

Alçak ve Yüksek Süt Hatlı Sağım Sistemlerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Memebaşı Ucu Vakum Basıncına Etkisi

Halil ÜNAL^{1*}, Feridan ÖZGÜR², Ayşe Sevcan BİLGİN², Şilan URAL²

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa.

²Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği ABD, Bursa.

*Sorumlu yazar e-posta: hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 17.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Alçak ve yüksek hatlı süt sağım sistemleri sağmal ineklerde genellikle en çok kullanılan sağım makinalarıdır. Sağım durağının altına yerleştirilen süt hattında süt kendiliğinden süt borusuna akar, ancak sağım durağının üzerine yerleştirilen süt hattına sütü kaldırmak için ilave bir enerjinin kullanılması gerekir, yani süt hattındaki vakum meme başlığı vakumundan daha yüksek olmalıdır. Çalışmanın amacı alçak ve yüksek hatlı sağım sistemlerinde farklı çalışma vakumu ve süt akış debilerinin memebaşı ucu vakum basıncına etkilerini saptamaktır. Denemeler, süt yerine suyun kullanıldığı bir sağım deney düzeneği oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kauçuk ve silikon malzemeden yapılmış iki farklı tip meme lastiği kullanılmıştır. Araştırmada alçak hatlı sağım sistemi için 42, 46 ve 50 kPa, yüksek hatlı sağım sistemi için ise 46 ve 50 kPa çalışma vakumları seçilerek denemeler beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Her aşama süt akış hızlarının 0.8, 2.0, 3.7, 5.1 ve 6.5 kg/dak olduğu yine beş farklı sağım debisinde yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre her iki tip meme lastiği için de alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumunun sırasıyla 42 ve tesis ve işletme koşullarına göre 46-50 kPa arasında olması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Alçak ve yüksek hatlı sağım sistemleri, çalışma vakumu, süt debisi, memebaşı ucu vakum basıncı.

Effect of the changes in working vacuum and milk flow rate on the liner vacuum in low and high line milking systems

Abstract: Generally, the most widely used milking machines in milking cows are the low and high line milking systems. The milk on the milk line placed under the milking stall flows spontaneously into the milk tube, however an extra energy should be used to lift the milk to the milk line placed on the milking stall, hence the vacuum in the milking line should be higher than the vacuum in the liner. Aim of the study is to determine the effects of different working vacuums and milk flow rates on the liner vacuum in low and high-line milking systems. The trials were realised by forming an experimental system consisting of a milking machine with bucket, in which water was used instead of milk. Two different types of liners made of rubber or silicon were used in the study. Working vacuums of 42, 46 and 50 kPa were used for low line system, while 46 and 50 kPa were used for high line system, and the trials were carried out at five stages. Each stage was realised at five different milking flow rates, i.e., 0.8, 2.0, 3.7, 5.1 and 6.5 kg/min. According to the results of the research, it was determined that the working vacuum should be between 42 and 46-50 kPa, respectively, in both low and high milking systems for both types of liners, depending on the plant and operating conditions.

Key words: Low and high line milking systems, working vacuum, milk flow, liner vacuum

GİRİŞ

Sağım ünitesinin ana parametresi memebaşı ucu vakum basıncıdır. Diğer bir değişle meme lastiği nabız odasındaki vakumdur. Memebaşı ucu vakum basıncı ne kadar yüksek olursa sağım hızı da o kadar yüksek olur, sağım süresi de bir o kadar kısalmır. Ancak

uygulamalarda vakum hattının en üst sınırı 50 kPa olarak kanıtlanmıştır (Rasmussen *ve ark.*, 2003; Andersons *ve ark.*, 2014). Yüksek vakum ile sağım, hayvan meme başlarında deformasyonun yanı sıra memede acıya neden olabilmektedir. Ayrıca, meme

lastiği nabız odası vakum basıncı ne kadar düşük olursa, meme sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de o kadar düşük olabilmektedir (Reinemann *ve ark.*, 1996; Jones, 1999; Öz, 2003). Ancak, vakum için sınırlar da vardır. Çok alçak basınçta hayvan memebaşı ucu başlıktan çıkma eğiliminde bulunur ve sağım süresi uzunluğu da büyük ölçüde artmaktadır. Standartlarda yüksek süt debilerinde nabız odası vakum düzeyinin 32-40 kPa aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Rasmussen ve Madsen, 2000; TS ISO 5707, 2014). Bu vakum aralığı meme ucu sağlığı üzerinde negatif bir etki bırakmamakta, bunun yanı sıra arzu edilen sağım hızını ve hayvan memesinin başlıkta tutulmasını sağlamaktadır.

Modern sağım tesislerinde alçak ve yüksek hatlı süt sağım sistemleri kullanılmaktadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'de test koşullarının belirlendiği Tablo A.2'ye göre yüksek hatlı sağım sistemlerinde süt hattı sağım platformundan 1.8 m'den veya süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 1.3 m'den daha üstte, alçak hatlı sistemlerde ise süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 0.7 m'den daha düşük seviyede yerleştirilmektedir.

Her iki sistem için en önemli fark, sağımın farklı bir işlemden olmasıdır. Alçak hatlı sistemde sağım sırasında hat boyunca akan süt, hattın altında bulunan pençeye yerçekimi kuvveti yardımıyla kendiliğinden akar. Yüksek hatlı sistemde ise, sütü hatta taşımak için süt hattı üzerinde ek enerjiye ihtiyaç vardır. Bunun için süt hattındaki vakum, meme başlığı vakumundan daha yüksek olmalıdır. Uzun süreli uygulamada, yüksek hatlı sağım sistemlerinde hatta süt akışı olmadığı zaman çalışma vakumu 50 kPa olarak verilmiştir. Ayrıca, sağımın en yüksek süt akış hızındaki ortalama meme başı ucu vakum basıncı 32-40 kPa olmalıdır (Reinemann *ve ark.*, 1996; Reinemann, 2005; Rose-Meierhöfer *ve ark.*, 2010; TS ISO 5707:2007, 2014). Diğer yandan Schuring ve Reinemann (2005), iyi sağım özellikleri ve meme sağlığını sağlamak için sağım sırasında en yüksek sağım veriminde 35 ila 42 kPa arasında bir süt pençesi vakumunun optimal olduğunu bildirmişlerdir. Standartlarda yüksek ve alçak hatlı sistemlerdeki en uygun çalışma vakum aralığının ne olması gerektiği sorusu cevapsız kalabilmektedir. Bu soru üzerindeki araştırma çalışmaları ve sağım makinaları kullanım talimatları önerilerinde büyük farklılıklar olduğu sonucuna

varılmıştır. Buna göre, farklı sağım sistemleri bile sağım sırasında benzer bir meme vakum basıncı gerektirebilir. Bu durum, mevcut araştırma konusunun seçilmesinde etkili olmuştur. Bunu başarmak için, bu çalışmada yüksek hat ve alçak hat sistemlerinin farklı basınç ayarları karşılaştırılmıştır.

Bu araştırmanın amacı, yüksek hatlı (YSH) ve alçak hatlı (ASH) süt sağım sistemlerindeki farklı süt debilerinde ve sistemin farklı çalışma vakumlarında (yüksek süt hattında 46 ve 50 kPa; alçak süt hattında 42, 46 ve 50 kPa) meme lastiklerinin (kauçuk ve silikon tip) "a+b" süt alım (emme) evresindeki memebaşı vakum basıncı değişimlerinin etkisini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemeler Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvar koşullarında özel olarak tasarlanan ve süt yerine suyun kullanıldığı test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Test düzeneği ve elemanları Şekil 1'de verilmiştir.

Tasarlanan test düzeneğinde şebekeden alınan su (2) bir su deposuna (4) doldurulmaktadır. Depo içindeki su seviyesi bir şamandıra (3) ile kontrol edilmektedir. Depodaki su belirli bir doluluk seviyesinde iken doğal akışla yapay memeye (10) akmaktadır. Yapay meme olarak 5 L kapasiteli bir kova kullanılmıştır. Su deposu ve yapay meme arasına suyun kontrolü için bir vana (5) yerleştirilmiştir. Yapay memenin tabanında orta kısmına bir adet delik açılarak buraya dört yollu hortum yerleştirilmiş ve uç kısımlarına plastik malzemeden imal edilmiş 4 adet yapay meme ucu bağlanmıştır. Yapay meme uçlarına merkezlerinden 3 mm çaplı delik açılarak su emiş ağzları oluşturulmuştur. Denemelerde kauçuk ve silikon tip meme lastikleri kullanılmıştır. Kullanılan her iki tip meme lastiği de yekpare imal edilmiştir. Sağım başlıkları sağım pozisyonunda olacak şekilde yapay meme uçlarına takılmıştır. Meme lastiğinin paslanmaz kılıf dışında kalan ve kısa süt hortumu olarak bilinen bölümüne özel olarak imal edilmiş bir vakum basıncı ölçüm adaptörü (7) bağlanmıştır. Sağım başlığına bağlanan ve ölçüme esas olan bir meme lastiğindeki kısa nabız hortum çıkışı ve vakum basıncı ölçüm adaptöründen çatal bağlantı ile bypass yapılarak vakum-nabız ölçüm cihazına (EXENDIS PT V) (6) bağlantı yapılmıştır. Vakum basıncı ölçüm adaptörünün

amacı kısa süt hortumundan geçen su/süt akışını keserek vakum-nabız ölçüm cihazına olası zararı önlemektir. Araştırmadaki homojenliği sağlamak için kauçuk ve silikon meme lastikleri aynı sağım başlığına (süt pençesi hacmi 240 ml) (8) bağlanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca makinanın farklı çalışma vakumlarında inekler için esas alınan nabız sayısının (60 adet/dak) değişmemesi için pnömomatik pulsatör yerine elektronik pulsatör (14) kullanılmıştır. Sistemin vakum üretme grubu ise yarı sabit sistemli sağım makinası seçilmiştir. Makinanın ana vakum hattı (18) üzerine bir adet vakummetre (15) ve bir adet vakum regülatörü (17) yerleştirilmiştir. Denemelerin hassasiyeti için ana vakum borusuna bağlanan bir adet elektronik vakummetre (16) ve vakum-nabız cihazının ölçtüğü vakum değerleri karşılaştırılarak, sistemin ana çalışma vakumu kontrol edilmiştir. Her bir meme lastiği için yapılan denemelerde sağımdan alınan suyun miktarı için 25 litre kapasiteli bir süt güğümü (11) kullanılmıştır. Süt güğümü 1 g ölçüm hassasiyetli 50 kg kapasiteye sahip dijital bir terazi (12) üzerine oturmaktadır.

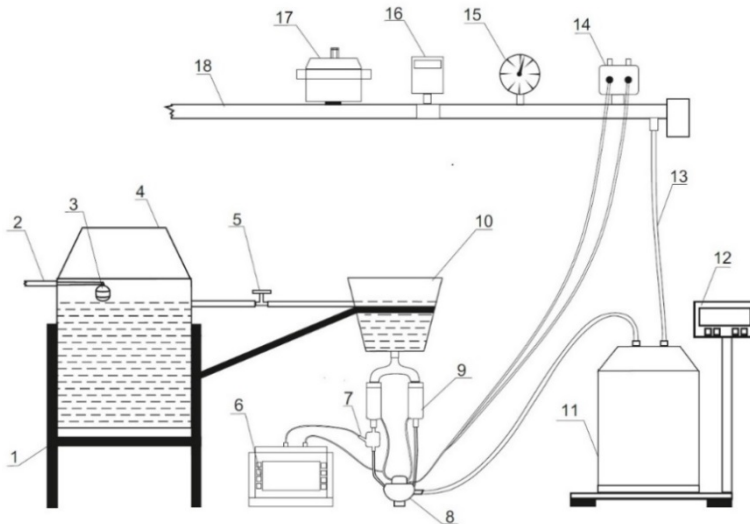
Simülasyon sağım sisteminde güğüm (sütün boşaltılma seviyesi esas alınacak şekilde), alçak süt hatlı sağım için süt pençesi seviyesinin 0.7 m altına, yüksek süt hatlı da ise sağım platformundan 1.8 m

yükseğe yerleştirilmiştir. Su debisi deney sırasında güğüme toplanan su miktarı kayıtlarından hesaplanmıştır.

Deneyler süresince vakum hattı, nabız bölümündeki nabız-vakum ve kısa süt hortumu içindeki vakum değerleri kaydedilmiştir. Kauçuk ve silikon meme lastikleri üzerinde aşağıdaki gibi beş farklı çalışma vakumu aşamaları gerçekleştirilmiştir:

- 42 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 46 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 46 kPa basınçta çalışan YSH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan YSH hatlı sağım sistemi

Araştırmadaki beş farklı çalışma basıncının her aşamasında su (dinamik sağım deney sıvısı) debileri 0.8, 2.0, 3.7, 5.1, 6.5 kg/dak olarak ayarlanmıştır. Su debisi ayarlaması için yapay memenin altına küresel vana yerleştirilmiştir. Vananın açma-kapama kolu arka hizasına dairesel bir malzeme monte edilerek, çok sayıda yapılan ön testler ile istenilen debiye uygun kol açıları belirlenmiş ve dairesel malzeme üzerinde ölçü çizgileri oluşturulmuştur. Belirlenen debiler bu malzeme üzerinde oluşturulan ölçü çizgileri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Gerek ülkemizdeki çiftlik verilerinin uzun vadeli gözlemlerine dayanarak su debileri 3.6 ile 6.5 kg/dak olarak seçilmiştir (Reinemann *ve ark.*, 2005, Pezzuolo *ve ark.*, 2017).



- 1- Su deposu taşıma şasisi
- 2- Su girişi hattı
- 3- Su seviye şamandırası
- 4- Su deposu
- 5- Musluk
- 6- Nabız-vakum kayıt cihazı
- 7- Vakum basıncı ölçüm adaptörü
- 8- Süt pençesi
- 9- Meme başlığı
- 10- Meme modeli
- 11- Güğüm
- 12- Terazi
- 13- Vakum hortumu
- 14- Elektronik pulsatör
- 15- Analog vakummetre
- 16- Elektronik vakummetre
- 17- Vakum regülatörü
- 18- Ana vakum hattı

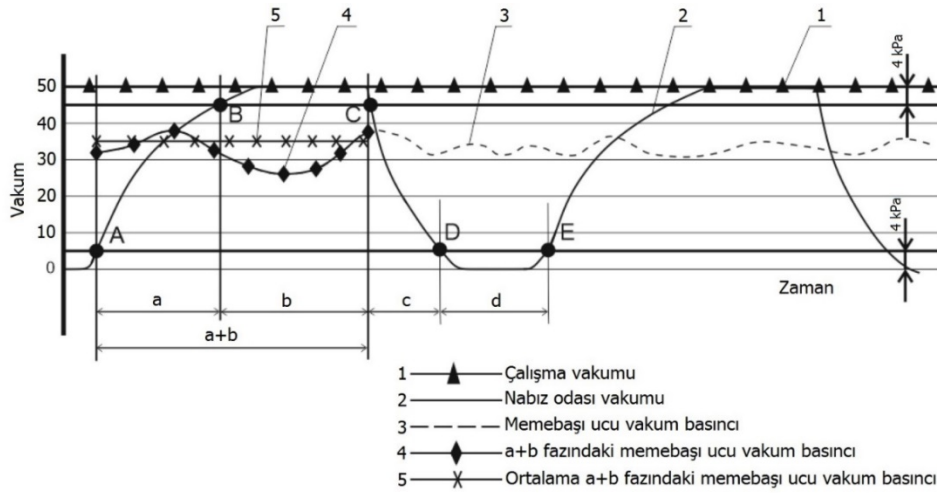
Şekil 1. Similasyon sağım sistemi deney düzeneğinin şematik görünüşü

Ülkemizdeki en iyi süt çiftliklerinde uzmanların bilgilerine göre ortalama pik süt debisi 3.0-6.0 kg/dak aralığındadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'ye göre dinamik testlerde pik süt akışı düşük verimli inekler 3 kg/dak, yüksek verimliler için ise 5 kg/dak alınır. TS ISO 5707:2007 (2014) Annex (EK) C'ye göre deneylerde 4 kg/dak pik süt akışı için ortalama süt akışı 2.6 kg/dak alınır. Pulsatör kayıt cihazı (vakum-nabız ölçer test cihazı) tarafından kaydedilen nabız odası vakum değişiklikleri grafiği TS ISO 5707:2007, 2014 ve TS ISO 6690:2007, 2014 ile uyumlu olarak işleme tabi tutulmaktadır. "a+b" fazındaki ortalama memebaşı ucu vakum basıncı incelenen sürecin kriteri olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014) (Şekil 2). Makinalı sağım emme fazında sütün boşalması sırasında hayvanın meme başında aktif olan vakumdur.

Araştırmada elde edilen veriler deneye dayalı matematiksel sıralama yöntemleri ile analiz edilmiştir. Çalışmadaki terimler ve tanımlar standartla uyumlu olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, alçak süt hatlı sağım sisteminin yüksek çalışma basınçlarındaki (46 ve 50 kPa) memebaşı ucu vakum basıncı değerleri yüksek hatlı sistemin aynı çalışma vakumlarındaki memebaşı ucu vakum değerlerinden daha büyük bulunmuştur. Aynı sağım sisteminde çalışma vakumu azaltıldığı takdirde memebaşı ucu vakum basıncı da azalmaktadır. Hem kauçuk ve hem de silikon lastiklerin süt alım evresindeki bu vakum azalmaları benzer oranlarda değişim göstermiştir.



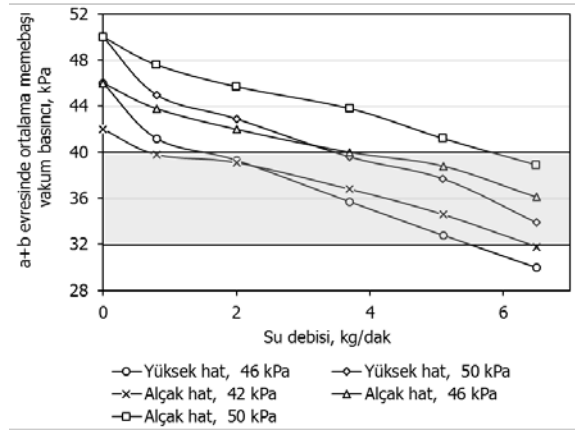
Şekil 2. Pulsatör test cihazından alınan nabız odası ve memebaşı ucu vakum basıncı değerlerinin analizi

Çizelge 1. Alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde farklı sağım debisi ve çalışma vakumlarındaki memebaşı ucu vakum basıncı değişimleri

Meme lastiği tipi	Süt hattı tipi	Çalışma vakumu, kPa	Su debisi değişimlerinde a+b evresinde ortalama memebaşı ucu vakum basıncı ($\bar{x} \pm s_n$), kPa					"a+b" evresinde önerilen ort. memebaşı ucu vakum basıncı aralığı, kPa
			0.8 kg/dak	2.0 kg/dak	3.7 kg/dak	5.1 kg/dak	6.5 kg/dak	
Kauçuk	YSH	46	41.2±0.1	39.3±0.2	35.7±0.3	32.8±0.8	30.0±0.3	32.0 – 40.0
		50	45.0±0.1	42.9±0.1	39.6±0.5	36.9±0.6	33.9±0.7	
	ASH	42	39.8±0.2	39.1±0.4	36.8±0.3	34.6±0.3	31.8±0.5	
		46	43.8±0.2	42.0±0.5	40.0±0.5	38.8±0.6	36.1±0.2	
		50	47.6±0.1	45.7±0.2	43.8±0.6	41.2±0.6	38.9±0.2	
Silikon	YSH	46	41.1±0.4	39.7±0.1	35.4±0.5	33.0±0.7	30.9±0.6	
		50	45.1±0.3	42.0±0.3	38.5±0.2	34.6±0.4	33.9±0.5	
	ASH	42	39.7±0.3	38.5±0.2	36.8±0.5	34.8±0.2	32.6±0.3	
		46	43.4±0.1	42.3±0.4	38.3±0.4	37.9±0.4	34.8±0.2	
		50	48.0±0.2	46.6±0.2	44.4±0.2	41.2±0.3	38.9±0.5	

YSH: Yüksek Süt Hattı, ASH: Alçak Süt Hattı, x: a+b süt alım evresinde ortalama vakum, s_n : standart hata

Kauçuk meme lastiğinin araştırma sonuçları Şekil 3'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde, yüksek hatlı sağım sistemindeki 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında elde edilen süt debileri sırasıyla 1.7 ve 3.5 kg/dak'dan daha az olduğunda, memebaşı ucu vakumunun optimal üst sınır olan 40 kPa'dan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu, özellikle süt çıkışına katkı sağlayan stimülasyonunun yeterince etkili olmamasından dolayı, sağımın başlangıcında ve sağım sonunda meme başlarının optimalden daha yüksek olan bir vakuma maruz kaldığı anlamına gelmektedir. Buna karşılık, 46 kPa çalışma basıncında süt debisi 5.5 kg/dak'dan daha yüksek olduğunda, memebaşı ucu vakumu optimal alt sınır olan 32 kPa'dan daha düşük çıkmaktadır. Bu da sağım süresi uzunluğunu etkileyebilmektedir. 50 kPa çalışma vakumunda ise 6.5 kg/dak debiye kadar memebaşı ucu vakumları optimal sınırlar içinde (32-40 kPa) kalmaktadır.



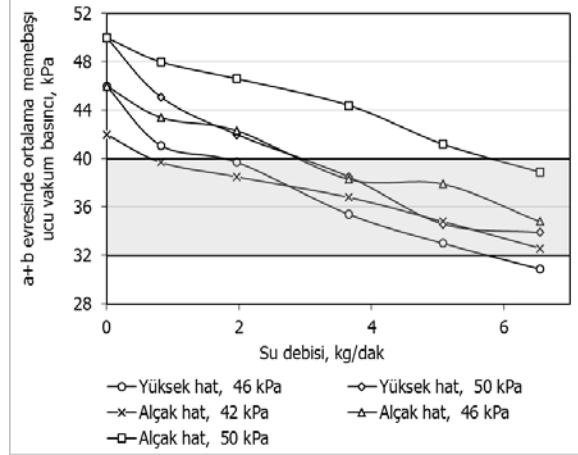
Şekil 3. Alçak ve yüksek süt hatlı sistemlerde farklı su debisi ve çalışma vakumlarında kauçuk meme lastiğinin "a+b" evresindeki ortalama memebaşı ucu vakum değişimleri

Alçak hatlı sağım sisteminin 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında kauçuk tip meme lastiği ile sağım yapılırken, memebaşı ucu vakumları sırasıyla 3.7 ve 5.5 kg/dak'ya kadar optimal üst sınırın çok üzerinde saptanmıştır (Şekil 3). Bu da sağım başlangıcında ve sonunda hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine daha uzun süre maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Çalışma vakumun 42 kPa ve 0.8-6.5 kg/dak sağım debisi arasında ise memebaşı ucu vakumu, optimal vakum sınırları aralıklarında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kauçuk tip meme lastiğinin kullanıldığı alçak süt hatlı sistemde 42 kPa, yüksek süt hatlı da ise yeterli boru çapı, eğim vb. tesis

ve 0-1000 m düşük-orta rakım, en çok 4 kg/dak pik süt akışı vb. uygun işletme koşulları da olduğu sürece 46 kPa çalışma vakumun en iyi sonuçları verdiği söylenebilir. Yetersiz tesis ve zorlu işletme koşullarında çalışma vakumu 48 kPa'a kadar çıkarılabilir. Alçak süt hatlı sistemler için önerilen 42 kPa çalışma vakumu, bu araştırmadaki sonuçları desteklemektedir (Öz, 2003; Andersons *ve ark.*, 2014). Ancak bu araştırmada yüksek hat için uygun bulunan 46 kPa çalışma basıncı, Jones (1999) ve Andersons *ve ark.* (2014) tarafından önerilen 50 kPa çalışma vakumunun altında kalmıştır. Diğer yandan Spencer ve Rogers (2003), araştırmalarında önerdiği 46 kPa çalışma basıncı bu çalışmadaki sonucu desteklemektedir.

Araştırmanın silikon meme lastiği ile yapılan çalışma sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde, yüksek hatlı sağım sisteminde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarındaki analiz sonuçlarına göre süt debileri sırasıyla 1.8 ve 2.9 kg/dak'dan daha az olduğunda, silikon meme lastiği memebaşı ucu vakumları optimal aralıklardan (32-40 kPa) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, kauçuk meme lastiği sonuçlarında açıklandığı gibi, sağım başlangıcı ve sonunda meme başlarının optimal aralıklardan daha yüksek bir vakuma maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan 46 kPa basınçta süt debisi 5.8 kg/dak'dan daha yüksek olduğunda, memebaşı ucu vakumu optimal değerden daha düşük saptanmıştır. Bu debiden sonra sağım süresi uzayabilmektedir. 50 kPa çalışma vakumunda ise 6.5 kg/dak'ya kadar debi miktarı optimal sınır içinde kalmaktadır.

Silikon meme lastiğinin kullanıldığı alçak hatlı sağım sisteminde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında sağım yapılırken, memebaşı ucu vakumları sırasıyla 2.9 ve 5.8 kg/dak'ya kadar optimal sınırların çok üzerinde bulunmuştur. Bu debi sınırlarına kadar sağımın başlangıç ve bitiminde hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine daha uzun süre maruz kalacağı sonucu çıkmaktadır. Çalışma vakumun 42 kPa olduğu denemelerde ise, sağım debisinin 0.8-6.5 kg/dak olduğu aralıklarda memebaşı ucu vakum aralığının optimal sınırlar arasında saptanmıştır. Araştırma sonucuna göre kauçuk lastikte olduğu gibi silikon tip meme lastiğinin kullanıldığı alçak hatlı sistemde 42 kPa, yüksek süt hatlı da ise 46-48 kPa arasında çalışma vakumun en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.



Şekil 4. Alçak ve yüksek süt hatlı sistemlerde farklı su debisi ve çalışma vakumlarında silikon meme lastiğinin "a+b" evresindeki ortalama memebaşı ucu vakum değerleri

Yukarıdaki verilerden, ister kauçuk ve isterse silikon meme lastikleri kullanılsın yüksek süt hatlı sağım sistemlerindeki 46 ve 50 kPa çalışma vakumları, alçak süt hatlı sağım sistemlerinde ineklerin sağımına uygun olmadığı sonucuna varılabilir. Bu basınçlar, sağım başlangıcı ve sonunda ineklerin mastitis hastalığına yakalanma riskini artırarak hayvan meme başlarını olumsuz şekilde etkileyecektir.

İneklerin sağımı alçak süt hatlı sağım sistemlerinde optimal çalışma vakumu 41-43 kPa arasında olabilir. Bu basınç aralığı, pratik olarak hem sağım süresi boyunca normal süt akış hızını sağlar hem de sağım başlangıcında ve sonunda vakumun olumsuz etkisini azaltabilecektir.

Alçak hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumunun daha da azaltılması tavsiye edilmez. Vakumun negatif etkisi esas olarak süt sağımının başlangıcında ve sonunda azalacak olsa da, aynı zamanda süt akış hızı da önemli ölçüde azalabilecektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Andersons, E., A. Laurs, J. Priekulis, 2014. Studies On Liner Vacuum In High And Low Level Milking Systems. Engineering for Rural Development, Jelgava, 29-30.05.2014, 94-98.
- Jones, G. M., 1999. The Role Of Milking Equipment In Mastitis. Virginia Cooperative Extension. <http://pubs.ext.vt.edu/404/404-742/404-742.html> Erişim: Nisan 2018.
- Öz, H., 2003. Süt Sağma Makinalarında Bazı Teknik Özelliklerin Performans Değerlerine Etkisinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 134 s., İzmir.

SONUÇ

Kauçuk ve silikon tip meme lastiklerinin vakum değerleri ("a+b" süt alım evresindeki) yüksek ve alçak süt hatlı sistem yapılarına göre suyun kullanıldığı simülasyon test ortamında ölçülmüş ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

Yüksek hatlı sağım sisteminin 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarındaki süt debileri sırasıyla 1.7 ve 3.5 kg/dak'dan daha az olduğunda, optimal memebaşı ucu vakumu üst sınırından (40 kPa) daha yüksek çıkmaktadır. Bu, özellikle süt çıkışına katkı sağlayan stimülasyonunun yeterince etkili olmaması durumunda, sağım başlangıcı ve sonunda meme başlarını optimalden daha yüksek bir vakuma maruz bırakır.

Kauçuk ve silikon meme lastiklerinin kullanıldığı alçak hatlı sağım sistemlerinde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarının kullanılması tavsiye edilmez. Bu çalışma vakumlarında memebaşı ucu vakumu kauçuk için 3.7 ve 5.8 kg/dak, silikon için 2.9 ve 5.8 kg/dak debilere kadar optimal sınırı aşmaktadır. Bu debilere kadar hayvanın meme başlarının, sağım başlangıcında ve sonunda sürekli olarak negatif basıncın olumsuz etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir.

Hem kauçuk hem de silikon meme lastikli alçak süt hatlı sistemlerde 0.8-6.5 kg/dak sağım debisi aralıkları optimal sınırlar içinde kaldığından optimal çalışma vakumu 41-43 kPa arasında seçilebilir. Bu basınç aralığı, pratik olarak hem sağım süresi boyunca normal süt akış hızını sağlar hem de sağım başlangıcında ve sonunda vakumun olumsuz etkisini azaltır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada, deney simülasyonunun yapılmasında önemli katkı sağlayan AYZA Kauçuk Plastik Kalıp San. ve Tic. Ltd. Şti. yönetim kurulu başkanı Hakan Özdoğan ve AR-GE müdürü Kazım Kıyak beylere teşekkür ederiz.

- Pezzuolo, A., D. Cillis, F. Marinello, L. Sartori, 2017. Estimating Efficiency In Automatic Milking Systems. Engineering for Rural Development Jelgava, 24-26.05.2017, 736-741.
- Rasmussen, M. D., N. P. Madsen, 2000. Effects Of Milkline Vacuum, Pulsator Airline Vacuum, And Cluster Weight On Milk Yield, Teat Condition And Udder Health. Journal of Dairy Science 83, 77-84.
- Rasmussen, M. D., D. J. Reinemann, G. A. Mein, 2003. Measuring Vacuum In Milking Machines. Bulletin No. 381/2003, International Dairy Federation, Brussels, pp. 20-32. Belgium.

- Reinemann, D. J., M. D. Rasmussen, G. A. Mein, E. S. Frimer, 1996. Test Equipment And It's Application For Measuring Vacuum In The Short Milk Tube. http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/96_ASAE_963018_Test_Equipment_SMT_vac.pdf, Erişim: Mart 2018.
- Reinemann, D. J., G. A. Mein, M. D. Rasmussen, P. L., Ruegg, 2005. Evaluating Milking Performance. Bulletin of the International Dairy Federation No. 396, 1–24.
- Rose-Meierhöfer, S., G. Hoffmann, H. Öz, U, Ströbel, C. Ammon, 2010. Milking-Time Tests In Conventional And Quarter-Individual Milking Systems. *Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research* 60:11–15.
- Schuring, N., D. J. Reinemann, 2005. Procedures For Evaluating Vacuum Levels And Air Flow In Milking Systems 2005 Update. The National Mastitis Council 44th Annual Meeting, Orlando, Florida.
- Spencer, S. B., G. W. Rogers, 2003. Optimization Of A Milking Machine Liner. Fifth International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003. pp. 60-69.
- TS ISO 3918:2007, 2014. Süt Sağım Makine Tesisleri-Terimler. Türk Standartları Enstitüsü, 19 s., Ankara.
- TS ISO 5707:2007, 2014. Süt Sağım Makine ve Tesisleri-Yapım ve Performans. Türk Standartları Enstitüsü, 47 s., Ankara.
- TS ISO 6690:2007, 2014. Süt Sağım Makine Testleri-Mekanik Deneyler. Türk Standartları Enstitüsü, 34s., Ankara.