



Hassas Tarımda Yapay Zeka Uzmanlığı Hakkında Paydaş Görüşlerini İncelenmesi *

Investigating Stakeholder Views on Artificial Intelligence Expertise in Precision Agriculture

ÖZET

Bu çalışmada hassas tarımda yapay zeka uzmanlığının Türkiye'deki gelecekteki rolü ve gençlerin bu mesleğe yönelik farkındalık düzeyi paydaş görüşleri doğrultusunda incelenmiştir. Çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda fen lisesinde öğrenim gören 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğrencilerinden oluşan 246 kişilik bir örnekleme anket uygulanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise çiftçi, agro-teknoloji girişimcisi, ziraat fakültesinde görev yapan bir akademisyen ve yerel kamu yetkilisi tarım danışmanı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Hollanda, Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye'deki hassas tarım uygulamalarını incelemek amacıyla doküman incelemesi yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin büyük çoğunluğunun sayısal tabanlı kariyer hedeflediği ve yapay zekanın tarım sektörüne katkı sağlayabileceğine inandığı belirlenmiştir. Buna karşın öğrencilerin agro-teknoloji alanını üniversite tercihi olarak düşünme eğilimlerinin düşük olduğu görülmüştür. Paydaş görüşmelerinde hassas tarımda yapay zeka uzmanlarının teknik beceriler, tarımsal bilgi ve veri okuryazarlığını birlikte kullanabilen disiplinlerarası bir uzmanlık alanına sahip olması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca çiftçiler ve girişimciler tarafından teknolojilerin genellikle uygulama deneyimi sonrasında kabul edildiği belirlenmiştir. Uluslararası karşılaştırma sonuçları Hollanda ve ABD'de hassas tarım teknolojilerinin daha yaygın ve kurumsallaşmış bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Türkiye'de ise dijital tarım uygulamalarının gelişmekte olduğu ve bu alanın önemli bir büyüme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, Yapay zeka, Agro-teknoloji, Geleceğin meslekleri, Kariyer farkındalığı, Lise öğrencileri

ABSTRACT

This study examines stakeholder perspectives on the future role of artificial intelligence expertise in precision agriculture in Türkiye and explores young people's awareness of this emerging profession. A mixed-methods research design was employed. In the quantitative phase, a survey was administered to a sample of 246 high school students enrolled in grades 9 through 12 at a science high school. In the qualitative phase, semi-structured interviews were conducted with a farmer, an agro-technology entrepreneur, an academic working in a faculty of agriculture, and a local government agricultural advisor. In addition, a document analysis was carried out to examine precision agriculture practices in the Netherlands, the United States, and Türkiye. The findings revealed that most students aimed for careers in quantitative fields and believed that artificial intelligence could contribute significantly to the agricultural sector. However, students showed limited interest in considering agro-technology as a potential university major or career path. Stakeholder interviews emphasized that AI specialists in precision agriculture should possess an interdisciplinary background combining technical skills, agricultural knowledge, and data literacy. Farmers and entrepreneurs also noted that technological innovations are generally adopted after direct practical experience. The international comparison indicated that precision agriculture technologies are more widespread and institutionally established in the Netherlands and the United States. In Türkiye, digital agriculture practices are still developing, although the field demonstrates considerable growth potential.

Keywords: Precision agriculture, Artificial intelligence, Agro-technology, Future professions, Career awareness, High school students.

GİRİŞ

Tarımda Dijital Dönüşüm ve Hassas Tarım

Dünya nüfusundaki hızlı artış gıda üretimi üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler verilerine göre (FAO, 2023) önümüzdeki yıllarda küresel gıda talebinin önemli ölçüde artması

Reyhan Ergun¹
Arda Çağın Yalçın²
Eylül Akbulut³
Zeynep Bilge Bayram⁴
Zeynep Yılmaz⁵

How to Cite This Article

Ergun, R., Yalçın, A. Ç., Akbulut, E., Bayram, Z. B. & Yılmaz, Z. (2026). İslam Mezheplerini Yakınlaştırma Faaliyetleri ve Önemi: Tarihi Temeller, Çağdaş Yaklaşımlar ve Gelecek Perspektifleri. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, (Issn:2630-631X) 12(4), 498-519. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21645575>

Arrival: 11 May 2026

Published: 31 July 2026

Social Mentality And Researcher Thinkers is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

* Bu araştırma Liselerarası Bilim Uygulamaları Öğrenci Sempozyum Yarışmasında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Baş Öğretmen, MEB, Bafra Fen Lisesi, Samsun, Türkiye. ORCID: 0009-0006-0372-0726

² Öğrenci, MEB, Bafra Fen Lisesi, Samsun, Türkiye. ORCID: 0009-0008-6799-3285

³ Öğrenci, MEB, Bafra Fen Lisesi, Samsun, Türkiye. ORCID: 0009-0003-3216-4130

⁴ Öğrenci, MEB, Bafra Fen Lisesi, Samsun, Türkiye. ORCID: 0009-0006-1125-7794

⁵ Öğrenci, MEB, Bafra Fen Lisesi, Samsun, Türkiye. ORCID: 0009-0008-3344-1538

beklenmektedir. Buna ek olarak iklim değışikliği, su kaynaklarının azalması ve tarım alanlarının daralması gibi faktörler tarımsal üretimi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle günümüzde tarım sektöründe verimliliği artırmak ve kaynakları daha etkin kullanmak amacıyla teknoloji temelli çözümler giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Yazıcı vd., 2025). Son yıllarda sensör teknolojileri (Yu vd., 2024), dronlar (Abbas vd., 2023), uydu görüntüleri (Liu vd., 2023) ve veri analiz sistemleri (Yousaf vd., 2023) gibi dijital araçların kullanılmasıyla birlikte tarım sektöründe önemli bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu dönüşüm literatürde genellikle akıllı tarım veya hassas tarım kavramlarıyla ifade edilmektedir.

Hassas tarım, tarımsal üretimde veri temelli karar alma süreçlerini temel alan bir yaklaşımdır (OECD, 2026). Bu yaklaşımda sensörlerden, uydu görüntülerinden ve farklı veri kaynaklarından elde edilen bilgiler analiz edilerek üretim süreçleri optimize edilmektedir. Yapay zeka (YZ) teknolojileri bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. YZ sayesinde toprak analizi yapılabilenkte, hastalık ve zararlılar erken tespit edilebilmekte, su ve gübre kullanımı daha verimli hale getirilebilmektedir (Shafik, 2024). Ayrıca verim tahminleri, ürün izleme sistemleri ve otonom tarım makineleri gibi uygulamalar sayesinde tarımsal üretim süreçleri daha planlı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmektedir (Nimmala vd., 2024). Bu gelişmeler, tarım sektöründe veri temelli ve teknoloji destekli yeni çalışma alanlarının ortaya çıkmasına vesile olmuştur.

Hassas Tarımda Yapay Zeka Uzmanlığı

Bu dönüşümle birlikte ortaya çıkan önemli meslek alanlarından biri de hassas tarımda YZ uzmanlığıdır. Bu yeni meslek tarım sektöründe çözüm tasarlayan bir uzmanlık isterken tarım bilgisi ile ileri teknoloji bilgisinin bir araya geldiği disiplinlerarası bir çalışma alanı olarak görülmektedir. Bu uzmanlık alanı hassas tarım, ürün tahmini, hastalık tespiti, toprak analizi, tarımsal robotik ve iklim modelleme gibi pek çok dijital tarım uygulamasını içine almaktadır (Cravero vd., 2026). Hassas tarımda YZ uzmanları sensörler, dronlar ve farklı veri kaynaklarından elde edilen bilgileri analiz ederek çiftçilere karar destek sistemleri sunmaktadır. YZ uzmanlarının yalnızca teknik becerilere değil, aynı zamanda tarımsal üretim süreçlerini anlayabilecek alan bilgisine ve güçlü veri okuryazarlığı becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Python veya R programlama, makine öğrenmesi algoritmaları ve uzaktan algılama teknolojileri ihtiyaç duyulan teknik becerilerdir. Tarımsal bilgi bitki fizyolojisi, toprak bilimi ve biyotik stres faktörlerini yorumlama bilgi ve yeteneği içermektedir. Veri okuryazarlığı ise sensörlerden ve dronlardan gelen ham veriyi anlamlı tarımsal kararlara (ekim alanına uygun çözümlere) dönüştürme becerisidir. Buradan da anlaşılaçağı gibi bu uzmanlık farklı beceri türlerini farklı alanlarda özel bilgi ve yeteneklerin harmanlanmasını gerektirmektedir.

Agro-Teknoloji Uzmanlığı ve Hassas Tarımda YZ Uzmanlığının Karşılaştırılması

Agro-Teknoloji uzmanı ile hassas tarımda yapay zeka uzmanı kavramları birbiriyle ilişkili olan iki kavram olsa bile kapsamaları, uzmanlık düzeyleri ve teknik olarak odaklandıkları alan bakımından farklılıklar içermektedir (Zhou ve Chen, 2023). Agro-teknoloji uzmanlığı daha çok dijital tarım teknolojilerinin uygulanması, çiftlik otomasyonu, sensör sistemleri, dron kullanımı, sulama sistemleri, tarımsal veri toplama, akıllı ekipman yönetimi gibi alanlara odaklanmaktadır. Bu alanda çalışanlar genelde ziraat mühendisliği, ziraat teknolojileri, akıllı tarım sistemleri, mekatronik ve dijital tarım gibi alanlarından gelir. Örneğın akıllı sulama sistemi kurma, dron ile tarla haritalama, nesnelerin interneti sensörlerini entegre etme gibi görevleri yerine getirmektedir (Omotayo, vd., 2025). O yüzden bu uzmanlığın en karakteristik özelliği teknolojiyi tarım sahasına uygulama olarak kendini göstermektedir.

Hassas tarımda YZ uzmanlığı ise daha ileri düzey veri bilimi ve AI tabanlı sistemlere odaklanmaktadır. Çalışma alanları olarak ürün hastalığı tespiti için görüntü işleme, verim tahmini, YZ destekli sulama optimizasyonu, otonom tarım robotları, uygu görüntüsü analizi, YZ destekli karar sistemleri gibi farklı alanlara odaklanmaktadır (Kasereka vd., 2026; Katharria vd., 2026). Bu uzmanlığı en karakteristik özelliği ise tarımsal kararlari YZ ile optimize etme süreçlerinde yaptıklarıdır.

Genel olarak incelendiğinde agro-teknoloji uzmanlığı daha geniş kapsamlı olup dijital tarım teknolojilerini uygularken daha çok sahaya ve sistemin entegrasyonuna odaklanmaktadır. Hassas tarımda YZ uzmanlığı ise daha spesifik teknik uzmanlık olup YZ algoritmaları geliştirirken veri analitiği ve otomatik karar sistemlerine odaklanmaktadır. Sonuç olarak Agro-teknoloji uzmanı akıllı tarım altyapısını kuran kişi olarak özetlenebilecekken hassas tarımda YZ uzmanı ise o altyapıya zeka kazandıran kişi olarak belirtilebilir.

Gençlerin Tarım Teknolojilerine Yönelik Kariyer Algısı ve Araştırma Boşluğu

Tarımdaki bu YZ destekli teknolojik dönüşümün gençler için daha çekici bir kariyer seçeneği haline geleceğı ve var olan iş gücü sorununa (çiftçilerin %31'den fazlası 65 yaş üstüdür) çözüm olabileceğı raporlanmaktadır (ECA, 2024). Fakat bu tür tarımla ilgili meslek grubuna gençlerin ilgili göstermediğı hatta kariyer planlarına

dahi almadıkları belirlenmiştir (Karahana vd., 2025). Bunun altında yatan sebeplerin sadece ekonomik değil sosyolojik olarak bir statü sorunu olduğu raporlanmıştır (Bal vd., 2023). Tarımda çalışan nüfusunun yaşlanmasına rağmen gençlerin bu meslektan uzaklaşması kısa vadede üretimde azalmaya, ithalatın artmasına ve uzun vadede de gıda güvencesi sorununa yol açabilecek önemli bir risk olduğu görülmektedir (Başaranoğlu ve Yılmaz, 2020). Tarımla ilgili mesleklerin toplum gözünde hak ettiği değeri görmemesi, gençlerin bu mesleği birincil kariyer hedefi olarak seçmesini zorlaştırmaktadır (Çelik Kaysim, 2025).

Türkiye’de tarım sektöründe dijital teknolojilerin kullanımı giderek artmasına rağmen bu alanda çalışan uzmanların rolü ve mesleğe yönelik algılar henüz yeterince araştırılmamıştır. Özellikle çiftçiler, girişimciler, akademisyenler ve kamu kurumları gibi farklı paydaşların bu mesleğe nasıl baktıkları önemli bir araştırma konusu oluşturmaktadır. Ayrıca gençlerin bu alana yönelik farkındalık düzeylerinin ve kariyer eğilimlerinin belirlenmesi de gelecekteki insan kaynağı açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, hassas tarımda YZ uzmanlığının Türkiye’deki gelecekteki rolünü farklı paydaşların görüşleri doğrultusunda incelemek ve lise öğrencilerinin bu mesleğe yönelik farkındalıklarını ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışmada üç temel araştırma sorusuna yanıt aranmıştır.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada genel amaç hassas tarımda yapay zeka uzmanlığının Türkiye’deki gelecekteki rolünü ve gençlerin bu alana yönelimini paydaş görüşleriyle incelemektir. Bu amaca ulaşmak için üç temel alt araştırma sorusu belirlenmiştir. Alt araştırma soruları:

1. Hassas tarımda YZ uzmanları hangi temel becerilere sahip olmalıdır?
2. Türkiye’deki tarım sektöründeki paydaşlar (çiftçiler, ziraat mühendisleri, girişimciler ve yerel kamu görevlisi tarım danışmanları) bu mesleğe nasıl bakmaktadır?
3. Bu alanda uluslararası düzeyde (Hollanda veya ABD) en iyi uygulamalar nelerdir?

Bu alt araştırma soruları şu alt amaçlar ile ilişkilidir.

1. Hassas tarımda YZ uzmanlarının sahip olması gereken temel becerileri tanımlamak.
2. Türkiye’deki tarım paydaşlarının (çiftçi, mühendis, kamu) bu mesleğe bakışını analiz etmek.
3. Uluslararası (Hollanda ve ABD) iyi uygulama örneklerini Türkiye ile karşılaştırmak.

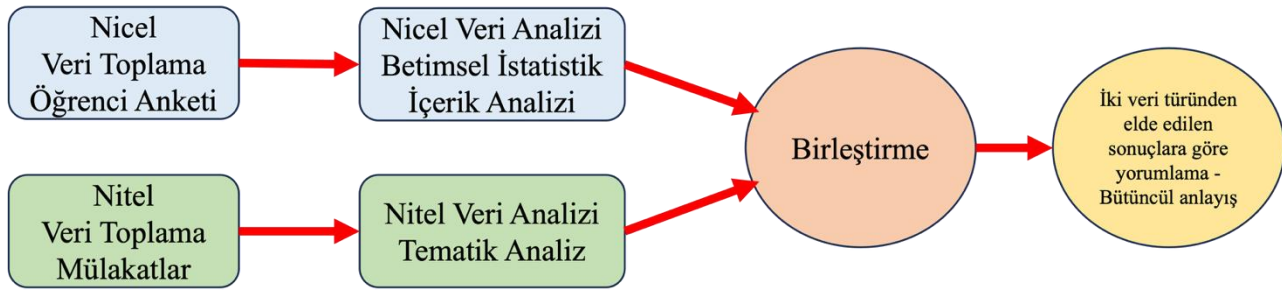
YÖNTEM

Bu çalışmada karma araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Karma araştırma yöntemi nicel veriler ile genel bir bakış açısı kazandırırken, nitel veriler ile ayrıntıların ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır (Creswell, 2021). Karma araştırma yönteminde farklı veri kaynaklarından elde edilen bulgular birbiriyle harmanlanıp doğruluğu kontrol edilerek üçgenleme yapılmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Karma araştırma desenlerinden olan eş zamanlı paralel desen bu çalışmada kullanılmıştır. Toraman’ın (2021) belirttiği gibi eş zamanlı karma yöntem araştırmasında nitel ve nicel veriler aynı anda toplanmakta iken bu verilerin harmanlanması ile bulgular yorumlanmaktadır.

Çalışmanın nicel boyutunda betimsel tarama modeli tercih edilmiştir. Bu model var olan bir durumu olduğu gibi betimlemeyi ve ortaya koymayı amaçlarken herhangi bir müdahale ya da değişiklik yapılmaksızın mevcut durumun fotoğrafını çekmektedir (Karasar, 2012). Bu çalışmada betimsel tarama modeli kapsamında lise öğrencilerinin hassas tarımda YZ uzmanlığına yönelik farkındalık düzeyleri, tutumları ve kariyer eğilimleri sayısal verilerle ölçülmüştür.

Çalışmanın nitel boyutunda ise olgubilim (fenomenolojik) yaklaşımı tercih edilmiştir. Olgubilim bireylerin bir olgu ya da kavrama ilişkin yaşantılarını, algılarını ve deneyimlerini derinlemesine anlamayı hedefleyen nitel bir araştırma desendir (Creswell, 2021). Bu yaklaşımda amaç katılımcıların bir konuyu nasıl deneyimlediklerini ve bu deneyime nasıl anlam yüklediklerini ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmada olgubilim deseni kapsamında dört farklı paydaş grubunun hassas tarımda YZ uzmanlığı olgusunu nasıl deneyimledikleri, bu mesleğe nasıl anlam yükledikleri ve bu mesleğin gerekliliklerini hangi çerçeveden değerlendirdikleri yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla derinlemesine incelenmiştir. Araştırmada kullanılan eş zamanlı karma yöntemi deseniindeki veri toplama veri analiz süreci şekil 1’de verilmiştir.

Eş zamanlı karma yöntem araştırması



Nicel: 246 Fen Lisesi Öğrencisi

Nitel: 4 Paydaş Grubu Çiftçi, Girişimci, Akademisyen, Kamu/KTAE

Şekil 1: Araştırmada Kullanılan Eş Zamanlı Karma Yöntem Deseni

Kaynak: Creswell ve Plano Clark (2018) uyarlanmıştır.

Çalışmanın Grubu

Bu çalışma 5 farklı katılımcı grubuyla gerçekleştirilmiştir.

1. Öğrenciler: Karadeniz Bölgesindeki bir büyükşehirle bağlı ilçe fen lisesinde öğrenim gören 9., 10., 11. ve 12. sınıf gönüllü öğrencilerinden oluşan toplam 246 kişilik gruptur. (9. sınıf: n=55; 10. sınıf: n=51; 11. sınıf: n=55; 12. sınıf: n=85). Hazırlanan anketler izinler alınarak yüz yüze kağıt üzerinde sınıflarda uygulanmıştır.

2. Çiftçi: Bu araştırmadaki çiftçi Samsun'un Bafra ilçesinde tarımcı bir aileden gelen, geleneksel yöntemlerle çalışırken yaşanan işgücü sıkıntılarını ve verimsizlikleri bizzat deneyimlemiştir. Tarım teknolojisi eğitimi almış ve 2021 yılından bu yana aktif olarak dron teknolojisini tarımsal ilaçlama ve gübreleme hizmetlerine uygulamak ve bu sorunlara çözüm üretmek amacıyla dron ile hassas tarım hizmeti sunan bir ortaklık kurmuştur. İlk ilaçlama denemelerinde köylülerin büyük bir şüpheyle karşılık verdiğini, ancak uygulamanın somut faydasının görülmesinin ardından talebin hızla arttığını belirtmiştir. Bölgede dron teknolojisini ilk kullananlardan biri olarak hem teknik hem de pazarlama süreçlerini kendi deneyimiyle şekillendirmiştir. Bu araştırmadaki çalışma grubuna dahil edilmesinin temel sebepleri teknoloji kullanan bir çiftçi olarak agro-teknoloji uygulamalarının sahada nasıl karşılandığını, benimseme sürecini ve çiftçi bakış açısıyla bu mesleğin değerini doğrudan aktarabilecek bir saha temsilcisi olmasıdır. Kendisiyle yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

3. Girişimci: Bu araştırmanın girişimci katılımcısı 2017 yılında Türkiye'de tarım dron teknolojisi alanına giren ilk şirketlerden birini kuran ve yedi yıldır sektörde faaliyet gösteren, yapay zeka ve insansız hava aracı teknolojilerini bir araya getirerek tarımda gereksiz ilaçlama ve gübrelemeyi azaltmayı hedefleyen özgün bir sistem geliştirmiştir. Bu girişimci yurt içi ve yurt dışı yarışmalarda çok sayıda derece almış ve geliştirdiği teknoloji, uluslararası iş birliği ağlarında da ilgi görmüştür. Çalışma grubuna dahil edilmesinin temel sebebi agro-teknoloji girişimciliğinin güncel gerçekliğini, teknik zorluklarını (özellikle veri kalitesi sorununu) ve Türkiye'deki tarım teknolojileri ekosisteminin yapısal dinamiklerini bizzat kişisel olarak deneyimlemiş bir sektör temsilcisi olmasıdır. Kendisiyle yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

4. Akademisyen: Bu araştırmada Karadeniz Bölgesindeki bir devlet üniversitesinde Ziraat Fakültesi'nde görev yapan, otuz yıllık sektör deneyimine sahip olup aynı zamanda büyük veri ve ekonometrik modelleme alanlarında uzmanlaşmış bir akademisyendir. YZ uzmanlığını geleneksel ziraat mühendisliğinin rakibi değil tamamlayıcısı olarak konumlandıran akademisyen, bilgisayar mühendisinin algoritmayı kurması gerektiğini ziraat mühendisinin ise o algoritmaya anlam yüklemesi gerektiğini belirterek disiplinlerarası işbirliğinin önemini vurgulamaktadır. Çalışmaya dahil edilmesinin temel gerekçesi hem tarım bilimleri hem de büyük veri ve matematiksel modelleme alanlarındaki derin birikimi sayesinde agro-teknoloji uzmanlığının akademik boyutunu, Türkiye'deki yapısal engellerini ve uluslararası karşılaştırmalı bakış açısını en kapsamlı biçimde aktarabilecek nitelikte uzman olmasıdır. Kendisiyle yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

5. Kamu Yetkilisi Yerel Tarım Danışmanı: Bu araştırmadaki kamu yetkilisi Tarım Bakanlığı'na bağlı olarak Karadeniz bölgesinin 13 iline hizmet veren Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde (KTAE) görevli yönetici uzmandır. 1944 yılında kurulan bu kurumda 23 yıldır görev yapan katılımcı, bitki virüs hastalıkları alanında doktora ve doçentlik unvanına sahiptir. PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu), RT-PCR (Ters Transkripsiyon PCR) ve gerçek zamanlı PCR gibi moleküler biyoloji yöntemlerini aktif olarak kullanan bir araştırmacıdır. Toprak ve su kaynakları, bitki sağlığı, biyolojik mücadele, ürün ıslahı ve moleküler biyoloji

gibi 7 farklı araştırma bölümüne sahip bu enstitüde kahverengi kokarca ile biyolojik mücadele programının ülke koordinatörlüğünü de yürütmektedir. TÜBİTAK ve Avrupa Birliği projeleri de dahil olmak üzere uluslararası araştırma ağlarında aktif rol üstlenen uzmanın çalışma grubuna dahil edilmesinin temel gerekçesi hem bölgeye özgü tarımsal sorunları hem de tarım araştırma politikalarını yakından bilmesidir. Aynı zamanda teknoloji ile çiftçi arasındaki kurumsal köprüyü bizzat kuran bir yerel kamu yetkilisi danışmanı olmasıdır. Kendisiyle KTAE'nin Samsun'daki merkez binasında yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada 6 farklı veri toplama aracı kullanılmıştır.

1. Anket: Fen lisesi öğrencilerinin görüşlerini ölçmek amacıyla proje ekibi tarafından hazırlanan hem kapalı uçlu hem de açık uçlu sorulardan oluşan anket formudur. Bu ankette öğrencilerin sınıf düzeyleri, sayısal alanda kariyer düşüncesi, 5'li likert tipi soru içeren sorular (yapay zekanın tarımdaki rolüne ilişkin tutumlar) ve üç açık uçlu soru yer almaktadır. Bu açık uçlu sorularda öğrencilerden hassas tarımda YZ uzmanının çiftçiye katkısını, YZ ile deneyimli çiftçiye karşılaştırmalarını ve bu mesleği seçmelerinin önündeki en büyük engeli kendi cümleleriyle ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilere uygulanan anket formu Ek-1'de mevcuttur.

2. Ziraat Mühendisliği Akademisyeni Görüşme Formu: Bir devlet üniversitesinde Ziraat Fakültesi'nde görev yapan öğretim üyesiyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede kullanılan 9 soruluk form hassas tarımda YZ uzmanlığının geleneksel ziraat mühendisliğinden farkını, mesleğin gerektirdiği teknik ve biyolojik bilgi düzeyini, disiplinlerarası çalışma anlayışını, Türkiye'deki yaygınlaşma engellerini ve Hollanda (Wageningen) modeliyle karşılaştırmalı değerlendirmeyi kapsayan soruları içermektedir. Proje ekibi tarafında hazırlanan görüşme soruları Ek-2'de verilmiştir.

3. Agro-Teknoloji Girişimcisi Görüşme Formu: Tarım alanında YZ ve İHA teknolojileri geliştiren bir girişimciyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede kullanılan 9 soruluk form proje ekibi tarafından hazırlanmıştır. Bu form geliştirilen çözümün tarlada hangi sorunu giderdiğini, karşılaşılan teknik zorlukları, işe alım kriterlerini, mesleğin günlük rutinini, Türkiye'de agro-teknoloji girişimciliğinin avantaj ve dezavantajlarıyla önümüzdeki 5 yıldaki yatırım eğilimlerini ele alan soruları kapsamaktadır. Sorular Ek-3'de verilmiştir.

4. Yerel Kamu Yetkilisi Tarım Danışmanı Görüşme Formu: Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden bir uzmanla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede kullanılan 8 soruluk form Ek-4'de verilmiştir. Bu form Samsun bölgesindeki çiftçilerin teknolojiye bakışını, Karadeniz'in nemli iklimine özgü öncelikli sorunları, parçalı arazi yapısının teknoloji kullanımına etkisini, devletin yeni nesil meslek kollarına sağladığı destekleri ve gelecekte köylerde kurulabilecek teknoloji danışma merkezleri vizyonunu kapsayan soruları içermektedir.

5. Çiftçi Görüşme Formu: Dron teknolojisi ve hassas tarım yöntemlerini aktif kullanan bir çiftçiyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmede kullanılan 8 soruluk form Ek-5'de verilmiştir. Görüşme formu çiftçinin akıllı tarım araçlarına ilişkin algısını, yapay zeka önerisi ile kendi deneyimi arasındaki tercihi, teknolojinin hangi tarımsal sorulara çözüm üretebileceğine dair düşüncesini ve bir tarım teknolojisi uzmanından beklentilerini ölçmeye yönelik soruları kapsamaktadır.

6. Doküman İncelemesi: Çalışma kapsamında Hollanda, ABD ve Türkiye'nin tarım teknoloji politika belgeleri ile OECD, WEF ve UNESCO gibi ekonomik, eğitim ve kültür alanında söz sahibi kurumların raporları incelenmiştir. Bu incelemede hem iyi uygulama örnekleri ülkeler arası mevcut durumu karşılaştırmalı olarak hem de geleceğin mesleklerine ait öngörüler değerlendirilmiştir.

Veri Analizi

Bu araştırmada nicel ve nitel olmak üzere iki farklı veri analizi yöntemi kullanılmıştır.

Nicel Verilerin Analizi

Öğrenci anketlerinden elde edilen nicel veriler betimsel istatistik yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu kapsamda her soruya verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Bulgular sınıf düzeyi değişkenine göre karşılaştırmalı olarak tablolarla sunulmuştur. Anketteki açık uçlu sorulara verilen yanıtlar ise içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizinde her yanıt önce anlam taşıyan kodlara ayrılmıştır. Sonra birbiriyle ilişkili kodlar kategoriler altında bir araya getirilmiş ve kategoriler de genel temalar şeklinde yapılandırılmıştır. Bu süreçte oluşturulan kod ağaçları proje ekibi tarafından ayrı ayrı olarak gözden geçirilerek tutarlılık sağlanmıştır.

Nitel Verilerin Analizi

Dört farklı paydaş grubuyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler tematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Paydaşlardan alınan izinler doğrultusunda öncelikle mülakatlarda ses kaydı alınmıştır. Ses kayıtlarını metne çeviren TurboScribe uygulaması kullanılmıştır. Yazılımla metne çevrilen transkriptler dikkatle okunmuş ve bu araştırmanın üç alt amacı doğrultusunda her görüşmeden kodlar çıkarılmıştır. Benzer kodlar kategoriler altında toplanmış, kategorilerden ise genel temalar oluşturulmuştur. Bu temalar oluşturulurken proje ekibi ikişerli olarak çalışmış ve görüş birliği sağlanana kadar analiz yapılmıştır. Analiz sürecinde her bir paydaşın görüşleri önce kendi içinde değerlendirilmiştir. Sonra dört paydaş grubu arasında karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Son olarak öğrenci anketi verileriyle paydaş görüşmeleri de birbiriyle ilişkilendirilerek iki veri kaynağı arasındaki ortak ve farklı noktalar belirlenmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın geçerliği ve güvenirliliğini artırmak amacıyla üçgenleme yöntemi kullanılmıştır. Birden fazla paydaş grubundan veri toplanması, farklı veri toplama araçlarının (anket, görüşme, doküman inceleme) bir arada kullanılması ve nicel ile nitel bulguların birlikte yorumlanması analizin temel unsurlarını oluşturmuştur.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular araştırma soruları doğrultusunda nicel ve nitel veri kaynakları ile birlikte ele alınarak sunulmuştur. Öncelikle öğrenci anketlerinden elde edilen nicel bulgular tablolar aracılığıyla verilmiş, açık uçlu sorular ise içerik analizi ile temalar halinde incelenmiştir. Daha sonra paydaş görüşmelerinden elde edilen nitel bulgular sırasıyla çiftçi, girişimci, akademisyen ve yerel kamu tarım danışmanı başlıkları altında sunulmuştur. Son olarak uluslararası iyi uygulama örneklerine ilişkin doküman incelemesi bulgularına yer verilmiştir.

Öğrenci Anket Bulguları

Lise öğrencilerine uygulanan anketin ilk sorusu olan sayısal tabanlı kariyer hedefine ait sorunun betimsel sonuçları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1: Sayısal Tabanlı Kariyer Hedefine Göre Öğrenci Dağılımı

	Evet		Hayır		Kararsızım		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%
9. Sınıf	46	83,6	0	0,0	9	16,4	55	100
10. Sınıf	43	84,3	1	2,0	7	13,7	51	100
11. Sınıf	47	85,5	3	5,5	4	7,3	55	100
12. Sınıf	77	90,6	3	3,5	5	5,9	85	100
Genel	213	86,6	7	%2,8	25	10,2	246	100

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Araştırmaya katılan 246 öğrencinin büyük çoğunluğu (%86,6) sayısal tabanlı bir kariyer hedeflemektedir (Tablo 1). Sayısal kariyer hedeflemeyenlerin oranı tüm örnekleme yalnızca %2,8 ile oldukça düşüktür. Sınıf düzeyi arttıkça “evet” yanıtının oranında belirgin bir yükseliş gözlemlenmiştir (%83,6’dan %90,6’ya). Buna paralel olarak “kararsızım” yanıtının oranı sınıf düzeyi yükseldikçe azalmıştır (%16,4’ten %5,9’a gerilemiş). Bu azalış üst sınıflardaki öğrencilerin kariyer kararlarının daha netleştiğine işaret etmektedir. Tablo 1’deki bulgular araştırmanın ileri bölümlerinde ele alınan farkındalık kariyer kopukluğunu daha anlamlı kılmaktadır. Sayısal kariyer hedefleyen öğrenci oranının bu denli yüksek olmasına karşın hassas tarımda YZ uzmanlığını üniversite tercihi olarak düşünme eğiliminin düşük kalması dikkat çekicidir.

Tablo 2: Likert Ölçeği Sorularına İlişkin Sınıf Düzeyinde Ortalama Puanlar

Maddeler	9	10	11	12	Genel*
“Agro-teknoloji” veya “Akıllı Tarım” kavramlarını daha önce duydum.	3,35	3,16	3,16	3,35	3,27
Yapay zekanın tarımsal verimliliği (ilaçlama, sulama, hasat tahmini) artırabileceğine inanıyorum.	4,00	4,18	4,24	4,16	4,15
Tarım sektörünü, teknoloji ile birleştiğinde “prestijli ve havalı” bir çalışma alanı olarak görüyorum.	3,35	3,69	3,64	3,64	3,58
Gelecekte gıda krizini önlemek için en önemli mesleklerin agro-teknoloji alanından çıkacağını düşünüyorum.	3,42	3,76	3,58	3,62	3,60
Üniversite tercihlerimde hem yazılım yapay zeka hem de biyoloji ziraat içeren disiplinler arası bir bölümü tercih edebilirim.	2,31	2,75	2,33	2,21	2,37

* Ölçekteki 1 = Kesinlikle katılmıyorum ... 5 = Kesinlikle katılıyorum

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde beş soru arasında en yüksek ortalama puanın YZ’ye olan inanç ifadesine ait olduğu görülmektedir (4,15). Bu bulgu tüm sınıflar düzeylerinde büyük bir tutarlılık gösterirken 9. sınıftan 12. sınıfa

kadar ortalama puanların 4,00 ile 4,24 aralığında değiştiği bulunmuştur. Başka bir deyişle araştırmaya katılan öğrencilerin büyük çoğunluğu, YZ'nin tarım sektörüne katkı sağlayacağına güçlü biçimde inanmaktadır.

En düşük ortalama puan ise disiplinlerarası tercih ifadesine aittir (2,37). Bu sonuç öğrencilerin agro-teknoloji uzmanlığının faydasına inandıklarını ancak bu alanı kendi kariyer planlarına somut biçimde yansıtmadıklarını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifade ile öğrencilerde mesleki farkındalık ile kariyer kopukluğu olduğunu anlaşılmaktadır.

Prestij algısı ifadesi (3,58) ile gelecekteki önemi ifadesi (3,60) orta düzeyin üzerinde bir katılımı öğrencilerde karşılık bulmuştur. Bu iki sorudaki en yüksek ortalama puanların 10. sınıf öğrencilerinde gözlemlenmesi (3,69 ve 3,76) bu sınıf düzeyindeki öğrencilerin mesleğe yönelik olumlu tutumunun diğer gruplardan görece daha güçlü olduğuna işaret etmektedir.

Kavram farkındalığı ifadesinin genel ortalamasının 3,27 olması, öğrencilerin bu kavramlara önceden kısmen maruz kaldıklarını ancak farkındalık düzeyinin henüz tam anlamıyla oturmadığını göstermektedir. Kavramsal farkındalık ile kariyer tercihinin dönüşme eğilimi arasındaki bu fark, agro-teknoloji alanında yürütülecek mesleki tanıtım ve eğitim çalışmalarının önemine dikkat çekmektedir.

Hassas Tarımda YZ Uzmanının Rolüne İlişkin Öğrenci Algısı

Açık uçlu sorulardan ilki olan “*Sizce bir hassas tarımda YZ uzmanı, tarladaki bir çiftçinin hayatını en çok hangi noktada kolaylaştırabilir?*” sorusuna verilen yanıtlarda altı tema belirlenmiştir (Tablo 3).

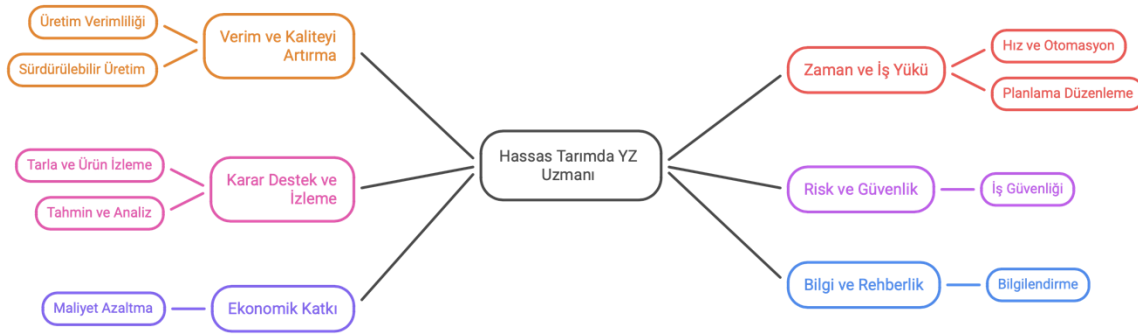
Tablo 3: Hassas Tarımda YZ Uzmanının Rolüne İlişkin Tema, Kategori, Kod ve Alıntılar

Tema	Kategori	Kodlar	Öğrenci ifadesi
Verim ve kaliteyi artırma	Üretim verimliliği	verim artışı, daha fazla ürün, kalite artışı	“Daha fazla ve kaliteli ürün olmasını sağlar.”
	Sürdürülebilir üretim	kaynakları verimli kullanma, sürdürülebilirlik	“Su, gübre, ilaç daha verimli kullanılır.”
Zaman ve iş yükünü azaltma	Otomasyon ve hız	iş gücü azalması, kısa sürede iş, süreçlerin hızlanması	“Ekim hasat sulama işleri daha hızlı/kolay yapılır.”
	Planlama düzenleme	ne zaman ne yapılacağını planlama, hatırlatmalar	“İlaçlama nadas gibi hatırlatmalar, planlama.”
Karar destek ve izleme	Tarla/ürün izleme	ürün kontrolü, süreç takibi	“Ekimlerin takibini kolaylaştırır.”
	Tahmin ve analiz	hasat tahmini, bölge şartları analizi, toprak analizi	“Hasat kalitesi, verim tahmini, toprak analizi.”
Risk ve güvenlik	İş güvenliği	kazaları önleme, zor hava koşullarında güvenlik	“Zor hava şartlarında sağlık güvenliği.”
Ekonomik katkı	Maliyet azaltma	işçi maliyeti azalması, gider kontrolü	“Maliyeti azaltır, işçi maliyeti düşer.”
Bilgi ve rehberlik	Bilgilendirme-öğretme	tarımın nasıl yapılacağını gösterme, çiftçiye bilgilendirme	“Ne ekeceği, mineral ihtiyacı konusunda bilgi verir.”

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Öğrencilerin görüşleri incelendiğinde yanıtların ağırlıklı olarak verimlilik artışı, iş süreçlerinin kolaylaştırılması ve karar destek mekanizmaları etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu mesleğin özellikle üretim sürecinde verimi artırma, kaynakları daha etkin kullanma ve ürün kalitesini iyileştirme açısından önemli katkılar sağlayacağını vurgulamışlardır. Bu bulgular öğrencilerin YZ destekli tarım uygulamalarını daha çok optimizasyon ve performans artırma aracı olarak algıladıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin önemli bir kısmı bu uzmanların zaman yönetimi ve iş gücünü azaltma konularında sağladığı avantajlara dikkat çekmiştir (Şekil 2). Otomasyon, süreçlerin hızlanması ve planlama desteği gibi unsurlar, teknolojinin pratik faydalarına yönelik farkındalığın yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Ürün takibi, toprak analizi ve hasat tahmini gibi ifadeler, öğrencilerin bu mesleği veri temelli karar alma süreçleriyle ilişkilendirdiğini göstermektedir. Diğer yandan iş güvenliği ve maliyet azaltma gibi daha sınırlı ancak önemli temalar da öne çıkmaktadır. Öğrencilerin agro-teknoloji alanını yalnızca teknik bir yenilik olarak değil aynı zamanda ekonomik ve güvenlik boyutları olan bütüncül bir sistem olarak değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Genel olarak bulgular değerlendirildiğinde öğrencilerin bu mesleğe ilişkin algılarının fonksiyonel, fayda odaklı ve teknoloji merkezli olduğu söylenebilir.

Hassas Tarımda YZ Uzmanının Roller



Şekil 2: Öğrencilerin Hassas Tarımda YZ Uzmanının Rollerine Hakkındaki Algısı

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

YZ ile Tecrübeli Çiftçi Karşılaştırması

Açık uçlu sorulardan ikincisi olan “Yapay zeka ile yönetilen otonom traktör mü, yoksa 40 yıllık tecrübeli çiftçi mi daha doğru karar verir? Neden?” sorusuna verilen yanıtlarda dört tema belirlenmiştir (Tablo 4).

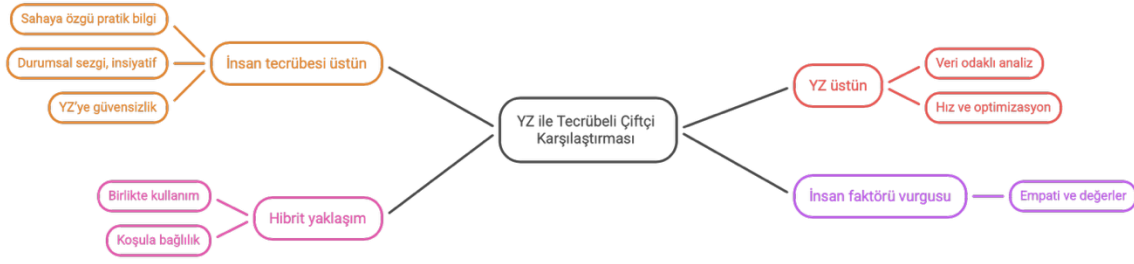
Tablo 4: YZ ile Tecrübeli Çiftçi Karşılaştırmasına İlişkin Tema, Kategori, Kod ve Alıntılar

Tema	Kategori	Kodlar	Öğrenci ifadesi
İnsan tecrübesi üstün	Sahaya özgü pratik bilgi	“toprağı tanır”, deneyim deneme-yanılma, yerel koşulları bilme	“O arazide yaşayan kişi pratikte daha iyi yorumlar.”
	Durumsal sezgi inisiyatif	ani karar, inisiyatif alma, hızlı tepki	“Ani kararlarda tecrübeli çiftçi daha hızlı tepki verir.”
	YZ’ye güvensizlik	hata yapabilir, henüz gelişmemiş, ekstrem durumlarda yetersiz	“Nadir veya ekstrem durumlarda yetersiz kalabilir.”
YZ üstün	Veri odaklı analiz	veri ile çalışma, çok parametrelili analiz, tarafsızlık	“Veri odaklı, daha hızlı analiz yapar.”
	Hız ve optimizasyon	hızlı karar, alternatifleri tarama, yorulmazlık	“Birçok yolu analiz edebilir, yorulmaz.”
Hibrit yaklaşım	Birlikte kullanım	en iyi çözüm insan + YZ, karar destek	“İki sistem birlikte kullanılmalıdır.”
	Koşula bağlılık	duruma göre değişir, görev türüne göre	“Her ikisi de farklı alanlarda doğru karar verebilir.”
İnsan faktörü vurgusu	Empati ve değerler	empati, duygusal/ahlaki değerlendirme	“Yapay zeka empati yapamaz” (insani boyut vurgusu).

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Otonom traktör ile deneyimli çiftçi arasında yapılan karşılaştırmalar incelendiğinde yanıtların üç temel eğilim etrafında toplandığı görülmektedir: insan deneyimini üstün görenler, YZ’yi üstün görenler ve hibrit yaklaşımı benimseyenler. Öğrencilerin önemli bir bölümü 40 yıllık deneyime sahip çiftçinin daha doğru karar vereceğini ifade etmiş ve bu görüşlerini çoğunlukla sahaya özgü bilgi, deneyim ve sezgisel karar verme becerileri ile temellendirmiştir. Ayrıca bazı öğrenciler YZ’nin henüz tüm koşullara uyum sağlayamayacağı ve özellikle beklenmedik durumlarda yetersiz kalabileceği yönünde görüş bildirmiştir. Buna karşılık bir grup öğrenci YZ destekli sistemlerin daha doğru karar vereceğini savunmuş ve bu görüşlerini veri analizi, hız, çoklu değişkenleri değerlendirme kapasitesi ve hata payının düşüklüğü gibi gerekçelerle açıklamıştır. Bu bulgu öğrencilerin yapay zekayı sistematik ve optimize edici bir karar verici olarak konumlandıklarını göstermektedir. Dikkat çekici bir diğer bulgu ise azımsanmayacak sayıda öğrencinin hibrit bir yaklaşımı savunmasıdır. Bu öğrenciler en doğru kararların insan deneyimi ile YZ sistemlerinin birlikte kullanılmasıyla alınabileceğini ifade etmişlerdir. Bu durum teknolojiye yönelik daha dengeleyici ve bütüncül bir bakış açısı geliştirdiklerini göstermektedir (Şekil 3). Genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin karar verme süreçlerinde hem insan faktörünü hem de teknolojik olanakları dikkate alan çok boyutlu bir anlayışa sahip oldukları belirtilebilir.

YZ ile Tecrübeli Çiftçi Karşılaştırması



Şekil 3: Öğrencilerin Agro-Teknoloji Uzmanının Rollerindeki Algısı

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Meslek Seçimindeki Engeller

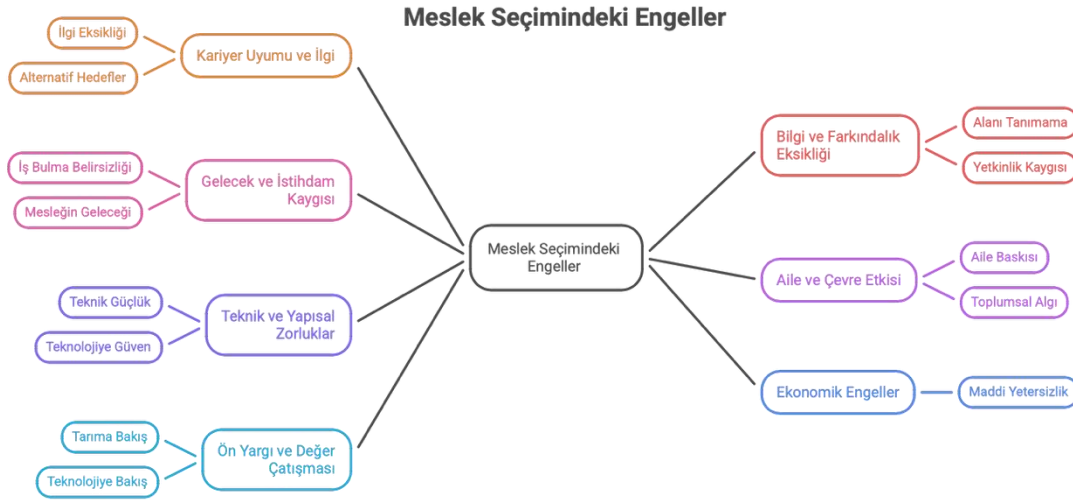
Açık uçlu son soru olan “Bu mesleği seçmenizin önündeki en büyük engel ne olabilir?” sorusuna verilen yanıtlarda sorusuna verilen yanıtlarda yedi tema belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5: Meslek seçimindeki engellere ilişkin tema, kategori, kod ve alıntılar

Tema	Kategori	Kodlar	Öğrenci ifadesi
Kariyer uyumu ve ilgi	İlgi eksikliği	İlgimi çekmiyor, benlik değil, istemiyorum	“Tarım ile pek ilgilenmiyorum.”
	Alternatif hedefler	Tıp, doktor, pilot, mühendislik vb. hedefler	“Hayalim tıp okumak, pilot olmak.”
Bilgi ve farkındalık eksikliği	Alanı tanımama	İlk defa duyma, meslek hakkında bilgi yok	“Bu meslek hakkında bilgim yok.”
	Yetkinlik kaygısı	Yapamama korkusu, çekingenlik	“Bilgi eksikliğinden yapamayacağım düşüncesi.”
Gelecek ve istihdam kaygısı	İş bulma/gelir belirsizliği	İşsizlik, maaş, gelir sıkıntısı, yaygın değil	“İş bulma imkânı az / alan yaygın değil.”
	Mesleğin geleceği	tarım azalacak, alan gelecek vaat etmiyor	“Tarımın geleceği belirsiz / çok gelecek vaat etmiyor.”
Aile ve çevre etkisi	Aile baskısı	aile karşı çıkar, aile etkisi	“Aile baskısı engel olabilir.”
	Toplumsal algı	değer görmeme, önem verilmemesi	“Yeterince önem verilmemesi.”
Teknik ve yapısal zorluklar	Teknik güçlük	teknik zorluk, yazılım teknoloji zor, altyapı eksikliği	“Teknik zorluk, ülkedeki teknik eksiklikler.”
	Teknolojiye güven	teknolojiye güvensizlik, YZ'ye şüphe	“Teknolojiye güvenememe.”
Ekonomik engeller	Maddi yetersizlik	para, mali olanaklar, kaynak yetersizliği	“Maddi yetersizlik, maddi olanaklar.”
Ön yargı ve değer çatışması	Tarıma/teknolojiye bakış	tarım ilgimi çekmiyor, ön yargı, teknoloji zararlı algısı	“Ön yargı / yapay zekâ meslekleri yok ediyor.”

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Öğrencilerin hassas tarımda YZ uzmanlığı mesleğini seçmelerinin önündeki engellere ilişkin görüşleri incelendiğinde (Tablo 5) yanıtların en çok ilgi eksikliği, bilgi yetersizliği ve gelecek kaygısı temaları etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. En belirgin bulgu, öğrencilerin önemli bir kısmının bu mesleği seçmeme gerekçesini kişisel ilgi ve kariyer hedefleriyle uyumsuzluk olarak ifade etmesidir. Özellikle tıp, mühendislik veya farklı meslek alanlarına yönelme isteği, bu alanın öğrenciler tarafından henüz güçlü bir kariyer alternatifi olarak görülmediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerin büyük bir kısmı bu meslek hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını açıkça ifade etmiştir. Mesleğin ilk kez duyulması veya içeriğinin bilinmemesi, farkındalık eksikliğinin önemli bir engel olduğunu göstermektedir. Bir diğer önemli tema ise gelecek ve istihdam kaygısıdır (Şekil 4). İş bulma olanaklarının sınırlı olabileceği, mesleğin yaygın olmadığı veya ekonomik getirilerinin belirsiz olduğu yönünde endişeler dile getirilmiştir. Ayrıca aile baskısı, toplumsal algılar ve teknik zorluklar gibi dışsal faktörler de meslek seçiminde etkili engeller arasında yer almaktadır. Maddi yetersizlikler ve teknolojiye yönelik güvensizlik gibi unsurlar da belirli ölçüde yine dile getirilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin bu mesleğe yönelik engel algılarının bireysel (ilgi ve bilgi), yapısal (istihdam ve ekonomi) ve sosyal (aile ve çevre) boyutlarda çok katmanlı bir yapı sergilediği belirtilebilir.



Şekil 4: Öğrencilerin Meslek Seçimindeki Engeller

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çiftçi Bulguları

Çiftçi ile yapılan mülakatta hassas tarım teknolojilerinin özellikle dron örnekleri üzerinden anlatıldığı görülmüştür (Tablo 6). Çiftçi dronların ilaçlama sırasında ürüne zarar vermediğini, traktöre göre daha düzenli ve hızlı uygulama yapılabildiğini ifade etmiştir. Ayrıca bu teknolojinin tarımda önemli bir değişim oluşturduğunu belirtmiştir. Çiftçi yeni teknolojilere ilk başta bazı üreticilerin şüpheyle yaklaştığını, ancak kullanan kişiler faydasını gördükten sonra diğer çiftçilerin de kullanmaya başladığını söylemiştir. Bu nedenle teknolojinin genellikle bir çiftçi tarafından denenmesinden sonra bölgede yayılmaya başladığını ifade etmiştir. Teknolojinin bazı ekonomik faydalar sağladığı da belirtilmiştir. Çiftçi dron kullanımı sayesinde ilaç ve su kullanımının azaldığını, uygulamanın daha dengeli yapılabildiğini ve iş gücü ihtiyacının da azaldığını söylemiştir. YZ ile ilgili olarak çiftçi, teknolojinin yardımcı olabileceğini ancak son kararın yine çiftçi tarafından verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. YZ'den gelen önerilerin önce sahada kontrol edilmesi gerektiğini de belirtmiştir.

Tablo 6: Çiftçi Görüşmesine İlişkin Tema, Kod ve Alıntılar

Tema	Kod	Çiftçi İfadesi
Hassas tarımın algılanışı	Ürün kaybının azalması	"Dronlarla ilaçlama yapılırken traktörle girip ürünü ezme derdi ortadan kalkıyor."
	Teknoloji dönüşümü	"Dron teknolojisi gerçekten çığır açtı, tarımda çok şeyi değiştirdi."
	Otonom çalışma	"Dron kendi kendine uçuyor, manuel olarak saatlerce uğraşmak gerekmiyor."
Teknolojiye yaklaşım	Deneyim sonrası kabul	"Başta mantığımıza uymadı ama kullandıktan sonra çok faydasını gördük."
	Sosyal yayılım	"İlk başta herkes şüpheyle yaklaşıyor ama biri kullanınca diğerleri de başlıyor."
	Yenilikçi çiftçi	"Yeni teknolojiyi ilk kullanan çiftçiler biraz cesur oluyor."
Ekonomik ve operasyonel faydalar	Girdi maliyetinin azalması	"İlaç kullanımında ciddi tasarruf sağlıyor."
	Kaynak tasarrufu	"Su kullanımını azaltıyor ve daha dengeli dağıtım sağlıyor."
	Homojen uygulama	"Traktörle yapılan ilaçlamaya göre çok daha homojen dağılım oluyor."
	İş gücü ihtiyacının azalması	"Tarımda artık iş gücü bulmak zor, dron bu sorunu çözüyor."
Yapay zekaya güven	Deneyimle doğrulama	"Yapay zeka önerse bile önce araziye kendim görmek isterim."
	Nihai karar çiftçide	"Son kararı yine çiftçi verir."
	Koşullu güven	"Teknoloji yardımcı olur ama tamamen ona güvenmem."
Uzman beklentileri	Teknik bilginin yeterli olmaması	"Agro-teknoloji uzmanı sadece bilgisayar bilen biri olmamalı."
	Saha bilgisi	"Sahayı bilmesi lazım, tarla şartlarını anlaması gerekiyor."
	İletişim becerisi	"Çiftçiyle iletişim kurabilmeli."
Yaygınlaşma engelleri	Yüksek teknoloji maliyeti	"Dron fiyatları çok yüksek, herkes alamaz."
	Destek eksikliği	"Devlet destekleri yeterli değil."
	Mevzuat engelleri	"Uçuş izinleri ve bürokrasi işleri zorlaştırıyor."
Gelecek perspektifi	Teknolojik dönüşüm	"Tarımın geleceğinde teknoloji kaçınılmaz."
	Teknolojinin yaygınlaşması	"Gelecekte her çiftçinin bir dronu olacak."

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Agro-teknoloji alanında çalışacak uzmanlarla ilgili olarak ise çiftçi, bu kişilerin sadece bilgisayar bilgisine sahip olmalarının yeterli olmadığını, aynı zamanda tarla koşullarını ve üretim sürecini de bilmeleri gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca çiftçilerle iletişim kurabilmelerinin de önemli olduğunu ifade etmiştir. Görüşmede bazı zorluklardan da bahsedilmiştir. Çiftçi dron gibi teknolojilerin maliyetinin yüksek olduğunu ve bu nedenle her üreticinin bu teknolojilere kolayca ulaşamadığını söylemiştir. Ayrıca bazı bürokratik izinlerin de süreci zorlaştırabildiğini ifade etmiştir. Son olarak çiftçi tarımın geleceğinde teknolojinin daha fazla kullanılacağını düşündüğünü ve ileride birçok çiftçinin bu tür teknolojilerden yararlanacağını belirtmiştir.

Girişimci Bulguları

Girişimci, agro-teknoloji alanında çalışacak uzmanların hem teknoloji hem de tarım bilgisine sahip olması gerektiği belirtmiştir. Girişimci, bu alanda çalışan kişilerin yalnızca yazılım veya bilgisayar bilgisiyle değil, aynı zamanda tarla koşullarını ve üretim süreçlerini de anlamaları gerektiğini ifade etmiştir (Tablo 7). Ayrıca dron teknolojileri, sensörler ve veri analizi gibi teknik bilgilerin bu meslek için önemli olduğu belirtilmiştir. Girişimciye göre çiftçiler genellikle yeni teknolojilere başlangıçta temkinli yaklaşmaktadır. Ancak küçük denemeler yapıldığında ve olumlu sonuçlar görüldüğünde çiftçilerin bu teknolojileri daha kolay kabul etmeye başladıkları ifade edilmiştir. Bir çiftçinin teknoloji kullanmaya başlamasının diğer çiftçiler üzerinde de merak uyandırdığı ve teknolojinin bu şekilde yayılabildiği belirtilmiştir.

Tablo 7: Girişimci Görüşmesine İlişkin Tema, Kod ve Alıntılar

Tema	Kod	Girişimci İfadesi
Uzman becerileri	Disiplinlerarası bilgi gerekliliği	“Agro-teknoloji uzmanı sadece yazılım bilen biri olmamalı, tarımı da anlamalı.”
	Teknik teknoloji bilgisi	“Dron teknolojileri, görüntü işleme ve sensör verisi analizi bu işin temelini oluşturuyor.”
	Saha deneyimi gerekliliği	“Sadece kod yazmak yeterli değil, ayağın çamura değmesi gerekiyor.”
	Pratik öğrenme	“Tarımı sahada görmeden bu işi yapmak zor.”
	Sertifika ve uygulama deneyimi	“Biz işe alırken dron sertifikası ve sahada çalışma deneyimi olan kişilere bakıyoruz.”
Paydaş bakışı	Teknolojiye direnç	“Başta çiftçiler teknolojiyi pek kabul etmiyor.”
	Geleneksel alışkanlık direnci	“Ben kendi babamı bile iki yıl ikna edemedim.”
	Deneyimle ikna	“Önce küçük bir deneme yapıyoruz, sonuçları görünce ikna oluyorlar.”
	Sosyal yayılım	“Bir çiftçi kullandıkça diğerleri de merak edip denemeye başlıyor.”
	Ekonomik fayda odaklı kabul	“Çiftçi için en önemli şey maliyetin düşmesi ve verimin artması.”
Girişimcilik zorlukları	Veri eksikliği	“Yapay zeka geliştirmek için en büyük problem veri.”
	Veri kalitesi sorunu	“Tarımda veri toplamak zor ve veri kalitesi her zaman iyi olmuyor.”
	Finansman zorluğu	“Pandemi sonrası yatırım bulmak çok zorlaştı.”
	Yatırım eksikliği	“Melek yatırımcılar eskisi kadar kolay yatırım yapmıyor.”
	Sabır gereksinimi	“Girişimcilikte sabırlı olmak gerekiyor, hemen sonuç alınmıyor.”
	Dayanıklılık	“Pes etmeden devam etmek gerekiyor.”
Gelecek eğilimleri	Otonom tarım teknolojileri	“Tarımda otonom sistemler ve robotlar daha fazla kullanılacak.”
	Dron teknolojisinin yayılması	“Dron tabanlı sistemler gelecekte daha da yaygınlaşacak.”
	Kaynak yönetimi teknolojileri	“Su yönetimi ve kaynak tasarrufu gelecekte çok daha önemli olacak.”
	Sürdürülebilir tarım	“İklim değişikliği nedeniyle tarım teknolojileri daha kritik hale geliyor.”

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Bu alanda çalışırken bazı zorluklarla karşılaştığını belirtmiştir. Özellikle YZ sistemleri geliştirmek için gerekli olan verilerin yeterli olmaması önemli bir sorun olarak belirtilmiştir. Ayrıca tarım teknolojisi girişimlerinde yatırım bulmanın zor olduğu ve finansman konusunda çeşitli güçlükler yaşanabildiği ifade edilmiştir. Girişimci, gelecekte tarımda otonom sistemlerin, dron teknolojilerinin ve veri temelli uygulamaların daha fazla kullanılacağını söylemiştir. Ayrıca su yönetimi ve kaynak tasarrufu gibi konuların gelecekte tarım için daha önemli hale geleceğini belirtmiştir.

Akademisyen Bulguları

Akademisyen hassas tarımda YZ uzmanlığının ziraat mühendisliğinin yerine geçen bir meslek olmadığı, daha çok ziraat mühendislerine destek olan bir uzmanlık alanı olduğunu ifade etmiştir (Tablo 8). YZ sistemlerinin veri toplama, veri analizi ve karar alma süreçlerini hızlandırdığı ve bu sayede tarımsal üretimde daha veriye dayalı kararlar alınabildiği belirtilmiştir. Bu alanda çalışmak isteyen kişilerin güçlü teknik becerilere sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Özellikle veri madenciliği, makine öğrenmesi, algoritma bilgisi ve Python gibi programlama dillerini bilmenin önemli olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanında tarımsal üretim süreçlerini anlayabilecek düzeyde alan bilgisinin de gerekli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca sensörlerden veya farklı kaynaklardan gelen verilerin doğru yorumlanabilmesi için tarım bilgisinin önemli olduğu dile getirilmiştir. Bu mesleğin disiplinler arası bir yapıya sahip olduğunu ve bilgisayar mühendisleri ile ziraat mühendislerinin birlikte çalışmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Teknik uzmanların algoritmaları geliştirdiğini, ziraat

mühendislerinin ise bu verileri tarımsal üretim açısından anlamlandırdığını ifade etmiştir. Bu nedenle iletişim ve birlikte çalışma kültürünün bu alanda önemli olduğu dile getirilmiştir.

Tablo 8: Akademisyen Görüşmesine İlişkin Tema, Kod ve Alıntılar

Tema	Kod	Akademisyen İfadesi
Mesleğin Tanımı ve Rolü	Tamamlayıcı meslek rolü	“Yapay zeka uzmanını ziraat mühendisinin yerine koymak doğru değil, birlikte çalışan bir sistem olarak düşünmek gerekir.”
	İş bölümü ve uzmanlık paylaşımı	“Ziraat mühendisi sistemi tasarlar, yapay zeka uzmanı ise veriyi analiz ederek süreci hızlandırır.”
Mesleki Beceriler	Teknik uzmanlık gereksinimi	“Yapay zeka uzmanının teknik anlamda çok iyi olması gerekir; veri madenciliği, makine öğrenmesi gibi konulara hâkim olmalıdır.”
	Programlama ve veri analizi bilgisi	“Python gibi programlama dillerini ve veri analiz yöntemlerini bilmek önemli.”
	Tarımsal bağlam bilgisi	“Teknik bilgi tek başına yeterli değildir; tarımın nasıl işlediğini de anlamak gerekir.”
	Veri Okuryazarlığı	“Veri tek başına bir anlam ifade etmez; onu yorumlayabilecek alan bilgisi gerekir.”
Çalışma Kültürü	Disiplinlerarası işbirliği	“Bilgisayar mühendisleri ve ziraat mühendisleri birlikte çalışmalı.”
	İletişim ve koordinasyon becerisi	“Teknik ekip ile saha uzmanları arasında doğru iletişim kurulması gerekir.”
Yapısal Engeller	Veri eksikliği	“Türkiye’de en büyük sorun veridir; tarımda büyük ve kaliteli veri bulmak kolay değil.”
	Veri entegrasyonu sorunu	“Veriler farklı kaynaklarda ve birbirleriyle entegre değil.”
	Küçük ölçekli tarım yapısı	“Türkiye’de işletmeler küçük ölçekli olduğu için teknolojik yatırım yapmak zor.”
	Dijital altyapı eksikliği	“Kırsal bölgelerde internet altyapısı yeterli değil.”
	Dijital okuryazarlık sorunu	“Çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeyi düşük olabiliyor.”
	Nesil yenilenmesi ihtiyacı	“Tarımda yaş ortalaması yüksek; gençlerin sektöre girmesi önemli.”
Teknolojik Katma Değer	Erken uyarı ve verim artışı	“Yapay zeka sayesinde hastalıklar erken tespit edilerek verim artırılabilir.”
	Girdi optimizasyonu	“Su, gübre ve ilaç kullanımını azaltarak maliyetleri düşürmek mümkün.”
	Verim tahmini ve piyasa analizi	“Verim tahmini sayesinde fiyat ve rekabet stratejileri geliştirilebilir.”
Yaygınlaşma Stratejileri	Kurumsal aracılık	“Kooperatifler veya hizmet sağlayıcılar bu teknolojilerin yaygınlaşmasında önemli rol oynayabilir.”
	Hizmet modeli gereksinimi	“Çiftçilerin tek başına bu teknolojileri kullanması zor, destek mekanizmaları gerekir.”

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye’de YZ destekli tarım uygulamalarının yaygınlaşmasının önünde bazı engeller olduğu da görüşmede belirtilmiştir. En büyük sorunlardan birinin tarım alanında yeterli ve kaliteli veri bulunmaması olduğu ifade edilmiştir. Bunun dışında tarım işletmelerinin küçük ölçekli olması, kırsal bölgelerde internet altyapısının yetersiz olması ve çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeyinin düşük olması da diğer önemli sorunlar arasında gösterilmiştir. YZ uygulamalarının tarımsal üretime sağlayabileceği faydalar da dile getirilmiştir. Özellikle hastalıkların erken tespit edilmesi, verim tahminlerinin yapılması ve erken uyarı sistemlerinin kullanılması sayesinde hem verimin artırılabilmesi hem de su, gübre ve ilaç kullanımının azaltılabileceği ifade edilmiştir. Bu durumun hem çiftçilere hem de ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir. Akademisyen, çiftçilerin bu teknolojileri doğrudan kullanmasının her zaman kolay olmayabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle agro-teknoloji uzmanlarının veya ilgili kurumların çiftçiler ile teknoloji arasında bir köprü görevi görebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca kooperatifler veya hizmet sağlayıcı kurumların bu süreçte önemli rol oynayabileceği dile getirilmiştir.

Yerel Kamu Yetkilisi Tarım Danışmanı Bulguları

Yerel tarım danışmanı ile yapılan görüşmede kurumda çiftçilerden alınan toprak ve bitki numunelerinin analiz edildiği belirtilmiştir. Bu analizler sonucunda toprakta hangi besin maddelerinin eksik olduğu belirlenmekte ve çiftçilere buna göre gübreleme önerileri verilmektedir. Çiftçilerin getirdiği numunelerin aynı zamanda bölgedeki tarım toprakları hakkında veri oluşturduğu da ifade edilmiştir. Karadeniz bölgesindeki birçok toprağa ait verinin kurumda bulunduğu belirtilmiştir. Yerel kamu yetkilisine göre bazı çiftçiler yeni teknolojilere başlangıçta temkinli yaklaşabilmektedir. Ancak verim düşüşü yaşandığında veya somut sonuçlar görüldüğünde çiftçiler yeni yöntemleri denemeye daha açık hale gelmektedir. Ayrıca analiz sonuçlarına göre verilen gübre tavsiyelerinin çiftçiler tarafından uygulandığı ifade edilmiştir.

Tarımda teknolojinin giderek daha önemli hale geldiği de görüşmede belirtilmiştir (Tablo 9). Özellikle su yönetimi, verimlilik ve üretim planlaması gibi konularda teknolojinin önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir. Tarımın sadece geleneksel yöntemlerle sürdürülmesinin zorlaştığı ve teknolojik yöntemlerin giderek daha fazla kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir.

Tablo 9: Kamu Yetkilisi Tarım Danışmanı Görüşmesine İlişkin Tema, Kod ve Alıntılar

Tema	Kod	Kamu Yetkilisi Tarım Danışmanı İfadesi
Tarımsal veri üretimi	Toprak analizi ve öneri sistemi	“Biz burada çiftçilerin topraklarını analiz ediyoruz ve hangi gübreyi kullanmaları gerektiğini söylüyoruz.”
	Analize dayalı karar	“Çiftçiler getirdikleri numunelerin analiz sonuçlarına göre gübreleme yapıyor.”
	Bölgesel veri altyapısı	“Karadeniz bölgesindeki toprakların büyük kısmıyla ilgili veriler elimizde bulunuyor.”
Çiftçi davranışı	Teknolojiye temkinli yaklaşım	“Çiftçiler yeni teknolojilere bazen şüpheyle yaklaşabiliyor.”
	İhtiyaç sonrası kabul	“Verim düşmeye başladığında çiftçiler yeni yöntemleri denemeye daha açık oluyor.”
	Bilimsel öneriye uyum	“Analiz sonuçlarına göre gübre tavsiyesi verdiğimizde çiftçiler bunu uyguluyor.”
Tarımda teknoloji algısı	Teknolojik dönüşüm	“Tarım artık sadece geleneksel yöntemlerle sürdürülemez.”
	Teknoloji zorunluluğu	“Su yönetimi ve verimlilik açısından teknoloji kullanımı giderek zorunlu hale geliyor.”
Kurumsal sistem	Bilginin sahaya aktarılması	“Araştırma enstitüleri veri üretir, biz bu bilgileri sahaya aktarıyoruz.”
	Yayın ve danışmanlık	“Kamu kurumları çiftçiye danışmanlık ve eğitim desteği sağlar.”
Tarımsal araştırma	Uluslararası iş birliği	“Biyolojik mücadele çalışmalarında uluslararası iş birlikleri yapıyoruz.”
	Biyolojik mücadele başarısı	“Samuray arısı üretiminde dünyada en iyi uygulamalardan birini yapıyoruz.”
	Çiftçi verisinin kullanımı	“Çiftçilerden gelen numuneler bölge tarımı hakkında önemli veri sağlıyor.”
Yaygınlaştırma sorunları	Teknoloji yayılımı sorunu	“Teknolojinin sahaya aktarılması bazen zaman alabiliyor.”
	Eğitim ihtiyacı	“Çiftçiye ulaşmak ve eğitim vermek önemli bir süreç.”
	Teknoloji eğitimi gereksinimi	“Yeni teknolojilerin uygulanması için eğitim ve destek gerekiyor.”

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Kurumların tarımdaki rolü hakkında da bilgiler verilmiştir. Araştırma enstitülerinin tarımsal veriler ürettiği, kamu kurumlarının ise bu bilgileri çiftçilere aktardığı ifade edilmiştir. Kamu kurumlarının aynı zamanda çiftçilere danışmanlık ve eğitim desteği sağladığı da belirtilmiştir. Ayrıca kurumda biyolojik mücadele ve çeşitli tarımsal araştırmaların yürütüldüğü ifade edilmiştir. Özellikle bazı zararlılarla mücadele konusunda uluslararası iş birlikleri yapıldığı ve bu çalışmaların farklı ülkeler tarafından da takip edildiği belirtilmiştir. Tarımsal teknolojilerin sahaya aktarılması sürecinde bazı zorluklar olduğu ifade edilmiştir. Çiftçilere yeni teknolojilerin tanıtılması ve uygulanması için eğitim çalışmalarının önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca teknolojinin yaygınlaşmasının zaman alan bir süreç olduğu da ifade edilmiştir.

Uluslararası iyi uygulama örnekleri bulguları

Hollanda

Hollanda dünya birincisi tarım üniversitesi Wageningen University & Research (WUR) ile küresel tarım teknoloji ihracatında ikinci sıradadır (Özer, 2021). Aynı zamanda dünyanın ilk 10 tarım gıda şirketinin üretim ve Ar-Ge operasyonlarına ev sahipliği yapmaktadır (Eyniyev, 2021). Bu üniversite tarım sektöründeki uzmanları çiftçi ve bahçıvanlarla birebir destekleyerek “NPPL” (Ulusal Hassas Tarım Deneme Bahçesi) projesi aracılığıyla konuma dayalı yabancı ot kontrolü ve hassas gübreleme gibi uygulamaların yaygınlaştırılmasında öncü rol üstlenmektedir (Konica Minolta, 2020). Ayrıca Hollandalı çiftçiler büyük veri analizlerini kullanarak dijital tarım dönüşümde başarılar elde etmiştir (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Hollandalı tarım teknolojisi uzmanları için yıllık maaşlar kıdemli uzmanlar düzeyinde 75.000 ile 95.000 Euro’yu aşmaktadır (Santosh, 2025). Bu uzmanların eğitim arka planı ise biyosistem mühendisliği, tarım teknolojisi veya veri bilimi ile tarım bilimini entegre eden disiplinlerarası alanlara dayanmaktadır. (NL, 2025)

Hollanda çiftçileri, tarlaları ekmek, ilaçlamak ve biçmek için YZ destekli robotlar ve akıllı ekipman kullanmaktadır. Seralarda dronlar hastalık tespiti için kullanılırken, toprak sensörleri ve uydu görüntüleme ise kaynak kullanımını kontrol etmektedir. YZ’nin Hollanda ekonomisine katkısı yıllık yaklaşık 45 milyar Euro olarak tahmin edilirken, girişim sermayecileri 2024 yılında Hollandalı girişimlere 3,5 milyar dolar yatırmıştır. Bu rakam 2023’e kıyasla 1,1 milyar dolar daha fazladır (Farmunaut, 2025). Hollanda hükümeti 2024’te AB üye devletleri arasında üretken YZ konusunda kapsamlı devlet çapında bir vizyon belgesi yayımlayan ilk ülkeler arasında yer almıştır. Yedi bölgesel YZ merkezi, işletmeler, hükümetler ve bilgi kurumları arasında iş birliğini güçlendirmeye devam etmektedir (OECD, 2025).

Sonuç olarak Hollanda seracılık ve robotik entegrasyonunda Avrupa lideri konumundadır. YZ özellikle su yönetimi ve sürdürülebilirlik odaklı kullanılmıştır. Örneğin TALOS Projesi ile armut bahçesinde otonom robotlar YZ ile hassas tarıma entegre edilmiştir. Güneş enerjisiyle çalışan robotlar, veri analiziyle toprağı analiz edip ve sürdürülebilirliği artırmaktadır (TALOS, 2025). Ayrıca YZ kontrollü seralar, sıcaklık ve nemi otomatik düzenleyerek kaynak kullanımını minimize ederken iklim değişikliğine karşı dayanıklılık sağlamaktadır (Omotayo vd., 2025).

Amerika Birleşik Devletleri

Küresel hassas tarım pazarı 2024'te yaklaşık 12 milyar dolara ulaşmıştır (Bayhan, 2025). Öngörülere göre %13'lük yıllık büyüme oranıyla 2034'te 43 milyar dolara işaret etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde tarım ve gıda bilimcilerinin ortalama yıllık ücreti Mayıs 2024'te 78000 dolar olup en yüksek %10'luk dilim yılda 140.000 doların üzerinde kazanmaktadır (Eagmark, 2025).

2023 itibarıyla ABD çiftlik ve çiftliklerinin yalnızca yüzde 27'si hassas tarım uygulamalarına geçmiş durumdadır (Eagmark, 2025). Buna karşın büyük ölçekli tarım işletmelerinin yüzde 70'i traktör ve biçerdöğerlerde otomatik yönlendirme sistemleri kullanmaktadır. Bu oran son yirmi yılda tek haneli rakamlardan artarak buraya gelmiştir (Eagmark, 2025). ABD tarım alanında YZ teknisyenleri, robotik mühendisleri ve hassas tarım uzmanlarına ihtiyaç duymaktadır (Bouchrika, 2026). İşgücü Piyasası İstatistikleri Bürosu, tarımsal bilgiyi teknik uzmanlıkla buluşturan hibrit profilli profesyonellere güçlü talep olacağını öngörmektedir. Dron kullanımı ve YZ sistem optimizasyonu gibi alanlarda uzmanlaşma her geçen gün artmaktadır.

MIT, Purdue ve Kaliforniya Davis Üniversitesi gibi araştırma üniversiteleri, özel sektör ortaklıklarıyla hassas tarım programları geliştirmektedir. Coğrafi bilgi sistemi haritalama, dron kullanımı ve agro-teknolojik veri yorumlama gibi alanlarda derinleşmek kariyer yolları açmaktadır. Ayrıca yazılım uygulamaları ve sensör teknolojilerinde yeterlilik kritik beceriler arasında yer almaktadır. YZ donanımlı kameralar gerçek zamanlı tarlalardaki hastalıkları ve zararlıları anında tespit etmektedir. Örneğin, Penn State'teki robotlar meyve bahçelerinde budama ve inceltme yaparken işgücü maliyetlerini yarı yarıya düşürmektedir (Murillo-Williams ve Ladlee, 2025). Ayrıca sürücüsüz otonom traktörler ve hasat makineleri YZ ile yakıt kullanımını %20-25 azaltmaktadır (USGA Office, 2024). Bazı firmalar veri toplama için YZ entegrasyonu ile hassas tarımı dönüştürmektedir (Gustin, 2026). Diğer taraftan YZ hava, toprak ve zararlı verilerini analiz ederek çiftçilere kişiselleştirilmiş tavsiyeler vererek sanal tarım danışmanlığı yapmaktadır (Dodd vd., 2025). Bu tür YZ'ler verimi %20-30 artırırken ve küçük çiftlikler için erişilebilir hale gelmektedir (Nuscher vd., 2024).

Türkiye

Dijital Tarım Mühendisi 2026 yılında Türkiye'nin en çok para kazandıran geleceğin meslekleri arasında gösterilmektedir (AB Proje Yönetimi, 2026). Türkiye'de uydu görüntüleme, dron teknolojisi, akıllı sulama sistemleri ve YZ destekli veri analizi yaygın olarak kullanılan başlıca akıllı tarım teknolojileri arasında yer almaktadır (Tutar vd., 2025). Tarım Bakanlığı'nın raporuna göre dron tabanlı analiz sistemleri üretim planlamasında verimlilik sağlamaktadır (Severoğlu, 2025).

Türkiye tarım alanındaki dijital dönüşümleri daha çok dronlar ile gerçekleştirmektedir. YZ'nin entegrasyonu henüz erken aşamdadır. Çünkü daha çok yerel verilere odaklanılmaktadır. Örneğin ayçiçeği tarlaları dron filoları ile izlenirken hastalıkları gerçek zamanlı tespit etmektedir (Growtech, 2025). Tarım ve Orman Bakanlığı'nın YZ entegreli mobil uygulaması, (Tarım Cebimde) üretim planlaması için tahmin modelleri kullanmaktadır. Çiftçiler QR kodlarla denetim geçmişine erişebilmektedir (Webtures, 2026). Ayrıca YZ modelleri çiftçilere karar verirken yardımcı olmaktan ve yerel toprak ve iklim verileriyle entegre edilerek verimi artırmaktadır (Webtures, 2026).

Telekomünikasyon altyapısının yetersizliği dijital tarım hizmetlerinin kesintisiz sunulmasını güçleştirmektedir. Mevcut akıllı tarım sistemlerinin bölgesel farklılıklar ve topoğrafik koşullara yeterince yerelleştirilmemiş olması ise teknolojilerin yerel ölçekte benimsenmesini sınırlamaktadır (Albar, 2025). Türkiye'deki ortalama tarımsal işletme büyüklüğü 5,9 hektar olup işletmelerin yüzde 94,1'i 20 hektarın altındadır. Bu parçalı yapı hassas tarım teknolojilerinin etkin biçimde yaygınlaştırılmasını zorlaştırmaktadır (SBB, 2025).

Tablo 10: Hollanda, ABD ve Türkiye'de Hassas Tarım YZ Uygulamalarının Karşılaştırılması

Kriter	Hollanda	ABD	Türkiye
Akademik Altyapı	Wageningen (Dünya 1.)	MIT, Purdue, UC Davis	Ege, ODTÜ, Çukurova
Kabul Düzeyi	Yüksek; Avrupa lideri, hükümet ve özel sektör entegrasyonu.	Çok yüksek; Büyük teknoloji firmaları öncülüğünde ölçekli kullanım.	Orta; Dijital dönüşüm hızlanıyor, ancak altyapı sınırlı.
Zorluklar ve Farklar	Yüksek teknoloji maliyeti, ancak yaygın erişim.	Veri gizliliği, büyük ölçekli tekel riski	Altyapı eksikliği, eğitim ihtiyacı
Uzman Maaşı	75000 ile 95000 Euro	78000 ile 140000 dolar	150000 – 250000 TL
Gelecek Potansiyeli	Sürdürülebilirlik odaklı genişleme.	Global liderlik, YZ erişilebilirliği artışı.	Yerel veri eğitilmiş YZ ile hızlı büyüme

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

SONUÇLAR

Tüm veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara göre araştırma sorularına ilişkin sonuçlar aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Hassas Tarımda YZ Uzmanlarının Sahip Olması Gereken Beceriler

Çalışmanın birinci araştırma sorusu olan hassas tarımda YZ uzmanlarının sahip olması gereken beceriler tüm paydaşlardan elde edilen bulgular ışığında gelecekte tarım sektöründe önemli bir meslek alanı olacağını göstermektedir (Tablo 11). Araştırma bulgularına göre bu meslek alanı teknik beceriler, tarımsal bilgi ve veri analizi yetkinliklerinin birlikte kullanılmasını gerektiren disiplinlerarası bir yapı göstermektedir. Bulgulara göre uzmanlar daha çok uygulama temelli becerileri vurgularken lise öğrencilerinin daha çok teknoloji odaklı ve teorik bir algıya sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Bu araştırma sonucuna göre bulgular gerçek meslek tanımı ile öğrencinin algısı arasında büyük bir fark olduğunu göstermektedir.

Tablo 11: Hassas tarımda YZ uzmanının becerilerine ilişkin paydaş görüşlerinin karşılaştırılması

Paydaş	Teknik beceriler	Tarımsal bilgi	Saha deneyimi	Veri okuryazarlığı	İletişim ve işbirliği
Çiftçi	Gerekli ama tek başına yeterli değil	Çok kritik	En önemli	Dolaylı	Çok önemli
Girişimci	Çok önemli (YZ, dron, veri)	Önemli	Çok önemli	Çok önemli	Önemli
Akademisyen	Temel gereklilik	Kritik	Gerekli	Kritik	Kritik
Tarım Danışmanı	Gerekli	Çok kritik	Çok önemli	Çok önemli	Çok önemli
Öğrenci	Yüksek farkındalık	Dolaylı farkındalık	Zayıf vurgu	Yüksek	Sınırlı vurgu
Sonuç	Tüm paydaşlar teknik beceriyi kabul ediyor	Teknik ile alan bilgisi birleşmeli	Öğrenciler bu boyutu yeterince kavrayamıyor	Öğrenciler teorik olarak farkında	Sosyal beceriler öğrencilerde zayıf

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tarımda dron, akıllı sulama sistemi ve YZ gibi teknolojilerin birleşmesi gençlerde bu mesleğin cazibe haline geleceği düşünülmektedir (Karahana vd., 2025). YZ algoritmalarının verimlilik artışı sağlaması somut çıktılarda bu meslek gurubunun önemli becerileri birlikte kullandığını göstermektedir (Ali vd., 2025). Aynı şekilde YZ tarımdaki verilerle birleştiğinde geleneksel yöntemlerin daha ilerisinde becerilere gereksinim duymaktadır (Aijaz vd. 2025). Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen veriler literatürde bu meslek için ayrı ayrı belirtilen gerekli becerilerin toplu şekilde özetlendiğini göstermektedir.

Tarım Paydaşların Bu Mesleğe Bakış Açısı

İkinci araştırma sorusuna ait bulgular incelendiğinde tarım sektöründeki tüm paydaşların teknolojinin bu mesleğe katkısını genel olarak olumlu gördükleri anlaşılmaktadır (Tablo 12). Ancak her paydaşın konuya bakış açısının farklı olduğu anlaşılmıştır. Çiftçiler genellikle yeni teknolojilere ilk başta şüpheyle yaklaşmakta, ancak teknolojiyi kullanıp faydasını gördükten sonra kabul etmektedir. Bu nedenle çiftçiler için teknolojiye güven daha çok deneyime dayalı olarak gelişmektedir. Girişimcinin ise bu mesleğe daha çok ekonomik ve pazar açısından baktığı görülmüştür. Girişimci için teknolojinin tarımda kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri maliyetleri azaltması ve verimi artırmasıdır. Bu nedenle girişimci tarım teknolojilerini bir pazar ve yatırım alanı olarak değerlendirmektedir. Akademisyenin bakış açısının daha çok bilimsel ve sistem odaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Akademisyen teknolojinin tarımda planlı ve sistemli bir şekilde kullanılması gerektiğini ve bunun tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlayabileceğini belirtmiştir. Yerel kamu tarım danışmanının görüşlerine göre ise teknoloji tarımda uygulama ve yaygınlaştırma açısından önemli bir araç olarak görülmektedir. Tarım danışmanı araştırma kurumlarında üretilen bilimsel bilgilerin ve teknolojilerin çiftçilere aktarılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca analizler, danışmanlık hizmetleri ve eğitim çalışmaları sayesinde çiftçilerin teknolojiyi daha bilinçli kullanmalarına katkı sağlandığı belirtilmiştir. Öğrencilerin ise bu mesleğe ve teknoloji kullanımına genel olarak olumlu baktıkları görülmüştür. Ancak öğrencilerin konu hakkındaki bilgileri daha çok teorik düzeyde kalmakta ve uygulama deneyimleri bulunmamaktadır.

Tablo 12: Tarım Paydaşlarının Hassas Tarımda YZ Uzmanlığına Yönelik Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Paydaş	İlk yaklaşım	Kabul süreci	Güven düzeyi	Ekonomik bakış	Genel tutum
Çiftçi	Şüphe	Deneyimle kabul	Koşullu	Çok önemli	Sonuç odaklı
Girişimci	Pazar zor	Uygulamayla ikna	Sonuç odaklı	Çok önemli	Girişimci
Akademisyen	Temkinli	Sistematik yayılım	Destek sistemi	Önemli	Sistemsel
Tarım Danışmanı	Temkinli ama çözüm odaklı	Eğitim ve danışmanlıkla kabul	Bilimsel veri ve analiz temelli	Verim ve kaynak yönetimi açısından önemli	Uygulama ve yaygınlaştırma odaklı
Öğrenci	Orta farkındalık	Olumlu tutum var	Hibrit yaklaşım	Maliyet azaltma farkındalığı var	Olumlu ama yüzeysel
Genel yorum	Başlangıçta belirsizlik	Öğrencilerde pratik deneyim sınırlı	YZ karar destek aracı	Ekonomik fayda ortak nokta	Öğrenciler daha idealist

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Genel olarak bakıldığında tüm paydaşlar teknolojinin tarımda önemli olduğunu kabul etmektedir. Ancak paydaşların teknolojiye yaklaşımı farklıdır. Çiftçiler teknolojiyi daha çok deneyimle, girişimciler ekonomik fırsat olarak, akademisyenler ise sistem ve araştırma açısından değerlendirmektedir. Öğrenciler ise teknolojiye olumlu bakmalarına rağmen bu alanda henüz yeterli deneyime sahip değildir. Bu durum, teknolojinin tarımda kabul edilmesi ile uygulamada kullanılmasının her zaman aynı düzeyde olmadığını göstermektedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar Karahan ve arkadaşlarının (2025) gerçekleştirdiği çalışmayla paralellik göstermektedir. Çünkü Türkiye’deki gençler ve toplum tarımın önemini ilişkin algıları yüksek olmasına rağmen bireysel kariyer tercihi olarak aynı ölçüde karşılık bulmamaktadır. Literatürde belirtildiği gibi kariyer farkındalığı ile kariyer kopukluğu söz konusudur. Aynı şekilde Çelik Kaysim (2024) çalışması sonucunda gençlerin tarım sektöründe dijital becerilerini kullanabileceği yeni nesil tarım ekosisteminin oluşturulması sonucu bu araştırmanın bulgularından olan teknik becerilerin alan bilgisi ile ilişkilendirilmesiyle paralellik göstermektedir. Fakat Başaranoğlu ve Yılmaz (2020) çalışmalarında belirttiği üzere sosyo-ekonomik koşulların iyileştirilmediği sürece gençlerin tarımsal mesleklere yönelimi hala sınırlı kalmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ele alınan paydaş görüşlerinin gelecekte derinlemesine çalışma gerçekleştirecek kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Uluslararası İyi Uygulama Örneklerini Türkiye ile Karşılaştırma

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında Hollanda ve Amerika Birleşik Devletleri’ndeki hassas tarım uygulamaları Türkiye ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bulgular bu iki ülkenin hassas tarım ve agro-teknoloji alanında daha gelişmiş bir ekosisteme sahip olduğunu göstermektedir. Hollanda’da WUR gibi dünya çapında araştırma merkezlerinin varlığı, üniversite-sanayi çiftçi işbirliğinin güçlü olması ve devlet politikalarının bu alanı desteklemesi teknolojilerin tarım sektörüne hızlı bir şekilde aktarılmasını sağlamaktadır. Ayrıca robotik sistemler, sensör teknolojileri ve veri temelli üretim modelleri yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri’nde ise büyük ölçekli tarım işletmeleri, güçlü teknoloji şirketleri ve araştırma üniversiteleri hassas tarım teknolojilerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. MIT, Purdue ve UC Davis gibi üniversitelerde geliştirilen araştırmalar özel sektörle birlikte yürütülmekte ve otonom traktörler, dronlar, sensör sistemleri ve YZ tabanlı karar destek sistemleri tarımda giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu durum tarımsal üretimde verim artışı ve maliyetlerin azaltılması açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Türkiye’de ise dijital tarım teknolojilerinin kullanımının son yıllarda hızla arttığı görülmektedir. Dron teknolojileri, akıllı sulama sistemleri ve uydu tabanlı izleme uygulamaları giderek daha yaygın hale gelmektedir. Ancak altyapı eksiklikleri, küçük ölçekli tarım işletmelerinin yaygın olması ve dijital okuryazarlık düzeyinin sınırlı olması gibi faktörler teknolojilerin yaygınlaşmasını zorlaştırabilmektedir. Bununla birlikte yerel veri temelli uygulamaların geliştirilmesi ve kamu kurumlarının yürüttüğü dijital tarım projeleri Türkiye’de agro-teknoloji alanının gelecekte hızlı bir gelişim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Akıllı tarımda gelişmeleri takip edip uygulayan ülkeler incelendiğinde, Bu ülkelerin ortak özellikler yüksek teknolojik altyapısını, Ar-Ge yatırımları ve birlikte çevre dostu tarım politikalarını başarıyla entegre etmiş olmalarıdır (Morkunas ve Volkov, 2023). Ayrıca Mizik (2021)’in belirttiği gibi akıllı tarımın herkese uygun bir reçetesinin olmadığı, uygulanan yöntemlerin ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeylerine ve coğrafi risklerine göre de farklılık gösterebileceği bilindiğinden ülkeler kendi durumlarına göre karar alması gerekmektedir.

Sonuç olarak Hollanda ve ABD’de hassas tarım uygulamalarının daha kurumsallaşmış ve yaygın bir yapıya sahip olduğu, Türkiye’de ise bu alanın gelişim sürecinde olduğu belirtilebilir. Ancak mevcut teknolojik

gelişmeler ve dijital tarım projeleri dikkate alındığında Türkiye'nin de agro-teknoloji alanında önemli bir büyüme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki bazı öneriler geliştirilmiştir.

Öncelikle öğrencilerin hassas tarımda YZ uzmanlığına yönelik farkındalıklarının orta düzeyde olduğu ancak bu alanı kariyer tercihi olarak düşünme eğilimlerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle lise düzeyinde öğrencilerin agro-teknoloji ve dijital tarım alanları hakkında bilgilendirilmesini sağlayacak mesleki tanıtım faaliyetlerinin artırılması önerilmektedir. Özellikle fen liseleri ve tarım meslek liselerinde YZ, veri analizi ve tarım teknolojilerini bir araya getiren uygulamalı etkinlikler düzenlenmesi öğrencilerin bu alanı daha yakından tanımlarına katkı sağlayabilir. Ayrıca bu çalışma fen lisesi öğrencileri ile yapıldığından başka örneklemdeki öğrencilerle yapılması da önerilmektedir.

İkinci olarak paydaş görüşmeleri sonucunda hassas tarımda YZ uzmanlarının yalnızca teknik bilgiye sahip olmasının yeterli olmadığı, aynı zamanda tarımsal üretim süreçlerini anlayabilecek alan bilgisine ve saha deneyimine sahip olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda üniversitelerde bilgisayar mühendisliği, ziraat mühendisliği ve veri bilimi alanlarını bir araya getiren disiplinlerarası eğitim programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Böylece agro-teknoloji alanında çalışacak uzmanların hem teknik hem de tarımsal bilgiye sahip olması sağlanabilecektir.

Araştırmada çiftçiler ve girişimciler tarafından teknolojilerin genellikle deneyim sonucunda kabul edildiği belirtilmiştir. Bu nedenle hassas tarım teknolojilerinin yaygınlaştırılması için uygulama tarlaları, pilot uygulamalar ve eğitim programları gibi uygulamaların artırılması önerilmektedir. Bu tür uygulamalar çiftçilerin yeni teknolojilerin faydalarını doğrudan gözlemlemelerine yardımcı olacaktır.

Uluslararası iyi uygulama örnekleri incelendiğinde Hollanda ve ABD'de üniversiteler, özel sektör ve kamu kurumları arasında güçlü iş birlikleri bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle Türkiye'de de tarım teknolojileri alanında üniversite-sanayi ve kamu işbirliklerinin güçlendirilmesi ve agro-teknoloji girişimlerinin desteklenmesi önerilmektedir.

Son olarak Türkiye'de hassas tarım teknolojilerinin yaygınlaşmasının önündeki önemli engellerden biri dijital altyapı ve veri eksikliğidir. Bu nedenle tarımsal veri altyapısının geliştirilmesi, çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeylerinin artırılması ve teknolojiye erişim imkanlarının genişletilmesi bu alanın gelişimi açısından önemli görülmektedir.

KAYNAKÇA

AB Proje Yönetimi. (2026). Bu meslekler ayda 250 bin TL'ye varan maaşlar kazandırıyor! İşte geleceğin meslekleri 2026 listesi. <https://www.abprojeyonetimi.com/bu-meslekler-ayda-250-bin-tlye-varan-maaslar-kazandiriyor-iste-gelecegin-meslekleri-2026-listesi/>

Abbas, A., Zhang, Z., Zheng, H., Alami, M. M., Alrefaei, A. F., Abbas, Q., ... & Zhou, L. (2023). Drones in plant disease assessment, efficient monitoring, and detection: a way forward to smart agriculture. *Agronomy*, 13(6), 1524.

Aijaz, N., Lan, H., Raza, T., Yaqub, M., Iqbal, R., & Pathan, M. S. (2025). Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability. *Journal of Agriculture and Food Research*, 20, 101762. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762>

Albar, B. Ö. (2025). Yapay zekâ destekli tarım teknolojilerinin tarım işçileri üzerinde sosyo ekonomik etkileri. *Turkuaz Uluslararası Sosyo-Ekonomik Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 255-269.

Ali, Z., Muhammad, A., Lee, N., Waqar, M., & Lee, S. W. (2025). Artificial intelligence for sustainable agriculture: A comprehensive review of AI-driven technologies in crop production. *Sustainability*, 17(5), 2281. <https://doi.org/10.3390/su17052281>

Bal, H. Çebi, Kutluay Tutar, F., Onat, Özlem, & Temiz, R. (2023). Türkiye'de kırsal kesimde genç istihdamına yönelik nitel bir araştırma. *Türk Kamu Yönetimi Dergisi*, 4(1). 237-247. <https://www.tujpa.com/index.php/journal/article/view/58>

Başaranoğlu, C., & Yılmaz, H. (2020). Genç Çiftçilerin Çiftçilik Yapma Eğilimlerinin ve Çiftçilik Özelliklerinin Belirlenmesi: Isparta İli Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26(1), 19-28. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.588735>

- Bayhan, N. (2025). Ss bitkilerinde akıllı ve hassas tarım teknolojilerinin kullanım alanları, karşılaşılan zorluklar ve sınırlılıklar üzerine sistematik bir derleme. Düzce Üniversitesi Ss ve Tıbbi Bitkiler Botanik Bahesi Dergisi, 4(2), 32-53. <https://izlik.org/JA38YC64PG>
- Bouchrika, I. (2026). AI, automation, and the future of agriculture degree careers. <https://research.com/advice/ai-automation-and-the-future-of-agriculture-degree-careers>
- Cravero, A., Sepúlveda, S., Gutiérrez, F., & Muñoz, L. (2026). From Precision Agriculture to Intelligent Agricultural Ecosystems: A Systematic Review of Machine Learning and Big Data Applications. *Agronomy*, 16(5), 516. <https://doi.org/10.3390/agronomy16050516>
- Creswell, J. W. (2021). A concise introduction to mixed methods research. SAGE.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE.
- elik Kaysim, Z. (2025). Tarımda srdrlebilir üretim için gen çiftçilerin yaşam memnuniyeti ve g etme eğilimini etkileyen faktörler: TRA2 ve TR61 blgesi araştırması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Dodd, E., Swanson, Z., & Welsh, C. (2025). AI & global food security: A focus on precision agriculture. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/ai-global-food-security-focus-precision-agriculture>
- Eagmark. (2025). Agriculture technology jobs that AI can't replace. <https://eagmark.net/news/agriculture-technology-jobs-that-ai-cant-replace>
- ECA (2024). European Court of Auditors. EU artificial intelligence ambition: Stronger governance and increased, more focused investment going forward are vital (Special Report 08/2024). https://www.consilium.europa.eu/media/31jkkbxi/2024_971-art-agriculture-02.pdf
- Eyniyev, Z. (2021). Hollanda'nın tarım sektöründeki uluslararası başarısının elmas modeli ile analizi (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- FAO. (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023: Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017en>
- Farmonaut. (2025). Agriculture in Netherlands: 7 innovations for 2025. <https://farmonaut.com/europe/agriculture-in-netherlands-7-innovations-for-2025>
- Growtech. (2025). Embracing the future: Precision agriculture's role in modern farming. <https://www.growtech.com.tr/en/agri-post/sectoral-news/precision-agriculture.html>
- Gustin, G. (2026). The farming industry has embraced “precision agriculture” and AI, but critics question its environmental benefits. Inside Climate News. <https://insideclimatenews.org/news/28022026/precision-agriculture-and-ai/>
- Karahan, A., Biricik, H. S., Fidan, F., & Karaca, İ. (2025). Tarımın geleceğinde gençlerin rolü. 18th International İstanbul Scientific Research Congress: Proceedings (Vol. 3, pp. 1215-1230). İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Derneği Yayınları.
- Karasar, N. (2012). Bilimsel araştırma yöntemi (24. bs.). Nobel Yayıncılık.
- Kasereka, S. K., Mbayandjambe, A. M., Bazie, I. G., Zeufack, H. F., Ocama, O. V., Hassan, E., ... & Tashev, T. (2026). From IoT to AIoT: evolving agricultural systems through intelligent connectivity in low-income countries. *Future Internet*, 18(2), 82.
- Katharria, A., Pant, M., Velásquez, J. D., Snšel, V., Rajwar, K., & Deep, K. (2026). Information fusion in smart agriculture: machine learning applications and future research directions. *Information Fusion*, 104040. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2025.104040>
- Kirmikil, M., & Ertaş, B. (2020). Tarım 4.0 ile srdrlebilir bir gelecek. *ICONTECH International Journal of Surveys, Engineering and Technology*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.46291/ICONTECHvol4iss1pp1-12>
- Konica Minolta. (2020). Digital agriculture: How Dutch farmers use precision farming for floriculture. Konica Minolta Rethink Work Blog. <https://www.konicaminolta.eu/eu-en/rethink-work-blog/business/digital-agriculture-how-dutch-farmers-use-precision-farming-for-floriculture>

- Liu, J., Jiang, W., Han, H., He, M., & Gu, W. (2023, September). Satellite internet of things for smart agriculture applications: A case study of computer vision. In 2023 20th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON) (pp. 66-71). IEEE.
- Mizik, T. (2021). Climate-smart agriculture on small-scale farms: A systematic literature review. *Agronomy*, 11, 1096. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061096>
- Morkunas, M., & Volkov, A. (2023). The progress of the development of a climate-smart agriculture in Europe: is there cohesion in the European Union?. *Environmental Management*, 71(6), 1111-1127. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01782-w>
- Murillo-Williams, A., & Ladlee, J. R. (2025). Integrating AI into precision agriculture practices. *Strip-Till Farmer*. <https://www.stripstillfarmer.com/articles/5973-integrating-ai-into-precision-agriculture-practices>
- Nimmala, S., Ramchander, M., Mahendar, M., Manasa, P., Kiran, M. A., & Rambabu, B. (2024, May). A recent survey on AI enabled practices for smart agriculture. In 2024 International Conference on Intelligent Systems for Cybersecurity (ISCS) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCS61804.2024.10581009>
- NL. (2025). The Dutch AI & data science landscape. <https://www.welcome-to-nl.nl/dutch-ai-data-science-landscape>
- Nuscheler, D., Fiocco, D., Prabhala, P., Perdur, R. S. M., Brennan, T., & Gautam, Y. (2024). From bytes to bushels: How gen AI can shape the future of agriculture. <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/from-bytes-to-bushels-how-gen-ai-can-shape-the-future-of-agriculture>
- OECD (2026), Progress in Implementing the European Union Coordinated Plan on Artificial Intelligence (Volume 2): Uptake in High-Impact Sectors, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3ac96d41-en>
- OECD. (2025). Progress in implementing the European Union coordinated plan on artificial intelligence (Volume 1): Member states' actions – Netherlands country note. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/10/progress-in-implementing-the-european-union-coordinated-plan-on-artificial-intelligence-volume-1-country-notes_b0385317/netherlands_869fc0a6/1adec1d4-en.pdf
- OECD. (2025). Progress in implementing the European Union coordinated plan on artificial intelligence (Volume 1): Member states' actions – Netherlands country note. OECD Publishing, Paris, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/10/progress-in-implementing-the-european-union-coordinated-plan-on-artificial-intelligence-volume-1-country-notes_b0385317/netherlands_869fc0a6/1adec1d4-en.pdf
- Omotayo, A. O., Adediran, S. A., Omotoso, A. B., Olagunju, K. O., & Omotayo, O. P. (2025). Artificial intelligence in agriculture: ethics, impact possibilities, and pathways for policy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 239, 110927.
- Özer, G. (2021). Hollanda'nın tarımdaki yapısal dönüşümü ve bu dönüşümün uluslararası ticaretine yansımaları. *Journal of Life Economics*, 8(1), 69-79.
- Santosh, B. (2025). Hire agricultural technology specialist in Netherlands: The complete guide for global employers. *Asanify*. <https://asanify.com/blog/hiring-in-netherlands/hire-agricultural-technology-specialist-in-netherlands-2025/>
- SBB (2025). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Tarımda teknoloji kullanımı özel ihtisas komisyonu raporu. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Tarimda-Teknoloji-Kullanimi-Ozel-Ihtisas-Komiyonu-Raporu_01082025.pdf
- Severoğlu, S. (2025). Tarla Bitkilerinde Kullanılan Akıllı Tarım Teknolojileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 12(3), 348-364.
- Shafik, W. (2024). Barriers to implementing computational intelligence-based agriculture system. In *Computational intelligence in internet of agricultural things* (pp. 193-219). Cham: Springer Nature Switzerland.
- TALOS. (2025). Robotics and precision farming: The TALOS approach to next-generation agriculture. <https://talosproject.eu/news/robotics-and-precision-farming-the-talos-approach-to-next-generation-agriculture/>

Toraman, S. (2021). Karma yöntemler araştırması: Kısa tarihi, tanımı, bakış açıları ve temel kavramlar, Mixed methods research: A brief history, definitions, perspectives, and key elements. Nitel Sosyal Bilimler, 3(1), 1-29.

Tutar, F. K., Abukalloub, A., & Çat, M. (2025). Geleneksel tarımdan akıllı tarım uygulamalarına dönüşüm süreci: Türkiye örneği. MTÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 5(1), 46-62.

U.S. Government Accountability Office. (2024). Precision agriculture: Benefits and challenges for technology adoption and use (GAO-24-105962). <https://www.gao.gov/products/gao-24-105962>

Webtures. (2026). Tarım ve gıda teknolojilerinde yapay zeka entegrasyonu. <https://www.webtures.com/insights/tarim-ve-gida-teknolojilerinde-yapay-zeka-entegrasyonu/>

Yazıcı, A. M., Öztürk, M., Bayram, V., & Dogan, M. (2025). Artificial Intelligence in Agriculture: A Pathway to Improved Environmental Outcomes?. Sustainable Development, 1-11. <https://doi.org/10.1002/sd.70529>.

Yousaf, A., Kayvanfar, V., Mazzoni, A., & Elomri, A. (2023). Artificial intelligence-based decision support systems in smart agriculture: Bibliometric analysis for operational insights and future directions. Frontiers in Sustainable Food Systems, 6, 1053921.

Yu, S., Liu, X., Tan, Q., Wang, Z., & Zhang, B. (2024). Sensors, systems and algorithms of 3D reconstruction for smart agriculture and precision farming: A review. Computers and Electronics in Agriculture, 224, 109229.

Zhou, J., ve Chen, F. (2023). Artificial Intelligence in Agriculture. In: Zhang, Q. (Ed) Encyclopedia of smart agriculture technologies. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89123-7_183-2

Ek1: Hassas Tarımda Yapay Zeka Uzmanlığı: Öğrenci Farkındalık Anketi

Verdiğiniz yanıtlar sadece bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Katılımınız için teşekkürler.

Agro-teknoloji tarım sektöründeki verimliliği, sürdürülebilirliği ve kârlılığı artırmak için kullanılan tüm teknolojik araçları ve uygulamaları kapsamaktadır. Sürdürülebilir tarımın hedeflerine ulaşmasında kilit rol oynamaktadır. Agro teknoloji temelde 4 farklı ama birbiriyle ilişkilendirilebilen alanı kullanmaktadır. Bunlar hassas tarım, otomasyon ve robotik, büyük veri ve yapay zeka, kapalı ortam tarımıdır.

Sınıf Seviyesi: () 9. Sınıf () 10. Sınıf () 11. Sınıf () 12. Sınıf

Gelecekte sayısal tabanlı (mühendislik, yazılım, tıp, fen bilimleri vb.) bir kariyer hedefliyor musunuz? () Evet () Hayır () Kararsızım

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
“Agro-teknoloji” veya “Akıllı Tarım” kavramlarını daha önce duydum.	1	2	3	4	5
Yapay zekanın tarımsal verimliliği (ilaçlama, sulama, hasat tahmini) artırabileceğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
Tarım sektörünü, teknoloji ile birleştğinde “prestijli ve havalı” bir çalışma alanı olarak görüyorum.	1	2	3	4	5
Gelecekte gıda krizini önlemek için en önemli mesleklerin agro-teknoloji alanından çıkacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Üniversite tercihlerimde hem yazılım yapay zeka hem de biyoloji ziraat içeren disiplinler arası bir bölümü tercih edebilirim.	1	2	3	4	5

Sizce bir “Hassa Tarımda Yapay Zeka Uzmanı”, tarladaki bir çiftçinin hayatını en çok hangi noktada kolaylaştırabilir?

.....

Yapay zeka ile yönetilen otonom bir traktör mü, yoksa 40 yıllık tecrübesi olan bir çiftçi mi daha doğru karar verir? Neden?

.....

Bu mesleği (Hassas Tarımda Yapay Zeka Uzmanlığı) seçmenizin önündeki en büyük engel ne olabilir? (Örneğin: Bilgi eksikliği, gelecek kaygısı, aile baskısı, teknik zorluk vb.)

Ek2. Ziraat Mühendisliği Akademisyeni Mülakat Soruları

Soru 1: Hocam, “Hassas Tarımda Yapay Zeka Uzmanı” kavramını geleneksel ziraat mühendisliğinden ayıran temel farklar nelerdir? Bu mesleği geleceğin mesleği yapan temel özellik sizce nedir?

Soru 2: Bu alanda uzmanlaşmak isteyen bir gencin “olmazsa olmaz” dediğiniz teknik becerileri (yazılım, veri analizi, sensör teknolojileri vb.) ve temel biyolojik bilgi birikimi ne düzeyde olmalıdır? Hangisi daha önceliklidir?

Soru 3: Disiplinler arası bir çalışma (bilgisayar mühendisliği ve ziraatın birleşimi) bu mesleğin kalbinde mi yer alıyor? Bu iki farklı disiplin nasıl bir sentez oluşturuyor?

Soru 4: Türkiye’deki tarım arazilerinin parçalı yapısı ve geleneksel yöntemlerin baskınlığı düşünüldüğünde, yapay zeka destekli tarım uygulamalarının ülkemizde yaygınlaşmasının önündeki en büyük engel sizce nedir?

Soru 5: Özellikle Samsun ve Karadeniz bölgesindeki tarımsal yapıyı (örneğin fındık, çay tarımı) düşündüğümüzde, yapay zekanın “hastalık tahmini” veya “verim projeksiyonu” gibi alanlarda kullanılması yerel ekonomiye nasıl bir katma değer sağlar?

Soru 6: Çiftçilerimizin dijital okuryazarlığı bu teknolojileri kullanmak için yeterli mi, yoksa “Agro-Teknoloji Uzmanları” çiftçi ile teknoloji arasında bir köprü mü olmalı?

Soru 7: Hollanda (Wageningen örneği) gibi ülkelerin tarımda teknoloji kullanımındaki başarısını Türkiye ile kıyasladığımızda, eğitim sistemi açısından neleri örnek almalıyız?

Soru 8: Yapay zeka destekli hassas tarım, BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları’ndan olan “Sıfır Açlık” ve “Sorumlu Üretim” hedeflerine nasıl hizmet ediyor? Kaynak (su, gübre, ilaç) tasarrufunda yapay zekanın rolü nedir?

Soru 9: Şu an lise seviyesinde olan ve bu alana ilgi duyan öğrencilere, üniversite tercihlerinde veya kendilerini geliştirmede ne gibi tavsiyelerde bulunursunuz?

Ek3. Agro-Teknoloji Girişimcisi Mülakat Soruları

Soru 1: Geliştirdiğiniz yapay zeka çözümü tarlada tam olarak hangi “sorunu” çözüyor? (Örneğin gereksiz ilaçlamayı mı önüyor, hasat zamanını mı tahmin ediyor?)

Soru 2: Bir yapay zeka algoritmasını tarladan gelen ham veriyle (uydu, dron veya sensör verisi) beslerken karşılaştığınız en büyük teknik zorluk nedir? Verinin kalitesi mi yoksa internet altyapısı mı?

Soru 3: Yazılım dünyasındaki “hızlı hata yap ve öğren” kültürü, tarım gibi hatanın bir yıllık emeğe mal olabileceği bir sektörle nasıl uyuyor?

Soru 4: Şirketinize yeni bir “Agro-Teknoloji Uzmanı” alacak olsanız, özgeçmişinde hangi projeleri veya sertifikaları görmek istersiniz?

Soru 5: Sadece iyi kod yazmak yeterli mi, yoksa bu uzmanın “ayağının çamura değmesi” (tarımsal süreçleri bizzat görmesi) şart mı?

Soru 6: Bu mesleğin günlük rutini nasıldır? Zamanınızın ne kadarı ofiste kod başında, ne kadarı arazide test yaparak geçiyor?

Soru 7: Türkiye’de tarım teknolojileri üzerine bir start-up kurmanın en avantajlı ve en dezavantajlı yanları nelerdir?

Soru 8: Çiftçileri geleneksel yöntemlerinden vazgeçirip sizin yapay zeka destekli çözümünüzü kullanmaya nasıl ikna ediyorsunuz? “Teknoloji satmak” ile “tarımsal çözüm satmak” arasındaki fark nedir?

Soru 9: Sizce önümüzdeki 5 yıl içinde Türkiye’de hangi agro-teknoloji alanı (robotik, karar destek sistemleri, otonom araçlar vb.) en büyük yatırımı alacak?

Ek4. Yerel Kamu Yetkilisi Tarım Danışmanı Mülakat Soruları

Soru 1: Samsun bölgesindeki çiftçilerin teknolojiye bakışı nasıl? Yapay zeka destekli bir sistem (örneğin hastalık tahmin uyarısı) önerdiğinizde gelen tepkiler genellikle “merak” mı yoksa “şüphe” mi oluyor?

Soru 2: Geleneksel tarım yöntemlerinden vazgeçmek istemeyen bir çiftçiye, yapay zekanın getireceği verim artışını nasıl anlatıyorsunuz? Elinizde somut başarı hikayeleri veya yerel örnekler var mı?

Soru 3: Karadeniz'in nemli ikliminde fındık veya çeltik tarımı yapan bir üretici için "hassas tarımda yapay zeka", maliyetli bir lüks müdür yoksa hayatta kalmak için bir zorunluluk mu?

Soru 4: Samsun özelinde, yapay zekanın en acil çözüm sunabileceği tarımsal sorun nedir? (Örneğin Fındıkta "külleme" hastalığının önceden tahmini, gübreleme zamanlaması, su yönetimi vb.)

Soru 5: Bölgemizdeki arazilerin parçalı ve engebeli olması, otonom araçların veya büyük sensör ağlarının kullanımını kısıtlıyor mu? Yapay zeka bu fiziksel zorlukları nasıl aşabilir?

Soru 6: Devletin veya yerel yönetimlerin, "Agro-Teknoloji Uzmanı" gibi yeni nesil meslek kollarını destekleyen hibe, teşvik veya eğitim programları var mı?

Soru 7: Bir ziraat mühendisi adayı, sadece diplomayla mı sahaya inmeli yoksa kamu kurumları artık dijital yetkinliği (dron kullanımı, veri analizi vb.) bir ön şart olarak mı görmeye başladı?

Soru 8: Gelecekte Samsun'un köylerinde "teknoloji danışma merkezleri" gibi, uzmanların çiftçilere dijital reçeteler yazdığı bir yapı öngörüyor musunuz?

Ek5. Çiftçi Mülakat Soruları

Soru 1: "Hassas Tarım" veya "Akıllı Tarım" dendiğinde aklınıza ne geliyor? Tarlanızda şu an kullandığınız herhangi bir dijital araç (otomatik sulama, mobil hava durumu takibi gibi) var mı?

Soru 2: Televizyonda veya internette kendi kendine giden traktörleri veya bitkideki hastalığı şak diye bulan dronları gördüğünüzde ne hissediyorsunuz? "Bu benim işimi kolaylaştırır" mı diyorsunuz yoksa "Bize gelmez" mi?

Soru 3: Diyelim ki genç bir "Agro-Teknoloji Uzmanı" geldi ve elindeki tablete bakarak, sizin tecrübenizin aksine "Bugün değil, 3 gün sonra ilaçlama yapmalısın" dedi. Bilgisayara mı güvenirsiniz yoksa kendi tecrübenize mi? Neden?

Soru 4: Yapay zekanın, sizin göremediğiniz bir hastalığı henüz bitki sararmadan fark edebileceğine inanıyor musunuz?

Soru 5: Tarlada sizi en çok yoran veya "Keşke bir çaresi olsa" dediğiniz şey nedir? (Örneğin Yanlış gübreleme maliyeti, gece don nöbeti, hastalıklarla mücadele...) Sizce teknoloji burada devreye girebilir mi?

Soru 6: Eğer bu teknolojiler (sensörler, yapay zeka yazılımları) gübre ve ilaç maliyetinizi %30 düşürecek olsa, bu sistemleri öğrenmek için vakit ayırır mısınız?

Soru 7: Çocuklarınızın veya torunlarınızın tarımla uğraşmasını istiyor musunuz? Eğer tarım, bilgisayar başında yönetilen yüksek teknoloji bir meslek olsaydı, onların bu işi yapmasına daha sıcak bakar mıydınız?

Soru 8: Size göre bir "Tarım Teknoloji Uzmanı" sadece bilgisayar mı bilmeli, yoksa tarlanın çamuruna basıp sizin dilinizden de anlamalı mı?