

Teknolojinin Tarım Üzerindeki Dönüştürücü Etkisi: Geleneksel Tarımdan Akıllı Tarıma Geçiş

Hasan Kınacı¹

Özet

Tarım sektörü, çağlar boyunca bireylerin besinsel ihtiyaçlarını karşılamasının yanında toplumsal, ekonomik ve kültürel yaşamın da temelini oluşturmuştur. Son yıllarda ortaya çıkan küresel gelişmeler, tarımın önemini bir kez daha ortaya koyarken, aynı zamanda tarımsal dönüşüm ihtiyacını da artırmıştır. Yapay zekâ, nesnelerin interneti, blockchain, veri analitiği, robot teknolojisi, kablosuz sensör ağları, agri-fintech gibi teknolojik gelişmeler geleneksel tarımdan akıllı tarıma geçişi hızlandırmıştır. Bu geçiş sürecinde birtakım ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında ilk olarak akıllı tarım uygulamaları incelenmektedir. İkinci olarak teknolojinin tarım sektöründe kullanılmasıyla birlikte ortaya çıkacak ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler incelenmiştir. Üçüncü olarak, bu dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecek muhtemel sorunlar ele alınmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmanın, tarımda dönüşüm sürecinin bütüncül bir şekilde ele alınması yönüyle literatüre katkı sunması beklenmektedir.

1. Giriş

Tarım sektörü, insan yaşamının ve ekosistemin devamlılığı açısından önemli bir sektördür. Aynı zamanda endüstri için hammadde tedariki sağlaması ve ülkelerin ekonomik hedeflerine ulaşma noktasında temel sektörlerden biri olması açısından da kritik bir öneme sahiptir. Küresel ısınma, iklim değişikliği, savaşlar, nüfus artışı, çevre kirliliği ve salgın hastalıklar gibi son dönemde yaşanan küresel gelişmeler, tarım sektörünün önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

Tarım sektörünün bu önemine rağmen, tarımsal üretim sürecinde kaynakların etkin ve verimli kullanılmaması, yanlış üretim tekniklerinin

1 Öğr. Gör. Dr., Karabük Üniversitesi, Muhasebe ve Vergi Programı, hasankinaci@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8600-8094

uygulanması, kısa vadeli politik kararların alınması gibi durumlar, birtakım sorunların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu sorunlar açlık, susuzluk, gıdaya ulaşım gibi insan yaşamıyla ilgili olmak üzere ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlar olarak sınıflandırılabilir. Özellikle büyük tarım arazilerinin miras ve intikal yoluyla bölünmesi, hem verimliliği ve üretim kapasitesini azaltmakta hem de üretim maliyetlerinin yükselmesine sebep olmaktadır (Doğan vd., 2015; TARMAKBİR, 2022). Tarım arazileri üzerinde ilaçların, gübrelerin ve suyun bilinçsiz bir şekilde kullanımı, uygun olmayan ekipman tercihleri ile anız yakma gibi tarımsal uygulamalar, toprak yapısının bozulmasına yol açarak tarım arazilerinin erozyona karşı daha hassas hale gelmesine neden olmaktadır (Gülersoy, 2014). Bunun yanında tarım arazilerinin sanayi veya konut için yapılaşmaya açılması veya ulaştırma amaçlı kullanımı ile ilgili politik kararlar, tarım arazilerinin geri kazanılamayacak biçimde kaybedilmesine yol açmaktadır (Albayrak, 2019).

Karşılaşılan bu olumsuz durumlar, mevcut çiftçilerin üretime çekilmesine sebep olurken, genç nesillerin de tarım sektörüne olan ilgisini azaltmaktadır. Tarım sektörüne ilgisi azalan gençlerin kentlere göç etmesi, nesilden nesile aktarılan bilgi, beceri ve tecrübenin ortadan kalkmasına, çiftçilerin yaş ortalamasının yükselmesine ve çarpık kentleşme gibi sorunların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Arlı vd., 2014; Çatal ve Korkmaz, 2020).

Tarım sektöründe yaş ortalamasının yükselmesi, arazinin tam kapasite kullanımını azaltırken, gelişen teknolojinin benimsenmesini zorlaştırarak fiziki sermayenin yenilenmesini geciktirmektedir. Bu durum yalnızca çiftçilerin gelirini değil aynı zamanda tüketicilerin de gıdaya ulaşımını hem zorlaştırmakta hem pahalılaştırmaktadır. Bunun yanında tarıma dayalı sanayi üretiminin düşmesi, enflasyon, işsizlik, milli gelirin azalması gibi makro ekonomik sorunların ortaya çıkmasında da etkili olmaktadır.

Diğer yandan, geleneksel tarım anlayışına bağlı olarak kaynakların etkili ve verimli bir şekilde kullanılmaması, aşırı kimyasal kullanımı, eski nesil tarım alet ve ekipman kullanımı gibi durumlar, açlık, yetersiz beslenme, yoksulluk, sağlık, göç, çarpık kentleşme gibi sosyal sorunların artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca çevre kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği, küresel ısınma gibi çevresel sorunların ortaya çıkmasına da sebep olmaktadır. Karşılaşılan bu sorunların ortadan kaldırılmasında teknolojik gelişmeler önemli fırsatlar sunmaktadır.

Teknolojideki hızlı gelişmeler sayesinde yapay zekâ, nesnelerin interneti, blockchain, veri analitiği, robot teknolojisi, kablosuz sensör ağları, agri-fintech gibi teknolojik gelişmelerin tarım sektörüne entegre edilmesi, özellikle

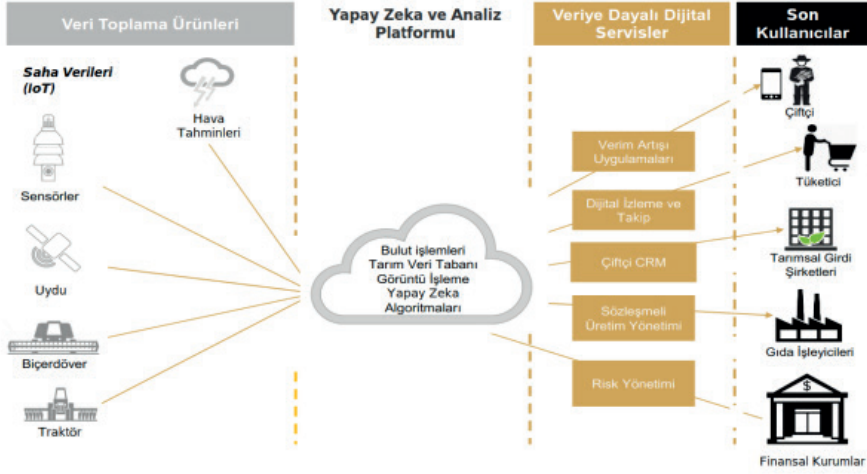
insan kaynaklı ortaya çıkan sorunların çözümünde etkili olmaktadır. Bu durum, kaynakların etkili ve verimli kullanılmasını sağlarken (Beluhova & Dunchev, 2022); çiftçilerin ve politika yapımcıların da karar alma süreçlerini hızlandırmaktadır (Ercan vd., 2019). Tarımda teknoloji kullanımı arttıkça, üretim maliyetleri düşmekte, ürün kalitesi artmakta, üretim süreci daha verimli, sürdürülebilir ve izlenebilir bir hale gelmektedir (Da Silva vd., 2023).

Bu çalışma kapsamında ilk olarak, farklı yöntem ve tekniklerle uygulanan akıllı tarım uygulamaları ele alınacaktır. Akabinde, tarımsal dönüşümün ortaya çıkaracağı ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri aktarılacaktır. Üçüncü olarak, tarımsal dönüşüm sürecinde ve sonrasında oluşabilecek olası sorunlar ile bunlara yönelik çözüm önerileri tartışılacaktır. Nitel araştırma yönteminin benimsendiği bu çalışmada doküman incelemesi yapılmıştır. Elde edilen bulguların sadece analizi yapılan dokümanların bir sonucu olması, çiftçilerin ve uygulayıcıların deneyimlerini tam olarak yansıtmaması çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın, teknolojinin tarım üzerindeki dönüştürücü etkisinin ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere çok boyutlu olarak ele alınması açısından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir .

2. Akıllı Tarım Uygulamaları

Akıllı tarım uygulamaları, yapay zekâ, nesnelerin interneti, blokchain, veri analitiği, robot teknolojisi, kablosuz sensör ağları, agri-fintech gibi teknolojik gelişmelerin tarımsal üretim sürecine entegre edilmesini ifade etmektedir (Jararweh vd., 2023). Akıllı tarım uygulamaları, gerçek zamanlı verilerin toplanmasına, kullanılan makine ve ekipmanlar arasında iletişimin sağlanması ile verilerin analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede üretimin başlangıcından hasat aşamasına kadar tüm süreçler izlenebilmekte ve karar alma mekanizmaları daha etkin bir şekilde işletilebilmektedir. Böylece önemli maliyet avantajları sağlanmakta, kaynakların yönetimi kolaylaşmakta ve tarımsal sürdürülebilirlik desteklenebilmektedir (Beluhova & Dunchev, 2022; Liu vd., 2021).

Şekil 1: Akıllı Tarım Sistemi



Kaynak: (BTK, t.y.)

Akıllı tarım uygulamaları, üretim sürecinde etkinliği ve verimliliği artırdığı gibi, ürün kalitesinin de iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Bu kazanımlar çiftçileri olumlu yönden etkilerken, küresel gıda arz güvenliğinin sağlanmasına da önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca akıllı tarım uygulamalarının benimsenmesi, Birleşmiş Milletlerin benimsemiş olduğu açlığın sona erdirilmesi, sağlıklı ve kaliteli yaşam, su ve enerji kaynaklarının korunması gibi sürdürülebilir kalkınma amaçlarının sağlanmasının da temelini oluşturmaktadır. Bundan dolayı geleneksel tarımdan akıllı tarıma dönüşüm ulus devletleri tarafından desteklenmekte ve teşvik edilmektedir.

Dünya genelinde akıllı tarım uygulamaları; organik tarım, iyi tarım, topraksız tarım, dikey tarım ve tarımsal ormancılık gibi farklı isimlerle ve yöntemlerle uygulanmaktadır. Yapılan çalışmalarda akıllı tarım kavramı yerine, Tarım 4.0, dijital tarım, hassas tarım gibi kavramlar da kullanılmaktadır (Araujo vd., 2021).

2.1. Organik Tarım

Organik tarım, tarımsal ilaçlar, kimyasal gübreler, hormonlar, antibiyotikler ve zararlı gıda katkı maddelerinin kullanımını yasaklayan; üretimden tüketime kadar tüm aşamaları denetim altında tutulan bir üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemin temel amacı ise, toprak, su ve havayı kirletmeden; insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığını koruyarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamaktır. Organik tarım uygulamalarında,

üretimin tüm aşamaları ile ürünün son tüketiciye ulaşmasına kadar geçen tüm süreçlerde kimyasal madde kullanılmasına izin verilmemektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2015). Codex Alimentarius Komisyonu (CAC, 2006), organik tarım sisteminin faydalarını; biyolojik çeşitliliğin artması, toprak verimliliği ve biyolojik aktivitenin yükselmesi, toprak, su ve havanın sağlıklı kullanımının sağlanması, tarımsal uygulamalardan kaynaklanan kirliliğin en aza indirilmesi ve atıkların geri dönüştürülmesi yoluyla yenilenemeyen kaynak kullanımının azaltılması şeklinde ifade etmektedir.

Organik tarımı uygulamak isteyen çiftçiler, üretim öncesinde kendi ülkelerinde faaliyet gösteren organik sertifikasyon kuruluşuna başvurarak organik ürün sertifikası almak zorundadır. Sertifika standartları ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Bu kapsamda, farklı organik üretim standartları belirleyen kuruluşlar arasındaki iş birliğini güçlendirmek amacıyla Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM) tarafından organik üretim standartları oluşturulmuştur. Organik tarım sertifikasyonu, tüketicilere güvenilir ve sağlıklı ürünlere erişim olanağı sunarken, çiftçilerin gelir düzeyini artırarak kırsal kalkınmayı desteklemektedir (IFOAM, 2016; Scialabba & Müller-Lindenlauf, 2010).

2.2. İyi Tarım Uygulamaları

İyi tarım uygulamaları, gıda güvenliği, ürün kalitesi, üretim verimliliği ve çevresel kazanımları hedefleyen çiftçiler, gıda işletmeleri ve tüketicilerin ortak taahhütleri çerçevesinde ortaya çıkmıştır (İçel, 2007). İyi tarım uygulamaları, kimyasal gübre ve ilaç kullanımını belirli bir program çerçevesinde azaltmayı ve böylece tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevresel zararları en düşük düzeye indirmeyi amaçlamaktadır (Eryılmaz ve Kılıç, 2018). Bu yönüyle organik tarımdan ayrılmaktadır. Başka bir deyişle, organik tarımda kimyasal girdi ve ilaç kullanımı tamamen yasaklanırken, iyi tarım uygulamalarında ise bu girdiler dengeli ve zararsız biçimde kullanılabilir (Çevik, 2020). Tüm bu süreç, teknolojik uygulamaların tarımsal üretim sürecine entegre edilmesiyle mümkün olmaktadır.

2.3. Topraksız Tarım

Topraksız tarım, bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinin, durgun ya da akan besin çözeltileri aracılığıyla kök bölgesine iletilmesi esasına dayanmaktadır (Eliçin vd., 2021).

Üretimin toprak gereksinimi olmaksızın yapılabilmesi hem kırsal alanlarda hem de kentlerde yetiştiriciliğe imkân tanımaktadır. Geleneksel

tarıma kıyasla önemli avantajlar sunan topraksız tarımın başlıca üstünlükleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1: Geleneksel Tarım ile Topraksız Tarımın Karşılaştırılması

Topraksız Tarım	Geleneksel (Topraklı) Tarım
Topraksız üretim yapılabilir	Topraksız üretim yapılamaz
Daha dar alanda üretim yapılabilir	Daha fazla alana ihtiyaç duyulur
Bitkinin yetişmesi daha hızlı ve kolaydır	Bitkinin yetişmesi daha yavaş ve zordur
İklim koşullarından etkisi daha azdır	İklim koşulları oldukça etkilidir
Su ihtiyacı daha azdır (Geleneksel tarıma göre su ihtiyacı 1/10)	Su ihtiyacı fazladır
Emek yoğun iş gücü ihtiyacı azdır	Emek yoğun iş gücü ihtiyacı fazladır

Kaynak: (Arumugam vd., 2021; Fussý & Papenbrock, 2022)

Topraksız tarımda, hidroponik sistem, aeroponik sistem ve akuaponik sistem olmak üzere üç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden ilk kullanılanı hidroponik sistemidir.

Hidroponik sistem, bitkilerin su içerisinde çözünen mineral besin çözeltileri aracılığıyla yetiştirilmesini sağlayan bir yöntemdir (Malik vd., 2018). Bu yöntemde bitkiler, ihtiyaç duydukları besin ve mineralleri su içinde dengeli ve yeterli düzeyde alabildikleri için yüksek verim elde edilmekte, kaynak kullanımında israfın önüne geçilmekte ve bitki gelişimi geleneksel tarıma kıyasla daha hızlı gerçekleşmektedir. Ayrıca, bitkilerin gelişim süreci geleneksel tarıma kıyasla daha hızlı gerçekleşmektedir (Vyshnavi vd., 2023). Aeroponik Sistem, eriyik haldeki bitki besinlerinin suyla birlikte sis/buhar şeklinde açıkta bulunan bitki köklerine püskürtülmesi şeklinde uygulanmaktadır (Şahin ve Kendirli, 2016). Topraksız tarım uygulamaları arasında nispeten yeni sayılan bu sistem, yetiştirilen ürünlerin daha fazla mineral ve vitamin alarak verimli bir şekilde yetişmesine olanak tanımakla birlikte aynı zamanda bu sistem su tasarrufunu en üst düzeye çıkaran yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. (Al Shrouf, 2017; Şahin & Kendirli, 2016). Akuaponik sistem, henüz yaygın bir uygulama alanı bulmamış olsa da hem bitkisel hem de hayvansal üretime imkân tanınması açısından öne çıkmaktadır (Şahin & Kendirli, 2016). Bu yöntemde, su ürünlerinin yetiştirildiği havuzlardaki su, kirlenmesinin ardından filtrelenip bitkilere verilmektedir; bitkilerin beslenmesinden arta kalan su ise yeniden sterilize edilerek tekrar havuzlara aktarılmaktadır.

2.4. Dikey Tarım

Dikey tarım, kapalı alanlarda, güneş ışığı veya toprak gereksinimi olmaksızın gerçekleştirilen yenilikçi bir üretim yöntemidir. Bu sistemde yapay aydınlatma ve akıllı otomasyon teknolojileri kullanılarak kesintisiz üretim sağlanmaktadır. Ayrıca su, ışık, nem, sıcaklık ve rüzgâr gibi çevresel faktörlerin üreticiler tarafından kontrol edilebilmesi, bitkilerin daha hızlı gelişmesini desteklemekte ve yılda 10–20 ürün hasadı yapılmasına imkân tanımaktadır. Bununla birlikte, dikey tarımda yatay alana ihtiyaç duyulmaması ve üretimin özel olarak tasarlanmış basamaklı dikey düzenekler üzerinde gerçekleştirilmesi, birim alandan elde edilen verimin artmasına katkı sağlamaktadır (Samastı vd., 2022; Tarfin, 2021).

Görsel 1: Dikey Tarım Uygulamaları



Kaynak: (İstock, 2024)

Bu yöntemde üretimin dikey bir şekilde konumlandırılması, geniş arazilere duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle dikey tarım, kentsel alanlarda üretime imkân tanıyarak uzun mesafeli taşımacılık gereksinimini azaltmakta ve şehirde yaşayanların gıdaya daha kolay ulaşmalarını sağlamaktadır (Howard, 2024).

2.5. Tarımsal Ormancılık

Tarımsal ormancılık, tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü bir arazi yönetim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Fahad vd., 2022). Bu sistemde farklı faaliyetlerin eş zamanlı olarak uygulanması, arazi kullanım verimliliğini artırmaktadır (Pantera vd., 2021).

Tarımsal ormancılık faaliyetleri, yalnızca arazi verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda toprak erozyonunun önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve geçim kaynaklarının desteklenmesi gibi çeşitli ekonomik ve ekolojik faydaların sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır (Singh vd., 2022).

3. Tarımsal Dönüşümün Ekonomik, Çevresel ve Sosyal Etkileri

Tarım sektörü, teknolojinin gelişmesiyle birlikte geleneksel tarımdan akıllı tarıma doğru dönüşmektedir. Bu dönüşümün ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri bulunmaktadır. Teknolojinin tarım sektörüne entegrasyonu ile birlikte üretim sürecinin tüm aşamalarının kontrol edilebilir olması, beraberinde verimlilik artışını getirmiştir. Bu sayede arazi, yakıt ve su gibi doğal kaynakların kullanımında, tohum, gübre, ilaçlama ve hasat gibi üretim süreci girdilerinde ve ürünlerin son tüketicilere ulaşmasına kadarki tedarik zinciri sürecinde önemli maliyet avantajları elde edilmektedir (Papadopoulos vd., 2024). Bu durum ayrıca üretim kapasitesinin artmasına ve ürün kalitesinin iyileşmesine de katkı sunmaktadır. Böylece çiftçilerin gelirleri ve rekabet güçleri artarken, kırsal kalkınmanın sağlanması başta olmak üzere ülke ekonomisi için de önemli kazanımlar elde edilmektedir (Zou vd., 2024).

Tarımda teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte tarımsal istihdamın niteliği de değişmeye başlamıştır. Bu değişim, geleneksel bilgi ve beceriye dayalı iş gücünden, teknoloji odaklı üretim yapma becerisine sahip iş gücüne duyulan ihtiyacı artırmıştır. Tarımsal istihdam niteliğindeki bu değişim, çalışma koşullarını, ücret politikalarını ve yaşam standartlarını etkilerken, tersine göç eğilimlerini artırmaktadır. Tersine göçün hızlanması, kırsal bölgelerde eğitim, sağlık, kültür gibi pek çok alanda yeni yatırımları artırmaktadır. Böylece kentlerde yoğunluklar azalmakta, kentte zor şartlar altında yaşayan insanlar yeni fırsatlar elde etmekte, bölgesel gelir eşitsizlikleri azalmaktadır (Çelikaş, 2025). Tarımda teknolojik dönüşümün bir başka etkisi de tarımda genç istihdamı teşvik etmesidir. Tarımda teknoloji kullanımı her ne kadar insan gücü yerine makine gücünü ön plana çıkarsa da, teknolojiye ilgi duyan gençlerin tekrardan tarıma ilgisinin artmasına da katkı sağlamaktadır (Yılmaz & Tunahoglu, 2024).

Tarımda dijitalleşme, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında da önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle hassas tarım teknolojileri, su ve gübre kullanımında verimliliği artırarak doğal kaynakların korunmasına olanak tanımaktadır. Akıllı sulama sistemleri sayesinde yalnızca bitkinin ihtiyacı kadar su kullanılması, su kaynaklarının israfını önlemekte ve yeraltı su seviyelerinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Karaşahin vd., 2018). Benzer şekilde, sensör destekli gübreleme ve ilaçlama uygulamaları, aşırı kimyasal kullanımının önüne geçerek toprak ve su ekosistemlerinde kirlenmeyi azaltmaktadır (Mane vd., 2025). Ayrıca, dijital tarım teknolojileriyle elde edilen veri analizleri sayesinde toprak yapısı ve erozyon riski izlenebilmekte, böylece uygun arazi yönetimi stratejileri geliştirilmektedir (Robinson, 2024). Tarımda yenilenebilir enerji kullanımı ile enerji verimliliği sağlayan akıllı tarım makineleri ve otomasyon sistemlerinin fosil yakıt tüketimini azaltarak karbon salımını sınırlamakta, tarımın karbon ayak izini düşürmektedir (Karaca, 2013; Şentürk vd., 2023). Tarımda teknolojik gelişme sağlandıkça, çevresel dengenin korunmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesine önemli katkılar sunacaktır.

4. Tartışma

Tarımda teknolojik dönüşümle birlikte ekonomik, sosyal ve çevresel kazanımlar elde edilebileceği gibi birtakım yapısal sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında, tarımsal dönüşüm için gerekli olan yatırımların yapılmasında, maliyetlerin yüksek olması ve buna bağlı olarak finansman ihtiyacının ortaya çıkmasıdır. Teknik ve teknolojik altyapının oluşturulması, makine ve ekipmanların tedarik edilmesi, yüksek yatırım maliyetleri içermektedir. Günümüzdeki iktisadi anlayışa paralel olarak tarım finansmanında genellikle borç-faiz temelli finansal enstrümanlar yer almaktadır. Borç-faiz temelli finansal imkânlar, yatırım maliyetlerini daha da artırırken, çiftçilerin ağır borç yükü altında ezilmesine neden olmaktadır (KKB, 2023). Ayrıca faizin İslam dininde haram olmasından dolayı dini hassasiyeti olan çiftçilerin, bu finansman türlerinden uzak durmasına yol açmaktadır (Küçükarpacı & Ülev, 2023). Bu durum, teknolojik dönüşüm sürecini geciktirmekte ve ekonomik sürdürülebilirliği bozmaktadır.

Dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecek bir diğer sorun, tarımda genç nüfus oranının düşük olmasıdır. Gençlerin sektöre olan ilgisizliği, tarımda çalışan nüfusun yaş ortalamasının yükselmesine yol açmıştır (TÜİK, 2024). Bu durum teknolojik yeniliklerin benimsenmesi açısından ciddi bir engel oluşturmaktadır. Özellikle dijital tarım uygulamaları, hassas tarım teknolojileri ve yapay zekâ destekli sistemler gibi akıllı tarım çözümlerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için, teknolojinin iyi bir şekilde kullanılabilmesi

gerekmektedir. Ayrıca yeni üretim yöntemlerinin benimsenmesini de beraberinde getirmektedir. Ancak yaşlı nüfusun teknolojiye entegrasyonunun sınırlı olması ve yeni yöntemleri uygulama yönünde isteksiz davranması ile gençlerin sektöre ilgisinin azalması, akıllı tarımın kimler tarafından ve nasıl uygulanacağı sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunun ortadan kaldırılmasında eğitim, bilinçlendirme, yatırım destekleri, teknolojik alt yapının güçlendirilmesi gibi politikalar etkili olmaktadır.

Dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecek üçüncü sorun ise tarımda tekelleşme sorunudur. Dünya genelinde tarımsal dönüşümü gerçekleştirmiş, akıllı tarım uygulamaları ile faaliyette bulunan küresel şirketler bulunmaktadır. Bu şirketler, tarımsal üretim süreçlerinde ekonomik ve çevresel açıdan önemli katkılar sağlasa da sosyal yönden çeşitli sorunların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Küresel tarım piyasasında önemli bir güce sahip olan bu şirketler, tarımsal üretimden nihai tüketiciye kadar uzanan tüm tedarik zincirinde belirleyici konumda bulunmaktadır. Elde ettikleri bu otoriter yapı üreticiler, politika yapımcılar ve tüketiciler üzerinde baskıcı bir etki yaratmalarına imkân tanımaktadır (Sosa Varrotti vd., 2022). Bu şirketler, küresel kriz dönemlerinde sahip oldukları tekelleri güçlerini kullanarak yüksek kârlar elde etmekte, fiyatların belirlenmesinde etkin rol üstlenmekte, politika yapımcıları kendi çıkarlarına uygun kararlar almaya yönlendirmekte, insan sağlığını göz ardı etmekte, küçük ölçekte üretim yapan üreticilerin mülkiyet haklarını ellerinden almakta ve yerel tarımsal üretimi engelleyerek kârlılığını yüksek ürünlere yoğunlaşmaktadır (Ets Group, 2022; Grain, 2025). Bu durum, tarımsal dönüşümle birlikte teknolojik, finansal ve politik güçlerin tek elde toplanması sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunun giderilmesinde yasal düzenlemeler, denetim mekanizmaları ve rekabet ortamını geliştirici piyasa düzenlemeleri etkili olmaktadır .

5. Sonuç

Küresel gelişmeler sonucunda ortaya çıkan tarımsal sorunlar, tarımda dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Bu dönüşüm sürecinde en etkili unsurun teknolojik gelişmeler olduğu görülmektedir. Yapay zekâ, nesnelerin interneti, blockchain, veri analitiği, robot teknolojisi, kablosuz sensör ağları, agri-fintech gibi teknolojik gelişmelerin tarıma entegre edilmesi ile geleneksel tarımdan akıllı tarıma bir dönüşüm başlamıştır. Bu dönüşümün ekonomik, sosyal ve çevresel olarak birçok etkisi ortaya çıkmaktadır. Tarımda teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte üretim sürecinin izlenebilir ve kontrol edilebilir olması, verimlilik artışı, kaynak kullanımında etkinlik, enerji tasarrufu, maliyet avantajı gibi ekonomik kazanımlar ortaya çıkarmıştır. Ortaya çıkan bu ekonomik kazanımlar çiftçileri olumlu yönde etkilediği

gibi tüketicilerin de kaliteli ve sağlıklı gıdaya erişimini kolaylaştırmaktadır. Teknoloji kullanımı, tarımda istihdam koşullarını değiştirmekte, kırsal bölgelerin eğitim, sağlık, kültür, konut, ulaşım gibi pek çok yönden gelişmesine de katkı sağlamaktadır. Böylece bölgeler arasında gelir eşitsizlikleri azalmakta, kentsel yoğunluklar azalmakta ve kırsal kalkınma hızlanmaktadır. Bunun yanında tarımda dönüşümün sağlanmasıyla birlikte çevresel kazanımlar da elde edilmektedir. Kaynakların etkin kullanımı, kimyasal kullanımının azaltılması ve ekosistem sağlığının korunması, toprak kirliliği başta olmak üzere, iklim değişikliği, küresel ısınma, hava kirliliği, su kaynaklarının tükenmesi gibi çevresel sorunların ortadan kaldırılmasında etkili olmaktadır. Geleneksel tarımdan akıllı tarıma geçiş her ne kadar ekonomik, sosyal ve çevresel yönden önemli gelişmeler sağlasa da birtakım sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sorunların başında finansman sorunları gelmektedir. Teknik ve teknolojik dönüşümün sağlanması finansman ihtiyacını artırmaktadır. Konvansiyonel iktisadi sistemin ortaya koyduğu borç-faiz temelli finansman olanakları, çiftçilerin ağır borç yükü altında ezilmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı çiftçiler ya bu sebepten dolayı ya da dini hassasiyetlerden dolayı finansman kaynaklarını kullanmaktan geri durmaktadır. Bu durum tarımda dönüşümü sektöre uğratmaktadır. İkinci olarak, teknoloji odaklı tarım sürecinde özellikle kısa vadede nitelikli iş gücü bulma sorunlarıyla da karşılaşmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan bir diğer sorun ise tarımsal tekelleşme sorununun ortaya çıkmasıdır. Akıllı tarım uygulamalarına sahip şirketlerin sahip olduğu teknolojik, finansal ve politik güçler gerek küçük çiftçiler gerekse tüketici ve devlet üzerinde baskı unsuru haline gelebilmektedir. Karşılaşılan bu olumsuzlukların ortadan kaldırılmasında; tarım sektöründe karşılaşılan mevcut yapısal sorunların çözümüne yönelik düzenlemelerin yapılması, eğitim, bilinçlendirme ve tarımsal yayım gibi politikalarla gençlerin tarım sektörüne ilgisinin artırılması, borç-faiz temelli finansman olanakların haricinde ortaklık, satış, kiralama ve sosyal finans temelli finansman kaynaklarının geliştirilmesi etkili olacaktır. Bunun yanında yatırımların teşvik edilmesi, rekabet gücünün artırılması, tekelleşmenin önlenmesine yönelik hukuki düzenlemelerin uygulanması da tarımda dönüşümü hızlandırarak önemli ekonomik, sosyal ve çevresel kazanımların elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Al Shrouf, A. (2017). Hydroponics, Aeroponic and Aquaponic as Compared With Conventional Farming. *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.*, 27(1), 247-255.
- Albayrak, H. (2019). Türkiye'nin Tarım Arazileri Politikası: Bir Kamu Politikası Süreç Analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 211-231.
- Araujo, S. O., Peres, R. S., Barata, J., Lidon, F., & Ramalho, J. C. (2021). Characterising the Agriculture 4.0 Landscape—Emerging Trends, Challenges and Opportunities. *Agronomy*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040667>
- Arlı, R., Balcı, M., & Abay, C. (2014). Gençlerin Kırsalda Çiftçilik Yapma Eğilimleri: Akhisar İlçesi Örneği. *BİLDİRİ METİNLERİ*, 27.
- Arumugam, T., Sandeep, G., & Maheswari, M. U. (2021). Soilless Farming of Vegetable Crops: An Overview. *Pharma Innov. J.*, 10(1), 773-785.
- Beluhova, U. R., & Dunchev, D. (2022). Agriculture 4.0—Concepts, Technologies and Prospects. *Scientific Papers-Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(2), 97-104.
- BTK. (t.y.). *Akıllı Tarım*. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>
- Çatal, Ö., & Korkmaz, A. (2020). Aile İşletmelerinin Sürdürülebilirliğini Etkileyen Başarı ve Başarısız Dinamikleri Üzerine Bir Alan Araştırması: Isparta ve Burdur Örneği. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 178-194.
- Çeliktaş, M. H. (2025). Tersine Göçü Yeniden Ele Almak: Tersine Göçün Toplumsal Etkileri ve Türleri. *Kültür Araştırmaları Dergisi*, 24, Article 24. <https://doi.org/10.46250/kulturder.1603149>
- Çevik, M. (2020). *İyi Tarım Uygulamaları ile İciniz Rahat Olsun*. <http://www.turk-tarim.gov.tr/Haber/404/-iyi-tarim-uygulamalari-ile-iciniz-rahat-olsun>
- Da Silva, F. T., Baierle, I. C., Correa, R. G. de F., Sellitto, M. A., Peres, F. A. P., & Kipper, L. M. (2023). Open Innovation in Agribusiness: Barriers and Challenges in the Transition to Agriculture 4.0. *SUSTAINABILITY*, 15(11), 8562. <https://doi.org/10.3390/su15118562>
- Doğan, Z., Arslan, S., & Berkman, A. (2015). Türkiye'de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 29-41.
- Eliçin, K. A., Tantekin, M., & Öztürk, F. (2021). Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları: Zorluklar ve Potansiyeller. *İçinde Topraksız Tarım* (s. 135). <https://iksadyayinevi.com/home/turkiyede-surdurulebilir-tarim-uygulamalari-zorluklar-ve-potansiyeller/>

- Ercan, Ş., Öztep, R., Güler, D., & Saner, G. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2), Article 2. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.650762>
- Eryılmaz, G. A., & Kılıç, O. (2018). Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 624-631.
- Ets Group. (2022). *Food Barons 2022*. <https://www.etcgroup.org/>
- Fahad, S., Chavan, S. B., Chichaghare, A. R., Uthappa, A. R., Kumar, M., Kakade, V., Pradhan, A., Jinger, D., Rawale, G., Yadav, D. K., Kumar, V., Farooq, T. H., Ali, B., Sawant, A. V., Saud, S., Chen, S., & Poc-zai, P. (2022). Agroforestry Systems for Soil Health Improvement and Maintenance. *Sustainability*, 14(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/su142214877>
- Fussy, A., & Papenbrock, J. (2022). An Overview of Soil and Soilless Cultivation Techniques—Chances, Challenges and the Neglected Question of Sustainability. *Plants*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/plants11091153>
- Grain. (2025). *Corporate Concentration in Food & Farming in 2025*. <https://grain.org/>
- Gülersoy, A. (2014). Yanlış Arazi Kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilgiler Eğitimi Dergisi*, 1, 49-128.
- Howard, S. (2024). *The Potential of Vertical Farming to Transform Global Food Production*. VerticalFarm.au. <https://verticalfarm.au/articles/viewArticle/vertical-farms-feed-world-potential>
- IFOAM. (2016). *Organic 3.0: For Truly Sustainable Farming & Consumption*. <https://www.ifoam.bio/about-us>
- İçel, C. D. (2007). *Avrupa Birliği ülkelerinde iyi tarım uygulamaları ve Türkiye ile karşılaştırılması* [AB Uzmanlık Tezi]. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=efalefbc2fbaf3483da3b5ac021e86b7#book/
- İstock. (2024). *Dikey Tarım Stok Fotoğraf, Resimler ve Görseller*. <https://www.istockphoto.com/tr/search/2/image-film?phrase=dikey+tar%C4%B1m>
- Jararweh, Y., Fatima, S., Jarrah, M., & Alzu’bi, S. (2023). Smart and Sustainable Agriculture: Fundamentals, Enabling Technologies, and Future Directions. *Comput. Electr. Eng.*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2023.108799>
- Karaca, C. (2013). Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım Politikaları: Tarım Sektöründe Atıl ve Yenilenebilir Enerji Kaynakların Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 19(1). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=13030183&AN=96737127&h=AxUxfAaNXfdNpm->

S3zfqI%2Bm6cT8h4O9o9mzR7Ieu5bbQRWtC9YcLzX%2FQzFZ-8KAqhSDmSMuqv9p9ppVWDldmQ3Eg%3D%3D&crl=c

- Karaşahin, M., Dündar, Ö., & Samancı, A. (2018). The Way of Yield Increasing and Cost Reducing in Agriculture: Smart Irrigation and Fertigation. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(10), Article 10. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i10.1370-1380.1985>
- KKB. (2023). *Türkiye Tarımsal Görünüm Saha Araştırması*. Kredi Kayıt Bürosu. <https://www.kkb.com.tr/Resources/ContentFile/Tarimsal-gorunum-saha-arastirma-raporu2023.pdf>
- Küçükarpacı, L. N., & Ülev, S. (2023). Çiftçilerin Finansman Sorunlarına Yönelik Geliştirilen Tarımsal Fintek (Agri-Fintech) Çözümleri: İslami Finans Açısından Bir Değerlendirme. *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies*, 9(1), 33-60.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS*, 17(6), 4322-4334. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910>
- Malik, A. M., Mughal, K. M., Khan, M. A., & Masood, A. (2018). Impact of Hydroponics Technology in Pakistan's Fruits and Vegetable Sector and Global Trade: A CGE Analysis. *FWU Journal of Social Sciences*, 12(1), 190-202.
- Mane, S. S., Narawade, V., & Ranshur, N. J. (2025). Revolutionizing Agriculture Soil Testing with Agriculture 4.0 and IoT Integration. *Current Agriculture Research Journal*, 12(3), 1333-1344. <https://doi.org/10.12944/carj.12.3.26>
- Pantera, A., Mosquera-Losada, M. R., Herzog, F., & den Herder, M. (2021). Agroforestry and The Environment. *Agroforestry Systems*, 95(5), 767-774. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00640-8>
- Papadopoulos, G., Arduini, S., Uyar, H., Psiroukis, V., Kasimati, A., & Fountas, S. (2024). Economic and Environmental Benefits of Digital Agricultural Technologies in Crop Production: A Review. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100441. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100441>
- Robinson, G. M. (2024). Global sustainable agriculture and land management systems. *Geography and Sustainability*, 5(4), 637-646. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.09.001>
- Samastı, M., Önden, İ., Öztürk, H. H., Savaş, R., & Kara, B. (2022). *Akıllı Şehirlerde Sürdürülebilir Gıda Arzına Yönelik Bir Yaklaşım, Dikey Tarım Uygulamaları*. https://www.researchgate.net/profile/Mesut-Samasti/publication/369459982_AKILLI_SEHIRLERDE_SURDURULEBILIR_GIDA_ARZINA_YONELIK_BIR_YAKLASIM_DIKEY_TARIM_

UYGULAMALARI/Links/654364830426ef6369f6549c/AKILLI-SEHIRLERDE-Suerdueruelebılır-GIDA-ARZINA-Yoenclık-BIR-YAKLASIM-DIKEY-TARIM-UYGULAMALARI.pdf

- Scialabba, N. E.-H., & Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic Agriculture and Climate Change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2), 158-169. <https://doi.org/10.1017/S1742170510000116>
- Singh, R. K., Behera, M. D., Das, P., Rizvi, J., Dhyani, S. K., & Biradar, Ç. M. (2022). Agroforestry Suitability for Planning Site-Specific Interventions Using Machine Learning Approaches. *Sustainability*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/su14095189>
- Sosa Varrotti, A. P., Ramírez, D. C., & Serpe, P. C. (2022). Land grabbing and agribusiness in Argentina: Five critical dimensions for analysing corporate strategies and its impacts over unequal actors. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 103(4), 417-437. <https://doi.org/10.1007/s41130-022-00182-2>
- Şahin, G., & Kendirli, B. (2016). Yeni Bir Zirai İşletme Modeli: Dikey Çiftlikler. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 13-14.
- Şentürk, G. Ö., Gök, G., & Koçyiğit, H. (2023). Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), Article 1.
- Tarfin. (2021). *Dar Alanda Dikey Tarım Nedir Nasıl Yapılır?* <http://tarfin.com/blog/dar-alanda-dikey-tarim-nedir-nasil-yapilir>
- TARMAKBİR. (2022). *Tarım ve Makine Sanayi Etkileşimi Raporu* (ss. 1-219). <https://tarmakbir.org/raporlar/>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2015). *Sürdürülebilir Tarım*. <https://kutahya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir%20Tar%C4%B1m.pdf>
- TÜİK. (2023). *Tarım İstatistikleri*. <https://www.tuik.gov.tr/>
- Vyshnavi, Agarwal, S., Jain, C., & Dubey, H. (2023). A Study on Hydroponic Farming. *International Journal For Multidisciplinary Research*. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i02.2286>
- Yılmaz, E. B., & Tunalıoğlu, R. (2024). Çiftçiler ve Tarımı Destekleyen Kurum Teknik Elemanlarının Bakış Açısıyla Akıllı Tarım Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.61513/tead.1456818>
- Zou, B., Chen, Y., Mishra, A. K., & Hirsch, S. (2024). Agricultural Mechanization and the Performance of the Local Chinese Economy. *Food Policy*, 125, 102648. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102648>

