

A Study on Smart Agriculture (Agriculture 4.0) from an Economic Perspective

Gökçen Aydınbaş^a

^aAnadolu University, Türkiye gkcn.ay53-61@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9435-5387>

A Study on Smart Agriculture (Agriculture 4.0) from an Economic Perspective

ARTICLE INFO

Research Article

2023, Vol. 5(2), 63-86

e-ISSN 2667-5927

Article History:

Received: 13.12.2022

Revised: 04.02.2023

Accepted: 22.02.2023

Available Online: 20.04.2023

JEL Code: F43, J21, Q16

Keywords: smart agriculture, agriculture 4.0, employment, global competitiveness, economic growth

Anahtar Kelimeler: akıllı tarım, tarım 4.0, istihdam, küresel rekabet gücü, iktisadi büyüme

Abstract

Nowadays, the development of agricultural technologies and digitalized agricultural practices increase productivity and quality in agriculture. Together with the developing agricultural technologies, Agriculture 4.0 has serious contributions to the world economy. This study aims to deal with the concept of Agriculture 4.0 (smart agriculture) with an economic approach. In the current digital age, the high cost of application of input and technology to agriculture and the continuous increase in energy requirements necessitate the determination of various road maps to increase the production of agricultural products. At this point, the analysis of digitalization in agriculture with an economic approach reveals the importance and original aspect of the study. For the countries selected within the scope of the study, Global Competitiveness Index, Total Population, Agricultural Lands (Total Area, %), Agriculture, Forestry and Fisheries, Value Added (GDP, %), Agricultural Employment (Total Employment, %), Agricultural Raw Material Export (Export of Goods, %), Agricultural Machinery, Tractors, Agriculture, Forestry and Fisheries R&D Expenditures were used. In the study, the relevant data were investigated through tables and figures. As a result, it has been stated that the Agriculture 4.0 process reduces work efficiency and costs on the one hand, and increases qualified employment, global competitiveness, and income in the countries that implement it, on the other hand.

İktisadi Perspektiften Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Üzerine Bir İnceleme

Öz

Günümüzde tarım teknolojilerinin geliştirilmesi, dijitalleşen tarım uygulamaları, tarımda verimliliği ve kaliteyi artırmaktadır. Gelişen tarım teknolojileriyle birlikte Tarım 4.0'ın dünya ekonomisine ciddi katkıları bulunmaktadır. Bu çalışmada, Tarım 4.0 (akıllı tarım) kavramının iktisadi yaklaşımla ele alması amaçlanmıştır. İçinde bulunulan dijital çağda, girdi ile tarıma teknolojinin uygulama maliyetindeki yükseklik, enerji gereksinimindeki sürekli artış da tarım ürünleri üretiminin artırılması adına çeşitli yol haritalarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Tam bu noktada, tarımda dijitalleşmenin iktisadi bir yaklaşımla incelenmesi, çalışmanın önemini ve orijinal yönünü ortaya koymaktadır. Çalışma kapsamında seçilen ülkeler için Küresel Rekabet Endeksi, Toplam Nüfus, Tarım Alanları (Toplam Alan, %), Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık, Katma Değer (GSYH, %), Tarımsal İstihdam (Toplam İstihdam, %), Tarımsal Hammaddede İhracatı (Mal İhracatı, %), Tarım Makineleri, Traktörler, Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık Ar-Ge Harcamalarına ilişkin veriler kullanılmıştır. Çalışmada ilgili veriler, tablolar ve şekiller aracılığıyla incelenmiştir. Sonuç olarak Tarım 4.0 sürecinin bir taraftan iş verimini ve maliyetleri azaltırken, öte taraftan uygulayan ülkelerde nitelikli istihdamı, küresel rekabet gücünü ve iktisadi büyümeyi arttırdığı belirtilmiştir.

To cite this document: Aydınbaş, G. (2023). A Study on Smart Agriculture (Agriculture 4.0) from an Economic Perspective. BILTURK, The Journal of Economics and Related Studies, 5(2), 63-86. doi: 10.471103/bilturk.1218500.

1. Giriş

Yaşamın her alanı teknolojik yeniliklere sahne olmaktadır. Dijitalleşme sürecinde tarım alanında ciddi değişiklikler meydana gelmiştir. Bu gelişmeler, yeni nesil tarım, akıllı tarım, Tarım 4.0 olarak literatürde yerini almıştır. Yeni nesil teknolojilerden destek alan Tarım 4.0 ile dijitalleşen tarım uygulamaları, yapay zekâ destekli makineler, çiftçilerin tarladaki gözü olan dronlar, kablosuz bağlantılı tarım araçları, susuz ve/veya topraksız tarım, çiftlik yönetimi yazılımları gibi tarımda yeni teknolojiler çiftçilerin hayatlarını kolaylaştırmakla birlikte ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

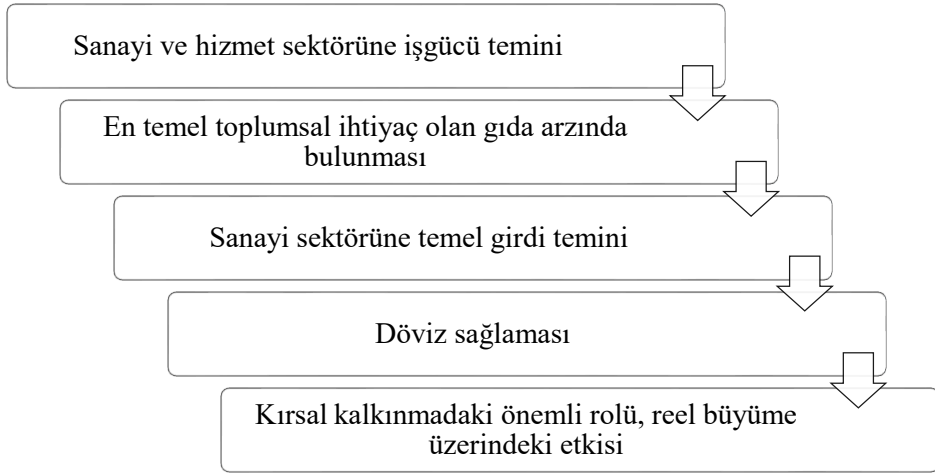
Bu çalışmada, Tarım 4.0 (Akıllı tarım) kavramının iktisadi yaklaşımla ele alması amaçlanmıştır. İçinde bulunulan dijital çağda, girdi ile tarımsal üretimde teknolojinin uygulama maliyetindeki yükseklik, enerji gereksinimindeki sürekli artış da tarım ürünleri üretiminin arttırılması adına çeşitli yol haritalarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Çalışmanın önemini ve orijinal tarafı da, tarımda dijitalleşmenin iktisadi bir yaklaşımla incelenmesi noktasında ortaya çıkmaktadır. Çalışmada seçilen ülkeler (İsviçre, Amerika, Singapur, Almanya, İsveç, İngiltere, Japonya, Lüksemburg, Türkiye) için Küresel Rekabet Endeksi, Toplam Nüfus, Tarım Alanları (Toplam Alan, %), Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık, Katma Değer (GSYH, %), Tarımsal İstihdam (Toplam İstihdam, %), Tarımsal Hammadde İhracatı (Mal İhracatı, %), Tarım Makineleri, Traktörler, Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Ar-Ge Harcamalarına ilişkin veriler kullanılmıştır. Bu veriler, Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum “WEF”) ve Dünya Bankası (World Bank “WB”) sitelerinden temin edilmiştir. Bu çalışma, nitel bir analiz içermekte, dolayısıyla da çalışmanın sınırlılığı gereği bu kapsamda ekonometrik bir analiz yöntemi kullanılmamaktadır. Çalışmada öncelikle tarım sektörü kavramsal açıdan ele alınmıştır. Ardından tarımda evrimsel gelişim sürecine değinilerek Tarım 1.0’dan Tarım 4.0’a nasıl geçildiği anlatılmıştır. Daha sonra dünyada Tarım 4.0 (Akıllı tarım) uygulamaları ve iktisadi katkılarına yönelik teorik bulgulara değerlendirilmiştir. Sonuç kısmında ise konuya ilişkin genel açıklamalar yapılarak çeşitli politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. Kavramsal Çerçeveden Tarım Sektörü, Gelişimi ve İktisadi Katkıları

İnsanoğlunun varoluşundan beri tarım, yaşamın en temel kaynağını teşkil etmektedir. Tarım en genel ifadeyle gıda, hammadde, lif, yem, yakıt ve benzeri ihtiyaçları gidermek açısından insan geçiminde hayati bir faaliyettir (Araújo vd., 2021). Bir başka yaklaşımda tarım, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretimi, kalite ve verimlerinin artırılması, ilgili ürünlerin uygun şartlarda muhafazası, işlenerek değerlendirilmesi, pazarlanması kapsamında incelenen bir bilim dalıdır (Anonim, 2018).

Ülke ekonomisinin temelini teşkil eden tarım sektörü; besin maddelerinin üretilip işlenerek çeşitlendirilmesiyle insanoğlunun bu maddelere olan gereksinimlerinin karşılanması noktasında toplum sağlığı ve kalkınmasına ciddi anlamda katkıda bulunmaktadır (Erdoğan ve Aydınbaş, 2021). Böylece tarım sektörü, gıda talebini karşılamakla birlikte pek çok alana ve dünyadaki her toplumun gelişimine etki ederek sosyal yaşantılarında refah düzeyini yükseltmektedir. Bu bakımdan çeşitli ekonomik, sosyal faaliyet, uygulama alanlarına sahip olan tarım sektörü toplumun bütün kesimleriyle etkileşim içerisinde. Özetle, toplum beslenmesi, nüfus, sanayi, işgücü, GSYH ve dış ticaret olmak üzere ülke ekonomisinde tarımsal üretimin katkılarına şahit olmak mümkündür (Uzundumlu, 2012). Şekil 1’de tarımın ekonomik katkılarına yer verilmiştir.

Şekil 1: Tarımın ekonomik katkıları



Kaynak: Kılavuz ve Erdem, 2019

Şekil 1’den de anlaşıldığı üzere tarım sektörünün ülkelerin, toplumların gelişmişlik seviyelerinden sosyal yaşantılarına kadar uzanan bir etki alanı bulunmaktadır. Tarım sektörünün ekonomiye katkısının yeterli seviyede olması, öncelikle sürdürülebilir olmasına bağlıdır. Bütün dünya için sürdürülebilir bir tarımsal üretim son derece büyük önem taşımaktadır. Nitekim kalkınma ve büyüme sürecinde tarım ve sanayi sektörü arasında sıkı bir ilişki vardır (Kirmikil ve Ertaş, 2020). Tarım sektörüne ilişkin meslekler Şekil 2’de ele alınmıştır. Tarım sektörünün sağladığı iş kollarından bazılarının ise Şekil 3’te yer verilmiştir.

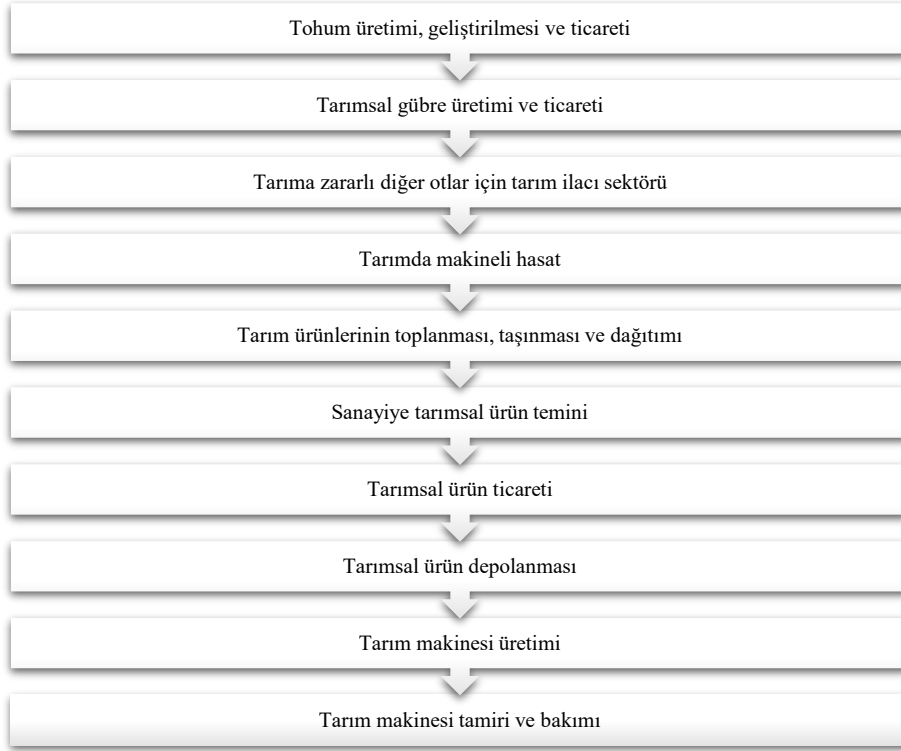
Şekil 2: Tarım sektörü meslekleri



Kaynak: Yılmaz, 2020

Geçmişte ekonominin merkezinde yer alan tarım insanların büyük bir bölümünü ilgilendiren bir uğraş iken, azınlıkta olan bir bölüm ise tarım ve hayvancılık ürünlerinin ticaretini gerçekleştirmekteydi. Tarımda makineleşmenin artması neticesinde ise daha az iş gücüyle daha fazla tarımın gerçekleştirilme olanağı doğmuştur. Bu şekilde de tarımsal üretim artmıştır. Bu uğraşların dışında kalan insanlar da kentlere göç edip fabrikalarda işçi olarak çalışmaya başlamıştır. Tarımsal üretimdeki artışlarla birlikte fabrikalarda üretilen hammadde de artmıştır. Kentlerin gitgide daha da kalabalık hale gelmesi ise hizmet sektöründe “turizm” gibi alanları güçlendirmiştir. Nitekim tarımda makineleşmeyi, tüm toplumları sosyal anlamda değiştiren bir faktör olarak kabul etmek mümkündür. Günümüzde ise tarım ve hayvancılık kapsamındaki meslekler, elde edilen kazancın azalması nedeniyle geçmişte olduğu kadar arzu edilmemektedir. İnsanlar, artık tarlalarını ve kazanç alanlarını terk ederek büyük kentlere göç etmeyi tercih etmekte ve kâr marjı daha yüksek işlere yönelmektedir. Dolayısıyla zamanla tarımsal üretim azalmaktadır. Ancak gelinen son noktada, teknolojinin sağlayabileceği olanaklarla tarımı yeniden canlandırarak tarıma ilişkin meslekleri tercih edilebilir hale getirmek amaçlanmaktadır. Bu nedenle modern toplumlarda yeniliklerin, tarımsal gelişmede ön koşul olarak kabul edileceği aşikârdır. Özellikle de kırsal alanlar için tarımsal üretim ve ekonomik verimliliğin artırılması açısından teknolojik yeniliklere entegrasyon son derece elzemdir. Bu bakımdan yeni tarımsal üretim yöntemlerinin uygulanması, ürünlerin sanayi, ticaret ve doğrudan tüketimlerini farklılaştırabilecektir (Boon ve Edle, 2018; Calik ve Bardudeen, 2016). Ayrıca değişen teknolojik şartlar sayesinde tarımsal alanda pek çok sorunun üstesinden gelinmesi mümkün hale gelmektedir (Şenol, 2021).

Şekil 3: Tarım sektörünün sağladığı bazı iş kolları



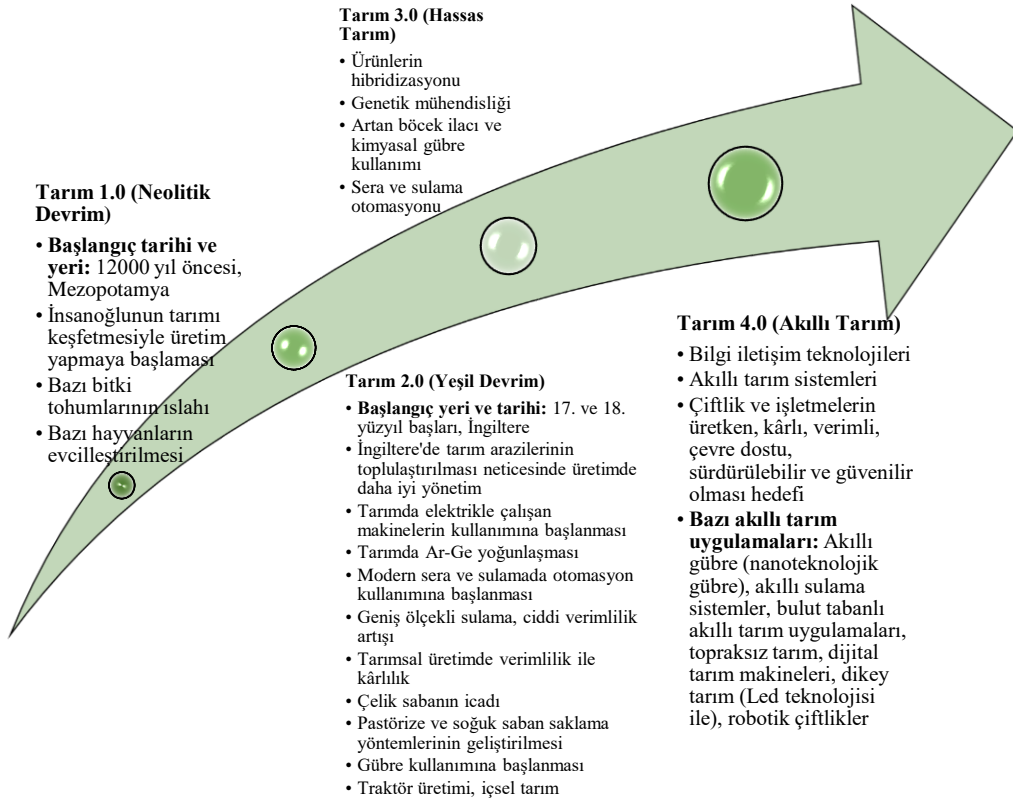
Kaynak: Yılmaz, 2020

2.1. Tarımda Evrimsel Gelişim Süreci

İlk kez Almanya’da 2011 yılı sonrasında Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bilişim teknolojileri ve sanayinin beraber çalışacağı, entegre bilgisayar sistemleri vasıtasıyla üretimde maksimum verimliliğin uygulanacağı ve yapay zekânın öne çıkacağı bir sürece girilmiştir. Tarım sektöründe de Endüstri 4.0 ile paralel şekilde gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. Bu bakımdan dünya tarımı, sürekli bir gelişim içerisindedir ki, tarım endüstrisi için devrim yeni bir olgu değildir (Gökkür, 2019; Aldağ vd., 2018). Tarım 1.0 olarak adlandırılan ilk dönüşümün yaşandığı dönem aralığındaki en temel özellik, verimliliğin düşük, emeğin ise baskın olduğu üretim biçimine sahip olunmasıdır. İlgili dönemde toplumun üçte birinin çok sayıda küçük çiftliklerde aktif bir şekilde çalışması ve temel tarım ürünlerinin üretimine katılması neticesinde gıda ihtiyacı yeterli biçimde karşılanmıştır. 1950’lerin sonlarında sentetik pestisitler, gübreler ve daha etkili makinelerin üretim maliyetlerini düşürmesiyle “Yeşil Devrim” olarak tanımlanan Tarım 2.0 dönemine geçilmiştir. Ucuz girdiler ve yeni uygulamaları, verimlilik odaklı üretim özelliğiyle bu süreçte verimlilik artışı yaşanmıştır. 1990’lı yıllarda telemetrik ve Global Positioning System (GPS)

teknolojilerindeki gelişmeler ile tarımsal verimlilik ve yeterlilik anlamında ciddi bir adım atılmıştır (Ciasnocha, 2018). Bu dönem, Hassas Tarım (Precision Farming) olarak da anılan Tarım 3.0'a tekabül etmektedir. Bu tarım döneminde GPS teknolojisiyle manuel yönlendirme, hasat makinelerine uygulanan Değişken Oranlı Uygulamalar (VRA-Variable Rate Application) sistemiyle özellikle gübreleme işlemi sürecinin izlenmesi ve takibi gibi önemli teknolojiler gündeme gelmiştir (Ercan vd., 2019). 2010'lu yıllara gelindiğinde ise, Endüstri 4.0 ile sanayide yaşanan devrimle paralel olarak "Tarım 4.0" sürecine başlanmıştır. Tarım 4.0, Dijital Tarım, E-Tarım, Akıllı Tarım (Smart Farming) olarak da adlandırılan tarımsal üretiminin dijitalleşmesi sürecine dayanmaktadır. Tarım 4.0, tarım sektöründe bilgi iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla tarımsal üretimde verimlilik ve etkinliğin artırılması olarak tanımlanmaktadır. Tarımda teknolojik dönüşüm (Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a giden yol) Şekil 4'te ele alınmıştır:

Şekil 4: Tarımda Teknolojik Dönüşüm: Tarım 1.0'dan Tarım 4.0'a Yolculuk



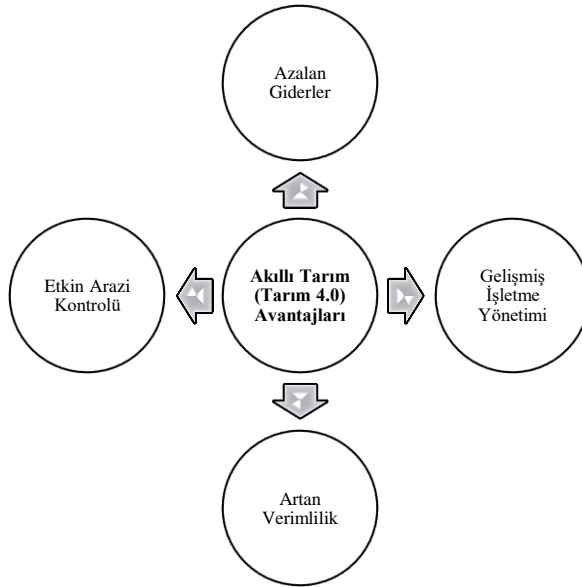
Kaynak: Kılavuz ve Erdem, 2019; İzmir Ticaret Odası (İTB), 2019; Çolak vd., 2016

Şekil 4'ten de anlaşıldığı üzere “Tarım 1.0” döneminde hayvan gücü ve mekanizasyonun beraber kullanımı, “Tarım 2.0” döneminde tarımda motorlar ve traktör kullanımına başlanması, “Tarım 3.0” döneminde yönlendirme sistemleri ile hassas tarım uygulamalarına geçiş, “Tarım 4.0” döneminde ise bağlı tarım uygulamaları mümkün olmuştur (Kılavuz ve Erdem, 2019). Tarım 4.0 genellikle algılayıcılar, bulut tabanlı bilgi ve iletişim teknolojileri, mikro işlemciler, otonom karar sistemleri, sensörler gibi pek çok teknolojiyi kapsayan akıllı teknolojilerin tarım sektöründe uygulanmasını esas almaktadır (Aldağ vd., 2018). Tarım 4.0, dikey çiftlikler, dronlar, yapay zekâ, robotik, internet ve güneş enerjisinden oluşan bir sistemdir (Gökkür, 2019).

2.2. Akıllı Tarım (Tarım 4.0) ve İktisadi Katkıları

Sürdürülebilirlik ilkesi gereği, ekolojik koşullar altında çevre ile etkileşimli olarak üretimin yapılması neticesinde verimliliğin artırılması mümkün olmaktadır (De Luca vd., 2018). Dolayısıyla tarım sektörünün daha sürdürülebilir, çevreci, verimli, bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı akıllı bir şekilde büyümesi için yeni yaklaşımlara gereksinim duyulmaktadır. Bir başka deyişle tarımsal yenilikler ve destekler, sürdürülebilir bir kalkınmanın yanı sıra sosyal ve çevresel kaliteye katkıda bulunmaktadır (Şenol, 2021). Bu durumda diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de teknoloji kullanımının gerekliliğine dikkat çekilmiştir (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Şekil 5: Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Avantajları



Kaynak: Türker, 2019

Gelinen son noktada ise daha verimli, üretken, sürdürülebilir bir tarımsal üretim için akıllı tarım “*Tarım 4.0*” kavramı ortaya çıkmıştır (Duman ve Özsoy, 2019). Tarım 4.0 ile ucuz ve kolay toprak analizi, insansız traktörler, yeşil enerji kullanımıyla ürünlerin kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu bakımdan, doğanın heterojenliğinin yönetilmesiyle yapılan üretim, bilgi tabanlı tarımsal üretim olarak Tarım 4.0 ya da akıllı tarım sistemleri, modern teknolojiyi tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini artırmada kullanılmaktadır (Ercan vd., 2019). Nitekim Tarım 4.0, sürdürülebilir gıda ürünlerinin üretimine ilişkin ciddi bir potansiyele sahip tarım stratejilerindedir. Bu süreçte, bilgi iletişim teknolojilerinin kullanılması tarım sistemlerinde gereklilik haline gelmiştir (Aldağ vd., 2018). Akıllı Tarım (Tarım 4.0) avantajları Şekil 5’te ele alınmıştır.

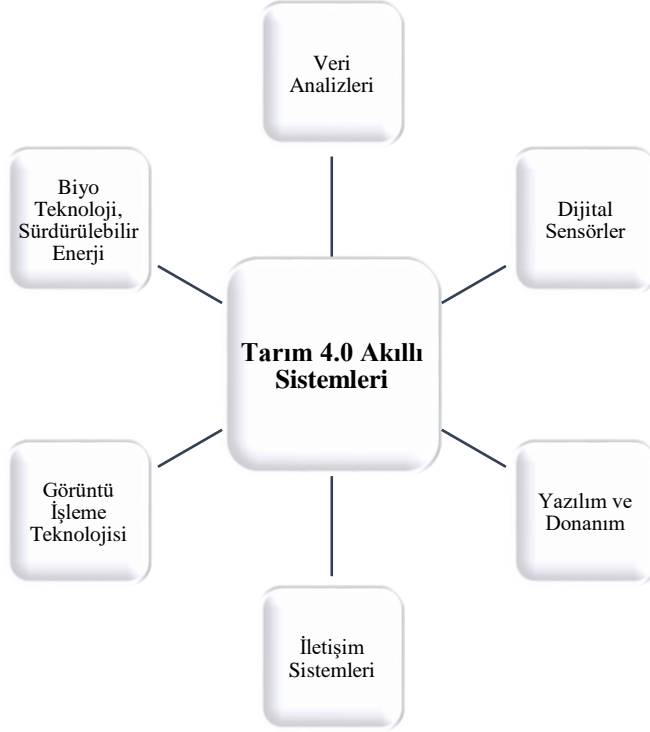
İnsanlığın tarımla başlayan üretim serüveni, sanayi devrimleri ile paralel olarak sanayiye ve hizmetlere geçmiştir. Bir başka deyişle, her dönemde gerçekleşen ekonomik, sosyal ve teknolojik ilerlemeler, üretim ve yatırım faaliyetlerini tarım sektöründen sanayi ve hizmet sektörüne kaydırmış olup tarımsal üretimi düşürmüştür (Kaya, 2019). Geleneksel tarımın artan nüfus gereksinimlerinin karşılanmasındaki yetersizlik, tarımsal üretimden kaynaklı çevre kirliliğinde artış, tarımsal sürdürülebilirliğin gerekliliği, gıda güvenilirliği ve benzeri sebepler tarımsal üretimde yeni yaklaşımları ortaya çıkarmıştır. Tam bu noktada, gelişen akıllı teknolojilerin tarımsal üretimde kullanımı gündeme gelmiştir. Bir başka deyişle, hayatın her alanında olduğu gibi bu yeni teknolojiler tarım sektöründeki yerini de alarak hızla ilerlemektedir. Sonuç olarak artan nüfus ile birlikte oluşan talep karşısında tarımsal üretimin gelişme hızını ve verimini artırmada tarımsal teknoloji vazgeçilmez bir araçtır (Ercan vd., 2019). Bu bağlamda teknolojinin sunduğu olanak sayesinde otonom hareket edebilen tarımsal robotlar, tarımsal üretimde verimlilik ve ürün kalitesini arttırmaktadır. Üretim maliyetleri ve pek çok ağır tarımsal işteki işgücünün azaltılması neticesinde çiftçi refahının yükselmesi mümkün olmaktadır (Özgüven vd., 2016). Sonuç olarak Tarım 4.0’ın iktisadi katkıları, emek gücü ve üretim girdi maliyetlerini minimize edilmesiyle kaliteli ve yüksek miktarda ürün üretme ve söz konusu üretim karşılığında çiftliklerden elde edilen gelirlerin arttırılmasıdır.

2.3. Akıllı Dünyada ve Türkiye’de Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Uygulamaları

Tüm dünyada akıllı tarım teknolojileri açısından özellikle bilgi ve sermayenin önemi büyüktür. Gelişmiş ülkelerin birçoğu, çeşitli tarımsal tabanlı faaliyetleri yürütmek adına akıllı teknolojileri birleştirici nitelikte tarım işletmelerine sahiptir. Bu teknolojiler sayesinde elde edilen temel bilgilerden bazıları; “*toprak haritalama, gübre uygulama, hava durumu verileri ve münavebe yönetim sistemleri*”nde kullanılan makinelerdir (Van de Kerkhof, vd., 2015). Gelişmiş ülkelerdeki akıllı tarım uygulamaları ve sistemlerini kullanarak gelişmekte olan ülkelerin daha fazla ürünü daha az maliyetle elde etmeleri mümkün olmaktadır (Kirmikil ve Ertaş, 2020). Örneğin Amerika’da çiftçilerin % 80’i akıllı tarım teknolojilerini kullanırken, bu oran Avrupa’da yaklaşık olarak % 24 seviyesindedir. Amerikan pazarındaki güçlü büyümenin temel nedeni de, bu ülkedeki çiftçiler tarafından teknolojilerin

benimsenme oranının yüksek olmasıdır (https://arastirma.tarimorman.gov.tr/koyunculuk/Menu/76/Tarim-4-0). Şekil 6'da Tarım 4.0 akıllı sistemlerine yer verilmiştir:

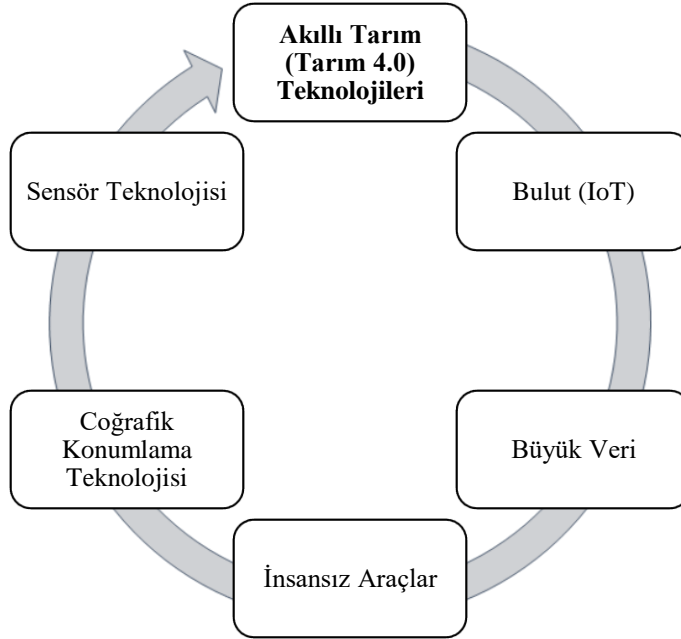
Şekil 6: Tarım 4.0 Akıllı Sistemleri



Kaynak: İTB, 2019, <https://itb.org.tr/Duyuru/371-turk-tarimin-global-entegrasyonu-ve-tarim-40>

Akıllı tarım sistemleriyle çiftçilerin gübre, su, zirai ilaçları asgari miktarlarda kullanılması sağlanmaktadır. Bununla birlikte de ölçek ekonomilerinin güçlendirilmesiyle bir taraftan elde edilen kazanç artmakta, öte taraftan daha az hasara neden olmaktadır. Şekil 7'de Tarım 4.0 teknolojilerine yer verilmiştir:

Şekil 7: Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Teknolojileri

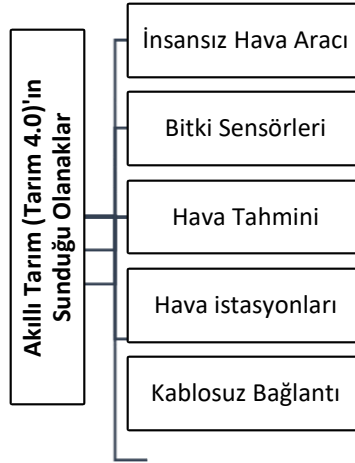


Kaynak: Türker, 2019

Tarım 4.0'da, çiftlikler ve şirketler sensör, cihaz, makineler ve benzeri ileri, gelişmiş teknolojilerin kullanılmasıyla işletilecektir (Aldağ vd., 2018). Tarım 4.0 kapsamında; akıllı çiftlik uygulamaları, dron teknolojisi, değişken oranlı gübreleme sistemleri, otomatik hayvan sağım-besleme sistemleri, sera iklimlendirme otomasyonları, sulama otomasyonları, tarım robotları, zararlılar için tahmin ve erken uyarı sistemleri karşımıza çıkmaktadır (Pakdemirli vd., 2021). Tarım 4.0 sürecinde tarım makinelerinin tümü, sensörlerle (algılayıcılar) donatılmakta ve Internet-of-Things (Nesnelerin İnterneti "IoT") vasıtasıyla sürekli birbirleriyle iletişim kurmaya başlamıştır. 5G teknolojisinin yaygınlaşması neticesinde de daha kaliteli ve ekonomik nitelik kazanması mümkün olmaktadır. Bu bağlamda Tarım 4.0'a geçişte, bulut bilişim (Cloud Computing), yapay zekâ (Artificial Intelligence-"AI") ve robotik sistemler dikkat çekmektedir (Rose ve Chilvers, 2018). Mobil uygulamalar, geliştirilen yazılımlar sayesinde çiftliklerde cihaz kullanımı günden güne artmaktadır. İnsan hatasından, doğa koşullarından, öngörülemez dış faktörlerden kaynaklı oluşan verim düşüklüğü, bu cihazlar aracılığıyla kontrol altına alınmaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Akıllı tarım (Tarım 4.0)'ın sunduğu olanaklar Şekil 8'de incelenmiştir. Akıllı tarım, iklim değişikliğinin zorluklarını hesaba katarak daha sürdürülebilir bir tarımı olanaklı kılmaktadır. Nitekim akıllı tarımın, tarımsal yüksek teknolojiyi artırarak sürdürülebilir mahsul üretiminin başarısını teşvik etmesi beklenmektedir (Kuo, 2015).

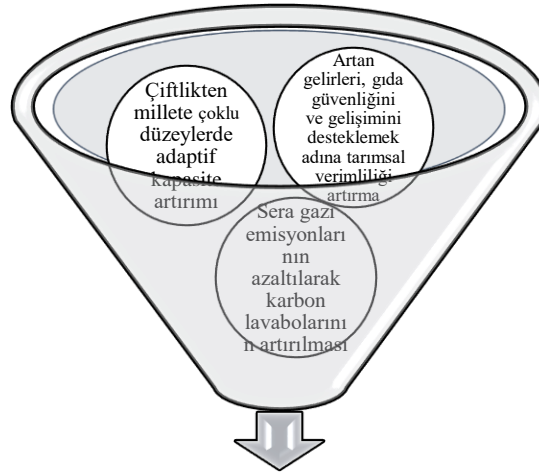
Şekil 8: Akıllı Tarım (Tarım 4.0)'in Sunduğu Olanaklar



Kaynak: Türker, 2019

Akıllı tarım sistemleri, uygulamaları üzerine gerçekleştirilen yatırımların sayısı gitgide artmaktadır. Bu bağlamda dünyada 20 milyardan fazla kablosuz bağlantılı tarım aracı bulunduğu belirtilmektedir (<https://fast.yasar.edu.tr/hakkimizda/>). Şekil 9'da akıllı tarımın temel hedeflerine yer verilmiştir.

Şekil 9: Akıllı Tarımın Temel Hedefleri



Akıllı Tarımın Temel Hedefleri

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Koyunculuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2020 <https://Arastirma.Tarimorman.Gov.Tr/Koyunculuk/Menu/76/Tarim-4-0>

Tablo 1: Akıllı Tarımda Robotik ve Yapay Zekâ

Akıllı Tarımda Robotik ve Yapay Zekâ	
Ecorobotix	Oldukça hafif ve bir GPS navigasyon sistemine sahip bu robot, güneş enerjisiyle çalışmaktadır. Bitkiler arasında büyüyen yabancı otları bularak ortadan kaldırmak için kamera sistemleri kullanılmaktadır. Bu özellikleriyle ilgili robotun, tarımda kimyasal ilaç olarak herbisit kullanımını %90 oranında azaltması beklenmektedir.
Naio Technologies	Bu şirketin robotları, daha sağlıklı, bol ve çevre dostu ürün yetiştirmede en son teknolojiyi kullanarak tarım sektörüne katkıda bulunma amacıyla tasarlanmıştır.
Energid Narenciye Toplama Robotu	Bu robot her kolunda her 2-3 saniyede bir meyve seçebilmekte ve tek bir seferde 50-100 arasında meyveyi toplama kapasitesine sahip olmaktadır. Bu miktarın hızlandırılması robotun kapasitesinin artırılmasıyla mümkündür.
Agrobot E Serisi	AI sistemiyle çalışan, kablosuz iletişime bu robot, olgunlaşmış olgunlaşmadığını tespit ederek çilekleri toplayabilmektedir. Bunu yaparken de bitkiye herhangi bir zarar vermemektedir.
Blue River Marul Robotu	Bu robotik makine, bir taraftan marul alanlarını görüntüleyip incelemekte, öte taraftan da çevresindeki otların büyümesini önleyip bakımını sağlamaktadır.
Agribotix	Bu robot, bir dron gibi çalışarak maliyetleri minimum düzeye getirmektedir. Robota entegre edilen dahili kameralar ve kızılötesi sensörler sayesinde cihaz havadayken bitkilerin sağlığını analiz edebilmektedir. Nitekim söz konusu robot, tarım yapılan arazi üzerinde uçarak çiftçiye tarla hakkında veriler sunmaktadır.
Vision Robotics	Piyasadaki en iyi robot ürünlerine sahip bir şirket olarak Vision Robotics, AI sistemiyle çalışan robotlar üretmektedir.
RoBoPlant	Sistem olarak tam ve yarı otomatik makinelere sahip RoBoPlant, AI sistemi sayesinde fide dikimini optimal şekilde gerçekleştirmektedir. Bu sistem, fidelerin birbirlerine göre konumlarını ayarlayarak sağlıklı ve birbirlerini etkilemeyecek bir şekilde büyümelerini sağlamaktadır.
PrecisionHawk	Bu uçak, çiftçinin kontrolünü gerektiren her şeyi gözlemleyebilme özelliğine sahiptir. Söz konusu uçak, AI tarafından kontrol edilen, multispektral, hiperspektral ve lidar teknolojisi ile eşleştirilmiştir.
SeeTree	SeeTree, yapay zekâ (AI) ve dron kullanarak çiftçilere hastalık, sulama ve verim dâhil olmak üzere mahsuller hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Kaynak: Çabuker, 2022, <https://www.endustri40.com/>

Tarımda dron kullanımının avantajlarına Şekil 10'da yer verilmiştir. Dijitalleşme ile beraber akıllı araçlar ile veri toplanmakta ve analiz edilmektedir. Bulut bağlantılı, kameralı mini insansız araçlar (dronlar) ile bütün çitlik, tarla görüntülenmekte ve zamanında müdahale edilmektedir. Dronlar, yabancı otları belirleyen ek dalga boylarına sahip ışıklı cihazlar, mahsullerin kalitesini ölçen sensörler her geçen gün daha çok çiftçinin hayatına kolaylık katmaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019).

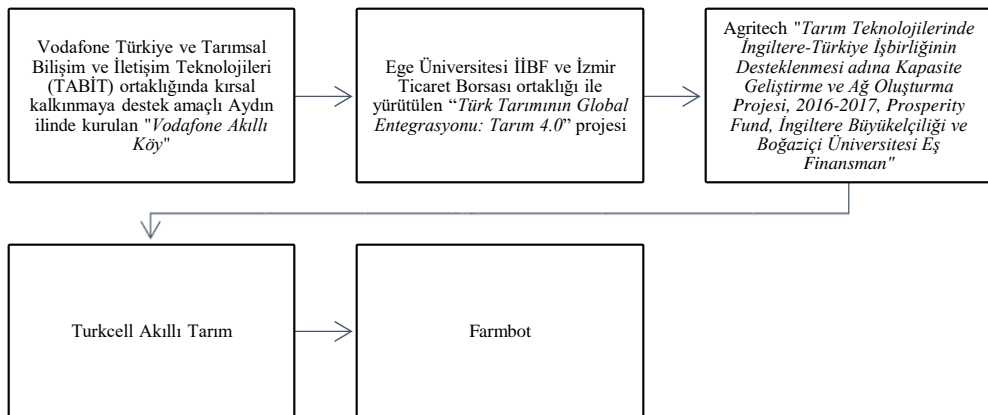
Şekil 10: Tarımda Dron Kullanımı



Kaynak: Hektaş, 2022, <https://hektas.com.tr/modern-tarimin-en-yeni-uyesi-drone/>

Türkiye özeline bakıldığında akıllı tarıma ilişkin örneklerden bazılarında da Şekil 11’de yer verilmiştir. Türkiye özelinde tarımdaki teknolojik dönüşümün, üreticilerin (çiftçiler), özel sektör (imalatçılar, teknoloji tedarikçileri), birlik ve kooperatifler ile kamu ve üniversitelerden oluşan bir sektörün paydaşlarının tümünün işbirliğiyle gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır (Kaya, 2019).

Şekil 11. Türkiye’de Tarım 4.0 Çalışmaları



Kaynak: Kaya, 2019

3. İktisadi Perspektiften Tarım 4.0'a (Akıllı Tarım) İlişkin Teorik Bulgular

Finansal Tarımsal üretim iktisadi kalkınma açısından önemli rol oynamaktadır. Bu bakımdan tarımsal üretim ve gıda güvenliğinin temini ancak bilgi iletişim teknolojileri ile güçlendirilmesiyle mümkün olmaktadır (Pakdemirli vd., 2021). Tarım 4.0 uygulamaları, bir taraftan verimliliği artırarak maliyetleri düşürürken, öte taraftan da ülkeler arası küresel rekabet endeksini arttırmaktadır. Günümüzde küresel rekabet endeksi sıralamasında önde olan ülkelerden bazıları, geçmişte tarım sektöründeki gelişime katkıda bulunmuş olup elde ettikleri birikimleri sayesinde dijitalleşme süreçlerine de hız katmıştır (Kirmikil ve Ertaş, 2020). Bu kısımda İsviçre, Amerika, Singapur, Almanya, İsveç, İngiltere, Japonya, Lüksemburg ve Türkiye gibi dijitalleşme, Endüstri 4.0 üzerine çeşitli planları, stratejileri olan ülkelerin Tarım 4.0 ile ilişkili şekilde görülebilecek değişkenler bazında veriler karşılaştırılarak tablo ve şekiller aracılığıyla incelenmiştir. Tablo 2'de seçilmiş ülkelerde küresel rekabet endeksi değerleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 2: Seçilmiş Ülkelerde Küresel Rekabet Endeksi (2017-2018, 2016-20017)

Ülke	Küresel Rekabet Endeksi (2017-2018, 2016-20017: Karşılaştırmalı)	
	Yıl	
	2016-2017	2017-2018
İsviçre	5.81	5.86
Amerika	5.70	5.85
Singapur	5.72	5.71
Almanya	5.57	5.65
İsveç	5.53	5.52
İngiltere	5.49	5.51
Japonya	5.48	5.49
Lüksemburg	5.20	5.23
Türkiye	4.39	4.42

Kaynak: Dünya Ekonomik Forumu, 2017, <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>

Tablo 2'den takip edildiği üzere, seçilmiş ülkeler arasında küresel rekabet endeksi değerleri açısından en yüksek ilk üç ülke sırasıyla; İsviçre, Amerika ve Singapur'dur. Dünya üzerindeki nüfus artışıyla birlikte 2050 yılına doğru, dünya nüfusunun 9,7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (UNFPA, 2022). Bu artış neticesinde ise insanların tarımsal ihtiyaç ve taleplerinin karşılanması problemini yaşayacağı aşikârdır. Bir başka deyişle Tarım 4.0'ın gelişimi, dünya nüfusunun ihtiyaçlarını gidermek maksatlı yeterli gıda üretiminde ortaya çıkan zorluklara dayanmaktadır (Jones ve Pimdee, 2017). Özellikle de genç çiftçiler bu ihtiyaçları hızlı bir şekilde karşılamak adına akıllı tarım sistemlerine, uygulamalarına yönelmektedir. Dünyada akıllı tarımın küresel pazar boyutunun 2017 yılında yaklaşık 9,58 milyar civarında olduğu belirtilmektedir (Duman ve Özsoy, 2019).

Tablo 3: Seçilmiş Ülkelerde Toplam Nüfus Miktarı

Ülke	Toplam Nüfus Miktarı			
	Yıl			
	2011	2017	2019	2020
İsviçre	7912398	8451840	8575280	8697723
Amerika	311583481	325122128	328329953	331893745
Singapur	5183688	5612253	5703569	5453566
Almanya	80274983	82657002	83092962	83129285
İsveç	9449213	10057698	10278887	10415811
İngiltere	63258810	66058859	66836327	67326569
Japonya	127833000	126972000	126633000	125681593
Lüksemburg	518347	596336	620001	639070
Türkiye	73443254	81116451	83429607	85042736

Kaynak: Dünya Bankası, 2021, <https://databank.worldbank.org/>

Tarımsal ürünlerin ülke nüfusu için temel gereksinimleri oluşturduğu bilinmektedir. Tarım 4.0'ın da bu ürünlerdeki verimliliği artırıcı bir etki yaratacağı aşikârdır. Bu durumda insanların, toplumların daha iyi beslenmeleri sağlanabileceği ve yaşam sürelerini olumlu yönde etkileyeceği beklenmektedir. Dolayısıyla Tarım 4.0 ile gelen yeni teknolojilerin nüfus üzerinde etkisi olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda Tablo 3'te seçilmiş ülkelerde toplam nüfus miktarlarına yer verilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü üzere nüfus miktarı en yüksek olan ilk iki ülke sırasıyla; Amerika ve Japonya'dır.

Tablo 4: Tarım Alanları (Toplam Alan, %)

Ülke	Tarım Alanları (Toplam Alan, %)			
	Yıl			
	2011	2017	2019	2020
İsviçre	38.7589837	38.28823391	38.14036734	38.06591148
Amerika	44.27875838	44.36336735	44.36336735	44.36336735
Singapur	1.036931818	0.926966292	0.921787709	0.919220056
Almanya	47.96591692	47.76311647	47.70027763	47.49706632
İsveç	7.519767899	7.393300602	7.377611261	7.379478334
İngiltere	70.94614145	72.19506675	72.4229988	71.34004919
Japonya	12.51303155	12.1920439	12.06310014	11.99451303
Lüksemburg	50.98933369	50.94582942	51.11440846	51.32571491
Türkiye	49.69530814	49.32759898	49.00536621	49.06513519

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 4'te tarım alanları (toplam alan, %) değerleri incelenmiştir. Bu tablodan da anlaşıldığı üzere, oransal olarak tarım alanları en yüksek olan ülke İngiltere'dir. Bu tablodan seçilmiş ülkelerin geneline bakıldığında (Türkiye'de dâhil), tarım arazilerinde azalma olduğu görülmektedir.

Tablo 5: Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık Katma Değer (GSYH, %)

Ülke	Tarım, Ormanlık ve Balıkçılık, Katma Değer (GSYH, %)		
	Yıl		
	2011	2017	2018
İsviçre	0.697310796	0.655865323	0.650216782
Amerika	1.216487537	0.941850621	0.864583084
Singapur	0.034664521	0.029698413	0.028407104
Almanya	0.910022424	0.826170449	0.6646685
İsveç	1.670482483	1.443538229	1.392683065
İngiltere	0.640324283	0.653773024	0.631393683
Japonya	1.075418923	1.212040944	1.239368298
Lüksemburg	0.252350037	0.244584933	0.227202327
Türkiye	8.173956268	6.038629797	5.775791911

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 5'te seçilmiş ülkeler arasından tarım, ormanlık ve balıkçılık katma değeri (GSYH, %) en yüksek ülke "Türkiye"dir. Nitekim Türkiye'de tarım, istihdama, ihracata ve milli gelire katkısı noktasında son derece önemli bir sektör olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 6: Tarımsal İstihdam (Toplam İstihdam, %)

Ülke	Tarımsal İstihdam (Toplam İstihdam, %)		
	Yıl		
	2011	2017	2019
İsviçre	3.50999999	3.109999895	2.589999914
Amerika	1.450000048	1.429999948	1.360000014
Singapur	0.109999999	0.059999999	0.029999999
Almanya	1.649999976	1.279999971	1.210000038
İsveç	1.990000001	1.830000043	1.690000057
İngiltere	1.220000029	1.159999967	1.049999952
Japonya	3.970000029	3.440000057	3.380000114
Lüksemburg	1.230000019	1.389999986	0.680000007
Türkiye	24.15999985	19.37999916	18.11000061

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 6'da seçilmiş ülkeler arasından tarımsal istihdam (toplam istihdam, %) değeri en yüksek olan ülke "Türkiye"dir. Her ne kadar tarımsal istihdam, Türkiye'deki istihdamın temel itici gücü olsa da zaman ilerledikçe istihdamın ağırlığı hizmet sektörüne kaymaktadır. Bu bakımdan da Türkiye'de son yıllarda tarımsal istihdam önemli ölçüde azaldığı ve azalma eğiliminin devam ettiğini belirtmek mümkündür.

Tablo 7: Tarımsal Hammadde İhracatı (Mal İhracatı, %)

Ülke	Tarımsal Hammadde İhracatı (Mal İhracatı, %)		
	Yıl		
	2011	2017	2019
İsviçre	0.277314668	0.148877255	0.141037383
Amerika	2.756890173	2.287600632	2.014909588
Singapur	0.31135876	0.566703446	0.504720571
Almanya	0.911496061	0.734510666	0.738933176
İsveç	3.603258944	3.741820533	3.827290682
İngiltere	0.703236032	0.544383239	0.452674412
Japonya	0.766584578	0.72810887	0.628891435
Lüksemburg	3.626330613	2.28800739	1.366542533
Türkiye	0.548776145	0.432940177	0.492281555

Kaynak: Dünya Bankası

Günümüzde üretimde hem tarım hem de sanayi sektörü büyük önem arz etmektedir. Tarımda kullanılanlar da dâhil birçok araç gerecin, sanayi üretimi olduğu bilinmektedir. Bu ürünlerin üretilmesinde sanayiye giren hammaddeye gereksinim duyulmaktadır. Başlıca hammadde kaynaklarına bakıldığında ise tarım, ormancılık ve madencilik ile karşılaşılmaktadır. Dolayısıyla bir fabrikaya giren temel madde, doğadan madenler aracılığıyla temin edilmekte veya tarımsal alanlardan fabrikalara aktarılmaktadır. Tablo 7’de tarımsal hammadde ihracatı (mal ihracatı, %) değerleri incelenmiştir.

Tarım 4.0’da yaşanan gelişmeler, tarımsal ürün ve ihracatı için son derece önemli bir süreci başlatmaktadır. Tablo 7’ye göre, seçilmiş ülkeler arasında tarımsal hammadde ihracatının toplam mal ihracatındaki payı en yüksek ülke, 2011 yılında “Lüksemburg” iken, 2019 yılında “İsveç”tir.

Tarım alanlarında makineleşme, kademeli bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu durum da her toplumda makineleşme zamanını farklılaştırmıştır. Günümüzde hâlâ bazı yerleşim yerlerinde yalnızca insan gücüne dayalı tarım yapılmaktadır. Tarımda makineleşmenin artması daha az iş gücüyle daha fazla tarım yapma olanağını sunmakta, tarımsal üretimi arttırmaktadır. Tarımsal üretimin artmasıyla fabrikalara üretilen hammadde de artmaya başlamıştır. Nitekim tarımda makineleşme bütün toplumlara yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda sosyal açıdan da değiştiren bir unsur haline gelmiştir. Tablo 8’de 2000-2007 yılları karşılaştırmalı bir şekilde seçilen ülkelerde tarım makineleri, traktörler rakamsal olarak incelenmiştir.

Tablo 8: Tarım Makineleri, Traktörler

Ülke	Yıl	
	2000	2007
İsviçre	109600	106200
Amerika	4503625	4389812
Almanya	989487.5	-
İsveç	165000	-
Japonya	2027674	-
Lüksemburg	7165	6421
Türkiye	941835	1039120

Kaynak: Dünya Bankası

Tablo 8’den de görüldüğü gibi, tarım makineleri, traktörler açısından rakamsal olarak seçilen ülkeler arasından öne çıkan ülke “Amerika”dır.

Tarım 4.0 uygulamalarıyla birlikte dünya genelinde öncelikle bu alandaki destekler, teşvikler ve Ar-Ge çalışmaları hız kazanmıştır. Tablo 9’da ticari teşebbüsler bazında Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Ar-Ge harcamalarına yer verilmiştir.

Tablo 9: Ticari Teşebbüsler Bazında Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Ar-Ge Harcamaları

Ülke	Yıl	
	2011	2015
İngiltere	0.07	0.07
Japonya	0.02	0.02
Türkiye	0.27	0.24

Ticari Teşebbüslerde Tarım, Ormancılık ve Balıkçılığa Ayrılan AR-GE Harcamaları, Milyon \$

İngiltere	17	20
Japonya	27	19
Türkiye	13	19

Kaynak: OECD, 2020, <https://stats.oecd.org/>

Tarım 4.0 yeni teknolojilerinin, genel olarak tarım ve tarım kapsamına alınan bazı faaliyetlerdeki Ar-Ge harcamalarını etkilemesi beklenmektedir. Bu bağlamda Tarım, Ormancılık ve Balıkçılıkta Ar-Ge harcamaları payına bakıldığında, ilgili yıllarda Türkiye’nin İngiltere ve Japonya’dan daha yüksek ülke olduğu görülmektedir.

Gelişmiş ülkeler öncelikli olmak üzere tüm dünya devletleri, gıda güvenliği ve tarım sektöründe kendine yeterlilik adına tarımda verimliliği artırma gayreti içerisinde. Gelişen teknolojiyle beraber yaşanan dijitalleşme, Endüstri 4.0 süreci de tarımda mekanizasyon kullanımı artırıcı yönde bir etki yaratmıştır. Ayrıca teknolojinin

gelişmesi tarımsal üretim materyallerinin verimlilik düzeyinin artırılmasında da önemli rol oynamaktadır (Bayramoğlu, 2010).

Tablo 10: Tarımsal Verimlilik-Kişi başına Tarımsal Ürün Kullanımı (kg/1000 Int.\$)

Ülkeler	Tarımsal Verimlilik-Kişi başına Tarımsal Ürün Kullanımı (kg/1000 Int.\$)		
	2017	2011	2020
İsviçre	12.62	11.31	11.15
Amerika	31.17	36.81	30.73
Almanya	28.75	32.26	25.05
İsveç	41.57	38.9	44.98
İngiltere	36.54	37.92	35.79
Japonya	14.39	15.2	13.9
Lüksemburg	47.92	58.55	42.52
Türkiye	1.9	1.79	1.65

Kaynak: FAO, 2022, <https://www.fao.org/faostat/en/#search/Agricultural%20development>

Tablo 10’da tarımsal verimlilik-kişi başına tarımsal ürün kullanımı (kg/1000 int.\$) değerlerine yer verilmiştir. Bu değerlerde en yüksek ülkenin İsveç, en düşük ülkenin ise Türkiye olduğu görülmektedir.

Türkiye’deki tarım arazilerindeki azalma yanında hızlı nüfus artışı, gıda arz güvenliği sorunu ortaya çıkarmaktadır. Tablo 10’da görüldüğü üzere Türkiye’nin tarımsal verimliliğinin düşük olması, Tarım 4.0 uygulamaları ile giderilebilmekte ve gıda arz güvenliği soruna pozitif katkı sağlayabilmektedir.

4. Sonuç

İnsanoğlu, dünya nüfusundaki hızlı artışın temel ihtiyaç sorununu yaratması neticesinde gıda ve beslenme açısından sürdürülebilirlik için çözüm yolları ararken, hızla artan kentleşme de, tarım alanlarının ve tarımsal işgücünün azalmasına neden olmuştur. Sürdürülebilirlik ve ekonomi açısından tarımın katkılarını olumlu yönde etkileyen temel faktörlere bakıldığında; arazi toplulaştırılması, çiftçiler için uygun finansman temini, siyasetçilerce belirlenen bölgesel bazlı ürün destekleri, yeni bitki türleri denenmesinin teşviki, yeni teknolojik aletlerin kullanımında teşvik ve tarım alanlarının korunmaya alınması gibi yenilikler ve destekler ile karşılaşmaktadır. Ayrıca girdi ile tarıma teknolojinin uygulama maliyetindeki yükseklik, enerji gereksinimindeki sürekli artış da tarım ürünleri üretiminin arttırılması adına çeşitli yol haritalarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Tarımda dijital dönüşüm sürecinde öncelikle Tarım 1.0, makine kullanımı olmaksızın emeğin yoğun bir şekilde kullanımına dayanmaktadır. Tarım 2.0, 1950’li yıllarda başlamış olup tarımda makine kullanımının yaygınlaştığı, birim alandan sağlanan verimde artış yaşandığı bir dönem olmuştur. Tarım 3.0’da yüksek verimlilik ve optimizasyon, minimum maliyetle maksimum verimlilik amaçlanmıştır. Bu

dönemde tarımda teknoloji kullanımının artmaya başlamıştır. Tarım 4.0 ise tarımda modern dijital teknolojilerin kullanımına odaklanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, iktisadi perspektiften Tarım 4.0'ı (akıllı tarım) incelemektir. Bu çalışmada, Tarım 4.0 (akıllı tarım) kavramının iktisadi yaklaşımla ele alması amaçlanmıştır. İçinde bulunulan dijital çağda, girdi ile tarıma teknolojinin uygulama maliyetindeki yükseklik, enerji gereksinimindeki sürekli artış da tarım ürünleri üretiminin arttırılması adına çeşitli yol haritalarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Çalışmanın önemini ve orijinal tarafı da, tarımda dijitalleşmenin iktisadi bir yaklaşımla incelenmesi noktasında ortaya çıkmaktadır. Çalışmada seçilen ülkeler (İsviçre, Amerika, Singapur, Almanya, İsveç, İngiltere, Japonya, Lüksemburg, Türkiye) için Küresel Rekabet Endeksi (2017-2018, 2016-20017: Karşılaştırmalı), Toplam Nüfus, Tarım Alanları (Toplam Alan, %), Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık, Katma Değer (GSYH, %), Tarımsal İstihdam (Toplam İstihdam, %), Tarımsal Hammadde İhracatı (Mal İhracatı, %), Tarım Makineleri, Traktörler, Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Ar-Ge Harcamalarına ilişkin veriler kullanılmıştır. Bu veriler, Dünya Ekonomik Forumu (World Economic Forum "WEF") ve Dünya Bankası (World Bank "WB") sitelerinden temin edilmiştir. Çalışmada Tarım 4.0 sürecinin bir taraftan iş verimini ve maliyetleri azaltırken, öte taraftan uygulayan ülkelerde nitelikli istihdamı, küresel rekabet gücünü ve geliri arttırdığı kanıtlanmıştır. Sonuç olarak Türkiye'deki tarım arazilerindeki azalma yanında hızlı nüfus artışı, gıda arz güvenliği sorunu ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'nin tarımsal verimliliğinin düşük olması, Tarım 4.0 uygulamaları ile giderilebilmekte ve gıda arz güvenliği soruna pozitif katkı sağlayabilmektedir. Tarım 4.0 uygulaması, Türkiye için hayati öneme sahiptir. Bu bakımdan verilebilecek politika önerileri aşağıda sıralanmaktadır:

Endüstriyel tarım uygulamalarıyla tarım sektöründeki dönüşümün son derece büyük bir düzeyde gerçekleşmesi kuvvetle muhtemeldir. Akıllı tarım, Tarım 4.0 ile çiftçilerin, dış girdilere bağımlılığı düşmektedir. Bu şekilde de tarımda maliyetler düşürmekte ve daha ekonomik bir üretim süreci gerçekleşmektedir. Ayrıca Tarım 4.0 iklim değişikliklerine yönelik sorunları da hesaba katarak tarıma daha sürdürülebilir bir nitelik kazandırmaktadır. Tarımın gelenekselden dijitale dönüşümü hem ekonomik avantaj sağlayacak hem de çevre üzerindeki tarım kaynaklı olumsuz yükleri minimum düzeye getirecektir. Dünya genelinde önemini gitgide kaybeden tarım sektörünün, Tarım 4.0 uygulamalarıyla birlikte yeniden canlandırılması mümkün olacaktır. Bir ülkede öncelikle Tarım 4.0'ın gerçekleştirilmesi açısından gerekli olan teknolojik ve bilişim altyapı yetersizliği giderilmelidir. Bunun yanı sıra artık dijitalleşen tarımda kalifiye, donanımlı insan kaynaklarına gereksinim duyulmaktadır. Dolayısıyla Tarım 4.0 hususunda çiftçileri, üretici birlikleri bilgilendirmek ve farkındalık oluşturmak amacıyla gerekli eğitim, seminer, konferanslar düzenlenmelidir. Özellikle de Türkiye'de tarımla ilgilenen bireylerin yaş ortalamalarının yüksek olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan teknolojiye dayalı veriler tarımla ilgilenen genç nüfusa benimsetilmeli ve böylece genç nüfus akıllı tarım sayesinde tarım sektörüne kazandırılmalıdır. Tarımsal verimliliğine katkı sağlayacak Tarım 4.0 uygulamaları her alandan mezun öğrencilere iş sahası yaratacak potansiyelindedir. Bu nedenle Tarım 4.0 uygulamaları ile çiftçilik

öğrencilere daha cazip prestijli bir alan haline getirilebilecektir. Bu bakımdan Tarım 4.0; verimlilik, gıda arz güvenliği, istihdam yanında sosyo-psikoloji açısından da önemlidir. Dolayısıyla Tarım 4.0'a ilişkin olarak kamu ve özel sektörün işbirliği teşvik edilmeli, dijitalleşme yolunda işbirliği yapan her iki sektör için de etkin ve hızlı bir harita belirlenmelidir. Ülke genelinde gerekli birimlerde akıllı tarım teknolojilerine yönelik danışmanlık hizmetleri verilmelidir. Tarım 4.0 kapsamında kısa ve orta vadeli destek programları açıklanmalıdır.

Kaynaklar

Aldağ, C. M., Eker, B. ve Akdoğan Eker, A. (2018). Tarım Makinaları İmalatında Yapay ZekâUygulamaları.

https://www.researchgate.net/publication/329442922_Artificial_Intelligence_Applications_in_Agricultural_Machinery_Manufacturing_Tarim_Makinalari_Imalatin_da_Yapay_Zekâ_Uygulamalari.

Anonim (2018). *Sürdürülebilir Tarım İlkeleri İyi Uygulamalar Rehberi*. SKD Türkiye, Ömür Matbaacılık, 64S.

Araújo S. O., Peres R. S., Barata J., Lidon F. ve Ramalho J. C. (2021). "Characterising the Agriculture 4.0 Landscape-Emerging Trends, Challenges and Opportunities". *Agronomy*, 11(667), 1-37. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040667>.

Aydınbaş, G. (2022). *Endüstri 4.0 Devriminin İktisadi Büyüme ve Kalkınma Olgusuna Etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Bayramoğlu, Z. (2010). "Tarımsal Verimlilik ve Önemi". *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 52-61.

Boon, W. ve Edle, J. (2018). "Demand, Challenges and Innovation. Making Sense of New Trends in Innovation Policy". *Science and Public Policy*, 1-13. doi: 10.1093/scipol/scy014.

Calik, E. ve Bardudeen, F. (2016). "A Measurement Scale to Evaluate Sustainable Innovation Performance in Manufacturing Organizations". *Procedia CIRP* 40, 449-454. Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.091.

Ciasnocha, M. (2018). Agriculture 4.0? Insights on the Next Revolution. <https://www.centerforindustrialdev.com/single-post/2018/03/05/Agriculture-40-Insights-on-the-Next-Revolution>.

Çabuker, A. C. (2022). Tarımı Bütünüyle Değiştirecek Olan 9 Robot. https://www.endustri40.com/tarimi-butunuyle-degistirecek-olan-9-robot/?fbclid=IwAR0ouakVYRrVUbaA849EdvbojZJI9vGS37EA_Ir_FaQV3COTHKOFxUKBK0UE (12/12/2022).

Çolak, A., Acar, A. İ. ve Orel, O. (2016). *Tarım ve Endüstri 4.0*. 30. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 1-3 Eylül, Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi.

De Luca, A. I., Falcone, G., Stillitano, T., Iofrida, N., Strano, A. ve Gulisano, G. (2018). "Evaluation of Sustainable Innovations in Olive Growing Systems: A Life Cycle Sustainability Assessment Case Study in Southern Italy." *Journal of Cleaner Production*, 171, 1187-1202.

Duman, B. ve Özsoy, K. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Akıllı Tarım. 4th International Congress On 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies And Digital Industry, 540-555.

Dünya Bankası (2021). <https://databank.worldbank.org/> (12/12/2022).

Dünya Ekonomik Forumu (2017). The Global Competitiveness Report 2017–2018, <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>

Ercan, Ş., Öztep, R., Güler, D. ve Saner, G. (2019). “Tarım 4.0 ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi”. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2), 259-265.

Erdinç, Z. ve Aydınbaş, G. (2021). “Tarımsal Katma Değer Belirleyicilerinin Panel Veri Analizi”. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 213-232. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ausbd>.

FAO(2022).

<https://www.fao.org/faostat/en/#search/Agricultural%20development>

Gökkür S. (2019). “Endüstri 4.0 ve Tarım 4.0 ile Sürdürülebilir Gelecek”. *Apelasyon*, ISSN:2149-4908, Mayıs 2019, Sayı 66. <http://apelasyon.com/Yazi/1004-endustri-40-ve-tarim-40-ilesurdurulebilir-gelecek>. (12/12/2022).

Hektaş (2022). *Modern Tarımın En Yeni Üyesi: Drone*. <https://hektas.com.tr/modern-tarimin-en-yeni-uyesi-drone/>

İTB (2019). Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0. İzmir Ticaret Borsası. <https://itb.org.tr/Duyuru/371-turk-tarimin-global-entegrasyonu-ve-tarim-40>. (12/12/2022).

Jones, C. ve Pimdee, P. (2017). “Innovative ideas: Thailand 4.0 and the fourth industrial revolution”. *Asian International Journal of Social Sciences*, 17(1), 4-35. doi:10.29139/aijss.20170101.

Kaya, M. (2019). “Ağrı’nın Kalkınması için Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Önerisi”. *Akademik Bakış Dergisi*, (75), 130-156.

Kılavuz, E. ve Erdem, İ. (2019). “Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü”. *Social Sciences*, 14(4), 133-157.

Kirmikil, M. ve Ertaş, B. (2020). Tarım 4.0 ile Sürdürülebilir Bir Gelecek. International Icontech Symposium on Innovative Surveys in Positive Sciences.

Kuo, Y. H. (2015). Keynote Speech I Production 4.0 from the Perspective of Intelligent Computing. Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI), 11.2015, 25-25, doi:10.1109/TAAI.2015.7407046.

OECD (2020). [https://stats.oecd.org/\(12/12/2022\)](https://stats.oecd.org/(12/12/2022)).

Özguven, M. M., Tan, M., Közkurt, C., Yardım, M. H., Özsoy, M. ve Sabancı, E. (2016). “Çok Amaçlı Tarım Robotunun Geliştirilmesi”. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek sayı), 108-116.

Pakdemirli, B., Birişik, N. Aslan İ. ve Sönmez, B., Gezici, M. (2021). “Türk Tarımında Dijital Teknolojilerin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0”. *Toprak Su Dergisi*, 10(1), 78-87.

Rose, D. C. ve Chilvers, J. (2018). "Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming". *Front. Sustain. Food Syst.* 2, 87.

Şenol, C. (2021). "İnovasyon, Destek, Sürdürülebilirlik: Türkiye Ekonomisi ve Tarım". *International Journal of Geography and Geography Education*, (44), 475-488. DOI: 10.32003/igge.926785.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Koyunculuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (2020). <https://Arastirma.Tarimorman.Gov.Tr/Koyunculuk/Menu/76/Tarim-4-0>. (12/12/2022).

Türker, U. (2019). Tarımda Dijitalleşme. Program Değerlendirme Toplantıları, Antalya. <https://docplayer.biz.tr/216822925-Tarimda-dijitallesme-ufuk-turker-ankara-universitesi-tarim-makinalari-ve-teknolojileri-muhendisligi-bolumu.html> (12/12/2022).

UNFPA (2022). <https://turkiye.unfpa.org/tr/dunya-nufus-gunu-2022-bb>. (12/12/2022).

Uzundumlu, A. S. (2012). "Tarım Sektörünün Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Önemi". *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 22(1), 34-44, ISSN:1307-3311.

Van de Kerkhof, B., Van Persie, M., Noorbergen, H., Schouten, L. ve Ghauharalı, R. (2015). "Spatio-temporal Analysis of Remote Sensing and Field Measurements for Smart Farming". *Procedia Environmental Sciences*, 27, 21-25. <https://doi.org/10.1016/J.PRO-ENV.2015.07.111>.

Yaşar Üniversitesi Tarım Bilimleri Teknoloji Fakültesi (2022). Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, <https://fast.yasar.edu.tr/hakkimizda/>. (12/12/2022).

Yılmaz, M. (2020). Tarım Sektörü ile İlgili Meslekler, <https://tercihrehberin.com/tarim-ile-ilgili-meslekler/> (12/12/2022).