Tarım Ekonomisi Dergisi

Tarım Ekonomisi Derneği
Turkish Agricultural Economics Association

ISSN 1303-0183

Turkish Journal of Agricultural Economics

Cilt/Volume 27 Sayı/Number 2 Aralık/December 2021

Tarım Ekonomisi Dergisi TUBITAK-ULAKBIM Sosyal Bilimler, EBSCO Business Source Complete ve The American Economic Association - Econ Lit veri tabanlarında taranmaktadır.
Turkish Journal of Agricultural Economics is indexed in TUBITAK-ULAKBIM Social Science Database, EBSCO Business Source Complete and he American Economic Association - Econ Lit.

Tarım Ekonomisi Dergisi hakemli bir dergi olup yılda iki sayı yayınlanır. Derginin içeriği basım ya da herhangi bir elektronik yöntemle çoğaltılamaz. Metinlerdeki ifadeler kaynak gösterilerek yayınlarda kullanılabilir. Diğer dergi içeriği kaynak göstermek koşulu ve Yayın Kurulundan izin alınarak yayınlarda kullanılabilir.

Turkish Journal of Agricultural Economics is peer reviewed and published two times in a year. No material published in the journal may be reproduced in any form (print, electronic database etc.) Without the prior written permission of the editorial board. Information and views published in the journal may be used only with proper referencing.

EDİTÖR ADRESİ / EDITORIAL OFFICE
Doç. Dr. Gökhan ÇINAR
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü,
Güney Kampüs 09970 Aydın/TÜRKİYE

Tel :0(232)3113066
Faks :0(232)3881862

E-mail : editor@tarekoder.org
Web : http://journal.tarekoder.org

BASIM YERİ / PRESS
Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü

BASKI TARİHİ
Aralık 2021

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679

ISSN 1303-0183

TARIM EKONOMİSİ DERGİSİ
TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS

Cilt / Volume 27 Sayı / Number 2 Aralık / December 2021

YAYINLAYAN / PUBLISHED BY

Tarım Ekonomisi Derneği / İZMİR-TURKEY

EDİTÖR / EDITOR

Doç. Dr. Gökhan ÇINAR

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Cemal ATICI – Adnan Menderes University, Aydin, Turkey
Elena HORSKÁ – Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic
Halil KIZILASLAN – Gaziosmanpasa University, Tokat, Turkey
Semiha KIZILOĞLU – Atatürk University, Erzurum, Turkey
Cennet OĞUZ – Selçuk University, Konya, Turkey
Emine OLHAN – Ankara University, Ankara, Turkey
Necat ÖREN – Çukurova University, Adana, Turkey
Tayfun ÖZKAYA – Ege University, Izmir, Turkey
Rafaela DİOS PALOMARES – University of Córdoba, Córdoba, Spain
Teodor RUSU – University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj, Romania
Keith WALLEY – Harper Adams University, Newport-Shropshire, United Kingdom
İbrahim YILMAZ – Akdeniz University, Antalya, Turkey

YAZIM ve DİL EDİTÖRÜ / SPELLING & LANGUAGE EDITOR

Araştırma Görevlisi Sıdıka BOZKIRAN YILMAZ

BİLİMSEL HAKEM KURULU / REFEREES OF THIS ISSUE

Berkay KESKİN
Berna TÜRKEKUL
Cemal ATICI
Cihat ERTAN
Duygu TOSUN
Ece SALALI
Erdoğan GÜNEŞ
Ferit ÇOBANOĞLU
Gamze SANER
Hasan VURAL
Kurtuluş MERDAN
Metin ARTUKOĞLU
Osman Murat KOÇTÜRK
Osman Orkan ÖZER
Özge Can NİYAZ
Pınar AYVAZOĞLU DEMİR
Ramazan EKİNCİ
Sait ENGİNDENİZ
Serap GONCU
Yarkın AKYÜZ
Yavuz CEVGER
Zerrin KENANOĞLU BEKTAŞ

TARIM EKONOMİSİ DERGİSİ
TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Cilt / Volume 27 Sayı / Number 7 Aralık / December 2021

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Türkiye'de Kayısı Üretiminin ARIMA Modeli ile Tahmini
Estimating of Apricot Production of Turkey Using ARIMA Model
Kubilay UÇAR, Duran GÜLER, Sait ENGİNDENİZ 55

Türkiye'de Hanehalkı Gelir Gruplarına Göre Tüketim Harcamalarının Analizleri
Analysis of Consumption Expenditures by Household Income Groups in Turkey
Evren YILDIRIM, Ferit ÇOBANOĞLU 63

A Study on the Financial Resources of the Businesses in terms of Cattle Breeding in Mixed Production Enterprises: The Case of Tekirdag
Karma Üretim Yapan İşletmelerde Büyükbaş Süt Hayvancılığı Yönüyle İşletmelerin Finans Kaynakları Üzerine Bir Araştırma: Tekirdağ Örneği
Onur TERZİ, Mehmet Metin ARTUKOĞLU 83

Çeltik Üretiminin İklim Değişikliği Üzerine Etkisi Konulu Araştırmaların Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle İncelenmesi
Investigation with The Bibliometric Analysis Method of Studies about the Effect on Climate Change of Paddy Production
Sema Ezgi YÜCEER, Sibel TAN, Sabri Sami TAN, Eylem DURMUŞ 91

Problems Facing Agricultural Product Exporters and Solutions : A Case Study from Afghanistan
Tarım Ürünü İhracatçılarının Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri: Afganistan Örneği
Mohammad Sharif RAHIM, Metin ARTUKOGLU 101

Derleme / Review

Muğla İli Arıcılık Potansiyelinin Apiturizm Açısından Değerlendirilmesi
The Evaluation of Mugla Beekeeping Potential In Terms of Apitourism
Figen ÇUKUR, Tayfun ÇUKUR 113

Dünyada Tarım ve Hayvancılığın Dönüşümü: Teknolojiye Dayalı Uygulamalar ve Devrimler
Transformation of Agriculture and Livestock In The World: Technology-Based Applications and Revolutions
Habibe YAMAN, Onur SUNGUR, Murat Ali DULUPÇU 123

Tarım Ekonomisi Dergisi
Turkish Journal of Agricultural Economics
ISSN 1303-0183
http://journal.tarekoder.org

Dünyada Tarım ve Hayvancılığın Dönüşümü: Teknolojiye Dayalı Uygulamalar ve Devrimler

Habibe YAMAN
Orcid no: https://orcid.org/0000-0002-9212-3264
Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Isparta
Onur SUNGUR
Orcid no: https://orcid.org/0000-0001-6778-4370
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, Burdur
Murat Ali DULUPÇU
Orcid no: https://orcid.org/0000-0001-9269-5978
Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, Isparta

Makale Künyesi

Derleme / Review

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
Habibe YAMAN
hyaman@mehmetakif.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 20.05.2021
Kabul Tarihi / Accepted: 20.12.201

Tarım Ekonomisi Dergisi
Cilt:27 Sayı:2 Sayfa: 123-133
Turkish Journal of Agricultural Economics
Volume: 27 Issue: 2 Page: 123-133

DOI 10.24181/tarekoder.938925
JEL Classification: O13, O40, O30, Q01

Özet

Amaç: Bu çalışmanın temel amacı dünyada tarım ve hayvancılığın geçirdiği dönüşüm sürecini ortaya koymaktır.
Tasarım/Metodoloji /Yaklaşım: Bu amaç dahilinde çalışma kapsamında öncelikle büyüme ve kalkınma sürecinde önemli bir yere sahip olan teknolojinin tarım ve hayvancılık sektörü için önemi ve gerekliliği ele alınmış ve dünyada tarım ve hayvancılıkta dönüşüme yol açan teknolojiye dayalı uygulamalara yer verilmiştir. Devamında ise gelişim ve ilerleme evreleri incelenmiş ve endüstriyel devrimler ile kıyaslamalar yapılarak tarım ve hayvancılığın geçirdiği dönüşüm süreci ortaya koyulmuştur.
Bulgular: Günümüzde gelişmişliğin önemli bir göstergesi olarak kabul edilen "kalkınma" konusu, ulusların yakından ilgili oldukları bir kavramdır. Ekonomik olarak gelişim ve kalkınmanın sağlanması açısından tarım ve hayvancılık sektörü oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu sektörde verimlilik ve sürdürülebilirliğin artmasının; yoksulluğun azaltılması, ekonomik bağımsızlığın güçlendirilmesi ve gelir ve refah düzeyinin arttırılması ile kalkınmanın gerçekleşmesinde önemli bir katkısı vardır. Bu kapsamda dünyada tarım ve hayvancılıkta sürdürülebilirlik ve verimlilik düzeyini arttırmak amacıyla çeşitli ülkeler tarafından farklı politikalar uygulanmakta ve sektörü geliştirmeye yönelik çeşitli adımlar atılmaktadır. Yeni tekniklerin ve yöntemlerin sektöre entegre edilmesiyle sektörde verim artmakta ve bu da büyüme ve gelişmeye katkı sağlamaktadır. Bu süreçteki faaliyetler sektörde yeni ve gelişmiş teknolojilerin kullanımına da yön vermektedir. Fakat bu sektörün geliştirilebilmesi, rekabet gücünün arttırılabilmesi ve sektörü güçlendirecek politikaların oluşturabilmesi için öncelikle tarım ve hayvancılık sektörünün geçirdiği bu dönüşüm sürecini iyi kavramak gerekmektedir. Diğer taraftan mevcut teknolojik gelişim ve uygulamaları takip etmek ve sektörde teknolojiyi geliştirmek de oldukça önemlidir.
Özgünlük/Değer: Sonuç olarak bu çalışmanın tarım ve hayvancılık sektörünü verimli kılacak ve geliştirecek teknolojilerin geliştirilmesine ve uygulanmasına yol göstereceği ve katkı sunacağı beklenmektedir.
Anahtar kelimeler: Tarım ve Hayvancılık, Verimlilik, Teknoloji, Tarım ve Hayvancılık Devrimleri, Uygulamalar

Transformation of Agriculture and Livestock In The World: Technology-Based Applications and Revolutions

Abstract

Purpose: The main aim of this study is to reveal the transformation process of agriculture and livestock in the world.
Design/Methodology/Approach: Within the scope of the study for this purpose, the importance and necessity of technology, which has an important place in the growth and development process, for the agriculture and livestock sector have been discussed and technology-based applications that lead to transformation in agriculture and livestock in the world have been mentioned. Subsequently, the stages of development and progress have been examined and comparisons with industrial revolutions have been made, and the transformation process of agriculture and livestock has been revealed.

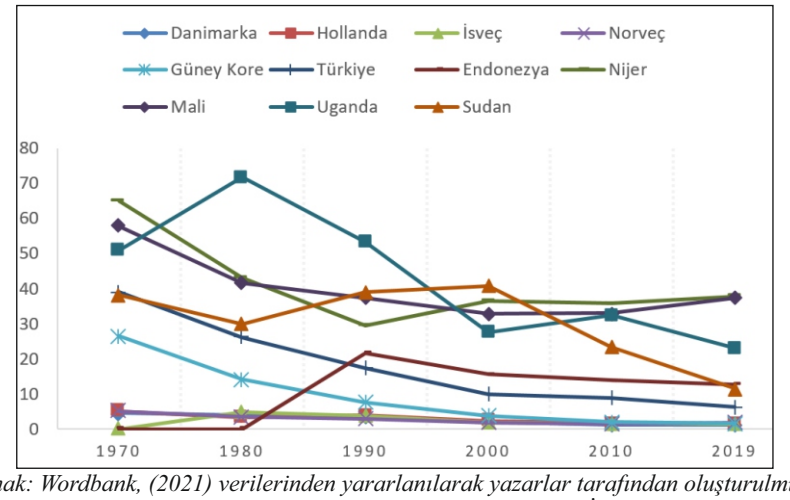
Findings: The issue of "development", which is accepted as an important indicator of improvement nowadays, is a concept that nations are closely related to. The agriculture and livestock sector has an important place in the provision of economic improvement and development. Increasing productivity and sustainability in this sector has an important contribution to reducing poverty, strengthening economic independence, increasing income and welfare levels. In this context, in the world, different policies are implemented by various countries to increase the level of sustainability and productivity in agriculture and livestock and various steps are taken to develop the sector. With the integration of new techniques and methods into the sector, productivity in the sector increases and this contributes to growth and development. Activities in this process also direct the use of new and advanced technologies in the sector. However, to develop this sector, to increase its competitiveness, and to create policies that will strengthen the sector, first of all, it is necessary to understand this process of transformation that the agriculture and livestock sector has undergone. On the other hand, it is also very important to follow current technological developments and applications and to develop technology in the sector.
Originality/Value: As a result, it is expected that this work will guide and contribute to the development and implementation of technologies that will make and develop the agriculture and livestock sector efficient.
Key words: Agriculture and Livestock, Productivity, Technology, Agriculture and Livestock Revolutions,

1.GİRİŞ

Toplumun refah düzeyini arttırma yolunda ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması, uluslar tarafından amaçlanan temel bir olgudur. Evrimci iktisadın da etkisiyle ekonomide daha belirleyici bir rol oynamaya başlayan teknoloji değişkeni ve teknoloji değişiminin büyüme ve kalkınma sürecinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Ekonomide tarım ve hayvancılık sektörü de stratejik bir konuma sahiptir. Küresel ısınma, iklim değişikliği, talep ve arz durumundaki değişiklikler tarım ve hayvancılık sektörüne olan ilgi ve önemi arttırmaktadır. Özellikle günümüzde tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgını ile tarım ve hayvancılığın ne kadar önemli bir yere sahip olduğu daha net anlaşılmıştır. Yaşanan arz ve talep dengesizlikleri, hızlı fiyat değişiklikleri, gıda tedariki ve üretimin sürdürebilirliği noktasındaki aksaklıklar tarım ve hayvancılık sektörünün ekonomiler açısından kritik önemini gündeme getirmiştir. Bununla birlikte dünya ülkelerinin tarım ve hayvancılık sektöründe teknoloji durumlarındaki farklılıkların varlığı, bu farklılıkların ardında yatan sebeplerin araştırılması yönünde ilgi ve merak uyandırmaktadır.

Bilindiği üzere tarım, temel gıda maddelerinin üretildiği, diğer sektörlere hammadde temini sağlayan ve aynı zamanda iç tüketim, istihdam, ihracat vb. açısından da önem arz eden bir sektördür (Türkiye Ziraat Odaları Birliği, 2019: 342). Bu sektör tüketilebilir ürünlerin yanı sıra pazarlanamayan ürünlerin üretilmesi sürecine de destek sunmaktadır (Çetin ve ark., 2020: 331). Gelişmekte olan ülkelerin gelişme sürecinin ilk aşamalarında ekonominin en önemli sektörü olarak kabul gören tarım; büyüme, gelişme ve kalkınma sürecinde aslında her ülke için büyük bir öneme sahiptir. Milli gelire, üretime, dış ticarete, nüfusa, işgücüne ve diğer sektörlere sunmakta olduğu katkılarla ekonomik büyüme ve kalkınmayı tetiklemektedir (Erbay, 2013: 8). Hayvancılığın bu süreçte önemli ve ayrı bir yeri olduğu ifade edilebilir. Hayvancılık sektörü et/süt ve mamulleri sanayi, dericilik, tekstil, veteriner ilaçları ve hayvancılık ekipman sanayileri ve yem sanayi vb. bileşenleri ile yeni istihdam alanları oluşturmaktadır. Aynı zamanda hayvansal ürünlerin işlenmesi ile katma değer de yaratmaktadır (TİGEM, 2017: 4).

Bu unsurlar dikkate alındığında tarım ve hayvancılık sektörü sosyo ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Dünyada tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün GSYİH içindeki payına bakıldığında bu değer ülkelere göre çeşitlilik göstermektedir. Yüksek gelirli ülkelerde (örneğin Danimarka, Hollanda, İsveç, Norveç, Güney Kore) bu oran daha düşük iken, düşük gelirli ülkelerde (örneğin Nijer, Mali, Uganda, Sudan) ise daha yüksektir. Buna ilaveten, üst orta gelirli ülke grubunda yer alan Endonezya'da %12.7 ve Türkiye'de ise % 6.4'tür. İlgili değerler yıllara göre de farklılıklar göstermektedir (bkz. Şekil 1).



Kaynak: Wordbank, (2021) verilerinden yararlanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.
Şekil 1. Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün GSYİH içindeki payı
Figure 1. Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)

Ekonomik açıdan önemli olan tarım ve hayvancılık sektörü dünden bugüne önemli değişim ve dönüşüm süreçlerinden geçmiş ve geçmeye de devam etmektedir. Tarım ve hayvancılıkta insanlık tarihinden beri bu dönüşümler teknoloji odaklı olup bu faaliyetlerin eşi ve benzeri bulunmamaktadır. Küresel gelişmeler ve teknolojik ilerlemeler tarım ve hayvancılık sektöründe teknoloji kullanımı ve endüstriyelleşmenin daha da artacağını göstermektedir.

Bu kapsamda bu çalışmada temel amaç; dünyada tarım ve hayvancılığın geçirdiği dönüşüm sürecini ortaya koymaktır. Bu amaç dahilinde çalışma giriş ve sonuç bölümü haricinde üç bölümden oluşmakta olup ilk aşamada tarım ve hayvancılık sektöründe teknolojinin önemi ve gerekliliğini vurgulanmaktadır. Devamında ise dünyada tarım ve hayvancılıkta dönüşüme yol açan teknoloji uygulamalarına yer verilmektedir ve sonrasında sanayi, tarım ve hayvancılık devrimleri ele alınmaktadır. Bu süreçte endüstriyel devrimlerle kıyaslayarak tarım ve hayvancılığın geçirdiği dönüşüm süreci ortaya koyulmaktadır.

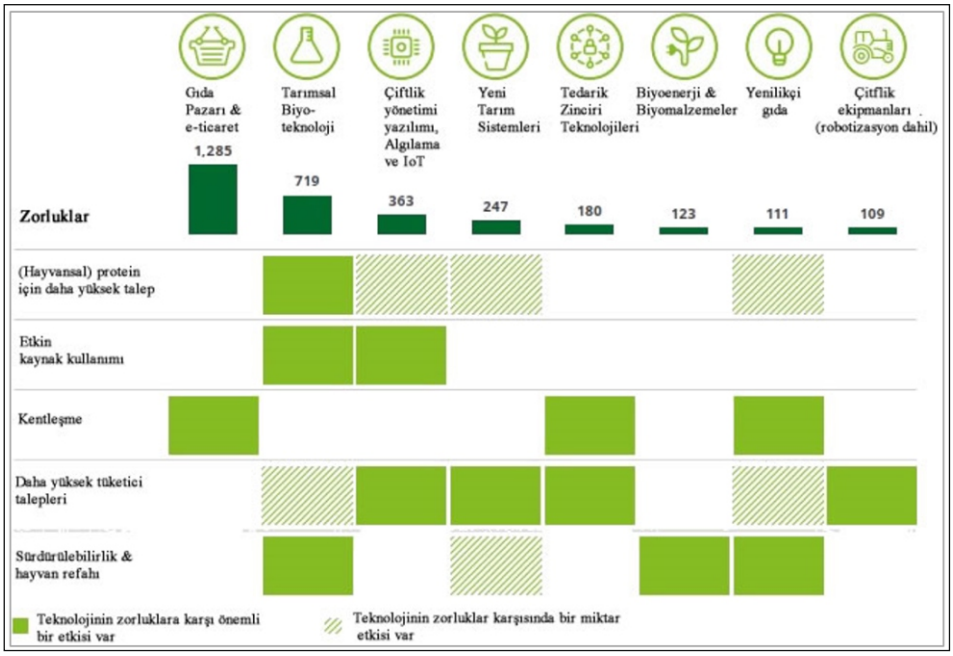
2. TARIM VE HAYVANCILIK SEKTÖRÜNDE TEKNOLOJİNİN ÖNEMİ ve GEREKLİLİĞİ

Hayvancılık sektöründe hayvan başına maksimum üretkenliğin hedeflendiği, üretim alanlarının kontrol edildiği yoğun ve uzmanlaşmış sistemlere doğru hızlı bir ilerleme söz konusudur. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda, hayvansal ürünlere (et, süt, yumurta ve diğer hayvansal ürünler) yönelik talep artışına cevaben büyük ölçekli hayvansal üretim birimlerinin sayısında artışlar gerçekleşmektedir. Hızlı kentleşme ve birçok toplumda artan satın alma gücüne dayanmakta olan bu durum 'Hayvancılık Devrimi" olarak bilinmektedir (van't Hooft ve ark., 2012: 38-39).

Küresel tarımda muazzam bir kümülatif etkiyi bünyesinde barındıran kalıcı ve yaygın bir değişim gerek geçim kaynakları gerekse çevre ve insan sağlığı için derin sorunları da gündeme getirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde 1970'li yılların başından 1990'lı yılların ortalarına kadar et ve süt tüketimi 175 milyon metrik ton artış göstermiştir. Bu oran gelişmiş ülkelerde meydana gelen artışın iki katından ve aynı zamanda "Yeşil Devrim" ile mümkün kılınan tahıl tüketimindeki artışın yarısından fazladır (Delgado ve ark., 1999a: 2). Delgado ve ark., (1999a)'e ait *"The Coming Livestock Revolution"* (Yaklaşan Hayvancılık Devrimi) adlı çalışmada et ve süt tüketimindeki bu durumu tetikleyen faktörlerin (kentleşme, nüfus, gelir vb.) artışının devam etmesinin gerçek anlamda 'Hayvancılık Devrimi' yaratması beklendiği belirtilmektedir (Delgado ve ark., 1999a: 2). Hayvancılık Devrimi Yeşil Devrim'den farklı olarak talebe dayalı bir değişikliktir ve aynı zamanda gıda ve beslenme güvenliği, ulusal ve uluslararası tarımsal araştırma sistemleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır (Khan ve Bidabadi, 2004: 100). Ayrıca hayvancılık devrimi yavaşça başlamış olsa da büyüme hızını artırmıştır (Khan ve Bidabadi, 2004: 101) ve bu devrim hayvan ve bitki genetik kaynakları da dahil olmak üzere doğal kaynakların akıllıca kullanımını gerektirmektedir (Biasca, 2012: 6). Delgado ve ark., (1999b: 59)'e göre hayvancılık devriminin çevresel sürdürülebilirlik ve refah bakımından hem risk hem de olumlu imkanlar barındıran yedi temel özelliği bulunmaktadır. Bu hususları: (1) hayvancılık ürünlerinin tüketiminde ve üretiminde dünya çapında hızlı artışlar, (2) gelişmekte olan ülkelerin toplam hayvancılık üretimi ve tüketimi payındaki önemli artış, (3) hayvancılık üretim durumundaki sürekli değişim, (4) insan beslenmesinde tahıl için et ve sütün artan ikamesi, (5) tahıl bazlı yemlerin kullanımında hızlı artış, (6) şehirlere daha yakın arazi yoğun üretim ile otlatma kaynaklarına artan baskı ve (7) endüstriyel sistemlerde hayvancılık üretimi ve işlemesinde ortaya çıkan hızlı teknolojik değişim şeklinde ifade etmek mümkündür (Delgado ve ark., 1999b: 59).

2050 yılına kadar hayvansal bazlı gıda ürünlerine yönelik küresel talebin %70 artması beklenmektedir. Bu talep artışının çevreye minimum düzeyde etki edecek biçimde karşılanması gerekmektedir (McFarlane, 2019: 1). Bu durum ise verimlilik ve sürdürülebilirliğin sağlanması için sektörde geleneksel teknik ve yöntemlerden ziyade gelişmiş teknolojilerin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda diğer sektörlerdeki gibi tarım ve hayvancılığın gelişim ve ilerlemesinde teknolojik ilerleme önemli bir unsur olarak kabul görmekte, tarım ve hayvancılık sektöründe verimliliği arttırmak için yeni teknik ve yöntemler geliştirilmektedir. Bu çerçevede tarım ve hayvancılık sektöründeki teknolojik uygulamalar; verimliliği arttırmak maksadıyla kullanılan ve yüksek teknolojiyi bünyesinde barındıran pek çok araç, uygulama, yöntem ve teknik kullanımını kapsamaktadır. Bu uygulamalar verimliliğin, izlenebilirliğin ve refahın artması, kalitesi yüksek ürünlerin elde edilmesi, etkin zaman kullanımı, sürdürülebilir üretim, zaman ve ekonomik açıdan maliyet minimizasyonunun sağlanması vb. bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır.

Bilindiği üzere tarım ve hayvancılıkta pek çok zorluk bulunmaktadır. Hayvansal protein kaynaklı talebin karşılanması, sürdürülebilirliğin, hayvan refahının, etkin kaynak kullanımının sağlanması, kentleşme ve beraberinde gelen sorunların çözümünde, zorlukların aşılmasında teknolojinin önemli bir rolü vardır. Fakat bu önem ve etki dereceleri engel ve zorluklara bağlı olarak teknoloji kategorisine göre değişmektedir. Bu kapsamda ABD'de teknoloji kategorisine göre tohum yatırımı örnek gösterilebilir (bkz. Şekil 2).



Not: ABD'de teknoloji kategorisine göre tohum yatırımlarının toplamı (milyon ABD doları, 2016)
Kaynak: Wehberg ve ark., 2017: 26.

Şekil 2. Tarım ve hayvancılık sektöründe zorluklar ve zorlukları ele alan teknolojiler
Figure 2. Challenges and technologies addressing challenges in the agriculture and livestock sector

Özetle zorluk ve engellerin aşılması, sektörün daha verimli hale gelmesi ve sürdürülebilirliğinin artmasında teknoloji faktörü tarım ve hayvancılık sektörü açısından oldukça önemlidir.

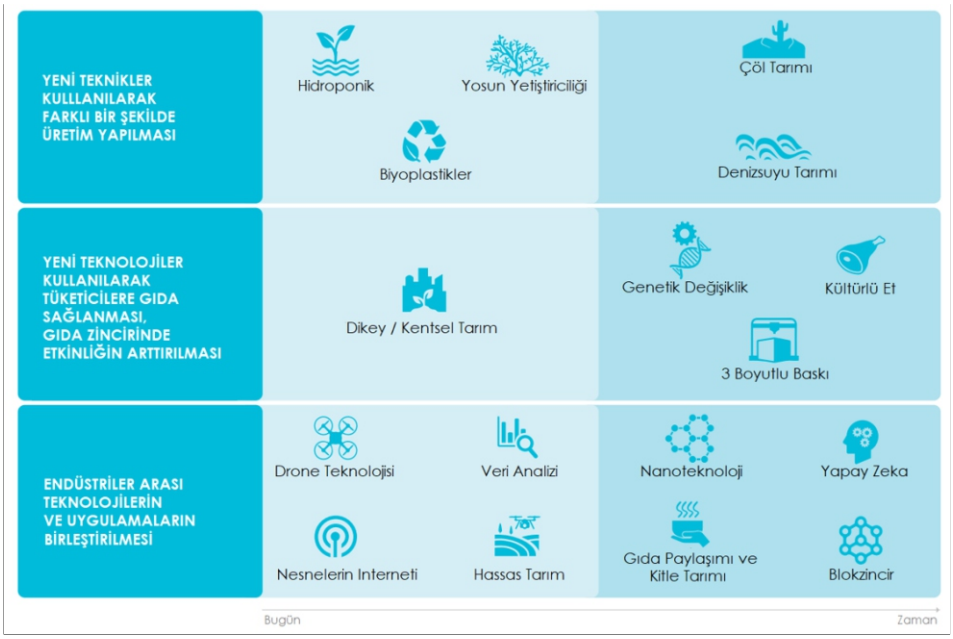
3. TARIM ve HAYVANCILIKTA DÖNÜŞÜME YOLAÇAN TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Dünyada tarım ve hayvancılık sektöründe teknolojiye dayalı pek çok uygulama kullanılmakta, yeni teknik ve yöntemlere sıklıkla yer verilmektedir. Bu kapsamda sektörde yeni teknikler kullanılarak farklı şekillerde yapılan pek çok üretim biçimi öne çıkmaktadır. Örneğin verimliliği arttırmada genetik uygulamalara sıklıkla başvurulmaktadır. Hayvancılıkta daha sürdürülebilir bir geleceğin yolunu açan bir araç olarak görülmekte olan bu uygulamalar hayvan refahı, performans ve verimliliğini arttırmaktadır (McFarlane, 2019: 1). Yapılan ıslah çalışmaları ile hastalıklara daha dirençli, verimliliği yüksek hayvan ve sürülerin elde edilmesi, hayvan refah ve sağlığının arttırılması amaçlanmaktadır. Genetik uygulamalar sadece hayvancılıkta değil tarım için de oldukça önemlidir. Ürünlerin faydalı ve istenilen özelliklerin yayılması maksadıyla çeşitli teknolojik uygulamalarla (Ör: bitki ilaçlarının geliştirilmesi, besin değerini iyileştiren gıda ürünü üretimi) genetik yapıları da değiştirilmektedir. Genetik uygulamalar ülkeler açısından önemsenen bir konu olup tarım-hayvancılık sektörünü içeren yenilikler bakımından; genetik uygulamalardan ürün/hayvana ilişkin genomik uygulamalarda ABD, Avustralya ve gen düzenlemede Çin, ABD, Almanya, Hindistan gibi ülkeler öne çıkmaktadır. Ayrıca genetik mühendisliği teknoloji uygulamaları, genomik ve gelişmiş üreme, genom teknolojileri bakımından Çin, genetik ve biyoteknolojide üretimden çok araştırma bakımından Fransa, Almanya, İngiltere gibi ülkeler önemli bir konuma sahiptir (USB, 2018: 25-33).

Verimliliği arttırıcı yöntemlerden bir diğeri de dikey tarımdır. Önemsenen bir sistem olan dikey tarım ile kentlerde açık veya kapalı yerlerde tarımın yapılabilmesi olası olup kent merkezlerinde kullanılmayan sanayi ve depo tesislerinin içine veya üstüne sistem rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bu bağlamda dünyada pek çok ülkede (Ör: ABD, Japonya, Kore, İngiltere, Singapur, Kanada gibi) dikey tarım uygulamaları ve örneklerine rastlanmaktadır (Bingöl, 2015: 97-98). Bununla birlikte; dikey tarım için önerilen metotlardan biri olarak kabul edilmekte olan hidroponik sistem (Şahin ve Kendirli, 2016: 686) ya da hidroponik yetiştirme, verimli kaynak yönetimi ve kaliteli gıda üretimi nedeniyle dünya çapında yeni teknikler kullanılarak yapılan yöntemlerden biri olarak oldukça popülerdir. Toprağın az ya da yetersiz olduğu ya da toprak ile yetiştiriciliğin mümkün olmadığı yerlerde toprak kullanmadan yapılan tarım ya da topraksız tarım olarak da ifade edilen hidroponik yöntem kullanılarak bitki yetiştiriciliği yapılabilmektedir ve hidroponik teknolojide ABD, Hollanda, İngiltere, İsrail, Kanada, Avustralya, Fransa gibi ülkeler önde gelmektedir (Sharma ve ark., 2018: 364). Bilindiği üzere artan dünya nüfusu, hızlı kentleşme ve beraberinde meydana gelen kentsel yayılma baskısından tarım alanları büyük oranda etkilenmektedir (Ünal ve ark., 2018: 96) ve bu açıdan bu yöntemlerin üretimin sürdürülebilmesi, verimliliğin arttırılmasında önemli bir yeri vardır.

Üretimde kullanılmakta ve geliştirilmekte olan yeni tekniklere deniz yosunları da örnek verilebilir. Dünyanın pek çok bölgesinde hayvan besiciliği, tarımda verim ve kalite artışı, bitki büyümesi, zararlı ve hastalık ile mücadelede dayanıklılığın ve toprak yapısının iyileştirilmesinin sağlanması maksadıyla deniz yosunlarının kullanıldığı bilinmektedir (Yazıcı ve Kaynak, 2001). Yosun hammaddesine genellikle organik tarımdan bahsedilirken sık sık değinilmektedir. Özellikle ekolojik tarımın sentetik ve kimyasalların kullanımını yasaklaması; hayvansal atıkların işlenmiş ürünleri, çiftlik ve sıvı atıkları veya kanatlı gübresi, saman, torf, mantar üretim artığı, organik ev artıkları, kompostu, ağaç kabuğu, talaş, odun artıkları, tabii fosfat kayaları gibi besleyici ürünlerin gübre olarak kullanımını tetiklemiştir. Deniz yosunları ve yosun ürünleri de bu bağlamda gübre olarak kullanılabilmektedir (KOP BKİ, 2016: 11).

Değişen ve gelişen tekniklerle beraber çöl tarımı ya da deniz suyu tarımı gibi uygulamalar da öne çıkmakta ve pek çok ülkede bu yöntemler tercih edilmektedir. Örneğin İsrail'de inovasyon ve teknolojik uygulamalarda tuzdan arındırma teknolojisi, kontrollü çevre tarımı, su kaynaklarının yönetimi, damla sulama gibi su yönetimi teknikleri öne çıkmakta olup (USB, 2018: 33) tarım, olumsuz koşullara rağmen uzun ve zorlu bir mücadelenin, ekilebilir araziden ve az sudan maksimum yararlanmanın bir başarı öyküsü olarak görülmektedir. İsrail'in mevcut tarımsal başarısının sırrının; teknolojik ilerleme, yeni sulama teknikleri ve yenilikçi tarımsal-mekanik ekipmanlara dayalı olduğuna inanılmaktadır (İsrail Dışişleri Bakanlığı, 2020).



Kaynak: De Clercq ve ark.,2018: 13.

Şekil 3. Tarımsal teknoloji uygulamaları
Figure 3. Agricultural technology applications

Gıda güvenliği, refah, çevre, verimlilik vb. bakımından önemli potansiyeli olan bir diğer teknoloji de kültürlü/yapay/sentetik etlerdir. Kültürlü et teknolojisi henüz gelişme aşamasında olan ileri bir teknoloji olup kesilmiş hayvanların hücre kültürlerinden üretilmekte ve 'laboratuvar ortamında yetiştirilen etler' olarak da ifade edilmektedir. Bu teknoloji ile artan dünya nüfusunun yüksek kaliteli et ihtiyacının karşılanması ve geleneksel et üretimindeki çevre ve hayvan hakları sorunlarının çözüme kavuşturulması hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra teknolojik gelişmelerle birlikte ürünlerde raf ömrünün uzatılması, nakliye ve depolama gereksinimlerinin azaltılması, üretimin ucuzlaması vb. açıdan 3D baskıların da sektör açısından önemli bir yeri vardır. Ek olarak yeni teknikler kullanılarak yapılan farklı üretimlerde biyoplastikler de yer almakta ve biyoplastikler sürdürülebilir ambalaj açısından önem arz etmektedir (De Clercq ve ark., 2018: 14-15). Plastik atıkların çevre açısından yarattığı tehlikeler ve çevre bilincinin artışı ile gündeme gelen biyoplastiklerin ürün ya da materyali de kısmen bitkiler tarafından üretilmektedir ve biyoplastikler sürdürülebilir kaynak kullanımı, daha sürdürülebilir ürünler için önemli görülmektedir. Biyoplastikler aynı zamanda plastiklerin evrimine yön vermekte olup üretimlerinde mısır, şeker kamışı veya selüloz gibi yenilenebilir kaynakların kullanımı söz konusudur (European Bioplastics, 2020).

Tarım ve hayvancılık sektörünün daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesi amacıyla sektörde aktörleri birbirine bağlayan Nesnelerin İnterneti (IoT), hassas tarım yöntemleri, yapay zekâ, veri analizi ve akıllı algoritmaların kullanımı da söz konusudur (Saygılı ve ark., 2018: 12-15). Tarımsal yenilik açısından yapay zekâda; ABD, Çin, İngiltere, Japonya, Kanada gibi ülkeler, otomasyonda ise; Almanya, İsrail, Japonya, Kanada, Kore ve İngiltere gibi ülkeler öne çıkmaktadır (USB, 2018: 33). İletişimi arttırmak, izlenebilirliği sağlamak, maliyeti minimize etmek, etkin süreç yönetimi, üretim ve verimlilik artışı vb. amacıyla Drone teknolojisi, nanoteknoloji, gıda paylaşımı ve kitlesel tarım, blockchain teknolojileri de sektörü şekillendirmektedir (bkz. Şekil 3).

4. ENDÜSTRİ 5.0'DAN TARIM ve HAYVANCILIKTAKİ 5.0'A DOĞRU

On sekizinci yüzyılın sonunda ve on dokuzuncu yüzyılın başlarında başlayan birinci sanayi devrimi su ve buhar gücünü kullanan mekanik imalat sistemlerinin tanıtılmasıyla temsil edilmekte olup, bu süreçte el emeğinin yerini alan endüstriyel teknolojik biçimler oluşmuştur. Yeni alt yapı ve endüstriyel ekipman gerektiren bu dönüşümde endüstriyel üretimin oluşum biçimi de değişmiş ve buhar gücünün kullanılmaya başlaması, ürünlerde (dökme demir ürünleri üretimi) ve lojistikte yaşanan dönüşümler öne çıkmıştır. İkinci sanayi devrimi ise on dokuzuncu yüzyılın sonlarında başlamıştır. Elektrik enerjisi kullanımının imkân verdiği seri üretimle simgelenmekte olan bu sürecin; elektrik, yüksek kaliteli çelik, demiryolları ve kimyasalların üretimi gibi endüstride biriken teknolojik yeniliklerden kaynaklandığı kabul edilmektedir (Xu ve ark., 2018: 2942; Popkova ve ark., 2019: 25). Elektrik gücü ile hareket eden üretim hattı, her ne kadar ilk defa ABD'de mezbahalarda hayvan kesim işlemleri amacıyla kurulan sistemlerle başlasa da sistemin esas olarak uygulanmaya başlaması Ford Motor Fabrikalarındaki seri üretim hatlarıyla olmuştur. Bu aşamada karayolu ağının yaygınlaşmasının da ekonomik verimlilik açısından önemli bir role sahip olduğu kabul edilmektedir (Eğilmez, 2018: 266). Üçüncü sanayi devrimi ise elektronik ve internet teknolojisine dayalı otomatik üretim ile 1970'li yılların başında başlamıştır (Lu, 2017: 1). Üreticilerin bazı üretim süreçlerini otomatikleştirmek için robotik teknolojiyi kullanması sonucu üretkenlikte önemli sıçramalar elde edilmiştir (Deguchi ve ark., 2020: 17). Dijital teknolojilere dayalı üretim şekliyle beraber üretimde emeğe duyulan ihtiyaç ve bununla birlikte insan kaynaklı hataların oluşumu da azalmıştır. Dördüncü sanayi devrimi ise "birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terim" olup bu devrimi "nesnelerin interneti, internetin hizmetleri ve siber-fiziksel sistemlerden oluşan bir değerler bütünü" olarak tanımlamak mümkündür. Endüstri 4.0'nın akıllı fabrika sisteminin oluşmasındaki rolü oldukça önemli olup bu yapı; üretim açısından verilerin toplanması, izlenmesi ve analizini iyi şekilde yapması sebebiyle daha verimli iş modellerinin ortaya çıkmasına imkân sunmaktadır (Özkan ve ark., 2018: 7). 2011'de Hannover Fuarında gündeme gelen bu kavram ile imalat sanayide bilgisayarlaşmanın en üst seviyeye çıkarılması ve yüksek teknolojiyle donatılmış bir üretim hedeflemektedir. Bu süreçte hızlı üretim, tüketiciye özel ürünlerin üretimi, üretimde esnekliğin sağlanması amaçlanmaktadır (Eğilmez, 2018: 268). Dördüncü sanayi devriminde tam otomatikleştirilmiş bir üretimin oluşturulması söz konusu olmakla birlikte bu devrimin öncekilerden en önemli farkı insan faktörünün üretim sürecinden çıkarılmasıdır. İnsan faktöründen kaynaklanan hataların ortadan kalkmasına imkân sunan yapay zekâ ile tüm iş süreçlerinin rasyonelleştirilmesi ve optimizasyonu sağlanmaktadır (Popkova ve ark., 2019: 26-27).

Son yıllarda Endüstri 4.0 kavramına ek olarak Toplum 5.0 kavramı da sıklıkla dile getirilmektedir. Endüstri 4.0 kavramı akıllı fabrikaları savunurken Toplum 5.0 kavramı süper akıllı bir toplum yaratmayı hedeflemektedir. Her iki yaklaşım da yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri analizi dâhil teknoloji kullanımını ve siber-fiziksel sistemlerin uygulanmasını/yayılmasını savunsa da kapsam açısından birtakım farklılıklar bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın üretim maliyetlerini en aza indirme ve yeni değer yaratma hedefinde gerçekçi sonuçlar nispeten basit ve net performans ölçümlerine izin verirken ekonomik kalkınmayı sosyal sorunların çözümü ile dengelemeyi amaçlayan Toplum 5.0'da ölçümler çok daha karmaşıktır. Ayrıca Endüstri 4.0'da siber-fiziksel sistemlerin (cyber-physical systems - CPS) üretim ortamında uygulanmasına karşın Toplum 5.0'da bir bütün olarak toplum genelinde uygulanması söz konusudur (Deguchi ve ark., 2020: 19-20).

Gelişim ve dönüşüm süreci sadece sanayi sektörü ile sınırlı değildir. Geçmişten günümüze sanayi devrimlerinin de etkisiyle tarım ve hayvancılık sektörü de değişim ve dönüşüme uğramıştır. Tarım ve hayvancılık gelişim evreleri Endüstri 5.0 gelişim evrelerine benzer biçimde bir süreçten geçse de tarım ve hayvancılık devrimlerin endüstriyel devrim süreçlerinden ayrılan bazı yönleri bulunmaktadır. Tarım ve hayvancılık devrimlerini detaylı bir biçimde ele almak bu sürecin anlaşılmasında daha faydalı olacaktır. Tarım devrimi aşamaları aşağıdaki Çizelge 1 yardımıyla özetlenmektedir.

Çizelge 1. Tarım devrimi aşamaları
Table 1. Stages of the agricultural revolution

Tarım 1.0	Tarım 2.0	Tarım 3.0	Tarım 4.0	Tarım 5.0
-1900'lü yılların başları -Hayvan gücü ve mekanizasyon -Emek yoğun tarımsal üretim	-1950 sonları (Yeşil Devrim) -Azot takviyesi, sentetik böcek ilaçları, gübreler ve kullanılan gelişmiş makineler - İlk defa şarap hasat makineleri kullanımı (1960'lar) - İlk genetiği değiştirilmiş bitkilerin ekimi (1982) -İçten yanmalı motor	-1990'lı yılların sonları (Hassas Tarım) -Bilgi ve yaratıcı çalışma -Yönlendir-me sistemleri -GPS, telematik, verim izleme sistem ve programları, yazılım ve mobil cihazlar	-2010'ların başları (Dijital Tarım/Akıllı Tarım) -Bulut tabanlı faaliyetler -Nesnelerin İnterneti, Hassas tarım teknolojisine ilaveten akıllı ağlar ve veri yönetim araçları -Tarımda büyük veri -Bütünsel bakış açısı -Az çalışarak çok verim elde etme	-Robotik, yapay zekâya dayalı

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tarım 1.0: Emek yoğun tarımsal üretimin hâkim olduğu, tarım makinelerinin yaygın olmadığı, düşük üretkenlik ve verimliliğe sahip, üretimin doğa ve iklim koşullarına bağlı olduğu evre olarak kabul edilmektedir. 1900'lü yılların başlarına tekabül eden bu aşamada tarımsal üretim nüfusu doyurabilse de nüfusun üçte birinin tarlada çalışması gerekmekte olup (MAKFED, 2020: 49) hayvan gücü ve mekanizasyon birlikte kullanılmaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019: 136). Tarımda bu dönem; hayvan besleme ve yetiştiriciliğin geliştirilmiş olduğu, yeni makinelerin tanıtıldığı, tarım için yeni ticari yaklaşımların oluştuğu, ekili alanların genişletildiği, tarım bilimi ve mühendisliğinin olgunluğa ulaştığı bir aşama olarak tanımlanmaktadır (USB, 2018: 7).
Tarım 2.0: Yaygın olarak "Yeşil Devrim" olarak anılan bu aşama 1950'lerin sonlarında başlamıştır. Bu dönemde tarımsal uygulamalarda azot takviyesi, sentetik böcek ilaçları, gübreler ve daha gelişmiş makinelerin kullanımı ile verim potansiyeli ve getiriler çarpıcı bir şekilde artmıştır (CEMA, 2017: 8). Tarımda bu süreçte 1960'larda ilk defa şarap hasat makineleri kullanılmış, 1982 yılında ilk genetiği değiştirilmiş bitkiler ekilmiştir (USB, 2018: 7). İçten yanmalı motorun kullanılmaya başlanması bu aşamanın tanımlayıcı bir unsuru olarak kabul edilmektedir (Zambon ve ark., 2019: 4).
Tarım 3.0: Daha yüksek üretkenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik taleplerini etkin bir şekilde birleştiren üretken stratejilerin geliştirilmesinin temelinde dijitalleşme, yeni biyoloji ve çeşitli mühendislik disiplinleri arasındaki artan yakınlaşmadan yararlanmakta olan Tarım 3.0'ın temel bileşenlerinde önceki evrelerden farklı olarak makinenin yerini bilgi almaktadır. Bu evrede fiziki çalışmadan çok fikri çalışma ve ne üretildiğinden çok nasıl üretildiği olguları ön plana çıkmaktadır (Rapela, 2019: 8-9). Hassas tarım olarak da ifade edilen bu aşama, askeri GPS sinyallerinin halkın kullanımına sunulmasıyla başlamıştır (CEMA, 2017: 8). 1990'lı yılların sonlarını içeren bu dönemde; ilaçlama makinelerinin verim kontrollerini sağlamak amacıyla GPS, tarladaki lojistik vb. işlemleri takip etmek maksadıyla telematikler kullanılmış, verim izlenmesini sağlayan sistem ve ekranlar biçerdöverlere yerleştirilmiş, tarımsal veri işlemeye imkân veren bilgisayar programları ortaya çıkmıştır (MAKFED, 2020: 49).
Tarım 4.0: Dijital tarım olarak da adlandırılmaktadır. Dijital tarım; hassas tarımdan, bağlantılı ve bilgiye dayalı çiftlik üretim sistemlerine kadar tarım ve ziraat mühendisliğindeki evrim olarak tanımlanmaktadır. Dijital tarımda sürdürülebilir süreçlerin otomasyonunu sağlamak maksadıyla mevcut tüm bilgi ve uzmanlığın kullanılması amaçlanmakta olup hassas tarım teknolojisinin kullanılmasının yanı sıra akıllı ağlara ve veri yönetimi araçlarına da başvurulmaktadır. Hassas tarım uygulamaları üretim girdileri açısından optimizasyonu sağlayıp verimliliği arttırsa da, örneğin tüm ekipman, girdi gibi bütün çiftliğin ele alındığı bütünsel bir yaklaşımdan uzaktır. Tarım 4.0 ise, Tarım 3.0 teknolojilerinin gelişimi ile birlikte tüm çiftliği ele alan bütünsel bakış açısı ve yeni teknolojilerin ilavesini ifade etmektedir. Bu süreçte dijital tarım, tarımda bulunan büyük miktarda verinin salt varlığının ve kullanılabilirliğinin de ötesinde mevcut verilerden eyleme geçirilebilir bilgi ve anlamlı katma değer yaratmak anlamına da gelmektedir (CEMA, 2018; MAKFED, 2020: 49).
Bilindiği üzere küçük ölçekte bile çiftçilikte devrim yaratma potansiyeline sahip pek çok dijital teknoloji mevcuttur. Sensörler, uydular, robotlar, insansız hava araçları buna örnek verilebilir. Sensörler ve uydular aracılığıyla mahsul büyümesi, hayvan yem seviyeleri, toprak nem ve sıcaklığı gibi pek çok ayrıntılı bilginin sağlanmasıyla çiftçiler süreci daha iyi yönetebilmekte, yem, su, böcek ilacı kullanımlarını azaltarak verim ve kazançlarını arttırabilmektedir. Ayrıca, araç, robot ve İnsansız Hava Araçlarını (İHA) internete bağlayan Nesnelerin İnterneti de inek sağımı, ekin ekimi gibi emek yoğun aktivitelerin gerçekleştirilmesini daha uygun kılmaktadır. Bu teknolojilerle diğer bilgilerle birleştirilebilen, saklanabilen ve analizi mümkün büyük veriler ortaya çıkmaktadır. Böylece yeni analitik formlar kullanılarak geçmiş olayları yorumlamak ve gelecek olayları tahmin etmek de daha mümkün hale gelmektedir. Dijital teknolojiler sadece verimlilik ve hızı artırmakla kalmayıp bilgi ve gücü değer zinciri boyunca yeniden dağıtan faktörleri de tetikleyebilmektedir. Dolayısıyla bu teknolojiler sistemin değişim hızına da yön vermektedir (FAO, 2020: 3). Fakat dijital tarım dönüşümünü gerçekleştirmek için iletişim teknolojilerinden ve bilgisayarlı sistemlerden etkileşimli olarak yararlanılması gerekmekte olup dijital tarım devriminde büyük veri teknolojileri önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçte çevrelerindeki verileri ölçmek için makineler her türlü sensörle donatılırken söz konusu verilerin analiziyle birlikte makine davranışları ve derin öğrenme algoritmalarının oluşturulabilmesi mümkündür (Ozdogan ve ark., 2017: 186).
Tarım 4.0 daha etkili, kârlı, çevre dostu ve güvenli üretimin yapılmasına, üretim miktarı ve kalitesinin artmasına olanak sağlamakta, teknolojiyi yalnızca inovasyon amaçlı değil, aynı zamanda tüketicilerin ihtiyaçlarına da odaklanarak kullanmaktadır. Tarım 4.0 ile su, suni gübre ve pestisitlerin kullanımları azalacak, yeni ve akıllı teknolojiler ile verimsiz arazilerde bile farklı şekillerde üretim yapılabilecektir. Ayrıca çiftçiler temiz ve verimli kaynakları (güneş ve deniz gibi) kullanabilecektir (GOSB TEKNOPARK, 2019: 23).
Tarım 5.0: Bu evrenin ise bütünüyle robotik uygulamalar, araçlar ve yapay zekâ etrafında şekilleneceği öngörülmektedir.
Hayvancılık sektörünün gelişim aşamaları aşağıda Çizelge 2 yardımıyla özetlenmektedir.

Çizelge 2. Hayvancılık devrimi aşamaları
Table 2. Stages of the livestock revolution

Hayvancılık 1.0	Hayvancılık 2.0	Hayvancılık 3.0	Hayvancılık 4.0	Hayvancılık 5.0
-İlkel hayvancılık -Genetik ıslaha ilişkin seleksiyon çalışmalara başlangıç	-Genetik iyileştirme çalışmaları - Yeni biyoteknoloji yöntemleri -Klonlama (Ör: 1996-koyun Dolly) -Yem karışımları -Üretkenlik ve hastalık direnci artışı	- Elektronik kontrol sistemleri - Islaha özel seçim/ayıklama -Verimliliği yüksek sperma/damızlık üretimi	- Akıllı Hayvancılık -Hayvancılık alanında nesnelerin interneti uygulamaları -Otomasyon sistemleri (tanıma, takip, yemleme, sağım vb.) -Çipli inekler	- Robotik ve yapay zekaya dayalı

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Hayvancılık 1.0: Endüstri 1.0 ile sanayide makineleşmeye yönelik gelişim ve ilerlemeler devam ederken hayvancılık açısından bu süreçte çeşitli değişim ve dönüşümler olmuştur. Hayvancılık 1.0 olarak ifade edilebilecek ilk evrede ilkel şartlarda hayvancılık faaliyetleri sürdürülmüştür. Aynı zamanda bu aşamada "hayvansal üretimde kullanılan hayvanların verimlerinde genetik yapılarının önemi anlaşılmış, genetik ıslaha yönelik seleksiyon çalışmaları başlatılmıştır" (Kutlu, 2017). Gökçen, (2018)' e göre hayvancılığın geçirdiği ilk evre "mera ve yaylalarda yapılan ekstansif hayvancılığı" ifade ederken ikinci evre "iklimsel değişiklikler ve hırsızlık tehlikesine karşı yılın belli dönemlerinde barınakta yapılan hayvancılığı" tanımlamaktadır (Gökçen, 2018).

Hayvancılık 2.0: Endüstri 2.0 ile sanayide üretimin standardize edilme çalışmaları sürerken hayvancılık alanında yem ve beslemenin, saf ırkların önemi anlaşılmış, farklı hat ve ırkların melezlenmesiyle genetik iyileştirmeye yönelik faaliyetler başlamıştır. Ayrıca çiftlik hayvanları açısından besin gereksiniminin farklı yem karışımları ile de karşılanabileceği anlaşılarak mineral ve vitamin gibi mikro besin maddelerine de verilen önem artmıştır (Kutlu, 2017). Bu süreçte seçici üreme ve genomik seleksiyon, hayvancılıkta üretkenlik ve hastalık direncinin önemli düzeyde artmasını sağlamıştır (Tait-Burkard ve ark., 2018: 2). Hayvancılıkta kullanılan yeni biyoteknoloji yöntemleri ve genomu düzenlenmiş hayvanlar oluşturmak için yeni teknolojiler (Ör: Klonlama vb.) Hayvancılık 2.0 kapsamında değerlendirilmektedir (bkz. Tait-Burkard ve ark., 2018: 2). Edinburgh Üniversitesi Roslin Enstitüsü araştırmacıları Campbell ve ark., tarafından İskoçya'da 1996 yılında klonlanan[iii] ilk koyun olan Dolly, klonlama açısından önemli bir adım kabul edilmekte olup bu bağlamda örnek gösterilebilir (bkz. Campbell ve ark., 1996). Sonraki yıllarda ise inek, keçi gibi canlılar da klonlanmıştır.

Hayvancılık 3.0: Endüstri 3.0 ile de hayvancılıkta bakım, besleme, sürü yönetimine bağlı iyileşme ve teknolojik gelişmelerle endüstrileşme hızı artmış ve bu gelişmeler yemde kalite artışını da beraberinde getirmiştir. Bu dönemi; robot teknolojisi ve elektronik kontrol sistemlerinin uygulamalarda kullanılmaya başlandığı ve döl testi, verimliliği yüksek sperma/damızlıkların üretimi, ıslaha özel seçim/ayıklama gibi faaliyetlerden yararlanıldığı bir süreç olarak özetlemek mümkündür (Kutlu, 2017).

Hayvancılık 4.0: Endüstri 4.0 ile bilişim teknolojilerinde ilerlemeler ve tam otomotik üretim, hayvancılık açısından da önemli bir unsur haline gelmiştir. Tarım 4.0'da da olduğu gibi nesnelerin interneti uygulamaları hayvancılıkta da öne çıkmaktadır. Hayvancılık 4.0, teknolojinin hayvancılıkta akıllıca kullanımını ve uygulanmasını içermektedir ve hayvancılıkta sürdürülebilirliğin ve verimin artmasında kullanılan uygulamalar üretimden pazarlamaya kadar tüm süreçlerde oldukça önemli bir yere sahiptir.

Hayvancılık 4.0 ile hayvanların bulunduğu ortamların takip ve gözetimini sağlamak maksadıyla akıllı hayvancılık uygulamaları geliştirilmektedir ve bu anlamda nesnelerin interneti uygulamaları hayvancılıkta önemli farklılıkları barındırmaktadır. Robotik çiftlikler, radyo frekanslı tanıma sistemi (RFID) etiketi, adımsayar, sürü yönetim sayım sistemleri, süt verimliliği, hayvan sağlık takip ve yeni doğan besleme sistemleri gibi uygulamalar bu kapsamda örnek gösterilebilir (Gündüz ve Akyüz, 2017: 240-243). Ayrıca Hayvancılık 4.0 başlığı altında çipli ineklerden de bahsedilmektedir (bkz. SAPEI Control Service, 2021). Bu süreçte hayvancılıkta tanımlama, konumlandırma, yemleme, sağım ve kızgınlık tespitine ilişkin kullanılan otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması ile üretimde izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik artmaktadır (Gökçe ve ark., 2020: 22-25). Dolayısıyla bu evrenin "günümüzde mega, akıllı işetmelerde yapay zekâ, robotik ve dijital teknik kullanılarak yapılan hayvancılığı" ifade ettiği söylenebilir (Gökçen, 2018).

Hayvancılık 5.0: Hayvancılık alanındaki gelişmeler ve ilerlemeler devam etmekte olup bu evrede Toplum 5.0 ve Tarım 5.0 sürecine benzer olarak robotik ve yapay zekaya dayalı sistemlerin ön planda olacağı, hayvancılık alanında toplum odaklı teknolojilerin geliştirilip uygulanacağı ve teknolojik gelişmelere bağlı sürecin şekilleneceği öngörülebilir.

5. SONUÇ

Modern dünyanın pek çok alanında tarım ve hayvancılıkta teknolojinin sunduğu fırsatlardan yararlanılmaktadır. Fakat bu durum ülkelere göre farklılık göstermektedir. Tarım ve hayvancılık sektöründe teknolojinin kullanımı açısından değişiklikler ve farklılıkların ardında toprak, iklim, coğrafya gibi ekolojiye bağlı faktörlerin etkisi bulunmakta olup teknolojilerin kullanımında özelde üreticilerin genelde ise ülkelerin sosyo-ekonomik koşullara bağlılığı söz konusu olabilmektedir (TOBB, 2013: 39). Bu bağlamda bu çalışma kapsamında dünyada tarım ve hayvancılıkta dönüşüme yol açan teknoloji uygulamalarına yer verilmiş ve endüstriyel devrimlerle kıyaslayarak tarım ve hayvancılığın geçirdiği dönüşüm süreci ortaya koyulmuştur.

Çalışma sonucunda tarım ve hayvancılık sektöründe verimi arttırmak amacıyla çok çeşitli yöntem ve tekniklerin kullanıldığı, veri analitiği, hassas tarım, Nesnelerin İnterneti, nanoteknoloji, yapay zekâ, gıda paylaşımı, blockchain, dikey/kentsel tarım, genetik uygulamalar, kültürlü etler, Drone teknolojisi gibi teknoloji ve uygulamaların sektörde kullanımının söz konusu olduğu ve kullanılan uygulamaların önem ve etki derecelerinin ülkelere göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Bu durumun ardında tarım ve hayvancılıkla ilgili faaliyetlerin gerçekleştirildiği yer, ülke veya bölgede internet altyapısı bakımından eksikliklerin varlığı, bilgi teknolojileri konusunda yeterli düzeyde donanıma sahip olunmaması veya eğitim yetersizliği gibi pek çok zorluk yatmaktadır. Bu zorluklar dijitalleşme ve teknoloji gelişimine etki etmekte ve bu sebeple istenilen verim düzeylerine genellikle ulaşılamamaktadır. Dolayısıyla tarım ve hayvancılık sektörünün gelişim ve ilerlemesi için teknoloji konusundaki alt yapı, araştırma ve yayın çalışmalarının desteklenmesi önem arz etmektedir. Aynı zamanda sektör sürekli gelişip ilerlemektedir. Değişim ve dönüşüm sürecine ayak uydurabilmek ve rekabet edebilmek için mevcut gelişmeleri takip etmek, sektörü verimli kılacak teknolojileri geliştirmek ve uygulamak gereklidir. Bu süreçte ülkelerin mevcut koşullarına uygun politikalarla tarım ve hayvancılık sektörüne yön vermeleri sektörün gelişimini hızlandıracaktır. Bu kapsamda kamu kurum ve kuruluşları, bilimsel kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve ilgili kuruluşların faaliyetleri ve yapılan konuya ilişkin çalışmaların önemi büyüktür.

Son olarak, tarım ve hayvancılığın dönüşümü sürmektedir. Sanayide mekanizasyon, su ve buhar gücüyle başlayan süreç Toplum 5.0 ile süper akıllı bir toplum yaratma hedefiyle devam ederken bu evrenin tarımda bütünüyle robotik uygulamalar, araçlar ve yapay zekâ etrafında şekilleneceği, Toplum 5.0 ve Tarım 5.0 sürecine benzer biçimde Hayvancılık 5.0'da da robotik ve yapay zekaya dayalı sistemlerin öne çıkacağı, hayvancılık alanında toplum odaklı teknolojilerin geliştirilip uygulanacağı ve teknolojik gelişmelere bağlı bu sürecin şekilleneceği öngörülebilir. Dolayısıyla bilgi ve teknolojinin ön planda olacağı bu süreçte dijitalleşmeye ve bilgiye gereken önemin verilmesi, konuya ilişkin araştırma ve faaliyetlerin doğru bir biçimde kanalize edilmesi ve desteklenmesi sektörün gelişiminin ivme kazanması bakımından mühimdir.

SON NOTLAR

[i]"Hayvancılık Devrimi" teriminin ilk olarak Delgado ve ark., (1999a, 1999b) tarafından ortaya atıldığı çeşitli çalışmalarda ifade edilmektedir (bkz. Pica-Ciamarra ve Otte, 2009: 1-2; Bai ve ark., 2018: 1).

[ii]Bu konu oldukça geniş bir araştırma alanını içermektedir. Konu başlığından sapmamak amacıyla burada detaylı bir şekilde yer verilmemiştir. Fakat klonlamanın başlangıcı daha eskiye dayanmaktadır. Örneğin Tong Dizhou tarafından 1963 yılında balık klonlanmıştır. Fakat Çince yayınlanması sebebiyle geniş çapta yayılmamıştır (The Embryo Project Encyclopedia, 2021).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti
Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını ve intihal yapmadıklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı
Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Ek Bilgi: Bu çalışma birinci yazarın "Türkiye'de Tarım, Hayvancılık Sektöründe Teknolojik Gelişme ve İnovasyon: Sürdürülebilir Tarım ve Hayvancılık Üzerine Bir İnceleme" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

KAYNAKLAR

Bai, Z. Ma, W. Ma, L. Velthof, G. L. Wei, Z. Havlík, P. Oenema, O. Lee, M. F. R. and Zhang, F. (2018). China's Livestock Transition: Driving Forces, Impacts, And Consequences. Science Advances, 4(7): eaar8534.

Biasca, R. (2012). The role of livestock for ACP countries: Challenges and opportunities ahead. https://brusselsbriefings.files.wordpress.com/2012/10/br-12-livestock-eng.pdf. Erişim: Ocak, 2021.

Bingöl, B. (2015). Dikey Tarım. Ormancılık Dergisi, 11(2): 92-99.

Campbell, K. H. McWhir, J. Ritchie, W. A. and Wilmut, I. (1996). Sheep Cloned By Nuclear Transfer From A Cultured Cell Line. Nature, 380(6569): 64-66.

CEMAa (CEMA-European Agricultural Machinery Association; Avrupa Tarım Makineleri Birliği). 2017. Digital farming: What does it mean? And what is the vision of Europe's farm machinery industry for digital farming? European agricultural machinery. https://www.cema-agri.org/index.php?option=com_content&view=article&id=254:digi-tal-farming-what-does-it-really-mean&catid=17&Itemid=213. Erişim: Ekim, 2020.

CEMAb 2018. Digital farming: What does it really mean? https://www.cema-agri.org/index.php?option=com_content&view=category&id=10&Itemid=102. Erişim: Ekim, 2020.

Çetin, M. Saygın, S. ve Demir, H. (2020). Tarım Sektörünün Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(3): 329-345.

De Clercq, M. Vats, A. and Biel, A. (2018). Agriculture 4.0: The Future Of Farming Technology. Proceedings Of The World Government Summit, s. 11-13.

Deguchi, A. Hirai, C. Matsuoka, H. Nakano, T. Oshima, K. Tai, M. and Tani, S. (2020). What Is Society 5.0? In Hitachi-UTokyo Laboratory, Society 5.0. Springer, Singapore.

Delgado, C. L. Rosegrant, M. W. Steinfeld, H. Ehui, S. and Courbois, C. (1999a). 'The coming livestock revolution', https://www.un.org/esa/sustdev/csd/ecn172000-bp6.pdf. Date of acces: October, 2021.

Delgado, C. Rosegrant, M. Steinfeld, H. Ehui, S. and Courbois, C. (1999b). Livestock To 2020: The Next Food Revolution. Food, Agriculture, And The Environment Discussion Paper, International Food Policy Research Institute. s.28

Eğilmez, M. (2018). Endüstri 4.0. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, 15.

Erbay, R. (2013). Ekonomik Kalkınmada Tarımın Rolü: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, 2(4).

European Bioplastics, (2020). https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/. Erişim: Aralık, 2020.

FAO, 2020. The digitalization of food and agriculture. Fao Regıonal Conference For Asia and The Pacific, Aprc/20/Inf/11. (1-4 September).

GOSB TEKNOPARK, 2019. Tarımda İnovasyon. http://www.gosbteknopark.com/dergi-tarimda-inovasyon.pdf. Erişim: Ekim, 2020.

Gökçe, G. Göncü, S. ve Bozkurt, S. (2020). Endüstri 4.0 ve Hayvancılık. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 2(3): 21-26.

Gökçen, N. (2018). Hayvancılık 4.0. http://www.hazimgokcen.net/hayvancilik/hayvancilik-4-0-2/. Erişim: Ocak, 2021.

Gündüz, K. A. ve Akyüz, E. T. (2017). Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 14(2): 232-246.

İsrail Dışişleri Bakanlığı (Israel Ministry of Foreign Affairs), (2020). https://mfa.gov.il/MFA/AboutIsrael/Maps/Pages/Israeli-Agriculture.aspx. Date of acces: December, 2020.

Khan, A. A. and Bidabadi, F. S. (2004). Livestock Revolution in India: Its İmpact And Policy Response. South Asia Research, 24(2): 99-122.

Kılavuz, E. ve Erdem, İ., (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü. Social Sciences, 14(4):133-157, DOI:10.12739/NWSA.2019.14.4.3C0189.

KOP BKİ, 2016. Kırsal dezavantajlı alanlarda tarımsal-kırsal kalkınmaya yönelik model geliştirilmesi ve elma, kiraz, üzüm ve çilek meyvelerinde değer zinciri analizi araştırma ve etüt projesi, üretici rehberi-organik tarım. http://www.kop.gov.tr/upload/-dokumanlar/223.pdf. Erişim: Aralık, 2020.

Kutlu, H. R. (2017). Sanayi devrimleri ve hayvancılık, https://www.yasamicingida.com/konuk-yazar/sanayi-devrimleri-hayvancilik/. Erişim: Ocak, 2021.

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey On Technologies, Applications And Open Research Issues. Journal Of Industrial Information Integration, 6(2): 1-10.

MAKFED (Mayıs 2020). Tarım ve makine sanayi etkileşim raporu. http://makfed.org/

McFarlane, G. R. Salvesen, H. A. Sternberg, A. and Lillico, S. G. (2019). On-Farm Livestock Genome Editing Using Cutting Edge Reproductive Technologies. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3, s. 106.

Ozdogan, B. Gacar, A. and Aktas, H. (2017). Digital Agriculture Practices in The Context Of Agriculture 4.0. 4(2): 186-193. doi:10.17261/Pressacademia.2017.448.

Özkan, M. Al, A. ve Yavuz, S. (2018). Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri ve Türkiye. Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, 1(1): 1-30.

Pica-Ciamarra, U. and Otte, J. (2009). The 'livestock revolution': rhetoric and reality. PPLPI Research Report, 9(05): 1-23.

Popkova, E. G., Ragulina, Y. V. and Bogoviz, A. V. (2019). Industry 4.0: Industrial Revolution Of The 21st Century. In Studies in Systems, Decision and Control, s. 169.

Rapela, M. A. (2019). Fostering Innovation for Agriculture 4.0: A Comprehensive Plant Germplasm System: Springer International Publishing.

SAPEI, 2021. https://www.sapei.com.ar/website/category/news--/940-livestock-4.0:-the-era-of-cows-with-chips. Erişim: Ocak, 2021.

Saygılı, F. Kaya, A. A. Çalışkan, E. T. ve Kozal, Ö. E. (2018). Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0. İzmir Ticaret Borsası, Yayın, (98), İzmir.

Sharma, N. Acharya, S. Kumar, K. Singh, N. and Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics As An Advanced Technique For Vegetable Production: An Overview. Journal of Soil and Water Conservation, 17(4): 364-371.

Şahin G. ve Kendirli, B. (2016). Yeni Bir Zirai İşletme Modeli: Dikey Çiftlikler. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (13-14 Ekim, Ankara).

Tait-Burkard, C. Doeschl-Wilson, A. McGrew, M. J. Archibald, A. L. Sang, H. M. Houston, R. D. Whitelaw, C. B. and Watson, M. (2018). Livestock 2.0-Genome Editing For Fitter, Healthier, And More Productive Farmed Animals. Genome Biology, 19(1): 1-11.

The Embryo Project Encyclopedia, 2021. https://embryo.asu.edu/pages/dizhou-tong-1902-1979. Erişim: Ocak, 2021.

TİGEM (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü), 2017. 2017 Yılı Hayvancılık Sektör Raporu, Ankara.

TOBB (TOBB-Türkiye Odalar Borsalar Birliği), 2013. Türkiye tarım sektörü raporu. https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/turkiye_tarim_meclisi_sektor_raporu_2013_int.pdf. Erişim: Aralık, 2020.

Türkiye Ziraat Odaları Birliği, 2019. Zirai ve İktisadi Rapor 2005-2018. https://www.tzob.org.tr/zirai-iktisadi-raporlar. Erişim: Mart, 2021.

USB (University of Stellenbosch Business School), 2018. The future of the western cape agricultural sector in the context of the fourth industrial revolution. https://www.usb.ac.za/wp-content/uploads/2018/07/the-future-of-the-wc-agrıcultural-sector-ın-the-context-of-4ır-final-rep.pdf. Erişim: Ekim, 2020.

Ünal, H. B. Taşkin, T. ve Akdeniz, R. C. (2018). İzmir-Bornova Kırsalında Kentsel Alan Baskısı Altındaki Hayvancılığın Durumu ve Sürdürülebilirliği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(3): 96-106.

Van't Hooft, K. E. Wollen, T. S. and Bhandari, D. P. (2012). Differentiating Four Livestock Production Systems. Sustainable Livestock Management For Poverty Alleviation And Food Security, s. 36-42.

Wehberg, G. Vaessen, W. Nijland, F. and Berger, T. (2017) Smart livestock farming: potential of digitalization for global meat supply. Discussion Paper. Deloitte. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/ operations/ Smart-livestock-farming_Deloitte.pdf. 11(2017).

Wordbank, 2021. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#. Erişim: Mart, 2021.

Xu, L. D. Xu, E. L. and Li, L. (2018). Industry 4.0: State Of The Art And Future Trends. International Journal of Production Research, 56(8): 2941-2962. Doi:10.1080/00207543.2018.1444806.

Yazıcı, K. ve Kaynak, L. (2001). Deniz Yosunlarının Organik Tarımda Kullanım Olanakları. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu (14-16 Kasım, Antalya).

Zambon, I. Cecchini, M. Egidi, G. Saporito, M. G. and Colantoni, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in A Future Development For SMEs. Processes, 7(1): 36.