve anlık uyarılar aracılığıyla gerçek zamanlı izleme sağlayan sistem.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appsforagri.smartfarm&hl=en>
7. **FJD Çiftlik Yönetim Sistemi (FMS)** – Görev planlama, GPS entegrasyonu ve veri yönetimi sunan çiftlik yönetim sistemi.
<https://fj-dynamics.co.uk/autosteer/software/fjd-farm-management-system/>
8. **ifarma by Agrostis** – Çiftlik ve üretici grupları için geliştirilmiş yönetim yazılımı.
https://ifarma.agrostis.gr/index_en.php
9. **Solvi** – Drone verilerinin analiz edilmesini ve girdilerin akıllı kullanımını sağlayan platform.
<https://solvi.ag/>
10. **John Deere Operations Center** – Tarım makineleri ve uygulama verilerini entegre eden dijital yönetim platformu.
<https://operationscenter.deere.com/>

1.9 Mobil Cihaz Üzerinden Yönetim Uygulamaları

Aşağıda yer alan platformlar, Android ve iOS işletim sistemli mobil cihazlarda kullanılabilen ve çevresel ayak izi, geri dönüşüm, sürdürülebilir pazarlar, su tasarrufunun azaltılması, ürün izleme ve üretim kontrolü gibi alanlara odaklanan uygulamalar sunmaktadır.

Başarılı tüm mobil uygulamalarda olduğu gibi, en etkili “yeşil” uygulamalar da kullanıcı dostu ve erişilebilir yapıdadır. Günümüzde çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine odaklanan çok sayıda uygulama piyasada yer almakta ve başarılı biçimde kullanılmaktadır.

Mobil uygulamalar dijital çağda hâkimiyetini sürdürmekte ve benzeri görülmemiş büyüme oranları göstermektedir. Araştırmalar, akıllı telefon kullanıcılarının zamanlarının yaklaşık %60’ını mobil uygulamalarda geçirdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, mobil uygulamaların etki gücünü artırmaktadır. Özellikle davranış değişikliği hedefleyen uygulamalar için “yeşil” değerleri merkeze almak, bu amaca ulaşmada etkili bir stratejidir.

En sık kullanılan uygulamalardan bazıları şunlardır:

Earth Hero

Earth Hero, çevre dostu bir toplulukla kullanıcıları bir araya getirerek olumlu çevresel alışkanlıkların geliştirilmesini teşvik eden bir platformdur. Kullanıcıların kendi çevresel eylemlerini ve düşüncelerini paylaşımlarına olanak tanır.

Uygulama, iklim kriziyle mücadelede bireysel düzeyde olumlu etki yaratmak için gerekli araçları sunmaktadır. Kullanıcı dostu arayüzü ve güçlü tasarımı sayesinde toplumsal farkındalık oluşturma ve davranış değişikliği sağlama potansiyeline sahiptir.

Earth Hero ile kullanıcılar ilerlemelerini takip edebilir, yeni “yeşil” hedefler belirleyebilir ve çevresel duyarlılığı yaygınlaştırabilirler. “yeşil” hedefler bulun ve bunu herkese duyurun.



<https://www.earthhero.org/>

- **Joro**

Joro, kullanıcıların harcama alışkanlıklarını analiz ederek daha sürdürülebilir bir yaşam tarzı benimsemelerine yardımcı olacak eylem önerileri sunan bir mobil uygulamadır. Uygulama, yapılan harcamalara bağlı sera gazı emisyonlarını değerlendirir ve çevre üzerindeki etkileri görünür hâle getirir. Böylece kullanıcılar, karbon ayak izlerinin en yüksek olduğu alanları kolay anlaşılır raporlar aracılığıyla tespit edebilir.

Joro, küçük ancak etkili değişikliklerle çevresel etkiyi azaltmayı hedefleyen bireyler için kolay entegre edilebilir ve kullanıcı dostu bir çözümdür. Günlük tüketim alışkanlıklarının sürdürülebilirlik perspektifiyle yeniden değerlendirilmesini destekler.



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.monbuilding.app.ioro&hl=en>

Birçok mobil uygulama, doğrudan iklim odaklı olmasa bile kullanıcılarını daha bilinçli ve çevre dostu tercihler yapmaya teşvik etmektedir. Uygulamaların toplumsal değişimi destekleme yolları oldukça çeşitlidir; örneğin ödül olarak ağaç dikimi kampanyaları sunmak, sürdürülebilir ürünleri öne çıkarmak veya iklimle ilgili bilgilendirici uyarılar göndermek bunlar arasında yer almaktadır.

Günümüzde, çevresel duyarlılığı artıran ve “yeşil” özellikleri başarıyla entegre eden çok sayıda mobil uygulama mevcuttur. Bu tür uygulamalar, kullanıcı davranışlarını dönüştürerek hem bireysel hem de toplumsal düzeyde sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır.

- **Flora**

Flora, çevre odaklı bir alışkanlık takip uygulaması olup kullanıcıların günlük görevlerini planlamalarına ve yönetmelerine yardımcı olur. Her ne kadar kullanıcılar istedikleri herhangi bir faaliyeti takip edebilse de uygulama, çevre dostu tercihler yapmayı teşvik eder ve uygulama içindeki hedeflere ulaşıldığında ödül olarak ağaç dikimi gerçekleştirilmesini sağlar.



Bu yönüyle Flora, genel amaçlı bir mobil uygulamaya “yeşil” özelliklerin başarılı biçimde entegre edilmesine örnek teşkil etmektedir.

Uygulamanın ücretsiz bir sürümü bulunmaktadır. Bununla birlikte, gezegene daha fazla katkı sağlamak isteyen kullanıcılar için daha fazla ağaç dikimini finanse etmeye imkân tanıyan ücretli bir seçenek de mevcuttur.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appfinca.flora.android&hl=en>

- **Thrive Market**

Thrive Market, uygun fiyatlarla sağlıklı yaşamı desteklemeyi amaçlayan başarılı bir çevrim içi gıda pazaryeridir. Vizyonu yalnızca çevresel etkiyle sınırlı olmamakla birlikte, sürdürülebilir ürünleri öne çıkarma konusunda oldukça etkili bir yaklaşım sergilemektedir. Bu sayede kullanıcılar, hangi ürünleri tercih ettiklerinde “yeşil” seçimler yaptıklarını açıkça görebilmektedir.

Marka, iklimle ilgili bilgi, ipucu ve uygulanabilir önerileri düzenli olarak paylaşmaktadır. Thrive Market’i aktif olarak kullanan bireyler, karbon ayak izlerini ve atık miktarını azaltma konusunda somut adımlar atabilmektedir. Karbon ayak izini azaltmak temel bir hedef olduğunda, ürünler sürdürülebilirlik kriterlerine göre filtrelenebilmektedir.



Thrive Market, çok işlevli bir dijital platform ile çevre dostu özellikleri bir araya getiren başarılı bir uygulama örneğidir.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thrivemarket.app&hl=en>

- **Plantix** – Resmî web sitesi üzerinden indirilebilen Plantix – Crop Doctor, bitki hastalıklarının ve zararlıların teşhisine yönelik geliştirilmiş bir tarımsal mobil uygulamadır. Fotoğraf analizi yoluyla ürünlerde görülen hastalıkları, zararlı etmenleri ve besin noksanlıklarını tespit eder ve uygun mücadele yöntemleri ile bakım önerileri sunar.



Bu uygulama, özellikle hızlı saha teşhisi gerektiren durumlarda üreticilere ve ziraat mühendislerine karar destek sağlayan pratik bir dijital araçtır.

<https://plantix.net/en/>

- **Bushel Farm**
Ürün izleme ve ürünlere ilişkin finansal verilerin kaydedilmesi amacıyla geliştirilmiş bir çiftlik yönetim uygulamasıdır (iOS işletim sistemi ile çalışır).



Bushel Farm; üretim kayıtlarının tutulması, verim takibi, girdi maliyetlerinin izlenmesi ve tarımsal faaliyetlere ilişkin finansal verilerin düzenli olarak kaydedilmesi gibi işlevler sunar. Bu sayede üreticiler, hem agronomik performansı hem de işletmenin mali durumunu bütüncül bir yaklaşımla değerlendirebilir.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.trigger.forge633ed212c46d11e185cd12313d1adcbe&hl=en>

- **AgriWebb**
AgriWebb, çiftlik ve hayvancılık işletmelerine yönelik veri yönetim sistemi sunar. Üretim kayıtları, hayvan varlığı, sağlık ve performans verileri gibi bilgilerin dijital ortamda izlenmesini sağlar. Çevrim dışı (offline) çalışma özelliği sayesinde internet bağlantısının sınırlı olduğu kırsal alanlarda da veri kaydı yapılabilir; bağlantı sağlandığında sistem otomatik olarak senkronize edilir.



Bu yönüyle uygulama, özellikle saha koşullarında çalışan üreticiler ve hayvancılık işletmeleri için pratik ve güvenilir bir yönetim aracıdır.

Bölüm 2-Avrupa Yeşil Mutabakatı (Green Deal) ve Sürdürülebilir Tarım

2.1 Avrupa Yeşil Mutabakatı (Green Deal)

European Green Deal, Avrupa Birliği ülkeleri arasında yapılan ve Avrupa'yı ilk iklim-nötr kıta hâline getirmeyi amaçlayan kapsamlı bir dönüşüm stratejisidir. Bu çerçevede Avrupa'nın ekonomi, enerji, ulaştırma, tarım ve sanayi politikalarının daha sürdürülebilir bir gelecek doğrultusunda yeniden yapılandırılması hedeflenmektedir.

Yeşil Mutabakat; inovasyona, temiz teknolojilere ve yeşil altyapıya yatırım yapılmasını öngörmekte; dönüşüm sürecinden en fazla etkilenen toplum kesimleri için adil bir geçiş süreci sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu yaklaşım sayesinde Avrupa vatandaşlarının günlük ihtiyaçlarında yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla dayanması, daha temiz hava solunması ve daha kaliteli ürünlere erişmesi hedeflenmektedir.



Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği'nin; modern, rekabetçi ve insan odaklı bir ekonomi yapısına sahip, adil ve müreffeh bir topluma dönüşümünü desteklemektedir. Aynı zamanda küresel sıcaklık artışını ve yaşam üzerinde yıkıcı etkiler doğuran aşırı çevresel ve sosyal olayları sınırlandırmayı amaçlamaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın 2050 vizyonu; doğa ve ekosistemlerde sağlıklı dengenin yeniden tesis edilmesidir. Bu kapsamda şu hedefler öne çıkmaktadır:

- İklim nötrlüğü: Sera gazı emisyonlarının azaltılması yoluyla net sıfır emisyonu ulaşılması.
- Döngüsel ekonomi: Malzemelerin yeniden kullanımı ve onarımı teşvik edilerek atık miktarının azaltılması.
- Temiz sanayi: Sürdürülebilir ve enerji verimli sanayi politikalarının desteklenmesi.
- Daha sağlıklı bir çevre: Doğaya saygı temelinde çevre kirliliğinin en aza indirilmesi.
- Sürdürülebilir tarım: Çevreyi koruyan ekolojik üretim uygulamalarıyla sağlıklı ve erişilebilir gıda üretiminin sağlanması.

2.2. Sürdürülebilir Tarım

Sürdürülebilir tarım; belirli ilkeler çerçevesinde geliştirilen bir yaklaşım ve yenilikçi uygulamalar bütünüdür. Aşağıdaki temel koşulları sağlamayı amaçlar:

- Çevrenin ve doğal kaynakların korunması,
- Çiftçiler için yeterli gelir düzeyinin sağlanması,
- Gelecek nesillerin tarımsal mesleklerde profesyonel sürdürülebilirliğinin güvence altına alınması.

Başka bir ifadeyle sürdürülebilir tarım;

- Çiftçilere tatmin edici ve istikrarlı gelir sağlar,
- Su, toprak ve hava kaynaklarını kirlilikten korur,
- Her türlü atığın geri kazanımını ve geri dönüşümünü teşvik eder,
- Ekosistem dengesi ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını hedefler,
- Su kaynaklarının rasyonel ve verimli kullanımını esas alır.

Kaçınılması gereken örnek - Alternatif çözüm

Geniş spektrumlu herbisitlerin bir alanda yoğun şekilde uygulanması; hedef dışı bitkilere ve böceklere geri dönüşü olmayan zararlar verebilir. Oysa bu organizmaların bir kısmı yetiştirilen ürüne zarar vermemekte, hatta ekosistem dengesi açısından faydalı olabilmektedir. Bu tür uygulamalar genel olarak ekosisteme zarar verir.

Alternatif bir çözüm olarak, her işletmede ürün rotasyonu (ekim nöbeti) uygulanabilir. Ekim nöbeti; toprak kalitesini iyileştirdiği, yabancı ot popülasyonunu ve tür çeşitliliğini azalttığı bilimsel olarak kanıtlanmış sürdürülebilir bir tarım uygulamasıdır.

Sürdürülebilir tarımın yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biri; toplum genelinde yeterli bilinç düzeyinin olmaması ve tarım sektöründe faaliyet gösteren bireylerin eğitim, mesleki gelişim ve yaşam boyu öğrenme olanaklarına sınırlı erişimidir. Sürdürülebilir tarım kurallarının etkin şekilde uygulanabilmesi için üreticilerin en az üç yıllık bir uyum ve hazırlık sürecine ihtiyacı vardır. Bu süreç sonunda üreticiler sürdürülebilir uygulamaların ekonomik ve çevresel faydalarını daha net biçimde görmeye başlar.

Ancak çiftçiler çoğu zaman her üretim sezonunda elde edecekleri gelire bağımlıdır. Bu nedenle sürecin başarıya ulaşabilmesi için devletlerin gerçekçi ve uygulanabilir bir plan hazırlaması temel bir ön koşuldur.

Bu plan şu unsurları içermelidir:

- Çiftçilere sürdürülebilir tarım konusunda eğitim verilmesi,
- Belirli bir geçiş süreci boyunca mali destek ve teşvikler sağlanması,
- Toplumun sürdürülebilir tarımın faydaları konusunda bilinçlendirilmesi.

Avrupa Birliği'nde tarım; toplumun, çevrenin ve ekonominin merkezinde yer alan stratejik bir sektördür. Bu nedenle Common Agricultural Policy (CAP – Ortak Tarım Politikası) oluşturulmuştur. Bu politika, tüm Avrupa Birliği ülkelerinde uygulanmakta olup üç temel sütuna dayanmaktadır:

- Ekonomik sürdürülebilirlik,
- Çevresel sürdürülebilirlik,
- Çiftliklerin sosyal sürdürülebilirliği.

Bu hedeflere ulaşmak amacıyla her üye ülke, kendi özgün ihtiyaçlarını dikkate alan ve Avrupa Birliği'nin ortak hedefleriyle uyumlu ulusal stratejik planlar hazırlamaktadır

Bu hedefler şunlardır:

Bkz.

<https://agriculture.europa.eu/cap-my-country/sustainability/environmental-sustainability/biodiversity>

2.2.1. Biyoçeşitliliğin Güçlendirilmesi

Avrupa Birliği'nde Biyoçeşitliliğin Güçlendirilmesi

Common Agricultural Policy (Ortak Tarım Politikası), Avrupa Birliği'ndeki tarımsal ekosistemlerde gerekli olan tür çeşitliliğini, canlıların (hayvanlar ve bitkiler) yaşayıp geliştiği doğal habitatları, tozlaştırıcıları ve peyzaj unsurlarını artırmayı amaçlamaktadır.

Tarımsal biyolojik çeşitlilik; çiftliklerde bulunan tüm yabani ve evcilleştirilmiş yaşam formlarını kapsar. Buna bitki çeşitleri, hayvan ırkları, toprak organizmaları, zararlı böcekler ve tozlaştırıcılar dahildir.

Ortak Tarım Politikası, sürdürülebilir tarım sistemleri içinde biyolojik çeşitliliği korumayı hedeflemekte; çiftçilerin hem gıda üretmesini hem de gelir elde etmesini sağlarken tarımsal ekosistemleri korumayı güvence altına almaktadır.

2.2.2 Doğal Kaynakların Korunması

Avrupa Birliği'nde doğal kaynakların (toprak, su, hava) korunması, tarımın sürdürülebilir biçimde işlemesi açısından hayati öneme sahiptir ve bu kaynakların sorumlu şekilde yönetilmesini güvence altına alır.

- **Toprak Sağlığının Korunması.**

Common Agricultural Policy (Ortak Tarım Politikası), toprak koruma kurallarına uyumu güvence altına almakta ve çiftçileri toprak yönetimini iyileştirmeye yönelik ek önlemler almaya teşvik etmektedir.

Toprak, gıda, lif ve modern biyoekonomi için gerekli diğer kaynakların üretiminin temelini oluşturan, tarım açısından vazgeçilmez ve yenilenemeyen bir kaynaktır.

Ayrıca toprak:

Biyolojik çeşitliliği destekler,

Karbonun tutulması ve depolanmasında merkezi rol oynar,

Su düzenlemesi ve besin döngüsü gibi çok sayıda ekosistem hizmeti sağlar.

Bu hayati işlevleri ve ekosistem hizmetlerini korumak amacıyla Ortak Tarım Politikası, sürdürülebilir toprak ve arazi yönetimini desteklemektedirS

- **Su Kaynaklarının Korunması (Güvenli Su)**

Ortak Tarım Politikası, Avrupa Birliği kurallarına uyumu sağlayarak su kaynaklarını korur ve sürdürülebilir yönetim uygulamalarını teşvik eder. Böylece suyun; gıda üretimi, tarım ve çevre açısından taşıdığı temel rolün korunmasına katkı sağlar.

Temiz ve yeterli su, toplum için temel bir doğal kaynaktır ve insan sağlığı ile yaşam kalitesinin temelini oluşturur. Bu kaynağın korunması için Ortak Tarım Politikası, çiftçileri su kaynaklarını güvenli ve sürdürülebilir biçimde kullanmaya teşvik etmektedir.

Tarım sektörü suya büyük ölçüde bağımlıdır; çünkü ürünlerin, hayvanların ve tarımsal ekosistem içindeki tüm yaşam formlarının sağlıklı ve verimli olabilmesi için istikrarlı ve güvenli bir su arzına ihtiyaç vardır.

Ancak su kaynakları, çoğu zaman sürdürülebilir olmayan yönetim uygulamalarıyla bağlantılı çeşitli tehditlere karşı hassastır. Bu nedenle etkin ve bilinçli su yönetimi, sürdürülebilir tarımın temel unsurlarından biridir.



İklim değişikliği, tarımsal su kullanımına ek zorluklar getirmektedir. Bazı bölgelerde artan kuraklık riski ve daha ciddi su kıtlığı görülürken, diğer bölgelerde sel olayları artmaktadır. Hatta bazı bölgelerde hem kuraklık hem de sel aynı dönemlerde yaşanabilmektedir.

Common Agricultural Policy (Ortak Tarım Politikası) aracılığıyla Avrupa Komisyonu, tarım sektörünün Avrupa Birliği politikalarına etkin biçimde katkı sağlamasını amaçlamaktadır.

Su kaynaklarının korunması, aynı zamanda European Green Deal'in temel sütunlarından biridir. Özellikle 2030 yılına kadar sıfır kirlilik hedefine ulaşılması ve sürdürülebilir bir gıda üretim sisteminin oluşturulması açısından su koruma politikaları büyük önem taşımaktadır.

- **Havanın Korunması (Güvenli Hava)**

Ortak Tarım Politikası, hava kirliliğine neden olabilecek emisyonların azaltılması ve atmosfere salınan zararlı maddelerin kontrol altına alınması konusunda çiftçileri desteklemektedir.

Temiz ve taze hava; insan, bitki ve hayvan sağlığı için hayati öneme sahiptir ve Avrupa Birliği'nde yaşam kalitesinin temel unsurlarından biridir. Ortak Tarım Politikası, sürdürülebilir bir tarım sistemi kapsamında hava kalitesini koruyan çiftçileri desteklemektedir.

Toprak ve suyla birlikte temiz hava, tarım için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Ancak tarım sektörü aynı zamanda önemli bir hava kirliliği kaynağıdır. Bunun başlıca nedenleri şunlardır:

✓ Tarımsal faaliyetler, AB'de toplam amonyak emisyonlarının yaklaşık %93'ünden sorumludur. Bu durum; özellikle yetersiz gübre (ahır gübresi) yönetimi ve sentetik azotlu amonyum gübrelerin (özellikle üre) kullanımından

kaynaklanmaktadır. Bu emisyonlar, su kaynaklarında aşırı besin yüklenmesine (ötrofikasyon) ve toprak asitleşmesine yol açabilir.

✓ Metan gazı, hayvanların sindirim sistemi fermantasyonu sonucu ortaya çıkan bir yan üründür. Metan, karasal çevre üzerinde kirletici etkiye sahip olup tarım ürünlerine zarar verebilmektedir.

✓ PM10 gibi partikül maddeler; sanayi tesisleri, fabrikalar ve araçlardan yayılan kirleticilerden, ayrıca biyokütle yakımı ve orman yangınlarından kaynaklanmaktadır.

Ortak Tarım Politikası, tarım sektörünün Avrupa Birliği'nin temiz bir çevre oluşturma hedeflerine güçlü katkı sağlamasını güvence altına almaktadır.

2.2.3 Kırsal Alanlar İçin Uzun Vadeli Bir Vizyon

Bu vizyon, Avrupa Birliği'nin kırsal alanlarını daha güçlü, bağlantılı, dayanıklı ve müreffeh hâle getirmek amacıyla üç temel eylem alanı ortaya koymaktadır.

Kırsal bölgelerin planın temel hedeflerine etkin biçimde katkı sağlayabilmesi için, Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan bir bildirim, AB kırsal alanları için 2040 yılına kadar uzanan uzun vadeli bir vizyon ortaya koymaktadır.

Bu vizyon; kırsal alanların ve toplulukların daha güçlü, daha bağlantılı, daha dayanıklı ve daha refah içinde olması amacıyla öncelikli eylem alanlarını belirlemektedir. Somut öncü eylemler ve yeni araçlar içeren bir AB Kırsal Paktı ve Eylem Planı, bu vizyonun hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Daha fazla bilgi, herhangi bir kırsal alanda uygulanabilecek fikirler, farklı ülkelerden iyi uygulama örnekleri, iletişim bilgileri ve geri bildirimler ile ilginizi çekebilecek diğer konular için lütfen aşağıdaki web sitelerini ziyaret edin.

1. https://rural-vision.europa.eu/action-plan_en
2. https://ruralpact.rural-vision.europa.eu/index_en

2.2.4 Ekolojik Programlar

Avrupa'nın yaklaşık yarısı tarım arazilerinden oluşmaktadır. Çiftçiler bu alanları birer koruyucu (steward) olarak işleyerek toplumun ihtiyaç duyduğu ürünleri üretmektedir. Ancak tarımsal faaliyetler; iklim değişikliği, aşırı hava olayları ve tarımda kullanılabilir suyun miktarı ile kalitesi gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

Ekolojik programlar (eco-schemes), yeşil dönüşüm önceliklerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu programlar, Ortak tarım Politikası 2023-2027 döneminin yeni bir unsurudur ve çiftçilerin tarımın çevre ve iklim üzerindeki olumsuz etkilerini en aza

indiren uygulamaları benimsemelerini desteklemektedir. Aynı zamanda daha sürdürülebilir tarım modellerine geçişi teşvik etmektedir.

Ekolojik programlar:

- AB'nin çevre koruma hedeflerine katkı sağlayan tarımsal uygulamaları destekler,
- İklim değişikliğiyle mücadele için gerekli koşulları oluşturur,
- Doğal kaynakların korunmasına yönelik çaba gösteren çiftçileri ödüllendirir,
- Toplum yararına tarımsal üretimi teşvik eder.

Ekolojik programlar kapsamında desteklenen uygulamalar:

- İklim ve çevre ile ilgili faaliyetleri kapsar,
- Avrupa ve Ulusal Ortak Tarım Politikası Stratejik Planlarında tanımlanır,
- European Green Deal hedefleriyle uyumlu olarak tasarlanır.

Bu yönüyle ekolojik programlar, tarım sektörünü daha çevreci, dayanıklı ve sürdürülebilir bir yapıya dönüştürmeyi amaçlayan önemli bir politika aracıdır.

2.2.5 Organik Tarım - Organik Ürünler

Organik tarım; gübre ve pestisit kullanımını en aza indiren, toprak sağlığını iyileştiren ve biyolojik çeşitliliği artıran çevre dostu uygulamaları teşvik eder.

Avrupa Birliği'nin hedefi, 2030 yılına kadar tarım arazilerinin %25'inin organik tarım kapsamında olmasıdır. Bu hedef, European Green Deal çerçevesindeki sürdürülebilir gıda sistemi vizyonunun önemli bir parçasıdır.

Avrupa Birliği'nde organik üretim, Regulation (EU) 2018/848 ile düzenlenmiştir. Bu düzenleme, organik üretim ve sertifikasyon için açık ve katı standartlar belirleyerek tüketicilerin organik ürünlere duyduğu güveni sağlamayı amaçlamaktadır.

AB'de organik tarım; tohumdan nihai tüketilebilir ürüne kadar tüm üretim süreçlerini kapsar ve çok çeşitli ürünleri içerir. Özellikle şu alanları kapsamaktadır:



- Tohumlar ve çekirdek, anaç vb. çoğaltım materyalleri,
- Gıda olarak kullanılan işlenmiş veya işlenmemiş tarımsal ürünler,
- Hayvan yemleri,
- Mantar ürünleri, mantar tıpaları (kork), uçucu yağlar, ham pamuk, balmumu ve doğal habitatlardan elde edilen yabani bitkiler gibi yeni veya özel ürünler.

Organik ürünlerin üretimi; çevrenin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve tüketici güveninin sağlanması ilkelerine dayanan organik tarım kurallarına uygun olmalıdır.

Organik Üretimin Temel İlkeleri

- Uygun ve planlı ekim (sürdürülebilir ekim sistemi).
- Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) kullanımının yasaklanması.
- Radyasyon kullanımının yasaklanması.
- Kimyasal gübre, herbisit ve pestisit kullanımının sınırlandırılması.
- Hormon kullanımının yasaklanması, antibiyotik kullanımının sınırlandırılması ve azotlu kimyasal gübrelerin yasaklanması.
- Azot bağlayıcı bitkiler ve toprak verimliliğini artırıcı yöntemlerin uygulanması.
- Dayanıklı çeşitlerin seçimi ve doğal zararlı kontrol mekanizmalarını destekleyen tekniklerin geliştirilmesi yoluyla yabancı ot ve zararlı etkisinin azaltılması.

Bu ilkeler doğrultusunda organik tarım, hem çevresel sürdürülebilirliği hem de sağlıklı ve güvenilir gıda üretimini birlikte hedeflemektedir.



Organik üretime ilişkin kurallar; birincil üretimden depolamaya, işlemeden taşımaya ve nihai tüketiciye kadar üretim ve dağıtımın tüm aşamalarını kapsar. Başka bir ifadeyle, çiftlikten tüketicinin sofrasına kadar tüm süreçte sıkı kurallara uyulması zorunludur.

Avrupa Birliği, çevrenin korunması, insan sağlığının güvence altına alınması ve gıda kalitesinin artırılması amacıyla sürdürülebilir ve çevre dostu gıda üretim uygulamalarını teşvik etmektedir.

Organik tarıma ilişkin tedbirler, uzun vadede organik üretimin toplam tarımsal üretimin %25'ine ulaşmasını öngörmektedir. Organik olarak pazarlanan tüm ürünler, organik üretim standartlarına uygun bitkisel çoğaltım materyalinden elde edilmiş olmalıdır.

Avrupa Birliği ülkeleri, uygun kaynak bulmakta zorlanan üreticilere yardımcı olmak amacıyla organik bitkisel çoğaltım materyaline ilişkin ulusal veri tabanları oluşturmaktadır. Bu sistem, organik üretim zincirinin şeffaflığını ve güvenilirliğini güçlendirmektedir.

2.3 Genel Sonuç - Tarımda İnovasyon Hedefleri

Yenilikçi tarım yöntemleri; sınırlı alanlarda verimi en üst düzeye çıkarmaya, teknolojiyi kullanarak üretim verimliliğini artırmaya ve çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmeye odaklanır. Böylece her bir ürünün çevresel ayak izi azaltılmaktadır.

Yenilikçi tarım uygulamaları sayesinde:

- Geleneksel üretime kıyasla su kullanımında önemli ölçüde azalma sağlanır.
- Böcek ilacı, herbisit ve kimyasal katkı maddelerinin kullanımı en aza indirilir ya da tamamen ortadan kaldırılır; böylece nihai ürün kalitesi artar.

- Rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri (fotovoltaik sistemler) gibi alternatif enerji kaynakları kullanılarak fosil yakıtlara bağımlılık azaltılır.



- Teknolojik uygulamalar ve yapay zekâ sayesinde her ürünün gerçek ihtiyaçları zamanında ve yüksek doğrulukla belirlenir; bu da maksimum verim elde edilmesini sağlar.
- İnsan kaynağı daha etkin kullanılır; fiziksel iş gücünden teknoloji kullanımına geçiş sağlanır.
- Küçük tarım alanları dahi (özellikle dikey tarım sistemleriyle) yüksek verimli şekilde değerlendirilebilir.
- Gençler için yeni iş fırsatları oluşturulur ve tarım sektöründe geleneksel iş yapış biçimleri çeşitlendirilir.
- Mevsimsel kabul edilen bazı ürünlerin yıl boyunca üretimi mümkün hâle gelir; bu durum hem üreticilerin gelir istikrarını hem de tüketici taleplerini karşılamayı sağlar.
- Üretim, tüketim noktalarına yakın alanlarda yapılabildiği için ürünler daha taze ulaşır ve nakliye maliyetleri düşer.

Yenilikçi tarım hedeflerinin gerçekleştirilmesi şu sonuçları doğuracaktır:

- Birim alan başına verim artışı,
- Ürün kalitesinde iyileşme,
- Enerji ve su kaynaklarında tasarruf,
- Tarımsal atıklardan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması veya sıfırlanması,
- Alternatif enerji kaynaklarının yaygın kullanımı,
- Tarım sektöründeki istihdamın niteliğinin yükselmesi,

- Yeni mesleki standartların ve yeni iş alanlarının oluşması,
- Kırsal alanların ve genel olarak kırsal yaşamın güçlendirilmesi.

Bu hedef ve sonuçlara ulaşabilmek için yenilikçi tarımla ilgilenmek isteyen bireylerin uygun başlangıç ve yaşam boyu eğitim almaları gerekmektedir. Bu sorumluluk; kamu veya özel eğitim kurumlarına aittir ve Avrupa eğitim programları tarafından desteklenmektedir.

Eğitim programlarının, her ülkenin yerel ihtiyaçlarına, bölgesel özelliklerine ve iklim koşullarına uyarlanması; yenilikçi tarımın sürdürülebilir ve başarılı biçimde uygulanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

2.4 Tarımsal Yenilik için İnsan Kapasitesi ve Becerileri

Modern tarım yalnızca makine, sensör ve dijital teknolojilere dayanmamaktadır. İnsan bilgisi, eğitim ve yeni zorluklara uyum sağlayabilme yeteneği de tarımın geleceği açısından eşit öneme sahip etkenlerdir. Yenilikçi ve sürdürülebilir tarım sistemlerine başarılı geçiş, büyük ölçüde çiftçilerin, tarım çalışanlarının, gençlerin, araştırmacıların ve yerel toplulukların becerilerine ve aktif katılımına bağlıdır.

Tarımda teknolojinin hızla gelişmesi, sürekli eğitim ve yaşam boyu öğrenmeyi zorunlu kılmaktadır. Bugünün çiftçileri; dijital araçları kullanabilmeli, çevresel gereksinimleri anlayabilmeli, doğal kaynakları verimli biçimde yönetebilmeli ve iklim değişikliği ile piyasa rekabetinin getirdiği zorluklarla başa çıkabilmelidir.

Özellikle şu konulara önem verilmelidir:

- Çiftçiler ve tarım çalışanları için dijital beceri geliştirme;
- Kırsal alanlarda yaşam boyu öğrenme ve mesleki eğitim;
- Genç çiftçilerin ve yeni girişimcilerin desteklenmesi;
- Kırsal kalkınma ve tarımsal yenilikteki kadın rolünün güçlendirilmesi;
- Çiftçiler, araştırma kurumları, yerel yönetimler ve eğitim kuruluşları arasında iş birliği;
- Ülkeler ve bölgeler arasında bilgi ve iyi uygulama alışverişi.

Tarımsal danışmanlık hizmetleri ve eğitim programları, üreticilerin yenilikçi yöntemleri ve modern teknolojileri benimsemesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Erasmus+ gibi Avrupa eğitim ve iş birliği programları, bilginin güçlendirilmesine, yeniliğin teşvik edilmesine ve kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasının desteklenmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

Tarımın geleceği yalnızca teknolojik yeniliğe değil; insanların iş birliği yapma, öğrenme ve sürekli değişen çevresel ve ekonomik koşullara uyum sağlama kapasitesine de bağlıdır.

2.5 Tarımda Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Kaynak Yönetimi

Döngüsel ekonomi, modern tarımın sürdürülebilir kalkınması için önemli bir modeldir. Temel amacı; tarımsal üretim süreci boyunca atığı azaltmak, kaynakları yeniden kullanmak ve enerji, su ile hammaddelerin verimli kullanımını iyileştirmektir.

Geleneksel doğrusal üretim modelleri “üret – tüket – at” sırasına dayanır. Buna karşın döngüsel ekonomi, malzemelerin yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü teşvik eder; çevresel etkiyi en aza indirirken ekonomik verimliliği artırmayı hedefler.

Tarımda döngüsel ekonomi uygulamaları şunları kapsamaktadır:

- Tarımsal ve gıda atıklarının kompostlanması;
- Sulama amaçlı arıtılmış suyun yeniden kullanımı;
- Tarımsal artıklardan biyokütle ve biyoenerji üretimi ile kullanımı;
- Sera ve sulama sistemlerinde kullanılan plastik malzemelerin geri dönüştürülmesi;
- Üretim ve dağıtım süreçlerindeki gıda kayıplarının azaltılması;
- Çiftliklerde güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı;
- Hayvan atıkları ve organik gübrelerin sürdürülebilir biçimde yönetilmesi.

Döngüsel ekonomi uygulamaları şunlara katkı sağlamaktadır:

- Çevre kirliliğinin azaltılması;
- Doğal kaynakların korunması;
- Üretim maliyetlerinin düşürülmesi;
- Toprak kalitesinin ve biyolojik çeşitliliğin iyileştirilmesi;
- Sera gazı salınımlarının azaltılması;
- Kırsal ekonomilerin sürdürülebilirliğinin ve dayanıklılığının güçlendirilmesi.

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Ortak Tarım Politikası, finansman fırsatları, yenilik programları ve sürdürülebilir kalkınma stratejileri aracılığıyla döngüsel tarım sistemlerine geçişi desteklemektedir.

Döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesi, çiftçilerin çevreyi korurken ve uzun vadeli tarımsal sürdürülebilirliği güvence altına alırken rekabet güçlerini artırmalarına yardımcı olabilir.

Bölüm 3

Tarım Arazisi Kullanımında Yenilikçi Yöntemler

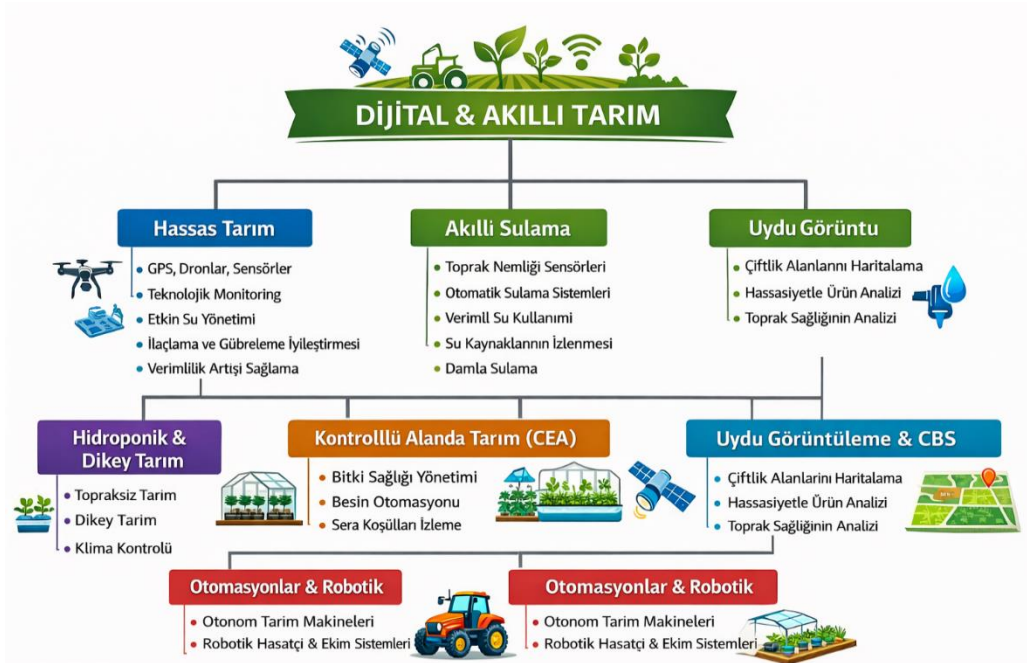
3.1 Giriş

Tarımsal arazi kullanımında yenilikçi yöntemler, çevreyi korurken modern teknoloji uygulamalarının kullanımıyla her bir mahsulün verimini ve verimliliğini en üst düzeye çıkarmaya odaklanır.

Sürdürülebilirliği verimlilik ve teknolojik ilerleme ile birleştiren bazı yenilikçi tarımsal arazi kullanım yöntemleri şunlardır:

- **Hassas Tarım**

Hassas tarım; GPS, insansız hava araçları (drone), sensörler ve yapay zekâ teknolojilerinin kullanımına dayanır.



Bu yöntem:

- ✓ Su yönetiminin optimize edilmesini,
- ✓ Kimyasal gübre kullanımının en aza indirilmesini,
- ✓ Bitki koruma uygulamalarının daha etkili hâle getirilmesini,
- ✓ Birim ekili alan başına verimin artırılmasını amaçlar.

Hassas tarım sayesinde üretim girdileri (su, gübre, ilaç vb.) yalnızca ihtiyaç duyulan alanlarda ve doğru miktarda kullanılır. Böylece hem maliyetler düşürülür hem de çevresel etkiler azaltılır.

- **Akıllı sulama sistemleri – Hassas sulama – Damla sulama**

Özel sensörler yardımıyla toprak nemini izleyerek, sulama için gerekli su miktarını belirleyen ve otomatik sulama sağlayan sistemlerdir.

Bu sistemler, tarım alanlarında su israfını ortadan kaldırmayı amaçlar ve bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyun doğru zamanda ve doğru miktarda verilmesini sağlar. Böylece hem su tasarrufu sağlanır hem de ürün verimliliği artırılır.

- **Kontrollü Ortam Tarımı**

Bu yöntem; üretim ortamındaki ışık, sıcaklık, nem ve diğer çevresel faktörlerin teknoloji kullanılarak kontrol edilmesine dayanır. Özellikle seracılıkta ve kapalı alan üretim sistemlerinde uygulanır. Amaç, dış çevre koşullarından bağımsız olarak optimum yetiştirme koşulları sağlayarak verim ve kaliteyi artırmaktır.

- **Hidroponik Tarım - Dikey Tarım.**

Bu yöntem özellikle küçük ölçekli üretimlerde ve sera yetiştiriciliğinde uygulanmaktadır.

Hidroponik tarım, bitkilerin toprak yerine besin çözeltileri içeren su ortamında yetiştirilmesine dayanır.

Dikey tarım ise üretimin katmanlı sistemlerde gerçekleştirilmesini sağlar ve küçük alanlarda yüksek verim elde edilmesine olanak tanır.

Bu sistemlerde; ısıtılma, sıcaklık, nem ve diğer çevresel faktörler teknolojik uygulamalar aracılığıyla kontrol edilir. Böylece yıl boyunca üretim yapılabilir ve su ile gübre kullanımı önemli ölçüde azaltılabilir.

- **Uydu Görüntüleme ve Haritalama, GIS.**

Bu yöntem daha çok büyük ölçekli tarımsal işletmeleri ilgilendirir.

- ✓ Ekilebilir arazilerin planlanması ve kullanımının optimize edilmesi,
- ✓ Verim tahminlerinin yapılması,
- ✓ Toprağın belirli özelliklerinin (nem, besin durumu, stres faktörleri vb.) tespit edilmesi,
- ✓ Hastalık ve zararlı risklerinin erken belirlenmesi

gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

Uydu verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), tarımsal karar alma süreçlerini bilimsel verilerle destekleyerek daha verimli ve sürdürülebilir üretim yapılmasına katkı sağlar.

- **Yapay Zeka Otomasyonu - Robotik.**

Bu uygulamalar çoğunlukla büyük ölçekli tarımsal işletmeleri ilgilendirir.

- ✓ Traktör ve diğer tarım makinelerinin otonom çalıştırılması,

- ✓ Yabancı ot kontrol makineleri ve hasat ekipmanlarının robotik olarak işletilmesi,
 - ✓ Ekim için ideal dönemlerin algoritmalarla tahmin edilmesi,
 - ✓ Nem sensörlerinin kullanılması
- gibi teknolojik uygulamaları içerir.

Yenilikçi yöntem ve fikirlerin listesi yalnızca yukarıdaki örneklerle sınırlı değildir; yetiştirilen ürün grubuna göre çok sayıda farklı uygulama geliştirilebilir.

Bu çalışmada, yenilikçi tarım yöntemleri aşağıdaki üç kategori altında ele alınacaktır:

- a. Küçük ölçekli üretim
- b. Büyük ölçekli üretim
- c. Akıllı “Tarım Köyleri”

3.2 Küçük Ölçekli Üreticiler ve Ürünler

Küçük ölçekli üreticiler ve küçük ölçekli tarım, aile temelli yapıları nedeniyle yerel topluluklarda önemli bir rol oynamakta ve yerel istihdamın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, marjinal ve tehdit altındaki bölgelerde küçük ölçekli üreticiler tarım-gıda sistemlerinin itici gücüdür. İklim değişikliği ve diğer krizler bu kesimleri orantısız biçimde etkilemektedir.

Kadınlar, gençler ve yerli topluluklar gibi birçok grup küçük ölçekli üretimin parçasıdır; ancak katkıları çoğu zaman yeterince takdir edilmemektedir. Buna rağmen, küçük ölçekli üreticiler genellikle donanımlı büyük işletmelerle rekabet etmekte zorlanmaktadır. Bu durum sosyal, çevresel ve ekonomik eşitsizliklere yol açmaktadır.



Küçük ölçekli üretime odaklanmak; ekosistemlerle ve insan ihtiyaçlarıyla daha uyumlu, krizlere daha dayanıklı tarım-gıda sistemlerine geçişi destekleyebilir. Küçük ölçekli üreticiler, sürdürülebilir dönüşümün ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin gerçekleştirilmesinde kilit rol oynayacaktır.

Bu sistemler büyük ölçekli üretime göre bazen daha az verimli olabilir; ancak çoğu zaman iklim değişikliğine ve çevresel baskılara karşı daha dayanıklıdır. Ayrıca agro-biyolojik çeşitlilik ve yerel bilgi sistemleri açısından önemli kaynaklardır.

Ulusal ve Avrupa düzeyinde, küçük ölçekli üreticilerin refah ve yaşam kalitesine katkısını artırmaya yönelik politikalar ve öneriler geliştirilmektedir. Amaç; küçük ölçekli üretimin potansiyelini açığa çıkarmak ve sürdürülebilir tarım-gıda sistemlerine geçişte merkezî bir rol üstlenmesini sağlamaktır.

Ancak küçük ölçekli üretim; danışmanlık hizmetleri, tarımsal araştırmalar ve örgün eğitim programları tarafından çoğu zaman yeterince desteklenmemektedir. Bilgiye erişimdeki güç dengesizliklerinin azaltılması ve yerel bilgi birikiminin tanınması gerekmektedir.

3.2.1 Verimliliği Artırmaya Yönelik Düşük Maliyetli Çözümler

Küçük ölçekli üreticilerin verimliliği artırması, kaynakları sürdürülebilir biçimde yönetmesi ve ürün kalitesini yükseltmesi için düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir birçok yöntem bulunmaktadır. Bu çözümler genellikle akıllı yönetim uygulamalarına, organik yöntemlere ve basit ekipmanlara dayanmaktadır.

a. Ürün ve Toprak Yönetimi

Basit ama etkili tarım uygulamalarının hayata geçirilmesi, minimum maliyetle çiftlik sağlığını ve verimliliğini önemli ölçüde artırabilir:

- **Ekim Döngüsü:**

Her üretim sezonunda ürünlerin değiştirilmesi; zararlı ve hastalık döngülerini keser, toprak besin maddelerinin tükenmesini önler. Maliyetsiz ve temel bir uygulamadır.

- **Birlikte Ekim:**

Farklı bitkilerin stratejik olarak birlikte yetiştirilmesi zararlıları uzaklaştırabilir ve faydalı böcekleri çekebilir. Örneğin, fesleğenin domatesle birlikte ekilmesi bazı zararlıları uzaklaştırabilir.

- **Kompostlama ve Yeşil Gübre:**

Tarımsal atıkları (bitki artıkları, gübre) kompost üretmek için kullanmak ve toprağa karıştırılan örtü bitkileri (yonca veya çavdar gibi yeşil gübre) yetiştirmek, organik maddeyi, verimliliği ve su tutma kapasitesini artırmanın düşük maliyetli yollarıdır.

- **Malçlama:**

Toprağı saman, talaş veya plastik örtü gibi organik malzemelerle örtmek nemi korumaya, yabancı otları bastırmaya ve toprak sıcaklığını düzenlemeye yardımcı olur. Basit organik malzemeler genellikle ücretsizdir veya çok düşük maliyetlidir.



b. Sulama Yönetimi

Su yönetimi kritik bir öneme sahiptir ve geleneksel sulamaya kıyasla daha verimli olan birkaç ekonomik sistem bulunmaktadır:

- **Damla Sulama Sistemleri:**

Bu sistemler, suyu yavaş ve doğrudan bitki köklerine ileterek buharlaşma ve yüzey akışından kaynaklanan kayıpları önemli ölçüde azaltır. Genellikle yükseltilmiş bir tanktan yerçekimi gücüyle çalışan düşük maliyetli kitler veya basit yapılar, özellikle küçük alanlar için oldukça verimli ve ekonomiktir.

- **Yağmur Suyu Toplama:**

Basit tanklarda, varillerde veya küçük göletlerde yağmur suyunun toplanması ve depolanması, kurak dönemlerde hayati önem taşıyan ücretsiz bir su kaynağı sağlayabilir. Bu sistemin temel bileşenleri genellikle yağmur olukları ve iniş borularıdır.

- **Manuel/Taşınabilir Yağmurlama Sistemleri:**

Çok küçük araziler için, birkaç portatif yağmurlama sistemi, küçük bir su kaynağına (örneğin bir ev kuyusu) bağlanarak bölgeden bölgeye taşınmak suretiyle sulama yapılabilir.

c. Yabani Ot ve Hastalık Yönetimi

Organik ve kimyasal olmayan yöntemler genellikle küçük çiftlikler için en ucuz ve en güvenli yöntemlerdir:

- Yararlı Böcekleri Çekmek:

Çiçek şeritlerine civanperçemi, yonca veya dereotu gibi böcek çekici bitkilerin ekilmesi; uğur böcekleri ve parazitik yaban arıları gibi zararlıların doğal düşmanlarına nektar ve polen sağlar.

- Ev yapımı doğal karışımlar:

Sarımsak, acı biber veya neem yağı gibi malzemelerle hazırlanan ev yapımı çözümler, kimyasal pestisitlerin maliyeti veya toksisitesi olmadan birçok yaygın böceği uzaklaştırabilir veya öldürebilir.

- Fiziksel Bariyerler:

Bitki örtüsü veya böcek tülü kullanımı, pire böceği veya kabak böceği gibi zararlıların erişimini fiziksel olarak engelleyebilir. Sarı yapışkan tuzaklar da uçan zararlıları izlemek ve sayılarını azaltmak için düşük maliyetli bir araçtır.

- Manuel Olarak Uzaklaştırma ve Yakalama:

Daha büyük böcekler için, manuel toplama veya basit tuzaklar, emek yoğun olmasına rağmen özellikle etkili ve maliyetsiz olabilir.

3.2.2 Dijital Teknolojiler

Dijital teknolojiler, bu zorlukların bazılarının ele alınmasına yardımcı olabileceklerini göstermiştir. Bununla birlikte, dijital uçurumlar ve dijital yenilikler yoluyla tarım-gıda sistemlerinde küçük ölçekli üreticilere sağlanan faydaların ve maliyetlerin dağılımına ilişkin endişeler devam etmektedir.

Takip eden sayfalar, küçük tarım arazilerinde akıllı tarım sistemleri kullanan ve teknoloji uygulamalarından yararlanan, küçük ölçekli çiftçiliği içeren yenilikçi girişimlere yönelik fikirler sunmaktadır.

Küçük ölçekli üreticilerin sürdürülebilir tarım-gıda sistemlerini dönüştürme potansiyelini genişletmek; küçük ölçekli üretimin sinerjilerini en üst düzeye çıkaran ve tarım-gıda sistemlerinin sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları arasındaki çatışmaları en aza indiren politikalara, kurumlara, mevzuata ve yatırımlara ihtiyaç duymaktadır.

FAO Ofisi Özel Danışmanı Mona Chaya'nın da belirttiği gibi, 'gerçek bir etki yaratabilmek için sürdürülebilir küçük ölçekli üretime yönelik bilgi ve yeniliğin oluşturulması ve paylaşılmasına destek gereklidir'.

Tarım-gıda sistemlerinde artan uzmanlaşma ve basitleştirme ile karar alma mekanizmalarının yoğunlaşmasının, günümüzün zorluklarının çözümüne katkıda bulunması pek olası değildir. Bu zorlukların üstesinden gelmek, dünya çapındaki küçük ölçekli üreticilerin azim ve kararlılığını gerektirmektedir.

Temel teknolojiler bile verimliliği ve pazar erişimini artırabilir:

- Cep Telefonu Danışmanlık Hizmetleri:
Basit cep telefonları, çiftçilerin ekim zamanları, hava tahminleri ve hastalıklar veya böcekler hakkında uyarılar konusunda tarım hizmetlerinden yerel danışmanlık almalarını sağlar.
- Dijital Pazar Platformları:
Uygulamalar veya sosyal ağlar kullanarak tüketicilerle veya tüccarlarla doğrudan bağlantı kurmak, pazara erişimi iyileştirebilir ve daha iyi fiyatlar elde edilmesini sağlayabilir.

"Sürdürülebilir tarımsal gıda sistemlerinin dönüşümünde küçük ölçekli üretim" başlıklı çalışma, tarımsal gıda sistemlerinin dönüşümünde bunların önemini ve potansiyelini vurgulamaya yönelik bir girişimdir.

3.3 Kontrollü Çevre Tarımı – Aquaponik

- Hidroponik (Topraksız Tarım)

Hidroponik (Topraksız Tarım), besin maddelerince zengin sulu çözeltiler kullanan, geleneksel tarımda kullanılan suyun %70-80'inden tasarruf sağlayan ve bu çözeltilerin sürekli geri dönüştürüldüğü, toprak içermeyen yenilikçi bir yetiştirme yöntemidir. Bu nedenle hidroponik, özellikle su sıkıntısı çeken bölgelerde oldukça kullanışlıdır.

Küçük ölçekli hidroponik sistemler her türlü iç veya dış mekana uyarlanabilir ve aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Basit ve kullanımı kolaydır.
- Kurulum maliyeti düşüktür.
- Kolayca genişletilebilir.
- Kurulum ve işletim için uzmanlık gerektirmez.
- Montajı kolaydır.
- Elektronik olarak izlenebilir ve otomatikleştirilebilir.
- Piyasada hazır (prefabrik) hidroponik sistemler kolayca bulunabilir ve

garantilidir.

- Üretici tarafından kendi ihtiyaçlarına göre, piyasadan satın alınan çeşitli bileşenlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan sistemlerde ise, üretici kendi durumuna uygun sistem ve teknikleri seçmiş olur. Bu teknikler şunları içerir:

- o Substratlı (ortamlı) yetiştiricilik
- o Substratsız (ortamsız) yetiştiricilik
- o Fide üretimi

Tüm teknikler eşit derecede geçerlidir ve süreç fide veya çelik aşamasından başlar, bitkinin büyüme döneminden geçer ve meyve verme dönemiyle sona erer. Tüm bu süreçler, bitkinin gelişim parametrelerinin sistematik olarak izlenebildiği uygun bir “Yetiştirme Odası”nda (Grow Room) gerçekleştirilir. Bu alan bir bina ya da sera olabilir.

3.3.1 Topraksız Tarımın Gelecek Potansiyeli

Hidroponik, geleneksel tarımı tamamlama konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Mevcut sistemlere entegre edilerek üretkenlik ve sürdürülebilirlik artırılabilir. Hidroponiği benimseyerek yetiştirme yöntemlerinizi çeşitlendirmiş olursunuz. Bu çeşitlilik, kontrollü ortamlarda yapraklı sebzeler, domates, salatalık, çilek, otlar ve hatta meyveler gibi daha geniş bir ürün yelpazesi yetiştirmenize olanak tanır. Bu yaklaşım, dış ortam koşullarından bağımsız olarak sürekli bir taze ürün tedariki sağlar.

Topraksız tarımı, geleneksel yetiştirme uygulamalarını desteklemek için kullanabilirsiniz. Toprak bazlı sistemlerde iyi gelişemeyen bitki türleri için alternatif bir yetiştirme yöntemi sunar. Her iki yöntemi birleştirerek arazi kullanımını optimize eder ve toplam verimi artırabilirsiniz. Hidroponik ile geleneksel tarım arasındaki bu sinerji, gıda güvencesini güçlendirir ve tüketicilerin çeşitli ve besleyici ürün seçeneklerine erişimini sağlar.



Hidroponik, gelecekte gıda üretiminde önemli bir rol oynamaya hazırdır. Küresel nüfus arttıkça ve gıda talebi yükseldikçe, bu talebi sürdürülebilir bir şekilde karşılamak için topraksız tarımdan yararlanılabilir. Gıdayı yerel olarak üreterek uzun mesafeli nakliye ihtiyacını azaltırsınız. Bu yerel üretim, karbon emisyonlarını düşürür ve gıda güvencesini artırır.

Gıda talebini yerel düzeyde karşılama zorluğunun üstesinden gelmek için hidroponik sistemleri kullanabilirsiniz. Sınırlı alanlarda yüksek verim üretebilme yeteneği, onu kent çeperi ve kentsel alanlarda tarım için ideal bir çözüm haline getirmektedir. Hidroponik, geleneksel tarımı tamamlayıcı bir rol üstlenir, onun yerini almak zorunda değildir.

Topraksız tarım, sürdürülebilir bir şekilde gıda talebini karşılayabildiği ve sınırlı alanlarda yüksek verim sağlayabildiği için muazzam bir potansiyel sunmaktadır. Ayrıca, azaltılmış su tüketimi, minimum düzeyde pestisit kullanımı, sürdürülebilir tarımı desteklemesi ve daha düşük karbon ayak izi gibi birçok çevresel fayda da sağlar.

3.3.2 Topraksız Tarım Sistemi Ekipmanları

Her hidroponik ünitesinde bulunması gereken çeşitli ekipman sistemleri ile aşağıdaki hedeflere ulaşılması amaçlanmaktadır:

- Kökler tarafından besin maddelerinin alınması.
- Kök sisteminin oksijenlenmesi.
- Hidroponik yetiştiricilik için uygun bir yetiştirme ortamının (substratın) seçilmesi.
- Uygun besin çözeltisinin seçilmesi.
- İstenen hidroponik sistemin seçilmesi:

o Kökün bir substrat içinde geliştiği ve besin çözeltisinin yüzeyden veya toprak altı sulama ile verildiği sistemler.

o Kökün doğrudan besin çözeltisi içinde geliştiği sistemler.

o Kökün havada geliştiği (aeroponik) ve besin çözeltisinin püskürtülerek verildiği sistemler.

Çeşitli ekipman sistemleri şunlardan oluşur:

a) Yapay aydınlatma sağlamak için kullanılan malzemeler (tam spektrum veya çift spektrum lambalar, lamba askıları, lambalar ve reflektörler). Fiyatları 10 € ile 40 € arasında değişmektedir.

b) 1,2 m x 0,6 m x 1,9 m ile 2,97 m x 2,97 m x 2,17 m ölçülerinde yetiştirme kabinleri. Fiyatları 280 € ile 1.100 € arasında değişmektedir.

Yetiştirme alanı ısıtıcıları. Fiyatları 35 € ile 55 € arasında değişmektedir.



c) Hazır Hidroponik Sistemler

- Sıvı besin çözeltisi ve pH ayarlama sistemi

- Oksijenlendirme sistemi
 - Coco peat (hindistancevizi torfu) substratı
 - Otomatik sulamalı bitki sistemleri
- Kurulumun büyüklüğüne bağlı olarak fiyatlar 200 €’dan başlamaktadır.

d) İklim Kontrolü

- Hava temizliği kontrol cihazı
 - Yetiştirme alanı ısıtıcısı
 - Filtreli kanal tipi fan (in-line box with filter)
 - Termometre – Higrometre
- Fiyatlar 10 € ile 60 € arasında değişmektedir.

e) Besin Maddeleri

- Organik çiçeklenme teşvik edici
 - Bitki verim artırıcı
 - Sıvı gübre
 - Tüm substratlarla uyumlu mineral gübre
 - Organik mikro besin takviyesi
- İçeriğe ve ambalajın ml miktarına bağlı olarak fiyatlar 24 € ile 90 € arasında değişmektedir.

f) Yetiştirme Ekipmanları

- Hindistancevizi substratı
 - Bitki kütlesini artırmaya yönelik delikli saksılar
 - Toprak düzenleyiciler
 - Kil çakılı (genişletilmiş kil)
 - El aletleri (eldiven, budama makası, testere, çapa vb.)
- Fiyatlar 8 € ile 40 € arasında değişmektedir.

g) Aromatik Bitkilerden Yağ Üretimi İçin İşleme Araçları

- Ekstraksiyon torbaları
 - Nem tutucu torbalar
 - Dondurarak kurutma ve süblimasyon makineleri vb.
- Fiyatlar 10 adet hava geçirmez torba için 1,80 €’dan başlayıp, profesyonel kurutma, dondurma ve süblimasyon makinesi için 5.500 €’ya kadar çıkmaktadır.

Daha fazla bilgi için: <https://www.miilkiiagrow.com/>

3.3.3 Teknolojik Uygulamalar

Teknoloji, hidroponik (topraksız tarım) sistemlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Sistemlerinizi izlemek ve yönetmek için otomasyon ve yapay zekâdan

yararlanabilirsiniz. Akıllı tarım teknolojileri, çevresel koşullar ve bitki sağlığı hakkında gerçek zamanlı veriler sağlar. Bu gelişmeler, verimliliği ve üretkenliği artırmaktadır.

Teknoloji, yapay zekâ ve otomasyonun entegrasyonu, hidroponik sistemlerin etkinliğini artırır çünkü bu sayede bitkilerin sürekli ve hassas bir şekilde izlenmesi ile yönetimi mümkün olur.

Seçilen yönetim ve işletim sistemlerine bağlı olarak, hidroponik ünite için yapılacak başlangıç yatırımı yüksek olabilir. Ancak, hidroponik ürünlerin değerlendirilmesinden elde edilen orta ve uzun vadeli çoklu faydalar, başlangıç yatırımını kısa sürede telafi edebilir.

3.4 Dikey Tarım

Dikey tarım, bitkileri üst üste istiflenmiş katmanlarda yetiştirmenin modern bir yöntemidir.

Özellikle seralarda küçük alanlarda bitki yetiştirmek için ideal bir çözümdür ve hidroponik (kökler sulu bir çözelti içinde) veya aeroponik (kökler besin sisli havada asılı) yöntemlerini kullanır, %90'a varan alan tasarrufu ile 12 ay boyunca artan üretimi birleştirir.



Dikey tarım fikri 2011 yılında Columbia Üniversitesi'nde (New York) bir sınıfta doğdu. Profesör Dickson Despommier, ders sırasında öğrencilerine Manhattan Adası sınırları içinde gıda üretmenin bir yolunu bulmalarını istedi. Öğrenciler ilk olarak gökdelenlerin çatılarında bitki yetiştirmeyi önerdiler, ancak adadaki tüm çatıları kullansalar bile, nüfusun gıda ihtiyacının sadece %4'ünü karşılayabileceklerdi. Böylece yeni bir fikir doğdu: "Dikey alanı kullanarak binaların içinde ekin yetiştirelim." O zamanlar, bu vizyonu gerçeğe dönüştürmek için ihtiyacımız olan tüm teknoloji zaten mevcuttu.

Sera içinde sebze veya küçük meyveler yetiştirmek için topraksız yetiştirme yöntemlerini (örneğin hidroponik) giderek artan bir oranda kullanıyoruz. Ayrıca iç

sıcaklık ve nemi değiştirebilir ve kontrol edebiliriz ve seralarda kullanıma uygun ısıtma ve aydınlatma lambaları da mevcuttur. Tek gereken, bu teknolojileri bir araya getirmek. O zamandan beri, dünya çapında "dikey çiftlikler" olarak adlandırılan çiftliklerin sayısı arttı. Son yıllarda, bu teknolojiadaki uzmanlık hızla gelişti. Yeni teknolojiler, bu tür etimi giderek daha verimli hale getirdi ve bu tür sistemlerde birçok farklı ürün başarıyla yetiştirildi. Dikey tarımın çeşitli unsurlarını analiz ederek bu çiftliklerin nasıl çalıştığını anlamaya çalışalım.

Dikey iftlikte Yetiştirme Yöntemleri

Dikey tarımda topraksız yetiştiriciliğin iki ana yöntemi hidroponik ve aeroponiktir. Hidroponik yetiştirme en yaygın olanıdır.

Hidroponik tarımın tarihi, eski Babil bahçelerine kadar uzanır ve dünyanın çeşitli yerlerinde uygulanmıştır. Örneğin, bugün bile Myanmar'da yerel halk, Inle Gölü'nde yüzen sallarda bitki yetiştirmektedir.

Endüstriyel düzeyde, Hollandalı iftiler seralarda üretim için hidroponik yöntemler geliştirmiş ve hatta NASA uzayda gıda etimi için bazı prototipler geliştirmiştir.



Fikir basittir: bitkiler çeşitli destekler sayesinde yer seviyesinin üzerinde asılı durur, böylece su ve besinler köklerden akar ve kapalı bir sulama devresi oluşturur. Bitkiler ihtiyaç duydukları besin miktarını tam olarak alır ve su israfı olmaz.

Aeroponik sistem nispeten daha yenidir. Aynı ilkelere dayanır, ancak su ve besinler havada asılı duran bitkilerin köklerine doğrudan püskürtülür. Bu yöntem, su durgunluğunu önlemek ve köklerin oksijenlenmesini artırmak için bazen tercih edilir.

3.4.1 Dikey Tarım nitesinin alışma Prensibi – Ekipman

Dikey tarım ünitesinin çalışması için aşağıdaki koşullar gereklidir.

a. Yalıtım

Dikey tarımın çalışması için, sıcaklık, nem ve havalandırma gibi istenen koşulları korumak için ayrı bir ortam yaratılması gerekir. Bu kapalı ortam, zararlıların ve hastalıkların girmesini önlemelidir.

Ayrıca, çok katlı dikey yüzeylerden veya kulelerden oluşmalıdır. Bu yüzeyler, binalar, tekneler, depolar, evler, eğitim amaçlı yerler, açık hava restoranları gibi hemen hemen her yere kurulabilir, ancak esas olarak seralarda kurulur.

b. Havalandırma Sistemi (Nem Havalandırma ve Hava Kontrolü)

Yalıtımdan sonra, havalandırma ve nem kontrol sistemi (HVAC) dikey tarımda en kritik "araç"tır. Bu sistem, gelen ve giden havayı filtreleyerek mahsuller için mümkün olan en iyi ortamı yaratmalıdır.

Dikey bir çiftlik kurarken, HVAC sistemini alana göre büyük bir özenle tasarlamak çok önemlidir. Mahsulün başarısı, bitkilerin verimliliği ve enerji tüketimiyle ilgili işletme maliyetleri buna bağlıdır.

Yetiştirme Sistemi

Yetiştirme için hidroponik veya aeroponik sistemden hangisinin seçildiğine bakılmaksızın, Skygreen (ilk dikey tarım şirketlerinden biri) mobil platformları (paneller) dikey tarım için kullanılabilir. Besin filmi tekniği (NFT) yetiştirme, kuleler veya tüpler ve raflar/masalar en yaygın kullanılan sistemlerdir.

Işık

İç mekan yetiştiriciliğinden bahsettiğimiz için, doğrudan güneş ışığının yerini alacak doğru aydınlatmaya ihtiyacınız olacaktır. Özellikle, kırmızı ve mavi (bize pembe veya mor olarak görünen) dalga boyu yeniden üretilmelidir.

Günümüzde kullanılan aydınlatma sistemleri enerji açısından çok verimlidir ve çeşitli bitki türlerinin yetiştirilmesinde kullanılabilir. Bazı LED lambalar o kadar verimlidir ki, mahsul değiştirilmesi gerektiğinde veya hatta gün batımı ve gün doğumu gibi doğal koşulları ve fotoperiyotları mümkün olduğunca yakından taklit etmek için ışığın spektrumu ve yoğunluğu değiştirilebilir.



Ürün Yazılımı

Bu sistemler, iklim koşullarını, sulama akışlarını ve aydınlatmayı kontrol etmek ve yönetmek için farklı türde yazılımlar kullanır. Yazılım, yapay zeka ve Nesnelerin İnterneti (I.o.T.) sürekli gelişmekte ve tüm mahsullerde otomasyon düzeyini artırmaktadır.

Tohumlar ve Substratlar

Tohumdan yetiştirmek daha ucuzdur ve fide dikmeye göre tercih edilir. Ayrıca, ekimden hasada kadar üretim sürecini kontrol etmeyi kolaylaştırır.

Dikey tarımda genellikle yetiştirilen bitkiler yapraklı sebzeler, mikro yeşillikler, küçük meyveler (çilek gibi), kenevir, otlar ve çiçeklerdir.

Yetiştirme için kullanılan substratlar, hem şekil hem de malzeme açısından (örneğin turba, taş yünü) çok çeşitlidir. Substrat, seçilen sisteme, ürüne ve sulama yöntemine göre dikkatlice seçilmelidir. Genellikle, kompostlanabilen ve zararlı atık üretmeyen organik substratlar tercih edilir.

3.4.2 Dikey Tarımın Avantajları ve Dezavantajları

a. Avantajlar

Dikey tarımın birçok avantajı olduğu açıktır:

- Arazi koruma: Dikey tarımda alan verimli bir şekilde kullanılır, bu da artan küresel nüfus nedeniyle ek tarım arazilerinin sömürülmesi olmadan gıda üretimi için çok önemlidir. Ayrıca, su kirliliğine neden olan aşırı gübreleme gibi sorunları da önler (özellikle tek kültür tarımda).

- Su tasarrufu: Dikey tarım, özellikle su verimliliği açısından avantajlıdır. Geleneksel tarıma göre %90 daha az su kullandığı kanıtlanmıştır.

Bazı sistemlerde su geri kazanılabilir ve terlemeden kaynaklanan nem bitkileri sulamak için yeniden kullanılabilir.

- Tarladan sofraya: Tamamen kontrollü bir ortamda mahsul yetiştirme yeteneği, depolardan okullara, gemilere ve hatta uzay istasyonlarına kadar herhangi bir yerde veya tesiste üretime olanak tanır. Büyük şehirlerde veya yakınlarında bitki yetiştirmek, önemli karbondioksit emisyonlarını ve nakliye maliyetlerini önlemenin etkili bir yoludur. Hasattan tüketime kadar geçen süreyi kısaltmak, mahsulleri taze, lezzetli ve besleyici tutmanın iyi bir yoludur.

- On iki ay boyunca kesintisiz üretim: Dış iklim koşullarından bağımsız olarak yıl boyunca üretim yapabilme özelliği, mahsullerin dünyanın her yerinde sürekli ve güvenli bir şekilde yetiştirilmesini sağlar.

Mahsul üretimi ve muhafazası: Monokültür, pestisitler ve iklim değişikliği, dünya çapında yetiştirilen tür ve çeşitlerin sayısındaki azalmanın sorumlularıdır. İklim koşullarını kontrol etme yeteneği, daha az verimli oldukları veya yeni, daha yoğun çevresel streslere daha az dayanıklı oldukları için terk edilen çeşitleri muhafaza etmenizi sağlar.

- Temiz beslenme: Kapalı alanda yetiştirme, zararlı böcek ve hastalıklardan arındırılmış bir üretim sağlar ve herbisit veya pestisit kullanımını ortadan kaldırır.

- Uygulamanın çekiciliği ve yeni profesyonellerin ilgisini çekmesi: Tarım uygulamalarına olan ilginin azalması, dünya çapında gözlemlenen bir olgudur. Ancak, dikey tarımın teknolojisi ve modern özellikleri yeni insanları çekerek son yıllardaki eğilimi tersine çevirmektedir.

b. Dezavantajlar

Enerji tüketimi: HVAC sistemi (24 saat çalışır) ve aydınlatma için gereken enerji dikkate alınmalıdır. Ancak, fotovoltaiik ve piller maliyetleri ve enerji tüketimini azaltabilir.

- Mahsul seçimi: Hemen hemen her türlü mahsulü yetiştirebilirsiniz, ancak yalnızca belirli türler ve çeşitler uygun ve kârlıdır.

3.4.3 Dikey Tarıma Başlamadan Önce

Bu alanda yeni bir iş kurmak istiyorsanız, tutkulu ve motive olmanız gerekir, çünkü böyle bir işi geliştirmek zaman ve araştırma gerektirir. Sürekli güncelleme, engelleri ve bürokrasiyi aşma konusunda güçlü bir yetenek ve düzenlemeleri anlama becerisi gerektirir. Ancak, yüksek kaliteli gıdaların sürdürülebilir üretimi heyecan verici ve yaratıcı bir çabadır.

a. Bürokrasi

Dikey tarıma başlamak için bürokratik prosedürlerin gerektirdiği tüm adımları izlemelisiniz.

Özellikle şunları öğrenmeniz gerekir:

- Ülkemde dikey tarım çiftliğini nasıl kurabilirim?
- Başlamak için ne kadar masraf yapmam gerekir?
- Ülkemdeki gıda yönetmelikleri ve mevzuatı nelerdir?
- Yenilikçi (veya yeni kurulan) tarım işletmeleri için teşvikler/sübvansiyonlar var mı? İşletmeler için teşvikler/sübvansiyonlar var mı?

b. Dikey Tarım Ürünleri Pazarı – Pazar Araştırması

Her yıl dünya çapında birçok dikey çiftlik kurulmasına ve bu sektörün hızla büyümesine rağmen, bunların çoğu ilk yıllarında kapanmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, dikey çiftlik kurmadan önce bilgi eksikliği veya pazar araştırması yapılmaması olabilir.

Gıda temel bir ihtiyaçtır ve gıda ihtiyacı her yıl artmaktadır, ancak her tarım ürünü pazarı farklıdır.

Bu nedenle, potansiyel alıcılar/paydaşlar için hangi ürünlerin cazip olabileceğini anlamak için kapsamlı bir pazar araştırması yapmak gerekir. Restoranlar, özel tüketiciler, toptancılar, süpermarketler, çiftçi pazarları ve gıda mağazaları dikkate alınması gereken seçeneklerdir (çözümlerdir). Hangi ürünlerin ilgi çekici olabileceğini ve ilgilenen tarafların ne kadar fiyat ödemeye hazır olduğunu bilmeniz gerekir.

c. Ekipman Tedariki ve Maliyeti

Her ürün farklı unsurlardan oluşur. Her aksesuar/parça/ekipmanı ayrı ayrı satın alabilir veya hazır bir çözüm satın alabilirsiniz. Dünya çapında farklı teknolojiler sunan sağlayıcılar vardır ve her biri kendi çözümünün en iyisi olduğunu iddia eder. Çeşitli teklifler talep edebilir veya size yardımcı olması için bir danışman tutabilirsiniz. İkinci yaklaşım, daha pahalı olmasına rağmen, özellikle danışman size en iyi çözümü sunabilecek farklı ortaklarla çalışıyorsa, daha akıllıca ve hızlı olabilir.

Ekipman maliyeti genellikle hidroponik ünite kurulum maliyetine benzerdir (bkz. bölüm 3.3.2) ve esas olarak kurulumun büyüklüğüne bağlıdır.

d. Faaliyet Geliştirme Derecesi

Yukarıdaki tüm bilgileri topladıktan sonra, yıllık işletme giderleri (işçilik, sarf malzemeleri, enerji vb.), elde edilecek gelir ve kâr hakkında bir tahmin yapmalısınız.

İş planı geliştirmek, işinizin ne kadar karlı olacağını görmek için temel ve gereklidir. Ayrıca, finansman başvuruları yapmak veya kamu veya özel ihalelere katılmak için de yararlıdır.

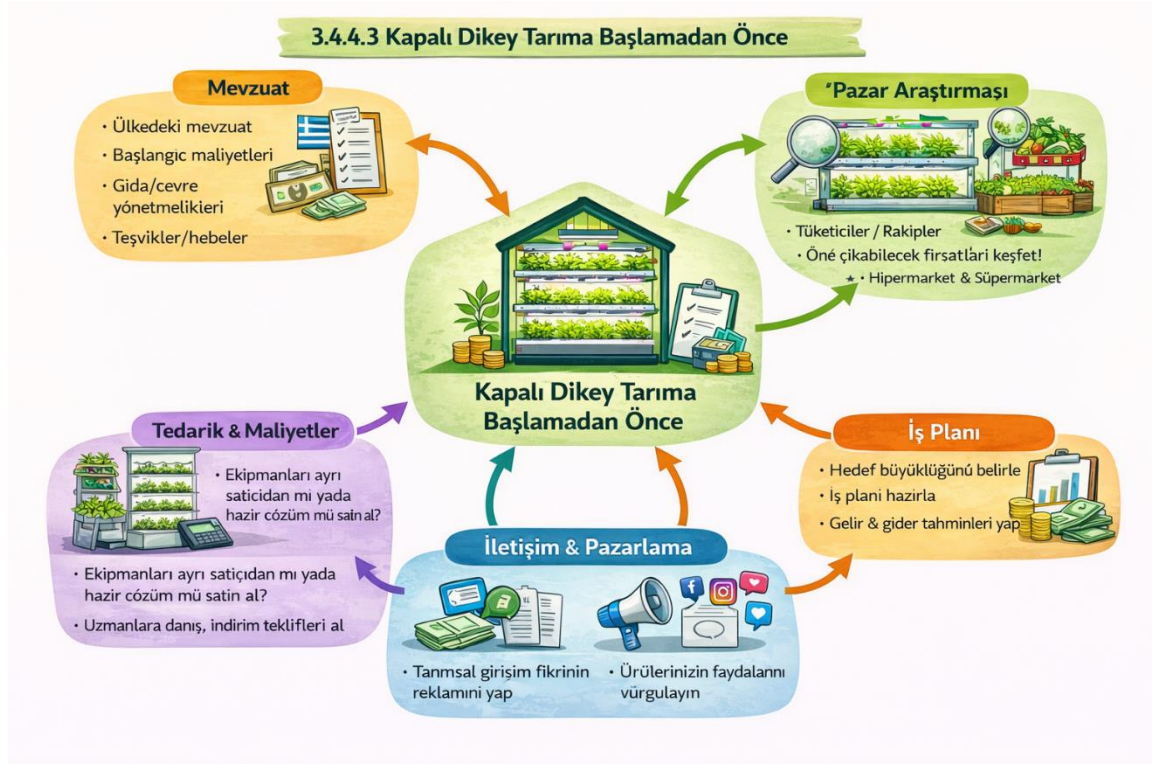
Riski azaltmak için, küçük ölçekli bir ekimle başlayıp, işler yoluna girdikten sonra ölçeği genişletmek iyi bir fikir olabilir. Ancak, küçük ölçekli bir ekimle başlamak, otomasyon

eksikliği gibi işçilik maliyetlerini artıran ve bazı pazarların yüksek üretim hacimleri gerektirmesi gibi belirli sınırlamalara neden olabilir. Başlamadan önce her bir değişkeni dikkatlice değerlendirmek çok önemlidir.

e. İletişim ve Tanıtım

Paydaşları çalışmanız hakkında bilgilendirin

Bilgi ve iletişime yatırım yapmak, pazarlık gücünüzü ve nihai satış fiyatınızı artırmak için iyi bir stratejidir. Özellikle bu gibi yeni bir sektörde, ürünlerinizi kullanmanın sağlık ve çevreye faydaları hakkında insanları bilgilendirmek ve böylece şeffaflık hissi yaratmak çok önemlidir. Ayrıca, bir destekçi grubu oluşturmak, karmaşık ve rekabetçi gıda pazarında hayatta kalmak için mükemmel bir başlangıç noktasıdır.



3.5 Akıllı Sulama Sistemleri – Hassas Sulama – Damla Sulama



Akıllı sulama sistemleri, üreticilerin mahsullerinin ihtiyaç duyduğu kadar suyu doğru zamanda kullanmalarına yardımcı olan, maliyetleri ve çevresel etkiyi azaltan modern bir araçtır.

Su, gezegendeki en önemli kimyasal bileşiktir ve tüm canlılar için hayati öneme sahiptir. Dünya yüzeyinin %70'i suyla kaplı olmasına rağmen, sadece %3'ü tüketime uygundur ve bunun çoğu buzullar içinde kilitli olduğundan, kullanılabilir tatlı su kaynakları son derece sınırlıdır.

Su talebi sürekli artmaktadır ve 2050 yılına kadar %50 artması beklenirken, mevcut suyun %70'i halihazırda tarımda kullanılmaktadır (FAO, 2017) ve bu da gübre ve bitki koruma ürünleri ile suyu kirletmektedir.

Sınırlı su kaynaklarını korumak ve su kullanım verimliliğini artırmak için, aşırı su tüketimi olmadan gıda üretimini sağlamak üzere hassas sulama gibi yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlerin benimsenmesi gerekmektedir.

3.5.1 Hassas Sulama

Hassas sulama, bir mahsulün evapotranspirasyon ve metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için doğru zamanda ihtiyaç duyduğu tam miktarda suyu sağlayan ve mümkün olan en az su miktarıyla verimi en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan bir teknolojidir.

Hassas sulama, toprak sensörleri, hava istasyonları ve yapay zeka sistemlerini kullanarak nem, sıcaklık ve yağış verilerini toplar, böylece sulama, geleneksel uygulamada olduğu gibi belirli zamanlarda değil, gerçekten ihtiyaç duyulduğunda yapılır.

Geleneksel Sulama ile Hassas Sulama arasındaki temel farklar şunlardır:

Geleneksel sulama:

Hava koşulları dikkate alınmadan sabit aralıklarla gerçekleştirilir.

Aşırı veya yetersiz sulama sıklıkla gözlemlenir.

Vanaların manuel olarak açılması/kapatılması gerekir.

Yetiştirme maliyetleri ve enerji tüketimi daha yüksektir.

Hassas sulama:

Sulama, gerekli toprak nemine göre belirlenir.

Yağış ve sıcaklık dikkate alınır.

Su tüketimi ve maliyetleri azalır.
Gerekli enerji ve iş gücü azalır.
Uzaktan kontrol ve otomasyon mümkündür.

Hassas sulamanın faydaları nelerdir?

Su ve maliyet tasarrufu.
Enerji tüketimi ve işçilik gereksinimlerinde azalma.
Mahsul veriminin artması.
Arıza durumunda anında uyarılar.
Büyüme mevsimi boyunca optimum mahsul koşullarının korunması.
Sensörler ve uydulardan veri toplanması yoluyla bitki ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılması.

Hassas sulama, modern çiftçilerin suyu verimli bir şekilde yönetmelerine, çevresel ayak izlerini azaltmalarına, enerji tasarrufu yapmalarına ve üretimi artırmalarına yardımcı olarak, artan gıda ihtiyaçlarına ve iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara yanıt veren sürdürülebilir tarıma katkıda bulunur.

1. Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). IoT kullanan akıllı sulama sistemlerine genel bakış. *Energy Nexus*, 7, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>
2. Pothula, S., & Singh, A. K. (2022). Hassas Sulama Su Yönetimi—Mevcut Durum, Kapsam ve Zorluklar. 18, 372–380.
3. Souza, S. A., & Rodrigues, L. N. (2022). Hassas sulama kullanımıyla artan karlılık ve enerji tasarrufu potansiyeli. *Tarımsal Su Yönetimi*, 270, 107730. <https://doi.org/10.1016/j.aqwat.2022.107730>
4. Su Kıtlığı | Tehditler | WWF. (tarih belirtilmemiş). Dünya Vahşi Yaşam Fonu. 28 Eylül 2022 tarihinde <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity> adresinden erişilmiştir.
5. FAO, 2017. Gıda ve tarımın geleceği: eğilimler ve zorluklar. Roma, İtalya. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf> Hassas Tarım Hassas Sulama

3.5.2 Damla Sulama

Bu yöntemde su, basınçlı olarak kapalı borulardan oluşan bir sistem aracılığıyla tarlaya dağıtılır. Damla sulamada su, damlatıcılar yardımıyla toprağın bir kısmına, daha spesifik olarak kök bölgesine verilir. Damlatıcıların debisi, yapay yağmurlama sulamada saatte 40 litreye kadar çıkabilen debiye kıyasla oldukça düşük olup yaklaşık 2-3 litre/saattir. Damlatıcıların bu düşük debisi, verilen tüm suyun toprak tarafından emilmesini ve yüzey akışının olmamasını sağlar. Ayrıca, sulama genellikle ürüne bağlı olarak, evapotranspirasyonla (toprak yüzeyinden buharlaşma ve bitkiden terleme) kaybolan suyu yerine koyacak sıklıkta uygulandığından, su ve besin maddelerinin derin katmanlara yıkanması (kaybı) söz konusu olmaz. Bu sulama yöntemi, özellikle nitrat sızmasına karşı hassas olan bölgeler ile su kaynağının sınırlı olduğu alanlar için ideal kabul edilir.

Damla sulama başlangıçta seralarda ve özellikle yüksek gelir getiren ürünlerde kullanılmıştır. Günümüzde ise bağcılık, turunçgiller, zeytinlikler ve diğer birçok üründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Damla sulama sisteminin temelini damlatıcılar oluşturur. Su, damlatıcıların çıkışında düzenli aralıklarla damlalar halinde görünür ve her bir noktada toprağa saatte birkaç litre sızacak şekilde uygulanır. Bir damlatıcının görevini doğru bir şekilde yerine getirebilmesi için; uygulama borusundaki sınırlı basınç değişikliklerinden etkilenmeyen, küçük ve homojen bir su akışı sağlaması, kolay tıkanmaması için nispeten geniş bir akış kesitine sahip olması, arazi koşullarında maruz kaldığı yoğun sıcaklık değişimlerinden önemli ölçüde etkilenmeyen ve kalıcı hasar görmeyen bir malzemeden üretilmesi, kullanımının kolay olması ve düşük maliyetli olması gerekir.

Bu kriterlere dayanarak çok çeşitli damlatıcılar tasarlanmış olup, bunlar belirli özelliklerine göre çeşitli kategorilere ayrılmaktadır.

Bu nedenle, su akışının türüne bağlı olarak damlatıcılar; laminar akışlı, kısmi türbülanslı akışlı ve türbülanslı akışlı damlatıcılar olarak sınıflandırılır. Basınç sönmüleme veya kısma yöntemine bağlı olarak ise, uzun akış yollu damlatıcılar ile nozullu veya delikli damlatıcılar olarak sınıflandırılır. Bu



kategori ayrıca, otomatik bir ayar mekanizması ile sabit bir akış hızı ve debi sağlayan, kendinden ayarlı (basınç dengeli) damlatıcıları da içerir. Kendiliğinden temizlenme yeteneklerine bağlı olarak, kendinden temizlemeli ve kendinden temizlemesiz olarak sınıflandırılırlar. Kendinden ayarlı damlatıcılar genellikle kendinden temizlemelidir.

Bir damla sulama şebekesinin uygun şekilde çalışması, şebekenin başlatılması ve durdurulması, çeşitli ünitelerine sıralı su temini ve taşıma ile besleme borularının

başlangıcında gerekli debi ile basıncın ayarlanmasına ilişkin belirli işlemleri gerektirir. Başlatma ve durdurma, manuel anahtarlar (vanalar) veya hacimsel vanalar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Hacimsel vanalar, ayarlandıkları belirli bir miktarda su geçtiğinde otomatik olarak kapanır. Bu tür vanalar, duruma uygun olarak şebekenin başlangıcına ve şebekenin ünitelerinin başlangıcına monte edilebilir. Birden fazla üniteden oluşan bir şebeke durumunda, sıralı su temini diyaframli vanalar ile otomatik olarak sağlanabilir. Bir şebekenin işletimi, her bir ünitenin başlangıcına monte edilmiş elektrikli diyaframli vanaların sıralı çalışmasını, istenen sulama programına göre düzenleyen bir programlayıcı (kontrolör) kullanılarak otomatikleştirilebilir.

Birden fazla üniteden oluşan şebekelerin bazı durumlarında, şebeke hesaplaması yapıldığında, ana boru hattı üzerinde, lateral boruların su giriş noktalarındaki basınç yüklerinin, laterallerin uygun şekilde çalışması için gerekli olan basınçtan daha yüksek olması mümkündür. Bu durumda, basıncı istenen seviyelere ayarlamak için basınç regülatörleri kullanılır.

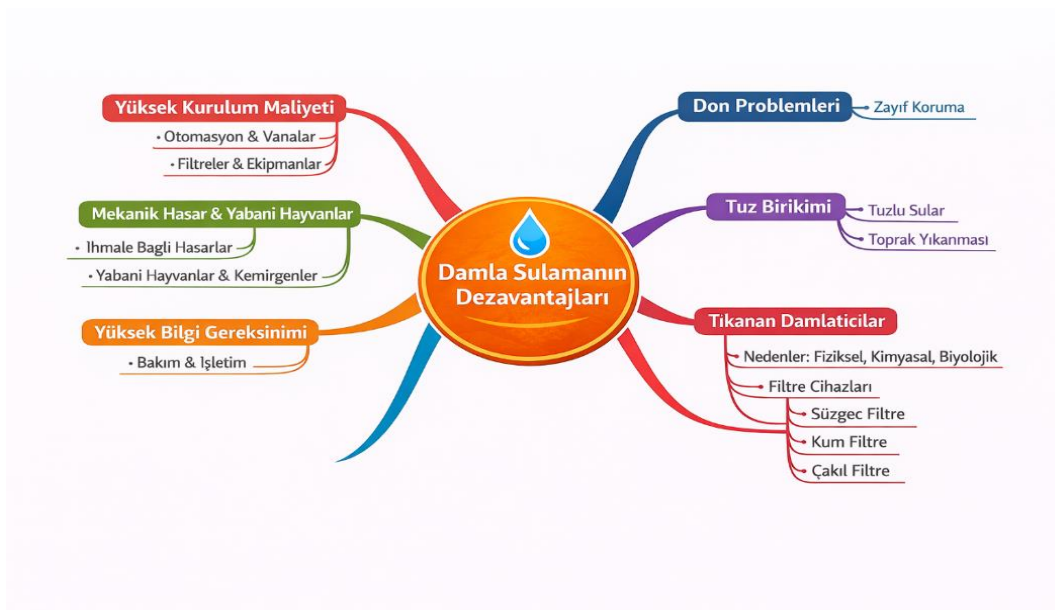
Damla sulama sistemlerinin tasarımı, tarlada istenen nem içeriğine ve suyun damlatıcıdan çıktıktan sonra topraktaki nem dağılımının, özellikle de yanal hareketin, net bir şekilde anlaşılmasına dayanır. Bu yanal hareketin, toprak özelliklerinin ve damlatıcı debisinin bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur. Bir sulama sisteminde, komşu ıslatma alanları (zonları) birbirine teğet geçebilir, bu durumda toprağın tamamı ıslatılır; veya bu gerekli olmadığında bu alanlar birbirine teğet geçmeyebilir, bu durumda ise toprağın sadece bir kısmı ıslatılır.

Damla sulamanın diğer yöntemlere göre avantajları şunlardır:

- Su tasarrufu: Suyun kapalı boru şebekesi ile uygulanması sırasındaki düşük kayıplar ve ıslatılan toprak hacmi ile yüzey alanının sınırlı olması sayesinde sağlanır.



- İşgücü tasarrufu: Boru şebekeleri sabittir ve genellikle otomasyon sistemleriyle birleştirilir.
- Yabancı Otların Azalması: Tarlada ıslatılan yüzey alanının sınırlı olması nedeniyle yabancı ot gelişimi baskılanır. Tüm kültürel işlemler (çapalama, ilaçlama vb.) sulama sırasında dahi gerçekleştirilebilir.
- Eğimli Arazilerde Kullanım: Yüksek geçirgenliğe sahip ve dik eğimli arazilerde, tesviye yapılmasına gerek kalmadan kullanılabilir.
- Yüksek Üniformite: Su dağılımında, tarla sınırlarında dahi olsa, daha iyi bir homojenlik (eş su dağılımı) sağlar.
- Hassas Kontrol: Özellikle otomatik sistemler kullanıldığında, uygulanan su miktarları üzerinde daha iyi bir kontrol imkânı sunar.
- Düşük Debilerden Yararlanma: Su ekonomisi ve şebekenin gece saatlerinde de kullanılabilme imkânı ile ilgilidir; küçük debili su kaynaklarının dahi verimli kullanılmasına olanak tanır.
- Kolay ve Etkili Gübreleme: Gübreler, istenen miktarlarda sulama suyu ile doğrudan kök bölgesine verilebildiği için gübreleme kolay ve etkilidir.
- Rüzgardan Etkilenmeme: Su damlatıcılar vasıtasıyla doğrudan toprağa verildiği için sulama rüzgardan etkilenmez.
- Düşük İşletme Maliyeti: Damla sulama sistemleri genellikle yağmurlama sistemlerine göre daha az enerji tüketimi gerektiren düşük basınçlarla çalışır.
- Hastalık ve Zararlı Kontrolü: Sulama, bitkilerin yeşil aksamını (yaprak, gövde) ıslatmadığı için bazı hastalık ve zararlıların kontrolüne yardımcı olur.
- Verim Artışı: Sulamanın sık yapılması sayesinde kök bölgesindeki toprak nemi tarla kapasitesine yakın tutulduğu için bitki büyümesi ve verimi için elverişli koşullar oluşur.
- Tuzlu Su Kullanım İmkânı: Bitki aksamının ıslanmaması ve sık sulamanın toprakta yüksek nem koşulları oluşturması sayesinde, tuzlu suların belirli koşullar altında kullanılabilme potansiyeli vardır..



Bu yöntemin dezavantajları şunlardır:

- Yüksek İlk Kurulum Maliyeti: Tesisatların sabit olması ve genellikle çok sayıda otomasyon ile diğer aksesuarları (örneğin filtreler, vanalar, musluklar) gerektirmesi nedeniyle ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Fiziksel Hasar: Makinelerin dikkatsiz kullanımından kaynaklanan mekanik hasarlar; ayrıca çeşitli hayvanlar ve kuşlar tarafından verilen zararlar görülebilir.
- Dondan Koruma Yetersizliği: Su, bitki taç izdüşümü altında aktığı için dona karşı koruma sağlamada yetersiz kalır.
- Tuz Birikimi: Özellikle tuzlu suların kullanımı durumunda, ıslak ve kuru toprak arasındaki sınır bölgesinde toprakta tuz birikimi gözlenir. Yağışların yetersiz olduğu durumlarda toprağın yıkanması (tuzların alt katmanlara uzaklaştırılması) gerekebilir.
- Yüksek Bilgi Gereksinimi: Şebekenin bakımı ve işletilmesi için üst düzeyde bilgi ve teknik donanım gerektirir.
- Tıkanma: Damlatıcıların tıkanması, bu tür sistemlerin kullanımında karşılaşılan en önemli sorundur ve özel ekipmanların (örneğin filtreler) kullanılmasını zorunlu kılar. Tıkanma nedenleri fiziksel, kimyasal veya biyolojik kaynaklı olabilir. Damlatıcıların tıkanması, kaçınılmaz olarak üretimde azalmaya yol açar ve dolayısıyla sistemin verimliliğini düşürür. Tıkanmayı önlemek için çökeltme tankları, hidrosiklonlar ve filtreler (elek filtre, kum-çakıl filtre) kullanılır. Çökeltme tankları, su büyük miktarda kum veya kil içerdiğinde tercih edilir. Hidrosiklonlar esas olarak kumu giderirken, filtreler daha ince partikülleri (süspanse maddeleri) uzaklaştırır.
- Elek Filtreler: Bu filtrelerde su, metal (paslanmaz çelik) veya plastik ipliklerden yapılmış ince bir elek (mesh) üzerinden geçirilir. Elekleri karakterize eden özellik, inç kare başına (25,4 mm) düşen tel sayısını ifade eden elek numarasıdır (mesh inceliği). Çalışma ve temizleme prensiplerine bağlı olarak elek filtreler; basit (manuel temizlemeli), yarı otomatik ve otomatik olarak sınıflandırılır.
- Kum-Çakıl Filtreler: Bu filtrelerde, filtrasyon ortamı olarak çeşitli agrega boyutlarına sahip derecelendirilmiş çakıl veya kuvars kumu kullanılır. Başlıca organik maddeleri (algler gibi) tutmakla birlikte, çok ince taneli inorganik maddelerin (kil) tutulmasında da etkilidirler. Çalışma prensipleri, ince taneli maddelerin üzerinde tutulduğu geniş yüzey alanına sahip filtre ortamına (çakıl, kum) dayanır. Temizlikleri, filtre sisteminin özel vanaları kullanılarak ters su akışı (geri yıkama) ile gerçekleştirilir..

Bölüm 4

Büyük Ölçekli Tarımsal Üretim

4.1 Tarımın Geleceği

Geleceğin tarım teknolojisi, laboratuvarlarda test edilmekte, pratikte pilot uygulamalarla denenmekte; su, enerji ve gübre kullanımını azaltarak tarımın çehresini değiştirmesi, tarımı herkes için erişilebilir ve herkesin faydasına olan cazip bir meslek haline getirmesi beklenmektedir.

4.2 Büyük Ölçekli Tarımsal Faaliyetlerde Teknolojik Uygulamalar

Tarımda, yalnızca akıllı makinelerle sınırlı kalmayıp aşağıdaki gibi diğer kategorileri de kapsayan teknoloji kullanımıyla yeni bir dönem başlıyor:

a) Robotik Sürüler:

Robotik sürüler, ürünlere hassas müdahalede bulunmak, kaynak kullanımını azaltmak ve verimliliği artırmak amacıyla birbirleriyle, ayrıca yer robotları ve tarım makineleriyle çevrimiçi olarak bağlantılı olan insansız hava araçlarıdır (drone'lar). Örneğin, hiperspektral kameraya sahip bir drone, bitki sağlığını gerçek zamanlı olarak izleyebilir, gerekli gübreleme hakkında bilgi sağlayabilir, sulama robotlarıyla iş birliği yapabilir ve tarım makinelerinin kullanımını koordine edebilir.

b) Dijital İkizler:

Bunlar devrim niteliğinde uygulamalardır. Sensörler, Nesnelerin İnterneti (IoT) sistemleri ve 5G ağları yardımıyla çalışarak çiftliklerin dijital kopyalarını (dijital ikizlerini) oluştururlar. Bu sayede üreticiler, bir stratejiyi veya müdahaleyi gerçek çiftlikte uygulamadan önce simüle etme ve stratejileri test etme imkânı bulur.

c) (IoT) ile Toprak İzleme – Akıllı Tarım

Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanılarak yapılan toprak izleme, çiftçilerin ve üreticilerin verimi en üst düzeye çıkarmasını, hastalıkları azaltmasını ve kaynakları optimize etmesini sağlayan bir teknolojidir. IoT sensörleri, diğer parametrelerin yanı sıra; toprak sıcaklığını, hacimsel su içeriğini, fotosentetik aktif radyasyonu (PAR), toprak su potansiyelini ve toprak oksijen seviyelerini ölçebilir. Sensörlerden (IoT) elde edilen veriler daha sonra analiz, görselleştirme ve eğilim (trend) analizi için merkezi bir konuma (veya buluta) iletilir.

Üretilen bu veriler, tarımsal faaliyetleri optimize etmek, eğilimleri belirlemek ve mahsul verimi ile kalitesini en üst düzeye çıkarmak için koşullarda küçük ayarlamalar yapmak amacıyla kullanılabilir. IoT'nin tarımda kullanımı, Akıllı Tarım (Smart Agriculture) veya Hassas Tarım (Smart Farming) olarak bilinir ve IoT, Hassas Tarım'ın (Precision Farming) temel bir bileşenidir. (Önceki bölümlere bakınız)

Akıllı Tarım, toprak, hava durumu ve bitki koşullarına odaklanır. Hava durumu ve sulamanın önemi göz önüne alındığında, birçok Akıllı Tarım çözümü, kapsamlı bir çözüm sunmak için Akıllı Çevre (Hava Kalitesi) ve Akıllı Su (Kirlilik, Bulanıklık, Besin Maddeleri) çözümleriyle birleştirilir.

En yaygın kullanılan (IoT) sensörleri aşağıda listelenmiştir:

- **Toprak Sıcaklık Sensörleri**

Toprak sıcaklığı, kök büyümesini, solunumu, ayrışmayı ve azot mineralizasyonunu etkileyerek bitki faaliyetinde kilit bir faktördür. IoT sensörleri, hava sıcaklığını ve diğer faktörleri ölçerek toprak sıcaklığını tahmin edebilir. Ancak en doğru ölçüm, toprağa gömülü bir prob kullanılarak elde edilir. Bitkinin kök sisteminin yapısına bağlı olarak, farklı derinliklere birden fazla prob yerleştirilebilir. Toprak yüzeyinin sıcaklığı ise kızılötesi (IR) teknolojisi kullanan farklı bir sensör (IoT) türü ile izlenebilir.

- **Toprak Nem Sensörleri**

Toprak nem içeriği, elektrotlu gömülü problar kullanılarak izlenebilir. Hidroloji, toprak bilimi ve tarımda toprak nemi; toprak kimyası, bitki büyümesi ve yeraltı suyu besleniminde hayati bir rol oynar. Toprak nemi birçok nedenden ötürü kritik öneme sahiptir:

- Topraktaki su, tüm bitkiler için temel bir besin maddesidir.
- Su, fotosentezin temel bir bileşenidir.
- Bitki verimi, topraktaki suyun mevcudiyetinden büyük ölçüde etkilenir.
- Toprak suyu, çözünmüş besin maddelerinin bitki büyümesi için önemli bir taşıyıcısıdır.
- Toprak suyu, toprak sıcaklığının düzenlenmesine yardımcı olur.

Libelium'un IoT ve Akıllı Tarım teknolojileri aşağıdakileri ölçebilir:

- Toprak nemi (3 farklı derinlikte)
- Elektriksel iletkenlik (EC)
- Hacimsel su içeriği
- Toprak su potansiyeli (matrik potansiyel).

- **Güneş radyasyonu sensörleri**

IoT sensörleri, fotosentezde belirleyici rol oynayan farklı güneş radyasyonu türlerini ölçebilir. Temel ışık seviyelerinin (Lüx) ötesinde, IoT sensörleri şunları ölçebilir:

Güneş kaynaklı, Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)

Güneş kaynaklı, Ultraviyole (UV) Radyasyon

Güneş kaynaklı, Kısa Dalga Radyasyonu

Güneş radyasyonu, bitki büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve IoT, korelasyonları ve eğilimleri anlamak için güneş radyasyonu seviyelerini izlemenize olanak tanır.

- **Hava İstasyonları**

Hava istasyonları, hava koşullarına ilişkin zengin veriler sağlar; bu veriler, desenlerin (örüntülerin) ve ilgili diğer verilerin ilişkilendirilmesi açısından büyük önem taşır. Yağış (yağmur/kar), rüzgâr, nem ve atmosfer basıncı, bitki büyümesinde belirleyici bir rol oynar. Akıllı Tarım sistemleri, çok sayıda gelişmiş hava istasyonunu desteklemektedir. Hava istasyonları ve toprak sensörleri, tarımsal faaliyetlerinize 360 derecelik (panoramik) bir bakış açısı sunar.

- Meteorolojik istasyonlar (IoT) aşağıdaki parametreleri ölçebilir:
- Yağış (görsel gözlem ve devrilen kovalı (tipping bucket) ölçümler)
- Sıcaklık

- Nem
- Atmosfer basıncı
- Rüzgâr hızı
- Rüzgâr yönü.

- **Toprak Besin Maddesi Ölçüm Sensörleri (NPK)**

Azot, fosfor ve potasyum (NPK) sensörleri, piyasada nispeten yeni olmakla birlikte, bu temel toprak besin maddelerinin IoT sensörleri aracılığıyla ölçülmesine olanak sağlamaktadır. NPK sensörleri, yaygın bir yöntem olan Zaman Alanlı Reflektometri (TDR) başta olmak üzere çeşitli teknolojiler kullanır. Bu sensörler, LoRaWAN ve veri kaydediciler (data logger) dahil olmak üzere IoT çözümlerine entegrasyon için RS485 protokolünü destekler.

Kombine NPK sensörleri aşağıdaki parametreleri ölçebilir:

- Azot
- Fosfor
- Potasyum
- pH
- EC
- Sıcaklık
- Nem

- **(IoT) ve Akıllı Tarım için Kablosuz İletişim (Libelium Akıllı Tarım Pro)**

IoT çözümlerinin en önemli avantajlarından biri, geniş bir yelpazede kablosuz iletişim seçenekleri sunmasıdır. IoT, geniş mobil kapsama alanına sahip kentsel alanlarla sınırlı değildir; LoRaWAN, 4G, Zigbee, Sigfox, WiFi ve uydu iletişimi desteği sayesinde Akıllı Tarım çözümleri kentsel, kırsal veya çok uzak ortamlarda mükemmel şekilde çalışır. IoT sistemlerinin düşük enerji tüketimi, düğümlerin ve sensörlerin piller, güneş enerjisi veya diğer yenilenebilir kaynaklarla çalıştırılmasını sağlar.

Veriler uydu iletişimi yoluyla buluta aktarılmadan önce LoRaWAN (örneğin 15 km'ye kadar) aracılığıyla yerel bir sensör ağına sahip olabilirsiniz.

Bu aktarım gerçek zamanlı veya periyodik olarak paketler halinde yapılabilir. IoT, uydular ve tarımın kullanımı, özellikle cep telefonu veya geleneksel geniş bant kapsama alanının sınırlı olduğu veya hiç olmadığı uzak kırsal topluluklar ve geniş alanlara yayılmış tesisler için özellikle önemlidir.

Herhangi bir hassas tarım veya otomasyon sisteminin ilk aşaması ölçümdür. IoT ve Akıllı Tarım çözümleri her gün binlerce veri noktası toplar. Bu veriler analiz edildikten, biçimlendirildikten ve ilişkilendirildikten sonra, sistemler bu verileri akıllı yanıtları tetiklemek veya diğer altyapıları otomatikleştirmek için kullanabilir.

Örneğin, toprak nemi belirli bir seviyenin altına düştüğünde, yazılım sulama sistemini etkinleştirebilir. Nem seviyeleri optimum seviyenin üzerine çıktığında, sistem operasyonel veya tarım personeline uyarılar gönderebilir. IoT ve tarım ile olanaklar sınırsızdır.

Verilerin ve bilgilerin etkili kullanımı büyük ölçüde ortamınıza ve uygulamanıza bağlıdır.

Web tabanlı gösterge panelleri verileri görselleştirebilir.

Mobil uygulamalar ve mobil cihazlar için optimize edilmiş web siteleri, verileri mobil cihazlarda görüntüleyebilir.

Veriler Excel, PowerBI veya Tableau gibi araçlarla içe aktarılabilir veya analiz edilebilir. İzleme sistemleri, eşik değerler aşıldığında (örneğin, NPK seviyeleri, toprak nemi vb.) uyarılar oluşturabilir.

Toprak bilimi geniş bir alandır ve toprağın özellikleri ve önemli nitelikleri, mahsul veya belirli toprak koşullarına bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir. Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) işletmenize nasıl yardımcı olabileceğini veya verimi optimize etmeye, hastalıkları azaltmaya ve kaliteyi artırmaya nasıl katkıda bulunabileceğini tartışmak isterseniz, lütfen sorun çözme ekibiyle iletişime geçin sales@mtg.im

Daha fazla bilgi için <https://www.ypaithros.gr/agrotechnologia-tou-mellontos-metaschimatismos-tis-georgias-me-robot-techniti-noimosyni-kai-psifiaka-didyma/adresini> ziyaret edin.

Büyük ölçekli tarım (yoğun tarım), daha yüksek verim elde etmek için mekanik araçlar kullanılarak geniş arazilerde yetiştirilen yıllık mahsulleri (tahıllar, pamuk, mısır vb.) içerir. Genellikle, üretimi en üst düzeye çıkarmak amacıyla gübre ve toprak iyileştiriciler (örneğin zeolit) kullanımı gibi yoğun yöntemlere dayanır.

4.2.1 Hassas Tarım

Giriş

Hassas tarım, her bir tarlanın tam ihtiyaçlarını kayıt altına almak, sonuçları değerlendirmek ve büyük bir doğrulukla uygulamak amacıyla bitki ve toprak verilerinin ölçümlerine dayanan bir tarım yöntemidir. Bu yöntemin sonucu, pestisit ve gübre gibi girdilerde azalma sağlanmasıdır; nihai hedefi ise ekolojik bir ürün üretirken hasadın kalitesini ve miktarını optimize etmektir.

Süreç, tarlaların haritalanmasıyla başlar; bu sayede ekilebilir araziye dair bir görüntü elde edilir. Ardından toprağın kalitesi ve yapısı, mikro besin elementlerindeki eksiklikler ve fazlalıklar hakkında bilgi toplanır. Bu veriler doğrultusunda ihtiyaç halinde gübre, pestisit vb. girdilerin eklenmesi veya fazlalıkların giderilmesi sağlanır. Son olarak, hasat sırasında parselin metre başına verimi kontrol edilir. Bu, yıllık faaliyetlerin etkinliğini izlemeye, bunları değerlendirmeye ve gelecek yılın ekim planı için uygun kararları almaya olanak tanır.

Hassas tarım, 1990'lı yıllarda ilk GPS sistemleri ve verim haritaları gibi uydu teknolojilerinin kullanımıyla gelişmeye başlamıştır. O tarihten bu yana sensörler, insansız hava araçları (drone'lar), veri analiz yazılımları, yapay zeka (YZ), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve başta Avrupa Kopernik programı ile Sentinel uyduları olmak üzere Dünya gözlem verilerinin entegrasyonu ile olanaklar sürekli evrilmiştir.

20. yüzyılın başlarında tarım, nüfusun çoğunluğu için ana geçim kaynağıydı ve kullanılan teknikler ağırlıklı olarak insan gücüne dayalı, fiziksel olarak zorlayıcı yöntemlerdi.

1950'de endüstriyel tarım ortaya çıktı. Sürekli ekonomik ve demografik büyüme, daha fazla gıdaya ihtiyaç duyulmasına yol açtı ve böylece endüstriyel tarım doğdu. Mekanizasyon ile gübre ve pestisit kullanımı sayesinde, bitkisel üretim düşük maliyetle arttı.

1990'da hassas tarım sahneye çıktı. İlk GPS yönlendirme sistemleri, verim haritaları ve değişken oranlı uygulamalarla tarımda uydu teknolojisi kullanılmaya başlandı. Hassas tarım, çiftçilerin tarla içi değişkenliği yönetmesine ve kaynak israfı yapmadan ihtiyaç duyulan yere, ihtiyaç duyulan miktarda girdi uygulamasına olanak tanır.

Günümüzde ise akıllı tarım çağındayız. IoT'nin devreye girmesi, dijitalleşmeyi ve sistemler arası bağlantıyı (interkonnektivite) mümkün kılarken, tahmine dayalı modeller ve Karar Destek Sistemleri (DSS), çiftçilerin doğru zamanda harekete geçmesine yardımcı olarak kaynak tasarrufu sağlamakta ve çevreyi korumaktadır..



Sensörler, insansız hava araçları (drone'lar), veri analiz yazılımları, yapay zeka (YZ), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve başta Avrupa Kopernik Programı ile Sentinel uyduları olmak üzere gözlem verilerinin entegrasyonu, Hassas Tarımın olanakları önemli ölçüde geliştirmiştir.

Hassas tarım kavramı, her bir tarlanın kendine özgü karakteristik özelliklerinin, bitkinin ihtiyaçlarını karşılayan teknikler kullanılarak ölçülebileceği ve yönetilebileceği gözlemine dayanır. Bu ihtiyaçlar, doğal olarak, mekâna ve zamana bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bilgi toplanabilir ve uygun şekilde kullanılabilir. Teknolojik gelişmenin olduğu bir çağda yaşıyoruz ve tarım da şüphesiz ki bu durumdan etkileniyor; öyle ki hepimiz "hassas tarım" terimini mutlaka duymuşuzdur. Piyasanın sunduğu modern teknolojilerden pratik olarak faydalanabilmek için çiftçilerin ve sektör profesyonellerinin bu teknolojilere aşina olmaları, onlara hakim olmaları ve mümkün olan en üst düzeyde kullanmaları gerekmektedir. Başlamadan önce, hassas tarımın akıllı tarım şemsiyesi altında yer aldığını belirtmek ilginçtir.

a. Avantajları

Hassas tarımın başlıca avantajları şunlardır:

- Toprak işleme sırasında geçiş sayısında (çiftçinin bir tarım makinesiyle yaptığı seferler) azalma. Bunun sonucunda üreticinin zamanı (veya istihdam edilen insan kaynağının zamanı) daha verimli kullanılırken, aynı zamanda önemli miktarda yakıt (dizel) ve diğer girdilerden tasarruf edilir. Yukarıdakilerin tümü, işlenen toprağın yapısının korunmasına yol açar.
- Düşük görüş koşullarında ve hatta gece çalışabilme imkânı.
- Çiftçinin yaşam standardında önemli iyileşme ve stresin azalması.
- Tarımsal girdilerin (tohum, gübre ve pestisit gibi) hedefe yönelik uygulanması ve verimli kullanımı. Bu, uygulamanın yapıldığı her bir tarlanın veya parsel bölümünün ihtiyaç ve gereksinimlerine göre uyarlanmış, her durumda farklı miktarların kullanılması (parçalı (segmental) kontrol) yoluyla sağlanır.
- Çiftçiye tavsiye sağlayan özel yazılımlar yardımıyla zamanında ve hassas müdahale.
- Üretilen ve kullanılan ürünler ile girdilerin tarladan sofraya (yani tüketiciye) kadar izlenebilirliği.

Tarımsal faaliyetlerle ilgili çevresel etkilerin azaltılması.

- Tasarruf (gübre, pestisit).
- Bitkisel üretim miktarına yönelik tahmini verim sonuçları.
- Daha sağlıklı ürünlerin üretilmesi.
- Çalışma süresinde azalma.
- Artan kârlılık.
- Kimyasal kullanımının azalması.
- Tarla homojenliğinin sağlanması.

b. Dezavantajlar - Zorluklar

Hassas tarımın benimsenmesi aşağıdaki gibi zorluklarla karşı karşıyadır:

- Üreticiler arasında eğitim eksikliği ve teknolojik aşinalık (teknolojiye yatkınlık) azlığı.
- Yüksek başlangıç ekipman maliyetleri
- Bazı kırsal alanlarda sınırlı internet erişimi
- Büyük hacimli verilerin işlenmesi ve kullanılması zorluğu

4.2.2 Teknolojiler ve Ekipman

Hassas tarım, uydular tarafından toplanan verileri karar verme için yararlı bilgilere dönüştürür. Avrupa Copernicus programı, Sentinel adı verilen bir dizi uydusu kullanır. Bu uydular, insan gözünün görebildiği spektrumdaki ışık radyasyonunu (kırmızı, yeşil, mavi) ve insanların algılayamadığı kızılötesi ışığı kullanan aletlere sahiptir.

Sentinel görüntüleri, kalibrasyon ve doğrulama için drone'lardan ve yer sensörlerinden elde edilen veriler kullanılarak doğrulanabilir. Bu veriler, tarım uzmanlarının toprak özelliklerini ve mahsul koşullarını, evapotranspirasyonu, su gereksinimlerini ve toprak azot içeriğini doğru bir şekilde izlemesine olanak tanır. Sentinel görüntüleri ve verileri, çiftçilerin su ve besin maddesi koruma önlemleri hakkında karar vermelerine yardımcı olabilecek haritalar olarak görüntülenebilir.

Yapay zeka (AI) ve büyük verideki gelişmeler de önemli bir adım olmuştur. Araştırmalar, tarımda karar verme sürecinin ne kadar çok verilere dayandıkça, nihai ürünün değerinin o kadar arttığını göstermektedir.

Hassas Tarım için gerekli teknolojiler arasında şunlar bulunmaktadır

- Küresel Konumlandırma Sistemleri (GPS).
- Uydu uzaktan algılama ve multispektral haritalar.
- Termal ve spektral kameralı insansız hava araçları.
- Toprak ve hava durumu sensörleri.
- Değişken oranlı uygulama (VRT) sistemleri.
- Karar destek yazılımı (DSS).
- Büyük veri analizi ve yapay zeka.
- Uzaktan mahsul izleme ve kontrol platformları

Yukarıdaki liste, her çiftçi tarafından uygulanan Hassas Tarımın optimum izlenmesi için kapsamlı bir sistem sunmaktadır. Navigasyon sistemleri, hassas gübreleme ve hassas sulama ve ilaçlama gibi bireysel teknolojik sistemlerin kullanımı bile önemli faydalar sağlar.

Hassas tarım, yerel, bölgesel ve küresel düzeylerde birçok avantaj sunar, örneğin:

- Girdi kullanımının optimizasyonu (su, gübre, pestisitler).
- Üretim ve yakıt maliyetlerinde azalma.
- Verim ve ürün kalitesinde artış.
- İzlenebilirlik ve gıda güvenliğinin artırılması.
- Çevrenin korunması ve emisyonların azaltılması.
- Bilgiye dayalı karar verme desteği

Avantajlar, aşağıdakileri sunmasından kaynaklanmaktadır:

- Toplu veya noktasal sistemler aracılığıyla hassas sulama.
- Değişken dozlarda gübreleme ve bitki koruma.
- Sensörler ve araçlar (AI) ile entegre böcek ve hastalık yönetimi.
- Uzaktan algılama yoluyla mahsul izleme ve hasat tahmini.
- Otomatik besleme ve çevre kontrol sistemleri ile hassas hidroponik.

Özellikle sulama açısından, Hassas Tarım su kullanım verimliliğini artırmaya yardımcı olabilir ve sulanan mahsullerin ayak izini azaltabilir. Uzaktan algılama ile elde edilen bilgiler, objektif seçim kriterleri kullanılarak incelenmesi gereken arazileri ve kuyuları belirlemeyi mümkün kılar, böylece işçilik ve kaynak tasarrufu sağlanır.

4.2.3 Faydalı Teknoloji Uygulamaları

Akıllı Tarım, modern Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) tarımda uygulanmasını temsil eder ve üçüncü Yeşil Devrim olarak adlandırılabilir bir sürece yol açar. Bitki ıslahı ve genetik devrimlerin ardından, bu üçüncü Yeşil Devrim, hassas tarım ekipmanları, Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler ve aktüatörler, coğrafi konum belirleme sistemleri (GPS), Büyük Veri, İnsansız Hava Araçları (İHA'lar), robotik vb. gibi BİT çözümlerinin birleşik uygulamasına dayalı olarak tarım dünyasında yerini almaya başlamaktadır. Akıllı Tarım, kaynakların daha doğru ve verimli kullanımına dayalı olarak daha üretken ve sürdürülebilir tarımsal üretim sağlama konusunda gerçek bir potansiyele sahiptir.

En yararlı uygulamalardan bazıları şunlardır:

4.2.3.1 Agro-Meteorolojik İstasyon Sistemleri

Meteorolojik veriler, iklim ve toprak koşullarının izlenmesi ile birleştirildiğinde, girdilerden bağımsız olarak üretimi artırmaya yardımcı olur. Aynı zamanda, gerçek zamanlı verilerin tedarik zincirine entegrasyonu, hassas ürünlerin dünya çapında daha etkili bir şekilde taşınmasını planlamaya yardımcı olur, olumsuz koşulları önler ve afet riskini büyük ölçüde azaltır.

Özellikle yoğun tarım sezonunda şirketin makine ve araçlarının (traktörler, kamyonlar, harman makineleri vb.) optimum şekilde tahsis edilmesi, şirketin performansını büyük ölçüde belirler. GPS ve IoT teknolojileri, filonun günlük operasyonlarının sorunsuz bir şekilde yürütülmesi için önemli kararların alınmasında önemli gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir.

- Araçların coğrafi konumunun ve durumunun gün boyunca izlenmesi
- Gerekli ekipman onarımları için erken uyarı
- Kullanıcı tarafından belirlenen kurallara uyum veya uyumsuzlukla ilgili otomatik bildirimler
- Her makine için görevlerin planlanması ve zamanlamasının iyileştirilmesi
- Filo nakliye ve bakım maliyetlerinde azalma

4.2.3.2 Bitkilerde (Ürünlerde) Zararlı ve Yabancı Ot Yönetim ve Kontrol Sistemleri

Geleneksel zararlı kontrol yöntemleri, bazen pestisitlerin tarla geneline yaygın (horizontal) olarak uygulanmasını gerektirir; bu durum, ilaçların yanlış kullanımına, düşük etkinliğe ve çevre kirliliğine yol açabilir. Teknoloji destekli hassas uygulama teknikleri ise, bitkilerdeki zararlıların yönetiminde daha hedefe yönelik ve etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

Değişken Oranlı Teknoloji (VRT), pestisit uygulama oranlarını gerçek zamanlı verilere göre değiştirir. VRT sistemi, zararlı yoğunluğu, bitki sağlığı durumu ve hakim çevre koşulları gibi çeşitli faktörleri dikkate alan kapsamlı bir yaklaşım kullanır. Bu çok çeşitli kriterleri analiz ederek, uygulama için gereken en uygun ve etkili pestisit miktarını hassas bir şekilde tahmin edebilir. Bu sayede, hedefe yönelik ve hassas pestisit kullanımı sağlanır; zararlı kontrolü iyileştirilirken çevresel etki en aza indirilir ve bitki sağlığı optimize edilir.

4.2.3.3 Sensörlü Tuzaklar

Zararlı popülasyonlarının izlenmesi, entegre yönetimleri için esastır ve sensör tabanlı tuzaklar bu çabada faydalı olduklarını kanıtlamıştır. Bu cihazlar, erkek veya dişi ergin böcekleri çekmek için feromonlar veya diğer çekici maddeleri kullanır. Bir kızılötesi (IR) sensör, böceklerin tespit edilmesine yardımcı olarak zararlı popülasyonlarının izlenmesini ve değerlendirilmesini kolaylaştırır.

Teknoloji, zararlı yönetim sistemlerinin etkinliğini, verimliliğini ve uzun vadeli sürdürülebilirliğini iyileştiren yeni araçlar ve fikirler sunarak Entegre Zararlı Yönetimi'ni (IPM) dönüştürmüştür.

Uzaktan algılama ve CBS, veri analizi, yapay zeka ve biyoteknolojinin entegrasyonu, bitkilerdeki zararlı yönetimine yönelik gelişmiş yaklaşımların yolunu açmıştır. Teknolojinin gücünden yararlanan çiftçiler ve zararlı yönetimi uzmanları, veriye dayalı kararlar alabilir, müdahaleleri doğru bir şekilde hedefleyebilir ve kimyasal pestisitlere olan bağımlılığı azaltabilir. Bu teknik, sürdürülebilir tarımı teşvik eder, biyolojik çeşitliliği korur ve ekosistemlerimizin uzun vadeli sürdürülebilirliğini güvence altına alır. Gelecekte, entegre zararlı ve bitki hastalığı yönetimine yönelik teknik çözümleri iyileştirmek ve geliştirmek için araştırma ve geliştirmeye sürekli yatırım yapılması kritik önemde olacaktır.

GPS ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojileri, entegre yönetimin doğruluğunu ve etkinliğini önemli ölçüde artırmıştır. GPS ve CBS'yi birleştirerek, böcek istilalarının dağılımını ve yoğunluğunu ayrıntılı olarak gösteren hassas mekânsal haritalar oluşturulabilir.

Çiftçiler, böcek ilacı uygulamasını en aza indirerek uygun şekilde özelleştirilmiş zararlı kontrol yöntemleri geliştirmek için bu mekânsal verileri kullanabilir. Kimyasalların gereksiz kullanımı, kontrol önlemlerini yalnızca gerekli yerlerde uygulayarak azaltılır, bu da kullanımlarının maliyetini ve çevresel etkisini düşürür.

Veri analizi ve yapay zeka (YZ), modern bitki yönetiminde üretilen büyük miktardaki verilerden yararlanmak için hayati öneme sahiptir. Yapay zeka algoritmaları, kalıpları ve korelasyonları bulmak için büyük miktarda veriyi analiz edebilir. Bu analitik yetenek, zararlı salgınlarını tahmin etmeye, böcek davranışlarını anlamaya ve bitki hastalıklarını öngörmeye yardımcı olur. Tüm bunlar, zamanında müdahale ve önleyici kontrol önlemleri alınmasını sağlar.

Uzaktan algılama ve CBS, veri analizi, yapay zeka ve biyoteknolojinin entegrasyonu, bitkilerdeki zararlı yönetimine yönelik gelişmiş yaklaşımların yolunu açmıştır. Teknolojinin gücünden yararlanan çiftçiler ve zararlı yönetimi uzmanları, veriye dayalı kararlar alabilir, müdahaleleri doğru bir şekilde hedefleyebilir ve kimyasal pestisitlere olan bağımlılığı azaltabilir. Bu teknik, sürdürülebilir tarımı teşvik eder, biyolojik çeşitliliği korur ve ekosistemlerimizin uzun vadeli sürdürülebilirliğini güvence altına alır. Gelecekte, entegre zararlı ve bitki hastalığı yönetimine yönelik teknik çözümleri iyileştirmek ve geliştirmek için araştırma ve geliştirmeye sürekli yatırım yapılması kritik önemde olacaktır.

4.2.3.4 Makine ve Araç Yönetim Sistemleri

Özellikle büyüme mevsiminin en yoğun olduğu dönemlerde tarım araçlarının (traktörler, kamyonlar, harman makineleri vb.) optimum şekilde tahsis edilmesi, çiftliğin performansını büyük ölçüde belirler. GPS ve IoT teknolojileri, filonun günlük operasyonlarının sorunsuz bir şekilde yürütülmesi için önemli kararların alınmasında önemli gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir.

- Günün her saatinde araçların coğrafi konumunu ve durumunu izleme
- Gerekli ekipman onarımları için erken uyarı.
- Kullanıcı tarafından belirli kurallara uyulması veya uyulmaması ile ilgili otomatik bildirimler.
- Her makine için görevlerin tasarım ve planlamasının iyileştirilmesi.
- Filo nakliye ve bakım maliyetlerinin azaltılması.

4.2.3.5 Nasıl Başlanır?

Hassas Tarım uygulamak için gerekli teknik ekipmanı edinmek için izlemeniz gereken adımlar şunlardır:

1. İlk adım, bir GPS navigasyon sistemi satın almaktır. Bu cihazla tarlalarınızı haritalandıracak ve tam olarak nereye ilaçlama yaptığınızı bilecek, çift uygulamaları önleyecek ve hammadde maliyetlerinizi önemli ölçüde azaltacaksınız.
2. Ardından, püskürtücünüzü ve gübre serpme makinenizi, miktarı (VRC) ve bölümleri (Bölüm kontrolü) otomatik olarak ayarlayabilecek şekilde satın almanız veya dönüştürmeniz gerekir.
3. Son olarak, verimliliği haritalama ve eser elementleri, bitkileri vb. ölçme adımları vardır.

Tüm tarımsal görevleri yöneten püskürtücüler, insansız hava araçları ve insansız araçlar gibi hassas tarım teknolojisi ekipmanları hakkında bilgi, <https://tractorgps.gr/> gibi bu tür makineleri tedarik eden birçok kaynak ve şirketten edinilebilir.

4.2.3.6 Kaynakça ve Faydalı Bağlantılar

1. "Hassas Tarım nedir ve çiftçiler bundan nasıl yararlanabilir?" Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
2. "Hassas Tarım – Avantajları ve Zorlukları." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
3. "Hassas tarım: mahsullerde entegre haşere yönetiminin müttefiki." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
4. "Toplu Hassas Sulama Sistemleri – Sulama Suyu Yönetimi." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişildi.
5. "Hassas Tarım nedir ve çiftçiler bundan nasıl yararlanabilir?" Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
6. "Hassas Tarım – Avantajları ve Zorlukları." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
7. "Hassas tarım: mahsullerde entegre haşere yönetiminin müttefiki." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişildi.
8. "Kolektif Hassas Sulama Sistemleri - Sulama Suyu Yönetimi." Wikifarmer. 14 Temmuz 2025 tarihinde erişilmiştir.
9. Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallah, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H. ve Ramadan, M. (2022). IoT kullanan akıllı sulama sistemlerine genel bakış. *Energy Nexus*, 7, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>

10. Pothula, S., & Singh, A. K. (2022). Hassas Sulama Su Yönetimi—Mevcut Durum, Kapsam ve Zorluklar. 18, 372–380.
11. Souza, S. A. ve Rodrigues, L. N. (2022). Hassas sulama kullanımıyla artan karlılık ve enerji tasarrufu potansiyeli. *Tarımsal Su Yönetimi*, 270, 107730. <https://doi.org/10.1016/j.aqwat.2022.107730>
12. Su Kıtılığı | Tehditler | WWF. (tarih belirtilmemiş). Dünya Vahşi Yaşam Fonu. 28 Eylül 2022 tarihinde <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity> adresinden erişilmiştir.
13. FAO, 2017. Gıda ve tarımın geleceği: eğilimler ve zorluklar. Roma, İtalya. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf> Hassas Tarım Hassas Sulama
14. Campos, J., Gallart, M., Llop, J., Ortega, P., Salcedo, R. ve Gil, E. (2020). Bağlarda Reçete Haritasına Dayalı Değişken Oranlı Pestisit Uygulamasının Çiftlikte Değerlendirilmesi. *Agronomi*, 10(1), Makale 1 <https://doi.org/10.3390/agronomy10010102>
15. Filho, F. H. I., Heldens, W. B., Kong, Z., & Lange, E. S. de. (2019). Dronlar: Hassas Zararlı Yönetimi için Yenilikçi Teknoloji. *Journal of Economic Entomology*, 113(1), 1–25. <https://doi.org/10.1093/jee/toz268>
16. Flórián, N., Jósvai, J. K., Tóth, Z., Gergőcs, V., Sipőcz, L., Tóth, M., & Dombos, M3.6

4.3 Enerji Bitkileri

Son yıllarda, biyoyakıt üretilebilen bitkilerin (enerji bitkileri) yetiştiriciliğinde bir artış olmuştur. Bu bitkiler arasında biyoetanol üretilen şeker kamışı ve mısır ile biyodizel üretilen ayçiçeği bulunmaktadır.

Bu bitkilerin avantajları, çiftçilere önemli ölçüde daha yüksek verim sağlarken, yetiştirme maliyetlerini, nakliye maliyetlerini ve çevresel ayak izini azaltmalarındır.

Bir başka olumlu yönü ise, daha az verimli topraklarda yetiştirilebilmeleri ve sulama için daha düşük kaliteli su kullanılabilmeleridir.

Son olarak, çok yıllık enerji bitkileri, geniş bir kök sistemi geliştirdikleri için toprak erozyonu sorununu çözebilirler. Daha fazla bilgi için <https://jmce.gr/pcontent/uploads/2017/04/Panagiotopoulos-Energeiakes-kalliergeies-sthn-ellada.pdf> adresini ziyaret edin.



4.3.1 Aquaponik

Aquaponik, simbiyotik bir ekosistemdir.

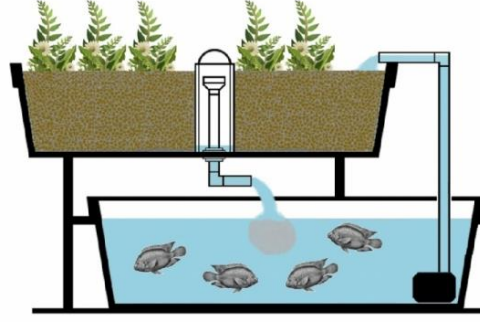
Akvaponik, balık yetiştiriciliğini (su ürünleri yetiştiriciliği) hidroponik bitki yetiştiriciliği ile karşılıklı yarar sağlayan bir döngüde birleştirir. Balık atıkları bitkilere besin sağlar,

bitkiler ise suyu arındırarak balık tanklarına geri gönderir. Yararlı bakteriler, amonyağı bitkiler tarafından emilebilen nitratlara dönüştürerek hayati bir rol oynar.

Bu kapalı döngü sistemi, kimyasal gübre kullanımını ortadan kaldırırken suyu ve besin maddelerini etkili bir şekilde geri dönüştüren döngüsel ekonomi ilkelerinin en iyi örneğidir. Aquaponik, geleneksel tarıma göre %90'a kadar daha az su kullanır ve

kentsel veya çöl ortamlarına uygun kompakt sistemlerde hem protein hem de sebze üretir.

(Aquaponik 2). Bu avantajlara rağmen, sistemin dengesini korumak için hem su ürünleri yetiştiriciliği hem de bitki biyolojisi konusunda teknik uzmanlık gereklidir.



Aquaponik İşletme için Gerekli Ekipmanlar

Aquaponik Sistemin Ana Bileşenleri

Tipik bir aquaponics sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

Balık Tankı:

Sucul organizmaları yetiştirmek için kullanılan bir kap.

Yetiştirme yatakları:

Bitkilerin çeşitli yöntemlerden biri kullanılarak yetiştirildiği alan.

Biyofiltre:

Yararlı bakterilerin büyüyerek amonyağı nitrata dönüştürdüğü kritik bir bileşen.

Bazı durumlarda, bu işlev yetiştirme yataklarının içine dahil edilmiştir.

Su Pompası:

Balık tankı ile yetiştirme yatakları arasında suyu dolaştırır.

Havalandırma sistemi:

Hem balıklara hem de faydalı bakterilere oksijen sağlar.

Aquaponik Sistemin Avantajları

Aquaponik, geleneksel tarıma göre birçok çevresel ve pratik avantaj sunar.

Verimli Su Kullanımı:

Su kapalı sistem içinde sürekli olarak geri dönüştürüldüğü için geleneksel tarıma göre %90'a kadar daha az su kullanır.

Doğal Gübreleme:

Atıklar doğal, organik gübreye dönüştürülür, böylece sentetik kimyasal gübrelere olan ihtiyaç ortadan kalkar [1].

Atık Bertarafının Azaltılması:

Sistem, atıkları bitkiler için değerli besin maddeleri olarak yeniden kullanarak çevre kirliliğini en aza indirir.

Pestisit Kullanımı Yok:

Kimyasal pestisit veya herbisit kullanımı genellikle balık sağlığıyla uyumsuzdur, bu da temiz ve güvenli ürünler elde edilmesini sağlar [1].

Küçük Alanlarda Yüksek Verim:

Aquaponics, kentsel ortamlarda veya sınırlı alana sahip bölgelerde yoğun gıda üretimine olanak tanır.

Akuaponik Sistemin Dezavantajları

Avantajlarına rağmen, aşağıdaki gibi dezavantajları da vardır

İlk Kurulum Maliyeti:

Güvenilir bir sistem kurmak pahalı olabilir.

Teknik Bilgi:

Balık biyolojisi, bitki beslenmesi ve mikrobiyoloji arasındaki dengeyi anlamak gerekir.

Sistemin Hassasiyeti:

Pompa arızası veya elektrik kesintisi, balık popülasyonuna hızla zarar verebilir.

Ekosistem Dengesi:

Balık yoğunluğu, bitki alımı ve besin seviyeleri arasında doğru dengeyi korumak, sistemin başarısı için çok önemlidir.

4.3.2 Kontrollü Çevre Tarımı (CEA)

Birçok yenilikçi tarım sisteminin merkezinde, bitki büyümesini optimize etmek için sıcaklık, nem, aydınlatma ve CO2 seviyelerini düzenleyen yüksek teknolojlili bir yaklaşım olan **Kontrollü Ortam Tarımı (CEA)** yer almaktadır. (Kontrollü Ortam Tarımı 1). CEA, ortamı hassas bir şekilde yönetmek ve tutarlı verim elde etmek için otomasyon, sensörler ve yapay zeka kullanır.

CEA'nın avantajları arasında yıl boyunca üretim, minimum pestisit kullanımı ve %95'e varan su ve arazi tasarrufu ile önemli ölçüde kaynak verimliliği sayılabilir. Ayrıca, uyarlanabilirliği sayesinde kentsel, çöl ve hatta kutup bölgelerinde gıda üretimi yapılabilmesi, küresel gıda güvenliğini artırmaktadır (Kontrollü Çevre Tarımı 2). Başlıca zorluklar arasında yüksek enerji maliyetleri ve sınırlı ürün çeşitliliği sayılabilir, ancak yenilenebilir enerji ve biyoteknoloji alanındaki sürekli gelişmeler, bu sistemin potansiyelini giderek artırmaktadır.

4.3.3 Sonuç

Tarımsal arazi kullanımının evrimi, inovasyon, teknoloji ve ekolojik farkındalık tarafından şekillenmektedir. Yüksek yoğunluklu tarım ve kentsel tarım stratejileri, sınırlı arazinin verimli kullanımını sağlarken, dikey tarım ve CEA, üretkenliği optimize etmek için ileri teknoloji kullanmaktadır. Hidroponik, aeroponik ve akuaponik, verimli, topraksız, su tasarrufu sağlayan sistemler aracılığıyla gıda üretimini dönüştürmektedir. Toplu olarak, bu yöntemler gıda güvenliği ile çevresel sorumluluğu dengeleyen, yenilenebilir, iklime dirençli tarıma doğru bir geçişi işaret etmektedir. Küresel nüfus artmaya devam ettikçe, bu yenilikler tarımı hem insanlar hem de gezegen için sürdürülebilir bir sisteme dönüştürmek için çok önemli olacaktır.

4.4 Kentsel Tarım

Bir çiftçiyi hayal etmeleri istendiğinde, çoğu insan tarlada çalışan, büyük veya küçük ekilebilir arazilerle uğraşan birini hayal eder. Peki kentsel tarım nedir? Modern

sürdürülebilirlik çabaları için kritik öneme sahip bu uygulamaya daha yakından bakalım.

İklim değişikliği ile ilgili endişelerin tüm sektörleri çalışma şekillerini yeniden düşünmeye sevk ettiği bir sır değildir ve tarım da bu durumun bir istisnası değildir. Küresel ulaşım ve tedarik zincirleri, tükettiğimiz gıdaların toplam karbon ayak izine önemli ölçüde katkıda bulunduğundan, kentsel merkezlere daha yakın yerlerde daha fazla gıda üretmek için yenilikçi yollar aramak mantıklıdır. Bu, pratikte olduğundan daha kolay gelebilir, ancak bu zorluk, giderek yaygınlaşan kentsel tarım uygulamasının merkezinde yer almaktadır.



Kentsel Tarım Nedir?

Kentsel tarım, kentsel bir ortamda bitki yetiştirme, hayvan besleme veya gıda üretme uygulaması olarak tanımlanır.

Geleneksel tarım arazileri dışındaki alanlarda tarım yapmak modern bir uygulama gibi görünse de, kentsel tarımın uzun bir tarihi vardır. Eski Mezopotamya sakinleri toprağı tarıma ayırırken, daha yakın zamanlarda, İkinci Dünya Savaşı sırasında "zafer bahçeleri" şehirlerin bir özelliğı haline gelmiştir. Son yıllarda, kentsel tarım, olumlu değişim için yollar sunabileceğinden, tarımsal sürdürülebilirlik ve sosyal adalet savunucularının dikkatini çekmiştir.

Peki kentsel tarım nasıl işliyor? Beton ve çelikle dolu alanlarda tarımın nasıl gelişebileceğini merak etmek mantıklıdır. Pratik zorluklar olsa da, kentsel tarımın örnekleri henüz keşfedilmemiş potansiyele sahip alanlarda bulunabilir. Örneğin, giderek daha fazla bina, çatı katlarında topluluk bahçeleri için altyapı ile tasarlanmaktadır. Dikey tarım gibi diğer uygulamalar, mevcut kentsel alanları yoğun tarımsal üretim merkezlerine dönüştürebilir.

4.4.1 Kentsel Tarımın Faydaları

Kentsel tarımın birçok pratik faydası vardır. En yaygın olanlarından bazılarına bakalım.

- Gıda maddelerinin küresel ölçekte taşınması çok fazla enerji gerektirir. Kentsel tarım, daha fazla yerel tedarik seçeneğı sunabilir.
- Dikey tarım gibi uygulamalar, metrekafe başına daha fazla üretim yapılmasına olanak tanır.
- Kentsel tarım faaliyetleri, depolar gibi atıl alanları hem sakinlerin hem de şehir planlamacılarının yararına kullanabilir.

4.4.2 Topluluk Bahçeleri

Topluluk bahçeleri, çoğu insanın kentsel tarım denildiğinde aklına gelen ilk uygulamalardır. Kentsel topluluklar için mahalleleri güzelleştirmek ve canlandırmak adına önemli bir fırsat sunarlar.

Genellikle bir şehir parselinden daha büyük değildirler ve çoğu zaman terk edilmiş ya da atıl durumda bulunan alanlarda kurulurlar. Yönetimleri genellikle yerel gönüllüler tarafından yürütülür. Bazı belediyeler finansman programları sunabilse de, genel olarak bu faaliyet ücretli bir tarımsal üretim modeli değildir.

Atıl bir alanın canlı ve üretken bir topluluk bahçesine dönüştürülmesinin faydaları açık olmakla birlikte bazı zorluklar da söz konusudur. Alanın durumuna bağlı olarak imar planı veya arazi kullanımına ilişkin yasal sorunlar ortaya çıkabilir. Ayrıca suya erişim gibi altyapı imkânları her zaman hazır olmayabilir.

Toprak kalitesi de önemli bir konudur; çünkü kentsel alanlardaki kirleticiler yeraltı sularına sızabilir ve bu durum ürünlerin sürdürülebilirliğini ve güvenliğini olumsuz etkileyebilir.

- **Topluluk Çiftlikleri**

Topluluk çiftlikleri, birçok açıdan topluluk bahçelerine benzemekle birlikte, kâr amacı gütmeyen kuruluşlar tarafından yönetilmeleri bakımından farklılık gösterir. Bu nedenle genellikle hem gönüllüler hem de ücretli personel tarafından işletilirler.

Bu sosyal odaklı kuruluşlar çoğunlukla doğa sevgisini geliştirmeyi, çevre bilincini artırmayı ve özellikle gençlere yönelik eğitim programları sunmayı amaçlamaktadır.

Topluluk bahçelerinde olduğu gibi, topluluk çiftlikleri de altyapı eksiklikleri, arazi kullanımıyla ilgili yasal düzenlemeler, kirlilik sorunları ve sürdürülebilir bir gönüllü katılımının sağlanması gibi çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalabilmektedir.

- **Ticari Çiftlikler**

Kâr amacı güden işletmeler olarak ticari çiftlikler, mümkün olan her alanda maksimum verimlilik ve maliyet azaltımını hedefler.

Ticari kentsel çiftlikler genellikle kapalı alanlarda faaliyet gösterir ve mevcut alanı en verimli şekilde kullanmak için dikey tarım tekniklerinden yararlanır. Karlılık temel amaç olduğu için çoğu zaman yerel restoranlar gibi işletmelerin talep ettiği, daha özel ve nispeten yüksek fiyatlı ürünlerin üretimine odaklanırlar.

Ancak ticari sürdürülebilirlik bu işletmeler için önemli bir zorluktur. Üretilen ürünlerin belirli pazar ihtiyaçlarını karşılaması veya rekabetçi fiyatlarla satılabilmesi için dikkatli planlama ve etkili pazarlama stratejileri gereklidir.

- **Akıllı Köyler**

Akıllı köyler, kırsal alanlarda bulunan ve yerel tarımsal üretimi geliştirmekle birlikte sakinlerinin ekonomik, sosyal ve kültürel düzeyini yükseltmek amacıyla yenilikçi çözümler kullanan topluluklar veya yerleşim alanlarıdır.

Akıllı köyler; diğer topluluklar ve kuruluşlarla, kırsal bölgelerle ya da komşu kentsel alanlarla iş birlikleri ve ortaklıklar geliştirerek ulusal veya Avrupa programları kapsamında sunulan finansman araçlarından yararlanır. Bu programlar, özellikle aşağıdaki alanlarda sürekli eğitim sağlamayı amaçlar:

- Yenilikçi tarımsal uygulamalarda kullanılabilecek dijital ve teknolojik uygulamalar,

- Nesnelerin İnterneti (IoT) ve internet teknolojilerinin kullanımı,
- Bölge sakinlerinin yaşam kalitesinin artırılması,
- Doğal kaynakların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve kültürel mirasın kullanılması yoluyla Akıllı Köylerin gelişimini hedefleyen kısa, orta ve uzun vadeli planlamaların yapılması.

Bu yaklaşım, kırsal kalkınmayı sürdürülebilir ve teknoloji odaklı bir yapıya dönüştürmeyi amaçlamaktadır.

Bölüm 5

Tarımda İnovasyonu Kullanma Yolları

Teknolojik yenilikçi uygulamalar doğru şekilde kullanıldığında, tarımda ve ürün yetiştiriciliğinde yeni koşullar oluşturacak ve adeta bir “devrim” niteliği taşıyacak yenilikçi fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayabilir.

Aşağıda, farklı ülkelerde çiftçiler tarafından hâlihazırda uygulanmakta olan bazı yenilikçi fikirler yer almaktadır.

5.1 Akıllı seralar

Akıllı seralar, geleneksel tarım uygulamalarını ileri teknolojiyle birleştiren, ürünlerin mümkün olan en yüksek verimle yetişmesini sağlayan teknolojik açıdan gelişmiş üretim alanlarıdır.

Akıllı seralar; sensörler, otomatik iklim kontrol sistemleri ve gelişmiş sulama yöntemleri ile donatılmıştır. Bu sayede çiftçiler yetiştirme koşullarını gerçek zamanlı



olarak izleyebilir ve ayarlayabilir; bitkilerin her an ihtiyaç duydukları suyu, ışığı, sıcaklığı ve nemi almalarını sağlayabilirler.

Bu yeniliğin önemi yalnızca ürün verimiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda iklim değişikliği, su kıtlığı, gıda güvenliği ve iş gücü yetersizliği gibi küresel sorunlara çözüm sunmayı hedefleyen sürdürülebilir tarıma doğru önemli bir dönüşümü temsil etmektedir.

Peki, Akıllı Sera gerçekte nedir, daha yakından bakalım.

Sıcaklığın, nemin, ışık seviyesinin ve toprak neminin sürekli olarak izlenip gerçek zamanlı ayarlandığı bir alan hayal edin. Bu durum, veri toplayan ve bu verileri gelişmiş algoritmalara aktaran birbirine bağlı sensör ağları sayesinde mümkün olur. Bu algoritmalar çevresel koşulları analiz eder ve sulama sistemlerinin devreye alınması, gölgelendirmenin ayarlanması veya havalandırmanın düzenlenmesi gibi hassas müdahaleleri otomatik olarak gerçekleştirir.

Ayrıca akıllı seralarda sıklıkla hidroponik veya aeroponik sistemler kullanılır. Bu topraksız tarım yöntemleri su tasarrufu sağlar ve alan kullanımını en üst düzeye çıkarır. Yapay zekâ entegrasyonu sayesinde sistemler geçmiş verilerden öğrenebilir, en yüksek verim için en uygun koşulları tahmin edebilir, üretkenliği artıran bilinçli kararlar alabilir ve israfı en aza indirebilir.

Akıllı seralar mobil uygulamalar aracılığıyla uzaktan yönetilebilir. Bu sayede çiftçiler dünyanın herhangi bir yerinden üretim süreçlerini takip edebilir. Teknolojinin bu bütünleşik kullanımı yalnızca verimlilik ve sürdürülebilirliği artırmakla kalmaz; aynı zamanda iklim değişikliği ve kaynak kıtlığı gibi acil küresel sorunlara da çözüm sunar.

Akıllı seralar yıl boyunca üretimi mümkün kılar. Mevsimsel değişimlerden bağımsız olarak ürün yetiştirme imkânı sunarak, sezon dışı meyve ve sebze üretimini sağlar. Bu durum, özellikle taze ürün arzının az olduğu dönemlerde pazara erişim imkânı yaratarak üreticilere önemli ekonomik avantaj sağlar ve Avrupa tarım pazarında rekabet gücünü artırır.

Akıllı sera teknolojilerinden elde edilen veriler, çiftçilerin bilinçli kararlar almasını sağlar. Gerçek zamanlı izleme ve veri analitiği sayesinde zararlı istilaları veya besin eksiklikleri gibi sorunlar büyümeden tespit edilebilir. Bu proaktif yaklaşım hem ürün kayıplarını azaltır hem de kimyasal müdahale ihtiyacını en aza indirerek sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekler.

İş gücü verimliliği açısından bakıldığında, otomasyon sayesinde sulama, hasat ve iklim kontrolü gibi birçok işlem minimum insan müdahalesiyle gerçekleştirilebilir. Böylece çiftçiler iş gücünü diğer stratejik alanlara yönlendirebilir. Bu dönüşüm hem üretkenliği artırır hem de tarım sektöründe sıkça karşılaşılan iş gücü yetersizliği sorununa çözüm sunar.

5.1.1 Teknoloji ve Eğitimin Rolü

Bu metnin yazıldığı dönemde, akıllı seralara teknolojik destek sağlayan başlıca unsurlar şunlardır:

a. Nesnelerin İnterneti (IoT), çevresel koşulları gerçek zamanlı olarak izleyen çeşitli sensörleri ve cihazları birbirine bağlayarak akıllı seralarda merkezi bir rol oynamaktadır. Bu sensörler, sıcaklık, nem, toprak nemi ve ışık seviyeleri gibi hayati parametreleri izleyerek çiftçilere bilinçli kararlar almaları için doğru veriler sağlar. Çiftçiler, IoT teknolojisini kullanarak kaynak kullanımını optimize edebilir, su ve enerji tüketimini azaltabilir ve aynı zamanda mahsullerin ideal yetiştirme koşullarına sahip olmasını sağlayabilir. Bu, israfı en aza indirmekle kalmaz, aynı zamanda bölgedeki tarım uygulamalarının genel sürdürülebilirliğine de katkıda bulunur.

b. Yapay Zeka (AI), cihazlardan (IoT) toplanan verileri analiz ederek akıllı seraların etkinliğini daha da artırır. Yapay zeka algoritmaları, mahsul verimini tahmin edebilir, potansiyel hastalıkları belirleyebilir ve geçmiş verilere ve gerçek zamanlı gözlemlere dayalı müdahaleler önerebilir. Bu tahmin yeteneği, çiftçilerin önleyici tedbirler almasına ve mahsul kaybına yol açabilecek riskleri azaltmasına olanak tanır. Ayrıca, yapay zeka ekim programlarının planlanmasına ve verim potansiyelinin en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olarak, nihayetinde tarım sektöründeki ekonomik büyümeyi artırabilir.

c. Otomasyon, bu teknolojileri birbirine bağlayarak akıllı seralarda operasyonel verimliliği artırır. Otomatik sistemler, sulama, havalandırma ve iklim ayarlarını minimum insan müdahalesi ile kontrol edebilir, böylece çiftçiler daha üst düzey yönetim ve inovasyona odaklanabilir. Örneğin, otomatik sulama sistemleri, toprak nemi ölçümlerine dayalı olarak hassas miktarda su sağlayarak bitkilerin aşırı sulama yapılmadan tam olarak ihtiyaç duydukları miktarda su almasını sağlar. Bu hassasiyet seviyesi, mahsul sağlığını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda Akdeniz ikliminde kritik bir faktör olan değerli su kaynaklarını da korur.

Cihazların (IoT), iklim kontrol sistemlerinin ve veri analizinin entegrasyonu ile akıllı seralar, yeni bir uzmanlık düzeyi gerektirir. Çiftçiler, bu teknolojilerin nasıl çalıştığını anlamakla kalmayıp, bilinçli kararlar alabilmek için ürettikleri verileri nasıl yorumlayacaklarını da bilmelidir. İşte burada eğitim girişimleri devreye girer. Yerel tarım okulları, üniversiteler ve hükümet programları, bu modern araçların pratik uygulamasına odaklanan hedefli eğitimler sunmalıdır. Teorik bilgiyi pratik deneyimle birleştiren atölye çalışmaları, çiftçilerin akıllı teknolojileri gerçek dünya koşullarında denemelerine olanak tanıyarak inovasyon ve uyum kültürünü teşvik eder.

Ayrıca, agtech çözümlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte teknoloji şirketleriyle işbirliği giderek yaygınlaşmaktadır. Eğitim programları genellikle sektör uzmanlarının katkılarını içerir ve çiftçilere akıllı sera yönetiminin hem tarımsal hem de teknolojik yönleri hakkında kapsamlı bir anlayış sağlar. Sürekli öğrenmeyi benimseyerek, çiftçiler sadece operasyonel verimliliklerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir tarımın daha geniş hedefine de katkıda bulunurlar.

Yerel çiftçileri atölye çalışmalarına ve tanıtımlara davet ederek, akıllı sera geliştiricileri otomatik sulama sistemleri, iklim kontrolü ve veri analizi gibi gelişmiş yetiştirme tekniklerinin faydalarını sergileyebilirler. Bu eğitim fırsatları, çiftçilerin teknolojinin verimi nasıl artırabileceğini, kaynak tüketimini nasıl azaltabileceğini ve nihayetinde karlılığı nasıl artırabileceğini anlamalarını sağlar. Ayrıca, yerel çiftçiler geleneksel bilgi ve uygulamalarını paylaşarak toplumu zenginleştiren zengin bir fikir alışverişi ortamı yaratabilirler.

Tarımsal kuruluşlar, devlet kurumları ve yerel işletmeler dahil olmak üzere paydaşlar da bu ekosistemde merkezi bir rol oynar. İşbirlikleri, su yönetimi veya haşere kontrolü gibi belirli bölgesel zorlukları ele alan özel programların geliştirilmesine yol açabilir. Bu paydaşların aktif katılımıyla, akıllı sera projeleri daha geniş ekonomik hedefler ve sürdürülebilirlik girişimleriyle uyumlu hale getirilebilir ve böylece inovasyonun faydaları tüm topluluk tarafından hissedilebilir.

Bu taahhüdün etkisi çok derindir. Sadece bireysel çiftçileri güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda istihdam yaratarak ve girişimciliği teşvik ederek yerel ekonomiyi de güçlendirir. Başarılı akıllı sera girişimleri, tarımsal çözümlere odaklanan teknoloji girişimlerinden taze ürünler sunan yerel pazarlara kadar yeni iş girişimlerine ilham verebilir.

5.1.2 Gelecek Trendleri

En çok beklenen trendlerden biri, yapay zeka (AI) ve makine öğreniminin entegrasyonudur. Bu teknolojiler, akıllı seraların yetiştirme ortamına yerleştirilmiş sensörlerden toplanan büyük miktarda veriyi analiz etmesini sağlayacaktır. Sıcaklık, nem, toprak nemi ve ışık seviyeleri gibi faktörleri değerlendirerek, AI algoritmaları yetiştirme koşullarını gerçek zamanlı olarak optimize edebilir ve mahsullerin maksimum verim ve kalite için tam olarak ihtiyaç duydukları şeyi almasını sağlayabilir. Bu düzeyde hassas tarım, verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda kaynak israfını da en aza indirir ve her toplumun sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle mükemmel bir uyum sağlar.

Ayrıca, gelişmiş iklim kontrol sistemlerinin entegrasyonu da oyunun kurallarını değiştirecek. Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazlarını kullanarak, yetiştiriciler akıllı telefon uygulamaları aracılığıyla çevre koşullarını uzaktan izleyebilecek ve ayarlayabilecek. Bir çiftçinin, fiziksel olarak orada bulunmadan, deniz kenarındaki bir kafeden serasının iklimini ayarlayarak mahsulleri için optimum sıcaklık ve nemi sağladığını hayal edin. Bu esneklik, verimliliği artırmakla kalmayacak, aynı zamanda teknolojiye yatkın genç nesil çiftçileri de sektöre çekecektir.

Dikey tarım teknikleri ve hidroponik sistemler de çiftçileri akıllı seralara çekecek. Bitkileri dikey olarak istifleyerek ve topraksız yetiştirme yöntemleri kullanarak, bu yenilikler daha yüksek mahsul yoğunluğu, daha az arazi kullanımı ve daha hızlı büyüme döngüleri sağlayacak. Kentsel alanlar genişlemeye devam ettikçe, bu sistemler yoğun nüfuslu şehirlere taze ürün tedarik ederken, ulaşımdan kaynaklanan emisyonları azaltmak için özellikle faydalı olabilir.

Yeni nesil akıllı seralar, tohumdan sofraya kadar ürünleri takip etmek için muhtemelen blok zinciri teknolojisini kullanacaktır. Bu düzeyde şeffaflık, tüketicilerin güvenini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda çiftçilere pazar eğilimleri ve tüketici tercihleri hakkında değerli bilgiler sağlayarak onları güçlendirecektir.

Sonuç olarak, akıllı seraların geleceği, tarımsal inovasyon ve ekonomik büyüme için muazzam bir potansiyel barındırmaktadır. Çiftçiler, bu yeni teknolojileri benimseyerek verimlilik, sürdürülebilirlik ve karlılık açısından yeni bir dönemi karşılayabilirler.

Veri analitiğini uygulayarak, çiftçiler atıkları azaltırken üretimi en üst düzeye çıkaran bilinçli kararlar alabilir ve sonuçta daha fazla karlılık elde edebilirler. Ayrıca, yıl boyunca çeşitli ürünler yetiştirme yeteneği, gıda güvenliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda hem yurt içinde hem de yurt dışında yeni pazarlar açar.

Ancak, modern bir tarım manzarasına ulaşmak için kolektif bir çaba gereklidir. Politika yapıcılar, tarım kuruluşları ve teknoloji sağlayıcıları, bu yeniliklerin tüm çiftçiler tarafından erişilebilir olmasını sağlamak için birlikte çalışmalıdır. Eğitim programları ve finansal teşvikler, bu geçişi kolaylaştırmada kritik bir rol oynayabilir ve en küçük işletmelerin bile akıllı sera teknolojilerinden yararlanmasını sağlayabilir.

Geleceğe baktığımızda, tarımın geleceği, zamansız uygulamaları yenilikçi çözümlerle birleştirme becerisinde yatmaktadır. Akıllı seraları benimseyerek, çiftçiler zorluklar arasında gelişen, ekonomik büyümeyi destekleyen ve hem yerel hem de küresel pazarlara taze, sürdürülebilir ürünler sunan dayanıklı bir tarım sektörü oluşturabilirler.

Bu şekilde, her ülke sadece tarımsal mirasını korumakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir bir gelecek için tohumlar da ekmiş olur.

En son teknolojiyi eski uygulamalarla uyumlu hale getiren bir tarım modeli hayal edin. Sensörler (IoT), iklim kontrol sistemleri ve veri analizi ile akıllı seralar, çiftçilerin mahsullerini benzeri görülmemiş bir hassasiyetle izlemelerine ve yönetmelerine olanak tanır. Bu proaktif yaklaşım, israfı en aza indirir, kaynak kullanımını optimize eder ve nihayetinde daha sağlıklı verim sağlar. Bu, hem ekonomi hem de çevre için kazan-kazan durumu yaratır.

Ancak bu dönüşüm, bireysel girişimlerden daha fazlasını gerektirir. Kolektif eylem ve her düzeyde inovasyona bağlılık gerektirir. Çiftçiler, erişilebilir eğitim programları ve devlet teşvikleri yoluyla bu modern yöntemleri benimsemeye teşvik edilmelidir. Politika yapımcılar, tarım sektörünün küresel ölçekte rekabet gücünü korumak için araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmaya öncelik vermelidir. Ayrıca, teknoloji şirketleri ve tarım uzmanları arasındaki işbirliği, çiftçilerin karşılaştığı benzersiz zorlukları ele alan özelleştirilmiş çözümlerin geliştirilmesini kolaylaştırabilir.

5.2 Tarımsal Fotovoltaik (Agrivoltaik) Sistemler

Mahsüller ve Seralar

Agro-fotovoltaiklerden bahsettiğimizde, mahsullerin aktif kaldığı ve fotovoltaiklerin üretimle bir arada var olabilecek şekilde tasarlandığı tesisleri kastediyoruz. Bu şekilde, mahsulü korurken aynı zamanda mahsul için yararlı olan enerjiyi de üretiyorsunuz.

Üreticiler teknolojiyi teknoloji için aramazlar. Sonuç için ararlar. Doğru tasarlanmış bir çözüm, aşağıdaki gibi pratik faydalar sağlayabilir.

- Daha istikrarlı bir mikro iklim, yani mahsulleri strese sokan ani değişikliklerin azalması
- Yoğun radyasyon dönemlerinde daha iyi ışık yönetimi
- Aynı arazide, ünitenin ihtiyaçlarını karşılama potansiyeline sahip enerji üretimi teknik ve yasal olarak mümkün olduğu durumlarda
- Tek bir gelir kaynağına bağımlı olmadığınız için gelir riskinin azalması.

En önemlisi, burada başka bir maliyetten bahsetmiyoruz. Verimliliği etkilemeye başlayan dalgalanmalara karşı bir "güvenlik ağı" görevi görebilecek bir seçenekten bahsediyoruz.

a. Açık Tarım Ürünleri İçin Tarımsal Fotovoltaik

Bunlar, altında tarım ürünleri sıralarının bulunduğu yükseltilmiş fotovoltaik panellerdir. Genellikle 5 metreye kadar bir yüksekliğe yerleştirilirler ve altında çeşitli ürünler yetiştirilir. Fotovoltaik paneller arasındaki mesafe genellikle 4 metredir, böylece tarım makineleri aralarından geçebilir.



- Açık tarımda, agro-fotovoltaiklerin değeri, mikro iklimi stabilize etmek için bir araç görevi görmeleridir.
- Yazın en sıcak saatlerde radyasyonun yoğunluğunu azaltarak ısı stresini sınırlayabilirler.
- Hava koşulları daha aşırı ve öngörülemez hale geldiğinde önemli olan, yer seviyesine yakın daha istikrarlı koşulların korunmasına yardımcı olabilirler.
- Aynı zamanda, üretici aynı arazide enerji üretimi elde eder, bu da tarımsal gelirin dayanıklılığını artırır.

Burada önemli olan, ne kadar gölge ve ne kadar geçirgenliğin doğru olduğudur. Herkese uyan tek bir çözüm yoktur. Doğru seçim, mahsul ve bölgenin iklimine göre yapılır. Bkz. <https://wattcrop.com/>

Aynı ekilebilir arazide yenilenebilir enerji kaynaklarını tarımla birleştirmek önemli faydalar sağlar. Fotovoltaik paneller, mahsulleri aşırı hava koşullarından, aşırı sıcaktan, dondan, dolu yağışından vb. korur ve toprak neminin korunmasına yardımcı olur.

Tarımsal fotovoltaik (Agri PV veya agrivoltaik), aynı arazide mahsul yetiştiriciliği ile güneş enerjisi üretimini birleştirdiği için pratik bir çözüm sunar. Mahsullerin üzerine fotovoltaik yapılar entegre ederek, sistem bitkilerin etrafındaki mikro iklimi etkiler ve aşırı sıcaklık dalgalanmalarını "hafifletmeye" yardımcı olur.

Agro-fotovoltaikler, farklı mekanizmalarla don riskini azaltmaya yardımcı olur. Yükseltilmiş yüzeyler, gece ısı kaybını sınırlayan bir "ısı kalkanı" görevi görür. Aynı zamanda, sistem, genellikle mahsul seviyesinde sıcaklık düşüşünü hızlandıran rüzgara maruz kalmayı da etkileyebilir. Ayrıca, değişen mikro iklim, ani termal şokları azaltmaya yardımcı olarak bitkinin uyum sağlaması için daha fazla zaman tanır. Geçici don kontrol yöntemlerinden farklı olarak, agrivoltaik sistemler ek enerji tüketimi veya "çalışması" için manuel müdahale gerektirmeden sürekli, pasif bir katkı sağlar.

Agrofotovoltaiklerin faydaları donla sınırlı değildir. Kısmi gölgeleme, yaz aylarında ısı stresini azaltabilir, su kullanım verimliliğini artırabilir ve sezon boyunca yetiştirme

koşullarını stabilize edebilir. Bu, bitkiler için daha "sakin" bir ortam ve mahsul üretiminde daha fazla tutarlılık sağlar.

Aynı zamanda, üretici yerinde temiz enerji üretimine erişim sağlar. Üretilen elektrik, uygulanan modele bağlı olarak operasyonları destekleyebilir, enerji maliyetlerini azaltabilir veya ek bir değer akışı sağlayabilir. Bu, tarımsal faaliyetleri merkezde tutarken ekonomik dayanıklılığı artırır.

Benzer şekilde, mahsuller de panellere yardımcı olur, çünkü ürettikleri nem panellerin verimliliğini artırır. Aynı zamanda, mahsul yönetimi maliyetleri azalır ve alan kuru otlardan arındırıldığı için yangın riski büyük ölçüde azalır.

b. Seralarda Tarımsal Fotovoltaik Sistemler

Agro-fotovoltaikler, seraların çatılarına, bunların bir kısmını kaplayacak şekilde kurulabilir ve aynı zamanda seranın çalışması için gereken enerjiyi üretebilir.

Seralarda amaç, sadece bir panel kurmak değil, yetiştirme ortamının kontrolünü



sağlamaktır. Sera, ışık, sıcaklık, nem ve havalandırma ile çalışan bir sistemdir. Bu nedenle, çözüm tüm bu faktörlerle uyumlu olmalıdır. Burada, enerji üretimi özel bir önem kazanır, çünkü seraların enerji ihtiyacı, özellikle yaz aylarında önemli ölçüde artar. Soğutma ve kabul edilebilir sıcaklıkların korunması, genellikle günde birçok saat elektrik tüketen soğutma sistemleri gibi ekipmanların sürekli çalışmasına bağlıdır.

Yüzey alanının yarısı fotovoltaiklerle kaplı seralarda tarımsal üretim %64 azalmıştır, ancak bu durum elektrik üretimi ile dengelenmiştir.

Panellerin güneş ışınımının bir kısmını emmesinin dezavantajı, görünür ışığın geçmesine izin veren ve bitki büyümesini aşağıdaki yollarla artıran yenilikçi malzemeler kullanılarak üretilen "Şeffaf Fotovoltaikler" kullanılarak ortadan kaldırılmıştır:

- Ultraviyole radyasyonu, fotosentez için daha uygun olan kırmızı spektruma dönüştürür.

- Uygun bir mikro iklim yaratarak biyokütle üretimini %50'ye kadar artırmak.

Yarı saydam fotovoltailer, enerji üretirken aynı zamanda yetiştiricilik için gereken ışığın geçmesine izin verir. Ve kritik nokta, saydamlığın her durumda aynı olmamasıdır. Ürünün türüne göre ayarlanır. Bu durum, çözümü "paneller seramı karartacak" gibi akla gelebilecek olandan çok daha fazla senaryoda uygulanabilir kılmaktadır.

Bazı mahsullerde mahsul veriminde artış olduğu kanıtlanmıştır, örneğin: Fesleğen - Brokoli - Kereviz – Mısır- Marul - Patates - Ispanak – Domates

Agro-fotovoltailer, çiftlikte çift amaçlı kullanım imkanı sunar: mahsulün korunması ve paralel enerji üretimi. Ayrıca, hava koşullarının daha aşırı ve öngörülemez hale geldiği durumlarda, tarlada veya serada koşulların dengelenmesine yardımcı olurlar. Aynı zamanda, Brite'ın nanoteknolojisi sayesinde mahsul verimini artırır. Ayrıca, açık tarlalarda, çiftçinin sulama için kullanması için yağmur suyunu toplarken, buharlaşma düzeylerini azaltırlar.

5.2.1. Çiftçinin Bilmesi Gerekenler

Çoğu insanın yaptığı hata, "Kaç kilovatlık sistem kurmalıyım?" sorusuyla başlamaktır. Tarımsal kullanım için doğru soru sırası şöyledir:

1. Mahsul türü ve üretim hedefi,
2. Bölgenin mikro iklimi ve tarlanın veya seranın ihtiyaçları,
3. Belirli mahsul ve ışık gereksinimleri için uygun teknolojinin seçilmesi,
4. Açık tarla mahsulü ise, panelleri kurmak için uygun yükseklik ve alandaki yerleşim düzeni,
5. İnşaat maliyetleri ve ekonomik faydalar.

Kurulumun üretime uyarlanması gerektiğini, tersinin geçerli olmadığını unutmayın.

5.3. Tozlaşmaya Yardım



İklim değışikliğı nedeniyle her geçen yıl oluşan ve yoğunlaşan olumsuz evre koşullarından kaynaklanan zayıf döllenme sebebiyle, birçok meyve türünde meyve tutumu sorunları yaşanmaktadır.

Olumsuz hava koşulları meyve bahçelerinde çeşitli tozlaşma sorunları yaratır; örneğin çiçeklenme döneminde arıların umasında veya aktif olmasında zorluk veya tamamen yetersizlik (rn. kuvvetli rüzgarlar, şiddetli yağış, alışılmadık derecede düşük sıcaklıklar vb.), polenin iek ta yaprakları üzerinde alıcı olduğu srenin önemli ölçüde azalması (rn. kuraklık, yüksek sıcaklıklar vb.), polen canlılığının zarar görmesi (rn. yağmurla yıkanma, alışılmadık derecede yüksek sıcaklıklar nedeniyle kuruma vb.), polen tanesinin yapıştığı tepecikteki (stigma) yapışkan maddenin tahrip olması (rn. alışılmadık derecede sıcak rüzgarlar, şiddetli yağış vb.), polen tüpü çimlenmesinin veya büyümesinin engellenmesi (rn. güvenli sınırlardan daha yüksek veya daha düşük sıcaklıklar vb.) ve daha birçokları. Ayrıca, ilkbaharda hava koşullarının soğuktan sıcağa ve tersi yönde aşırı dengesizliğı nedeniyle, ana çeşit ile tozlayıcı eşitdin veya aynı bahçe içindeki çapraz tozlaşan çeşitlerin ieklenmelerinin senkronize olmamasından kaynaklanan sorunlar ortaya çıkmaktadır. Tüm genetik materyal pazarlama sisteminin katılığından kaynaklanan, sıkça rastlanan bir diğer olguyu, yani uygun olmayan bir tozlayıcı eşitdin varlığını veya tamamen yokluğunu da belirtmeliyiz. Yukarıdakilerin tümü, zayıf tozlaşma, azalmış meyve tutumu ve tabii ki düşük ağaç verimliliğı sorunları yaratmaktadır.

İleri düzey meyve yetiştiriciliğı yapılan ülkelerde (rneğin İtalya, şili vb.) ne çıkan bir yöntem, İHA'lar (İnsansız Hava Araçları), yaygın adıyla drone'lar kullanılarak polen püskürtülmesi yoluyla tozlaşmaya yardımcı olmaktır. Bu yöntemin, arıları araziye yerleştirmek gibi geleneksel tozlaşma yöntemlerine ek (tamamlayıcı) olduğunu lütfen unutmayın; arıların veya diğer tozlaştırıcı böceklerin yerini almaz ve polen uygulaması, meyve bahçesinde kovanların varlığına paralel olarak gerçekleştirilir (Fotoğraf 1) ve arıcılığı hiçbir şekilde tehdit etmez. Sadece doğal yöntemlerle bitki tozlaşmasına ek bir yardım sağlar.

Gerçek şu ki, yöntem halen uygulama koşulları ve sonuçlarının yanı sıra ekonomik getiri üzerine yapılan çalışmalarla sürekli iyileştirme sürecindedir. Aşağıdakiler gibi sorular ve endişeler de ortaya çıkmaktadır:

Bir nceki yıldan kalan dondurulmuş polen yeterince etkili midir, yoksa aynı yılın, ana ürünlerden daha erken iek açan çeşitlerden elde edilen taze poleni kullanmak daha mı iyidir?

Hassas ve zaman alıcı bir süreç olan polen toplamanın malzeme ve teknik gereksinimleri ile maliyeti, beklenen üretim artışıyla karşılanabilir mi?

Yöntemin, doğal olarak yeterli meyve veren kendine verimli çeşitlere de, son meyve boyutunu etkilemeden uygulanması önerilir mi?

Tekrarlanan uygulamalar gerekli midir, gerekliyse kaç uygulama yapılmalı ve bunları uygulamak için en iyi zaman ne zamandır? Ve buna benzer daha birçok soru.

İlk olumlu değerlendirmeler, bazı durumlarda üretimde %20'ye varan bir artışa (çeşitli ürünlerde) veya tozlaşma için elverişsiz hava koşullarının olduğu yıllarda normal üretime işaret etmektedir.

Bölüm 6

İyi Uygulama Örnekleri

1. NASA'nın Veggie Programı

Bu, NASA tarafından yürütülen ve 2014 yılından bu yana astronotların uzun süreli görevler sırasında taze sebze temin etmek için Uluslararası Uzay İstasyonu'nda uygulanan bir sebze üretim programıdır.

Ayrıntılar için şu adresi ziyaret edin: <https://science.nasa.gov/mission/veggie/>



2. Aerofarms (New Jersey ve Virginia)

Dünyanın en büyük dikey tarım tesislerinden biri sebze yetiştirmek için hidroponik ve aeroponik sistemler kullanır.

Geleneksel tarım yöntemlerine kıyasla metrekare başına 390 kata kadar daha fazla ürün üretir.

Ayrıntılar için şu adresi ziyaret edin:

<https://www.aerofarms.com/store-locator/>



3. Dubai'deki Bustanica Çiftliği (BAE)

2022 yılında 31.000 m²'lik dev bir serada kurulan çiftlik, minimum su ve toprakla her yıl 1.000 ton yüksek kaliteli sebze üretmektedir. Üretim, 12 metre yüksekliğe kadar çok katlı kulelerde gerçekleştirilmektedir.

Ayrıntılar için şu adresi ziyaret edin:

<https://www.hdrinc.com/au/portfolio/bustanica-emirates-crop-one-vertical-farm>



4. Aspasia Pastrickou: - Yunanistan

Londra'dan Kos adasına ve tropikal meyve ve bitki yetiştiriciliğine



Kos'tan gelen **tropikal meyveler** ve kekik, biberiye ve adaçayı gibi otlar, Aspasia Pastrickou'nun tarım alanındaki yolculuğunun başlangıcını işaret ediyor. Yurtdışındaki hayatını geride bırakarak, 2021 yılında adadaki yaşamın nasıl olduğunu görmek için memleketi Kos'a döndü.

2024 yılında ürün üretimine girmeye karar verdi ve bugün ilk küçük bitki partisini üretmeyi başardı. Mart 2025'e kadar ürünlerinin "Votanima" logosu ile paketlenmeye hazır olacağını tahmin ediyor.

"Makine mühendisliği okudum ve sekiz yıl İngiltere'de yaşayarak büyük şirketlerde çalıştım. Daha sonra Yunanistan'a döndüm ve burada da alanımla ilgili büyük bir şirkette çalıştım. Ancak 2021'de Kos'a dönmeye karar verdim. Orada, ada sakinlerinin

tüm yaşam tarzının turizme odaklı olduğunu fark ettim. Bu, bana farklı bir şey yapma konusunda ilk itici gücü verdi," diyor Aspasia "YX"e.

Adaya ayak uydurmaya çalışırken, kendi kullanımı için bir sebze bahçesi oluşturdu. "Tohumun gıdaya dönüşme süreci beni büyüledi ve böylece çiftçilik fikri zihnimde kök salmaya başladı. Aynı zamanda, Pire Bankası'nın tarım-gıda sektöründeki kadınlar için düzenlediği Equal programına rastladım ve bu programa katıldım. Orada aromatik bitkilerle ilgili bir ders aldık ve kendime, Hipokrat'ın adasında olduğumuz halde kendi otlarımız olmadığını düşündüm. Bu yüzden konuyu daha ayrıntılı araştırmaya karar verdim ve böylece başladım" diye belirtiyor.

Adada bitki yetiştirmeye başlayan ancak başka işleri nedeniyle devam edemeyen kişilerle iletişime geçti ve tarlaları devraldı. Aynı zamanda ailesinin sahip olduğu arazileri de kullandı.

Tropikal meyve yetiştiriciliği

Avustralya kökenli olan ve bu ülkeyi birkaç kez ziyaret eden Aspasia, Kos'ta tropikal meyve yetiştirmeyi denemeye karar verdi. "İklim değişikliği nedeniyle havanın değiştiğini ve bu değişime uyum sağlayarak bu değişiklikten faydalanabilecek başka ürünler denememiz gerektiğini düşündüm. Avustralya'yı deneyimledikten ve orada yetişen mango gibi meyveleri hatırladıktan sonra, bunları denemeye karar verdim. Şu ana kadar ürünler çok iyi gidiyor. Kış sorunsuz atlattılar.

Şu anda 13 farklı tür yetiştiriyorum. Bunlardan bazıları mango, papaya, ananas, liçi, yıldız meyvesi, çarkifelek meyvesi, iki farklı tür guava ve ejderha meyvesi. Kos'ta bu tür meyveleri yetiştiren başka üreticiler de var, bu benim için iyi bir şey çünkü bu ürünler hem Kos'ta hem de Dodekanesos'un geri kalanında iyi yetişiyor gibi görünüyor.

Eşlikçi ekim

Aspasia şu anda işinin planlama aşamasında çünkü, kendi ifadesiyle, "bu yıl bahçemden ilk küçük hasadımı aldım. Tarım konusunda hiçbir bilgim olmadığı için sürekli bu konuyu okumaya çalışıyorum, çünkü bu sürekli çaba ve öğrenme gerektiriyor. Ambalajların Mart 2025'te hazır olacağını tahmin ediyorum."

Ayrıca, Yeni Tarım Yeni Nesil Örgütü'nün Agro-Development programına ve EIT-FOOD tarafından düzenlenen tarım-gıda sektöründe kadınların güçlendirilmesine yönelik EWA programına katılarak destek aldı. İkinci yarışmada Aspasia ikinci oldu ve 5.000 avro ödül kazandı.

Kendisinin de belirttiği gibi, "bu ödül, faaliyetlerime ve rejeneratif tarım ve tarım ormancılığına dayanan eşlikçi ekim yöntemini uygulama fikrime daha fazla güvenmemi sağladı. Yaptığım araştırmalara göre, bu yöntem hem bölgeye hem de birleştirmek istediğim türlere uygun görünüyor, çünkü düşük ve yüksek bitki örtüsü olduğunda uygulanabilir."

Gelecek planları

Aspasia'nın bir sonraki planları, bitki yetiştiriciliğini artırmak, ancak yakın planları ise kendi atölyesini kurmak. Son olarak, EWA yarışmasından kazandığı ödül parasıyla, hassas tarıma, özellikle toprak sensörlerine yatırım yapacak, çünkü, onun da belirttiği gibi, "sıcaklık ve nem çok önemli bir rol oynuyor. Su da çok değerli, bu yüzden elimden geldiğince tarlaya neyin girdiğini kontrol etmek istiyorum, böylece sadece gerekli olan girer, fazlası değil."

5. Dimitra Spiliopoulou - Yunanistan
Akıllı tarım çağında tarihi bir zeytinlik



Dimitra Spiliopoulou, İlia'nın Amaliada bölgesinde bulunan ve 1860 yılına dayanan bir zeytin çiftliğini yönetiyor. Kısa süre önce, Kırsal Kalkınma ve Gıda Bakanlığı tarafından NEUROPUBLIC, OTE Group ve reklam ajansı SKARMUTSOS GEORGIOS ile birlikte yürütülen "Akıllı Tarım" projesi – Tarım Sektörünün Dijital Dönüşümü'ne katılmaya karar verdi ve deneyimlerini bizimle paylaşıyor.

Bize biraz kendinizden bahsedin...

2012 yılında Tarım Bilimleri Enstitüsü'nde aromatik bitkilerin yetiştirilmesi, zeytin yetiştiriciliği, arıcılık ve apiterapi, ardından bitkisel kozmetiklerin hazırlanması konularında seminerlere başladım. Hemen terk edilmiş bir aile arazisini organik araziye dönüştürmek için başvurdum ve 2012 yılında şu anda yaklaşık 1.000 zeytin ağacının bulunduğu bir zeytinlik diktim.

Biyoloji alanındaki çalışmalarım ve sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik (17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi, BM 2015-2030) alanındaki genel öğretim deneyimim beni Rejeneratif Tarım alanına yönlendirdi ve bu yıl bu alanda uzmanlık sertifikası alacağım. Sonuç olarak, zeytinlikte artık yeniden canlandırılmaya çalışılan nadir bir Zakynthian çeşidi üzüm bağı ile kekik, sakız ağacı ve keçiboynuzu ağacı gibi zeytin meyve sineğinin doğal düşmanları olan bitkiler bulunuyor.

Meyve ağaçları, sebze bahçesi, asırlık meşe ağaçları ve ekilmemiş alanlar permakültür yapısını tamamlıyor ve artık ziyaretçileri çekiyor. Ziyaretçilere rehberli tur ve sürdürülebilir arazi yönetiminin tüm yönleri hakkında bilgi sunuluyor, ayrıca ürettiğimiz ödüllü organik sızma zeytinyağı DIA ELIS ile zeytinyağı tadımı ve yemek eşleştirme imkanı sunuluyor.

Akıllı tarıma inanıyor musunuz?

"Akıllı Tarım" projesiyle ilk temasınız ne zaman oldu?

Akıllı tarım, miktar ve kalite açısından üretimin iyileştirilmesine ve doğal ve ekonomik kaynakların korunmasına yol açan hedefli müdahaleler yapmak için kesinlikle gereklidir. "Akıllı Tarım" projesiyle ilk temasım, zeytinlikte Veri Toplama İstasyonu'nun kurulumu sırasında oldu. Süreci başından sonuna kadar takip ettim ve çok ilginç buldum. Teknisyenlerle uyumlu bir şekilde çalıştım çünkü istasyonun hem rehberli turlara katılan ziyaretçiler hem de yeni Patras-Pyrgos Ulusal Yolu'ndan görülebilecek, ancak aynı zamanda gerekli verilerin toplanması için uygun bir yere kurulmasını istedim.

Hemen kullanabileceğiniz verilerden ne gibi faydalar elde etmeyi bekliyorsunuz?

Öncelikle, veriler her büyüme mevsiminde zeytinlikteki hava koşullarının ayrıntılı bir kaydını tutmamıza yardımcı olacak. Bu, izlenecek müdahalelere (sulama, gübreleme, dikim vb.) rehberlik edecek ve üretimin optimize edilmesine ve maliyetlerin azaltılmasına yol açacaktır.

Üreticinin deneyimi ve bilgi birikiminin akıllı tarım sistemleriyle birleştirilebileceğini mi düşünüyorsunuz, yoksa bunlar birbirini ortadan kaldırıyor mu?

Birleştirilebilir ve birleştirilmelidir! Çoğu durumda, teknik bilginin doğru şekilde ve doğaya saygılı bir şekilde kazanılan deneyimi doğruladığı kesindir!

6. Christos Mylonas - Yunanistan

Magnesia'dan gelen otlar kahve kapsüllerine konuyor



Çayın aroması, çocukluk anısı olan ve şimdi mesleği haline gelen, 50 yıllık bir aile geleneğini sürdüren ve yenilikçi bir işletmeye dönüşen bir hikaye. Bu, Othrys Dağı'nın eteklerinde kurulu ve çay yetiştiriciliğiyle ünlü Magnesia'nın Vryna köyünden Christos

Mylonas'ın hikayesi. 31 yaşındaki çiftçi şu anda 200 dönümlük bir alanda dağ çayı, kekik, adaçayı, limon otu, nane ve daha fazlasını yetiştiriyor.

"AgroΚΟΣΜΟΣ" dergisinde kendisinin de belirttiği gibi, "Vryna, Yunanistan'da dağ çayı yetiştirilen ilk köydü ve bugün de köy sakinlerinin ana geçim kaynağı olmaya devam ediyor." Christos, dedelerinin başlattığı yetiştiriciliği sürdürerek, dağ çayını geliştiriyor ve aromasının yabancı pazarlara ulaşması için paketliyor. Ayrıca, Yunan otlarını Nespresso kapsüllerine koyan ve tüketicilere bu otları tadmanın yeni bir yolunu sunan yenilikçi bir ekibin de üyesi.

Christos, "OTHRYS HERBS" adı altında, Yunan otlarını Nespresso makineleriyle uyumlu kapsüllere koyarak yenilikler yapan beş kişilik bir grubun da üyesidir.

İhracat

Christos, arazisini organik olarak işliyor ve ailesiyle birlikte bir paketleme tesisi kurmayı başardı. "Kekik ve dağ çayını hem ev kullanımı için küçük paketlerde hem de restoranlara dağıtım için büyük paketlerde paketliyoruz.

Bu süreçler sayesinde ürünlerimize değer katmayı ve diğer pazarlara yönelmeyi başardık" diye vurguluyor. Şirketin ürünleri Yunanistan'da, hem Almyros bölgesinde hem de Atina'da bulunabilir. Christos'un dediği gibi, "Üretimimizin %90'ı ABD, Almanya, Fransa, İtalya, Kanada gibi ülkelere ihraç ediliyor ve daha küçük miktarlar Japonya, Litvanya ve Polonya'ya ihraç ediliyor. Talep olduğu için düzenli müşterilerimiz var ve zamanla yenileri ekleniyor."

Bitkisel kapsüller... kahve makinelerinde

31 yaşındaki çiftçi, "OTHRYS HERBS" adı altında Nespresso makineleriyle uyumlu kapsüllere Yunan bitkileri koyarak yenilik yapan beş kişilik bir gruba da üye. "Saatler süren tartışmalardan sonra, kahve değil, bölgemizdeki bitkileri içeren kapsüller üretme fikrini ortaya attık," diyor Christos.

Ekibin "Yeni Nesil için Yeni Tarım" programı kapsamında kurulduğunu açıklıyor. "Bir arkadaşımın birlikte Almyros bölgesinde düzenlenen aromatik bitkilerle ilgili seminerlerden birine katıldım. Seminerin ardından, yenilikçi bir ürün yaratmak üzere öne çıkan beş kişi seçildi. Bölgemizin dağ çayı ve diğer aromatik bitkilerle ünlü olduğunu biliyorduk ve nasıl yeni bir ürün yaratabileceğimizi düşünüyorduk. Ekipten bir üye kapsülleri önerdi ve pazar araştırması yaptıktan sonra, Yunan bitkileriyle benzer bir ürünün olmadığını gördük" diye bitiriyor.

7. Barış ARSAL – Türkiye



Barış ARSAL, 1.070 m²'lik bir alanda kıvrıkcık marul üreten yenilikçi bir sera işletmesinin kurucusu ve sahibidir. Çukurova'nın Adana ilinde bulunan Arsal Tarım Ürünleri şirketi, kapalı devre topraksız tarım sistemi ve ortak enerji modelini içeren dikkat çekici bir üretim modeli geliştirmiştir. Genç bir ziraat mühendisi ve girişimci olan Barış, deneyimlerini bizimle paylaşıyor.

Bize biraz kendinizden bahsedin...

Ben bir ziraat mühendisiyim ve 2025 yılında kurduğum işletmede kapalı devre (devridaim) topraksız (hidroponik) tarım sistemi kullanıyorum. Bu sistem sayesinde suyu sürekli olarak geri dönüştürüyoruz ve sadece %5 buharlaşma kaybı yaşıyoruz, bu da %95 su tasarrufu anlamına geliyor. Serada sıcaklık, nem ve pH gibi kritik parametreleri IoT sensörleri kullanarak gerçek zamanlı olarak izliyor ve optimize ediyoruz. Yıllık 100.000 baş marul üretimimizin tamamını iç pazara tedarik ediyoruz. Komşu bir fabrikanın güneş enerjisi sistemini kullanarak enerji ihtiyacımızı karşılıyoruz ve ortak enerji modelini uyguluyoruz.



Akıllı tarıma inanıyor musunuz?

"Akıllı Tarım" projesiyle ilk temasınız ne zaman oldu?

Akıllı tarımla tanışmam, Adana'daki Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ndeki akademik çalışmalarım ve mezuniyet tezimden kaynaklanıyor. O dönemde, kaynak verimliliği ve kontrollü çevre sistemleri üzerine yaptığım araştırmalar, geleneksel yöntemlerin su kıtlığı ve iklim değişikliği karşısında yetersiz kalacağını açıkça gösterdi. IoT ve kapalı döngü sistemlerinin potansiyelini gören ben, mezun olduktan sonra bu alanda bir iş kurmaya karar verdim. Genç bir çiftçi olarak, teorik bilgileri pratiğe dökmek ve kaynak odaklı, sürdürülebilir bir model oluşturmak beni heyecanlandırıyor.

Hemen kullanabileceğiniz verilerden ne gibi faydalar elde etmeyi umuyorsunuz?

IoT'den elde edilen veriler, üretim sürecini tamamen verilere dayalı olarak yönetmemizi sağlıyor. Örneğin, pH değişikliklerini gözlemleyerek besin çözeltisini anında ayarlayabilir ve sıcaklık ve nem dalgalanmalarını önceden tahmin ederek bitkilerin stresini en aza indirebiliriz. Bu, daha tutarlı kalite, daha az kaynak tüketimi ve daha yüksek verim anlamına geliyor. Ayrıca, bu veriler sayesinde üretim maliyetlerimizi daha doğru hesaplayabilir ve buna göre planlama yapabiliriz.

Üreticinin deneyimi ve bilgi birikiminin akıllı tarım sistemleriyle birleştirilebileceğini mi düşünüyorsunuz, yoksa bunlar birbirini ortadan kaldırıyor mu?

Kesinlikle birleştirilmelidir! Bir ziraat mühendisi olarak, bitki fizyolojisi ve yetiştirme ilkelerini bilmek, teknolojiyi doğru yerde ve doğru şekilde kullanmanın anahtarıdır. Bir sensörden gelen nem verilerini yorumlamak için bitkinin ihtiyaçlarını anlamamız gerekir. Deneyim ve teknoloji bir araya geldiğinde, sadece verimlilik artmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir, esnek ve iklime dayanıklı bir tarım modeli de ortaya çıkar. Benim görüşüme göre, akıllı tarım araçları, çiftçinin gözlem ve sezgilerini güçlendiren yardımcı araçlardır.

8. Abdullah KÖYMEN - Türkiye



Abdullah Köymen, Adana'da 165 dekarlık bir alana yayılan yüksek teknolojiye sahip topraksız çilek serası Leoberry Tarım İşletmesi'nin Operasyon Müdürü'dür. Abdullah, tesiste IoT tabanlı bir sera kontrol sistemi ve 150 kWp'lik bir güneş enerjisi santralini entegrasyonunu denetlemektedir. Deneyimlerini bizimle paylaşıyor.

Bize biraz kendinizden bahsedin...

Leoberry Tarım İşletmesi'nde, 2025 yılında faaliyete geçen 16,5 hektarlık topraksız çilek üretim serası işletiyoruz. Hidroponik ve aeroponik sistemleri bir arada kullanıyoruz. IoT sensör ağıımız sayesinde, sıcaklık, nem, radyasyon ve besin çözeltisi seviyeleri gibi sera parametrelerini sürekli olarak izliyor ve mobil uygulama ve merkezi kontrol paneli aracılığıyla gerçek zamanlı müdahalelerde bulunabiliyoruz. Yıllık 1.500 ton üretim kapasitemizle hem yurt içi hem de yurt dışı pazarlara ihracat yapıyoruz. Ayrıca, 150 kWp'lik çatı üstü güneş enerjisi santralimiz, sulama, soğuk hava deposu ve iklim kontrol sistemlerinin enerji ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılıyor.



Akıllı tarıma inanıyor musunuz?**"Akıllı Tarım" projesiyle ilk temasınız ne zaman oldu?**

Modern tarım yönetiminde akıllı sistemler artık bir lüks değil, verimlilik ve sürdürülebilirlik için gerekli bir yatırımdır. Leoberry'de en başından beri bu zihniyetle çalışıyoruz. İşletmemiz, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sağlanan düşük faizli tarım kredisiyle finanse edildi ve yatırım planlama aşamasından itibaren IoT altyapısı ve yenilenebilir enerji entegrasyonu en önemli önceliklerimiz arasındaydı. Teknik ekibimizle birlikte, hem üretim verimliliğini hem de enerji tasarrufunu en üst düzeye çıkaran bir sistem tasarladık.

Hemen kullanabileceğiniz verilerden ne gibi faydalar elde etmeyi bekliyorsunuz?

IoT aracılığıyla toplanan veriler sadece anında kontrol sağlamakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadeli üretim stratejilerimizi de şekillendirir. Sera mikrokliması ile ilgili geçmiş veriler, gelecek sezonlar için planlama yapmayı çok daha kolay hale getirir. Sulama ve gübreleme programlarını optimize ederek su tüketimini azaltır ve bitki sağlığını iyileştiririz. Ayrıca, bu dijital veri akışı sayesinde, özellikle ihracat pazarlarında talep edilen izlenebilirlik ve sertifikasyon gerekliliklerini sorunsuz bir şekilde karşılayabiliriz.

Üreticinin deneyimi ve bilgi birikiminin akıllı tarım sistemleriyle birleştirilebileceğini mi düşünüyorsunuz, yoksa bunlar birbirini ortadan kaldırıyor mu?

Kesinlikle. Aslında, bu entegrasyon olmadan gerçek verimlilik elde etmek çok zordur. Saha deneyimimiz ve bitki davranışını okuma becerimiz, teknolojinin sağladığı ham verileri anlamamıza yardımcı olur. Örneğin, deneyimlerimiz sayesinde çilek bitkisinde stres belirtilerini tanırız, ancak IoT verileriyle bu strese neden olan çevresel parametreleri belirleyebilir ve hızlı önlem alabiliriz. Sonuçta, birikmiş bilgi ve teknoloji arasındaki sinerji, hem üretim kalitesini hem de işletmenin rekabet gücünü artırır.

9. Gülbin EREN & Yusuf Kenan EREN - Türkiye



Yusuf Kenan Eren, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde lisans eğitimini tamamladıktan sonra 1994 yılında Erenler Tarım Ltd. Şti. şirketini kurarak ziraat mühendisi olarak sektöre girdi. 26 yıldır Çukurova'nın verimli topraklarında tarım faaliyetleri yürüten ve yerel çiftçilere istihdam sağlayan Eren, ilk üretim deneyimine 2006 yılında Küçükçınar Köyü'nde verimsiz olduğu düşünülen bir arazide başladı.



Aşağıdaki ilkeyi paylaşmaktadır:

"Meyvelerin büyümesi için güneşe, gençlerin olgunlaşması için tavsiyeye ihtiyaç vardır. Ve her ikisinin de olgunlaşması için zamana ihtiyaç vardır."

Nar ve zeytin üretimine odaklanan Eren, 4.500 zeytin ağacı (Ayvalık ve Trilye çeşitleri) ve 1.000 narfidanı (Hicaz ve Wonderful çeşitleri) dikerek uzun vadeli bir üretim sürecine başladı. Zamanla verim artarken, eşi Gülbin Eren ile birlikte Yusuf Kenan Eren Tarım İşletmesi'ni kurdu ve günlük 50 ton zeytin kapasiteli zeytinyağı ve nar pekmezi için butik bir işleme tesisi kurdu. İşletmenin en ayırt edici özelliği, yüksek kaliteli butik

üretimi ve sayısız ulusal ve uluslararası kalite ödülüne sahip olmasıdır. 2022 yılında, hem bahçelerin damla sulama ihtiyaçlarını hem de işleme tesisinin enerji gereksinimlerini karşılayan 70 kWp güneş enerjisi sistemi ile öncü bir model geliştirdi. Deneyimlerini bizimle paylaşıyor.

Bize biraz kendinizden bahsedin...

Aile çiftliğimizde zeytin ve nar bahçeleri ile günlük 50 ton zeytin kapasiteli zeytinyağı ve nar pekmezi işleme tesisimiz bulunmaktadır. İşletmemizin en temel özelliği, birçok ulusal ve uluslararası kalite ödülü ile taçlandırılmış yüksek kaliteli butik üretime olan bağlılığımızdır. 2022 yılında kurduğumuz 70 kWp güneş enerjisi santrali, şu anda işletmemizin kalbini oluşturuyor. Bu sistem, kışın damla sulama enerji ihtiyacımızın %100'ünü, yazın ise %80'ini karşılıyor. Aynı sistem, işleme tesislerimizin elektrik ihtiyacını da tamamen karşılayarak fosil yakıtlara bağımlılığımızı ortadan kaldırıyor.

Akıllı tarıma inanıyor musunuz?

"Akıllı Tarım" projesiyle ilk temasınız ne zaman oldu?

Akıllı tarım sadece sensörler ve yazılımlarla ilgili değildir; her şeyden önce temiz, sürdürülebilir ve kesintisiz bir enerji altyapısı ile ilgilidir. Bizim için akıllı tarıma giden yol güneş enerjisi ile başladı. Enerji maliyetlerini kontrol etmek ve çevresel ayak izimizi azaltmak, herhangi bir ileri teknoloji yatırımının önünü açan temel bir adımdı. Bu sistemi kurarken, sulama ve işleme süreçlerini bir bütün olarak ele aldık ve enerji bağımsızlığı sağlayacak şekilde tasarladık.

Hemen kullanabileceğiniz verilerden ne gibi faydalar elde etmeyi bekliyorsunuz?

Güneş enerjisi sistemimiz, üretim ve tüketim arasındaki dengeye ilişkin değerli veriler sağlıyor. Ne kadar enerji ürettiğimizi, sulama için ne kadar enerji kullandığımızı ve işleme tesisindeki tüketimi gerçek zamanlı olarak takip edebiliyoruz. Bu veriler, enerjiyi en verimli şekilde kullanmamızda bize yol gösteriyor. Gelecekte, bu altyapıya toprak nemi veya hava durumu sensörleri gibi IoT sistemleri ekleyerek, enerjiyi sadece tüketim için değil, akıllı üretim kararları almak için de kullanmayı hedefliyoruz.

Üreticinin deneyimi ve bilgi birikiminin akıllı tarım sistemleriyle birleştirilebileceğini mi düşünüyorsunuz, yoksa bunlar birbirini ortadan kaldırıyor mu?

Kesinlikle birleştirilebilirler ve hatta muhteşem bir sinerji yaratırlar. Tarım mühendisi olarak bilgim ve bu topraklardaki deneyimim, teknolojiyi nerede, nasıl ve ne zaman entegre edeceğime karar verirken pusulam oldu. Örneğin, zeytin ağaçlarının ne zaman daha hassas olduğunu biliyorum; teknoloji bana o dönemde en verimli ve ekonomik şekilde sulama yapmayı gösteriyor. Deneyim bize "neden"ini, teknoloji ise "en iyi nasıl" yapılacağını söylüyor. İkisi bir araya geldiğinde, sürdürülebilir, karlı ve geleceğe dayanıklı bir tarım işletmesi ortaya çıkıyor.

10. Sustainable Water Management and Precision Irrigation in Alentejo – Portugal

Portekiz'in güneyinde yer alan Alentejo bölgesi, tarihsel olarak uzun süren kuraklık dönemleri, yüksek yaz sıcaklıkları ve su kıtlığı sorunlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Ancak son yıllarda çiftçiler ve tarımsal işletmeler, su kullanım verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir tarımsal üretimi güvence altına almak amacıyla yenilikçi sulama sistemleri ile hassas tarım teknolojilerini giderek daha fazla benimsemeye başlamıştır.



Alqueva bölgesindeki sulama sistemlerinin modernizasyonu, üreticilerin aşağıdaki teknolojileri uygulamaya koymasına olanak sağlamıştır:

- Damla sulama sistemleri;
- Toprak nem sensörleri;
- İklim izleme istasyonları;
- Uydu görüntü analizleri;
- Sulama yönetimine yönelik dijital uygulamalar.

Bu teknolojiler, çiftçilerin ürünlerin gerçek ihtiyaçlarına göre yalnızca gerekli miktarda su kullanmasına yardımcı olmakta; böylece su israfını ve enerji tüketimini azaltırken verimliliği ve ürün kalitesini artırmaktadır.

Alentejo bölgesindeki birçok zeytinlik, bağ, badem bahçesi ve bahçecilik işletmesi, Akdeniz iklim koşullarına ve iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara uyarlanmış hassas sulama sistemlerini hâlihazırda kullanmaktadır.

Bu iyi uygulama örneği, teknolojik yeniliklerin ve sürdürülebilir su yönetiminin kırsal bölgelerin ekonomik ve çevresel dayanıklılığına nasıl katkı sağlayabileceğini göstermektedir.



Rui Batista - Çiftçi ve Portekiz Companhia das Lezírias Yönetim Kurulu Üyesi

Alentejo’da hassas sulamanın tarım için vazgeçilmez olduğuna inanıyor musunuz?

Sulama, Alentejo bölgesi için temel bir unsurdur. Alentejo’da görülen Akdeniz ikliminde, en uzun güneşlenme süreleri yaz aylarında yaşanmakta, ancak tam da bu dönemde su yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Oysa güneş, bitkilerin çalışmasını sağlayan motor; su ise bu motoru harekete geçiren temel unsurdur. Bu nedenle su, Alentejo için hayati öneme sahiptir.

Bununla birlikte, bölgedeki yüksek güneş radyasyonu seviyeleri sayesinde suyun mevcut olduğu durumlarda, tarımsal üretimin hem verim potansiyeli hem de kalite düzeyi oldukça yüksek seviyelere ulaşabilmektedir.

Tarımda hassasiyet, bir işi hem zaman hem de mekân açısından doğru şekilde yapmak anlamına gelir. Yani suyu, ihtiyaç duyulan anda ve ihtiyaç duyulan yerde sağlamaktır. Sonuç olarak bu, suyun tam verimlilik ve etkinlikle kullanılması anlamına gelmektedir.

Teknoloji, çiftliğinizdeki su yönetimini iyileştirmeye nasıl katkıda bulundu?

Teknoloji, insanların gerçekliği yorumlama kapasitesini artırmaktadır. Teknoloji sayesinde çok büyük miktarda bilgiye ulaşmak mümkün olmakta ve bu da sulama yönetiminin daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Özellikle ne kadar su verileceği, suyun nereye uygulanacağı ve ne zaman uygulanacağı gibi konularda doğru kararlar alınabilmektedir. Bu üç değişken, iyi bir su yönetiminin temelini oluşturmaktadır.

Günümüzde toprak nem sensörleri, meteoroloji istasyonları, uydu görüntüleri ve gerçek zamanlı izleme sistemleri gibi araçlar sayesinde çok daha bilinçli ve hassas kararlar alınabilmektedir. Bunun sonucunda su israfı azalmakta, enerji verimliliği artmakta ve her ürünün özel ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verilebilmektedir.

Bunun yanı sıra teknoloji, su stresi yaşanabilecek dönemlerin önceden öngörülmesine ve sulamanın iklim koşullarına göre uyarlanmasına da olanak tanımaktadır. Bu durum, özellikle iklim değişikliği ve su kıtlığı bağlamında büyük önem taşımaktadır. Böylece yalnızca üretkenliği ve ürün kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda gelecek için daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir tarım yapısının oluşturulmasına da katkı sağlanmaktadır.

Geleneksel tarımsal bilginin dijital araçlar ve akıllı sistemlerle birlikte çalışabileceğine inanıyor musunuz?

Evet, teknoloji ve teknik bilgi tek başına her zaman en doğru ve en uygun yorumları sunmak için yeterli olmayabilir. Geleneksel bilgi ise, onu taşıyan kişiler tarafından her zaman tam anlamıyla açıklanamasa da bir kesinliği barındırmaktadır: Eğer günümüze kadar varlığını sürdürebilmişse, bunun nedeni zaman içerisinde gerçekliği yorumlamaya ve sahadaki karar alma süreçlerini desteklemeye yardımcı olmuş olmasıdır.

Bu bilgiye değer vermek ve onu dinlemek son derece önemlidir; çünkü nesiller boyunca birikmiş deneyimi, doğal döngüler, toprağın yapısı, iklim ve ürünlerle derin bir bağ içerisinde barındırmaktadır. Günümüzde bilimin doğruladığı pek çok unsur, aslında çiftçilerin uzun yıllardır uyguladığı deneyimsel yöntemlerin bir parçası olmuştur.

Bu nedenle gelenek ile yeniliğin birleşimi, modern tarım için büyük bir katma değer oluşturabilir. Dijital araçlar ve akıllı sistemler, verilerin yüksek hassasiyetle toplanmasını ve analiz edilmesini mümkün kılarken; geleneksel bilgi ise bağlam, sezgi ve pratik yorumlama kapasitesi kazandırmaktadır. Birlikte kullanıldıklarında ise daha verimli, daha sürdürülebilir ve yerel koşullara daha iyi uyum sağlayan bir tarım modelinin oluşmasına katkı sunmaktadırlar

11. Montado Ekosisteminin Sürdürülebilir Yönetimi – Portekiz

Montado, Portekiz'in güneyi, özellikle de Alentejo bölgesine özgü geleneksel bir tarım-ormancılık-hayvancılık sistemidir. Esas olarak mantar meşesi ve çam meşesi ağaçlarından oluşur ve ormancılık, hayvancılık ile tarım faaliyetlerini dengeli ve sürdürülebilir bir şekilde bir araya getirir.

Bu üretim sistemi, Akdeniz bölgelerinde sürdürülebilir arazi yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması konusunda uluslararası düzeyde bir örnek olarak kabul edilmektedir.



Montado şu alanlara katkı sağlar:

- Toprak koruma;
- Biyolojik çeşitliliğin korunması;
- Karbon tutma;
- Sürdürülebilir otlatma sistemleri;
- Çölleşmenin önlenmesi;
- İklim değişikliğine uyum.

Günümüzde birçok çiftçi ve yerel kuruluş, Montado ekosisteminin sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla aşağıdakiler dahil olmak üzere yenilikçi uygulamalar hayata geçiriyor:



- Kontrollü otlatma yönetimi;
- Toprak izleme sistemleri;
- Yenileyici tarım uygulamaları;
- Yenilenebilir enerji kullanımı;
- Sürdürülebilir su yönetimi çözümleri.

Aynı zamanda Montado, mantar, zeytinyağı, bal, et ürünleri ve kırsal turizm faaliyetleri gibi ürünlerle yerel ekonomileri desteklemektedir.

Geleneksel bilgi birikimi ile modern sürdürülebilir uygulamaların birleşimi, Montado'yu dayanıklı ve çevre dostu tarımın önemli bir örneği haline getirmektedir.



Nazaré Toureiro - Montado Ekosisteminde Uzmanlaşmış Ziraat Mühendisi / Portekiz

Sizce Montado, Alentejo'nun çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği açısından ne kadar önemlidir?

Bana göre Montado, Alentejo'nun çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahiptir. Ekolojik önemi bir yana, bölgenin kimliğinin de vazgeçilmez bir parçasıdır ve ona büyük bir doğal ve kültürel zenginlik barındıran eşsiz bir manzara kazandırır.

Çevresel açıdan bakıldığında, Montado toprak koruma ve iklim değişikliğiyle mücadelede belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu ekosistem, toprağı erozyona karşı korumaya yardımcı olur, nemi tutar ve bölgenin başlıca sorunlarından biri olan çölleşmenin yavaşlamasına katkıda bulunur. Aynı zamanda, önemli yerli fauna türlerine barınak sağlar ve çok sayıda tür için yaşam alanı görevi görerek biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunur.

Atmosferden karbondioksiti tutarak iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesinde önemli bir rol oynadığı için, karbon tutumuna yaptığı katkı da vurgulanmalıdır.

Ekonomik ve sosyal açıdan Montado, mantar çıkarma, meşe palamudu üretimi ve yaygın otlatma gibi çeşitli geleneksel faaliyetleri desteklemektedir. Ayrıca bu ekosistem, manzarası, biyolojik çeşitliliği ve özgünlüğüyle ziyaretçileri çekerek turizm sektöründe giderek artan bir önem kazanmakta ve aynı zamanda yerel ekonominin gelişimine de katkıda bulunmaktadır.

Montado'nun iklim değişikliğine uyum sağlama ve biyolojik çeşitliliği koruma konusunda önemli bir rol oynayabileceğine inanıyor musunuz?

Evet, şüphesiz. Ormancılık, tarım ve otlatmayı bir araya getiren bu arazi kullanım sistemi, topraktaki organik madde miktarını ve su tutma kapasitesini artırarak ekosistemlerin kuraklık ve aşırı sıcaklıklara karşı daha dayanıklı olmasını sağlar.

Mantar meşesi ve holm meşesi de gölgeleme ve başlıca sera gazlarından biri olan karbondioksitin (CO₂) tutulması yoluyla iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeye yardımcı olur. Aynı zamanda Montado, çeşitli hayvan ve bitki türleri için hayati bir habitat sağlar ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında temel bir rol oynar.

Bu ekosistemin diğer birçok orman sistemine göre yangına daha dayanıklı olduğunu ve özellikle orman alt bitki örtüsünün uygun şekilde yönetilmesi durumunda orman yangınlarının yayılmasını sınırlamaya yardımcı olabileceğini vurgulamak da önemlidir.

Ancak Montado da iklim değişikliğinden etkilenmektedir. Bu nedenle, yönetim uygulamalarını uyarlamak ve ekosistemi iyi bir bitki örtüsü durumunda tutmak, uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için çok önemlidir.

12. Alentejo bölgesinde Kırsal İnovasyon ve Tarımsal Eğitim– Portekiz

Portekiz'in iç kesimlerindeki kırsal bölgeler, nüfusun yaşlanması, gençlerin kentsel alanlara göçü ve sınırlı ekonomik imkânlar gibi çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Son yıllarda, çeşitli yerel kuruluşlar ve kırsal kalkınma dernekleri, kırsal topluluklarda tarımsal girişimciliği, sürdürülebilir tarımı ve dijital becerileri güçlendirmek amacıyla yenilikçi girişimler başlatmıştır.

Alentejo bölgesinde geliştirilen birçok proje şu konulara odaklanmaktadır:

- Çiftçilere sürdürülebilir tarım konusunda eğitim verilmesi;
- Dijital ve teknolojik becerilerin teşvik edilmesi;
- Genç çiftçilere ve kırsal girişimcilere destek sağlanması;
- Avrupa ülkeleri arasında iyi uygulamaların paylaşılması;
- Kısa gıda tedarik zincirlerinin geliştirilmesi;
- Yerel ürünlerin ve kırsal inovasyonun teşvik edilmesi.



Bu girişimler, yalnızca tarımın modernleşmesine değil, aynı zamanda kırsal bölgelerin sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğine de katkıda bulunarak, yerel toplulukların daha dayanıklı hale gelmesine ve gelecek nesiller için daha cazip bir hale gelmesine yardımcı olmaktadır.

Bu iyi uygulama, tarımdaki yenilikçiliğin yalnızca teknolojiyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda eğitim, işbirliği ve kırsal toplulukların aktif katılımına da bağlı olduğunu göstermektedir.



Sérgio Fialho – Genç Çiftçi, Portekiz

Günümüzde tarım sektöründe çalışmaya başlamak isteyen gençler için en önemli beceriler sizce nelerdir?

Tarım, sadece bir meslek alanı olmanın ötesinde, bir halkın ve bölgenin kültürel ve medeniyetsel dokusu arasındaki bir simbiyozdur. İnsan çiftçi olarak doğmaz; ya genetik mirasın bir ürünü olarak ya da bizi toprağa ve içindeki her şeye bağlayan sosyal mirasın bir parçası olarak çiftçi olmayı öğrenir.

Bu nedenle, bu soyağacı, tarihsel ve kültürel yetkinliğin ötesinde, öncelikle zeytin yetiştiriciliğinden hayvancılığa kadar doğal olarak farklılık gösteren her faaliyet alanı için gerekli olan doğal teknik ve sektöre özgü becerileri vurgulamak isteriz. Günümüzde bu beceriler, yenilikçi hassas tarım, veri yönetimi ve otomasyon gibi teknolojik ve dijital yetkinliklerle giderek daha fazla tamamlanmaktadır. Sürdürülebilirlik ve çevre yönetimi ile ilgili beceriler de kaynakların verimli kullanımı, ekolojik uygulamalar ve iklim adaptasyonu için hayati önem taşıdığından son derece önemlidir.

İşletme yönetimi ve pazarlama alanındaki yetkinlikleri de vurgulamak önemlidir. Genç girişimciler, uygulanabilir iş planları tasarlayabilmek ve genç çiftçilerin kurulmasını desteklemek için hayati önem taşıyan Ortak Tarım Politikası Stratejik Planı (PEPAC) kapsamında topluluk fonlarına başarılı bir şekilde başvurabilmek için güçlü finansal okuryazarlık ve yönetim becerilerine ihtiyaç duyarlar.

Son olarak, genç çiftçilerin mevcut piyasa zorluklarıyla başa çıkabilmeleri ve dijital pazarlama, kısa tedarik zincirleri veya tarım turizmi yoluyla katma değer yaratarak Alentejo'nun iklimsel ve demografik zorluklarını sürdürülebilir iş fırsatlarına dönüştürebilmeleri için uyum ve dayanıklılık gerekliliğinin vurgulanması gerekir.

İnovasyon ve yeni teknolojiler, tarımı gençler için daha cazip bir faaliyet haline getirmeye nasıl katkıda bulunabilir?

Portekiz'de, özellikle de Alentejo bölgesinde, teknolojik yenilikler tarımı dönüştürüyor. Bu süreç, çiftçilerin dayanıklılığının bir sonucudur; zira zaman içinde çeşitli ekonomik, sosyal, demografik ve kültürel krizlerin getirdiği zorluklara uyum sağlamayı başarmışlardır.

Bu modernleşme ve yeni teknolojilerin devreye girmesi, geleneksel olarak fiziksel olarak yorucu ve öngörülemez olan bu işi dijital ve teknolojik bir mesleğe dönüştürerek, sektörü yeni neslin becerileri ve beklentileriyle uyumlu hale getiriyor.

Otomasyon, kaçınılmaz olarak fiziksel eforun azalmasını gerektirir. İnsansız hava araçları ve robotlar, elle yabancı ot temizleme, bitkilere ilaçlama veya meyve hasadı gibi

ağır ve tekrarlayan işlerin yerini alabilir. Aynı zamanda, GPS güdümlü traktörler gibi otonom makineler, tarla işlerini milimetrik hassasiyetle bağımsız olarak gerçekleştirebilir. Sensörler sayesinde seraları ve tarlaları akıllı telefon üzerinden izlemek artık mümkün olduğundan, tüm bunlar uzaktan yönetilebilir; sürekli fiziksel olarak orada bulunmaya gerek kalmaz.

Bu güçlü teknolojik bileşen, mesleğin statüsünü yükseltir ve gençlerin çevre bilincine cevap verir; zira gençler, biyoteknoloji ve organik tarım yöntemlerinde güçlü bir sürdürülebilirlik duygusu bulurlar. Ayrıca, dijital platformlar doğrudan ticareti ve neredeyse her yerden küresel pazara erişimi kolaylaştırır, böylece tarım işletmelerinin rekabet gücünü artırır.



Nelson Figueira - Portekiz Genç Çiftçiler Derneği'nde Çiftçi ve Teknisyen

Eğitim ve deneyim paylaşımı, tarım alanındaki yolculuğunuza nasıl katkıda bulundu?

Eğitim ve deneyim paylaşımı, teknik bilgi edinmemi, yeni uygulamaları keşfetmemi ve diğer çiftçilerin deneyimlerinden ders almamı sağladıkları için tarım alanındaki yolculuğumda temel bir rol oynadı. Ayrıca, sektördeki değişikliklere uyum sağlamama, çiftlik yönetimini iyileştirmeme ve karar verme sürecinde daha fazla özgüven kazanmama yardımcı oldular.

Günümüzün genç çiftçilerinin yeniliklere ve dijital teknolojilere daha açık olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet, günümüzün genç çiftçilerinin yeniliklere ve dijital teknolojilere çok daha açık olduğunu düşünüyorum. Akıllı sulama sistemlerinden tarımsal yönetim uygulamalarına ve mahsul izleme teknolojilerine kadar uzanan teknolojik araçların kullanımı artık çok daha kolay. Gençler ayrıca sürdürülebilir ve verimli çözümler aramaya daha istekli; bu da daha modern ve rekabetçi bir tarıma katkıda bulunuyor.

Tarım ve kırsal yaşamı genç nesiller için daha çekici hale getirmek için hangi değişikliklerin gerekli olduğunu düşünüyorsunuz?

Kırsal alanlarda, özellikle hizmetlere erişim, barınma, kaliteli internet, sağlık hizmetleri ve ulaşım açısından daha iyi yaşam koşullarına yatırım yapılması gerektiğini düşünüyorum. Ayrıca, genç çiftçiler için daha fazla destek önlemi oluşturmak, araziye ve finansmana erişimi kolaylaştırmak ve tarım sektörünün toplumsal olarak tanınırlığını artırmak da önemlidir. Tarımı daha karlı, yenilikçi ve sürdürülebilir hale getirmek, genç nesilleri çekmek için çok önemli olacaktır.

İçindekiler

Bölüm 1 – Tarımda Teknoloji ve Yapay Zeka 3

1.1 İnsan Faaliyetlerinde Modern Teknoloji	3
1.2 Yapay Zeka (YZ) Nedir?	4
1.3 YZ Kullanımından Kaynaklanan Etik Sorunlar	5
1.4 Kişisel Verilerin Korunması ve YZ	7
1.5 Genel Kullanım İçin Popüler Yapay Zeka Araçları	8
1.6 Tarım İçin Popüler Yapay Zeka Araçları	9
1.7 Tarım İçin YZ Uygulamaları Nelerdir?	9
1.8 Faydalı Siteler – Tarım Uygulamaları & Mobil Uygulamalar	10
1.9 Mobil Cihaz Üzerinden Yönetim Uygulamaları	12

Bölüm 2 – Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Sürdürülebilir Tarım 15

2.1 Avrupa Yeşil Mutabakatı	15
2.2 Sürdürülebilir Tarım	16
2.2.1 Biyoçeşitliliğin Güçlendirilmesi	17
2.2.2 Doğal Kaynakların Korunması	18
2.2.3 Kırsal Alanlar İçin Uzun Vadeli Bir Vizyon.....	20
2.2.4 Ekolojik Programlar	20
2.2.5 Organik Tarım – Organik Ürünler.....	21
2.3 Genel Sonuç – Tarımsa İnovasyon Hedefleri	23
2.4 Tarımsal Yenilik için İnsan Kapasitesi ve Becerileri.....	25
2.5 Tarımda Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Kaynak Yönetimi.....	26

Bölüm 3 – Tarım Arazisi Kullanımında Yenilikçi Yöntemler 27

3.1 Giriş	27
3.2 Küçük Ölçekli Üreticiler ve Ürünler.....	29
3.2.1 Verimliliği Artırmaya Yönelik Düşük Maliyetli Çözümler	30
3.2.2 Dijital Teknolojiler	32
3.3 Kontrollü Çevre Tarımı – Aquaponik, Topraksız Tarım (Hidroponik)	33
3.3.1 Topraksız Tarımın Gelecek Potansiyeli	34
3.3.2 Topraksız Tarım Sistem Ekipmanları	34
3.3.3 Teknolojik Uygulamalar	36
3.4 Dikey Tarım (Vertical Farming)	37
3.4.1 Ekipman	38
3.4.2 Dikey Tarımın Avantajları ve Dezavantajları.....	40
3.4.3 Dikey Tarıma Başlamadan Önce.....	41
3.5 Akıllı Sulama Sistemleri – Hassas Sulama – Damla Sulama.....	43
3.5.1 Hassas Sulama	43
3.5.2 Damla Sulama	44

Bölüm 4 – Büyük Ölçekli Tarımsal Üretim 49

4.1 Tarımın Geleceği	49
4.2. Büyük Ölçekli Tarımsal Faaliyetlerde Teknolojik Uygulamalar.....	49
4.2.1 Hassas Tarım	52
4.2.2 Teknolojiler ve Ekipman	54
4.2.3 Faydalı Teknoloji Uygulamaları	56
4.2.3.1 Agro-Meteorolojik İstasyon Sistemleri.....	56
4.2.3.2 Bitkilerde (Ürünlerde) Zararlı ve Yabancı Ot Yönetim ve Kontrol Sistemleri.....	56
4.2.3.3 Sensörlü Tuzaklar	57
4.2.3.4 Makine ve Araç Yönetim Sistemleri	57
4.2.3.5 Nasıl Başlanır?	58
4.2.3.6 Kaynakça ve Faydalı Bağlantılar	58
4.3 Enerji Bitkileri	59
4.3.1 Aquaponik	59
4.3.2 Kontrollü Çevre Tarımı (CEA)	61
4.3.3 Sonuç	61
4.4 Kentsel Tarım	61
4.4.1 Kentsel Tarımın Faydaları.....	62
4.4.2 Topluluk Bahçeleri	63

Bölüm 5 – Tarımda İnovasyonu Kullanma Yolları..... 65

5.1 Akıllı Seralar	65
5.1.1 Teknoloji ve Eğitim	66
5.1.2 Gelecek Trendleri	68
5.2 Tarımsal Fotovoltaik (Agrivoltaik) Sistemler	69
5.2.1 Çiftçinin Bilmesi Gerekenler	72
5.3 Tozlaşmaya Yardım	72

Bölüm 6 – İyi Uygulama Örnekleri 75

Son Söz.....	96
--------------	----

SON SÖZ

Akdeniz'in Üç Sesi, Ortak Bir Geleceğe Doğru

Akdeniz, tarih boyunca farklı kültürleri, bilgi birikimlerini ve üretim geleneklerini bir araya getiren eşsiz bir coğrafya olmuştur. Ancak bugün bu ortak coğrafya; iklim değişikliği, kuraklık, su kaynaklarının azalması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve gıda güvenliği gibi ortak sorunlarla karşı karşıyadır. Bu nedenle geleceğin tarımını şekillendirecek çözümler, yalnızca yerel düzeyde değil; uluslararası iş birliği ve ortak öğrenme anlayışıyla geliştirilebilir.

Bu kitap, Erasmus+ KA210 Programı kapsamında yürütülen **“Tarımda İnovasyon (Innovation in Agriculture)”** projesinin bir çıktısı olarak hazırlanmış olsa da, gerçekte çok daha büyük bir çabanın parçasıdır. Proje süresince Türkiye, Yunanistan ve Portekiz’den kurumlar, uzmanlar ve uygulayıcılar yalnızca bilgi paylaşımında bulunmamış; aynı zamanda ortak sorunlara birlikte çözüm üretmenin değerini de deneyimlemiştir.

Kitap boyunca ele alınan yapay zekâ uygulamaları, hassas tarım teknolojileri, dijital araçlar, Avrupa Yeşil Mutabakatı hedefleri ve sürdürülebilir üretim yöntemleri, tarım sektöründe yaşanacak dönüşümün temel unsurlarıdır. Ancak bu dönüşümde teknoloji kadar insan faktörü de önemlidir. Çünkü en yenilikçi sistemler bile, onları doğru kullanan, öğrenmeye açık ve yenilikleri uygulamaya istekli bireyler olmadan gerçek bir değer yaratamaz.

Tarım artık yalnızca üretim faaliyetinden ibaret değildir. Modern tarım; veriyi analiz etmeyi, doğal kaynakları korumayı, iklim risklerini yönetmeyi ve gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakmayı da kapsamaktadır. Bu nedenle sürdürülebilirlik ve inovasyon, birbirinden ayrılması mümkün olmayan iki temel kavram hâline gelmiştir.

Akdeniz’in farklı kıyılarında yaşayan çiftçiler, araştırmacılar ve tarım profesyonelleri farklı koşullar altında çalışıyor olabilir. Ancak hepimizin ortak amacı aynıdır: Daha verimli, daha dayanıklı, çevre dostu ve sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturmak.

Bu kitabın okuyucular için yalnızca bir bilgi kaynağı değil, aynı zamanda yeni fikirlerin, iş birliklerinin ve yenilikçi uygulamaların başlangıç noktası olmasını temenni ediyoruz. Bu çalışmanın en büyük başarısı, burada paylaşılan bilgilerin sahada uygulanması, geliştirilmesi ve yeni nesillere aktarılması olacaktır.

Bu yayının hazırlanmasına katkı sağlayan tüm proje ortaklarına, uzmanlara, çiftçilere ve eğitimcilere; ayrıca sağladığı değerli destek için Avrupa Birliği Erasmus+ Programı’na teşekkürlerimizi sunarız.

Akdeniz’in üç farklı köşesinde başlayan bu ortak çalışmanın, gelecekte daha güçlü iş birliklerine ve daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına ilham vermesini diliyoruz.

Çünkü geleceğin tarımı yalnızca toprağı işlemekle değil; bilgiyi paylaşmakla, yeniliği benimsemekle ve birlikte üreterek gelişecektir.

Yazarlar ve Katkı Sağlayanlar

Bu yayın, Erasmus+ **2025-1-TR-01-K210-VET-000359231 “Tarımda İnovasyon (Innovation in Agriculture)”** projesi kapsamında Türkiye, Yunanistan ve Portekiz’den uzmanların katkılarıyla hazırlanmıştır. Bu yayın, Türkiye, Yunanistan ve Portekiz’den uzmanların ortak bilgi ve deneyimlerinin bir sonucudur.

Elsa BRANCO

Terras Dentro – Associação para o Desenvolvimento Integrado, Portekiz

Panos MILIOS & Vasilis RIGOPOULOS

K Milios and Sia OE (Dian Training Activities), Yunanistan

Zeynep IŞIGÜZEL & Hüseyin TUNAZ

Çukurova İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Türkiye

Yayın Tarihi: Şubat 2026

Yayın Dilleri: Türkçe • İngilizce • Yunanca • Portekizce



INNOVATION IN AGRICULTURE