

Robotik Sağımda Sürü Yönetimi

Gizem COŞKUN*, Özcan ŞAHİN, İbrahim AYTEKİN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Konya, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 08.08.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 06.11.2023

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

<https://orcid.org/0000-0003-2519-7885> <https://orcid.org/0000-0003-2170-2055> <https://orcid.org/0000-0001-7769-0685>

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: coskun.gizem96@gmail.com

Öz: Süt sığırıcılığı işletmelerinde kaliteli üretimin olmasının yanı sıra, daha yüksek verim ile karlılığın maksimum seviyede olması için işletmedeki hayvanların potansiyellerinin bilinmesi önem arz eder. Süt üretimi yapan işletmelerde sağım, işletmelerin ana gelir kaynaklarından biri olan sütün elde edilme işlemi olmasının yanında, gerek hayvan sağlığı gerekse işletme açısından üzerinde durulması gereken en önemli sürü yönetim uygulamalarından birisidir. Her bir ineğin bireysel yönetimi ancak iyi bir sürü yönetimi ile mümkün olmaktadır. Günümüz teknolojisinde ineklerin bireysel yönetiminde en dikkat çeken sistem olan robotik sağım sistemleridir. Robotik sağım sistemleri olarak adlandırılan otomatik sağım sistemlerinin 1990'ların başında piyasaya sürülmesi, şüphesiz süt sığırıcılığında büyük bir atılım sağlamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ve gelişmesi ile süt üretimi yapan işletmelerin kendini yenileyerek modernizasyona ayak uydurmaları sağım teknolojilerinde önemli ilerlemeler sağlamıştır. Geçmişte yapılan elle sağım bu ilerlemeler sayesinde sağım durak tiplerinin gelişmesi ile sağımın makinelerle yapılmasına, daha sonra bilgisayarın geliştirilmesi ile de sağım sistemlerinin bilgisayarlı ortamda yapılmasına olanak sağlamış olup, günümüzde ise modern robotik sağım sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bu çalışmanın amacı; süt sığırıcılığı işletmelerinde yaygın olarak kullanılan geleneksel sağım ve robotik sağım sistemlerinin karşılaştırılması, robotik sağım sisteminin özellikleri, avantajları, dezavantajları, sürü yönetimindeki yeri ve önemi hakkında bilgilerin verilmesi ile robotik sağım sistemine geçiş yapmak ve üretimlerini en üst düzeye çıkarmak isteyen yetiştiricilere yön vermeye yardımcı olmaktır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan trafiği, otomatik sağım sistemi, süt sığırıcılığı, süt verimi, süt kalitesi

Herd Management in Robotic Milking

Abstract: It is important to know the potential of the animals in the dairy farms in order to have high quality production as well as to maximize profitability and higher efficiency. In milk production enterprises, milking is one of the most important herd management practices that should be emphasized in terms of both animal health and business, as well as the process of obtaining milk, which is one of the main income sources of the enterprises. Individual management of each cow is only possible with good herd management. Robotic milking systems are the most remarkable system in the individual management of cows in today's technology. The introduction of automatic milking systems, called robotic milking systems, in the early 1990s, undoubtedly provided a major breakthrough in dairy cattle. With the advancement and development of technology, milk production enterprises have made significant progress in milking technology by renewing themselves and keeping up with modernization. Manual milking has enabled milking to be done with machines with the development of milking stall types, and then milking systems to be made in a computerized environment with the development of the computer, and today it has contributed to the development of modern robotic milking systems. The aim of this study is to compare the traditional milking and robotic milking systems that are widely used in dairy farms, to give information about the characteristics, advantages, disadvantages, place and importance of the robotic milking system in herd management and to guide the breeders who want to switch to the robotic milking system and maximize their production.

Keywords: Animal traffic, automatic milking system, dairy cattle, milk yield, milk quality

1. Giriş

Hayvansal üretim ve insan beslenmesinde temel besin kaynağı olan süt, kaliteli ve hijyen şartlarına uygun olarak elde edilmesi, memelilerin büyümesi, gelişmesi ve sağlığı açısından son derece önemlidir. Sütün alınma işlemi olan sağım, gerek hayvan sağlığı gerekse işletme açısından üzerinde durulması gereken bir sürü yönetim uygulamasıdır (Demir ve Öztürk, 2010). Sağım işlemi elle ve makine ile yapılmakta iken, teknolojinin gelişmesiyle günümüzde artık robotlu sağım veya otomatik sağım sistemleri ile herhangi bir kişiye ihtiyaç duyulmadan otomatik olarak da yapılmaktadır (Butler ve ark., 2012). Sağım mekanizasyonundaki bu gelişme ile sağım süresince, sağım işçisine ihtiyaç olmaksızın tamamen makine otomasyonu ile daha hijyenik bir sağım yapılması amaçlanmaktadır. Süt sığırcılığında bakım ve besleme yönetiminin yanı sıra sağım işlemi en zaman alıcı işlemler arasındadır. Sağım işlemindeki mekanizasyon ile süt sığırcılığı yapan işletmeler daha verimli bir hale getirilebilmektedir (Demir ve Öztürk, 2010). Robotik sağım sistemleri olarak da adlandırılan otomatik sağım sistemlerinin 1990'ların başında piyasaya sürülmesi, şüphesiz süt sığırcılığında büyük bir atılımı sağlamıştır (Hogenboom ve ark., 2019). Günümüzde ise robotik sağım sistemleri özellikle gelişmiş ülkelerde hayvancılık işletmelerinde artan bir payla kullanılmaya başlanmıştır. Tercih edilmeye başlanan robotik sağım sistemleri; ayrı giriş ve çıkış kapılarına sahip, ünitenin baş kısmında bir yem dağıtım haznesi, meme ucu algılama ve temizleme sistemi, sağım başlıklarını taşıyan robotik bir koldan oluşmaktadır. Aynı zamanda sağımın izlenmesi ve kontrolü için sensörler ile yazılım sistemi de mevcuttur (Jago ve Kerrisk, 2011). İneğin bilgilerinin bulunduğu elektronik algılayıcı tasmların sayesinde robotik sağım ünitesine hayvan girdiği zaman robot bu algılayıcı tasmayı okuyarak yem dağıtım haznesine ineğin verim düzeyine ve üretim programına göre özelleştirilmiş kesif yem ödülü vermektedir. Geleneksel sağım sistemine sahip işletmelerde hayvanlar tüm besinlerini toplam karma rasyondan almaktadırlar. Robotik sağım sistemine sahip işletmelerde ise hayvanlar besinlerinin bir kısmını sağım sırasında ünitenin baş kısmında bulunan yem dağıtım haznesi aracılığıyla almaktadır. Yem dağıtım haznesindeki kesif yem, inekleri sağım sistemine çekmek için bir araç olarak kullanılmasının yanında, hayvanın verimine göre yemleme olanağı sağlayarak süt veriminin artmasına katkı sağlamaktadır. Bu amaçla verilen kesif yem miktarında değişik yöntemler uygulanmaktadır. Hayvanın robotik sağım sisteminde tanımlanması

ile hayvanın verimine göre sensör yardımıyla otomatik olarak ya da verimlerine göre sınıflandırılmış olan grupların günlük kesif yem tüketiminin % 50'si kesif yemin dağıtım haznesine verilmesi ile yapılmaktadır. Bununla birlikte süt verimleri, laktasyon dönemleri ve hayvanların fizyolojik durumları dikkate alınarak en az ayda bir kez her inek için verilen miktarların kontrolü sağlanıp yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Bach ve Cabrera, 2017; Kuraloğlu, 2022).

Robotik sağım sisteminde; robotik kollar memeleri temizler, sağım başlıklarını sensörler yardımı ile takar, sağım işlemini gerçekleştirir ve en sonunda ise inek sağım sisteminden çıkmadan önce memelerin dezenfeksiyonunu yapmaktadır (Monov ve Karastoyanov, 2021). Süt işletmelerinde hayvanların meme sağlığı ekonomik kayıpların çok olmasından dolayı önemlidir. Robotik kollarda bulunan ölçüm sensörleri sayesinde sütün yağ, protein, laktoz ve elektrik iletkenliği gibi önemli parametreler hakkında bilgiler elde edilmesi ve sağım esnasında her bir meme başından gelen sütün ayrı ayrı izlenmesi ile meme sağlığında önemli yeri olan mastitis belirtilerinin erken tespitine müdahale olanağını artıracak olup, sütün miktarına ve kalitesine olumlu yönde katkı sağlayacaktır (Kaya ve Örs, 2015). İyi bir sürü yönetimi ile robotik sağımın gerçekleştirilmesi, işletmeler için şüphesiz önemli oranda başarı sağlayacaktır. Geleneksel sağım sisteminden farklı olarak robotik sağım sisteminde hayvanlar ne zaman sağılacağını kendileri seçerler ve robot tarafından ayrıntılı veriler kaydedilir. Ayrıca işletme sahipleri de sürülerinin sağlığını ve performansını uzaktan kontrol edebilmektedirler. Robotik sağımın, üreticilerin ve işçilerin çalışma koşullarını ve yaşam tarzlarını iyileştirdiği; ayrıca, hayvan sağlığı ve refahı için ekonomik avantajlar ve faydalar sağladığı ifade edilmektedir (Butler ve ark., 2012).

Bu çalışma, özellikle gelişmiş ve işçi maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerdeki süt sığırcılığı işletmelerinde yaygın olarak kullanılan robotik sağım sistemi hakkında bilgi verilmesi ve robotik sağım sistemine geçiş yapmak isteyen üreticilere rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

2. Robotik Sağım ve Çalışma Prensipleri

Robotik sağım sistemi bilgisayar, sağım bölmesi, meme başı sensörleri, soğutma tankı, ayırıcı kapılar ve robot kollardan oluşmaktadır (Alıç ve Yener, 2006). Meme başı pozisyonunun tespiti, sağım başlıklarının çıkartılması, süt kalitesinin ve akışının izlenmesi ise sensörler sayesinde olmaktadır (Demir ve Öztürk, 2010). Hava basıncı sistemi ile çalışan robotik kollar ise, sağım

başlıklarının ve sensörlerinin bulunduğu bölümü taşımaktadır (Türkyılmaz, 2005). Bu sistemde tanımlanma, sağım başlıklarının takılması, robot kolun hareketi, verilecek yem miktarı ve otomatik kapıların yönlendirilmesi yazılım tarafından kontrol edilmektedir. İnekler istedikleri zamanlarda sağım bölmesine geldiğinden depolama sistemi de herhangi bir zamanda kullanılabilir. Bir inek sistem tarafından sağılmaya karar verildiğinde, giriş kilidi açılarak sağım bölmesine girmektedir. Diğer bir ifadeyle son sağımından sonra yeterli bir süre geçmişse, ineğin içeri girmesine izin verilmekte ve konsantre yem verilmektedir. Robotik kol daha sonra ineğin altına uzanır ve lazer ve sensörler tarafından yönlendirilerek vakumlu sağım kaplarını takmadan önce her memeyi temizleyip kurutmaktadır. Süt akışı, miktarı ve sağım süresi, ineğin dört memesinin her biri için ayrı ayrı izlenir ve geçmiş değerlerle karşılaştırılmaktadır. Sağımdan sonra vakumlu sağım başlıkları geri çekilir ve robotik kol ineğin alt kısmına dezenfektan solüsyonu püskürtür. Ardından kapı açılır, ineğin yemleme alanına geçişi sağlanır (Anonymous, 2005).

Robotik sağımda dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar ise; hayvanların yemleme ve su ihtiyaçlarının karşılanması için hayvan giriş-çıkış

yerlerinin iyi, kolay ve eksiksiz olarak ayarlanması gereğidir. Çünkü robotik sistemde hayvanların istediği zamanda sağımlarının yapılması elzemdir. Hayvanların hayatını ikame edebilmesi için su ve yeme ihtiyacı vardır. Bu durumda yemleme ve su kaynaklarını robotik sağım yerine göre ayarlanması hayvanların kendi istekleri ile sağıma gitmelerine olanak sağlayarak robotik sağım sistemine alışmalarına da katkı sağlayacaktır. Kısaca işletme içerisinde hayvan trafiği olarak tanımlanan bu yönetim dikkatli düzenlenmelidir.

3. Robotik Sağımın Bazı Avantaj ve Dezavantajları

Robotik sağım sistemleri herhangi bir insan eline ihtiyaç olmadan otomatik bir sağım gerçekleştirmekte ve 24 saat boyunca sağım yapılabilmektedir (Hogenboom ve ark., 2019). İnekler insan emeği gerektirmeden sağılmak üzere günde birkaç kez gönüllü olarak sağım ünitesine girmekte ve bu durum hayvanların refahı açısından kilit rol oynamaktadır (Tse ve ark., 2017). Robotik sağımın bazı avantajları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den anlaşılacağı gibi meme sağlığı, işgücü, kazanç, süt verimi ve süt yağı gibi kalite özelliklerinde avantajlar olduğu gözükmektedir.

Tablo 1. Robotik sağımın bazı avantajları

Table 1. Some advantages of robotic milking

Özellikler	Avantajları	Kaynak
Süt verimi	Robotik sağım sistemi ile süt veriminde % 5-12'lik bir artış mevcuttur.	Jacobs ve Siegford (2012), Hogenboom ve ark. (2019)
Süt yağı	Robotik sağım sisteminde % 4.08-4.20, geleneksel sağım sisteminde % 3.85-3.97'dir.	Salovuo ve ark. (2005), Nogalski ve ark. (2011)
Meme sağlığı	Robotik sistemde sağlıklı meme ve mastitis oranı sırasıyla % 75.70 ve % 24.30 iken, geleneksel sağım sisteminde % 50.09 ve % 49.91'dir.	Nogalski ve ark. (2011)
İşgücü	Robotik sağım sistemi ile % 20-30 daha az işgücü kullanılmaktadır.	Mathijs (2004), Bijl ve ark. (2007), Heikkila ve ark. (2010)
Kazanç	Robotik sağım sistemi ile yaklaşık 58 \$ daha fazla gelir elde edilmektedir.	Tranel ve Schulte (2013)

Geleneksel sağım sistemlerine sahip büyük işletmelerde sağım yapan kişinin memeyi sağıma hazırlaması, sağım başlıklarını takması, sağım boyunca ineği ve süt akışını kontrol etmesi çok fazla zaman almaktadır. Robotik sağım sistemine sahip işletmelerde ise iş gücü yoğunluğu azaltılarak birim zamanda daha fazla hayvan sağılabilir (Alıç ve Yener, 2006). Robotik sağım sistemleri sağmal hayvanların süt verimini ve kalitesini arttırmanın yanı sıra işletme sahibinin ve işçilerin yaşam kalitelerini arttırma potansiyeline sahiptir (Helgren ve Reinemann, 2003). Robotik sistemin birçok avantajı olmasına rağmen, Hansen ve Jervell (2015)'e göre başarılı

olmak için işletme sahiplerinin sağımda kazanılan zamanın bir kısmının inekleri ve robotları izlemeye harcamak zorunda olduğunu ifade etmişlerdir.

Robotik sistemin dezavantajları ise Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de bildirilen başarısız sağım oranı ve ayıklama oranının geleneksel sağım sisteminden yüksek olması; hayvan meme başı bozuklukları, meme ve meme başı kirliliği nedeniyle sensörlerin meme başlarını tespit edememesinden kaynaklanması, hayvanların sağım sistemine giriş-çıkış yerlerinin iyi ayarlanmaması gibi nedenleri olduğu söylenebilir. Bir diğer dezavantajı ise ilk kurulum giderlerinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Robotik sağım

Tablo 2. Robotik sağımın bazı dezavantajları
Table 2. Some disadvantages of robotic milking

Özellikler	Dezavantajları	Kaynak
Başarısız sağım oranı	Robotik sağım sisteminde başarısız sağım oranı % 2-13.87 arasında değişmektedir.	Bach ve Busto (2005), Głowicka-Wołoszyn ve ark. (2010), Nogalski ve ark. (2011)
Ayıklama oranı	Geleneksel sağım sisteminde % 32, robotik sağım sisteminde ise % 38'dir.	Oudshoorn ve ark. (2012)
Hayvan kapasitesi	Robot başına hayvan sayısı 58-70 baş arasında değişmektedir.	Priekulis ve ark. (2012), Lyons ve ark. (2014)
Bakım ve sigorta giderleri	Robotik sistemdeki bakım ve sigorta giderleri geleneksel sistemlere göre yıllık 15.000 \$'dan daha fazladır.	Örs ve Oğuz (2016)
Maliyet	Robotik işletmelerde sabit maliyetler (işçilik, amortisman ve faiz hariç) geleneksel sistemlere göre 4.589 € daha yüksektir.	Bijl ve ark. (2007)

sistemlerinin maliyetleri yüksek olup, oluşabilecek herhangi bir sorunun giderilmesi de pahalıya mal olmaktadır. Literatürde belirli bir sürü için ilk ekipman maliyetinin geleneksel sağım sistemlerine kıyasla 2-3 kat daha fazla olduğu ifade edilmiştir (Rotz ve ark., 2003). Güncel kurulum maliyetlerine bakıldığında (2022 yılı), robotik sağım sistemleri fiyatının ortalama 150.000-160.000 €, 2x5 (balıkkılçığı) sağım sistemi 8.000 €, 2x8 (balıkkılçığı) sağım sistemi ise 11.000 € civarında olduğu görülmektedir.

4. Robotik Sağımın Sürü Yönetimindeki Yeri ve Önemi

4.1. Süt verimi üzerine etkileri

Süt sığırlarında, süt verimi; genetik, çevre, bakım, besleme ve diğer faktörlerdeki iyileştirmeler dahil olmak üzere çeşitli yollarla artırılabilir. Süt verimini artırmanın en temel yöntemlerden biri de sağım sıklığını arttırmaktır (Hale ve ark., 2003). Geleneksel sağım sistemine sahip işletmelerde inekler günde iki kez sağılırken, robotik sağım sistemine sahip işletmelerde inekler daha sık sağılmakla birlikte; bu durum, robot başına düşen hayvan sayısı ve hayvanların bireysel olarak süt verimlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hansen ve ark., 2019).

Hogenboom ve ark. (2019), robotik sağım sistemlerinin sağım sıklığını arttırdığını ve süt veriminde % 5-10'luk artış olduğunu ifade etmişlerdir. Jacobs ve Siegford (2012) otomatik sağım sistemlerinin süt verimini % 12'ye kadar artırma, işçiliği % 18'e kadar azaltma ve aynı zamanda hayvanların ne zaman sağılacağını seçmelerine izin vererek süt sığırlarının refahlarını iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu da bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada sağılan inek sayısını ve bu sağımdan elden edilen süt

verimlerinin yanı sıra tamamlanmamış sağımların sıklığı araştırılmıştır. Çalışmada sürüdeki ortalama günlük sağım sayısının 2,5 olduğunu ve tüm sağımların % 90'ından daha fazlasının günde iki veya üç sağım olduğu tespit edilmiştir. Tamamlanmamış sağımların ise % 2'den daha az olduğu bildirilmiştir (Głowicka-Wołoszyn ve ark., 2010).

Yapılan başka bir çalışmada geleneksel (balıkkılçığı) ve robotik sağım sistemlerinin sağılan ineklerin süt verimine etkisi araştırılmıştır. Geleneksel sağım sistemi ve robotik sağım sistemi ile sağılan ineklerin günlük süt verimi ortalamalarının sırasıyla 25.77 ve 26.40 kg, sağım sıklığının 2.0 ve 2.4, laktasyon sayılarının ise 2.4 ve 1.6 olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar robotik sağımla sağılan hayvanların laktasyon sayılarının diğer gruba kıyasla daha düşük olduğunu, robotik sağımla sağılan ineklerin sağım sıklığının geleneksel sağım sisteminden daha yüksek olmasına rağmen, süt veriminde sadece 0.6 kg'lık farklılığın sebebinin laktasyon sıralarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Wagner-Storch ve Palmer, 2003).

4.2. Süt kalitesi üzerine etkileri

Süt kalitesi işletmelerin ekonomisi açısından üzerinde durulması gereken konular arasındadır. Sütün kalitesi; hayvanın genetik yapısı, rasyon yapısı veya bileşimi, laktasyon sayısı, hastalık durumu (sağlıklı/sağlıksız), mevsim, süt işleme ve depolama gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Heck ve ark., 2009; Roy ve ark., 2020; Loudiyi ve ark., 2022; Suh, 2022). Süt kalitesinin korunmasındaki en etkili yol, sütün soğukta muhafaza edilmesidir. Çünkü düşük sıcaklıklarda patojen bakterilerinin üremesi ve gelişmesi engellenmektedir (De Koning ve ark., 2002). Bu sebeple sağımın hemen ardından süte ön soğutma

yapılması sütün kalitesinin korunmasında kilit rol oynamaktadır. Robotik sağım sisteminde inekler sisteme gönüllü olarak geldikleri için sağım aralıkları sabit değildir. Bu nedenle süt belirli bir süre sistemde kalacağından bu durum bakteri üremesinin artmasına sebep olabilmektedir (Klungel ve ark., 2000). Salovuo ve ark. (2005) robotik sağım sisteminin süt bileşimi ve kalitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, robotlu sağımla birlikte süt yağının % 3.85'ten % 4.20'ye yükseldiğini, somatik hücre sayısı ve toplam bakteri sayısında artış gözlenmekle beraber; bu farklılığın istatistik olarak önemli olmadığını, sütün donma noktasında ise önemli bir artış olduğunu ifade etmişlerdir (p<0.01). Aynı çalışmada, robotik sağım sistemlerinin piyasaya sürülmesinden sonra süt kalitesinin bozulduğu yönünde bir eğilim olmasına rağmen, sütün kalitesinin birinci sınıf olarak kaldığını bildirmişlerdir. Salovuo ve ark. (2005)'nin aksine Klungel ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, robotik sağım sisteminden önce sütlerin protein ve yağ oranlarının sırasıyla % 4.43 ve % 3.49, toplam bakteri plak sayısının 8 (cfu/mlx1000) olduğunu, robotik sağım sisteminden sonra ise protein ve yağ içeriğinin % 4.37 ve % 3.42'ye düştüğünü, toplam bakteri plak sayısının ise 19 (cfu/mlx1000)'a yükseldiğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar otomatik sağım sistemlerinin süt kalitesinde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.3. Hayvan sağlığı ve refahına etkileri

Süt sığırcılığı yapılan işletmelerde kullanılan sağım sistemleri süt verimi, süt kalitesi ve işgücü tasarrufu gibi unsurların yanı sıra, hayvan sağlığı ve refahı üzerinde de kilit rol oynamaktadır. Sütteki somatik hücre sayısı meme sağlığının ortaya konulmasında ve subklinik mastitisin tanısında bir kriter olarak kullanılmaktadır (Boztepe ve ark., 2015). Caraviello (2004)'nin bildirdiğine göre sağlıklı bir ineğin sütündeki somatik hücre sayısı 200.000 adet ml⁻¹ hücreden az olmalıdır. Täubert ve ark. (2004) geleneksel sağım sistemlerinin kullanıldığı birçok işletmede somatik hücre sayısının yüksek olduğunu, robotlu sağım sistemine geçiş ile beraber somatik hücre sayısında azalmalar meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Mastitis bazı mikroorganizmaların neden olduğu meme iltihaplanması durumu olup, önemli ölçüde ekonomik kayıplara neden olan bir hastalıktır (Boztepe ve ark., 2015). Gıda güvenliği üzerindeki etkilerinin yanı sıra mastitisin doğru tespit edilmesi enfekte hayvanlara yönelik tedaviye olanak sağlamakla birlikte, hayvan refahı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Robotik sağım sistemleri geleneksel sistemlerden farklı olarak sütü algılamak için çeşitli sensör sistemleri ile

donatılmıştır. Mastitis teşhisinde sütteki değişiklikleri tespit etmek için elektrik iletkenliği, somatik hücre sayısı, süt verimi ve süt rengi hakkında bilgiler vererek sürü yönetim sisteminde işletme için uyarı listeleri oluşturmaktadır (Bausewein ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada 4 farklı robotik sağım sisteminin klinik mastitisi tespit etmedeki duyarlılığı ve özgüllüğü değerlendirilmiştir. Araştırmacılar robotik sağım sistemlerinin klinik mastitisi tespit etmedeki duyarlılığın % 31-78, özgüllüğün ise % 79-97 arasında değiştiğini ve robotik sağım sistemlerinin klinik mastitisi tespit etmede yeterli olduğunu bildirmişlerdir (Bausewein ve ark., 2022).

Topallık süt sığırlarının en önemli refah sorunlarından birisi olup, ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Robotik sağım sistemindeki düşük ziyaret sıklığının topallığın bir göstergesi olup olmadığını belirlemek için yapılan bir çalışmada 12 robotik sağım sisteminde 578 ineğin ziyaret sıklığına dair veriler toplanmıştır. Sağım ünitesine ziyaret sayısına dayalı olarak hayvanlar en yüksek ve en düşük ziyaretçi olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu hayvanlar standart bir test alanında yürürken videoya kaydedilmiş ve hayvanlara lokomasyon skorlaması yapılmıştır. Çalışmada 12 robotik sistemin 9'unda iki inek grubu arasındaki lokomasyon skorlamasında istatistik olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Sonuç olarak, süt sığırlarının robotik sağım ünitesine ziyaret etme sıklığının onların hareket kabiliyeti ile ilgili olduğunu, sağım ünitelerine yetersiz katılımında topallığın erken tespitine yardımcı olabileceğini ifade etmişlerdir (Borderas ve ark., 2008).

4.4. Üreme üzerine etkileri

Süt verimi ve kompozisyonunun yanı sıra, üreme özellikleri de sürü yönetimi ve karlılık açısından oldukça önem arz etmektedir. Kruip ve ark. (2002) robotik sağım sisteminin hayvanların üremeleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Piwczyński ve ark. (2020) da aynı şekilde robotik sistemle sağılan ineklerin geleneksel sisteme kıyasla laktasyon boyunca daha yüksek süt verdiğini ve ayrıca döl verim özellikleri açısından sağım sistemindeki değişikliğin birinci laktasyondaki hayvanlarda kızgınlık döngüsü (GSS-22 gün; RSS-15 gün) ve gebelik başına tohumlama sayısı (GSS-2.01; RSS-1.79) üzerinde olumlu bir etkiye sahipken, ikinci laktasyondaki hayvanlar için sadece ikinci laktasyona başlama yaşı (GSS-1244; RSS-1226 gün) üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak Dearing ve ark. (2004) geleneksel sağım sisteminden robotik sağıma

geçişten sonra gebelik başına tohumlama sayısının 1.75'ten 1.81'e çıktığı ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada da robot ile sağılan süt sığırlarında sağım sıklığının vücut kondüsyon skoru, somatik hücre sayısı ve üreme performansına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada robot ile 2 ve 4 kez sağım arasında vücut kondüsyon ve somatik hücre sayısı açısından bir fark olmadığı, ancak 4 kez sağılan ineklerin somatik hücre sayısının 2 kez sağılanlara göre (% 6'ya % 59) daha düşük olduğu ifade edilmiştir. İlâveten sağım sıklığının arttırılmasının hayvanların üreme performansına herhangi bir etkisi olmadığını; ancak, üreme performansının netleştirmek için hayvan sayısının arttırılması ve uzun zaman alan bir gözlemin gerekli olduğunu bildirmişlerdir (Astuti ve ark., 2019).

4.5. Hayvan trafiği üzerine etkileri

Robotik sağım sistemi bir ineğe sürüsünden ayrı bir birey olarak hareket edebilmelerine imkan sağlayarak, kendi sağım programını belirleme potansiyeli sağlamaktadır. Ancak işletmelerde ayırıcı kapılar vasıtasıyla yönlendirmeli hayvan trafiği yanında serbest inek trafiği de uygulanabilmektedir (Anonim, 2016). Yönlendirmeli (zorunlu) inek trafiğinde, ahırın bir bölümünden (genellikle yatma alanı) diğerine (genellikle besleme alanı) geçişlerinin tek yolu robotik ünitelerden geçmektedir. Bir başka ifade ile ineklerin beslemek, yatmak ve sağılmak için tek yönde hareket edebildiği bir sistem oluşturulur. Serbest inek trafiğinde ise robotik sağım sistemine yapılan ziyaretler bu şekilde yönlendirilmez. İnekler sağım ünitesine gitmek zorunda kalmadan ahırın bir bölümünden diğer bölümlere serbestçe hareket etme özgürlüğüne sahiptir (Jacobs ve Siegford, 2012). Robotik sağım sistemlerinin sağım kapasitesi genellikle günlük sağım sayısı olarak ifade edilir; ancak, sürü büyüklüğü, sağım sıklığı, hayvan trafiği gibi kriterlerde dikkate alınmalıdır. Serbest hayvan trafiğinde hayvanlar günde ortalama 2.4-2.8 kez, yönlendirmeli hayvan trafiğinde ise ortalama 2.5-2.9 kez sağıldığı ifade edilmiştir (Laurs ve Priekulis, 2011; Castro ve ark., 2012; Ünal ve Kuraloğlu, 2016).

Yapılan bir çalışmada süt sığırları üç farklı hayvan trafiğinin, yem alımı ve ruminasyon aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada hayvanlar serbest, zorunlu ve seçici (son sağımdan 5 saat sonrasında kadar kontrol kapılarından besleme alanlarına erişimi) inek trafiği rutinine tabi tutulmuştur. Hiyerarşik olarak üstün inekler ruminasyona 214 dk gün⁻¹, düşük olan inekler 175 dk gün⁻¹ zaman harcamışlardır. Serbest inek trafiği sırasında inekler diğer inek trafiklerine kıyasla daha yüksek kaba yem alımına sahip olduğu da

ifade edilmiştir (Serbest: 14.2 kg gün⁻¹, Seçici: 12.0 kg gün⁻¹, Zorunlu: 11.7 kg gün⁻¹). Sonuç olarak araştırmacılar zorunlu hayvan trafiğinin yem alımı ve hayvan refahı üzerinde olumsuz etkilere yol açtığını bildirmişlerdir (Melin ve ark., 2007). Yapılan bir başka çalışmada zorunlu ve serbest hayvan trafiği planının sağım sıklığı, beslenme davranışı ve süt bileşenleri üzerinde etkisi incelenmiştir. Serbest sağım trafiğinde toplam sağım sayısı 2.2 zorunluda ise 2.5 olduğunu, süt bileşenleri bakımından incelendiğinde süt yağının % 3.65'ten % 3.44'e, proteininin ise % 3.38'den % 3.31'e düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmacılar zorunlu hayvan trafiğinin sağım sayısını arttırdığını, ancak süt kalitesini düşürdüğünü ifade etmişlerdir (Bach ve ark., 2009). Önenç ve Şimşek (2015) robotik sağım sisteminde serbest inek trafiği protokolüne geçiş sonrası bazı sağım, yem tüketimi ve meme sağlığı parametrelerindeki değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar ortalama sağım sayısının 2.63, sağım hızının 2.50 kg dk⁻¹, sağım başına kabinde bekleme süresinin 355.20 saniye, sağımdan geri çevirme 0.78 adet, robota sunulan kesif yem miktarının 5.29 kg, robotta tüketilmeyen kesif yem miktarının 0.74 kg olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak ortalama sağım sayısının, inek başına sağımdan geri çevirme oranının ve sağım hızının ideal değerler arasında olduğunu işletmelerde robotlu sağıma geçişte zorlama yerine serbest inek trafiğini teşvik etmeye yönelik farklı yaklaşımların arttırılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

4.6. Robotik sisteme adaptasyon

Robotik sağım sistemlerini kullanabilmek ve maksimum verim alınabilmesi, bu sağım sistemini gönüllü olarak kullanan ineklere bağlı olması nedeniyle önemli bir süreçtir. Robotik sağımı kullanan bütün işletmelerde başarılı bir sağımın gerçekleşmesi için hayvanlar meradan veya barınma ortamlarından gönüllü olarak sağım ünitelerine gelmeli, robot sağım görevini yerine getirirken hareketsiz kalmalı ve ardından sağım tamamlandığında sağım ünitesinden çıkmalıdır. Tanımadıkları bir sağım ünitesine yürümeyecekleri ve girmeyecekleri için robotik sağım sistemi kullanılan bütün işletmelerde eğitim kilit rol oynamaktadır (Jago ve Kerrisk, 2011). Bu sistemde, gönülsüz olan hayvanları teşvik ederek sağım ünitelerine yönlendirilmelidir. Bunun içinde sağım ünitesinde hayvanlara konsantre yem verilmektedir. Bir başka yol ise işletme planı düzenlenmesiyle hayvanların konsantre yeme ve suya ulaşabileceği bölüme sağım ünitesi üzerinden geçişleri zorlanarak yapılmaktadır (Kuraloğlu, 2022). Rodenburg (2002) mevcut bir sürü robotik sağıma geçtiğinde, süt sığırlarının % 80-90'ının sağım sistemine adapte olmalarının 3-4 hafta

süreceğini ifade etmiştir. Ancak Jacobs (2011), 77 baş Siyah Alaca süt sığırlarının robotik sağım sistemlerine adaptasyon kabiliyetlerini araştırmış ineklerin sağım sistemine 24 saat içerisinde adapte olduklarını bildirmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada farklı ırklardaki (Alman Holstein, Fransız Holstein, Esmer) ineklerin laktasyonlarının ilk ayında robotik sağım sistemine adaptasyon kabiliyetleri araştırılmıştır. Adaptasyon döneminin sonunda (30. gün) Alman Holstein ırkı, Fransız Holstein ve Esmer ırkla karşılaştırıldığında günlük ortalama süt verimi bakımında 0.73 ve 4.12 kg, sağım süresi bakımından 0.26 ve 0.34 ve tüketilen konsantre yem miktarı bakımından 0.32 ve 0.61 kg daha yüksek olduğu bulunmuştur. Laktasyonun 5. gününde tüm gruplardaki ineklerin % 69.4-86.2'si sağım robotuna girmediği, laktasyonun 30. gününde zorunlu sağım vakalarının % 24.3-33.7'e düştüğü ve bu oranın Alman Holstein ırkı sığırlarda en düşük olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar Alman Holstein ırkının süt verimi, sağım sıklığı, tüketilen konsantre yem miktarı, sütün elektrik iletkenliği ve sütteki somatik hücre miktarı ile farklılık gösterdiğini ve diğer ırklara kıyasla adaptasyonunun daha az zaman alacağını bildirmişlerdir (Borshch ve ark., 2020). Robotik sağım sistemine adaptasyon süreci hayvan ırkına, mizaca, düve ya da sağmal olmalarına bağlı olmakla birlikte hayvan trafiğine göre tasarlanmış ahır planı ve sağım robotunun tasarımına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

4.7. İşgücü

Robotik sağım sistemlerine yatırım yapmanın en önemli sosyal nedenleri, daha fazla boş zamana ve esnekliğe izin vermesi, daha az emek gerektirmesidir. Yani genel olarak daha iyi yaşam kalitesi sunmasıdır. Daha iyi yaşam kalitesinin yanı sıra işgücü tasarrufu ve hayvan başına artan üretim çiftçiler için yeni teknolojiye geçiş konusundaki önemli teşviklerdir (Wade ve ark., 2004). Robotik sağım sistemi işgücü tasarrufu sağlamakta; ancak, robotun kontrolü ve temizliğinin günde 2 veya 3 kez kontrol edilmesi, ineklerin görsel kontrolü ve maksimum sağım aralığını aşan ineklerin sağıma zorla getirilmesi gibi yeni işçilik görevlerini de beraberinde getirmektedir (Steeneveld ve ark., 2012). Toplam 62 çiftlikte (31 robotik sağım sistemi kullanan ve 31 geleneksel sağım sistemi kullanan) gerçekleştirilen bir çalışmada robotik sağım sistemine sahip bir çiftliğin geleneksel sağım sistemine sahip bir çiftlikten ortalama olarak % 29 daha az işgücü kullanıldığı bildirilmiştir (Bijl ve ark., 2007). Heikkilä ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada süt sığırcılığı yapılan işletmelerin sağım

sistemlerine göre ekonomik performansları araştırmışlardır. Çalışma sonucunda robotik sağım sistemlerinde geleneksel sağım sistemlerine göre % 30'dan daha az işgücü (saat/inek) ihtiyacı olduğunu bildirmişlerdir ($p < 0.001$). Belçika, Danimarka, Almanya ve Hollanda'daki 107 robotik sağım sistemine sahip işletmeler üzerinde yapılan bir başka çalışmada, ortalama olarak % 20'lik bir işgücü tasarrufu olduğu ifade edilmiştir (Mathijs, 2004). Danimarka'da yapılan bir çalışmada robotik sistemi kullanan 9 işletme ile geleneksel sağım sistemine sahip 9 işletme karşılaştırılmıştır. Robotik işletmelerinin geleneksel sisteme sahip işletmelere kıyasla günlük inek başına yaklaşık % 50 oranında işgücünden tasarruf edildiği bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar robotik sisteme sahip işletmelerde ayıklama oranının (% 38) geleneksel sisteme sahip işletmelerden (% 32) daha yüksek olduğunu da ifade etmişlerdir (Oudshoorn ve ark., 2012).

4.8. Hayvan kapasitesi

Sağım sisteminin kapasitesinin hayvan sayısına uygun olması, robotik teknolojinin ekonomik faydasını önemli ölçüde etkilemektedir. Ekonomik karlılık için robotik sağım sistemlerinden maksimum düzeyde faydalanılması gerekmektedir. Hayvan sayısı, sağım donanımı ve soğutma tankı boşaltma ve yıkama süreleri, hayvan trafiği, sağımda harcanan süre ve sağım bölgesinin tasarımı gibi birçok faktör robotik sağım sistemlerinin kapasitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Ünal ve Kuraloğlu, 2016). Robot başına hayvan sayısının 60 ila 70 inek civarında olması yaygın olarak tavsiye edilmektedir. Bu sayı, robotik sisteminin temizlemesi, sistemin arıza vermesi, sağıma gelmeyen hayvanların robota getirilmesi, sağım zamanı gelmeyen hayvanların robotu meşgul etmesi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Lyons ve ark., 2014). Yapılan bir çalışmada robotik sağım sistemine ve geleneksel sağım sistemine sahip işletmeler karlılık bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda robotik sağım sisteminin geleneksel sağım sisteminde daha karlı hale gelmesi için çiftliklerin minimum 35-40 baş sağmal hayvana sahip olması gerektiğini bildirmişlerdir (Hansen ve ark., 2019). Priekulis ve Laurs (2012), robotik sağım sistemlerinin kapasitesinin hayvan sayısı, sağımda geçirilen süre, sağım makinelerinin ve süt tanklarının servis süresi (yıkama), hayvan trafiği, sağım ünitesinin yeri gibi birçok faktörden etkilendiği ve robotik sağım sisteminde sağılacak hayvan sayısının maksimum 58-59 baş hayvanı geçmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Ünal ve Kuraloğlu (2016) robotik sağım sistemlerinin kapasitesine ortaya koymak ve sağılacak hayvan sayısını belirlemek amacıyla

yaptıkları çalışmada 3 farklı (A, B ve C) işletmede maksimum hayvan sayısını hesaplamak için matematiksel denklemlerden yararlanılmıştır. A, B ve C işletmelerinde sağılan hayvan sayısı sırasıyla 123, 102 ve 104 baş, robotik sağım sayısı ise üç işletme içinde eşit sayıdadır. Çalışma sonucunda robotik sağım sistemlerinin kapasite katsayısı A, B ve C işletmelerinde sırasıyla 0.86, 0.75 ve 0.68 bulunmuşlardır. Araştırmacılar sağım sistemlerinin kapasitesinin birçok faktörden etkilendiğini, robotik ünite başına maksimum A işletmesinde 64, B işletmesinde 61 ve C işletmesinde 68 hayvana hizmet verebileceğini ifade etmişlerdir.

4.9. Maliyet

Robotik sağım sistemini tercih eden 60 işletmeyle yapılan anket sonucunda işletmelerin geleneksel sağım sistemi yerine robotik sağım sistemini tercih etmelerinin sebebinin işgücü tasarrufu, artan esneklik, günde ikiden daha fazla sağım yapma ve işçi sayısındaki azalma olduğunu ifade edilmiştir (Hogeveen ve ark., 2004). Robotik sistemin avantajı olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Birinci dezavantaj maliyettir; yani, büyük bir başlangıç yatırımı gerektirmeleridir. Rotz ve ark. (2003) belirli bir sürü için ilk ekipman maliyetinin geleneksel sağım sistemlerine kıyasla 2-3 kat daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada robotik sağım sistemine sahip işletmeler ile geleneksel sağım sistemine sahip işletmeler arasındaki karlılık durumu araştırılmıştır. Çalışmada 632 robotik, 1288 geleneksel sağım sistemine sahip işletmelerinin muhasebe ve üretim verileri kullanılmıştır. Araştırmacılar robotik sistemin geleneksel sağım sistemlerinden daha karlı hale gelmesi için en 35-40 baş sağmal hayvana sahip olunması gerektiğini ve karlılığın (başa baş noktası) yaklaşık 4 yıllık bir geçiş döneminden sonra görünür olacağını ifade etmişlerdir (Hansen ve ark., 2019). Yapılan bir diğer çalışmada ise 400 işletme (63 robotik, 337 geleneksel sağım sistemi) karşılaştırılmıştır. Robotik sisteme sahip işletmeler için makine ve ekipman bakımı ile elektrik ve su gibi giderler önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Robotik işletmelerin (100 kg süt başına 12.71 €), geleneksel sağım sistemine sahip işletmelerden (100 kg süt başına 10.10 €) önemli ölçüde daha yüksek sermaye maliyetlerine sahip olduğunu; ilaveten, robotik işletmeler daha düşük protein içeriğine sahip süt üretmelerine rağmen geleneksel sağım sistemlerine sahip işletmeler ile aynı geliri elde ettikleri ifade edilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar yatırım tarihinden bağımsız olarak iki grup arasında gelir verimliliği açısından istatistik olarak önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Steenefeld ve ark., 2012).

5. Sonuçlar

Literatürdeki çalışmalar robotik sağım sistemlerinin işgücü tasarrufu, sağım sıklığı, süt verimi, hayvan sağlığı ve refahında belirli avantajlara sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte süt kalitesinde bazı düşüşler, ayıklama oranının geleneksel sistemlere göre daha fazla oluşu, başarısız sağımlar ve kurulum maliyeti ile tamir ve sigorta giderlerinin yüksek olması gibi dezavantajları da mevcuttur. Özetle robotik sistem avantajlı bir teknolojidir; ancak, eksiklikler hala mevcuttur. Bu nedenle mevcut olumsuzluklar teknolojik yeniliklerle çözülmesi gerekmektedir. Robotik sistemin kapasitesini geliştirmek, maliyetini azaltmak, faydalarını arttırmak ve nihayetinde daha yaygın kullanımını sağlamak için özellikle sürü yönetimi açısından daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bununla birlikte işgücü maliyetlerinin düşük olduğu yerlerde pazar payını arttırmak için özellikle kurulum maliyetlerini düşürmeye yönelik stratejilerin gelişmesi elzemdir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Finansman

Bu çalışma hiçbir dış finansman almamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Alıç, D., Yener, S.M., 2006. Süt sığırçılığı işletmelerinde robotlu sağım sistemi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(04): 369-380.
- Anonymous, 2005. Device Profile: Delaval Voluntary Milking System. (<https://linuxdevices.org/>), (Erişim Tarihi: 19.10.2022).
- Anonim, 2016. Gea R9500 Süt Sağım Robotu. (<https://www.met-farm.com/gea9500/>), (Erişim Tarihi: 19.10.2022).
- Astuti, A., Obitsu, T., Taniguchi, K., Sugino, T., 2019. Effect of milking frequency on body condition score, somatic cell count, and reproductive performance of dairy cows milked by an automatic milking system. *Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251: 012055.
- Bach, A., Busto, I., 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *Journal of Dairy Research*, 72(1): 101-106.

- Bach, A., Devant, M., Igleasias, C., Ferrer, A., 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92(3): 1272-1280.
- Bach, A., Cabrera, V., 2017. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. *Journal of Dairy Science*, 100(9): 7720-7728.
- Bausewein, M., Mansfeld, R., Doherr, M.G., Harms, J., Sorge, U.S., 2022. Sensitivity and specificity for the detection of clinical mastitis by automatic milking systems in bavarian dairy herds. *Animals*, 12(16): 2131.
- Bijl, R., Kooistra, S.R., Hogeveen, H., 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 90(1): 239-248.
- Borderas, T.F., Fournier, A., Rushen, J., De Passille, A.M.B., 2008. Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems. *Canadian Journal of Animal Science*, 88(1): 1-8.
- Borshch, O.O., Guttyj, B.V., Sobolev, O.I., Borshch, O.V., Ruban, S.Y., Bilkevich V.V., Dutka, V.R., Chernenko, O.M., Zhelavskiy, M.M., Nahirniak, T., 2020. Adaptation strategy of different cow genotypes to the voluntary milking system. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1): 145-150.
- Boztepe, S., AYTEKİN, İ., ZÜLKADIR, U., 2015. Süt Sığırçılığı. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Butler, D., Holloway, L., Bear, C., 2012. The impact of technological change in dairy farming: Robotic milking systems and the changing role of the stockperson. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 173(622): 1-6.
- Caraviello, D., 2004. Selection for clinical mastitis and somatic cell count. *Reproduction and Genetics*, 613: 1-6.
- Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C., Bueno, J., 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 95(2): 929-936.
- Dearing, J., Hillerton, J.E., Poelarends, J.J., Neijenhuis, F., Sampimon, O.C., Fossing, C., 2004. Effects of automatic milking on body condition score and fertility of dairy cows. Automatic Milking, Wageningen Academic Publishers, Cambridge, MA, USA.
- De Koning, K., Vestappen-Boerekamp, J., Schuiling, E., 2002. Milk cooling systems for automatic milking. First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, Toronto, Ontario, Canada, pp. 25-35.
- Demir, B., Öztürk, İ., 2010. Robotlu sağım sistemleri. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 19(2): 21-27.
- Głowicka-Wołoszyn, R., Winnicki, S., Jugowar, J.L., 2010. Krotność doju krów z zastosowaniem robota VMS firmy DeLaval. *Nauka Przyroda Technologie*, 4(1): 1-8.
- Hansen, B.G., Jervell, A.M., 2015. Change management in dairy farming. *The International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 22(1): 23-40.
- Hansen, B.G., Herje, H.O., Höva, J., 2019. Profitability on dairy farms with automatic milking systems compared to farms with conventional milking systems. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(2): 215-228.
- Hale, S.A., Capuco, A.V., Erdman, R.A., 2003. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(6): 2061-2071.
- Heck, J.M.L., Van Valenberg, H.J.F., Dijkstra, J., Van Hooijdonk, A.C.M., 2009. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science*, 92(10): 4745-4755.
- Heikkilä, A.M., Vanninen, L., Manninen, E., 2010. Economics of small-scale dairy farms having robotic milking. *Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management*, February 18, Toronto, Canada.
- Helgren, J.M., Reinemann, D.J., 2003. Survey of milk quality on United States dairy farms utilizing automatic milking systems. Written for presentation at the 2003 ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE Riviera Hotel and Convention Center Las Vegas, Nevada, USA 27- 30 July, Paper Number: 033016.
- Hogenboom, J.A., Pellegrino, L., Sandrucci, A., Rosi, V., D'Incecco, P., 2019. Invited review: Hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows. *Journal of Dairy Science*, 102(9): 7640-7654.
- Hogeveen, H., Heemskerk, K., Mathijs, E., 2004. Motivations of Dutch farmers to invest in an automatic milking system or a conventional milking parlour. In: A. Meijering, H. Hogeveen and K. de Koning (Eds.), *Automatic Milking: A Better Understanding*, Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, pp. 56-61.
- Jacobs, J.A., 2011. Dairy cow adaptation to and interaction with an automatic milking system. Master Thesis, Michigan State University, Animal Science, America.
- Jacobs, J.A., Siegford, J.M., 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95(5): 2227-2247.
- Jago, J., Kerrisk, K., 2011. Training methods for introducing cows to a pasture-based automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*, 131(3-4): 79-85.
- Kaya, E., Örs, A., 2015. Süt çiftliklerinde hassas tarım teknolojileri. 29. *Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, 2-5 Eylül, Diyarbakır, Türkiye.
- Klungel, G.H., Slaghuis, B.A., Hogeveen, H., 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83(9): 1998-2003.

- Kruip, T.A.M., Morice, H., Robert, M., Ouweltjes, W., 2002. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *Journal of Dairy Science*, 85(10): 2576-2581.
- Kuraloğlu, H., 2022. Robotik süt sağım sistemlerinde robot etkinliğinin artırılmasına ilişkin parametrelerin ve sağım değerlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Laurs, A., Priekulis, J., 2011. Variability of milking frequency and intervals between milkings in milking robots. *Agronomy Research Biosystem Engineering*, 1(Special Issue): 135-141.
- Loudiyi, M., Temiz, H.T., Sahar, A., Haseeb Ahmad, M., Boukria, O., Hassoun, A., Ait-Kaddour, A., 2022. Spectroscopic techniques for monitoring changes in the quality of milk and other dairy products during processing and storage. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(11): 3063-3087.
- Lyons, N.A., Kerrisk, K.L., Garcia, S.C., 2014. Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. *Livestock Science*, 159: 102-116.
- Mathijs, E., 2004. Socio-economic aspects of automatic milking. In: A. Meijering, H. Hogeveen and K. de Koning (Eds.), *Automatic Milking: A Better Understanding*, Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, pp. 46-55.
- Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., Wiktorsson, H., 2007. The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 107(1-2): 13-21.
- Monov, V., Karastoyanov, D., 2021. Innovations in robotic cow milking systems. *2021 20th International Conference on Advanced Robotics (ICAR)*, December 6-10, Ljubljana, Slovenia, pp. 58-63.
- Nogalski, Z., Czerpak, K., Pogorzelska, P., 2011. Effect of automatic and conventional milking on somatic cell count and lactation traits in primiparous cows. *Annals of Animal Science*, 11(3): 433-441.
- Oudshoorn, F.W., Kristensen, T., Van Der Zijpp, A.J., De Boer, I.J.M., 2012. Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in Denmark. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 59(1-2): 25-33.
- Örs, A., Oğuz, C., 2016. Süt sağım robotları, satın almaya değer mi? *XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 25-27 Mayıs, Isparta, s. 1605-1614.
- Öneç, A., Şimşek, Ş., 2015. Robotik sağımda özgür hayvan trafiğine geçiş sonrası bazı sağım, yem tüketimi ve meme sağlığı parametrelerindeki değişim. *9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 3-5 Eylül, Konya, s. 456-459.
- Piwczyński, D., Brzozowski, M., Sitkowska, B., 2020. The impact of the installation of an automatic milking system on female fertility traits in Holstein-Friesian cows. *Livestock Science*, 240: 104-140.
- Priekulis, J., Laurs, A., 2012. Research in automatic milking system capacity. *11th International Scientific Conference Engineering For Rural Development*, May 24-25, Jelgava, pp. 24-25.
- Rodenburg, J., 2002. Robotic milkers: What, where... and how much!?? In *Proceedings of Ohio Dairy Management Conference*, December 16-17, Ohio, USA, pp. 1-18.
- Rotz, C.A., Coiner, C.U., Soder, K.J., 2003. Automatic milking systems, farm size, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86(12): 4167-4177.
- Roy, D., Ye, A., Moughan, P.J., Singh, H., 2020. Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species-A review. *Frontiers in Nutrition*, 7: 577759.
- Salovuo, H., Ronkainen, P., Heino, A., 2005. Introduction of automatic milking system in Finland effect on milk quality. *Agricultural and Food Science*, 14(4): 346-353.
- Steenefeld, W., Tauer, L.W., Hogeveen, H., Lansink, A.O., 2012. Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. *Journal of Dairy Science*, 95(12): 7391-7398.
- Suh, J.H., 2022. Critical review: Metabolomics in dairy science-evaluation of milk and milk product quality. *Food Research International*, 154: 110984.
- Täubert, H., Brade, W., Simianer, H., 2004. Genetic parameters of production traits in automatic and conventional milking systems. *55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, September 5-9, Bled, Slovenia, pp. 1-6.
- Tranel, L.F., Schulte, K.M., 2013. The economics of robotic milking systems. *Proceedings of The Precision Dairy Conference And Expo-A Conference on Precision Dairy Technologies*, June 26-27, Minnesota, USA, pp. 49-51.
- Tse, C., Barkema, H.W., DeVries, T.J., Rushen, J., Pajor, E.A., 2017. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 100(3): 2404-2414.
- Türkyılmaz, M., 2005. Süt sığırcılık işletmelerinde sağım robotu kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(1): 61-65.
- Ünal H., Kuraloğlu, H., 2016. Robotik sağım sistemlerinde optimum hayvan kapasitesinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(2): 149-156.

- Wade, K.M., Van Asseldonk, M.A.P.M., Berentsen, P.B.M., Ouweltjes, W., Hogeveen, 2004. Economic efficiency of automatic milking systems with specific emphasis on increases in milk production. In: A. Meijering, H. Hogeveen and K. de Koning (Eds.), *Automatic Milking: A Better Understanding*, Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, pp. 62-67.
- Wagner-Storch, A.M., Palmer, R.W., 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 86(4): 1494-1502.

ALINTI: Coşkun, G., Şahin, Ö., Aytakin, İ., 2023. Robotik Sağımda Sürü Yönetimi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 361-371.

CITATION: Coşkun, G., Şahin, Ö., Aytakin, İ., 2023. Herd Management in Robotic Milking. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 10(3): 361-371. (In Turkish).