



Operation and Labour Force Analysis of Feeding Robot in Livestock Enterprise[#]

Dursun Yenal Erzurumlu^{1,a,*}, Burak Şen^{2,b}

¹Ayhan Şahenk Agricultural Application and Research Centre, Niğde Ömer Halisdemir University, 51240 Niğde, Turkey

²Biosystems Engineering Department, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Niğde Ömer Halisdemir University, 51240 Niğde, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 12/12/2019 Accepted : 20/01/2020</p> <p>Keywords: Labor force Herd management Feeding robot Feed wagon Feed mixing</p>	<p>In today's conditions, one of the most important problems that faced by livestock enterprises and operators is providing of qualified and reliable labour and the cost problems caused by this to increase the capacity of the enterprise. In parallel, labour force, time and cost problems related to feed preparation and feed distribution are important output items for the enterprises. Feeding process in animal livestock has an important place in daily routine. Used feed, dispatch and management of it is one of the most important factors that affecting animal health and enterprise yield. In this study, considering the importance of the situation, provided operational knowledge about "feeding robot" which will can be a solution for labour force, time and herd management problems and which is not widely used and not known yet in our country, effects on herd management were defined and labour force and time analysis were performed as result of comparison with conventional feed preparation and distribution systems. Most important of the results that is compared to conventional systems with automation provided by the feeding robot provided %75 saving as labour force, 13.75 times saving as time input, especially in high capacities enterprise. In addition to this, it is another important result that is a support factor for other automation works such as milking robot used in modern enterprises and has an integral effect as herd management.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(5): 1058-1066, 2020

Hayvancılık İşletmelerinde Yemleme Robotu Operasyonu ve İşgücü Analizi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 12/12/2019 Kabul : 20/01/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: İş gücü Sürü yönetimi Yemleme robotu Yem vagonu Yem karma</p>	<p>Günümüz koşullarında, hayvancılık işletmelerinin ve işletmecilerin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri, işletme kapasitesini büyütme için nitelikli ve güvenilir iş gücü temini ve bunun getirdiği maliyet sorunlarıdır. Buna paralel olarak yem hazırlama ve dağıtımı ile ilgili iş gücü, zaman ve maliyet sorunları da işletmeler için önem taşımaktadır. Hayvancılıkta yemleme işlemi günlük çalışmalar içerisinde önemli bir yer tutar. Kullanılan yem, bunun sevki ve idaresi hayvan sağlığını ve işletme verimini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bu çalışmada, durumun önemi göz önüne alındığında, yem hazırlama ve yem dağıtım ile ilgili iş gücü, zaman ve sürü yönetimi sorunları için çözüm olabilecek ve ülkemizde kullanımı yaygın olmayan ve henüz tanınmayan yemleme robotu hakkında operasyon bilgileri verilmiş, sürü yönetimi üzerine etkileri belirlenmiş ve geleneksel yem hazırlama ve dağıtım sistemleri ile karşılaştırılması sonucunda iş gücü ve zaman analizleri yapılmıştır. Özellikle yüksek kapasiteli işletmelerde, yemleme robotu aracılığıyla sağlanan otomasyonun klasik sistemler ile karşılaştırıldığında iş gücünden %75 oranında, zaman girdisi konusunda ise 13,75 kat tasarruf olanağı çıkan sonuçların en önemlilerindendir. Bunun yanı sıra modern işletmelerde kullanılan süt sağım robotu gibi diğer otomasyon içeren işler için de bir destek unsuru ve sürü yönetimi olarak bütünleyici bir etkisi olduğu çıkan diğer bir önemli sonuçtur.</p>

^a yenalerezurumlu@gmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0001-7773-2101> | bsen@ohu.edu.tr

[#] <http://orcid.org/0000-0001-8105-1106>



Giriş

Günümüz koşullarında, hayvancılık işletmelerinin ve işletmecilerin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri, işletme kapasitesini büyütmek için nitelikli ve güvenilir iş gücü temini ve bunun getirdiği maliyet sorunlarıdır. Buna paralel olarak yem hazırlama ve dağıtım ile ilgili iş gücü, zaman ve maliyet sorunları da işletmeler için önem taşımaktadır. Hayvancılıkta yemleme işlemi günlük çalışmalar içerisinde önemli bir yer tutar. Modern işletmelerde bile yemleme çok zaman alan bir uygulamadır. Karma-parçalama ünitesinin doldurulması, barınaklara iletilmesi ve dağıtım manuel yapıldığı için sonuç büyük ölçüde operatörün dikkat ve özenine bağlıdır (Kaya ve Örs, 2015). Bu tür işlemleri kolaylaştırmak ve maliyetleri azaltmak için tarımsal mekanizasyonda bilgi teknolojilerinin artması ile ortaya çıkan hassas tarım uygulamalarından faydalanmak gereklidir. Hassas tarım kavramı ilk kez 1980'li yıllarda ABD'de ortaya atılmış ve gübre ve pestisit kullanımı gibi tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevre problemlerini çözüme ihtiyacından doğmuştur (Liu ve ark., 2003). 1980'lerden günümüze hassas tarım çalışmaları genellikle bitkisel üretim üzerine gerçekleştirilirken, son yıllarda hayvancılık tesislerinde de kullanılmaya başlamıştır. Sığırcılık tesislerinde hassas tarım uygulamalarının amacı; elektronik hayvan tanıma, algılama, ölçüm ve bilgi işlem teknolojilerini etkin biçimde kullanarak üretim sürecini sürekli denetim altında tutmak ve böylece karlılık, sağlık, kalite ürün güvenliği, hayvan ve çevre koruma alanlarında optimum sonuçlara ulaşmaktır (Uzmay ve ark., 2010).

Hayvancılık tesislerinde hassas tarım teknolojileri; elektronik hayvan tanıma sistemleri, hayvan tartım sistemleri, hayvan aktivite sistemleri, görüntü analiz sistemleri, süt (robotik) sağım sistemleri, besleme ve yemleme sistemleri, temizlik sistemleri ve sürü yönetim yazılımları olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde, son yıllarda, yukarıda belirtilen teknolojilerin bir kısmını veya büyük çoğunluğunu kullanan işletme sayısı giderek artmaktadır. Bunlar içerisinde sadece yemleme sistemleri konusunda yeterince örnek bulunmamaktadır. Yemleme sistemleri içerisinde kullanılan yem robotunun yurt dışında kullanımı yaygın olsa da Türkiye'de şuan için sınırlı sayıda işletmelerde aktif olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizde kullanımı yaygın olmayan ve henüz tanınmayan yemleme robotunun kullanımı hakkında operasyon bilgileri verilerek potansiyel işletmeler için tanıtıcı bir kaynak olması amaçlanmıştır. Bununla beraber, yemleme robotu klasik yem hazırlama ve dağıtım yöntemleri ile karşılaştırılması sonucunda iş gücü, zaman ve maliyet analizleri yapılarak bu sayede potansiyel işletmeler için sağlıklı bir veri kaynağı oluşturulması amaçlanmıştır. Bilgi ve elektronik çağı, tüm sektörler için yeni teknolojiler ve fırsatlar getirmektedir. Bu doğrultuda hayvancılık sektörü de bu yeniliklerden yararlanmalıdır. Yeniliklerin benimsenmesi ve uygulanması hayvancılık sektörü için hayvan sağlığı, çıktılarının artışı ve girdilerin azalışı bakımından büyük faydalar sağlayacaktır.

Konu ile ilgili veya yakın olarak yurt içi ve yurt dışında yapılan çeşitli çalışmalar şu şekildedir:

Yurt içi çalışmalar

Uzmay ve ark. (2010), hayvansal üretim dergisinde, "Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamaları" başlıklı, yüksek lisans tezinden üretilen bir makale yayınlamıştır. Bu makalede, süt sığırcılığında verimin,

ürün kalitesinin, yemlemenin, üremenin ve hayvan sağlığının hassas biçimde denetim ve yönetimi amacıyla geliştirilen ileri teknolojiler tanıtılmıştır. Makalenin bir bölümünde Otomatik yoğun yem üniteleri başlığı altında bu sistemler yalın bir şekilde tanıtılmıştır.

Kaya ve Örs (2015), Diyarbakır'da düzenlenen uluslararası tarım, gıda ve gastronomi kongresinde, "Süt Çiftliklerinde Hassas Tarım Teknolojileri" başlıklı, bir makale yayınlamıştır. Bu çalışmada, dünyada uygulaması artan ve ülkemizde de uygulamaya yeni başlanan hassas süt çiftçiliğinin tanımlanması; süt çiftliklerinde kullanılacak olan ideal hassas tarım teknolojisinin taşınması gereken özellikler; en yaygın kullanılan hassas süt çiftliği teknolojileri ve kullanım amaçları anlatılmıştır. Makalenin bir bölümünde besleme/yemleme teknolojileri başlığı altında otomatik yemleme sistemleri yalın bir şekilde tanıtılmıştır.

Yıldız ve Özgüven (2018), Yozgat'ta düzenlenen 3. uluslararası Bozok sempozyumunda, Hassas Hayvansal Üretim Uygulamaları ve Yozgat Hayvancılığında Uygulanabilirliği" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu çalışmada, hassas hayvancılık uygulamalarının Yozgat ilinde yaygınlaştırılması ile hayvancılığa katma değer sağlanacağı düşünülmüş bu düşünceyle hassas hayvansal üretim uygulamalarının ne olduğu ayrıntılı bir şekilde verilmiş, Yozgat'taki hayvancılığın güncel durumu araştırılmış ve hassas hayvancılığın mevcut ve potansiyel kullanımı araştırılmıştır.

Yurt dışı çalışmalar

Livshin ve ark. (1995), Journal of Dairy Science'de, "Regularity of Dairy Cow Feeding Behavior with Computer-Controlled Feeders" başlıklı bir tez yayınlamıştır. Bu makalede, otomatik yemleme sistemlerindeki inek davranışları ele alınmıştır.

Eduardo (2002) tarafından, Amerika Massachusetts Institute of Technology'de, 2002 yılında, "A Self-Feeding Robot" başlıklı bir tez çalışması yapılmıştır. Bu tez çalışması bir yemleme robotunun tasarımını ve yapımını açıklamaktadır.

Miron ve ark. (2004), Journal of Dairy Science dergisinde, "Lactation Performance and Feeding Behavior of Dairy Cows Supplemented Via Automatic Feeders with Soy Hulls" or Barley Based Pellets" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede, otomatik besleyiciler ile süt ineklerinde laktasyon performansı ve beslenme davranışı ele alınmıştır.

Katainen ve ark. (2005), "Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science" dergisinde, "Competitive Behaviour of Dairy Cows at A Concentrate Self-Feeder" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede, otomotoik yemleme sistemlerindeki inek davranışları ele alınmıştır.

Grothmann ve ark. (2010), "Automatic Feeding System for Dairy Cattle - Potential for Optimisation in Dairy Farming" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu makale 2010 yılında uluslararası bir konferansta sunulmuştur. Bu makalede 4 ayrı ülkede 18 çiftlikte yapılan bir anket çalışmasına yer verilmiştir. Bu çiftliklerde kullanılan otomatik yemleme sistemlerinin optimizasyon bilgileri derlenmiştir.

Prakash ve ark. (2015), Indian Farmer dergisinde, "Automation in Feeding - A Precision Dairy Farm Management" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede, çiftliklerde kullanılan otomatik besleme sistemleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Pezzuolo ve ark. (2016), "Engineering for Rural Development" isimli konferansta, "Automatic Feeding System: Evaluation Of Energy Consumption and Labour Requirement In North-East Italy Dairy Farm" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede, İtalya'da bir süt çiftliğinin izlenmesi üzerine odaklanmıştır, Geleneksel bir besleme sisteminin sabit beslemeli otomatik bir sisteme ile karşılaştırılması ele alınmıştır.

Özgüven (2018), Amerika'da yayınlanan "Current Investigations in Agriculture and Current Research" dergisinde "The Newest Agricultural Technologies" başlıklı bir makale yayınlamıştır. Bu çalışmada, bitki yetiştiriciliğinde ve hayvan beslemede son yıllarda kaydedilen gelişmeler dikkate alınarak başarıyla uygulanan teknolojiler ele alınmıştır. Çalışma içerisinde hayvancılıkta kullanılan robot sistemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Türkiye'de sınırlı sayıda olan robotik yem hazırlama ve dağıtma sistemine sahip, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarımsal Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan büyükbaş biriminde yürütülmüştür. 60 baş kapasiteli tesiste 34 adet, birinci laktasyon döneminde olan, sağmal, siyah alaca inek bulunmaktadır. 34 adet inek, araştırma yapılan ve gözlemlenen dönem içerisinde, gebe dönemden sağmal döneme kadar geçen 4 aylık dönemde, nisan-mayıs ayları içerisinde klasik yem hazırlama ve dağıtma yöntemi ile haziran-temmuz ayları içerisinde robotik yem hazırlama ve dağıtma sistemi besleme yapılmıştır. Klasik yem hazırlama ve dağıtma işleminde çekilir tip, traktör PTO tahrikli, dik rotorlu 8 m³, ağırlık ölçümüne sahip, yem karma-parçalama-dağıtma makinası ve ön yükleyiciye sahip, kabinli, 100 BG'nde bir tarım traktörü kullanılmıştır. Robotik yem hazırlama ve dağıtma işleminde ise işletme bünyesinde bulunan yem robotu kullanılmıştır.

Birinci kısımda robotik yem hazırlama-dağıtma sistemi tanıtılmış ve operasyonun nasıl yapıldığı konusunda teknik bilgiler verilmiş, sürü yönetimi etkileri üzerine araştırmalar yapılmıştır.

İkinci kısımda klasik ve robotik sistem karşılaştırılarak zaman ve iş gücü analizi yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı 4 aylık dönemde, farklı günlerde gerçekleşen doğumlardan dolayı hayvanlar "düve", "yakın gebe" ve "sağmal" olmak üzere her dönem için iki grup oluşturularak besleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Her iki sistemde de grup yemleme yapıldığı için gruplandırma işleminin çıkan sonuçlar üzerine bir etki sağlamayacağı öngörülmüştür. Nisan-Mayıs aylarını kapsayan iki aylık dönemde "düve" ve "yakın gebe" olarak adlandırılan iki grup oluşturulmuş. Düve gurubuna 24, yakın gebe gurubuna 10 hayvan atanmıştır. Bu guruplar için sırasıyla 06:00, 13:00 ve 19:00 saatlerinde olmak üzere günde üç rasyon hazırlanmıştır. Belirtilen dönemler içerisinde klasik yem hazırlama işlemi

ile bir hafta içerisinde toplamda 42 defa yem yükleme, karma-parçalama ve dağıtma işlemi uygulanmıştır. Uygulamalar esnasında traktör operatörü ve yardımcı olmak üzere iki işçi görevlendirilmiştir. Haziran-Temmuz aylarını kapsayan iki aylık dönemde "yakın gebe" ve "sağmal rasyon" olarak adlandırılan iki grup oluşturulmuş. Yakın gebe gurubuna 24, sağmal rasyon gurubuna 10 hayvan atanmıştır. Doğumlara paralel olarak temmuz ayı son dönemlerinde yakın gebe gurubunda azalma, sağmal rasyon gurubunda artış olmuştur ancak operasyon sayısını ve toplamda kullanılan yem miktarını değiştirmedikleri için bu değişim değerlendirmeye alınmamıştır. Bu guruplar için sırasıyla 06:00, 13:00 ve 19:00 saatleri başlangıç olmak üzere günde üç rasyon hazırlanmıştır. Robotik sağım sistemine adaptasyon amaçlı, saatler üzerinde ara süreleri değiştirmek kaydı ile değişimler yapılmıştır. Belirtilen dönemler içerisinde robotik yem hazırlama işlemi ile bir hafta içerisinde toplamda 42 defa yem karma-parçalama ve dağıtma işlemi programlanmış ve uygulanmıştır. Uygulamalar esnasında sadece bir traktör operatörü görevlendirilmiştir. Traktör operatörü, sadece vagon yükleme ve operasyonun takibinde kullanılmıştır. Her iki dönem içerisinde yapılan tüm işlemler için işçi açısından, zaman değerleri çıkartılarak analizler yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

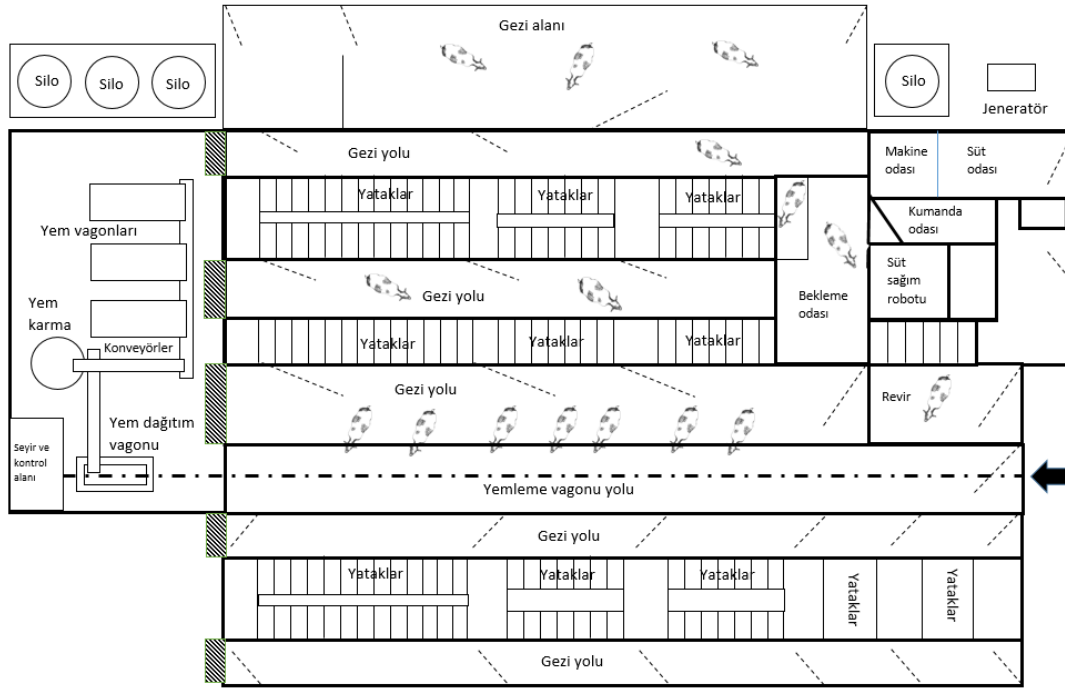
Barınak Tesisi

Barınak inşasında yemleme robotu elemanlarının yerleşimi çok önemlidir. Yüksek hacimli ve belirli bir sıralamaya göre çalışan parçalardan dolayı tesisin, yemleme robotu operasyonuna uygun bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle mevcut tesislere adaptasyon teknik olarak mümkün olmayabilir veya yüksek maliyetler gerektirebilir. Şekil 1'de çalışmanın yapıldığı işletmeye ait plan verilmiştir.

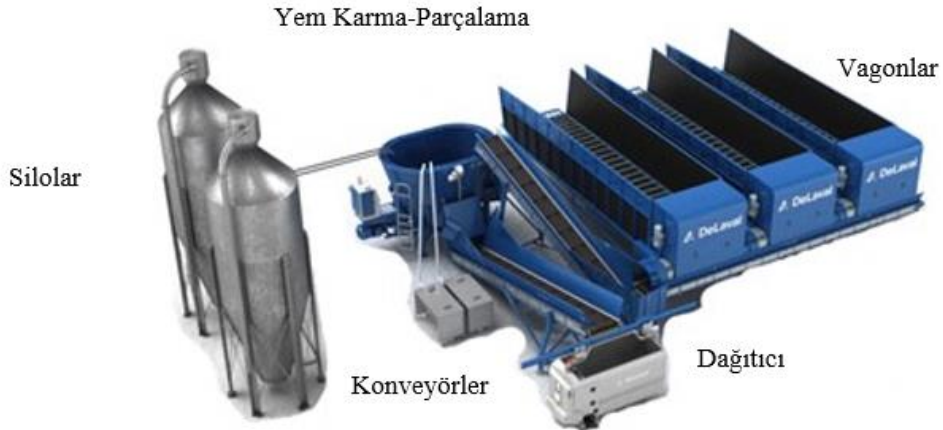
Şekil 1'de görüleceği üzere yem depolama alanları robotun doldurma boşaltma bölümüne yakın olması gerekmektedir. Yem transferinin hızlı, düşük maliyetli ve düşük işgücü sağlayacak şekilde olması için siloların ve kaba yem depolarının, yem vagonlarına yakın tesis edilmesi gerekmektedir. Depolama, karma, boşaltma ve transfer için kullanılan robot elemanlarının kapladığı belirli bir alan bulunmaktadır. Bu ölçülerde bir alanın önceden plan içerisine yerleştirilmesi gerekmektedir. Çalışma yapılan barınakta bu alan 225 m²'dir. Yemleme esnasında kullanılan yol ölçülerinin de robota uygun olarak tasarlanmış olması gerekmektedir. Geniş yapıldığı takdirde çift taraflı kullanım sağlanamaz, dar yapıldığı takdirde ise vagon seyahati için yeterli alan sağlanamaz.

Robot Operasyonu

Yemleme robotu şu ana bölümlerden oluşmaktadır; Kaba yem vagonları, kesif yem silolar, taşıyıcı bant konveyörler, yem karma ve parçalama ünitesi, dağıtıcı vagon, elektrik sistemi (panoları) ve kumanda bölümü. Kaba yem ve silaj vagonları, silolar opsiyonel parçalar olup operasyonun durumuna göre sisteme dâhil edilmeyebilir. Şekil 2'de parçalar görsel olarak verilmiştir. Şekil 3'te ise çalışma yapılan işletmeye ait görseller bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışmanın yapıldığı işletmeye ait plan
Figure 1. Plan for the agricultural enterprise in which the study is made



Şekil 2. Yemleme robotu uygulaması ve parçaları
Figure 2. Feeding robot application and parts



Şekil 3. NÖH Üniversitesi Araştırma Merkezi yemleme robotu uygulaması ve parçaları
Figure 3. NÖH University Research centre feed robot application and parts

Kaba yemin depolandığı vagonlardan en fazla dört adet konumlandırılabilir. Bu da dört farklı kaba yemin kullanılacağı anlamına gelmektedir. Çalışmanın yapıldığı işletmede üç adet vagon tesis edilmiştir. Vagonların her biri 10 m³ kapasitesinde olup, manuel olarak yüklenmektedir. Yem alma sırası programlanabilmektedir. Bu nedenle hangi yemin hangi vagona yükleneceği konusunda bir sıralama

yoktur. Marka tarafından, teorikte böyle bir bilgi verilse de pratikte yemlerin yüklenme sıralarının önem taşıdığı tespit edilmiştir. Tartım işlemi vagon veya konveyörler üzerinde değil de yem karma ünitesi üzerinde olduğundan yoğunluğu fazla olan yem ağırlığının bir sonraki rasyona etki etmemesi için diğer bir deyimle sapma oranının az olması için yüksek yoğunlukta olan yemin son vagona yüklenmesi daha doğru

bir uygulama olacaktır. Bu şekilde bir sonraki işlem için bant üzerindeki kalıntı daha az olacaktır. Özet olarak, yüklemenin, yoğunluğu az olanın ilk, yoğunluğu fazla olanın son vagon olacak şekilde yapılması sapma oranını düşük tutmada etkilidir. Yemler, vagona sıkıştırılmış şekilde de yerleştirilebilir. Vagonun dökme haznesi önünde bir karıştırma ünitesi bulunmaktadır. Ürün kabartılarak yoğunluğu azaltılır. Bu sayede ağırlıkta oluşabilecek sapmalar azaltıldığı gibi konveyörlerin ve karma-parçala ünitesinin zorlanması ve tıkanması da önlenmiş olur.

Kesif yem silolardan en fazla üç adet konumlandırılabilir. Bu da üç farklı kesif yemin kullanılacağı anlamına gelmektedir. Siloların kapasitesi ile ilgili birçok opsiyonu mevcuttur. Çalışmanın yapıldığı işletmede üç adet, 13 ton kapasiteli silo kullanılmıştır. Silolar manuel olarak yüklenmektedir. Yem alma sırası programlanabilmektedir. Bu nedenle hangi yemin hangi siloya yükleneceği konusunda bir sıralama yoktur.

Yer karma ve parçalama ünitesi sistemin en önemli bölümlerinden biridir. 8 m³'lük, dik rotorlu, elektrikli motor ile tahrik edilen sistem, hem karma hem parçalama hem de ağırlık ölçme işlemlerini gerçekleştirir. Rasyon hazırlama esnasında programlanan karışım miktarına göre her bir yemin sırasıyla ağırlığını tartarak kumanda merkezine bilgi vermektedir. Sistem, karma ve parçalama işlemlerinin önemli parametrelerinden biri olan zamansal olarak ta programlanabilmektedir. Yem karma ünitesinde kapasite faktörü önemlidir ve uygulamada mutlaka gözetilmesi gerekir. Karma makinası kapasitesi yüksek olduğundan düşük hacimli uygulamalarda istenilen sonucu vermemektedir. Araştırma yapılan işletmede bir yükleme başına 300 kg'ın altında olan uygulamalarda istenilen sonucun alınmadığı tespit edilmiştir. 300 kg/gün'lük bir rasyon için asgari 10-12 hayvan gereklidir. Bu durumda 10 hayvanın altında kapasiteye sahip işletmeler için yemleme robotu operasyonu sorun çıkarabilir. Ayrıca yüksek kapasiteli işletmelerde 10'un altında gruplandırarak da benzer sorunlar çıkarabilir.

Yem dağıtım vagonu operasyonun son işleminin gerçekleştiği ünitelerdir. Sistem üzerindeki tek hareketli parçadır. Sabit bir doğrusal yol üzerinde ilerleyerek boşaltım işlemi yapar. Yolun uzunluğu değişken olabilmeye beraber önemli olan programlanan duraklar içerisinde boşaltım işleminin yapılmasıdır. Yol üzerinde 50 durak tanımlanabilir. Her defasında tek taraf olmak üzere her iki taraflı boşaltım yapılabilir. Boşaltım ve ilerleme hızı tanımlanan her bir istasyon için programlanarak dağıtım miktarı ayarlanabilmektedir. Boşaltım, her bir istasyon için hem sadece gidiş veya dönüş hem de gidiş-dönüş olarak tanımlanabilir. Çalışmanın yapıldığı işletmede yemleme yolu boyu 50 m, eni ise 3,2 m olacak şekilde tesis edilmiştir. Doğumların başladığı dönem olan mayıs sonlarında "yakın gebe" ve "sağmal rasyon" olarak adlandırılan iki grup oluşturulmuş ve barınak bu gruplardaki hayvan sayısına göre değişken olmak üzere iki bölüme ayrılarak üç durak tanımlanmıştır. Şekil 4'de araştırma yapılan tesiste, yem dağıtım uygulaması ile ilgili görsel bulunmaktadır.

Kumanda odası (merkezi) için tüm operasyonun beynidir denilebilir. Robotun yönetim ve iletişim işlemleri bu bölümden gerçekleştirilmektedir. Programlamanın büyük bir kısmı bu bölümden yapılmaktadır. Programlama birçok parametrenin değiştirilmesi ile gerçekleşir ve parametrelerin tamamı giriş parametreleridir. Bu parametreler ve işlevleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1 ve 2'de verilen parametrelerin işlevlerin daha iyi açıklanabilmesi ve kavranabilmesi için örnek bir çalışma üzerinden gidilmesi daha uygun olacaktır. Şekil 5 ve 6'da çalışmanın gerçekleştirildiği işletmede yapılan örnek bir operasyona ait bilgiler bulunmaktadır. Şekil 5'te görüleceği üzere bu örnekte, ilk olarak "sağmal rasyon" olarak atanmış grup için saman, yonca, silaj ve kesif yem ile bir reçete oluşturulmuştur. Yükleme sırası saman, yonca, silaj ve kesif yem olacak şekilde programlanmıştır. Ağırlıkları sırasıyla, hayvan başına, bir günlük olarak, 2.25 kg, 4.50 kg, 17.00 kg ve 6.50 kg olacak şekilde programlanmıştır. 34 hayvan için günlük toplam 1 028.5 kg'lık bir reçetedir.

Şekil 6'da görüleceği üzere bu reçete gün içerisinde zamanlara bölünebilir, bu bölümler seri olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca her bir yemleme için toplam ölçüden yüzdesel olarak istenilen miktarlarda pay verilebilir. Örnekte, saat 6:00 da %33, saat 13:15'de %34 ve saat 19:00'da %33 olarak üçe bölünmüştür. Her bir periyotta oluşan yükleme miktarları istenilen ve gerçekleşen olarak hesaplandığı için yükleme hataları da bir mesaj olarak belirtilmektedir. Yapılan örnekte sabah 06:00'da yapılan yükleme ve dağıtım sonrasında hata + %0,9 olarak gerçekleşmiştir. Bu da 339 kg'lık bir reçete içerisinde yaklaşık 3 kg'a tekabül etmektedir. Yükleme ve dağıtım süresi kullanılan yemlerin miktarı ve karma-parçalama süresine bağlı olarak 40 ile 60 dk arasında sürebilmektedir. Son olarak, daha önce programlanmış karma-parçalama miktarı belirtilmektedir. Bu miktar örnekte 17 dk olarak programlanmış ve belirtilmiştir. Karıştırma miktarı önemli bir parametredir. Bu parametre, karışımın homojenliği üzerine etki sağlar. Ayrıca kaba yemin parçalanma miktarı konusunda da önem arz eder. Rasyon hazırlanırken kaba yemin partikül boyutunun küçük tutulması ya da seçiciliğe neden olacak boyutta büyük tutulması da rumen sağlığını bozacak unsurlardır (Görgülü ve ark., 2011). Robot operasyonunda, klasik yem hazırlama ve dağıtmaya göre yükleme hata payı daha düşük ve denetlenebilir olduğundan, karıştırma zamanı ve yemleme yolu üzere yapılan boşaltım daha hassas, ayarlanabilir ve denetlenebilir olduğundan ve daha homojen bir karışım elde edilebildiğinden dolayı beslemeye bağlı hayvan hastalıklarının kontrolünde de etkili bir denetim sağlanmaktadır.



Şekil 4. Yem dağıtım vagonunun çalışmasından bir görüntü

Figure 4. A View from the operation of the feed distribution wagon

Çizelge 1. Reçete (Rasyon) hazırlama parametreleri

Table 1. Recipe (Ration) preparation parameters

Parametre	İşlevi
Yükleme Siparişi	Yem yükleme sırasını belirtmektedir
Yem Adı	Kullanılan yemlere verilen isimlerdir
Ağırlık	Bir hayvan için verilecek ağırlık miktarıdır / Her yem için ayrı girilebilir
Kritik	Doldurma işleminin kesin olup olmayacağı konusunda bilgi girişidir
Kontrol Biçimi	Doldurmanın ağırlığa veya zamana bağlı olup olmadığı konusunda bilgi girişidir

Çizelge 2. Seri hazırlama parametreleri

Table 2. Serial preparation parameters

Parametre	İşlevi
Seri No	Gün içerisindeki yemleme sırasını belirtmektedir
Kontrol Tipi	Yem yükleme kontrolünün zaman ile mi yoksa el ile mi olacağını belirtir
Başlangıç Tipi	Tüm yükleme ve boşaltım işlemlerinin otomatik veya manuel olacağını belirtir
Seri Durumu	Serinin tamamlanıp tamamlanmadığını belirtmektedir
Başlangıç Saati	Serinin başlama saatini belirtmektedir
Başlangıç Ağırlığı	Serinin başlama ağırlığını belirtmektedir, bir nevi karma ünitesi darasını belirtir
Reçete	Hangi reçetenin (rasyonun) uygulanacağını belirtmektedir
Hedef Ağırlık	Tanımlanan yemlerin ağırlıklarının girildiği parametredir
Bitiş Süresi	Serinin bitiş saatini belirtmektedir
Yükleme Zamanı	Seri başlama ve sonlanma arası geçen zamanı belirtir
Yükleme Hatası (% ve Kg)	İstenilen ve gerçekleşen ağırlık arasındaki farkın yüzde ve ağırlık olarak sapma hatasını belirtir.
Yükleme Maliyeti	Tanımlanan yemler için fiyat girilmiş ise toplam her serinin toplam yem maliyetini belirtir.
Karıştırma Süresi	Yem karma ve parçalama süresini belirtir

Yükleme Siparişi	Yemleme Sayısı	Yem Adı	Yayın Türü	Ağırlık DM	Yaş Ağırlık	Ağırlık %	Kritik	Kontrol Biçimi
1	10	SAMAN	Kuru Kaba Yem	2.25	2.25	7.44	✓	Ağırlık kontrollü
2	11	YONCA	Kuru Kaba Yem	4.50	4.50	14.88	✓	Ağırlık kontrollü
3	12	MISIR, SİLAJI	Silaj	17.00	17.00	56.20	✓	Ağırlık kontrollü
4	14	FAB. YEMİ (5.SİLO)	Ticari Konsantre (Co...	6.50	6.50	21.49	✓	Ağırlık kontrollü

Şekil 5. İşletmede yapılan bir örnekte alınan reçete (rasyon) parametreleri

Figure 5. Recipe parameters taken from a sample made in the enterprise

Seri No	Aktif	Seri Tipi	Kontrol Tipi	Başlangıç Tipi	Seri Durumu	Başlangıç saati	Başlangıç Ağırlığı	Alarm saati	Alarm saatin...	Reçete	Hedef Ağırlık	Tartı
1	✓	Grup başına programlanan	Zaman kontrollü	Otomatik	Bitiş	6:00 AM	0	12:00 AM		SAĞMAL RASYON	339	SI800
2	✓	Grup başına programlanan	Zaman kontrollü	Otomatik	Yapılmadı	1:15 PM	0	12:00 AM		SAĞMAL RASYON	349	SI800
3	✓	Grup başına programlanan	Zaman kontrollü	Otomatik	Yapılmadı	7:00 PM	0	12:00 AM		SAĞMAL RASYON	339	SI800

Şekil 6. İşletmede yapılan bir örnekte alınan seri parametreleri

Figure 6. Serial parameters taken from a sample made at the enterprise

Sürü Yönetim Etkileri

Robotik yemlemenin, sürü yönetiminde, özellikle iki konuda doğrudan etki yaptığı gözlemlenmiştir. İlk olarak kayıt, takip ve yönetim anlamındaki etkiler üzerine araştırma yapılmıştır. Robotik yemleme sayesinde tüm hayvanlar, tesis içerisindeki teknik ve fiziksel imkânlarla bağlı olarak istenilen miktarda ve bölümde gruplara ayrılabilir. Yapılan çalışmada gebe olan hayvanlar doğum zamanlarından sonra iki ayrı gruba ayrılmıştır. Bu grupların anlık ve geçmişe yönelik tükettikleri yem içerik ve tüketim miktarları kayıtları alınabilmektedir. Bu şekilde gruplara göre hayvan ihtiyaçları, enerji hesaplamaları,

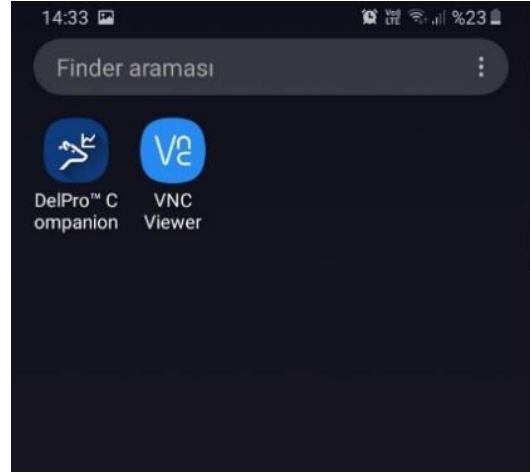
zamana ve mevsime göre tüketim ve maliyet hesaplamaları kolaylıkla tespit edilip analizler yapılabilir. Gruplara ayırmadaki kolaylık, düşük hassasiyette ve tek bir noktadan bilgi girişi yaparak rasyon değişikliklerinin yapılması, zaman ve miktarının belirlenmesi ise yönetim anlamında kolaylık getirmektedir. Ayrıca robotu kuran firma tarafından sağlanan uzaktan bağlantı ve kontrol yazılımları sayesinde sistem uzaktan da denetleme ve kontrole sahiptir. Şekil 7'de uzaktan kontrol ve denetimi mobil telefon uygulamasından bir örnek görülmektedir.

Sürü yönetimi anlamında sağlanan diğer önemli etki ise tesiste bulunan diğer hassas tarım uygulamalarına destek sağlamasıdır. Robotik sağım ünitesine sahip süt sığırı işletmelerini örnek alırsak, ineklerin robot ünitesini benimsemesi ve bunun alışkanlık haline getirilmesi önemlidir. Bunun için ilk haftalarda zamana ihtiyaç vardır ve insan yardımı zorunludur. İneklerin sisteme adapte olması için ortalama 6 ile 8 haftalık bir zaman gereklidir (Mundan, 2014). Hatta bu süre ardından bazı sağmal ineklerin, robotik sağım ünitesine, %5-10 kadarının adapte olmadığı da görülmüştür (Armstrong ve Daugherty, 1997; Koning ve ark., 2002). Belirtilen bu zorluklar neticesinde sistemin inekler tarafından kullanılabilmesi için 2-3 haftalık bir eğitim sürecine gereksinim bulunmaktadır. Bu eğitim esnasında uygulanan yöntemlerden biri ise yem tüketim davranışlarının belirlenmesi ve yönetilmesidir. Robotla sağım uygulanan işletmelerde yem tüketme davranışlarında önemli değişiklikler gözlenmiştir (Türkyılmaz, 2005). Robotla yapılan sağım gönüllü bir sistem olduğundan gün içerisindeki sağım zamanlarında değişimler olmaktadır. Bu durumda yemleme zamanlarının ve adetlerinin de hayvan davranışlarına ve gün içerisinde istenilen sağım miktarına paralel olarak dönemsel olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Robotik yemleme sisteminde bu değişimler kolaylıkla ve kısa zaman içerisinde değiştirilebilir. Bu türden bir denetim, klasik yem hazırlama ve dağıtma yöntemleri ile zor ve maliyetlidir. İlave iş gücü ve takip gerektirmektedir. Araştırma yapılan işletmede aynı zamanda robotik sağım sistemi de bulunmaktadır. Doğum yapan hayvanların robota daha çabuk adaptasyonu için yemleme zamanlarında değişimler uygulanmış ve bu şekilde hayvanların daha çabuk adaptasyon sağlaması amaçlanmıştır. Yapılan bu değişimler sonrasında hayvanların en geç 30 gün içerisinde sağım sistemine teşviksiz bir şekilde adapte olduğu tespit edilmiştir.

İş Gücü Analizi

Robot operasyonu esnasındaki iş gücü analizini yaparken klasik sistemler ile karşılaştırmak bize daha açık ve net sonuçlar sağlayabilir. Bu bölümde, klasik yem hazırlama ve parçalama yöntemleri ile mukayese yapılmıştır. Şekil 8'de görüleceği üzere, araştırma esnasında, klasik yöntemde yem hazırlamada, çekilir tip, traktör PTO tahrikli, dik rotorlu 8 m³, ağırlık ölçümüne sahip, yer karma-parçalama-dağıtma makinası ve ön yükleyiciye sahip, kabinli, 100 BG'nde bir tarım traktörü kullanılmıştır.

Nisan-Mayıs aylarını kapsayan iki aylık dönemde “düve” ve “yakın gebe” olarak adlandırılan iki gurup oluşturulmuş. Düve gurubuna 24, yakın gebe gurubuna 10 hayvan atanmıştır. Bu guruplar için sırasıyla 06:00, 13:00 ve 19:00 saatlerinde olmak üzere günde üç rasyon hazırlanmıştır. Belirtilen dönemler içerisinde klasik yem hazırlama işlemi ile bir hafta içerisinde toplamda 42 defa yem yükleme, karma-parçalama ve dağıtma işlemi uygulanmıştır. Uygulamalar esnasında traktör operatörü ve yardımcı olmak üzere iki işçi görevlendirilmiştir. Bir işçi gün içerisinde azami 12 saat (bir saat dinlenme dâhil) çalıştırılacağı için bir haftada en fazla dört gün çalıştırılabilir (Anonim, 2004). Bu durumda bir haftalık çalışma süresi içerisinde en az 4 işçiye ihtiyaç vardır. Bu işçilerden en az ikisi traktör operatörü olmalıdır. Tüm işçiler yükleme, karma-parçalama ve dağıtma esnasında aktif olarak görev almaktadır.



Şekil 7. Mobil Telefon Uygulaması
Figure 7. Mobile phone application



Şekil 8. Yem karma-parçalama-dağıtma makinası ve rasyon hazırlama işleminden görüntüler
Figure 8. Images from feed mixing-shredding-dispensing machine and ration preparation process

Haziran-Temmuz aylarını kapsayan iki aylık dönemde “yakın gebe” ve “sağmal rasyon” olarak adlandırılan iki gurup oluşturulmuş. Yakın gebe gurubuna 24, sağmal rasyon gurubuna 10 hayvan atanmıştır. Doğumlara paralel olarak temmuz ayı son dönemlerinde yakın gebe gurubunda azalma, sağmal rasyon gurubunda artış olmuştur ancak operasyon sayısını ve toplamda kullanılan yem miktarını değiştirmediği için bu değişim değerlendirmeye alınmamıştır. Bu guruplar için sırasıyla 06:00, 13:00 ve 19:00 saatleri başlangıç olmak üzere günde üç rasyon hazırlanmıştır. Robotik sağım sistemine adaptasyon amaçlı, saatler üzerinde ara süreleri değişmemek kaydı ile değişimler yapılmıştır. Belirtilen dönemler içerisinde robotik yem hazırlama işlemi ile bir hafta içerisinde toplamda 42 defa yem karma-parçalama ve dağıtma işlemi programlanmış ve uygulanmıştır. Uygulamalar esnasında sadece traktör operatörü görevlendirilmiştir. Traktör operatörü, sadece vagon yüklemelerinde ve operasyonun takibinde kullanılmıştır. Robot içerisinde arıza ve başka problemlere karşı uyarı ve denetim sistemi olsa da iş güvenliği ve oluşacak sorunlara müdahale için traktör operatörünün veya başka bir çalışanın döneysel olarak sistemi takip etmesi gereklidir. Uygulanan reçete (rasyon) gün içerisinde ortalama 80 kg saman, 153 kg yonca, 580 kg mısır silajı şeklindedir. Operatör, vagonlara iki günde bir yaklaşık 1200 kg silaj, üç günde bir 450 kg yonca, beş günde bir 400 kg saman yüklemiştir. Bir haftada toplam altı yükleme yapılmaktadır. Haftanın belirli zamanlarında yükleme yapıldığından ve takip yapacak olan personel farklı biri de olabileceğinden dolayı bu işlem için bir haftalık çalışma süresi içerisinde en az 1 işçi (traktör operatörü) yeterli olacaktır. Robotik yemlemede klasik sistemden farklı olarak programlama ve kalibrasyon işlemi olduğundan bu işlem için sorumlu, kalifiye bir eleman gereklidir. Bu işlem işletme sahibi veya çalışan herhangi bir teknik ekip tarafından yapılabileceği için ekstra olarak bir personel gerekliliği bulunmamaktadır. Verilen bilgiler doğrultusunda robotik yemleme operasyonunun diğer klasik sistemlere göre %75 oranında personel tasarrufu sağladığı çıkan sonuçlardan birisidir.

Yapılan işlemleri işçi açısından, zaman olarak analiz edersek gün içerisinde, klasik ve robotik sistemde yapılan işleri tanımlayıp bu işler ile ilgili zamanları çıkarmamız gereklidir. Her iki işlem için yükleme, karma-parçalama ve dağıtma işlemlerinde yapılan işler ve zamanları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3’de verilen bilgiler doğrultusunda robotik yemleme operasyonunun diğer klasik sistemlere göre iş gücü anlamında 13,75 kat zaman tasarrufu sağladığı çıkan sonuçlardan birisidir. Bu veriler, yapılan işler için çıkarılan zaman değerleridir. İşçi bazında değerlendirildiğinde şu şekilde bir sonuç çıkmaktadır; Klasik sistemlerde bir hafta içerisinde harcanan toplam zaman 2 310 dk’dır. Bu işlemler için asgari 4 işçi çalıştığı zaman işçi başına düşen süre 577,5 dk/hafta-işçi olacaktır. Robotik operasyonda bir hafta içerisinde harcanan toplam zaman 168 dk’dır. Bu işlemler için asgari 1 işçi çalıştığı zaman işçi başına düşen süre 168 dk/hafta-işçi olacaktır. Buradan da görüleceği üzere robotik yemleme operasyonu işletme için sadece personel ve zaman tasarrufu değil aynı zamanda işçinin çalışma yükünü azaltan bir etki sağlamaktadır. Bu sayede, yemleme için görevlendirilen işçi aynı zamanda diğer işler

için de görevlendirilebilir. İşletme iş gücü kapasitesinin belirlenmesi için tek başına zaman analizi yeterli olmayabilir. Robotun ve işçinin enerji ve işçinin diğer maliyetlerinin de eklenmesi gerekir ancak zaman analizi de kapasitenin belirlenmesi için karar verme anlamında önemli bir değişkendir.

Çizelge 3. Yapılan işler ve zamanları

Table 3. The work done and time

Yapılan İşler	Klasik	Robot
Yükleme Frekansı (adet/gün)	6	0,8
Yükleme Zamanı (dk/adet)	20	30
Karma - Parçalama Frekansı (adet/gün)	6	6
Karma-Parçalama Zamanı (dk/adet)	15	0
Dağıtım Frekansı (adet/gün)	6	6
Dağıtım Zamanı (dk/adet)	20	0
Toplam Zaman (dk/gün)	330	24

Sonuç ve Öneriler

Yapılan araştırma sonuçları ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Robotik yemlemede yüksek hacimli ve belirli bir sıralamaya göre çalışan parçalardan dolayı tesisin, yemleme robotu operasyonuna uygun bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle mevcut tesislere adaptasyon teknik olarak mümkün olmayabilir veya yüksek maliyetler gerektirebilir.
- Robotik yemlemenin klasik yem hazırlama ve dağıtmaya göre yükleme hata payı daha düşük ve denetlenebilir olduğundan, karıştırma zamanı ve yemleme yolu üzere yapılan boşaltım daha hassas, ayarlanabilir ve denetlenebilir olduğundan aynı zamanda daha homojen bir karışım elde edilebildiğinden dolayı beslemeye bağlı hayvan hastalıklarının kontrolünde etkili bir denetim sağlanmaktadır.
- Robotik yemlemede bir yükleme başına 300 kg’ın altında olan uygulamalarda istenilen sonucun alınmadığı tespit edilmiştir. 300 kg/gün’lük bir rasyon için asgari 10-12 hayvan gereklidir. Bu durumda 10 hayvanın altında kapasiteye sahip işletmeler için yemleme robotu operasyonu uygun değildir. Bu durumda, yüksek kapasiteli işletmelerde 10’un altında gruptandırmak da uygun olmamaktadır.
- Robotik yemleme guruplara ayırmadaki kolaylık, düşük hassasiyette ve tek bir noktadan bilgi girişi yaparak rasyon değişikliklerinin yapılması, zaman ve miktarının belirlenmesi sürü yönetimi anlamında kolaylık getirmektedir. Ayrıca uzaktan bağlantı ve kontrol yazılımları sayesinde sistem uzaktan da denetleme ve kontrole sahiptir.
- Robotik yemleme, işletmede bulunan diğer hassas tarım uygulamalarına destek sağlamaktadır. Hayvanların yem tüketim davranışları yönetilebilmektedir bu sayede robotla sağım uygulanan işletmelerde hayvanların sağım robotuna adapte olabilmeleri için istenilen eğitimi sağladığı ve adaptasyon süresini kısalttığı, kaynaklarda verilen 6-8 haftalık adaptasyon süresinin 4 haftaya düştüğü tespit edilmiştir.

- Robotik yemleme operasyonu diğer klasik sistemlere göre %75 oranında personel tasarrufu sağlamaktadır. 34 hayvan kapasiteli işletmede, klasik yemleme için asgari çalıştırılması gereken dört işçi yerine bir işçi ile operasyonun yerine getirilebileceği tespit edilmiştir.
- Robotik yemleme operasyonun diğer klasik sistemlere göre iş gücü anlamında 13,75 kat zaman tasarrufu sağlamaktadır.
- Robotik yemleme operasyonun diğer klasik sistemlere göre %70 oranında işçinin çalışma yükünü azaltan bir etki sağlamaktadır. Bu sayede, yemleme için görevlendirilen işçi aynı zamanda diğer işler için de görevlendirilebilir.
- Araştırma esnasında kullanılan klasik ve robotik sistemlerin karıştırma-parçalama ünitesinin kapasitesi 8 m³'dür. Bu ölçüler temel alındığında bir defasında azami 1 500 kg'lık rasyon hazırlanabilir. Bir hayvanın günlük ihtiyacı olan 25-35 kg civarındaki yem miktarı iki öğün olarak verildiğinde bir dağıtım esnasındaki azami kapasite 60 hayvan, üç öğün olarak verildiğinde 150 hayvan, dört öğün olarak verildiğinde ise 200 hayvan olarak belirlenmektedir. Belirlenen öğün adetlerine göre verilen kapasitenin artırılması durumunda sistem kapasitelerinin büyütülmesi veya aynı kapasiteler ile işlemin bir defa daha tekrarlanması gerekmektedir. İşlem tekrarları hem klasik hem de robotik sistemde iş gücünde aynı etkilere sahip olacağından dolayı çıkacak sonuçlar üzerine düşük sapmalar meydana getirecektir.
- Çıkan sonuçlar içerisinde olumsuz etki olarak sayabileceğimiz tek konu robotik yemleme sisteminin kalifiye iş gücü gerekliliğidir. Sistemin programlanması ve takibi aynı zamanda meydana gelebilecek küçük arızaların giderilmesi ve sistemin periyodik bakımı için işletme içinde kalifiye bir eleman gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Robotik yemleme sistemi genelde yüksek kapasiteli işletmelerde kullanılacağından dolayı bu türden işletmelerde genellikle mühendis, tekniker veya teknisyen olarak uzman bir eleman istihdamı olmaktadır. Bu elemanın desteği sayesinde ortaya çıkacak olumsuz etkiler çözümlenebilir.
- Yemleme robotu tesisinde kapasitenin belirlenmesi için tek başına teknik ve işgücü analizi yeterli olmayabilir. Yemleme robotunun ekonomik ve enerji analizinin yapılması ve bu verilerin kapasite seçimini etkileyen faktörler içerisine dâhil edilmesi gerekir. Ekonomik analiz ve değerlendirme robotik yemlemenin ayrı bir çalışma konusudur.

Kaynaklar

- Anonim, 2004. İş Kanununa İlişkin Çalışma Süreleri Yönetmeliği. İkinci Bölüm Genel Hükümler. Madde 4. Resmî Gazete Tarihi: 06.04.2004 Resmî Gazete Sayısı: 25425.
- Armstrong DV, Daugherty LS. 1997. Milking robots in large dairy farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17: 123-128.

- Prakash AM, Chandrasekar T, Kumar RD, Selvan AS, Thulasiraman P, Barathi MS, Hedge MS, Kumaresan A. 2015. Automation in Feeding - A Precision Dairy Farm Management, *Indian Farmer* 2(5): 412-417; May-2015.
- Eduardo RT. 2002. A Self-Feeding Robot, Master's Thesis of Science in Electrical Engineering and Computer Science at the Massachusetts Institute of Technology. January 2002.
- Görgülü M, Göncü S, Serbest U, Kıyma Z. 2011. Süt Sığırlarının Üremesinde Beslemenin Rolü, 14-16 Eylül 2011. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Grothmann A, Nydegger F, Moritz C, Bisaglia C. 2010. Automatic Feeding System For Dairy Cattle - Potential for Optimisation in Dairy Farming, *International Conference on Agricultural Engineering: towards environmental Technologies*. At Clermont-Ferrand, France. 2010.
- Katainen A, Norring M, Manninen E, Laine J, Orava T, Kuoppala K, Saloniemi H. 2005. Competitive Behaviour of Dairy Cows at Aconcentrate Self-Feeder, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 55: 2-3,98-105.
- Kaya E, Örs A. 2015. Süt Çiftliklerinde Hassas Tarım Teknolojileri, 2. Uluslararası Tarım, Gıda ve Gastronomi Kongresi (2 - 5 Eylül 2015, Diyarbakır).
- Koning K, Vorst Y, Meijering A. 2002, Automatic milking experience and development in Europe, in: *Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Canada, pp II - II1.
- Liu J, Sun S, Ninomiya S, Cai H. 2003. Three precision agriculture patterns based on technology and resources in China. *EFITA 2003 Conference*, 5-9 July 2003, Debrecen, Hungary. p. 552-558.
- Livshin N, Maltz E, Edan Y. 1995. "Regularity of Dairy Cow Feeding Behavior with Computer-Controlled Feeders" *Journal of Dairy Science* Vol. 78:296-304 No. 2, 1995.
- Miron J, Nikbachat M, Zenou A, Ben-Ghedalia D, Solomon R, Shoshani E, Halachmi I, Livshin N, Antler A, Maltz E. 2004. Lactation Performance and Feeding Behavior of Dairy Cows Supplemented Via Automatic Feeders with Soy Hulls or Barley Based Pellets. *Journal of Dairy Science* Vol., 87:3808-3815, No. 11, 2004.
- Mundan D, Selçuk H, Orçin K, Karakafa E, Akdağ F. 2014. Modern Süt Sığırı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemlerinin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye. Harran Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi* 3(1) 42-48; 2014.
- Özguven MM. 2018. The Newest Agricultural Technologies, *Current Investigations in Agriculture and Current Research*. 5(1) ISSN: 2637-4676. 2018.
- Pezzuolo A, Chiumenti A, Sartori L, Da Borso F. 2016. Automatic Feeding System: Evaluation of Energy Consumption And Labour Requirement in North-East Italy Dairy Farm, *Conference: Engineering for Rural Development*, At Jelgava. 25.-27.05.2016.
- Türkyılmaz MK. 2005. Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağım Robotu Kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Aydın. Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 2(1): 61-64, 2005.
- Uzmay C, Kaya İ, Tömek B. 2010. Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamaları *Hayvansal Üretim Dergisi*. *Hayvansal Üretim Dergisi* 51(2): 50-58, 2010.
- Yıldız AK, Özguven MM, 2018. Hassas Hayvansal Üretim Uygulamaları ve Yozgat Hayvancılığında Uygulanabilirliği. *III. Uluslararası Bozok Sempozyumu. Bölgesel Kalkınma ve Sosyo-Kültürel Yapı*. 03-05 Mayıs 2018.