



Dijital Teknolojilerin Hayvancılık Sektöründe Yükselen Rolü: Akademik Çalışmaların Işığında Geleceğe Bakış

*Digital Technologies' Rising Role in the Livestock Sector: A Future Perspective Based
on Academic Studies*

Yusuf ÇAKMAKÇI

Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Doktora Öğrencisi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi
Bölümü

Cak76yusuf@gmail.com
0000-0003-0169-2435

Harun HURMA

Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

h.hurma@gmail.com
0000-0003-1845-3940

Cihan ÇAKMAKÇI

Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü,
Hayvansal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

cakmakcihan@gmail.com
0000-0001-6512-9268

Atıf / Cite as: Çakmakçı, Y., Hurma, H., Çakmakçı, C. (2025). Dijital Teknolojilerin Hayvancılık
Sektöründe Yükselen Rolü: Akademik Çalışmaların Işığında Geleceğe Bakış, Tarım Ekonomisi
Araştırmaları Dergisi (TEAD), Cilt:10, Sayı: 1, Sayfa:90-102

JEL kodları / JEL codes: Q13 - Q16 - Q18

DOI: 10.61513/tead.1269279

Makale Türü / Article Type: Derleme Makalesi / Review Article

Geliş tarihi / Received date: 22/03/2023

Kabul tarihi / Accepted date: 25/05/2024

e-ISSN: 2687 – 2765

Cilt / Volume: 10, Sayı / Issue: 1, Yıl / Year: 2024

Dijital Teknolojilerin Hayvancılık Sektöründe Yükselen Rolü: Akademik Çalışmaların Işığında Geleceğe Bakış

Öz

Bu çalışmanın birinci amacı hayvancılıkta kullanılan dijital teknolojileri açıklamak, bu teknolojilerin sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerini ortaya koymaktır. İkinci amaç ise, konu ile ilgili yapılmış çalışmaların tarihsel evrimini ortaya koymaktır. Nesnelerin interneti temelli olan bu teknolojilerin elektronik kulak küpeleri, elektronik boyun tasma, elektronik adım ölçerler, sensörler ve sanal çitler olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Dahası, bu teknolojilerin özellikle, süt üretim çiftlikleri başta olmak üzere kümes hayvancılığı, küçükbaş ve domuz çiftliklerinde yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Öte yandan, "Bibliyometrik Analiz" yönteminden faydalanarak konu ile ilgili yapılmış çalışmaların gelişim süreçleri incelendiğinde ise Amerika Birleşik Devletleri, Çin, İngiltere ve Avustralya en çok bilimsel çalışmaların yapıldığı ülkelerin başında yer aldığı görülmüştür. Çalışmalarda, 2015 yılına kadar hassas hayvancılık, sensörler gibi konular ağırlıklı ele alınan konular iken, 2015 yılı sonrasında ise, çalışmalar makine öğrenmesi, hayvan ve insan refahı, hayvan davranışları ve derin öğrenme konularına evrildiği görülmüştür. Sonuç olarak, hayvancılıkta dijital teknoloji kullanımının artması ile hayvan takibi, hayvan sağlığı, refahı ve verim unsurlarında optimizasyon sağlar iken işletmelerin karlılığını arttırmaktadır. Dahası, dijital teknolojiler ile hayvancılıktan kaynaklı çevresel etkilerinin (Sera gazı emisyonları, toprak ve su kirliliği) sürekli olarak takip edilebilmektedir. Kırsal alanlarda hayvancılık faaliyetlerinin dijitalleşmesiyle hem kırsal alanların gelişmesinde hem de kırsal alanlardaki göçlerin önlenmesinde fayda sağlanabilir. Ayrıca, gıda arzı ve güvenliğinin arttıracağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hayvancılık, Dijital teknolojiler, Bibliyometrik analiz, Sosyo-ekonomik etki, Çevresel etki.

Digital Technologies' Rising Role in the Livestock Sector: A Future Perspective Based on Academic Studies

Abstract

The primary goal of this study is to explain the digital technologies used in livestock farming, along with the socioeconomic and environmental impacts of these technologies. The second goal is to reveal the historical evolution of the subject's studies. These technologies based on Internet of Things have emerged as electronic ear tags, electronic neck collars, electronic pedometers, sensors, and virtual fences. Furthermore, these technologies have been observed to be widely used in poultry, sheep, and pig farms, particularly in dairy farms. The United States, China, England, and Australia were found to be among the countries where the greatest number of scientific studies were undertaken when the "Bibliometric Analysis" approach was used to study the development processes of the research on the topic. Until to 2015, the majority of the research focused on precision livestock and sensors. However, following 2015, the focus shifted to machine learning, animal and human welfare, animal behavior, and deep learning. As a result of the increased use of digital technology in animal husbandry, animal tracking optimizes animal health, welfare, and efficiency while increasing enterprise profitability. In addition, digital technology enable precise and continuous monitoring of the environmental consequences of livestock farming (greenhouse gas emissions, soil, and water pollution). The digitization of livestock farming in rural areas has the potential to contribute to both rural development and the prevention of rural migration. It also enhances food security and supply.

Keywords: Livestock, Digital technologies, Bibliometric analysis, Socio-economic effect, Environmental effect.

1. GİRİŞ

Hayvansal ürünler, artmaya devam eden dünya nüfusu için özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayvansal protein talebine olan artışa bağlı olarak bitkisel gıdalardan sonra en önemli ikinci besin kaynağı olmaktadır (Thornton, 2010). Çevresel kaynaklar ve vasıflı personel açısından kıt kaynaklara rağmen, artan bu ihtiyacı karşılamak için hayvancılık sektörü de her geçen gün gelişmektedir. Bu gelişmelerin başında genetik olarak daha üretken ve adaptasyon kabiliyeti yüksek hayvanlar yetiştirmek gelmektedir. Öte yandan, hayvan sağlığı ve refahı gibi konular ile birlikte hayvancılıktan kaynaklı çevresel olumsuzlukların Thor hukuk ve politikalarında düzenlemeler yapmaktadır. Bu durum, hayvancılığın ekonomik yapılabilmesi için çiftlik yönetimi, sürü sağlığı, hayvan ve çalışan refahı olarak izleme becerisini geliştirmeyi, tüm üretim süreçlerini yerinde, doğru bir şekilde izlemeyi ve kontrol altına almayı önemli hale getirmektedir (Pretto ve ark., 2022).

Birleşmiş Milletler 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9.8 milyar olacağını tahmin etmektedir (UN, 2022). Artan bu nüfusun beslenmesini güvence altına almak için tarım ve hayvancılık daha yoğun ve birim başına verim artışı yakalayacak şekilde yapılacaktır. Bu durum birim alana konacak hayvan sayısını arttıracak. Fazla olan hayvanların anlık ve doğru kontrol edilmesi, üretilecek ürünlerin kalitesi ve üretim kaynağı hayvanların sağlık ve refahları için elzem hale gelecektir (Madzingira, 2018). Hassas hayvancılık teknolojileri, hayvanların sağlık ve refahını korurken, üretim verimliliğini arttırarak, kaynakların daha etkili kullanılmasını ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı hedefler. Bu nedenle, hassas hayvancılık teknolojileri, dünya nüfusunun artmasıyla birlikte artan gıda talebinin karşılanması ve sürdürülebilir bir tarım ve hayvancılık sistemi oluşturulmasında önemli rol oynamaya başlamıştır (Berckmans ve Guarino 2008).

Temel girdilerin optimum düzeyde ve maliyet etkin bir şekilde sağlanması, hayvancılıkta işletmenin devamlılığı açısından önemlidir. Yem

ve bakıcı giderleri bu girdilerin başında gelmektedir. Mera-otlatma faaliyetleri, besi hayvanlarında yem maliyetlerinin düşürülmesi için hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda sürü yönetimi önemlidir (Ayalew ve ark., 2003; Çelik ve Tanışık, 2015). Özellikle meralar ve otlatma alanları gibi açık alanlarda hayvanların kontrolü önemli bir iş gücü gerektirmektedir. İşgücü ise temel anlamda insan gücüne dayandığı için çobanların çalıştırılması anlamına gelmektedir. Ancak son yıllarda sürü yönetimi için işgücü (çoban) bulmanın zorluğu ortaya çıkmıştır. Tarımda dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte kulak küpeleri, robotlar, sensörler, coğrafi konumlandırma sistemleri (GPS), hayvan izleme sistemleri, sanal çitler gibi çiftçiye yardımcı olmaları amacıyla teknoloji tabanlı araçlar/cihazlar ve iletişim araçları geliştirilmiştir (Aquilani ve ark., 2022; Banhazi ve ark., 2012; Bello ve Motunrayo, 2019; Odintsov Vaintrub ve ark., 2021; Pretto ve ark., 2022; Tangorra ve ark., 2013; Wathes ve ark., 2008). Bu gelişmeler sayesinde hem küçük hem de büyük sürülerin yönetimi kolaylaşmakta, hayvan refahı ve güvenliği kontrol altına alınabilmektedir. Bu yeni teknikler hassas hayvancılık (Precision Livestock Farming-PLF) olarak tanımlanmaktadır (Cropin, 2022). Hassas hayvancılığın temel amacı, hayvancılık işletmelerinde insan ve hayvan refahı artışı da sağlayan ileri bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak üretimde etkinliği arttırmaktır. Dahası, üretim süreçlerinde kaynak kullanımı ve kontrolün hassas yapılmasını hedefler (Banhazi ve ark., 2012). Özet olarak hayvancılıkta üretimin sürdürülebilir olarak yapılmasını sağlayarak elde edilen ürünlerin kalitesini arttırmak ve gıda güvenliğini sağlamaktır (Ku, 2022; Pretto ve ark., 2022). Hayvancılıkta yaygın olarak kullanılan dijital teknolojiler şunlardır:

Nesnelerin interneti

Nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT); Yapay zekâ temelli entegre edilmiş sensor, nesne ve akıllı cihazların birbiri ile insan denetimine ihtiyaç olmadan iletişim kurabildiği ve hareket edebildiği sistem olarak da adlandırılmaktadır

(Ambrosin ve ark., 2016; Conti ve ark., 2018). IoT'nin hayvancılıkta kullanımı, işletme kararlarını optimize etmek için analitik ölçümler kullanan hassas bir tarım alanıdır (Abdullahi ve ark., 2020). IoT, özellikle sürü halinde otlatmanın yapıldığı kırsal alanlarda hayvanların kaybolması muhtemel olduğu için hayvanların izlenmesi amacıyla kullanımı arttırılabilir (Dlodlo ve Kalezhi 2015). Özetle, IoT tabanlı cihazlar çiftlik hayvanlarından veri toplama, analiz ve karar verme işlemlerini kendi başlarına yapmaktadırlar.

Elektronik kulak küpeleri

En yaygın kullanılan uygulama yöntemidir. Hayvanların bireysel olarak sürü içinde takip ve yönetilmesini sağlamakla birlikte, kızgınlık, gebelik, verim ve hastalık gibi verilerin hızlı ve kesintisiz elde edilmesini kolaylaştırır (Anonim, 2022a). Kullanım ve uygulama kolaylığı ve görece düşük maliyetli olması, çiftçiler için bu teknolojiyi çekici kılmaktadır. Bununla birlikte, birkaç soruna yol açabilecek bir dezavantajı vardır. Çiftlik hayvanlarında kulağa uygulanması, çalılara, ağaç çitlerine vb. dolanma nedeniyle kaybolma olasılığını artırır. Diğer bir sorun, hayvan kimliklendirme ile ilgili çeşitli dolandırıcılık faaliyetlerinde kullanılan bir uygulama olan künyenin kolayca çıkarılmasıdır. Bu sorunlar, değiştirilemez hayvan etiketleme sistemleri kullanılarak önlenabilir (Bello ve Motunrayo, 2019; Odintsov Vaintrub ve ark., 2021)

Sensörler

Hayvancılıkta kullanılan sensörler, hayvanlara ait vücut sıcaklığı, adım sayısı, konum gibi gerekli bilgilerin anlık kablosuz olarak ana makinelere aktarılmasını sağlayan cihazlardır. Bu cihazlar sayesinde sürü ve sürü içindeki bireylerin takibi ve yönetilmesi kolaylaşmaktadır. Bu cihazlar ölçüm yapılması gereken işlerin kolay, insansız ve anlık yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Günümüzde meteoroloji, jeoloji başta olmak üzere hayvancılık ve diğer birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Özcan, 2022; Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2022; Soylu, 2012).

Sanal çitler

Hayvancılıkta çitler hayvanların belirlenen sınırları aşmaması için oluşturulan bariyerlerdir. Bu bariyerler sabit, geçici veya günümüz teknolojilerinin sağladığı avantajlar sayesinde sanal olabilmektedirler. Tasmaya entegre edilmiş sesli ve şok sistemi sayesinde hayvan sanal olarak oluşturulmuş çit sınırını geçtiğinde uyarı yaparak hayvanın yön değiştirmesini sağlamaktadır. İki aşamalı uyarı sistemine sahip olan bu tasma hayvan çit sinirini geçer geçmez sesli uyarı yapar. Eğer hayvan sesli uyarıyı dikkate almaz çiti geçmeye çalışır ise hayvana zarar vermeyecek düzeyde bir elektrikli şok uygulayarak hayvanın yön değiştirmesini sağlamaktadır (Jachowski, ve ark., 2014; Lomax, ve ark., 2019; McSweeney ve ark., 2020). Hayvanları merada yönlendirmek için sanal çitlerin kullanımı ile, hem mera ve otlakların kontrollü otlatılmasını sağlamakta hem de çevreye duyarlı alanları koruyarak biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunabilmektedir (Stampa, ve ark., 2020). Hayvancılıkta devrim olan bu teknoloji ile fiziksel ve yüksek maliyetli sabit yatırımlar yerine sanal, geçici, amaca uygun ve hızlıca değiştirilebilen çitler oluşturmayı sağlayarak zaman ve maliyetten tasarrufu sağlanmaktadır. Bu durum, fiziksel bariyerlerin çevre ve yaban hayatına verdiği zararları da ortadan kaldırdığı gibi iyi komşulukların oluşmasına da katkı sağlamaktadır (Jachowski ve ark., 2014).

Bilgisayarla görme

Hayvanların tek tek ve anlık takip edilip karar mekanizmalarının oluşturulması gelişen ve depolama kapasitesi artan bilgisayar teknolojileri sayesinde mümkün olabilmektedir. Günümüzde hali hazırda veri toplama, analiz etme ve karar destek mekanizmaları oluşturmada bilgisayarla görme yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarla görmenin hayvancılık sektöründe de kullanımı hızla artmaktadır. Sığır, koyun/keçi, domuzlar ve kümes hayvanlarında görüntü sınıflandırması, nesne tespiti, görüntü bölütleme, poz tahmini ve izleme gibi amaçlar için kullanılmaktadır (Li ve ark., 2021). Bir bilgisayarla görme sisteminin ana bileşenleri

arasında kameralar, kayıt birimleri, işleme birimleri ve modeller yer almaktadır. Çiftlik hayvanları, barınakların tavan, geçit yerleri gibi sabit yerlere kurulan kameralar veya raylı sistemler, robotlar, dronlar gibi mobil cihazlar kullanılarak tasarlanan bilgisayarla görme sistemleri ile izlenebilmektedir. Kayıt birimleri (örneğin, ağ video kaydedicileri veya dijital video kaydediciler) aracılığıyla, çeşitli görünümde (örneğin, üstten, yandan veya önden görünüm) ve biçimlerde (örneğin, RGB, derinlik, termal, vb.) görüntüleri veya videoları yakalanıp kayıt edilerek ileri işleme için işlem birimlerine gönderilir. Bilgisayarlar veya bulut bilgi işlem sunucuları işlem birimleri olarak kullanılır. İşlem sonucu elde edilen görüntülerden makine öğrenmesi algoritmaları yardımı ile tanımlama, sınıflama gibi modellemeler yapılmaktadır (Li ve ark., 2021; Narendra ve Hareesh, 2010; Shu ve ark., 2021; da Silva, 2012; Weinstein, 2018).

Bu çalışmanın amacı, teknolojik gelişmelere bağlı olarak hayvancılık sektöründe kullanılan dijital teknolojilerin akademik çalışmalar düzeyinde geldiği noktayı ortaya koymak ve gelecekteki eğilimleri açığa çıkarmaktır. Bununla birlikte hassas hayvancılık sistemlerinin sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri de değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bibliyometrik analiz

Bu çalışmada, literatür özetleri için klasik literatür özetleri yerine, konu ile yapılmış bilimsel yayınlar bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenerek hayvancılıkta dijital teknolojiler konusunda yapılan çalışmaların zamansal evrimi ile literatürdeki durumunun sistematik ve kapsamlı bir şekilde ortaya konulması amaçlanmıştır (Yüceer ve Tan 2022).

Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürü ölçmek, izlemek ve analiz etmek için bir dizi nitel yöntem kullanan bir yaklaşımdır (Rojas-Sánchez, ve ark., 2022). Bu yaklaşımın amacı araştırmacıya araştırdığı konu hakkında detaylı ve hızlı bilgi vermektir. Araştırmacıya, araştırdığı konunun tarihsel gelişimi hakkında kolay ve güvenilir bilgi

edinmesini sağlamaktadır (Milian, Spinola, ve Carvalho, 2019). Böylece, araştırma alanıyla ilgili araştırmacılara yapılan çalışmaların kimler tarafından ne sıklıkla ve hangi yayıncılar tarafından yayımlandığına dair bilgiler edinmeyi kolaylaştırmaktadır (Bugge, ve ark., 2016).

Analiz aşamaları ise;

1. Anahtar kelimeler kullanarak konu üzerine yapılmış çalışmaları bulmak ve listelemek.
2. Elde edilen bu listeden anlamlı ilişkiler çıkartmaktır.

Bibliyometrik analiz son yıllarda tıp, ekonomi, sosyal alanlarda olduğu gibi tarım ve hayvancılık araştırmalarında da kullanımı popülerleşmeye başlamıştır (Abafe, ve ark., 2022; Sarkar ve ark., 2022).

2.2. Veri seti

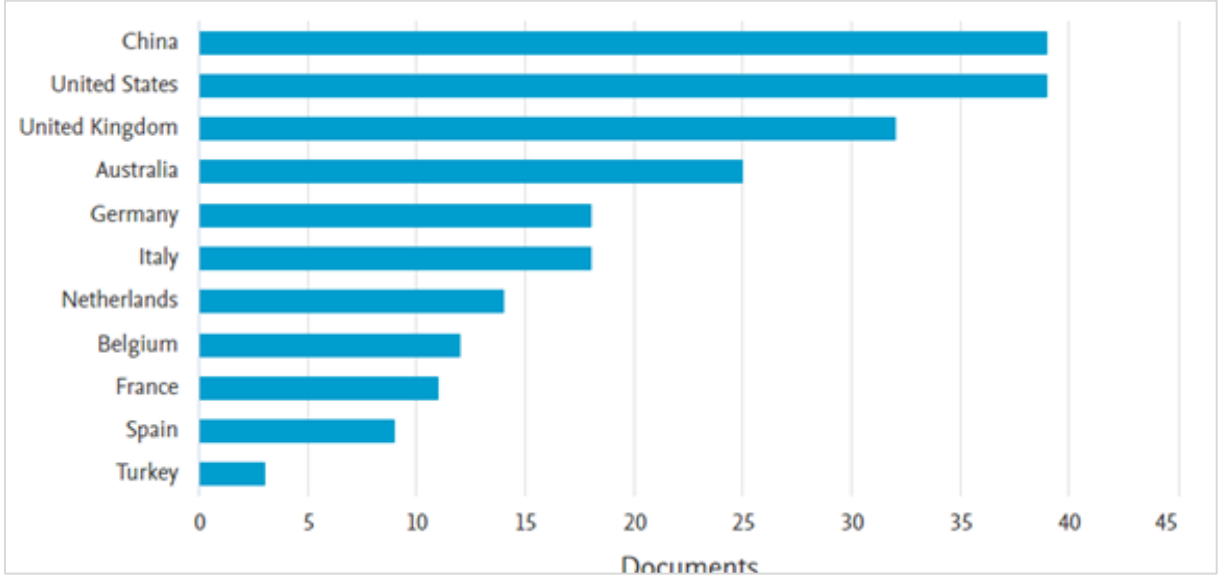
Bu çalışmada, Scopus veri tabanında, Livestock, Technology, Digital Sensor, Virtual Fencing, Internet of Things, Precision Livestock Farming, Livestock Farming, Animal Welfare temel anahtar kelimeleri aratılarak literatür taraması yapılmıştır. Araştırma sonucunda 207 çalışma sıralanmıştır. Filtreleme yapılarak 176 araştırma makalesi elde edilmiş ve bu çalışmada kullanılmak üzere bir veri seti oluşturulmuştur.

Bu amaçla R programlama dilinde geliştirilmiş “bibliometrix” ve “biblioshiny” paketleri kullanılmıştır (Aria ve Cuccurullo, 2022). Veriler R programlama dili, sürüm 4.2.2, kullanılarak analiz edilmiştir (RCoreTeam, 2022).

3. BULGULAR

Konu ile ilgili yapılan çalışmaların yürütüldüğü ülkeler listesi incelendiğinde ilk 3 sırada açık ara fark ile Çin, ABD ve İngiltere'nin yer aldığı görülmektedir. Alan çalışmalarında ise Türkiye'de yapılmış çalışma sayısı 3 olduğu tespit edilmiştir (Grafik 1).

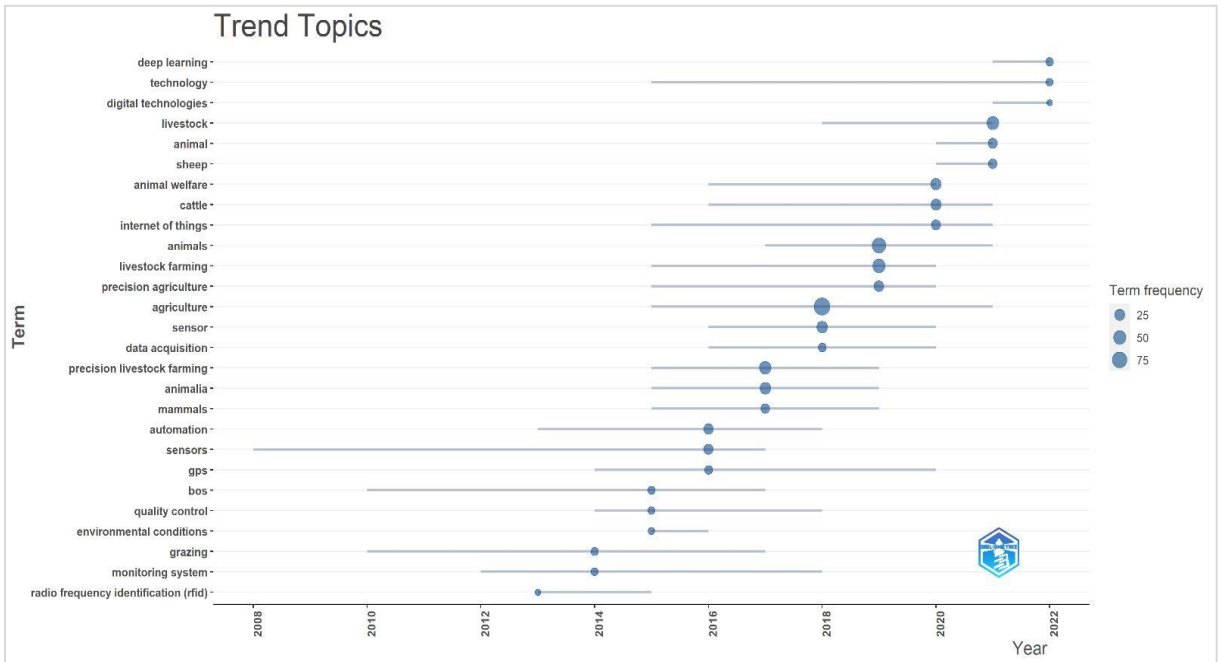
Grafik 1. Yayınlanan araştırmaların ülkelere dağılımı (ilk 10 ülke ve Türkiye)



Trend analizi, zaman içerisinde araştırma konularının evrilme yönünü ortaya koymaktadır. Konu ile ilgili yapılmış çalışmaların zaman içinde değişimi incelendiğinde, 2018 sonrasında veri toplama, sensör, hassas hayvancılık, hayvan refahı, robotlar, derin öğrenme ve nesnelerin interneti gibi konuların temel eğilim konuları olduğu görülmektedir (Grafik 2). Örneğin sensör kullanımı ile ilgili çalışmaların son on yıllık süreçte önemli konuları içinde yer aldığı ancak

2016 yılında yapılan çalışmalarda artışta olduğu gözlemlenmiştir. Trend 2020 sonrasında ise derin öğrenme (Deep Learning), davranış (Behavior), teknoloji (Technology), insan olmayan (Nonhuman-burada hayvanlar kastedilmektedir) ve tarım işçisi (Agricultural Worker) gibi konular ele alındığı görülmektedir. Gelecekte ise robot ve robot teknolojileri üzerine çalışmalara eğilimin olacağı ön görülmektedir.

Grafik 2. Konularda yıllara göre eğilim (2008-2022)



Yapılan araştırmaların konulara göre yüzdesel dağılımları incelendiğinde, çalışmaların %12'nin direkt tarım, %8'inin hayvanlar ve %6'sının ise hayvancılık ile ilgili olduğu belirlenmiştir (Grafik 3). Ağaç üzerindeki konuların ilişkisel dağılımlarına bakıldığında sensör, derin öğrenme ve GPS gibi teknolojik çalışmaların ağırlıklı

olarak hayvancılık alanında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu teknolojilerin hayvancılık sektöründe, en çok süt işletmelerinde kullanıldığını yanı sıra kümes hayvancılığı ve besi işletmelerinde kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca hayvan refahı (%51) en çok ele alınan konuların başında yer aldığı ortaya çıkmaktadır.

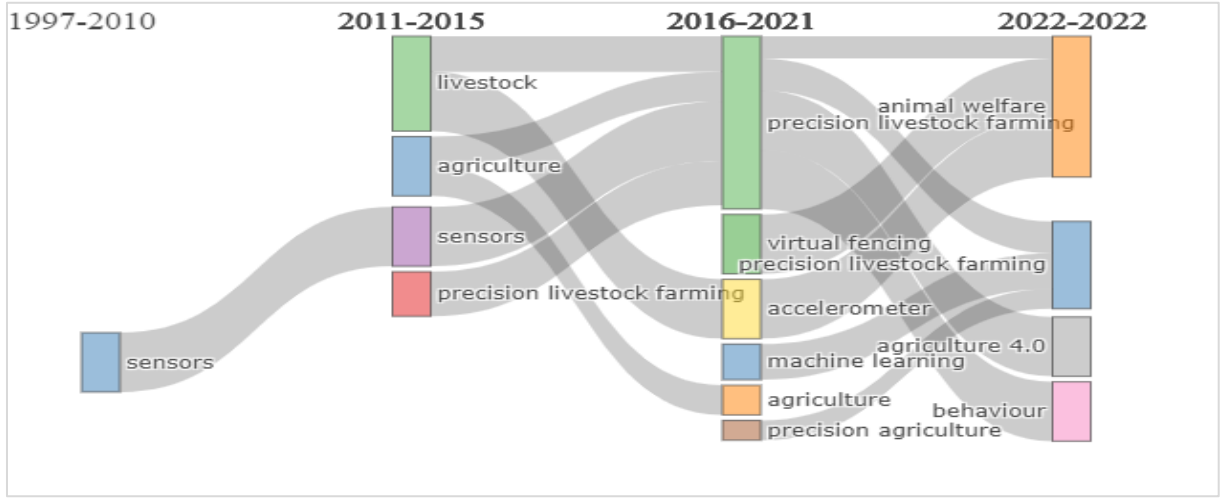
Grafik 3. Yapılan araştırmalardaki anahtar kelimelerin ağaç haritası



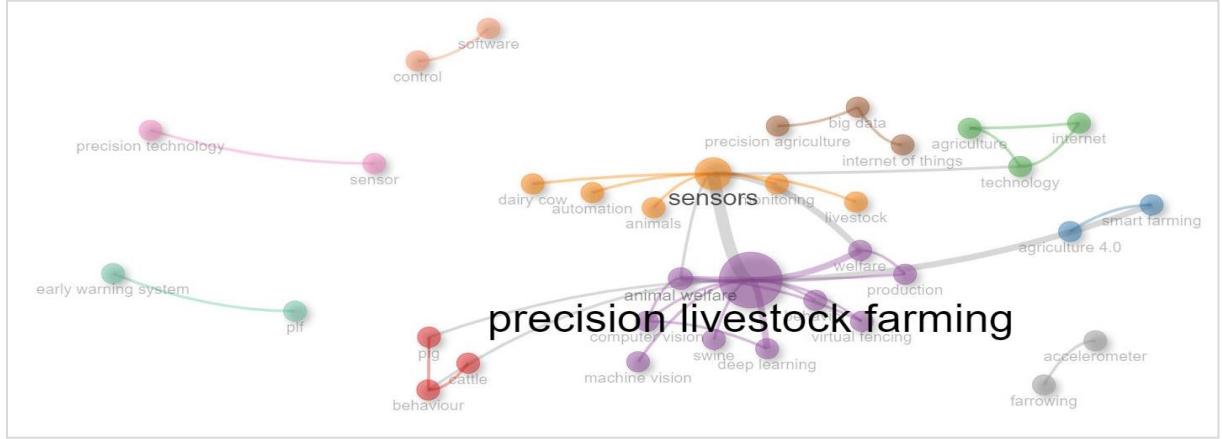
Hayvancılıkta dijital teknolojilerin kullanımının ilişkin yayımların zaman dilimlerine bağlı değişimleri incelendiğinde 1997-2010 yılları arasında sensörler (sensors) etkili konu iken, 2011-2015 yılları arasında hassas hayvancılık (precision livestock farming) etkili konu başlığı olmuştur. Takip eden yıllarda ise 2021 yılına kadar hassas hayvancılık (precision livestock farming), sanal çitler (virtual fencing), ivmeölçer (accelerometer), makine öğrenmesi (machine learning) gibi konu başlıkları çokça kullanılmıştır. Çalışma eğilimleri 2022 itibarıyla, hayvan refahı (animal welfare), Tarım 4.0 (Agriculture 4.0) ve hayvan davranışları (animal behaviour) etkili konular olmaya başlamıştır (Grafik 4).

Yapılan çalışmalarda birlikte kullanılan anahtar kelimelerin ilişkisi ağ haritası ile incelendiğinde, merkezde hassas hayvancılık etrafında teknolojinin, sensörler ile bağlantılı olduğu görülmektedir. Ayrıca sensörlerin hayvan refahı, sağlığı başta olmak üzere süt hayvancılığı, kümes hayvancılığı gibi çalışmalarda çokça kullanıldığı anlamına gelmektedir. Bilgisayarla görme, derin öğrenme ve makine öğrenmesi gibi teknolojilerin de hayvancılık üzerine yapılmış çalışmalarda kullanıldığını yaygın olduğu söylenebilir (Grafik 5).

Grafik 4. Yazar anahtar kelimelerinin zaman dilimlerine göre değişimi ağaç haritası



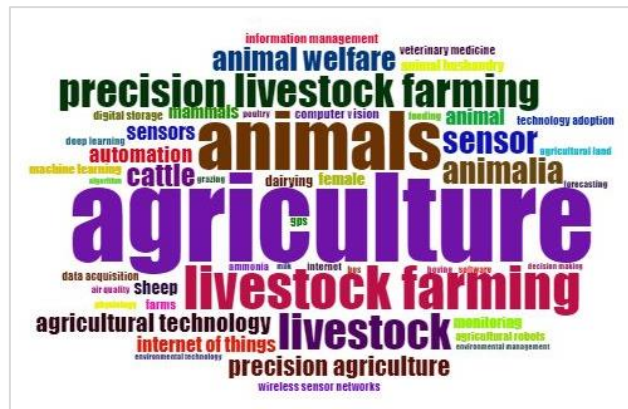
Grafik 5. Yapılan çalışmaların ağ haritası



Yapılan araştırmalardaki anahtar kelimeler frekans değerleri üzerinden incelendiğinde en çok kullanılan anahtar kelimelerin sensörler, hayvan refahı, hayvancılık, makine öğrenmesi ve

nesnelerin interneti olduğu görülmüştür (Grafik 6). Bu durum hayvancılık araştırmalarının teknolojik gelişmelere evrildiğini açıkça ortaya koymaktadır.

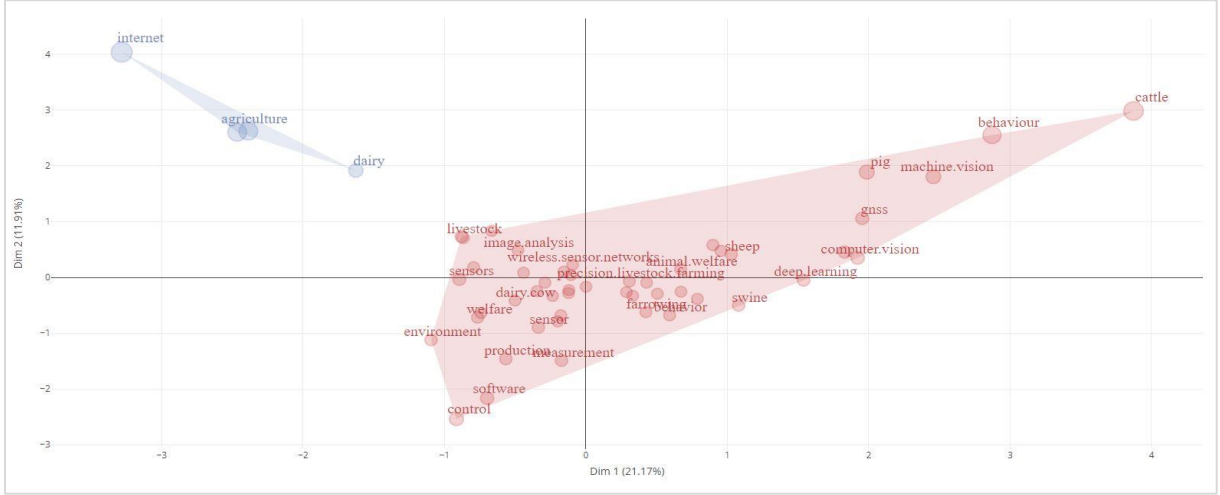
Grafik 6. Yapılan çalışmalarda yazar anahtar kelimelerinin tekrarlanma sıklığı haritası



Araştırmalarda kullanılan anahtar kelimelerinin çok boyutlu ilişkilerini ortaya koyabilmek için faktör analizinden faydalanılmıştır. Çoklu uyum analizi (Multiple Correspondence Analysis-MCA) metodu faktörlerin iki boyutlu gösterimi için kullanılmıştır. İki boyutlu grafik incelendiğinde, birinci bölgede internet, teknoloji, tarım ve

sütçülük yapan işletme konularının kendi aralarında ilişkili oldukları tespit edilmiştir. Öte yandan, teknolojik gelişmeler (sensör, uzaktan görüntüleme, robot, bilgisayarla görme) ile hayvancılık faaliyetlerinin kendi aralarında ilişkili oldukları tespit edilmiştir (Grafik 7).

Grafik 7. Yazarların çalışmalarda kullandıkları anahtar kelimelerin uyum analizi

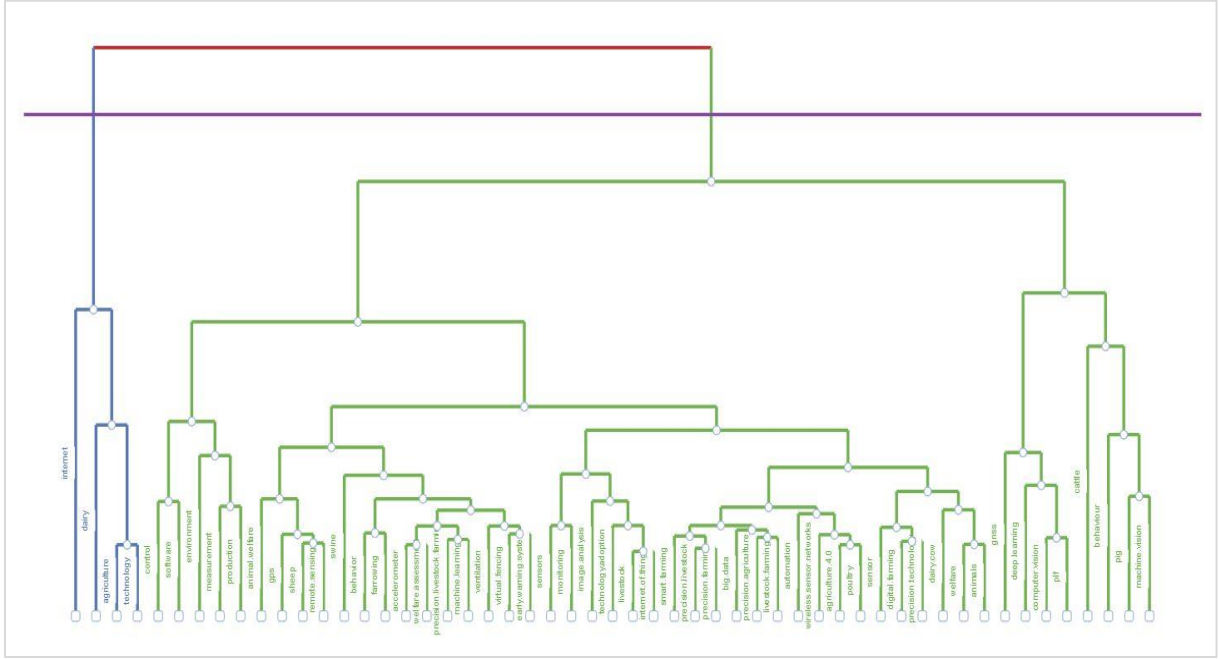


Yazarların çalışmalarda kullandıkları anahtar kelimelere ait kümeleme ağacı ise Şekil 8’de yer almaktadır. Ağaç yatay olarak incelendiğinde anahtar kelimelerin iki kümeden oluşmaktadır. Birinci kümede; internet, Sütçülük, tarım ve teknoloji kelimelerin ilişkili olduğu görülmüştür. İkinci kümelerde ise derin öğrenme, bilgisayarlı görme, makine öğrenmesi, görüntü işleme ile sığırcılık, kümes hayvancılığı, koyunculuk anahtar kelimelerinin ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak, dijital teknolojilerin hayvancılık faaliyetlerinin hemen hemen hepsinde kullanılmaya başlandığı yorumu yapılabilir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, hayvancılıkta dijital teknolojilerin kullanımına ilişkin bilimsel literatürün yıllar itibarıyla artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dahası, bilimsel çalışmaların ele alınan periyotlarda (1997-2022) odak noktasının mekanik alet ekipmandan giderek bilgi iletişim teknolojilerinin entegrasyonuna, çevre, hayvan refah ve sağlık yönetimine evrildiği görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında bilim alanında yapılan çalışmaların hayvan refahı ve

çevresel endişeler gibi konularda çözüm arayışlarına katkı sağladığı söylenebilir. Öte yandan yapılan çalışmaların başını Çin ve ABD’nin çektiği görülmektedir. Türkiye’de ise Scopus veri tabanında taranan 3 akademik çalışmanın yanı sıra toplamda 5 çalışma yürütüldüğü tespit edilmiştir. FAO 2020 verilerine göre dünya hayvancılık brüt üretim değerinin %36,7’sinin Çin, %8’inin ABD tarafından sağlandığı görülmektedir (FAO, 2022). Dahası, 2021 yılında dünyada hayvansal ürünlerin (canlı hayvan, et ve süt ürünleri) ihracatı içinde %15,2’lik pay ile Çin birinci sırada yer alırken ABD ise %7,9’luk pay ile ikinci sırada yer aldığı gözlemlenmiştir. Türkiye ise dünya hayvancılık ihracatında Küçükbaşta %2,1’lik, kümes hayvanlarında %1,7’lik pay ile önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2022b). Buna karşın Türkiye’de dijital hayvancılık teknolojileri alanında yapılan bilimsel çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Çin ve ABD gibi ülkelerin dünya hayvancılığında söz sahibi olması hayvancılık konularına yoğunlaşmalarındaki ana etkenlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Grafik 8. Yazarların çalışmalarında kullandıkları anahtar kelimelerin uyum analizi



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayvancılık sektöründe teknolojinin kullanımı, çiftçilerin iş yükünü azaltarak zaman ve verimliliği artırırken, çiftçilerin diğer faaliyetlere daha fazla zaman ayırmasını sağlayarak sosyo-ekonomik faydalar sağlamaktadır. Hayvan sağlığı ve refahı ile birlikte çevresel sürdürülebilirlik açısından da faydalar sağlamaktadır. Girdi kullanımının optimize edilmesiyle daha sürdürülebilir bir hayvancılık faaliyeti yürütülebilirken, daha kaliteli ve hijyenik koşullarda ürünler elde edilerek gıda güvenliği ve sürdürülebilirliğe katkı sağlanır. Bu teknolojiler yardımıyla çevreye zarar veren etkiler önlenir veya azaltılırken, hayvan atıklarının yönetimi gibi çevresel sorunlar daha etkili bir şekilde ele alınabilir. Bu nedenlerden dolayı, hayvancılık sektöründe teknolojinin kullanımı, sosyo-ekonomik açıdan önemli faydalar sağlamaktadır. Bununla birlikte, teknolojinin hayvancılık sektöründeki kullanımıyla ilgili bazı endişeler de bulunmaktadır. Örneğin, bazı teknolojilerin hayvan refahını olumsuz etkileyebileceği ve işsizliği artıracak endişesi de bulunmaktadır. Bu durum, tüketici tutum ve davranışlarını da etkileyebilir. Bu nedenle, teknolojinin kullanımının sonuçları, tüketicilerin beklentileri

ve endişeleri, teknolojinin çevresel etkileri hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada halihazırda tamamlanmış araştırmalar incelendiğinde küresel boyutta hayvancılık sektöründeki dijitalleşme araştırmalarının artan bir trende sahip olduğu ve özellikle derin öğrenme ve insansız mekanizasyonlar gibi araştırma konularının günümüzde yaygınlaştığı ortaya çıkmıştır. Tüm bunların yanı sıra gelecekte hayvancılıkta robot teknolojilerine yönelik araştırmaların artacağı öngörülmektedir. Öte yandan, Türkiye’de yapılan araştırmaların yetersiz olduğu gözlenmiştir. Hayvancılığın önemli bir ekonomik faaliyet olduğu Türkiye’de, yapılan çalışmaların sınırlı olması, hayvancılığın hem dünyadaki gelişmelere paralel gelişmesi hem de sürdürülebilir geleceği açısından önemli bir sorun olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu sonuçlardan Türkiye’de dijital teknolojilerin hayvancılık işletmelerine ölçek bazlı entegrasyonu, sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri üzerine çalışmaların yapılmasının önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapılacak çalışmalar, dijital teknolojilerin hem çiftliklere entegrasyonunu arttıracak hem de bu teknolojiler

yaygınlaşması için yapılacak destekleme politikalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abafe, Ejovi Akpojevwe, Yonas T. Bahta, and Henry Jordaan. 2022. 'Exploring Biblioshiny for Historical Assessment of Global Research on Sustainable Use of Water in Agriculture'. *Sustainability* 14(17). doi: 10.3390/su141710651.

Abdullahi, Umar Sani, Mopa Nyabam, Kingsley Orisekeh, S. Umar, B. Sani, E. David, and A. Umoru. 2020. 'Exploiting IoT and LoRaWAN Technologies For Effective Livestock Monitoring In Nigeria'.

Ambrosin, Moreno, Arman Anzanpour, Mauro Conti, Tooska Dargahi, Sanaz Rahimi Moosavi, Amir M. Rahmani, and Pasi Liljeberg. 2016. 'On the Feasibility of Attribute-Based Encryption on Internet of Things Devices'. *IEEE Micro* 36(6):25–35. doi: 10.1109/MM.2016.101.

Anonim. 2022a. 'Elektronik Künye - Hayvan Takip Sistemi'. Retrieved 2 December 2022 (<http://teta.com.tr/elektronik-kunye-hayvan-takip-sistemi-1>).

Anonim. 2022b. 'Trade Statistics for International Business Development'. Retrieved 8 March 2023 (https://www.trademap.org/Product_SelProductCountry.aspx?nvpm=1%7c842%7c%7c%7c01%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1).

Aquilani, C., A. Confessore, R. Bozzi, F. Sirtori, and C. Pugliese. 2022. 'Review: Precision Livestock Farming Technologies in Pasture-Based Livestock Systems'. *Animal* 16(1):100429. doi: 10.1016/J.ANIMAL.2021.100429.

Aria, Massimo, and Corrado Cuccurullo. 2022. *Science Mapping Analysis with Bibliometrix R-Package: An Example*.

Ayalew, W., J. M. King, E. Bruns, and B. Rischkowsky. 2003. 'Economic Evaluation of Smallholder Subsistence Livestock Production: Lessons from an Ethiopian Goat Development Program.' *Ecological Economics* 45(3):473–85. doi: 10.1016/S0921-8009(03)00098-3.

Banhazi, T. M., H. Lehr, J. L. Black, H. Crabtree, P. Schofield, M. Tschärke, and D. Berckmans.

2012. 'Precision Livestock Farming: An International Review of Scientific and Commercial Aspects †'. doi: 10.3965/j.ijabe.20120503.001.

Bello, Rotimi-Williams, and Moradeyo Oluwatomilola Motunrayo. 2019. *Monitoring Cattle Grazing Behavior and Intrusion Using Global Positioning System and Virtual Fencing Precision Livestock Farming View Project Moradeyo Oluwatomilola Motunrayo*.

Berckmans, Daniel, and Marcella Guarino. 2008. 'Preface'. *Computers and Electronics in Agriculture* 64(1):1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.05.006>.

Bugge, Markus M., Teis Hansen, and Antje Klitkou. 2016. 'What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature'. *Sustainability (Switzerland)* 8(7).

Çelik, Mustafa Y., and Mehmet S. Tanışık. 2015. *Küçükbaş Hayvancılıkta Sürü Yönetimi ve 'Sürü Yönetimi Elemanı Benim' Projesi*. Vol. 3.

Conti, Mauro, Ali Dehghantanha, Katrin Franke, and Steve Watson. 2018. 'Internet of Things Security and Forensics: Challenges and Opportunities'. *Future Generation Computer Systems* 78:544–46. doi: 10.1016/J.FUTURE.2017.07.060.

Cropin. 2022. 'Precision Agriculture: How Is It Different from Smart Farming?' Retrieved 14 November 2022 (<https://www.cropin.com/blogs/smart-farming-vs-precision-farming-systems>).

Dlodlo, Nomusa, and Josephat Kalezhi. 2015. 'The Internet of Things in Agriculture for Sustainable Rural Development'. Pp. 13–18 in *Proceedings of 2015 International Conference on Emerging Trends in Networks and Computer Communications, ETNCC 2015*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

FAO. 2022. 'Value of Agricultural Production'. Retrieved 8 March 2023 (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>).

Jachowski, D. S., R. Slotow, and J. J. Millsbaugh. 2014. 'Good Virtual Fences Make Good Neighbors: Opportunities for Conservation'. *Animal Conservation* 17(3):187–96. doi: <https://doi.org/10.1111/acv.12082>.

- Ku, Linly. 2022. 'New Agriculture Technology in Modern Farming'. Retrieved 29 November 2022 (<https://www.plugandplaytechcenter.com/resources/new-agriculture-technology-modern-farming/>).
- Li, Guoming, Yanbo Huang, Zhiqian Chen, Gary D. Chesser, Joseph L. Purswell, John Linhoss, and Yang Zhao. 2021. 'Practices and Applications of Convolutional Neural Network-Based Computer Vision Systems in Animal Farming: A Review'. *Sensors* 21(4):1492. doi: 10.3390/s21041492.
- Lomax, Sabrina, Patricia Colusso, and Cameron E. F. Clark. 2019. 'Does Virtual Fencing Work for Grazing Dairy Cattle?' *Animals* 9(7). doi: 10.3390/ani9070429.
- Madzingira, Oscar. 2018. 'Animal Welfare Considerations in Food-Producing Animals'. in *Animal Welfare*. InTech.
- McSweeney, Diarmuid, Bernadette O'Brien, Neil E. Coughlan, Alexis Férard, Stepan Ivanov, Paddy Halton, and Christina Umstatter. 2020. 'Virtual Fencing without Visual Cues: Design, Difficulties of Implementation, and Associated Dairy Cow Behaviour'. *Computers and Electronics in Agriculture* 176:105613. doi: 10.1016/J.COMPAG.2020.105613.
- Milian, Eduardo Z., Mauro de M. Spinola, and Marly M. de Carvalho. 2019. 'Fintechs: A Literature Review and Research Agenda'. *Electronic Commerce Research and Applications* 34:100833. doi: 10.1016/J.ELERAP.2019.100833.
- Narendra, V. G., and K. S. Hareesh. 2010. 'Prospects of Computer Vision Automated Grading and Sorting Systems in Agricultural and Food Products for Quality Evaluation'. *International Journal of Computer Applications* 1(4):1–12. doi: 10.5120/111-226.
- Odintsov Vaintrub, M., H. Levit, M. Chincarini, I. Fusaro, M. Giammarco, and G. Vignola. 2021. 'Review: Precision Livestock Farming, Automats and New Technologies: Possible Applications in Extensive Dairy Sheep Farming'. *Animal* 15(3).
- Özcan, Tuğba. 2022. 'Nesnelerin İnterneti Özellikli Sensörlerin Akıllı Atık Yönetimine Katkısı'. *Yapı Bilgi Modelleme* 4(1).
- Pretto, Andrea, Gianpaolo Savio, Flaviana Gottardo, Francesca Uccheddu, and Gianmaria Concheri. 2022. 'A Novel Low-Cost Visual Ear Tag Based Identification System for Precision Beef Cattle Livestock Farming'. *Information Processing in Agriculture*. doi: 10.1016/j.inpa.2022.10.003.
- RCoreTeam. 2022. 'R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing'. Retrieved 7 November 2022 (<https://www.R-project.org/>).
- Rojas-Sánchez, Mario A., Pedro R. Palos-Sánchez, and José A. Folgado-Fernández. 2022. 'Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis on Virtual Reality and Education'. *Education and Information Technologies*. doi: 10.1007/s10639-022-11167-5.
- Sarkar, Apurbo, Hongyu Wang, Airin Rahman, Waqar Hussain Memon, and Lu Qian. 2022. 'A Bibliometric Analysis of Sustainable Agriculture: Based on the Web of Science (WOS) Platform'. *Environmental Science and Pollution Research* 29(26):38928–49.
- Sektörel Araştırma ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. 2022. 'Akıllı Tarım'. Retrieved 2 December 2022 (<https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>).
- Shu, Hang, Wensheng Wang, Leifeng Guo, and Jérôme Bindelle. 2021. 'Recent Advances on Early Detection of Heat Strain in Dairy Cows Using Animal-Based Indicators: A Review'. *Animals* 11(4):980. doi: 10.3390/ani11040980.
- da Silva, José Graziano. 2012. *Feeding the World Sustainably*.
- Soylu, Tuncay. 2012. 'Kablosuz Algılayıcı Ağların Uygulama Alanları ve Bir Algılayıcı Düğüm Tasarımı'. T.C. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Stampa, Ekaterina, Katrin Zander, and Ulrich Hamm. 2020. 'Insights into German Consumers' Perceptions of Virtual Fencing in Grassland-Based Beef and Dairy Systems: Recommendations for Communication'. *Animals* 10(12):1–18. doi: 10.3390/ani10122267.
- Tangorra, Francesco M., Aldo Calcante, Stefano Nava, Gabriele Marchesi, and Massimo Lazzari. 2013. 'Design and Testing of a GPS/GSM Collar Prototype to Combat Cattle Rustling'. *Journal of Agricultural Engineering* 44(2):71–76. doi: 10.4081/jae.2013.e10.

- Thornton, Philip K. 2010. 'Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects'. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1554):2853–67.
- UN. 2022. *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. New York.
- Wathes, C. M., H. H. Kristensen, J. M. Aerts, and D. Berckmans. 2008. 'Is Precision Livestock Farming an Engineer's Daydream or Nightmare, an Animal's Friend or Foe, and a Farmer's Panacea or Pitfall?' *Computers and Electronics in Agriculture* 64(1):2–10. doi: 10.1016/j.compag.2008.05.005.
- Weinstein, Ben G. 2018. 'A Computer Vision for Animal Ecology'. *Journal of Animal Ecology* 87(3):533–45. doi: 10.1111/1365-2656.12780.
- Yüceer, Sema Ezgi, and Sibel Tan. 2022. 'Tarım Politikaları Literatürünün Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle İncelenmesi'. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* 8(2):156–69.