

## **Robotik Sağım Sistemlerinde Optimum Hayvan Kapasitesinin Belirlenmesi**

**Halil ÜNAL<sup>1</sup>, Hasan KURALOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa

<sup>2</sup>Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Nilüfer, Bursa

hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 13.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 03.08.2016

**Özet:** Bu araştırmanın amacı; çalışma şartlarında robotik sağım sistemlerin (otomatik sağım sistemlerin) kapasitesini ortaya koymak ve bir robotik sistem tarafından sağılacak hayvan sayısını belirlemektir. Araştırma üç farklı çiftlikte (A, B ve C) yürütülmüştür. Her çiftlikte hayvanlar ikişer adet aynı marka robotik sağım üniteleri tarafından sağılmaktadır. Çalışma raporları çiftliklerin sürü yönetim programından elde edilmiştir. Otomatik sağım sistemlerin işlem parametrelerini ve sürüdeki maksimum hayvan sayısını hesaplamak üzere matematiksel denklemlerden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçları robotlu sağım sistemi kapasitesinin birçok farklı faktörlerden etkilenebildiğini göstermiştir. Servis verilen gruptaki hayvan sayısı, sağım durağında harcanan süre, sağım donanımı ve soğutma tankı boşaltma ve yıkama süresi, sağım için seçilen hayvan trafiği, sağım bölgesinin tasarımı bunlardan birkaçıdır. 'B' ve 'C' çiftliklerindeki yetersiz hayvan sayısı sağım donanımının boşta geçen zamanlarını yükseltmiştir (5.69 h ve 7.34 h). Robotik sağım sistemi kapasite katsayısı 'A', 'B' ve 'C' çiftliklerinde sırasıyla 0.86, 0.75 ve 0.68 bulunmuştur. 'B' ve 'C' çiftliklerindeki kapasite katsayısının düşmesi günlük kullanılabilir sürenin bu çiftliklerde verimli kullanılmadığını göstermiştir. Yapılan çalışmalar üç çiftlikteki mevcut robotik sistemler kullanarak 'A' çiftliğinde 64, 'B' çiftliğinde 61 ve 'C' çiftliğinde ise 68 hayvandan daha fazla sürüye servis verilemeyeceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sağım, robotik sağım sistemleri, robotik sağım sistemi kapasite katsayısı, robotik sağım sistemi kapasitesi.

### **Determination of Optimum Cow Capacity in Robotic Milking Systems**

**Abstract:** The aim of this study is showing the capacity of the robotic milking systems (automatic milking system) and to determine the number of animals to be milked by a robotic system in commercial farm conditions. The research were carried out in three farms (A, B and C). All the cows in the farms are milked by two robotic system of the same brand. Study reports were obtained from the farm herd management program. Mathematical equations were used in order to calculate the process parameters of automatic milking system and the maximum number of animal in herd. Research results have shown that the capacity of the robotic system is affected by many different factors. The number of cows in a service group, the time spent for emptying and washing of milking equipment and bulk cooling tank. Insufficient number of cows raised the milking equipment idle times up in farms 'B' and 'C' (5.69 h and 7:34 h), respectively. Automatic milking system capacity coefficient were found as 0.86, 0.75 and 0.68 in farms 'A', 'B' and 'C', respectively. The low capacity of coefficient in farm 'B' and 'C' showed inefficient daily usage in the related farms. Studies on the three farms showed that current robotic systems cannot service more than 64 cows in farm 'A', 61 cows in farm 'B' and 68 cows in farm 'C'.

**Key words:** Milking, robotic milking systems, robotic capacity coefficient, automatic milking system capacity

## GİRİŞ

Bir robotik sağım sisteminin satın alma maliyetinin yüksek olması, onun mümkün olduğunca yüksek kapasitede kullanılmasını gerektirir. Ekonomik kârlılık için robotik sağım sistemleri maksimum yüklenmelidir. Ancak pratikte bu her zaman mümkün olamamaktadır. Hayvanın sağım sıklığı otomatik sağım sisteminin tam kapasitede yüklenmesine etki eden temel faktörlerden biridir. Sağım sıklığını etkileyen faktörler ise şu şekilde sıralanabilir (Unal ve Kuraloglu, 2015):

- İneğin otomatik sağım durağına rahat girişinin sağlanabilmesi,
- İneğin sağılma isteği, sağım ünitesi içinde sunulan konsantre yemin motivasyonu veya hayvanın kurulan ahır düzeniyle trafiğini kontrol edilerek sağım durağına mecburi yönlendirilmesi,
- Yüksek süt verimli hayvanların otomatik sistemde sağılmak için daha sık gelme eğilimleri,
- Hayvanın süt verimi ve memeden akan sütün akış hızına bağlı sağım süresi uzunluğu,
- Eğer yedek bir tank (buffer tank) yoksa süt soğutma tankının boşaltılması ve sistem süt hattının yıkanması için gerekli sürenin uzunluğu.

Sağım ünitesi boşta olduğu zamanlarda hayvanların sağım için üniteyi ziyaretleri her zaman beklenebilir. Robotik sağım sistemlerin yüklenmelerinde daha çok temel hayvan davranışları önemlidir. Yine de robotik üniteler için boşta geçen süreler oluşabilmektedir. Bu boşta geçen süreler başka faktörler tarafından da artış yönünde zorlanır. Bunlara örnek olarak inek sayısı, otomatik sağım sistemi için seçilen hayvan trafik çeşidi, bekleme alanının tasarımı ve otomatik sağım duraklarının ahır içindeki konumları vb. sayılabilir (De Koning ve Ouweltjs, 2000; Hogeveen ve ark., 2001).

Literatürde hayvan trafiği çeşitlerini ifade eden, bekleme alanının dizaynının ve sağım durağı konumlandırmasının ziyaret üzerine etkisini anlatan araştırmalar mevcuttur (Laurs ve ark., 2009; Laurs ve Priekulis, 2010; Priekulis ve Laurs, 2012). Ancak sürüdeki hayvan sayısının etkisi üzerine araştırma daha azdır. Bazı araştırmalarda bir robotik sağım sisteminin rezerv kapasitesi analiz modeli üzerinde

durulmuş fakat sürü büyüklüğünün sistem kapasitesi üzerine etkisini doğrudan bir sorun olduğu ortaya konulmamıştır (Laurs ve Priekulis, 2011; Priekulis ve Laurs, 2012). Bundan dolayı, bu çalışmada saha şartlarında otomatik sağım sistemi kapasitesini ortaya koymak ve bir robotik ünite tarafından sağılacak maksimum hayvan sayısının hesaplanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma için aşağıdaki planlamalar yapılmıştır:

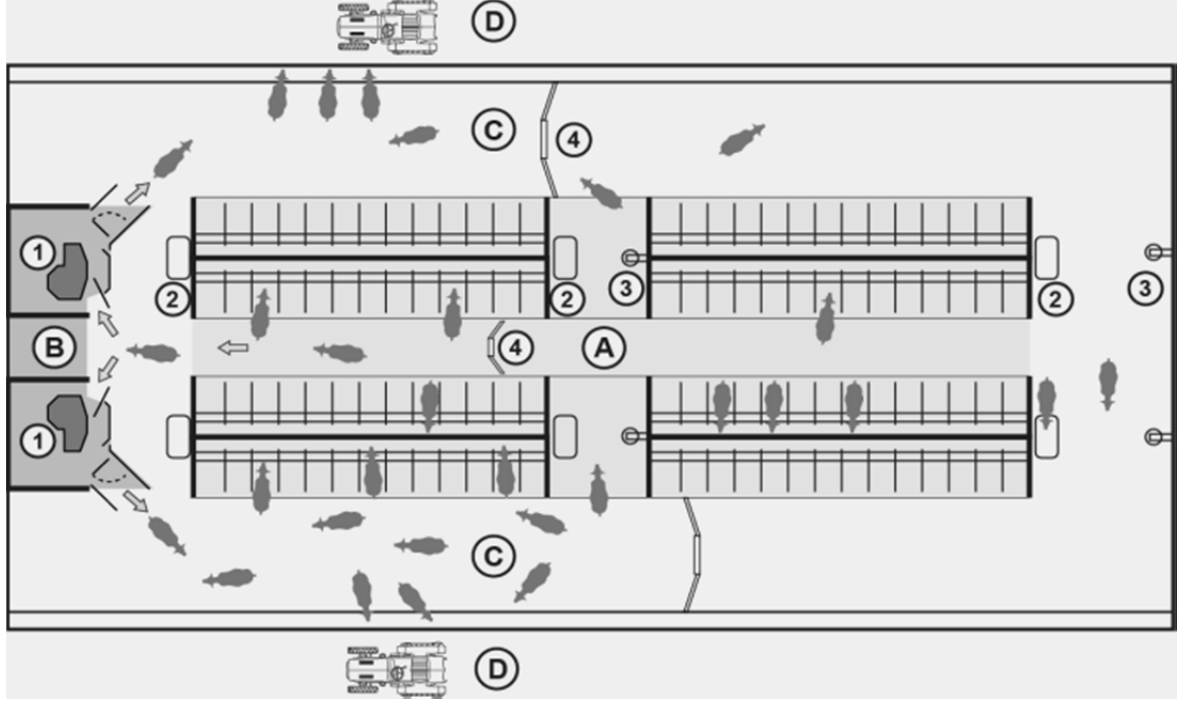
- Araştırma için robotik sağım ünitelerin kullanıldığı çiftliklerin seçilmesi,
- Söz konusu çiftliklerdeki sürü yönetim programlarından araştırma işlem verilerinin toplanması,
- Araştırmaya katılan çiftliklerde robotik sistemler için en iyi kapasitenin hesaplanması ve sağım sistemi işlem zamanlarının geliştirilmesi,
- Bir robotik sistem tarafından sağılabilen maksimum sürü büyüklüğünün hesaplanması,
- Araştırmaya katılan çiftliklerde maksimum sürü büyüklüklerinin ortaya konulması,
- Hesaplama sonuçlarının araştırmaya katılan çiftliklerdeki sonuçlarla karşılaştırılması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

Denemeler üç çiftlikte (A, B ve C çiftliği) kurulmuştur (Çizelge 1). Çiftliklerden birinde serbest tip hayvan trafiği, diğer ikisinde önce süt yönlendirmeli tip hayvan trafiği uygulanmaktadır. 'A' çiftliğinde hayvanların otomatik sağım sistemine yönlendirilmesinde, hayvan refahı açısından "serbest tip hayvan trafiği" benimsenmiştir. Hayvanlara günde iki kez yem karma ve dağıtma makinası ile rasyon yem verilmekte, ilave olarak sağım durağı içinde de porsiyonlar halinde konsantre yem verilmektedir. Sağım durağından çıkan hayvanlar yem bölgesine ya da dinlenme duraklarına gitmek konusunda serbest bırakılmıştır. Sağım düzenli olarak kontrol edilerek sağılmamış hayvanlar bir çalışan tarafından gidip getirilmektedir. Çiftlikteki ahır bölmesinin genel yerleşim planı Şekil 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Araştırma kapsamındaki çiftlik bilgileri**

Table 1. Farms information included in this research

Göstergeler	Çiftlikler		
	A	B	C
Robotik sağım sistemi tarafından sağılan inek sayısı	123	102	104
Robotik sağım sistemi sayısı	2	2	2
Günlük süt hattı yıkama sayısı	4	3	3
Süt boşaltma işlemi sıklığı (adet gün <sup>-1</sup> )	1	1	1



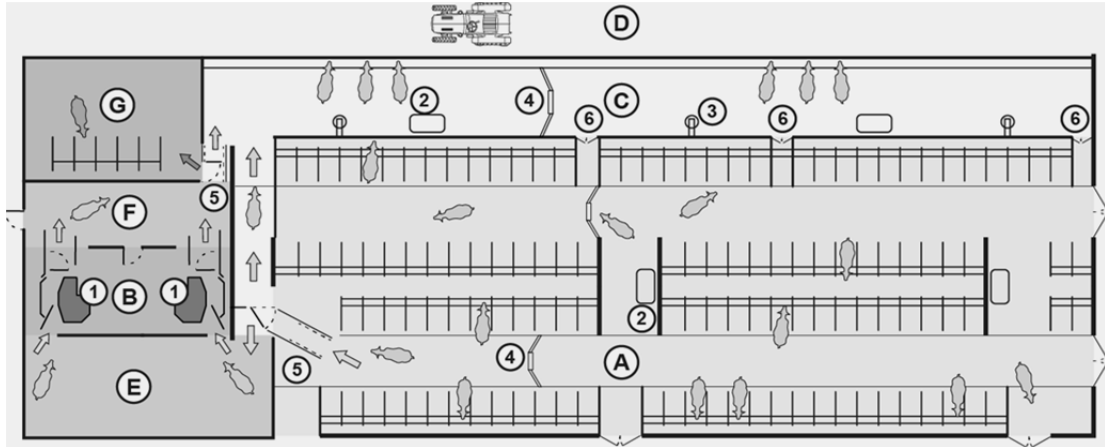
**Şekil 1. Serbest tip trafik sistemli 'A' çiftliğinin yerleşim planı**  
**A-Dinlenme alanı, B-Süt odası, C-Yemleme alanı, D-Besleme hattı, 1-Robotik sağım sistemi, 2-Yalak tip suluk, 3-Kaşım fırçası, 4-Gübre sıyırıcı**

Figure 1. Layout plan of barn with the free traffic at the Farm 'A'  
 A-Resting area, B-Milking room, C-Feeding area, D-Feeding Line, 1-Robotik milking system, 2-Troughs, 3-Brushes 4-Manure scraper

'B' ve 'C' çiftliklerinde "önce süt trafik sistemi" uygulanmaktadır. 'B' çiftliğinin ahır tek bir çatı altında, ancak birbirinin simetriği olan dört bağımsız ahır bölmesinden oluşmaktadır. Her bölümde ikişer robotik sağım sistemi hayvanlara servis vermektedir. Araştırma, çiftliğin bir ahır bölümünü içermektedir. 'C' çiftliği ise, birbirinin simetriği olan iki bağımsız ahır bölümlünden oluşmaktadır. Her bölümde bir adet robotik sağım ünitesi bulunmaktadır. Araştırma verileri iki bölümden alınmıştır.

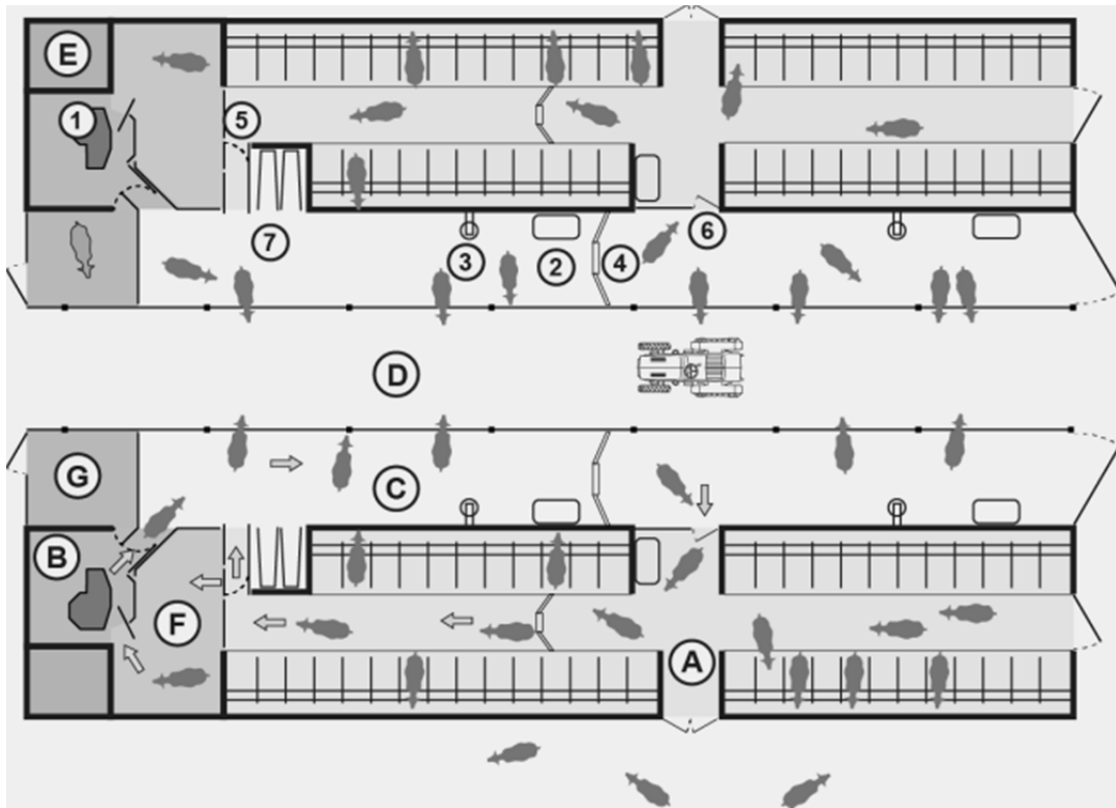
'B' ve 'C' çiftliklerinde inekler yemleme alanına ulaşmak için otomatik sağım durağı önüne yerleştirilen seçici kapıdan geçmek zorundadır. Seçici kapı, ineği sağım izni varsa robotik sisteme girmek üzere bekleme alanına, sağım izni yoksa doğrudan yemleme alanına yönlendirir. İnekler yemleme alanından dinlenme alanına tek yönlü kapılardan serbest geçmektedir. Hayvan, sağımdan çıktıktan sonra tedavisi veya bakımı gerekiyorsa ayrı bir bekleme alanına yoksa doğrudan yemleme alanına yönlendiren bir ayırıcı

kapıdan geçmektedir. Hayvanlara günde iki kez yem karma ve dağıtma makinası ile rasyon yem verilmekte, ilave olarak robotik sistem içinde de porsiyonlar halinde konsantre yem verilmektedir. 'C' çiftliğinde, 'B' çiftliğinden farklı olarak yemleme alanlarında ikişer adet konsantre yem istasyonları bulunmaktadır. 'B' çiftliğinde, zamanında sağım için sağım durağını ziyaret etmeyen inekler günde dört kez (09:00, 15:00, 21:00 ve 03:00 saatlerinde) bir çalışan tarafından yakalanıp bekleme alanına getirilmektedir. 'C' çiftliğinde ise sağım düzenli olarak kontrol edilerek sağımı gecikmiş hayvanlar bir çalışan tarafından gidip seçici kapılara getirilerek bekleme alanına girmeleri sağlanmıştır. 'B' çiftliğinde sağım bekleme alanındaki hayvanlar iki robotik sistem, 'C' çiftliğinde ise ahır bölmelerinin bağımsız yapısından dolayı bir robotik sistem tarafından sağılmaktadır. Üç çiftlikte de aynı marka robotik sağım sistemleri kullanılmaktadır. 'B' ve 'C' çiftliklerindeki ahır yerleşim planları Şekil 2 ve 3'te verilmiştir.



**Şekil 2. Önce süt tip trafik sistemli 'B' çiftliğinin yerleşim planı**  
A-Dinlenme alanı, B-Süt odası, C-Yemleme alanı, D- Besleme hattı, E-Bekleme alanı, F-Çıkış alanı, G-Ayırma alanı, 1-Robotik sağım sistemi, 2-Yalak tip suluk, 3-Kaşıma fırçası, 4-Gübre sıyrıcı, 5-Akıllı kapı, 6-Tek yönlü kapı

Figure 2. The layout plan of barn with the first milk traffic at the Farm 'B'  
A-Resting area, B-Milking room, C-Feeding area, D-Feeding Line, E-Waiting area, F-Exit area, G-Separation area, 1-Robot, 2-Trough, 3-Brush, 4-Manure scraper, 5-Smart gate, 6-One way gate



**Şekil 3. Önce süt tip trafik sistemli 'C' çiftliğinin yerleşim planı**  
A-Dinlenme alanı, B-Süt odası, C-Yemleme alanı, D-Besleme hattı, E-Bakım malzeme deposu, F-Bekleme alanı, G-Ayırma kapısı, 1-Robotik sağım sistemi, 2-Yalak tip suluk, 3-Kaşıma fırçası, 4-Gübre sıyrıcı, 5-Akıllı kapı, 6-Tek yönlü kapı, 7-Konstantre yem besleyici (KYB)

Figure 3. The layout plan of barn with the first milk traffic at the Farm 'C'  
A-Resting area, B-Milking room, C-Feeding area, D-Feeding Line, E-Trimming storage, F-Waiting area, G-Separation area  
1- Robotic milking system, 2-Trough, 3-Brush, 4-Manure scraper, 5-Smart gate, 6-One way gate, 7-Concentrate Self Feeder (CSF)

Araştırmanın toplam süresi 60 gündür. Gerekli olan veriler sürü yönetim programından çekilmiştir.

Robotik sağım sistemlerin kullanım süreleri çiftlik bazında ayrı ayrı analiz edilmiş ve ortalamada bir gün süresindeki sağım zamanı dağılımı hazırlanmıştır (Castro ve ark., 2012; Priekulis ve ark., 2012):

$$T = T_s + T_m + T_e + T_b \quad (1)$$

Burada;

- $T$ – Bir günde bulunan saat sayısı, 24 h
- $T_s$ – İneklerin sağılması için geçen süre, h gün<sup>-1</sup>
- $T_m$ – Otomatik sağım durağının sağılması gerekmeyen hayvanlar tarafından meşgul edildiği süre, h gün<sup>-1</sup>
- $T_e$ – Sağım donanımı ve süt soğutma tankını yıkarken geçen zaman, h gün<sup>-1</sup>
- $T_b$ – Sağım donanımının boşta geçen zamanı, h gün<sup>-1</sup>

Gün içerisindeki çalışma zamanı dengesinin her ayrı bölümü aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır:

$$T_s = \frac{t_s \cdot n_s \cdot n_{g.hs}}{60 \cdot n_r} \quad (2)$$

$$T_m = \frac{t_m \cdot n_{g.m}}{60 \cdot n_r} \quad (3)$$

$$T_e = \frac{t_{e.st} \cdot n_{e.st}}{60} + \frac{t_{e.td}}{60 \cdot n_b} \quad (4)$$

$$T_b = T - T_s - T_m - T_e \quad (5)$$

Burada;

- $t_s$ – Bir sağım süresince hayvan başına robotik sistemde ortalama bulunma süresi, min
- $n_s$ – Bir ineğin günlük sağım sayısı,
- $n_{g.hs}$ – Robotik kol tarafından sağılan hayvan sayısı,
- $n_r$ – Sürüyü sağan otomatik sağım durağı sayısı,
- $t_m$ – Sağılmayan hayvanın sağım durağında ortalama bulunma süresi, min
- $n_{g.m}$ – Sağım dışı günlük sürü ziyaret sayısı,
- $t_{e.st}$ – Bir robotik sağım ünitesinin süt hatlarını yıkama süresi, min
- $n_{e.st}$ – Robotik sağım sisteminin günlük süt hattı yıkama sayısı,
- $t_{e.td}$ – Süt soğutma-depolama tankı yıkama süresi, min
- $n_b$ – Sütün boşaltılma sıklığı, (günde bir kez ise  $n_b=1$ , iki kez ise  $n_b=2$ )

Bir robotik sağım sistemi tarafından sağılacak maksimum hayvan sayısı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır:

$$N_{h.mak} = \frac{t_{gs}}{t_s \cdot n_s + t_m \cdot \frac{n_{h.sd}}{n_{g.hs}}} \quad (6)$$

Burada;

- $N_{h.mak}$ – Bir robotik sağım sistemi tarafından sağılacak maksimum hayvan sayısı,
- $t_{gs}$ – Sağım için kullanılan süre, min gün<sup>-1</sup>
- $n_{h.sd}$ – Sağım dışı hayvan sayısı,

Sağım için kullanılan sürenin ( $t_{gs}$ ) hesaplanması için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır:

$$t_{gs} = T_g - \left( t_{e.st} \cdot n_{e.st} + \frac{t_{e.td}}{n_b} \right) \quad (7)$$

Burada;

- $T_g$ – Bir günün dakika olarak toplam süresi, (1440 min),

Robotik sağım ünitesinin kapasite katsayısı ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır:

$$\eta_r = \frac{T_s}{24 - T_e} \quad (8)$$

Burada;

- $\eta_r$ – Robotik sağım ünitesinin kapasite katsayısı.

Araştırma verileri çiftliklerin sürü yönetim programlarından alınmış ve MS Excel programında analiz ve hesaplamaları yapılarak karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Zaman dengesinin hazırlanabilmesi için gerekli olan veriler 'A', 'B' ve 'C' çiftliklerinden elde edilmiş ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 de görüldüğü gibi, 'A' çiftliğindeki ineklerin ortalama sağım süreleri diğer iki çiftlikten daha yüksek çıkmıştır. Bu çiftlikteki hayvanların süt verimlerinin diğer iki çiftlikten daha yüksek olması ve hayvan sayılarının yine diğer iki çiftlikten yaklaşık 20 fazla olması (Unal ve Kuraloglu, 2015) bu sürenin uzamasına sebep gösterilebilir.

Günlük sağım olmadan robotik sağım sistemi ziyaret sayısı (ret edilme sayısı) incelendiğinde, 'A' çiftliğindeki ret sayısı 34.93 gibi çok yüksek bir değer ile diğer çiftliklerden ayrılmaktadır. Serbest tip trafiğin uygulandığı bu çiftlikte sağım öncesi akıllı kapıların bulunmaması buna sebep gösterilebilir. Bu yüzden sağım izinleri olmayan inekler ön seçime tabi tutulmadan sağım durağına girmekte ve sağım durağını

meşgul etmektedirler. 'B' çiftliğindeki günlük ortalama ret sayısı 4.02 ile 'C' çiftliğine göre biraz yüksek çıkmıştır. Robot kolun memelik lastiğini takmadaki başarısızlığı, hayvanın yeni sağılmış ancak seçici kapıdan bir şekilde girmiş olması, arka arkaya iki kez sağıma gelmiş ancak sağımı tamamlanmamış hayvanın yakalanıp getirilerek bekleme alanına bırakılması sonrası robotik sistemin hayvanı reddetmesi vb. unsurlar bunlara sebep gösterilebilmektedir.

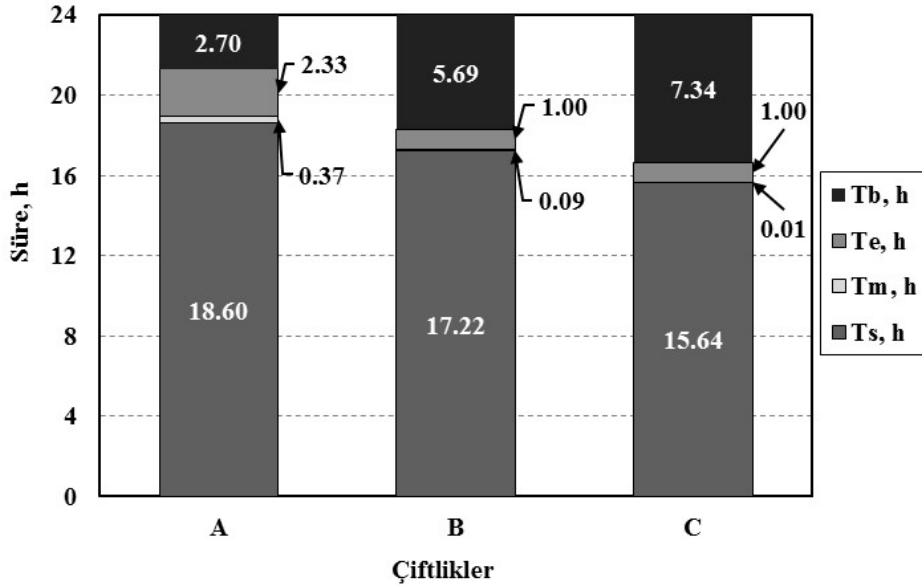
'A', 'B' ve 'C' çiftliklerinde robotik sağım ünitesinin çalışma süresi dengeleri Şekil 4'te gösterilmiştir.

Şekil 4'teki çalışma süresi dengesinden görüldüğü gibi günün büyük bir bölümü (15.6-18.6 h) sağım durağında geçmektedir. Her gün yaklaşık 1.0-2.8 h robotik sistemin süt hatları ve süt tankının yıkanması için kullanılmakta, ancak sistem günde 2.8-7.3 h çalışmamaktadır.

**Çizelge 2. 'A', 'B' ve 'C' çiftliklerinden toplanan ortalama veriler**

Table 2. Average data collected from the farms 'A', 'B' and 'C'

Göstergeler	Çiftlikler		
	A	B	C
Bir ineğin sağımı için geçen süre (min)	7.69	7.11	6.71
Bir ineğin sağılmadan robotik sağım ünitesinde geçirdiği süre (min)	1.26	2.61	1.12
Robotik sağım sistemi süt hattının bir yıkama süresi (min)	20	20	20
Süt soğutma tankı yıkama süresi (min)	60	60	60
Bir inek için günlük sağım sayısı	2.36	2.85	2.69
Günlük sağım olmadan robotik sistemi ziyaret sayısı	34.93	4.02	1.53



**Şekil 4. Araştırma çiftliklerinin robotik sağım sistemi çalışma süresi dengeleri**

Figure 4. Robotic milking system uptime balance of the research farms

'A' çiftliğinde sağım durağı 0.37 h gibi bir süre henüz sağım vakti gelmemiş hayvanlar tarafından meşgul edilmektedir. Buradan sağılmış hayvanların sağım zamanı gelmediği halde tekrar durağa döndükleri anlaşılmaktadır. Bu süre 'B' ve 'C' çiftliklerinde çok küçük miktarlarda tespit edilmiştir.

'A' çiftliğinde süt donanımı ve soğutma tankının yıkanması için geçen süre 2.33 h bulunmuştur. Bu

değer diğer iki çiftlikten çok daha yüksektir. 'A' çiftliğinde sağım sistemlerinin kapsamlı yıkama işlemi günde dört kez (00:00, 06:00, 12:00 ve sütün boşaltıldığı 18:00 saatlerinde) yapılmaktadır. Çiftlikte ön sağım tankı (buffer tank) bulunmadığından, sütün soğutma tankından boşaltıldığı 18:00'den işlemin bitimine kadar robotik kollar sağım yapmamaktadır. Robotik ünitelerin bu saatlerde daha etkin kullanılması

için işletmeye bir ön sağıım tankı satın alınması önerilebilir. Bir diğer çözüm önerisi süt boşaltma saatini sağıımın yoğun olmadığı saatlere çekmektir.

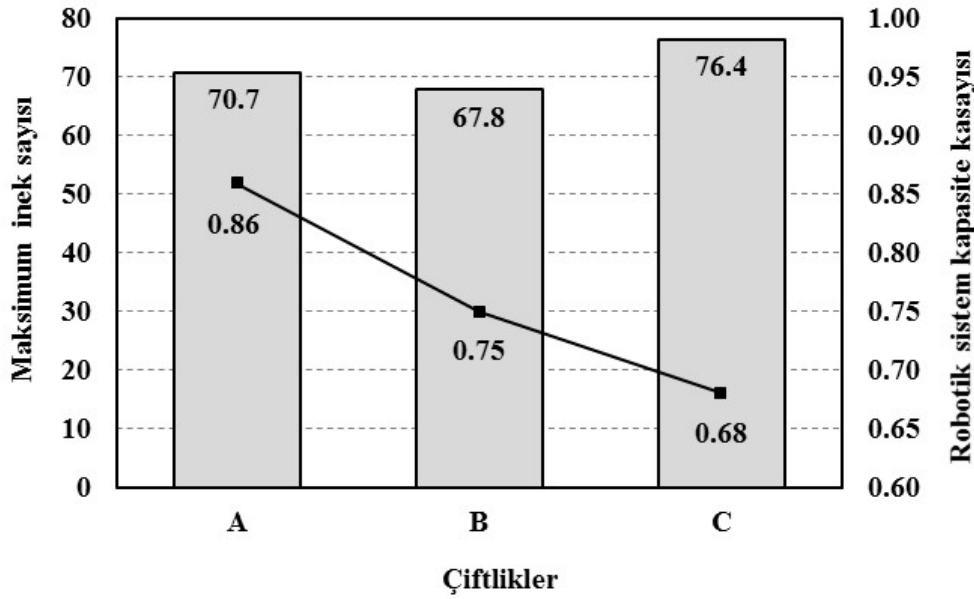
'B' ve 'C' çiftliklerinde robotik sistemlerin yıkama işlemi günde üç kez yapılmakta ve her yıkama 20 dakika sürmektedir (Çizelge 2). Her iki çiftlikte de ana tank dışında ön sağıım tankının bulunması (1500 L kapasiteli), süt boşaltma ve ana tank yıkama zamanlarında oluşacak boşa kalma sürelerini ortadan kaldırmıştır.

Sağıım donanımının boşa geçen zamanı incelendiğinde, 'A' çiftliğinde 2.70 h ile en düşük, bunu 5.69 h ve 7.34 h ile 'B' ve 'C' çiftlikleri izlemiştir (Şekil 4). 'A' çiftliğinde otomatik sağıım ünitelerin boşa kalma süresinin diğer iki çiftliğe göre daha düşük çıkması, bu çiftlikteki hayvan sayısının fazla olması ve serbest tip

trafiğin uygulanmasının bir gereği olarak sağıımı geçiren hayvanların sıklıkla gidip getirilmesiyle ilişkilendirilebilir. Diğer yandan, 'B' ve 'C' çiftliklerindeki robotik sistemlerin fazla sürelerde boşa kalmaları yetersiz hayvan sayısı ile bağlantılı olduğu söylenebilir.

Araştırma yapılan çiftliklerdeki robotik sağıım sistemi kapasite katsayısı ve bir robotik sistemde sağılabilecek maksimum inek sayısı Eşitlikler 7 ve 8'e göre hesaplanmış ve Şekil 5'te verilmiştir.

Kapasite katsayısı 'A', 'B' ve 'C' çiftlikleri için sırasıyla 0.86, 0.75 ve 0.68 belirlenmiştir (Şekil 5). Bunun anlamı günlük kullanılabilir sürenin 'A' çiftliği için 3.36 h, 'B' çiftliği için 6.00 h ve 'C' çiftliği için ise 7.68 h verimli kullanılmadığıdır. Robotik ünitelerin boşa kalma süresinin 'B' ve 'C' çiftliklerinde kabul edilemez derecede fazla olduğu görülmüştür.



**Şekil 5. Çiftliklerde robotik sistemin kapasite katsayısı ve bir robotik sağıım ünitesi tarafından sağılabilen ineklerin olası maksimum sayısı**

Figure 5. Maximally possible number of cows that can be milked by one robotic system as well as the robotic milking unit capacity coefficient on the research farms

Çiftliklerde hayvanların günlük sağıım sistemi ziyaretleri 'A', 'B' ve 'C' çiftlikleri için 2.36, 2.85 ve 2.69 kezdir (Çizelge 2). Serbest tip hayvan trafiğinde hayvanlar günde ortalama 2.4-2.8 kez sağıılmakta, yönlendirmeli tip hayvan trafiğinde ise bu oranlar 2.5-2.9 arasında olmaktadır (Ipema, 1997; Laurs ve Priekulis 2011; Castro ve ark., 2012). 'A' çiftliğinde bulunan 2.36 değeri mevcut trafik tipine ait aralıklar altında, 'B' ve 'C' çiftliklerinde ise istenilen aralıklar

arasında bulunmuştur. 'B' ve 'C' çiftliklerindeki sağıım sıklığı değerlerinin yönlendirmeli çiftlikler için başarılı olduğu söylenebilir. Diğer yandan, önceki çalışmamızda belirtildiği gibi (Unal ve Kuraloglu, 2015), 'A' çiftliğindeki robotik sağıım ünitelerin yüklenmesinin düşük çıktığı günün belirli saatlerindeki (00:00-01:00; 06:00-07:00; 12:00-13:00 ve 18:00-19:00 saatleri) yıkama ve süt boşaltma zamanlarının daha efektif kullanılmasını; robotik ünitelerin yüklenme sayısını

arttırılabileceği ve araştırmalarda bildirilen 2.4-2.8 sağım sıklığını yakalayabileceği dűřünülebilir.

řekil 5'te görűldűđű gibi, robotik sađım sistemi kapasite katsayısının dűřűk çıkması (űzellikle 'C' iftliđinde) gruptaki yetersiz hayvan sayısı ile açıklanabilir. Yapılan hesaplamalara gűre, ilgili çiftliklerde bir otomatik sađım durađında sađılabilecek maksimum hayvan sayıları 'A' iftliđi için 71, 'B' iftliđi için '68' ve 'C' iftliđi için 76 bulunmuřtur. Fakat burada hayvanların gűnűllű olarak otomatik sađım durađına gitmeleri dikkate alınmalıdır. Ayrıca, hayvanların sađım durađı ziyaretleri her gűn dűzenli olmamaktadır. ű çiftlikteki sűrű yűnetim programından alınan verilere gűre, 'A' iftliđinde 07:00-11:00 ve 13:00-17:00 saatleri, 'B' ve 'C' iftliklerinde ise 06:00-10:00 ve 16:00-20:00 saatleri arasında otomatik sađım durađı ziyaret sayıları artmaktadır. Benzer saptamalar Laurs ve ark. (2009) tarafından da bildirilmiřtir. Bu zaman dilimlerindeki ziyaretler ortalamanın %10 űzerinde tespit edilmiřtir. Bu nedenle robotik sistemin izin verilebilecek kapasite katsayısı en fazla 0.9'dur. iftliklerde belirli saatlerde sađım bekleme alanında veya sađım durađı űnűnde yıđılmalar olacađından, robotik sistem kapasitesinin %10 dűřűrűlmesi űnerilmektedir. Yapılan hesaplama sonuçlarına gűre, buradan bir robotik űnite bařına maksimum sűrű bűyűklűđűnűn 'A' iftliđi için 64, 'B' iftliđi için 61 ve 'C' iftliđi için 68 sayısına ulařabileceđi anlamı çıkmaktadır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Castro A, Pereira JM, Amiama C and Bueno J (2012). Estimating efficiency in automatic milking systems. *Journal Dairy Science*, 95: 929–936.
- De Koning K and Ouweltjs W (2000). Maximising the Milking Capacity of an Automatic Milking System. In: Hogeveen H and Meijering A (eds): *Robotic Milking. The International Symposium*, Wageningen Pers, Lelystad, Netherland, pp. 38–46.
- Hogeveen H, Ouweltjes W, de Koning CJAM and Stelwagen K (2001). Milking interval, milk production and milk flow rate in an automatic milking system. *Livestock Production Science*, 72: 157–167.
- Ipema AH (1997). Integration of robotic milking in dairy housing review of cow traffic and milking capacity aspects. *Computer and Electronics in Agriculture*, 17: 79–94.
- Laurs A, Priekulis J and Puriř M (2009). Studies of operating parameters in milking robots. In: *Proceedings of the 8th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development"*, Jelgava, Latvia, pp. 38–42.

## SONU

Arařtırma kapsamındaki çiftliklerden elde edilen sonuçlar ařađıda űzetlenmiřtir:

- 'A' iftliđinde robotik sađım űnitelerin yűklenmesinin az olduđu gűnűn belirli saatlerdeki yıkama ve sűt bořaltma zamanları daha efektif kullanılarak 2.4-2.8 arası sađım sıklıđına ulařabilecektir.
- Araştırma yapılan çiftliklerde robotik sağım kapasite katsayıları 0.68 ila 0.86 aralığında bulunmuştur.
- 'B' ve 'C' iftliklerinde gruptaki hayvan sayısının yetersiz olması robotik sađım űnitelerin bořta kalma sűrelerini arttırmıřtır.
- Gűn içindeki belirli saatlerde sađım durađı űnűnde veya bekleme alanında yıđılmalar olacađından robotik sađım űnitesi kapasitenin %10 dűřűrűlmesi űnerilmektedir. Yapılan hesaplamalara gűre, bir robotik űnite tarafından sađılabilecek inek sayısının 'A' iftliđinde 64, 'B' iftliđinde 61 ve 'C' iftliđinde ise 68'i geçmemelidir.
- Maksimum robotik sađım sistemi kapasitesini sađlamak için sűrű bűyűklűđűnűn uygun, sađım bűlgesinin iyi planlanmıř, hayvan yűnlendirme sistemlerinin rasyonel ve verimli organize edilmiř olduđundan emin olunmalıdır. 'A' iftliđinde bir sonraki sađım zamanı gelene kadar sađılmıř ineklerin tekrar otomatik sađım durađına girme olasılıđı olduđundan, robotik sistemi gereksiz yere meřgul etmektedir.

- Laurs A and Priekulis J (2010). Studies of operating parameters in milking robots with selectively guided cow traffic. *International Scientific Conference Biosystems Engineering 2010*, 13-24 May 2010, Tartu, Estonia, In: *Agronomy Research*, vol. 8, *Biosystems Engineering*, (Special Issue I), 134–140.
- Laurs A and Priekulis J (2011). Variability of milking frequency and intervals between milkings in milking robots. *International Scientific Conference Biosystems Engineering 2011*, 12-13 May 2011, In: *Agronomy Research*, vol. 9, *Biosystems Engineering*, (Special Issue I), 135–141.
- Priekulis J and Laurs A (2012). Research in automatic milking system capacity. In: *Proceedings of the 10th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development"*, Jelgava, Latvia, pp. 47–51.
- Unal H and Kuraloglu H (2015). Determination of operating parameters in milking robots with free cow traffic. In: *Proceedings of the 14th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development"*, Jelgava, Latvia, pp. 100–105.