

Hayvancılık İşletmelerinde Teknoloji Kullanımı ve Ekonomik Verimlilik

Technology Use and Economic Efficiency in Livestock Enterprises


Özet

Artan Dünya nüfusunun beslenmesi için dengeli ve sürdürülebilir gıdaya erişiminin sağlanması konusunda bilim insanları, üreticiler, tedarikçiler ve piyasalara yön veren politika yapıcıları zaman ve bütçe harcamaktadırlar. Küresel insan nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2009 yılı raporunda, artan insan nüfusuna ayak uydurabilmek için küresel gıda üretiminin %70 oranında artması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde et ve diğer hayvansal gıda ürünlerine yönelik küresel talep giderek artmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik koşullar iyileştikçe, gıda tercihinde hayvansal proteine doğru kayma ile birlikte talebin daha da artması beklenmektedir (Thompson, 2015). Ölçek ekonomileri, çiftçileri faaliyetlerini genişletmeye ve büyümeye zorlayarak daha yüksek çıktı sağlarlar. Sonuç olarak, daha az sayıda çiftçi tarafından işlenen, daha fazla sayıda hayvanın bakıldığı çiftliklerin ortaya çıkması beklenmektedir. Ayrıca, özellikle sanayileşmiş ülkelerdeki çiftçilerin ortalama yaşı artmaktadır. Örneğin ABD ve Avrupa'da ortalama 58, Japonya'da ise 63'tür (Morrone vd., 2022). Artan çiftlik ölçeği ve yetiştirilen hayvan sayısı gibi faktörler göz önüne alındığında, çiftçilerin geçmişte bel bağladıkları gözlem kapasitesi ve uygulamalı deneyim artık etkin bir günlük sürü yönetimini sağlamak için yeterli değildir (Frost vd., 2003; Parsons vd., 2007).

Sorumlu Yazar

Mustafa GEZİCİ

mustafa.gezici@tarimorman.gov.tr

 0000-0001-9604-7951

Yazar

Engin ÜNAY


e_unay@hotmail.com

 0000-0002-2648-2250

Yazar

Kerim ÜSTÜN

kerimustun@gmail.com

 0009-0000-7389-3784

Yazar

Muhammed İkbâl COŞKUN

muhammedikbalcoskun@gmail.com

 0000-0001-9913-3505

Gönderilme Tarihi :

13 Nisan 2023

Kabul Tarihi :

16 Mayıs 2023

Anahtar Kelimeler; Ekonomik verimlilik, hayvancılıkta teknoloji kullanımı, akıllı çiftlik

Abstract

Scientists, producers, suppliers and policy makers who direct the markets spend time and budget to ensure that the growing world population has access to balanced and sustainable food to feed. The global human population is estimated to reach 9 billion by 2050 (Alexandratos and Bruinsma, 2012). According to the 2009 report of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), it was stated that global food production should increase by 70% in order to keep up with the increasing human population. Similarly, the global demand for meat and other animal food products is increasing. In addition, as the economic conditions in developing countries improve, it is expected that the food preference will shift towards animal protein and the demand will increase further (Thompson, 2015). Economies of scale force farmers to expand and grow their operations, resulting in higher output. As a result, it is expected that farms will emerge where more animals are kept, while fewer farmers are processed. In addition, the average age of farmers is increasing, especially in industrialized countries. For example, Average age of farmers is 58 years old in USA and EU region and 63 in Japan (Morrone et al., 2022). Considering these factors such as increasing farm scale and number of animals raised, the observation capacity and hands-on experience that farmers have relied on in the past are no longer sufficient to provide effective daily herd management (Frost et al., 2003; Parsons et al., 2007).

Keywords: Economic efficiency, technology use in livestock, smart farm

Giriş

Son yıllarda tarım ve hayvancılık sektörü, verim ve kar seviyelerinin artırılması yönünden yeni teknolojik gelişmelerin dâhil edildiği bir gelişim süreci içerisinde değişim göstermektedir (Himesh vd., 2018). Üstelik, hassas tarım sırası ile tarımda mekanizasyon ve yeşil devrimden sonra modern tarımın üçüncü dalgasını oluşturmaktadır (Saiz-Rubio ve Rovira-Más, 2020). Amerika Birleşik

Devletleri Tarım Bakanlığı'nın (USDA) Ekim 2016'da yayınlamış olduğu raporda hassas tarım teknolojilerinin net getirileri ve faaliyet kârlarını artırdığı ortaya konulmuştur (Schimmelpfennig, 2016). Ayrıca çevre ve iş gücü göz önüne alındığında, çiftlik üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak için çiftliklerde yeni teknolojiler giderek daha fazla oranda uygulanmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin çiftçi ve yetiştiriciler tarafından benimsenmesi konusu hala belirsizlik taşımaktadır. Bir tarımsal pazar analizine göre çiftçilerin daha iyi eğitim ve öğretimi, bilgi paylaşımı, finansal kaynakların kolay bulunması ve organik gıdaya yönelik artan tüketici talebi sürdürülebilir tarım teknolojilerinin benimsenmesini kolaylaştıracak faktörler arasında yer almaktadır (Saiz-Rubio ve Rovira-Más, 2020). Ayrıca, teknolojik yeniliklerin kullanılmasının etkisi ile oluşan hassas tarım hizmetlerinin yaygınlaşması, herhangi bir işletmenin veya girişimcinin karlılığının artırılmasında karşılaşılan zorluklara yardımcı olmasının yanında giderek artmakta olan popülasyonun temel gıda gereksinimlerinin karşılanabilmesi açısından da oldukça önemlidir (Trivelli vd., 2019 ; Saiz-Rubio ve Rovira-Más, 2020).

20. ve 21. yüzyıllar, önemli gelişmelerin öne çıktığı bir endüstriyel dönem olarak kabul edilmektedir (Crainer, 2000). Bu dönemin başlangıcından günümüze kadar, kabaca ifade edilirse Endüstri 1.0'dan 4.0'a giden dört teknolojik devrim gerçekleşmiştir. Endüstri 1.0, insan faaliyetlerini yavaş ve küçük ölçekli tarımsal üretimden sanayileşmiş bir topluma doğru ilerletmiştir. Tarım makinelerinin gelişkin ve yaygın olmadığı, emek yoğun bir tarımsal üretimin olduğu 1900'lü yılların başlarında yaşanmıştır. Bu dönemki tarımsal üretim, nüfusu doyurabilmiştir. O dönemlerde ürün hacmi (basit pazar) endüstriyel mallar piyasasının tek bir boyutu olarak nitelendirilmiştir. Ürün yelpazesi kısıtlı olmakla birlikte emtiaların çoğu tarım ürünlerinden oluşmaktadır. Endüstri 2.0 dönemi sırasında (1950'lerden 1980'lere kadar), endüstriyel ürünler hem hacim hem de çeşitlilik açısından önemli ölçüde artmıştır. Azot takviyesinin, sentetik böcek ilaçlarının, suni gübrelerin ve teknolojik olarak daha da geliştirilmiş tarım makinelerinin sahada yer almaya başladığı bu dönemde, verim ve karlılık açısından da oldukça önemli derecede artışlar gerçekleşmiştir. Ayrıca elektrik, elektronik ve mekanik cihazlar ile motorlu araçlar

önemli teknik ilerlemeleri temsil etmektedir (Kovács ve Husti 2018). Küçük aile çiftliklerinin yerine büyük işletmelerin artmaya başladığı bu dönemde, yalnızca hibrit tohumlar geliştirilmemiş aynı zamanda modern sulama sistemleri de entegre edilmeye başlanmıştır. Ayrıca bu dönemde pazarın iki boyutu vardır: hacim ve çeşitlilik (sabit pazar). Frederick Taylor'ın "Bilimsel Yönetim" teorisi, Endüstri 2.0'da bir kilometre taşıdır (Taylor, 2004). Endüstri 3.0 (1980'lerden günümüze), analogdan dijitale geçiş gibi özellikle elektronik endüstrisi üzerinde önemli etkileri olan teknolojik gelişmelerle karakterize edilmiş olup; askeri alanda kullanılan GPS cihazlarının halkın kullanımına açılmasıyla başlayan "Hassas Tarım" dönemidir. Makinelerinin verim düzeylerinin tespiti için GPS kullanımı, biçerdöverlerde verim takibinin yapılabildiği sistemlerin entegrasyonu, işletmelerde verilerin işlenebildiği bilgisayar programlarının kullanımının başlaması bu dönemde gerçekleşmiştir (Kovács ve Husti 2018). Ek olarak, çoğu elektronik ürün, ürün tasarımını entegreden modüler hale getirerek ortalama ürün yaşam döngülerinde (dalgalı pazar) ciddi bir azalmaya yol açmıştır (Morrone vd., 2022). Son olarak, son on yılın sürekli teknolojik ilerlemelerini takiben endüstri 4.0, endüstriyel üretim sistemlerinin geleceği konusunda girişimciler, uzmanlar, akademisyenler ve yasa koyucular arasındaki söylemde giderek merkezi bir rol üstlenerek ortaya çıkmıştır. Günümüzde endüstri 4.0, küresel ekonomik ve üretim sistemlerinde radikal bir değişim olarak kabul edilmektedir (Yin vd.,2018). 2010'ların başında geçilen hassas tarım döneminde, bir önceki hassas tarım döneminde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi, tamamlanmış bir bütün sistem olarak işletmelere entegrasyonu ve bu sistemlere yeni teknolojik yaklaşımların eklenerek sistemlerin daha ileri teknolojik boyutlarda kullanılması sağlanmıştır. Bu dönemde Ucuz ve geliştirilmiş sensörler ve aktüatörler, düşük maliyetli mikro işlemciler, yüksek bant genişliğine sahip hücresel iletişim, bulut tabanlı bilgi işlem teknolojileri (BİT) sistemleri ve büyük veri analitiği sistemlerinin geliştirilmiştir. Bunların yanı sıra akıllı kontrol cihazları (tümleşik bilgisayarlar), makinenin çalışması için birçok sensör kullanımı ve tarımsal süreçte gelişmiş otomasyon yetenekleri (kılavuzluk, tohum yerleştirme, ilaçlama vb.), iletişim teknolojisi (telematik) ve gömülü sistemler gibi

geliştirilen birçok teknolojik yaklaşımın traktörlerde, biçerdöverlerde ve diğer tarım ekipmanlarında standart özellikler olarak yer aldığı görülmektedir (Kovács ve Husti 2018). Önümüzdeki yıllarda ise tamamen otonom ve yapay zekalı sistemlerin kullanılmasının hedeflendiği Tarım 5.0 döneminin başlaması beklenmektedir.

Hassas tarım, tarımsal sistemlerdeki değişkenliği ve belirsizlikleri hesaba katarak üretimi optimize etmek için sensörleri, bilgi sistemlerini, gelişmiş makineleri ve bilinçli yönetimi birleştiren bir dizi teknolojiden oluşan bir tekniktir. Üretim girdilerinin sahaya özel olarak ve her bir hayvan için ayrı ayrı uyarlanması, gıda arzının sürdürülebilirliğini geliştirirken çevrenin kalitesini korumak için kaynakların daha iyi kullanılmasına olanak tanır. Hassas tarım, gıda üretim zincirini izlemek ve tarımsal ürünlerin hem miktarını hem de kalitesini yönetmek için bir araç sağlar (Zhang vd., 2002).

Hayvancılık, toplumun hayvansal protein ihtiyacını karşılamasının yanı sıra bitkisel üretime ve ekonomiye olan katkıları ile hem kırsal hem de kentsel ekonomiye olumlu etkileri nedeni ile önem arz etmektedir. Hayvancılık, ülkelerin gelişmişlik düzeyine bakılmaksızın her ülke için önemli ve kritik bir konudur. Hayvancılığın birçok ülkede endüstri kolu haline gelmesiyle beraber başta et, süt, yumurta ve yün olmak üzere hayvancılık ürünleri sanayisinde talebin artması ile makineleşme ve teknolojinin kullanımında da doğru orantılı olarak bir artış meydana gelmiştir. Bu bağlamda hassas tarım teknolojilerinin hem çiftliklerde hem de ürün işleme tesislerinde kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Özellikle yüksek verimli hayvanların kullanılması ile birlikte üretimin maksimum seviyede yapılabilmesi ve üretimin aksamaması için hassas tarım uygulamaları çiftlik yönetim sistemlerinde aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gerek büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık işletmelerinde gerekse kanatlı işletmelerinde hassas tarım uygulamaları birçok alanda kullanılmaktadır. Hayvancılık sektöründe hassas tarım teknolojileri, sağlık, refah, üretim/üreme ve çevresel etkinin sürekli gerçek zamanlı izlenmesi yoluyla hayvanların bireysel olarak yönetilmesini sağlayan tekniklerdir. Dahası, hassas tarım teknolojisinin her saniye, günde 24 saat ve haftada 7 gün ölçüm ve analiz yapabilmesi oldukça faydalı bir teknik

olarak kullanılmasını yaygınlaştırmaktadır. Yetiştiriciler, işletmelerinde bulunan ve hayvanlarla ilgili karşılaşılabileceği sorunlarda ilgilenmeleri gereken hayvana/hayvanlara ulaşabilecek şekilde bir uyarı almasını sağlayan; izleme, kamera ve gerçek zamanlı görüntü analizleri, mikrofon ve gerçek zamanlı ses analizleri veya hayvana uygulanmış sensörler kullanılmaktadır (Berckmans, 2017). Temel olarak hassas tarım teknolojileri, hayvancılıkta; hayvanları izlemek (Wolfert vd., 2017), hastalıkları tahmin etmek (VanderWaal vd., 2017), gıda alımını optimize etmek (Nikoloski vd., 2019) ve hayvan sağlığını iyileştirmek (Fu vd., 2020) için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojik gelişmeler aynı zamanda büyük miktarda veri üretimini sağlarlar. Bu veriler, gelecekteki sorunları çözmek için makine öğrenimi algoritmalarını beslerler.

Bitki yönetim donanımlarından farklı olarak, hayvan kontrol donanımları daha geniş yelpazeye ve karmaşıklığa sahiptir. Bu durum daha yüksek teknik desteği gerektirmektedir. Hayvan kontrol donanımları, çevresel faktörlerin, hayvan sağlığı ve refahının, üretiminin ve üreme parametrelerinin sürekli ve gerçek zamanlı izlenmesi yoluyla tek bir hayvanın büyüme verilerini yönetmek ve herhangi bir ek strese neden olmadan ürüne değer katmak için tasarlanmışlardır (Berckmans, 2017). Hayvan sayılarının yüksek olması ve hayvanların aralarındaki önemli farklılıklar göz önüne alındığında, hayvanların bireysel düzeyde yönetilmesi gerekmektedir. Akıllı küpeler ve tasmalar (giyilebilir cihazlar), tek bir hayvanın sağlığını izlemek için tasarlanmıştır ve gerek büyükbaşları gerekse küçükbaşları izlemek için kullanılabilirler (Saravanan ve Saraniya, 2017). Örneğin, kulak küpeleri veya tasmalar bir ineğin doğurganlık dönemindeki hareketlerini takip ederek doğurganlığını izler ve inek çiftleşmeye hazır olduğunda bir dizüstü bilgisayara veya akıllı telefona mesaj göndererek çiftçileri uyarırlar. Bunun yanı sıra bu sistemlerle hayvan vücut sıcaklığı ve ruminasyon da takip edilebilmektedir.

Özellikle tavuk ve sığır çiftliklerinde yemleme ekipmanları önemli bir yere sahiptirler. Birçok firma tarafından geliştirilen konveyör bant veya kılavuz raylı besleme ekipmanları ile kılavuz yolu kullanılarak hassas olarak hedef beslemeye ulaşabilir ve hassas besleme de daha fazla avantajı olan daha doğru beslemeyi elde etmek için

kullanılabilir. Besleme ekipmanının akıllı kontrol sistemi, kablosuz bir ağ üzerinden bulut bilgi işlem platformuna bağlanabilmekte ve bulut teknolojisi, akıllı beslemede kullanılmak üzere güvenilir bilgiler sağlayabilmektedir (Nobrega vd., 2020). Günümüzde birçok modern sığır çiftliğinde otomatik süt sağım cihazları kullanılmaktadır. Tam otomatik sağım makineleri, lazer ışınları yardımıyla meme başlarının konum bilgisini belirlerler. Böylece meme uçlarını hızlı, tutarlı ve doğru bir şekilde sisteme bağlayarak rahat bir sağım deneyimi sağlarlar. Ayrıca otomatik sağım makinesi, bireysel tanımlama, süt kalitesi tespiti ve doğru sağlık yönetimini sağlamanın yanı sıra yem oranını ayarlayarak beslenme yönetimini ve hastalık tedavisini de sağlamaktadır. Hassas yönetim daha doğru tanımlama gerektirdiği için elektronik hayvan takip sistemlerine bağlı küpe veya tasmalar hayvanları tanımlamak ve sınıflandırmak için kullanılabilirler. Bu durum teknolojinin yukarıda sayılan hayvancılık ihtiyaçları ile bağlantılı olduğu gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Görselleştirmeye dayalı teknolojilerde yine bu alanda kullanılmaktadır (Hansen vd., 2018).

Hayvancılık işletmelerinde kullanılan teknolojiler ve avantajları

Hayvancılık işletmelerinde yaygın olarak; otomatik buzağı besleme sistemleri, hassas yemleme istasyonları, yem itici robotlar, yem karıştırma ve dağıtma robotları kullanılır. Buzağı besleme robotları kullanımında buzağuların gün boyunca ve azar azar beslenmesi tercih edilmektedir. Elle besleme durumunda ise iş gücü kaybı yaşanması nedeni ile işletmelerde buzağı besleme işlemi işçiler tarafından günde bir veya iki defa yapılmaktadır. Bu nedenle otomatik buzağı besleme sistemleri, gün boyunca doğru miktar ve yoğunlukta besleme yaparak, emzirmeye en yakın çözümü sunmaktadırlar. Besleme robotu tanıma sistemlerini (kulak küpesi, tasma, pedometre) kullanarak her hayvanı tanırlar. Böylece hayvanın beslenmesi için gereken miktarı belirler ve uygun sıcaklıkta hayvanı emzirir, daha sonra ise temizleme aparatları yardımı ile sistem kendi kendini temizler. Bu durum hayvana özel besleme imkânı sağlarken aynı zamanda farklı yaşlardaki hayvanları da bir arada ve grup halinde tutmaya imkan verir. (Kaya ve Örs, 2015).

Hayvancılık işletmelerinde yemleme zaman alan ve işgücü gerektiren bir işlemdir. Yem karma ünitesinin yemlerle doldurulması, ahırlara iletilmesi ve daha sonra ise hayvanlara dağıtılması da manuel yapıldığı için işlemi yapan çalışanın dikkati ve özeni sonucu büyük ölçüde etkilemektedir. Karıştırma ve yemleme robotlarının yazımları aracılığı ile yemleme süreleri, rasyonlar ve farklı gruplar için özel besleme programları uygulanabilmektedir. Karıştırma ve yemleme robotları işletmelerde işgücü ihtiyacını azaltırken, atık yem miktarının azalması ile de karlılığa önemli katkı yapar. Yem itici robotlar ise, otomatik olarak yemi iten ve eşit dağılımını sağlayan bir robot türüdür.

Kümeslerde otomatik yemleme ve su temini gibi ileri teknolojiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, kümes hayvanı üretimini ve kapsamlı faydalarını iyileştirmek için geniş kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Kafes üretim sisteminin yapısal durumu, çeşitli otomatik ekipmanlar bu sistemin fonksiyonel bir bileşeni haline gelmiştir. Yumurtaları toplamak ve sıralamak için kullanılan yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş makineler bu duruma iyi bir örnek teşkil eder. Bununla birlikte, tavukların sağlığını ve refahını kontrol etmek ve kümesin genel yönetimini optimize etmek için insan müdahalesi gerekmektedir (Oliveira vd.,2019). Günümüzde büyük tavuk çiftlikleri, tavuk sürülerinin performansı ve beslenme koşullarına ilişkin gerçek zamanlı görsel verileri birkaç farklı tavuk işletmesi ile paylaşabilen bulut tabanlı veri yönetim sistemi (CDMS) ile donatılmıştır. Bu durum bilimsel tavukçuluk yönetimin gerçekleştirilmesine elverişlidir (Hongqian vd., 2016).

Teknoloji Kullanımının Dezavantajları

Her ne kadar hassas tarım teknolojilerindeki gelişmeler ve bu teknolojilerin hayvancılık sektöründe kullanım alanlarının sektöre çevresel ve ekonomik kazanç yönünden fayda sağlasa da diğer yandan, dezavantajları da mevcuttur. Güncel gelişmeler değerlendirildiğinde bazı önemli dezavantaj ortaya çıkmaktadır.

İlk olarak, en önemli sorunlardan bir tanesi hassas tarım teknolojisi ekipmanlarının yüksek maliyetleridir (Hartung vd., 2017). Diğer bir dezavantaj olarak, hassas

tarım teknoloji ürünleri ve hizmetlerinden elde edilen büyük miktarda veri, uzak bulut sunucularında depolanır. Bu veriler genellikle ticari çıkarlar için paraya çevrilmektedir (Wolfert vd., 2017). Çiftçiler şimdiden bu konuda büyük firmalar ile mücadele etmektedirler. Teknoloji şirketlerinin, kullanıcı verilerinin kötüye kullanılmasını önlemek için daha iyi çözümler bulması gerekmektedir (Neethirajan, 2020). Dahası, bazı durumlarda yetiştiriciler bu teknolojileri kullanmak istemeyebilmektedir. Teknolojik gelişmeleri ve internet kullanmayı istemeyen yetiştirici oranı, bu teknolojilerin daha verimli kullanılması açısından bir engel teşkil edebilmektedir (Neethirajan, 2020). Son olarak şirketler, yeterli deneme veya kanıt olmaksızın çiftçilere olgunlaşmamış teknoloji satmakla eleştirilmektedir. Teknoloji şirketlerinin, ürünlerini ve hizmetlerini doğrulamak için çiftçileri kullandığına dair güçlü bir görüş mevcuttur. Bu, teknoloji şirketlerinin kendi risklerini azaltmasına olanak tanırken aynı zamanda çiftçileri daha fazla risk altına sokabilmektedir. Bu teknolojiler henüz gelişme aşamasında olduğundan, herhangi bir hata çiftçiler için maliyetli kayıplara neden olabilir (Neethirajan, 2020).

SONUÇ

Modern tarımsal işletmelerde hassas tarım ve algılama teknolojilerinin gelişmesi, büyük verilerin ve makine öğreniminin benimsenmesinde önemli bir artış mevcuttur. Ayrıca, tarımsal ekim alanlarından bu üretim teknolojileriyle birlikte birim alandan daha fazla ürün alınmasını sağlamak en önemli gelişme olarak söylenebilir (Oğuz vd., 2017). Kısıtlama süreçlerinin, veteriner hekimlerin, hayvan besleme uzmanlarının, çiftlik danışmanlarının ve üreticilerin çiftlikleri, ahırları ve yem üretim merkezlerini ziyaret etmesinin zorlaştırdığı pandemi süreci gibi senaryolarda; hayvanların metabolik aktiviteleri, sağlık durumları, tüketim ve üretim hakkında sürekli gerçek zamanlı izlemelere ve kayıtlara ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılacak bu teknolojilerle birlikte çalışma süresi kısılacak ve işgücünün verimliliği artacaktır (Oğuz vd., 2017). Algılama teknolojilerinin sağladığı bu takip sistemleri, uzaktan erişilebilen veriler ile daha düşük maliyet ve daha yüksek performans ile önemli fayda sağlamaktadır. Ancak yüksek maliyet, veri güvenliği

ve verilerin kötüye kullanılma riskleri dikkat edilmesi ve geliştirilmesi gereken önemli konulardır. Bunlara ek olarak bu tarımsal teknolojilerin kullanılmasıyla birlikte işlemleri en uygun zamanda ve en uygun teknik şartlara göre yaparak üretimde verimlilik artacaktır (Oğuz vd., 2017).

Sonuç olarak, önümüzdeki yıllarda hayvancılık sektöründe insan - yapay zeka işbirliklerinin etkisi ile yapılan insan hatalarının azalacağı ve daha doğru verilen kararlar sayesinde artan üretim ile birlikte, hayvancılık işletmelerinde teknoloji kullanımının işletmelerin karlılığının ve hayvan refahının artırılmasında önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

Katkı oranı, çıkar çatışması ve etik beyanları

Bütün yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur. Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

KAYNAKÇA

- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision*. FAO, Rome.
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 6-11.
- Crainer, S. (2000). *The Management Century: A Critical Review of 20th Century Thought and Practice*. Jossey-Bass, San Francisco.
- FAO. (2009). How to Feed the World in 2050, High-Level Expert Forum. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 35-35.
- Frost, A. R., Parsons, D. J., Stacey, K. F., Robertson, A. P., Welch, S. K., Filmer, D., & Fothergill, A. (2003). Progress towards the development of an integrated management system for broiler chicken production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 39(3), 227-240.
- Fu, Q., Shen, W., Wei, X., Zhang, Y., Xin, H., Su, Z., & Zhao, C. (2020). Prediction of the diet energy digestion using kernel extreme learning machine: A case study with holstein dry cows. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105231.
- Hansen, Mark F., Smith, L. N., Salter, M. G., Baxter, E. M., Farish, M., & Grieve, B. (2018). Towards on-farm pig face recognition using convolutional neural networks. *Computers in Industry*, 98, 145-152.
- Hartung, J., Banhazi, T., Vranken, E., & Guarino, M. (2017). European farmers' experiences with precision livestock farming systems. *Animal Frontiers*, 7(1), 38-44.
- Himesh, S., Rao, E. P., Gouda, K. C., Ramesh, K. V., Rakesh, V., Mohapatra, G. N., ... & Ajilesh, P. (2018). Digital revolution and big data: a new revolution in agriculture. *CABI Reviews*, (2018), 1-7.
- Hongqian, C., Xin, H., Guanghui, T., Chaoying, M., Xiaodong, D., Taotao, M., & Cheng, W. (2016). Cloud-based data management system for automatic real-time data acquisition from large-scale laying-hen farms. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(4), 106-115.
- Kaya, E., Örs, A. (2015). *Süt çiftliklerinde hassas tarım teknolojileri*, 2. Uluslararası Tarım, Gıda ve Gastronomi Kongresi (2-5 Eylül 2015), Diyarbakır, Türkiye,.
- Kovács, I., & Husty, I. (2018). The role of digitalization in the agricultural 4.0-how to connect the industry 4.0 to agriculture?. *Hungarian agricultural engineering*, (33), 38-42.
- Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M. G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across animal productions. *Sensors*, 22(12), 4319.
- Neethirajan, S. (2020). The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29, 100367.
- Nikoloski, S., Murphy, P., Kocev, D., Džeroski, S., & Wall, D. P. (2019). Using machine learning to estimate herbage production and nutrient uptake on Irish dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10639-10656.
- Nóbrega, L., Gonçalves, P., Antunes, M., & Corujo, D. (2020). Assessing sheep behavior through low-power microcontrollers in smart agriculture scenarios. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105444.
- Oğuz, C., Bayramoğlu, Z., Ağızan, S., Ağızan, K. Tarım

- işletmelerinde tarımsal mekanizasyon kullanım düzeyi, Konya İli örneği, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (1), 63-72
- Oliveira, J. L., Xin, H., Chai, L., & Millman, S. T. (2019). Effects of litter floor access and inclusion of experienced hens in aviary housing on floor eggs, litter condition, air quality, and hen welfare. *Poultry Science*, 98(4), 1664-1677.
- Parsons, D. J., Green, D. M., Schofield, C. P., & Whittemore, C. T. (2007). Real-time control of pig growth through an integrated management system. *Biosystems Engineering*, 96(2), 257-266.
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2), 207.
- Saravanan, K., Saraniya, S. (2017) Cloud IOT based novel livestock monitoring and identification system using UID. *Sensor Review*, 38(1), 21-33.
- Schimmelpfennig, D. (2016). *Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture* (No. 1477-2016-121190). USDA.
- Taylor, F. W. (2004). *Scientific Management*. Routledge.
- Thompson, P. B. (2015). *From Field To Fork: Food Ethics For Everyone*. Oxford University Press, USA.
- Trivelli, L., Apicella, A., Chiarello, F., Rana, R., Fantoni, G., & Tarabella, A. (2019). From precision agriculture to Industry 4.0: Unveiling technological connections in the agrifood sector. *British Food Journal*, 121(8), 1730-1743.
- VanderWaal, K., Morrison, R. B., Neuhauser, C., Vilalta, C., & Perez, A. M. (2017). Translating big data into smart data for veterinary epidemiology. *Frontiers in Veterinary Science*, 2017(4), 110.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), 113-132.