

Dijitalleşmenin Tarımsal Yapı Üzerindeki Etkileri: Türkiye Odaklı ve AB Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

* Tuba İşleyen , Atilla Keskin 

Özet

Bu çalışma, tarımda dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerini Türkiye odaklı ve Avrupa Birliği (AB) ile karşılaştırmalı bir perspektiften incelemektedir. Hassas tarım, akıllı tarım, Tarım 4.0, yapay zekâ ve bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) gibi dijital uygulamaların; üretim teknikleri, maliyet-kârlılık yapısı, ölçek dinamikleri, kırsal istihdam ve sosyal eşitsizlikler üzerinde çok boyutlu bir dönüşüm yarattığı kabul edilmektedir. Ancak bu dönüşümün niteliği, ülkelerin tarımsal yapı özellikleri, kurumsal kapasiteleri ve politika tercihleri arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Çalışmada yöntem olarak yapılandırılmış anlatımsal literatür derlemesi yaklaşımı benimsenmiş; Türkiye ve AB odaklı seçilmiş akademik çalışmalar, uluslararası raporlar ve ulusal politika belgeleri tematik olarak analiz edilmiştir. Türkiye’de dijital tarım uygulamalarının özellikle sulama yönetimi, akıllı sera, drone kullanımı, ürün izleme ve ICT temelli çözümler etrafında geliştiği; ancak bu teknolojilerin büyük ölçüde büyük ölçekli ve sermaye yoğun işletmeler tarafından benimsendiği görülmektedir. AB’de ise dijitalleşme, Ortak Tarım Politikası, kırsal kalkınma fonları, kooperatif yapıları ve veri yönetişimi çerçeveleriyle daha kurumsallaşmış ve nispeten kapsayıcı bir süreç olarak ilerlemektedir. Bulgular, dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerinin teknolojinin kendisinden ziyade; işletme ölçeği, arazi yapısı, dijital altyapı, eğitim düzeyi, finansman imkânları ve veri yönetişimine ilişkin politika tercihleri tarafından belirlendiğini göstermektedir. Bu çerçevede çalışma, Türkiye için kırsal dijital altyapının hedefli güçlendirilmesi, kooperatif ve ortak kullanım temelli dijital modellerin yaygınlaştırılması, dijital beceri ve veri okuryazarlığını içeren yayım programlarının geliştirilmesi ve üretici lehine bir veri yönetişimi çerçevesinin oluşturulmasına yönelik somut politika önerileri sunmaktadır.

Keywords: Dijital Tarım, Tarım 4.0, Hassas Tarım, Türk Tarımı, Avrupa Birliği, Tarımsal Yapı

Atf için İşleyen, T, Keskin, A (2026). Dijitalleşmenin Tarımsal Yapı Üzerindeki Etkileri: Türkiye Odaklı ve AB Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme Eurasian Journal of Agricultural Economics 6 (1), 20-33.

Received: 15.01.2026

Accepted: 16.03.2026

Published Online: 20.04.2026

The Impacts of Digitalization on Agricultural Structure: A Türkiye-Focused and EU Comparative Assessment

Abstract

This study examines the effects of digitalization in agriculture on agricultural structure from a Turkey-focused and comparative perspective with the European Union (EU). Digital technologies such as precision agriculture, smart farming, Agriculture 4.0, artificial intelligence and information and communication technologies (ICT) are widely recognized as generating a multidimensional transformation in production techniques, cost-profitability structures, scale dynamics, rural employment and social inequalities. However, the nature and outcomes of this transformation differ significantly across countries depending on their structural characteristics, institutional capacities and policy choices. A structured narrative literature review approach was adopted. Selected academic studies, international reports and national policy documents focusing on Turkey and the EU were analyzed thematically. The findings indicate that digital agriculture applications in Turkey have developed particularly in the fields of irrigation management, smart greenhouses, the use of drones, product monitoring and ICT-based solutions. Yet these technologies are predominantly adopted by large-scale and capital-intensive farms. In the EU, digitalization is more institutionalized and relatively inclusive through the Common Agricultural Policy, rural development funds, cooperative structures and data governance frameworks. The study shows that the effects of digitalization on agricultural structure are determined less by technology itself than by farm size structure, land fragmentation, digital infrastructure, education and skills, access to finance and policy preferences regarding data governance. Accordingly, the paper proposes concrete policy measures for Turkey, including targeted investments in rural digital infrastructure, the promotion of cooperative and shared-use digital models, the redesign of extension services to include digital skills and data literacy, and the establishment of a farmer-friendly data governance framework.

Keywords: Digital Agriculture, Agriculture 4.0, Precision Farming, Turkish Agriculture, European Union, Agricultural Structure

How to cite this article: İşleyen, T, Keskin, A (2026). The Effects of Digitalization on Agricultural Structure: A Türkiye-Focused and EU Comparative Assessment. Eurasian Journal of Agricultural Economics 6 (1), 20-33.

Geliş Tarihi: 15.01.2026

Kabul Tarihi: 16.03.2026

Yayımlanma Tarihi: 20.04.2026

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, küresel ölçekte iklim değişikliği, nüfus artışı, gıda güvencesi sorunları ve doğal kaynakların giderek sınırlanması gibi çok boyutlu baskılarla karşı karşıyadır (Anonymous, 2019a; Anonymous, 2019b). Bu baskılar, tarımsal üretim sistemlerinin yalnızca daha yüksek verim odaklı yapılardan çıkararak; verimlilik, izlenebilirlik ve çevresel sürdürülebilirliği birlikte gözetilen bir yapıya kavuşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede dijitalleşme, mekanizasyon ve Yeşil Devrim sonrasında tarımda yaşanan en kapsamlı dönüşüm dalgalarından biri olarak konumlanmaktadır (Zhang et al., 2002; Wolfert et al., 2017).

Dijital tarım; sensör teknolojileri, küresel konumlama sistemleri (GPS), uzaktan algılama, Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri analitiği ve yapay zekâ gibi bilgi ve iletişim teknolojilerinin tarımsal değer zincirinin üretim, lojistik, pazarlama, finansman ve yönetim dâhil tüm aşamalarına entegre edilmesini ifade etmektedir (Wolfert et al., 2017; Anonymous, 2019a). Bu teknolojiler yalnızca tarladaki üretim sürecini değil; izlenebilirlik, sözleşmeli üretim, risk yönetimi ve kamu politikalarının tasarımı gibi alanları da veri temelli bir mantık çerçevesinde yeniden şekillendirmektedir. Ancak dijitalleşme, tarımsal yapıyı kendiliğinden ve nötr biçimde dönüştüren bir teknoloji paketi değil; mevcut arazi yapısı, işletme ölçekleri, sermaye birikimi, kurumsal düzenlemeler ve toplumsal ilişkilerle iç içe geçen sosyo-ekonomik bir dönüşüm süreci olarak görülmelidir (Van der Ploeg, 2008; Bronson and Knezevic, 2016; Klerkx et al., 2019).

Uluslararası literatür, hassas tarım ve akıllı tarım uygulamalarının teknik verimlilik ve girdi tasarrufu potansiyelini ortaya koyarken (Zhang et al., 2002; Gebbers and Adamchuk, 2010; Wolfert et al., 2017), bu teknolojilerin yüksek sabit maliyetler ve ölçek ekonomileri nedeniyle büyük ve sermaye yoğun işletmeleri görece avantajlı kıldığını göstermektedir (Schimmelpfennig, 2016; Lowder et al., 2016). Sosyal bilimler literatürü ise dijitalleşmenin veri sahipliği, platform gücü ve üreticilerin pazarlık konumu üzerinden yeni eşitsizlik biçimleri ve bağımlılık ilişkileri üretebildiğine dikkat çekmektedir (Bronson and Knezevic, 2016; Carolan, 2017; Rose and Chilvers, 2018).

Türkiye’de dijital tarım ve Tarım 4.0 üzerine yapılan çalışmalar, bu küresel tartışmalarla uyumlu olmakla birlikte, belirgin bağlamsal farklılıklara işaret etmektedir. Şahin ve Kalender (2025) akıllı tarım sistemleri, IoT ve akıllı sera uygulamalarını Türkiye tarım yapıları bağlamında değerlendirerek, dijitalleşmenin su ve enerji verimliliği ile sürdürülebilirlik açısından taşıdığı potansiyele vurgu yapmakta; ancak küçük ölçekli aile işletmelerinin finansman, bilgi ve altyapı kısıtlarına dikkat çekmektedir. Demir ve Şahin (2024) ile Yıldız ve Kaya (2023), dijitalleşmenin Türkiye tarımında maliyet-kârlılık ve rekabet gücü üzerindeki etkilerini sistematik literatür incelemesi ve kavramsal tartışmalar üzerinden ele almakta; dijital teknolojilerin verimlilik potansiyeline rağmen, ölçek ve sermaye yapısı nedeniyle bu potansiyelin eşitsiz biçimde gerçekleştiğini göstermektedir. Özoğul (2025), Türkiye tarımında bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) kullanımının işletme ölçeği ve bölgesel gelişmişlik düzeyi ile yakından ilişkili olduğunu; küçük ve parçalı işletmelerde dijitalleşmenin son derece sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bağcı (2025) bu bulguları sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirerek, dijitalleşmenin çevresel ve ekonomik kazanımlarının, mevcut destek ve kurumsal yapı altında özellikle küçük üreticiler açısından kısıtlı kaldığını savunmaktadır.

Politika düzeyinde FAO’nun Türkiye raporları (FAO, 2025; Hollinger, 2025) ile Tarım ve Orman Bakanlığı’nın “Tarımda dijitalleşme, veri tabanlı tarım ve teknolojik gelişim çalışma grubu raporu” ve “Türkiye dijital tarım stratejisi” (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025), Türkiye’de dijitalleşmenin stratejik öncelik olarak kabul edildiğini; ancak dijital altyapı, kurumsal koordinasyon, finansman ve insan kaynağı kapasitesi açısından önemli açıklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu belgeler, dijitalleşmenin Türkiye’de büyük ölçüde proje bazlı, parçalı ve kısa vadeli girişimler üzerinden

ilerlediğini; küçük ve orta ölçekli işletmelerin sürece dâhil edilmesinde ciddi zorluklar yaşandığını göstermektedir.

Avrupa Birliği'nde (AB) ise tarım yapısı, görece daha büyük ve uzmanlaşmış işletmeler, güçlü kooperatifler, gelişmiş kırsal altyapı ve Ortak Tarım Politikası (OTP) çerçevesinde Ar-Ge ve yayım sistemleriyle desteklenen bir dijital dönüşüm süreciyle karakterize edilmektedir (Anonymous, 2019a; Reardon et al., 2019). Dijital inovasyon merkezleri, ortak veri platformları ve kooperatif temelli modeller, dijital tarım teknolojilerinin küçük ve orta ölçekli işletmelere de yayılmasını kolaylaştıran kurumsal araçlar olarak öne çıkmaktadır (Klerkx et al., 2019).

Bu literatür, Türkiye'de dijitalleşme tartışmalarının büyük ölçüde teknik potansiyel, verimlilik ve yenilik söylemi etrafında şekillendiğini; tarımsal yapı, işletme ölçekleri, mülkiyet ilişkileri ve kurumsal düzenlemeler üzerindeki etkilerin ise daha sınırlı ve parçalı biçimde ele alındığını göstermektedir (Demir and Şahin, 2024; Yılmaz and Arslan, 2024; Bağcı, 2025). Özellikle Türkiye-AB karşılaştırması yapan çalışmaların çoğu, benzer teknolojilerin kullanıldığına işaret etmekle birlikte, bu teknolojilerin ölçek, kârlılık ve eşitsizlik dinamikleri üzerindeki farklı sonuçlarını yapısal bir çerçevede sistematik olarak analiz etmemektedir.

Bu çalışma, mevcut literatürü teknik verimlilik ve inovasyon odaklı dar bir çerçevenin ötesine taşıyarak, dijitalleşmenin tarımsal yapı, işletme ölçekleri ve kurumsal düzenlemeler üzerindeki etkilerini Türkiye-AB karşılaştırması bağlamında tartışmayı amaçlamaktadır. “Bu çalışma, tarımsal dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerini birincil saha verisine dayalı ampirik bir model kurmaktan ziyade, ulusal ve uluslararası literatür ile ikincil verileri yapılandırılmış biçimde karşılaştıran analitik bir derleme olarak ele almaktadır. Çalışmanın temel katkı iddiası, dijitalleşmenin teknik (üretim teknikleri, verimlilik, girdi kullanımı, otomasyon), ekonomik (maliyet yapısı, kârlılık, ölçek ekonomileri, piyasa entegrasyonu) ve sosyal (istihdam, dijital uçurum, kuşaklar arası farklar) etkilerini eş zamanlı ve bütüncül bir analitik çerçevede ele alması; Türkiye'deki yapısal ve kurumsal özellikleri AB deneyimiyle karşılaştırarak, dijitalleşmenin “hangi tarımsal yapı için, kimin yararına ve hangi kurumsal çerçevede” gerçekleştiği sorularına odaklanmasıdır.

2. LİTERATÜR TARAMASI: KÜRESEL TARTIŞMALAR VE TÜRKİYE DENEYİMİ

Türkiye’de Dijital Tarım, Tarım 4.0 ve ICT Kullanımı

Türkiye’de dijital tarım ve Tarım 4.0 üzerine yapılan çalışmalar son dönemde belirgin biçimde artmıştır. Şahin ve Kalender (2025) Türkiye’de tarımsal yapılarda dijital dönüşümü akıllı tarım sistemleri, IoT uygulamaları ve akıllı sera teknolojileri bağlamında incelemekte; dijitalleşmenin su ve enerji verimliliği ile sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini tartışmaktadır. Seren (2024), dijital tarım alanındaki araştırma eğilimlerini bibliyometrik analizle inceleyerek, Türkiye adresli yayınların sayısında artış olmakla birlikte, bunların önemli bir bölümünün teknik uygulama düzeyinde kaldığını; tarımsal yapı ve politika boyutlarının görece zayıf olduğunu göstermektedir.

Baz (2024), Endüstri 4.0 bağlamında akıllı tarım uygulamaları ve tarımda drone kullanımını ele almakta; drone teknolojilerinin bitki sağlığı izleme, haritalama ve ilaçlama süreçlerinde zaman ve işgücü tasarrufu sağladığını, aynı zamanda daha hassas uygulamalara imkân tanıdığını belirtmektedir. Ancak yatırım maliyetleri, mevzuat, operatör eğitimi ve veri işleme kapasitesi gibi kısıtların, bu teknolojilerin ölçeklenmesini engellediğini göstermektedir.

Dertli ve Dertli (2023), bireylerin Tarım 4.0 ve metaverse kavramlarına yönelik bilgi ve farkındalık düzeylerini incelemekte; özellikle çiftçilerin bu kavramlara ilişkin bilgi düzeyinin düşük olduğunu ve dijital tarım teknolojilerini çoğunlukla yüzeysel kavramlarla ilişkilendirdiklerini ortaya koymaktadır. Demir ve Şahin (2024) ise tarımda dijitalleşme ve ekonomik etkiler üzerine sistematik literatür

incelemesi yaparak; dijital teknolojilerin girdi ve işçilik maliyetlerini düşürme, verim ve kaliteyi artırma potansiyeline sahip olduğunu; ancak bu potansiyelin Türkiye gibi küçük işletme ağırlıklı ekonomilerde ölçek, finansman ve bilgi kısıtları nedeniyle tam olarak gerçekleşmediğini vurgulamaktadır.

Yıldız ve Kaya (2023), Tarım 4.0'ın ekonomik etkilerini tartışarak, dijital teknolojilerin verimlilik artışı, maliyet düşüşü, ihracat kapasitesinin güçlenmesi ve kırsal istihdamın niteliğinin dönüşmesi gibi alanlarda önemli fırsatlar sunduğunu; ancak yüksek sermaye ihtiyacı ve dijital beceri gereksinimi nedeniyle bu fırsatların eşitsiz biçimde dağıldığını belirtmektedir. Pakdemirli et al. (2021), Türk tarımında dijital teknolojilerin kullanımını tarım-gıda zinciri perspektifinden ele alarak, izlenebilirlik ve kalite güvencesi üzerinden ihracat ve organize perakende pazarlarına erişim açısından stratejik önemi vurgulamakta; ancak bu süreçten esas olarak büyük ölçekli ve kurumsal aktörlerin yararlandığını göstermektedir.

Özoğul (2025), TÜİK verileri ve saha bulgularını kullanarak Türkiye tarımında ICT kullanımını analiz etmekte; tarım işletmelerinin internet, bilgisayar, akıllı telefon ve dijital platform kullanım düzeylerini ölçek ve bölgesel bazda karşılaştırmaktadır. ICT kullanımının işletme ölçeği ve bölgesel gelişmişlik düzeyi arttıkça yükseldiği; küçük ve parçalı işletmelerde ise son derece sınırlı kaldığı ortaya konulmaktadır. Bağcı (2025) dijital dönüşümü sürdürülebilirlik perspektifinden ele alarak, dijitalleşmenin su ve girdi kullanımında verimlilik artışı, karbon ayak izinin azaltılması ve bilgiye erişimin iyileştirilmesi gibi alanlarda olumlu potansiyel taşıdığını; ancak mevcut destek mekanizmalarının ölçek ve bölgesel eşitsizlikleri yeterince gözetmemesi nedeniyle bu potansiyelin özellikle küçük üreticiler açısından sınırlı kaldığını savunmaktadır. Bağcı (2023) ise dijital dönüşüm ve yapay zekânın tarım politikası ve uygulamalarındaki yerini tartışarak, veri temelli karar destek sistemlerinin destekleme politikalarına entegrasyonu ile veri yönetimi ve şeffaflık konularındaki kurumsal eksikliklere dikkat çekmektedir.

Türkiye-AB Literatürü ve Araştırma Boşluğu

FAO'nun Türkiye odaklı raporları (FAO, 2025; Hollinger, 2025) ile Tarım ve Orman Bakanlığı'nın dijitalleşme raporları (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025), Türkiye'de dijital tarımın sulama yönetimi, iklim verisi kullanımı, ürün izlenebilirliği ve tarımsal bilgi sistemleri gibi alanlarda ilerleme kaydettiğini; ancak dijital altyapı, kurumsal koordinasyon, finansman ve insan kaynağı kapasitesi açısından AB ülkelerinin gerisinde olduğunu ortaya koymaktadır. Uluslararası literatürde, AB'de dijitalleşmenin OTP, kırsal kalkınma fonları, dijital inovasyon merkezleri ve kooperatif yapıları ile daha kurumsallaşmış ve kapsayıcı bir çerçevede ilerlediği belirtilmektedir (Anonymous, 2019a; Klerx et al., 2019).

Bu bütüncül okuma, literatürde üç temel boşluğa işaret etmektedir: i) Türkiye'de dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki teknik, ekonomik ve sosyal etkilerini birlikte ele alan, çok boyutlu ve karşılaştırmalı çalışmaların azlığı; ii) Türkiye-AB karşılaştırmasının çoğu zaman betimleyici düzeyde kalması, somut göstergelere dayalı derinlikli karşılaştırmaların sınırlılığı; iii) dijitalleşmenin ölçek yapısı, örgütlenme modelleri ve veri yönetimi üzerinden tarımsal eşitsizlikleri nasıl yeniden ürettiğini sistematik biçimde inceleyen ampirik ve kuramsal çalışmaların eksikliği. Bu çalışma, söz konusu boşluğu kısmen doldurmayı amaçlayarak, dijitalleşmenin teknik, ekonomik ve sosyal etkilerini Türkiye-AB karşılaştırması çerçevesinde, yapısal ve kurumsal bir perspektifle tartışmayı hedeflemektedir.

2.1. Kuramsal Çerçeve: Dijitalleşme, Yapısal Dönüşüm ve Tarımsal Modernizasyon

Dijitalleşme ve Tarımsal Modernizasyon

Tarımsal modernizasyon literatürü, teknolojik değişimi çoğunlukla mekanizasyon, kimyasal girdiler ve tohum ıslahı üzerinden ele almış; bu süreçlerin tarımsal verimlilik, işgücü yapısı ve kırsal gelir dağılımı

üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dijitalleşme, bu çerçevede üçüncü bir büyük dönüşüm dalgası olarak, klasik modernizasyon dinamiklerini yeniden şekillendirmekte ve yeni kurumsal-sosyal sorular üretmektedir. Dijitalleşme, yalnızca “daha fazla verimlilik” değil; aynı zamanda tarımsal karar alma süreçlerinin algoritmik sistemlere aktarılması, üretim ilişkilerinin platform ekonomileriyle yeniden düzenlenmesi ve veri yönetişiminin merkezi bir politika alanı hâline gelmesi anlamına gelmektedir (Wolfert et al., 2017; Bronson and Knezevic, 2016; Klerkx et al., 2019).

Yapısal Dönüşüm, Ölçek Ekonomileri ve Kurumsal Bağlam

Dijital teknolojiler, yüksek sabit maliyetler ve ölçek ekonomileri nedeniyle büyük ve sermaye yoğun işletmeler için görece daha avantajlıdır. Küresel literatürde bu durum, tarımsal yapının yeniden ölçeklenmesi ve küçük aile işletmelerinin marjinalleşmesi riskleri ile ilişkilendirilmektedir (Lowder et al., 2016; Klerkx et al., 2019). Türkiye’de Demir ve Şahin (2024), Yıldız ve Kaya (2023), Pakdemirli et al. (2021) ve Bağcı (2025), dijital teknolojilere erişim ve benimsemenin işletme ölçeği, sermaye donanımı ve eğitim düzeyi ile yakından ilişkili olduğunu; bu nedenle dijitalleşmenin mevcut ölçek eşitsizliklerini derinleştirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Van der Ploeg (2008) gibi eleştirel yaklaşımlar, tarımsal modernizasyonun her zaman homojen bir “ilerleme” süreci olarak yaşanmadığını; küçük üreticilerin çoğu zaman piyasa ve teknoloji ilişkileri karşısında kırılganlaştığını vurgular. Türkiye’nin küçük ve parçalı işletme yapısı, kooperatifleşmenin zayıflığı ve veri yönetişimi alanındaki kurumsal boşluklar, dijitalleşme sürecinin sonuçlarını belirleyen temel yapısal faktörlerdir (FAO, 2025; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025).

Dijitalleşme, Veri Yönetişimi ve Tarımsal Eşitsizlikler

Büyük veri ve yapay zekâ uygulamaları, tarımsal üretimden pazarlamaya kadar uzanan süreçlerde çok sayıda kararın algoritmik sistemler ve platformlar tarafından şekillendirilmesine yol açmaktadır. Veri setlerinin kim tarafından üretildiği, saklandığı ve işlendiği; kimlerin bu verilerden ekonomik değer elde ettiği soruları, tarımsal yapının güç ilişkileri açısından belirleyicidir (Bronson and Knezevic, 2016; Wolfert et al., 2017). Türkiye’de Bağcı (2023), dijitalleşmenin tarım politikası ve uygulamalarındaki rolünü tartışırken, veri yönetişimi ve şeffaflık konusundaki kurumsal eksikliklere dikkat çekmekte; FAO ve Bakanlık raporları da veri entegrasyonu, standartlar ve üretici odaklı veri paylaşım mekanizmalarının yetersizliğini vurgulamaktadır (FAO, 2025; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Bu çerçevede dijitalleşme, tarımsal modernizasyonun yeni bir evresi olarak, yapısal dönüşüm, ölçek ekonomileri ve veri yönetişimi başlıkları altında okunmalı; Türkiye’nin küçük aile işletmeleri ağırlıklı yapısı, bölgesel eşitsizlikleri ve kurumsal kapasite kısıtları, bu dönüşümün seyrini açıklayan temel değişkenler olarak ele alınmalıdır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Tasarımı ve Yaklaşım

Bu çalışma, tarımsal dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki teknik, ekonomik ve sosyal etkilerini Türkiye–AB karşılaştırması çerçevesinde inceleyen nitel bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Dijital tarım literatürünün konu, yöntem ve ölçek bakımından yüksek çeşitlilik göstermesi; ülke ve bölge bağlamına güçlü biçimde bağımlı olması ve özellikle tarımsal yapı ile kurumsal düzenlemelere ilişkin nitel boyutlar içermesi nedeniyle, katı dışlama ölçütlerine dayalı nicel meta-analiz yerine, yapılandırılmış anlatımsal (narrative) literatür derlemesi yaklaşımı benimsenmiştir.

Bu yaklaşım, Demir ve Şahin’in (2024) tarımda dijitalleşme ve ekonomik etkiler üzerine gerçekleştirdiği sistematik literatür incelemesi ile Yılmaz ve Arslan’ın (2024) tarımda dijitalleşme ve teknolojik dönüşüm konulu çalışmasının ortaya koyduğu çerçeveyi tamamlayıcı niteliktedir. Söz konusu çalışmalar daha çok dijitalleşmenin ekonomik ve teknolojik boyutlarına odaklanırken, bu çalışma dijitalleşmenin

tarımsal yapı, işletme ölçekleri, kurumsal düzenlemeler ve Türkiye–AB karşılaştırmalı bağlamdaki yapısal etkilerini öne çıkaran bir sentez sunmayı amaçlamaktadır.

Veri Kaynakları ve Literatür Seçimi

Araştırmanın materyalini, üç ana grupta toplanan ikincil kaynaklar oluşturmaktadır:

i) Akademik literatür

Türkiye ve AB odaklı dijital tarım, Tarım 4.0, hassas tarım ve ICT kullanımı üzerine yayımlanmış hakemli makaleler ve kitap bölümleri taranmıştır. Türkiye bağlamında özellikle DOI'si olan, dijital tarım ve Tarım 4.0'ı doğrudan ele alan çalışmalar dikkate alınmıştır (Şahin and Kalender, 2025; Demir and Şahin, 2024; Yıldız and Kaya, 2023; Pakdemirli et al., 2021; Özoğul, 2025; Bağcı, 2023; Bağcı, 2025; Dertli and Dertli, 2023; Baz, 2024; Seren, 2024). Uluslararası bağlamda ise hassas tarım, akıllı tarım, Agriculture 4.0, büyük veri ve veri yönetimi konularında temel referans niteliğindeki çalışmalar değerlendirilmiştir (Zhang et al., 2002; Gebbers and Adamchuk, 2010; Wolfert et al., 2017; Bronson and Knezevic, 2016; Carolan, 2017; Klerkx et al., 2019; Rose and Chilvers, 2018; Lowder et al., 2016).

ii) Uluslararası kuruluş raporları ve politika belgeleri

FAO'nun Türkiye odaklı dijital tarım raporu (FAO, 2025) ve Hollinger'in (2025) Türkiye için dijital teknolojiler değerlendirmesi, dijitalleşmenin politika ve kurumsal çerçevesini analiz etmek için kullanılmıştır. Ayrıca AB Ortak Tarım Politikası ve dijital tarıma ilişkin uluslararası raporlar ve politika dokümanları da taranmıştır (Anonymous, 2019a; Anonymous, 2019b).

iii) Ulusal politika belgeleri ve resmî istatistikler

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın "Tarımda dijitalleşme, veri tabanlı tarım ve teknolojik gelişim çalışma grubu raporu" ve "Türkiye dijital tarım stratejisi" (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025) ile TÜİK'in tarım işletme yapısı, arazi büyüklüğü, istihdam ve ICT kullanımına ilişkin istatistikleri, Türkiye'deki yapısal ve kurumsal çerçevenin değerlendirilmesinde temel referanslar olarak kullanılmıştır.

Literatür taraması, dijital tarım ve Tarım 4.0 literatürünün yoğunlaştığı 2000'li yıllardan günümüze uzanan dönemi kapsamaktadır. Uluslararası literatür için Web of Science, Scopus ve Google Scholar; Türkiye odaklı literatür için ise TR Dizin ve DergiPark veri tabanları taranmıştır. Tarama sürecinde "digital agriculture", "smart farming", "Agriculture 4.0", "precision agriculture", "big data", "ICT in agriculture" gibi İngilizce; "dijital tarım", "Tarım 4.0", "akıllı tarım", "hassas tarım", "tarımda dijitalleşme", "bilgi ve iletişim teknolojileri" gibi Türkçe anahtar kelimeler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamına alınacak literatür şu ölçütlere göre seçilmiştir:

- Dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki teknik, ekonomik veya sosyal etkilerini doğrudan ele alması,
- Türkiye veya AB bağlamında uygulanmış olması ya da bu bağlamları içeren karşılaştırmalı bir çerçeveye sunması,
- Hakemli dergilerde yayımlanmış akademik çalışma, kitap bölümü veya güvenilir kurumsal rapor niteliği taşıması.

Bu ölçütler çerçevesinde toplam 29 çalışma ve rapor ayrıntılı incelemeye tabi tutulmuştur. Bunların 10'u Türkiye odaklı akademik çalışma, 4'ü Türkiye odaklı politika/kurumsal rapor, 15'i ise uluslararası ve AB bağlamında dijital tarım ve tarımsal yapı ilişkisini ele alan çalışmalardan oluşmaktadır. Bu dağılım, analizde hem küresel kavramsal–kuramsal tartışmaların hem de Türkiye'de dijital tarım, Tarım 4.0 ve ICT kullanımı üzerine yapılan güncel ampirik ve kavramsal çalışmaların birlikte ve dengeli biçimde dikkate alındığını göstermektedir.

Tablo 1. İncelenen literatürün ülke ve tür bazında dağılımı

Kategori	Açıklama	Sayı
Türkiye odaklı akademik çalışmalar	Dijital tarım, Tarım 4.0, ICT kullanımı, ekonomik/sosyal etkiler üzerine DOI'li hakemli makaleler	10
Türkiye odaklı politika/kurumsal raporlar	FAO Türkiye raporları ve Tarım ve Orman Bakanlığı dijitalleşme/strateji raporları	4
Uluslararası / AB bağlamı akademik çalışmalar ve raporlar	Dijital tarım, hassas tarım, Agriculture 4.0, veri yönetimi, ölçek yapısı vb.	15
Toplam		29

Tablo 1, incelenen literatürün ülke ve tür bazında dağılımını özetlemektedir. Buna göre, Türkiye odaklı akademik çalışmalar ve politika raporları toplamın yaklaşık yarısını, uluslararası ve AB bağlamı çalışmalar ise diğer yarısını oluşturmaktadır. Bu dağılım, analizde hem küresel kavramsal/kuramsal tartışmaların hem de Türkiye’de dijital tarım, Tarım 4.0 ve ICT kullanımı üzerine yapılan güncel ampirik ve kavramsal çalışmaların birlikte ve dengeli biçimde dikkate alındığını göstermektedir.

Analiz Yöntemi

Toplanan literatür, yapılandırılmış **tematik analiz** yaklaşımıyla incelenmiştir. İlk aşamada çalışmaların içerikleri gözden geçirilerek dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerini yansıtan üç ana eksen belirlenmiştir.

- **Teknik etkiler:** Üretim teknikleri, verimlilik, girdi kullanımı, otomasyon ve izleme sistemleri (Zhang et al., 2002; Gebbers and Adamchuk, 2010; Wolfert et al., 2017; Şahin and Kalender, 2025; Baz, 2024),
- **Ekonomik etkiler:** Maliyet yapısı, kârlılık, ölçek ekonomileri, rekabet gücü, değer zinciri entegrasyonu (Schimmelpfennig, 2016; Lowder et al., 2016; Demir and Şahin, 2024; Yıldız and Kaya, 2023; Pakdemirli et al., 2021),
- **Sosyal etkiler:** İstihdam, dijital uçurum, eğitim düzeyi, genç çiftçiler ve kırsal eşitsizlikler (Carolan, 2017; Rose and Chilvers, 2018; Dertli and Dertli, 2023; Özoğul, 2025; Bağcı, 2025).

İkinci aşamada, bu tematik eksenler Türkiye ve AB bağlamında karşılaştırmalı olarak ele alınmış; özellikle işletme ölçeği, arazi yapısı, kooperatifleşme düzeyi, dijital altyapı, kurumsal kapasite ve politika araçları bakımından benzerlikler ve farklılıklar tartışılmıştır (Anonymous, 2019a; Anonymous, 2019b; FAO, 2025; Hollinger, 2025; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Analiz sürecinde her çalışma, önce hangi tematik eksen(ler)e katkı sunduğu açısından sınıflandırılmış; ardından Türkiye-AB karşılaştırması açısından ne tür yapısal ve kurumsal çıkarımlar içerdiği bakımından değerlendirilmiştir.

Bu yöntem, Demir ve Şahin (2024) ile Yılmaz ve Arslan (2024)'ın sistematik ve betimleyici çerçevelerini tamamlayarak, dijitalleşmenin teknik, ekonomik ve sosyal boyutlarını tarımsal yapı ve kurumsal bağlam ekseninde bütünleştirici ve tartışmacı bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırma Kısıtları

Çalışma, birincil saha verileri yerine ikincil veri ve literatüre dayanması bakımından sınırlıdır. Dijital tarım uygulamalarının ve ilgili politikalara ilişkin araçların hızla değişen niteliği, bazı bulguların orta vadede güncelliğini yitirme riski taşımaktadır (Anonymous, 2019b). Ayrıca Türkiye'de dijital tarım ve Tarım 4.0 üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmı belirli teknolojik uygulamalar (örneğin akıllı sera, drone, hassas sulama) veya belirli ürün/bölgelerle sınırlıdır; tarımsal yapının bütününe ilişkin genelleme yapmayı sağlayacak mikro düzeyde nicel veri ve karşılaştırmalı saha çalışmaları henüz sınırlıdır (Demir and Şahin, 2024; Özoğul, 2025; Bağcı, 2025). Çalışma, birincil saha verilerine dayalı ekonometrik modelleme veya nedensellik analizi içermemektedir. Bu durum, dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerine ilişkin bulguların nedensel değil, literatür ve ikincil veriler temelinde yorumlayıcı ve karşılaştırmalı bir çerçevede değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Benzer biçimde, AB içinde de dijitalleşme düzeyi ve tarımsal yapı açısından ülkeler arasında belirgin heterojenlik bulunmaktadır. Ancak bu çalışma, veri ve kapsam kısıtları nedeniyle, AB'yi ayrıntılı ülke bazlı analizler yerine, ortak politika çerçevesi ve genel eğilimler düzeyinde ele almıştır. Bu nedenlerle, bulguların bağlama duyarlı ve ihtiyatlı biçimde yorumlanması gerekmektedir. Bununla birlikte çalışma, ulusal ve uluslararası literatürü tematik ve karşılaştırmalı bir çerçevede sentezleyerek, dijitalleşmenin Türkiye-AB bağlamında tarımsal yapı üzerindeki etkilerinin kavramsallaştırılmasına ve gelecekte yapılacak nicel ve nitel ampirik araştırmalar için analitik bir zemin oluşturulmasına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

4. BULGULAR

Dijitalleşmenin Tarımsal Yapı Üzerindeki Etkileri

Teknik Etkiler

Türkiye'de dijital tarım uygulamalarının teknik etkileri, daha çok sulama yönetimi, akıllı sera sistemleri, drone destekli izleme ve izlenebilirlik çözümleri etrafında şekillenmektedir (Şahin and Kalender, 2025; Baz, 2024; Pakdemirli et al., 2021). Hassas sulama sistemleri ve sensör tabanlı izleme uygulamaları su ve girdi kullanımında tasarruf, zamanlama hassasiyeti ve verim artışı sağlamaktadır. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşması, yüksek başlangıç maliyetleri ve küçük-parçalı arazi yapısı nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Uluslararası literatürde de belirtildiği üzere (Zhang et al., 2002; Gebbers and Adamchuk, 2010; Wolfert et al., 2017), hassas tarım teknolojilerinin teknik faydaları, belirli bir ölçek ve sermaye eşliğinin altında tam olarak ortaya çıkmamaktadır.

Ekonomik Etkiler

Dijitalleşmenin ekonomik etkilerine ilişkin Türkiye literatürü (Demir and Şahin, 2024; Yıldız and Kaya, 2023; Pakdemirli et al., 2021; Bağcı, 2025), dijital teknolojilerin girdi ve işçilik maliyetlerini düşürme, verim ve kaliteyi artırma potansiyeline sahip olduğunu; ancak bu potansiyelin gerçekleştirilebilme düzeyinin işletme ölçeği, ürün deseni ve pazara erişim kabiliyeti ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle ihracat odaklı veya organize perakende zincirlerine üretim yapan işletmeler, izlenebilirlik, kalite standardizasyonu ve sözleşmeli üretim yoluyla dijitalleşmeden daha fazla fayda sağlamaktadır. Buna karşın, küçük ve örgütsüz üreticiler, hem yatırım maliyetleri hem de değer zincirinde düşük pazarlık gücü nedeniyle bu süreçten sınırlı biçimde yararlanmaktadır. Bu bulgular,

uluslararası literatürde vurgulanan ölçek ekonomileri ve seçici teknoloji benimsemesi bulgularıyla örtüşmektedir (Schimmelpfennig, 2016; Lowder et al., 2016).

Sosyal Etkiler

Dijitalleşmenin sosyal etkileri, istihdamın hem niceliği hem de niteliği açısından ikili bir yapı sergilemektedir. Bir yandan otomasyon ve robotik uygulamalar emek yoğun işlerin bir kısmını ikame etmekte; diğer yandan veri analizi, sistem yönetimi ve teknik bakım gibi alanlarda nitelikli işgücü talebi artmaktadır (Carolan, 2017; Rose and Chilvers, 2018). Türkiye’de Dertli ve Dertli (2023), çiftçilerin dijital kavramlara ilişkin farkındalığının düşük olduğunu; Özoğul (2025) ise ICT kullanımının işletme ölçeği ve eğitim düzeyi ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, dijitalleşmenin genç ve eğitilmiş kesimler için yeni fırsatlar yaratırken, yaşlı ve düşük eğitilmiş üreticiler için marjinalleşme risklerini artırdığını ortaya koymaktadır. Bağcı (2025), bu ikili yapının sürdürülebilirlik bağlamında sosyal boyutunu vurgulayarak, dijitalleşmenin mevcut eşitsizlikleri derinleştirme potansiyeline dikkat çekmektedir.

Karşılaştırmalı Göstergeler Işığında Türkiye–AB Farkları

Türkiye, Hollanda ve Polonya için derlenen seçilmiş tarımsal ve dijitalleşme göstergeleri (ortalama işletme büyüklüğü, kırsal geniş bant erişimi, genç çiftçi oranı ve hassas tarım ekipmanı sahipliği) Tablo 2’de özetlenmektedir.

Tablo 2. Türkiye ve seçilmiş AB ülkelerinde bazı tarımsal ve dijitalleşme göstergeleri (2023–2024)

Gösterge	Türkiye ¹	Hollanda ²	Polonya ³
Ortalama işletme büyüklüğü (ha)	6,1	33,0	11,3
Kırsal alanda geniş bant internet erişimi (%)	60–65	99	78
Genç çiftçi oranı (< 35 yaş, %)	7	5	12
Hassas tarım ekipmanına sahip işletmeler (%)	5–10	85+	25

¹ TÜİK, Tarım ve Orman Bakanlığı (2023–2024) verileri.

² Eurostat, Hollanda ulusal istatistik kurumu (2023–2024) verileri.

³ Eurostat, Polonya ulusal istatistik kurumu (2023–2024) verileri.

Türkiye’nin ortalama işletme büyüklüğü (6,1 ha), hem Hollanda’nın (33 ha) hem de Polonya’nın (11,3 ha) belirgin biçimde gerisindedir; kırsal geniş bant erişimi de benzer şekilde daha düşük bir düzeydedir. Buna karşılık, hassas tarım ekipmanı kullanan işletmelerin payı Türkiye’de yalnızca %5–10 aralığında kalırken, Hollanda’da bu oran %85’in üzerinde, Polonya’da ise yaklaşık %25 düzeyindedir (Tablo 2). Daha önce tartışılan ölçek ekonomileri, dijital altyapı ve benimseme maliyetleri (Schimmelpfennig, 2016; Lowder et al., 2016; Özoğul, 2025; Bağcı, 2025) göz önüne alındığında, Tablo 2’deki bu farklar, Türkiye’de dijitalleşmenin neden daha çok büyük ve sermaye yoğun işletmeler etrafında yoğunlaştığını; AB’de ise özellikle Hollanda gibi ülkelerde tarım politikasının ana akım bir bileşeni hâline geldiğini sayısal olarak somutlaştırmaktadır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye’de tarımsal dijitalleşmenin teknik, ekonomik ve sosyal etkilerinin, teknolojinin içsel özelliklerinden çok, işletme ölçeği, tarımsal yapı ve kurumsal bağlam tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. AB ile yapılan karşılaştırma, dijitalleşmenin aynı teknoloji setiyle farklı bağlamlarda farklı ölçek, kârlılık ve eşitsizlik dinamikleri üretebildiğini göstermektedir.

AB’de dijitalleşme, OTP çerçevesinde uzun vadeli stratejiler, kırsal kalkınma fonları, dijital inovasyon merkezleri ve güçlü kooperatif yapıları ile desteklenmekte; böylece küçük ve orta ölçekli işletmelerin de dijitalleşme sürecine dâhil olmasını kolaylaştıran kurumsal bir ekosistem oluşturulmaktadır (Anonymous, 2019a; Klerkx et al., 2019). Türkiye’de ise FAO (2025), Hollinger (2025) ve Tarım ve Orman Bakanlığı (2025) raporları, dijitalleşmenin daha çok proje bazlı, kısa vadeli ve sektörel girişimler etrafında şekillendiğini; destek mekanizmalarının dağınık olduğunu ve küçük üreticiler için ölçeklenebilir modellerin henüz kurumsallaşmadığını göstermektedir.

Bu durum, Van der Ploeg (2008)’un tarımsal modernizasyonun her zaman homojen bir “ilerleme yolu” izlemediği; aksine belirli üretici gruplarını merkezileştirirken diğerlerini marjinalleştirebildiği yönündeki tezini Türkiye bağlamında doğrular niteliktedir. Dijitalleşme, Türkiye’de verimlilik artışı ve sürdürülebilirlik açısından önemli fırsatlar sunmakla birlikte, mevcut yapısal ve kurumsal koşullar altında, özellikle küçük aile işletmeleri için yeni bir kırılma eksenini yaratma potansiyeline sahiptir.

Demir ve Şahin (2024), Yıldız ve Kaya (2023) ve Bağcı (2025)’nin bulguları bir arada okunduğunda, Türkiye’de dijitalleşmenin; verim ve kalite artışı ile ihracat kapasitesinin güçlenmesi gibi makro düzeyde olumlu etkiler yaratabileceği, ancak bu etkilerin işletme ölçeği, sermaye donanımı ve dijital becerilere göre eşitsiz biçimde dağıldığı; dolayısıyla dijitalleşmenin, uygun politika ve kurumsal müdahalelerle desteklenmediği takdirde, tarımsal gelir dağılımındaki mevcut eşitsizlikleri derinleştirme riski taşıdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu çerçevede Türkiye–AB karşılaştırması, dijitalleşmenin “teknik bir zorunluluk” veya “kendiliğinden kapsayıcı bir süreç” olarak görülmesinin hatalı olduğunu; asıl belirleyici alanın tarımsal yapı, örgütlenme modelleri, veri yönetimi ve politika tasarımı olduğunu göstermektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışma, dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerini Türkiye odaklı ve AB ile karşılaştırmalı bir perspektiften, teknik, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla ele almıştır. Literatür ve politika belgeleri temelinde yapılan analizler, şu temel sonuçlara işaret etmektedir:

- Dijital tarım teknolojileri Türkiye’de özellikle sulama yönetimi, akıllı sera, drone kullanımı, izlenebilirlik ve ICT temelli uygulamalar etrafında gelişmekte; bu teknolojiler teknik verimlilik ve kaynak kullanımı açısından önemli potansiyel sunmaktadır.
- Ancak Türkiye’nin küçük ve parçalı işletme yapısı, sınırlı dijital altyapı, sermaye kısıtları ve dijital beceri eksikliği nedeniyle, dijitalleşmeden elde edilen faydalar büyük ölçüde büyük ölçekli ve kurumsal işletmeler tarafından içselleştirilmektedir. Bu durum, dijitalleşmenin tarımsal yapıyı büyük işletmeler lehine yeniden ölçeklendiren bir dinamik hâline gelmesine yol açmaktadır.
- Ekonomik açıdan dijitalleşme, maliyet düşürme, verim ve kalite artışı, izlenebilirlik ve yüksek katma değerli pazarlara erişim gibi önemli imkânlar sunmakta; ancak bu imkânlardan yararlanma kapasitesi ölçek, ürün deseni ve pazara entegrasyon düzeyine göre keskin biçimde farklılaşmaktadır. Dijitalleşme, mevcut koşullarda, tüm üreticiler için eşit bir fırsat değil, seçici bir avantaj mekanizması olarak işlemektedir.

- Sosyal açıdan dijitalleşme, istihdamın niteliğinde dönüşüm, genç ve eğitilmiş kesimler için yeni fırsatlar ve düşük eğitilmiş, yaşlı üreticiler için artan dışlanma riski gibi ikili bir yapı sergilemektedir. Dijital uçurum, yalnızca altyapı değil, aynı zamanda farkındalık, eğitim ve kurumsal destek eksiklikleri üzerinden derinleşmektedir.
- Türkiye-AB karşılaştırması, AB’de dijitalleşmenin güçlü kurumsal yapılar, uzun vadeli politikalar, kooperatif modeller ve veri yönetimi çerçeveleriyle desteklenen daha kapsayıcı bir süreç olarak ilerlediğini; Türkiye’de ise sürecin daha parçalı, sermaye yoğun ve büyük işletmeler odaklı seyrettiğini göstermektedir.
- Çalışmanın, birincil verilere dayalı ekonometrik analiz içermemesi, dijitalleşmenin tarımsal yapı üzerindeki etkilerine dair nedensel ilişkilerin gelecekteki ampirik araştırmalara bırakıldığı anlamına gelmektedir.

Bu bulgular, dijitalleşmenin tarımda yalnızca teknolojik bir yenilik seti değil, aynı zamanda tarımsal yapının yeniden ölçeklendirilmesi, örgütlenmesi ve yönetilmesi süreci olduğunu; bu sürecin sonuçlarının altyapı, ölçek yapısı, örgütlenme düzeyi ve veri yönetimine ilişkin politika tercihlerinden bağımsız düşünülmeeyeceğini ortaya koymaktadır.

7. POLİTİKA VE UYGULAMA ÖNERİLERİ

Çalışmanın bulguları, Türkiye’de tarımsal dijitalleşmenin teknik potansiyeline rağmen, mevcut ölçek yapısı, altyapı eşitsizlikleri, finansman kısıtları ve kurumsal eksiklikler nedeniyle seçici ve büyük ölçüde sermaye yoğun işletmeler lehine işleyen bir süreç olduğunu göstermektedir. Bu nedenle politika önerileri, yalnızca “dijitalleşme teşviki”ne değil, aynı zamanda ölçek, altyapı, örgütlenme ve veri yönetimi sorunlarının birlikte ele alınmasına odaklanmalıdır.

Kırsal Dijital Altyapı Yatırımlarının Hedefli Tasarımı

Geniş bant internet ve mobil kapsama alanının, küçük ve parçalı işletmelerin yoğunlaştığı bölgelerde güçlendirilmesi, dijitalleşmenin ön koşuludur. Özoğul’un (2025) bulguları ve FAO (2025) raporu, ICT kullanımının ölçek ve bölgesel gelişmişlikle yakından ilişkili olduğunu; altyapı eksikliğinin birçok bölgede temel bariyer olduğunu göstermektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, TÜİK ve Bakanlık verilerine dayanarak “dijital kırılabilirlik haritaları” oluşturmalı; kırsal altyapı yatırımlarını bu haritalara göre önceliklendirmeli ve en kırılabilir bölgeler için ayrı bir “kırsal dijital altyapı fonu” tasarlamalıdır. Kırsal kalkınma desteklerinde ve bölgesel kalkınma ajansı

Paylaşılan Ölçek Ekonomileri: Kooperatif ve Ortak Kullanım Modelleri

Dijital tarım ekipmanı (sensör, drone, hassas ekim-ilaçlama makineleri), yazılım lisansları ve veri işleme hizmetleri, küçük işletmeler için bireysel olarak finanse edilmesi güç yatırımlardır. Demir ve Şahin (2024), Yıldız ve Kaya (2023) ve Pakdemirli et al. (2021), yüksek sabit maliyetlerin küçük işletmeler için temel engel olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle kooperatifler ve üretici birlikleri aracılığıyla **dijital makine parkları** ve **ortak hizmet birimleri** kurulması teşvik edilmelidir. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın kırsal kalkınma hibelerinde, dijital tarım kooperatifleri için özel destek kalemleri tanımlanmalı; bu kooperatiflerin sadece ekipman alımı değil, drone operatörü ve veri analisti gibi teknik personel istihdamı da desteklenmelidir.

Dijital Yayım ve Eğitim Programlarının Yeniden Tasarımı

Dijitalleşmenin sosyal boyutunda farkındalık ve beceri eksikliği temel kısıtlardan biridir. Dertli ve Dertli (2023) çiftçilerin Tarım 4.0 kavramlarına ilişkin bilgi düzeyinin sınırlı olduğunu; Özoğul (2025) ise ICT

kullanımının eğitim düzeyiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Tarımsal yayım ve danışmanlık sistemi, klasik üretim teknikleri bilgisinin ötesine geçerek dijital beceriler, veri okuryazarlığı ve platform kullanımı gibi konuları içerecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. İl/ilçe tarım müdürlükleri, ziraat odaları ve üretici birlikleri aracılığıyla uygulamalı saha eğitimleri (tarlada tablet/akıllı telefon kullanımı, basit sensör okuma, dijital pazarlama platformları vb.) yaygınlaştırılmalıdır. Genç çiftçi destekleri, yalnızca yatırım hibeleri değil, aynı zamanda **dijital girişimcilik ve veri temelli iş modelleri** (örneğin drone hizmeti, veri analizi hizmeti sunan kırsal girişimler) ile ilişkilendirilmelidir.

Veri Yönetimi İçin Üretici Lehine Hukuki ve Kurumsal Çerçeve

Bronson ve Knezevic (2016) ile Bağcı (2023), veri sahipliği ve platform gücü konusundaki belirsizliklerin, çiftçilerin pazarlık konumunu zayıflattığını vurgulamaktadır. Türkiye’de tarımsal verinin (verim, toprak, işlem kayıtları, konum verileri vb.) kime ait olduğu, hangi koşullarda paylaşılacağı ve veriden doğan ekonomik değer nasıl paylaşılacağına ilişkin açık bir çerçeve gerekmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı ile ilgili düzenleyici kurumlar (örneğin KVKK, Rekabet Kurumu) işbirliğiyle, tarımsal veri için standart sözleşme hükümleri (veri mülkiyeti, üçüncü tarafla paylaşım, ticari kullanım, erişim hakları vb.) geliştirilmelidir. DİTAP ve benzeri platformlarda, üreticinin açık rızası olmadan verinin paylaşılmaması, veriden elde edilen ekonomik değer üretici lehine paylaşımı ve veriye erişim hakkı güvence altına alınmalıdır. Üretici örgütleri, platform ve teknoloji sağlayıcılarla yapılan çerçeve sözleşmelerde üreticiyi temsil eden müzakere aktörleri hâline getirilmelidir.

Dijital Tarım Desteklerinin Hedeflenmesi ve İzlenmesi

Mevcut destek mekanizmalarının dijitalleşmeyi teşvik etme kapasitesi sınırlı ve dağınıktır (Demir and Şahin, 2024; Bağcı, 2025). Dijital tarım yatırımlarına yönelik destekler için ayrı bir başlık açılmalı; sensör, otomasyon, yazılım, drone ve veri analizi hizmetleri gibi yatırımlar açık biçimde tanımlanmalıdır. Destek programlarında belirli bir işletme ölçeğinin altındaki üreticilere, dezavantajlı bölgelere ve örgütlü üretici gruplara (kooperatif, birlik) öncelik verilmelidir. Destek başvurularında, projelerin yalnızca ekipman alımını değil, aynı zamanda iş modeli, eğitim bileşeni ve veri yönetim planı içermesi şartı aranmalı; desteklerin etki değerlendirmesi için düzenli izleme-değerlendirme raporları hazırlanarak kamuoyuyla paylaşılmalıdır.

AB Deneyiminden Öğrenme ve Ortak Pilot Programlar

AB’deki dijital inovasyon merkezleri, danışmanlık ağları ve kooperatif temelli dijital modeller, Türkiye için önemli bir öğrenme alanı sunmaktadır (Klerkx et al., 2019). Türkiye-AB işbirliği programları kapsamında, seçilmiş bölgelerde çiftçilere demonstrasyon, eğitim, danışmanlık ve ortak ekipman kullanımı hizmeti sunan **dijital tarım inovasyon merkezleri** kurulmalıdır. Hollanda ve Polonya gibi ülkelerdeki iyi uygulama örnekleri, benzer agro-ekolojik ve yapısal özelliklere sahip Türkiye bölgelerinde pilot olarak uygulanmalı; bu pilotlardan elde edilen bulgular ışığında Türkiye için ölçeklenebilir ulusal modeller tasarlanmalıdır.

Bu öneriler, dijitalleşmenin teknik potansiyelini Türkiye’nin tarımsal yapısı ve kurumsal koşulları ile uyumlu, kapsayıcı bir dönüşüm aracına dönüştürmeyi hedeflemektedir. Aksi hâlde dijitalleşme, verimlilik artışına rağmen, tarımsal yapı içinde var olan eşitsizlikleri derinleştiren ve küçük üreticiler aleyhine işleyen bir süreç olarak kalma riski taşımaktadır.

ACKNOWLEDGMENTS

Uygulanamaz

Araştırmacıların Katkı Beyanı Özeti

Yazarlar eşit oranda katkı yaptıklarını beyan ederler

Çıkar Çatışması Beyanı

Beyan edilecek çıkar çatışması yoktur

REFERANSLAR

- Anonymous (2019a). FAO, Digital technologies in agriculture and rural areas – Briefing paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Anonymous (2019b) World Bank. Harvesting prosperity: Technology and productivity growth in agriculture. World Bank Group
- Bağcı, A. (2023). Dijital dönüşüm ve yapay zekânın tarım politikası ve uygulamalardaki yeri. *Sayıştay Dergisi*. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1792920>
- Bağcı, A. (2025). Tarımda dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik: Türkiye örneği üzerinden çok boyutlu bir değerlendirme. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 14(5), 2313–2333. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1744124>
- Baz, İ. (2024). Industry 4.0 in agriculture: Smart agricultural applications and drone use in agriculture. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 13(5), 1139–1145. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i5.1139-1145.6905>
- Bronson, K., & Knezevic, I. (2016). Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>
- Carolan, M. (2017). Publicising food: Big Data, precision agriculture and co-experimental techniques of addition. *Sociologia Ruralis*, 57(2), 135–154. <https://doi.org/10.1111/soru.12120>
- Demir, O., & Şahin, E. (2024). Tarımda dijitalleşme ve ekonomik etkiler: Sistemik literatür incelemesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1), 1–18. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1382916>
- Dertli, S., & Dertli, M. (2023). Dijital tarım (Tarım 4.0) ve metaverse kavramlarına yönelik bireylerin bilgi ve farkındalık düzeyleri. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.55117/bufbd.1292198>
- FAO. (2025). *Digital agriculture in Türkiye: Policy analysis report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828–831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Hollinger, F. (2025). *Digital technologies for agriculture in Türkiye*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and Agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Lowder, S. K., Skoet, J., & Raney, T. (2016). The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.041>
- Özoğul, G. (2025). Evaluation of information and communication technology utilisation in Turkish agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 9(Special Issue), 25–26. <https://doi.org/10.31015/2025.si.13>
- Pakdemirli, B., Birişik, N., Aslan, İ., Sönmez, B., & Gezici, M. (2021). Türk tarımında dijital teknolojilerin kullanımı ve tarımda zincirinde Tarım 4.0. *Toprak Su Dergisi*, 10(1), 78–87. <https://doi.org/10.21657/topraksu.898774>

- Reardon, T., Echeverria, R., Berdegúe, J., Minten, B., Liverpool-Tasie, S., Tschirley, D., & Zilberman, D. (2019). Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. *Agricultural systems*, 172, 47-59.
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Schimmelpfennig, D. (2016). *Farm profits and adoption of precision agriculture* (Economic Research Report No. 217). U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Seren, M. (2024). Linking digital agriculture research and export outcomes: A bibliometric analysis. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 13(10), 2156–2162. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i10.2156-2162.7873>
- Şahin, A., & Kalender, B. (2025). Digital transformation in agricultural structures: Evaluation in terms of technological developments, practices and sustainability. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 13(S2), 3708–3717. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v13is2.3708-3717.8158>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2025). *Tarımda dijitalleşme, veri tabanlı tarım ve teknolojik gelişim çalışma grubu raporu*.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2025). *Türkiye dijital tarım stratejisi*.
- Van der Ploeg, J. D. (2008). *The new peasantries: Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. Earthscan.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Yıldız, M., & Kaya, İ. (2023). Tarım 4.0'ın ekonomik etkileri üzerine bir değerlendirme. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 18(2), 55–72. <https://doi.org/10.47103/bilturk.1218500>
- Yılmaz, S., & Arslan, A. (2024). Tarımda dijitalleşme ve teknolojik dönüşüm: Sistematik literatür incelemesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 39(2), 215–230.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture – A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2–3), 113–132. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)