



Araştırma Makalesi/Research Article

Süt Sağım Makinelerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Ortalama Pençe Vakumuna Etkisi

Halil Ünal*  Enes Tumba  Dilek Kılıç  Gaye Atlı 

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa
*Sorumlu yazar: hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.12.2019

Kabul Tarihi: 17.09.2020

Öz

Bu çalışmada 5 farklı tip süt pençesine (150, 240, 300, 340 ve 550 ml hacimlerinde) sahip sağım başlıklarında çalışma vakumu ve süt debisi değişimlerinin alçak ve yüksek süt hatlı sağım tesislerinde ortalama pençe vakumuna etkisi araştırılmıştır. Süt pençeleri sağım demetindeki diğer tüm elemanlarının aynı olduğu 5 adet sağım başlığına bağlanmıştır. Sağım başlıklarındaki meme lastikleri uzun tip neopren kauçuk malzemedir. Araştırmada alçak süt hatlı sağım sistemi için 41, 44 ve 47 kPa, yüksek süt hatlı sağım sistemi için ise 50 kPa çalışma vakumları seçilmiştir. Her vakum aşaması 6 farklı süt debisi (0, 0,7, 2,7, 4,7, 6,6 ve 8,3 kg dk⁻¹ gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, 41 kPa çalışma vakumunda Pençe-2 (240 ml hacimdeki süt pençesi) en uygun ortalama pençe vakum aralıklarını vermiştir. 44 kPa çalışma vakumunda 7,4 kg dk⁻¹ süt debisine kadar Pençe-2 ve Pençe-4'ün (340 ml hacimdeki süt pençesi); 47 kPa basınçta ise 2,7-6,5 kg dk⁻¹ süt debisi aralıkları için Pençe-5'in (550 ml hacimdeki süt pençesi) ortalama pençe vakum düzeyleri daha uygun bulunmuştur. Yüksek süt hattındaki 50 kPa çalışma vakumunda 2, 3 ve 4 nolu süt pençelerinin ortalama pençe vakumları diğer pençelere göre daha uygun görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Alçak ve yüksek hatlı sağım sistemleri, süt pençesi, kauçuk meme lastiği, pençe vakumu, süt debisi

The Effect of Working Vacuum and Milk Flow Rate Variations on Average Claw Vacuum in Milking Machines

Abstract

In this study, the effect of working vacuum and milk flow changes on the average claw vacuum in low and high milk line milking facilities in milking heads with 5 different types of milk claw (150, 240, 300, 340 and 550 ml volumes) were investigated. Milk claws are connected to 5 milking clusters, where all other elements in the milking bundle are the same. The liners in the milking clusters are made of long type neoprene rubber. In the study, 41, 44 and 47 kPa vacuum pumps were selected for low milk line milking system and 50 kPa operating vacuum for high-line milking system. Each vacuum step was carried out at 6 different milk flows (0, 0.7, 2.7, 4.7, 6.6 and 8.3 kg min⁻¹). According to the results of the study, Claw-2 (240 ml milk claw) at 41 kPa working vacuum gave the optimum average claw vacuum intervals. Claw-2 and Claw 4 up to a milk flow rate of 7.4 kg min⁻¹ at 44 kPa working vacuum (340 ml volume of milk claw); at 47 kPa pressure, average claw vacuum levels of Claw-5 (550 ml milk claw) were found to be more suitable for the milk flow intervals of 2.7–6.5 kg min⁻¹. The average claw vacuum of milk claws 2, 3 and 4 was found more suitable than other claws at 50 kPa working vacuum in high milk line.

Keywords: Low and high line milking systems, milk claw, rubber liner, claw vacuum, milk flow rate

Giriş

Meme sağlığında herhangi bir zararlı etkiye neden olmadan hayvanın tüm sütünün en kısa sürede elde edilmesi için etkili bir sağım tekniği gereklidir. Sağım sisteminin inekler üzerindeki etkisinin en doğru ölçüsü pençedeki vakumdur (Reinmann ve ark., 2007). Sağım ünitesinin ana parametresi memebaşı ucu vakum basıncıdır. 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 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 vakumu 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 olabilmekte ve sağım süresi uzunluğu da büyük ölçüde artmaktadır. Standartlarda en 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 işlemde olmasıdır. Alçak hatlı sistemde sağım sırasında hat boyunca akan süt, hattın altında bulunan pençeye yerçekimi kuvveti yardımıyla kendiliğinden akmaktadır. 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. Reinemann ve ark. (2007), iyi sağım özellikleri ve meme sağlığını sağlamak için sağım sırasında en yüksek sağım veriminde 36–42 kPa arasında bir süt pençesi vakumunun daha uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bir ineğin en yüksek süt debisi süresi boyunca bu aralık içinde ortalama pençe vakumuna sahip olması; genellikle ineğin uysal bir şekilde, hızlı ve tam olarak sağımı için uygun bir aralık olduğu kabul edilir. Ancak Avrupa'da yaygın olarak kullanılan ortalama pençe vakumu için kurallar, Kuzey Amerika'da tavsiye edilenden biraz düşüktür. Bu ülkeler tipik olarak, 32 ila 40 kPa aralığındaki en yüksek süt debisi periyodu sırasında ISO sağım makinesi standart ortalama pençe vakum standardında sunulan önerileri kullanmaktadır (Rose-Meierhöfer ve ark., 2010; TS ISO 5707:2007, 2014). Ortalama pençe vakumu için Avrupa ve Kuzey Amerika standart kuralları arasında biraz fark olsa da ortalama pençe vakumu belirlenirken her ikisi de nazikçe, hızlı ve tam sağım arasında bir uzlaşma kavramına dayanmaktadır. Çünkü yüksek ortalama pençe vakumu hızlı sağımı sağlar, ancak sağım nazik ve tamamıyla olamaz. Düşük ortalama pençe vakumu daha nazik ve eksiksiz sağım yapar, ancak hızlı olmayan bir sağıma neden olur. Buradan anlaşılabilir ki, standartlarda yüksek ve alçak hatlı sistemlerdeki en uygun ortalama pençe 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 ortalama pençe vakumu gerektirebilir. Bu durum, mevcut araştırma konusunun seçilmesinde etkili olmuştur. Bunu başarmak için, bu çalışmada farklı iç hacimlere sahip süt pençelerinde alçak süt hattı ve yüksek süt hattı sistemlerinin farklı basınç ayarları karşılaştırılmıştır.

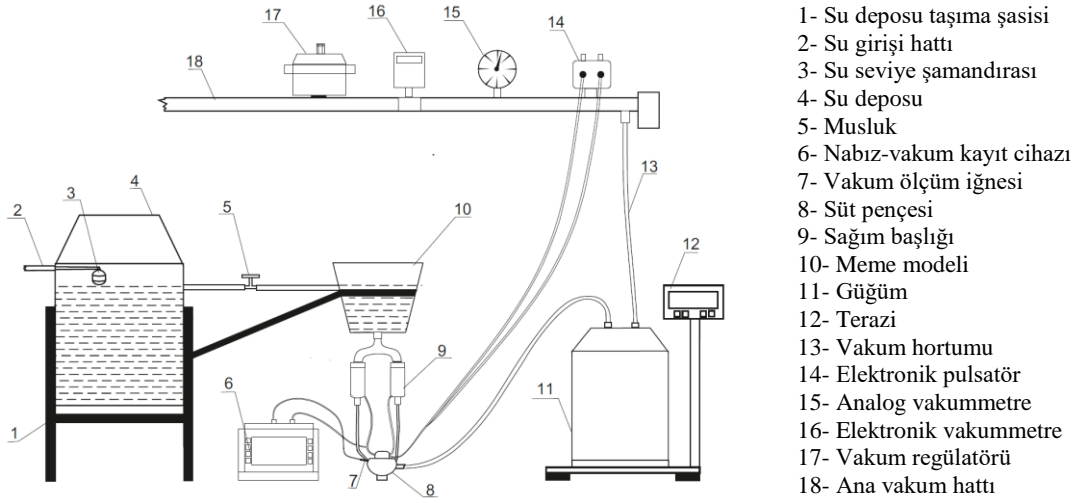
Bu araştırmanın amacı, alçak süt hatlı (ASH) ve yüksek süt hatlı (YSH) süt sağım makinalarının farklı sistem çalışma vakumlarında (ASH'da 41, 44 ve 47 kPa; YSH'da 50 kPa) ve farklı süt debilerinde, farklı iç hacimlere sahip süt pençelerinin (150, 240, 300, 340 ve 550 ml) "a+b" süt alım (emme) fazındaki ortalama pençe vakumu değişimlerinin etkisini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvar koşullarında özel olarak tasarlanan ve süt yerine suyun kullanıldığı test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir (Ünal ve ark., 2018). Test düzeneği ve elemanları Şekil 1'de verilmiştir.

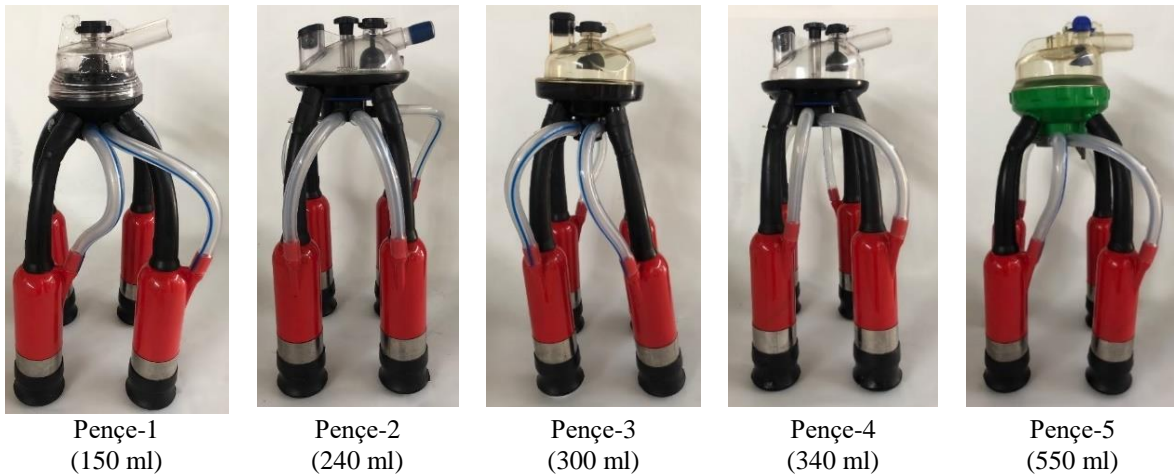
Tasarlanan test düzeneğinde şebekeden alınan su (2) bir su deposuna (4) doldurulmaktadır. Depo içindeki su seviyesi bir şamandıra (3) ile kontrol edilmektedir. Depodaki su belirli bir doluluk seviyesinde iken doğal akışla yapay memeye (10) akmaktadır. Yapay meme olarak 5 L kapasiteli bir kova kullanılmıştır. 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 ağızları

oluşturulmuştur. Denemelerde homojenliği sağlamak amacı için aynı kauçuk tip meme lastikleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Simülasyon sağım sistemi deney düzeneğinin şemantik görünüşü

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 iğnesi (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. Araştırmada 150 ml (Pençe-1), 240 ml (Pençe-2), 300 ml (Pençe-3), 340 ml (Pençe-4) ve 550 ml (Pençe-5) hacimlerinde 5 farklı tip süt pençesi kullanılmıştır (Şekil 2). Makinanın farklı çalışma vakumlarında inekler için esas alınan nabız sayısının (60 adet dk^{-1}) 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 20 L kapasiteli bir süt güğümü (11) kullanılmıştır. Süt güğümü 1 g ölçüm hassasiyetli 50 kg kapasiteye sahip dijital bir terazi (12) üzerine oturmaktadır.



Şekil 2. Araştırmada kullanılan farklı hacimlerdeki süt pençeleri

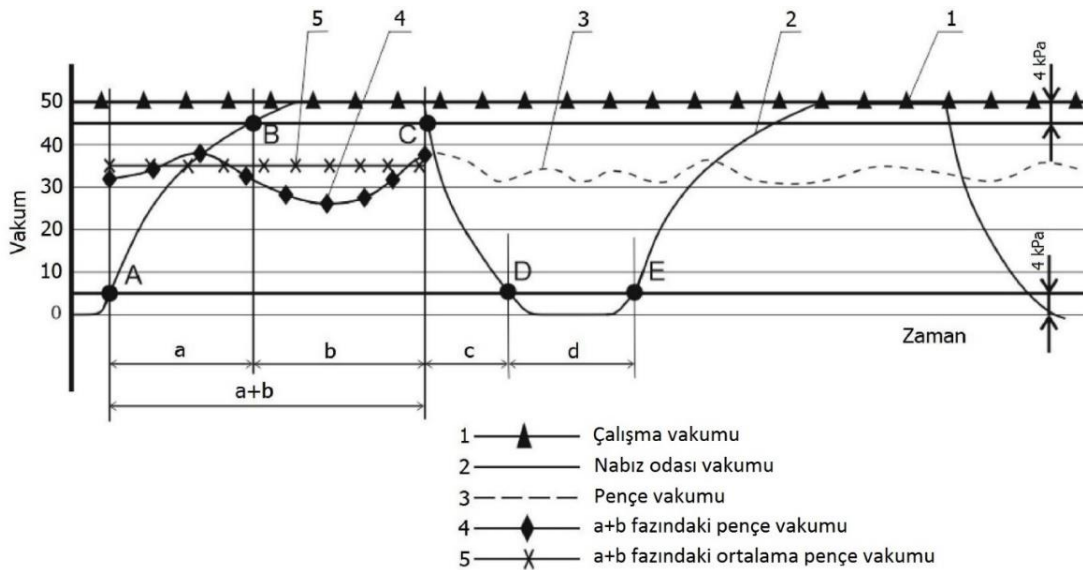
Simülasyon sağım sisteminde güğüm (sütün boşaltılma seviyesi esas alınacak şekilde), alçak süt hatlı sağım için süt pençesi seviyesinin 0,7 m altına, yüksek süt hatlı da ise sağım platformundan 1,8 m yükseğe yerleştirilmiştir. Su debisi, deney sırasında güğüme toplanan su miktarı kayıtlarından hesaplanmıştır.

Deneyler süresince vakum hattı, nabız bölümündeki nabız-vakum ve kısa süt hortumu içindeki vakum değerleri kaydedilmiştir. Beş farklı hacimdeki süt pençeleri üzerinde aşağıdaki gibi değişik çalışma basınçları aşamaları gerçekleştirilmiştir:

- 41, 44 ve 47 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan YSH sağım sistemi

Araştırmadaki dört farklı çalışma basıncının her aşamasında su (dinamik sağım deney sıvısı) akış hızları 0, 0,7, 2,7, 4,7, 6,6, 8,3 kg dk⁻¹ 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 su debileri bu malzeme üzerinde oluşturulan ölçü çizgileri temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizdeki en iyi süt çiftliklerinde uzmanların bilgilerine göre ortalama en yüksek süt debisi 3,0-6,0 kg dk⁻¹ aralığındadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'ye göre dinamik testlerde en yüksek süt debisi düşük verimli inekler 3 kg dk⁻¹, yüksek verimliler için ise 5 kg dk⁻¹ alınır. TS ISO 5707:2007 (2014) Annex (EK) C'ye göre deneylerde 4 kg dk⁻¹ en yüksek süt debisi için ortalama süt debisi 2,6 kg dk⁻¹ 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 pençe vakumu incelenen sürecin kriteri olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014) (Şekil 3). Ortalama pençe vakumu makinalı sağımın emme fazında sütün boşaltılması sırasında hayvanın meme başında aktif olan vakumdur.



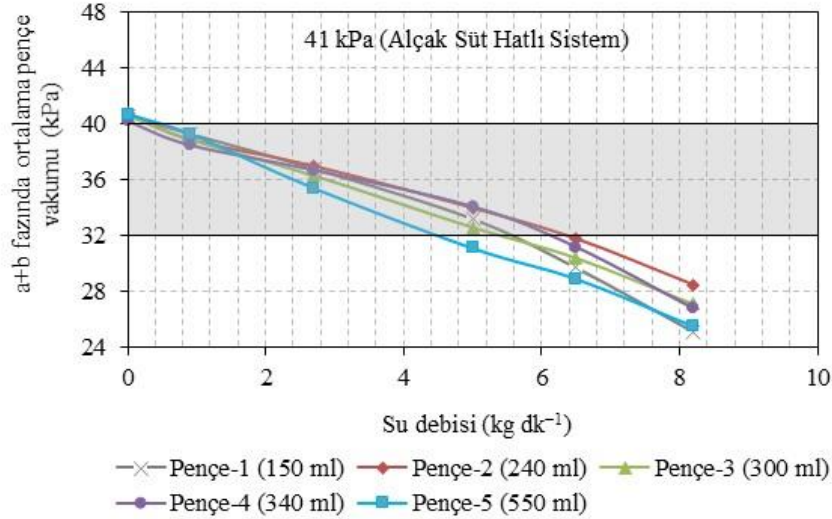
Şekil 3. Pulsatör test cihazından alınan nabız odası ve pençe vakumu değerlerinin analizi

Bulgular ve Tartışma

Alçak süt hatlı sağım sisteminin 41, 44 ve 47 kPa çalışma vakumlarında farklı süt pençesi tipleri üzerinde değişik süt akış hızlarında yapılan deneme sonuçlarına göre a+b süt alım evresindeki ortalama pençe vakum değişimleri sırasıyla Şekil 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

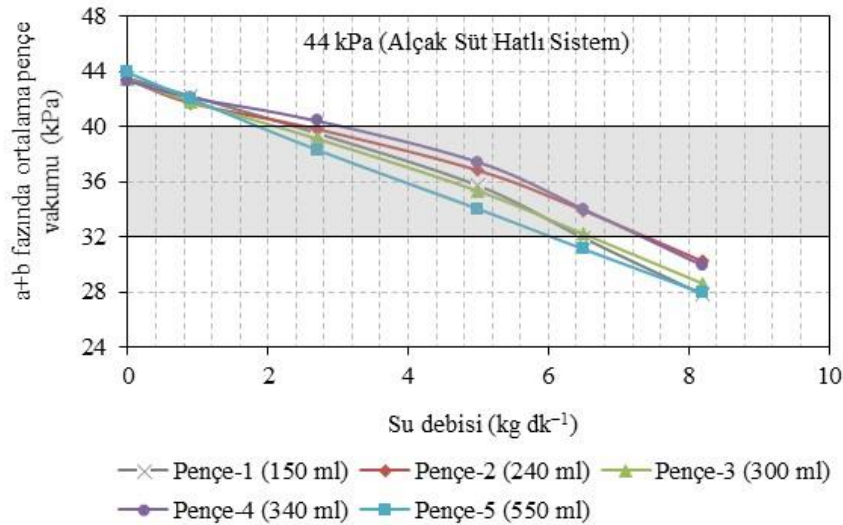
Şekil 4 incelendiğinde; bütün pençelerin sistem kapalı olduğunda (0 kg dk⁻¹) ortalama pençe vakumları en uygun üst sınır olan 40 kPa'nın biraz üstünde olduğu görülmüştür. Pençe-1'de süt debisi 5,6 kg dk⁻¹'den daha yüksek olduğunda pençe vakumu alt sınır olan 32 kPa'dan daha düşük çıkmaktadır. Bu da sağım süresi uzunluğunu etkileyebilmektedir. Pençe-3 incelendiğinde, süt debisinin 0,2-5,4 kg dk⁻¹ arasında kaldığında, ortalama pençe vakumu standart değerlerin arasında olduğu belirlenmiştir. Pençe-4 ve Pençe-5'teki analiz sonuçlarına göre süt akış hızları sırasıyla 4,5 ile

6,1 kg dk⁻¹'den fazla olduğunda pençe vakumu kabul edilebilir aralıklardan (32-40 kPa) daha düşük bulunmuştur. Pençe-2'de ise süt debisi 6,4 kg dk⁻¹ üzerine çıktığında ortalama pençe vakumunun 32 kPa'nın altına düştüğü görülmüştür. Bu sonuçlara göre, alçak süt hatlı sistemin 41 kPa çalışma vakumunda uygun işletme koşullarında Pençe-2'nin en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.



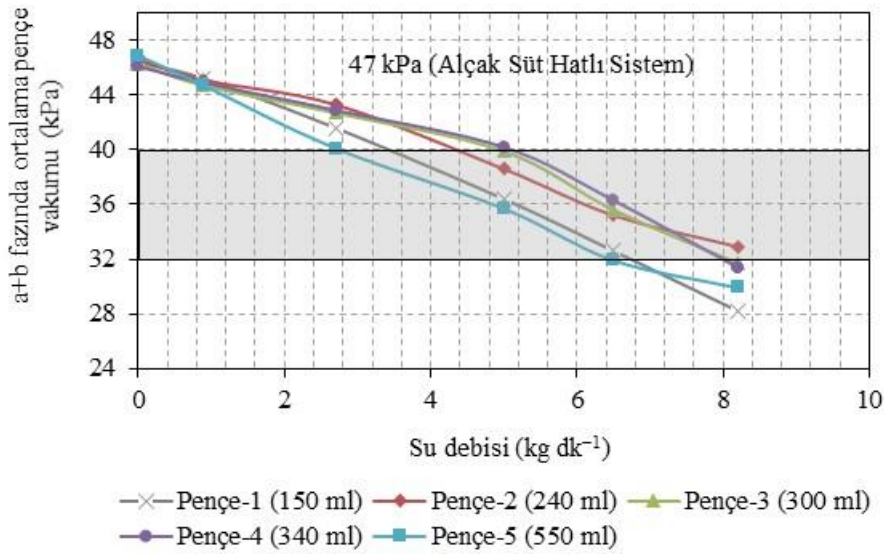
Şekil 4. 41 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

Şekil 5'te görüldüğü gibi, Pençe-1 ve Pençe-3'ün araştırma sonuçlarına göre süt debileri sırasıyla 2,1 ve 2,3 kg dk⁻¹'den daha düşük olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun üst sınırdan daha yüksek çıkmaktadır. Bu da sağım başlangıcında ve sonunda hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Aynı pençelerde süt debisinin 6,5 kg dk⁻¹'den fazla olması durumunda ortalama pençe vakumu 32 kPa'nın altına düşmektedir. Pençe-4'te ise süt debisi 3 kg dk⁻¹'den daha düşük olduğunda pençe vakumunun üst sınırdan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da sağım başlangıcı ve bitiminde hayvan meme sağlığına olumsuz yönde etki etmektedir. Pençe-5 incelendiğinde en yüksek süt debisi aralığı 1,8-6,0 kg dk⁻¹ olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun sınırlar içinde kalmaktadır. Pençe-2'nin ise 2,4-7,4 kg dk⁻¹ arasındaki en yüksek süt debilerinde ortalama pençe vakumu uygun sınırlar içerisinde kalmaktadır. Pençe-4'te 7,4 kg dk⁻¹ süt debisine kadar optimum alt sınır üzerinde kalarak uygun ortalama pençe vakumunu vermiştir. Buna göre 44 kPa çalışma vakumunda Pençe-2 ve Pençe-4'ün en uygun ortalama pençe vakumu düzeylerini verdiği söylenebilir.



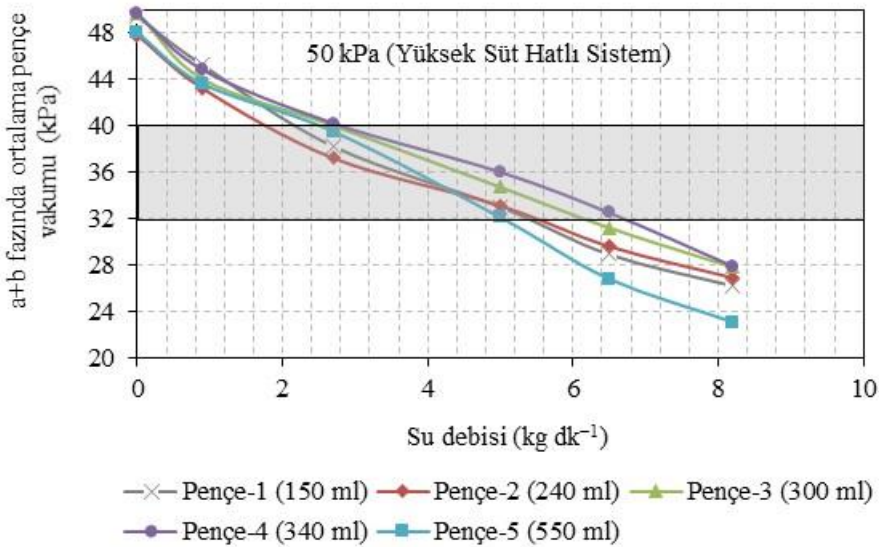
Şekil 5. 44 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

Şekil 6'daki araştırma sonuçları incelendiğinde, Pençe-1'in süt debisi 3,4-6,8 kg dk⁻¹ aralığında olduğunda ortalama pençe vakumu en uygun sınırlar arasında kalmaktadır. Pençe-3 ve Pençe-4'le sağım yapıldığında süt akış hızları 5,0 kg dk⁻¹'den daha az olduğu durumlarda ortalama pençe vakumu kabul edilebilir sınırı aşmaktadır. Bu debiye kadar hayvanın meme başlarının sağım başlangıcı ve sonunda sürekli olarak yüksek vakumun olumsuz etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir. 5,0-8,0 kg dk⁻¹ süt debisi aralıklarında ise Pençe-3 ve Pençe-4 en uygun sınırlar arasında kalmaktadır. Pençe-2'nin analiz sonuçlarına göre 4,4-8,3 kg dk⁻¹ süt debisi aralıklarında ortalama pençe vakumu uygun sınırların içinde kalmaktadır. Bu sonuç, Pençe-2, -3 ve -4'ün yüksek süt debisine sahip inekler için en uygun pençeler olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan Pençe-5'te ise, 2,7-6,5 kg dk⁻¹ süt debisi aralığında ortalama pençe vakumu standart sınırlarda (32-40 kPa) gözlenmiştir. Araştırma sonuçları Pençe-5 için bu basınçta sağım başlangıcı ve sonunda hayvanların meme başlarının negatif basıncın olumsuz etkisine diğer pençelere göre daha az maruz kalacağı sonucuna varılmıştır.



Şekil 6. 47 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri

Yüksek süt hatlı sağım sisteminin 50 kPa çalışma vakumunda farklı süt pençesi tipleri üzerinde değişik süt akış hızlarında yapılan deneme sonuçlarına göre a+b süt alım evresindeki ortalama pençe vakumu değişimleri Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. 50 kPa çalışma vakumunda farklı tip süt pençelerinin a+b fazında ortalama pençe vakumu değişimleri



Şekil 7 incelendiğinde, Pençe-1'in ölçüm sonuçlarına göre süt debisi 2,1 kg dk⁻¹'den daha az olduğunda, ortalama pençe vakumu en uygun üst sınırdan daha yüksek ölçülmüştür. Aynı pençede süt debisi 5,4 kg dk⁻¹'den daha yüksek olduğunda ise ortalama pençe vakumu en uygun alt sınırın altına düşmektedir. Pençe-2'deki süt debisi 1,7-5,5 kg dk⁻¹ aralığında olduğunda ortalama pençe vakumu uygun sınırlar arasında kalmıştır. Bu pençe için bu basınçta sağım başlangıcı ve sonunda hayvanların meme başlarının negatif basıncın olumsuz etkisine diğer pençelere göre daha az maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Pençe-5'in araştırma sonuçlarına göre süt debisi 2,5-5,1 kg dk⁻¹ aralığında ortalama pençe vakumu kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır. En yüksek süt debisi fazla olduğunda Pençe-5'in ortalama pençe vakumunun çok düşük olması nedeniyle sağım süresinin uzamasına sebep olacağı düşünülmektedir. Pençe-3 ve Pençe-4'ün süt akış hızlarının 2,7 kg dk⁻¹'den daha düşük olduğu durumlarda ortalama pençe vakumu değerleri üst sınırdan daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu pençelerde süt akış hızlarının sırasıyla 6,1 ve 6,7 kg dk⁻¹'den daha yüksek olması durumunda pençe vakumlarının kabul edilebilir alt sınırının altına düştüğü görülmektedir. Yüksek süt hatlı için 50 kPa sistem çalışma basıncında ortalama pençe vakumu en uygun süt pençelerinin Pençe-2, Pençe-3 ve Pençe-4 olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuçlara göre, alçak süt hatlı sistemin 41 ve 44 kPa çalışma vakum vakumlarında Pençe-2'nin, 47 kPa çalışma vakumunda ise Pençe-5'in en uygun ortalama pençe vakum aralıklarını verdiği söylenebilir. Yüksek süt hatlı sistemdeki 50 kPa çalışma vakumunda ise, Pençe-3 ve Pençe-4 en uygun ortalama pençe vakumları aralıkları sağlamıştır. Enokidani ve ark. (2016)'nın yaptıkları ıslak test araştırmasına göre yüksek süt hatlı sistemdeki 50 kPa çalışma vakumunda ve 8,7 kg dk⁻¹ süt debisindeki ortalama pençe vakumunun 31,7 kPa'a düştüğü belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar alçak hatlı sistemde ise 40 kPa olan çalışma vakumunda ortalama pençe vakumunun aynı debi sınırında 39,7 kPa'a düştüğünü belirlemişlerdir. Buna göre bu çalışmamızda yüksek hatlı sistem için Pençe-3 ve Pençe-4'ün kabul edilebilir sınıra yakın ortalama pençe vakumlarını vermesi, araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Diğer yandan alçak hatlı sistemde ise, Pençe-2'nin 6,4 kg dk⁻¹ debisine kadar kabul edilebilir sınır aralığında ortalama pençe vakumunu vermesi, bu pençenin tavsiye edilmesini desteklemektedir. Reinemann ve ark. (2007) nin ıslak testle yaptıkları araştırmaya göre, sistem basıncı 44 kPa olduğunda ineklerin geneline ait ortalama en yüksek süt debisi için (1,9 kg dk⁻¹) ortalama pençe vakumunu 42,5 kPa, ineklerin %10'nuna ait en yüksek süt debisi için (3,9 kg dk⁻¹) ortalama pençe vakumunu 40,7 kPa ve ineklerin %5'ine ait en yüksek süt debisi için (5,8 kg dk⁻¹) ortalama pençe vakumunu 38,6 kPa olarak belirlemişlerdir. Araştırmacıların bu sonuçlarına benzer çalışma sonuçlarımız Pençe-2 ve Pençe-4'te daha uygun bulunmuştur. Öz ve ark. (2010) nin 40 kPa sistem basıncındaki gerçek sağım koşullarında yaptıkları araştırmada ise, 300 ml hacimdeki süt pençeli sağım denemelerinde 4,8 L min⁻¹ en yüksek süt debisinde "b" fazındaki ortalama pençe vakumunu 35,0 kPa olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmamızda kullanılan 240 ve 340 ml hacimlere sahip Pençe-2 ve Pençe-4, araştırmacıların sonuçlarına en yakın değerleri vermektedir. Bu da bu sistem basıncında Pençe-2'nin seçilmesini desteklemektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda 41 kPa çalışma basıncında Pençe-5 4,4 kg dk⁻¹ debiye kadar, Pençe-2 6,4 kg dk⁻¹ debiye kadar standardın ön gördüğü alt sınır değere kadar (32 kPa) uygun ortalama pençe vakum aralığı verebilmektedir. 44 kPa çalışma vakumunda ise, Pençe-2 ve Pençe-4 7,4 kg dk⁻¹ süt debisine kadar uygun pençe vakumları göstermiştir. 47 kPa çalışma basıncında Pençe-2, -3 ve -4 çok yüksek süt debisine sahip inekler için (4,4-8,3 kg dk⁻¹) uygun olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu basınç için Pençe-5 2,7-6,5 kg dk⁻¹ en yüksek süt debisi aralıklarında en uygun ortalama pençe vakumu sağlamıştır. Yüksek süt hatlı için 50 kPa sistem basıncında 1,7-5,5 kg dk⁻¹ süt debisi aralıklarında Pençe-2, 2,7-6,1 kg dk⁻¹ süt debisi aralıklarında Pençe-3 ve 2,7-6,7 kg dk⁻¹ süt debisi aralıklarında Pençe-4 en uygun ortalama pençe vakum değerlerini vermiştir.

Reinemann ve ark. (2007), sistem çalışma vakumunun kullanıcının sağım sırasında istenilen ortalama pençe vakumu aralığına ulaşması için ayarlandığı bir parametre olduğunu bildirmektedir. Sabit sistem vakumu ile değişken ortalama pençe vakumu arasındaki farkı etkileyen 3 ana faktör vardır:



- 1- Sistem konfigürasyonu (uzun süt borusu uzunluğu ve çapı, uzun süt borusundaki bağlantılar ve sürtünme kayıplarını etkileyen diğer parametreler),
- 2- Sütün uzun süt borusundan akış hızı (artan süt akışı genellikle sistem ve pençe vakumu arasındaki farkı arttırır),
- 3- Sağım ünitesine giren serbest havanın debisi (artan hava girişi aynı zamanda sistem ve pençe vakumu arasındaki farkı arttırır).

Yukarıda belirtilen faktörler de göstermektedir ki, sağımın uygun pençe vakum aralıklarında hassas, hızlı ve eksiksiz şekilde yapılabilmesini etkileyen birçok unsur vardır. Enokidani ve ark. (2016) nın alçak ve yüksek süt hatlı ıslak simülasyon test çalışmalarındaki farklı iç çap ve uzunluklara sahip uzun süt hortumlarının ortalama pençe vakumuna etkisini araştırmaları, sağım makinalarında sağımı etkileyebilecek birçok farklı unsurun daha araştırılması gerektiğini göstermektedir. Bu araştırma bu unsurlar arasında önemli olabileceği düşünülen süt pençesi hacim değişikliğinin ortalama pençe vakumuna etkisini ortaya koyabilmek açısından araştırmacılara, üretici firmalara ve süt hayvancılığı işletmelerine yararlı kaynak olacağı inancındayız. Alçak süt hatlı sağım makinalarında önerilen pençe vakum aralıkları için en uygun çalışma basıncının, Avrupa ülkelerinde 41 kPa, Kuzey Amerika’da ise 44 kPa seçilmesi tavsiye edilebilir.

Not

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü lisans öğrencilerinin “Tasarım Proje” tezinin bir bölümünü kapsamakta ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’nde 04-06 Eylül 2019 tarihlerinde düzenlenen 32. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresinde poster olarak sunulmuş ve kongre bildiri kitabında özeti yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Andersons, E., Laurs, A., Priekulis, J., 2014. Studies on liner vacuum in high and low level milking systems. Engineering for Rural Development, Jelgava. 29-30.05.2014, p. 94–98.
- Enokidani, M., Kuruhara, K., Kawai, K., 2016. Analysis of factors affecting milking claw vacuum levels using a simulated milking device. Animal Sci. J. 87: 848–854.
- 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.
- Öz, H., Rose-Meierhöfer, S., Ströbel, U., Ammon, C., 2010. Comparison of the vacuum dynamics of conventional and quarter individual milking systems. J. Agric. Sci. 16: 162–168.
- Rasmussen, M.D., Madsen, N.P. 2000. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition and udder health. J. Dairy Sci. 83: 77–84.
- Rasmussen, M.D., Reinemann, D.J., Mein, G.A. 2003. Measuring vacuum in milking machines. Bulletin No. 381/2003, International Dairy Federation, Brussels, pp. 20–32. Belgium.
- Reinemann, D.J., Rasmussen, M.D., Mein, G.A., Frimer, E.S. 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., Mein, G.A., Rasmussen, M.D., Ruegg, P.L. 2005. Evaluating milking performance. Bulletin of the International Dairy Federation. No. 396, 1–24.
- Reinemann, D.J., Schuring, N., Bade, R.D., 2007. Methods for measuring and interpreting milking vacuum. In: Proceedings of Sixth International Dairy Housing Conference. 16-18 June, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Rose-Meierhöfer, S., Hoffmann, G., Öz, H., Ströbel, U., Ammon, C., 2010. Milking-time tests in conventional and quarter-individual milking systems. Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research. 60: 11–15.
- 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.

Ünal, H., Özgür, F., Bilgin, A.S., Ural, Ş., 2018. Alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumu ve süt debisi değişimlerinin memebaşı ucu vakum basıncına etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi. 14 (3): 163-169.