

**Pnömatik Pulsatöre Hızlı Masaj Özelliğinin Kazandırılması
ve Potansiyelinin Tespiti**

Zahra AMIN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Pnömatik Pulsatöre Hızlı Masaj Özelliğinin Kazandırılması ve Potansiyelinin
Tespiti**

Zahra AMIN
0000-0002-8212-2065

Prof. Dr. Halil ÜNAL
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2023
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Zahra AMIN tarafından hazırlanan “Pnömatik Pulsatöre Hızlı Masaj Özelliğinin Kazandırılması ve Potansiyelinin Tespiti” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Halil ÜNAL

- Başkan :** Prof. Dr. Halil ÜNAL
0000-0001-5830-2050
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
İmza
- Üye :** Prof. Dr. Bahadır SAYINCI
0000-0001-7148-0855
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi,
Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
İmza
- Üye :** Dr. Öğr. Üyesi Hilal ERDOĞAN
0000-0002-0387-2600
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü

.../.../....

İmza

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../2023

Zahra AMIN

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof. Dr. Halil ÜNAL
Tarih

Zahra AMİN
Tarih

İmza
Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile
okudum anladım yazmalı ve
imzalanmalıdır.

İmza
Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile
okudum anladım yazmalı ve
imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Pnömatik Pulsatöre Hızlı Masaj Özelliğinin Kazandırılması ve Potansiyelinin Tespiti

Zahra AMIN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Halil ÜNAL

Sütün sağımı sürecinde sağım makinasındaki vakum seviyesi, nabız hızı, nabız oranı vb. sağım parametreleri sütün kalitesi ve miktarı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Büyükbaş hayvanların sağım performansını artırmak için sağım öncesi veya sağım sonuna doğru oksitosin salınımını başlatacak veya devam ettirecek mekanik uyarım (yüksek vibrasyonlu pulsasyon) etkisinin belirli bir süre (30 ila 90 saniye arasında) uygulanması önemlidir. Uyarım işlemi sağımcı tarafından manuel yapılabildiği gibi, modern sağım sistemlerinde yüksek vibrasyonlu pulsasyon özelliğine sahip elektronik pulsatörler tarafından da gerçekleştirilmektedir. Diğer yandan pnömatik bir pulsatörün nabız hızı değişimi, aygıtın üzerindeki ayar vidasından manuel olarak yapılabilmektedir. Ancak, inek ve manda gibi hayvanların sağımı sırasında pulsatörün kısa süre için hızını artırıp tekrar normale düşürmek hem kolay değil hem de hassas yapılamaz.

Bu araştırmanın amacı pnömatik pulsatör normal sağım pulsasyonunda çalışırken, istenildiğinde hızlı masaja pratik şekilde ulaşabilmesini sağlayacak tasarımı yapabilmektir. Pnömatik pulsatörün gövdesi üzerinde yapılan yeni bir tasarım ile makine normal pulsasyonda (ort. 60 nabız/min) sağım yaparken, pulsasyon hızının bir valf yardımıyla 200 nabız/min üzerine çıkarılması kolaylıkla değiştirilebilmiştir. Pulsatör üzerindeki hızlı masaj, yani hızlı nabız sayısı, hayvan cinsine ve sağım fizyolojisine göre, gerektiğinde 200 ila 300 nabız/min aralığında ayarlanabilmektedir. Pulsatördeki bu pratik tasarım, sağımcıya sadece bir valfi çevirerek hızlı şekilde hem normal sağım hem de uyarım işlemini anlık değiştirme kolaylığı sağlamıştır. Tasarımı yapılan pnömatik pulsatör, güğümlü bir sağım makinasında kuru sağım koşullarında elektronik bir nabız ölçüm cihazı ile testlere tabi tutulmuştur. Testlerde 40, 45 ve 50 kPa çalışma vakumları seçilmiş ve her vakumdaki normal sağım hızı 60 nabız/min olarak kabul edilmiştir. Pulsatör hızlı masaja dönüştürüldüğünde normal sağım hızı seçilen çalışma vakumlarında sırasıyla ortalama 220, 232 ve 240 nabız/min sayılarına yükselmiştir. Ölçülen hızlı nabız sayılarındaki vakum değerleri ise sırasıyla ortalama 29, 32 ve 35 kPa değerlerine düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pnömatik pulsatör, Nabız hızı, Oksitosin, Hızlı masaj, Vakum seviyesi.

2023, xii +32 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

Gaining Fast Massage Feature of Pneumatic Pulsator and Determining its Potential

Zahra AMIN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Halil ÜNAL

During the milking process, the vacuum level in the milking machine, pulse (pulsation) rate, pulse ratio etc. milking parameters have a significant effect on the quality and quantity of milk. In order to increase the milking performance of dairy animals such as cows and buffaloes, it is important to apply the stimulation effect for a certain period of time (between 30 and 120 seconds), which will activate or maintain oxytocin secretion before milking and/or towards the end of milking. Stimulation can be done manually by the milker, or by electronic pulsators with fast pulsation (stimulation) feature in modern milking systems. On the other hand, the pulse rate change of a pneumatic pulsator can be done manually from the adjustment screw on the device. However, during milking of animals such as cows and buffaloes, increasing the speed of the pulsator for a short time and reducing it to normal again is not easy and cannot be done sensitively.

The aim of this research is to design the pneumatic pulsator that will enable practical access to rapid massage when required while operating in normal milking pulsation. With a new design made on the body of the pneumatic pulsator, it was possible to easily change the pulsation rate above 200 pulses/min with the help of a valve while the machine was milking at normal pulsation (average 60 pulses/min). The rapid massage on the pulsator, that is, the rapid pulse rate, can be adjusted within the range of 200 to 300 pulses/min, if necessary, depending on the animal breed and milking physiology. This practical design in the pulsator provided the milker with the convenience of instantaneously changing both normal milking and stimulation processes by simply turning a valve. The designed pneumatic pulsator was tested with an electronic heart rate measuring device in dry milking conditions in a hopper milking machine. Working vacuums of 40, 45 and 50 kPa were selected in the tests and the normal milking rate in each vacuum was accepted as 60 pulses/min. When the pulsator was converted to rapid massage, the normal milking rate increased to 220, 232 and 240 pulses/min, respectively, at the selected working vacuums. Vacuum values in the measured fast pulse rates decreased to the average values of 29, 32 and 35 kPa, respectively.

Keywords: Pneumatic Pulsator, Pulsation rate, Oxytocin, Rapid massage, Vacuum level.
2023, xii +32 pages.

TEŞEKKÜR

Danışman hocam Prof.Dr. Halil Ünal'a benim araştırmamdaki tecrübesi, yol göstericiliği ve desteği için sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Ayaz Kauçuk firması ARGE müdürü Kazım Kıyak beye çalışma sürecimdeki yardımlarından ve katkılarından dolayı minnettarım.

Eęitimim boyunca sonsuz desteklerini esirgemeyen anne ve babama özellikle ablama teőekkürlerimi sunarım.

Zahra AMIN
.../.../2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem.....	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	20
4.1. Pnömatik pulsatörün hızlı masaja göre tasarımı ve üretim aşamaları.....	20
4.2. Pnömatik pulsatörün sağım başlığına bağlı ölçülen deney sonuçları.....	21
4.3. Pnömatik pulsatörün doğrudan pulsatör test cihazına bağlı konumda ölçülen deney sonuçları.....	24
4.4. Tasarım pulsatörü ve elektronik pulsatörlerin hızlı masaj sonuçlarının karşılaştırılması.....	26
5. SONUÇ.....	29
KAYNAKLAR.....	30
ÖZGEÇMİŞ.....	32

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
≤	Küçük veya Eşittir
>	Büyüktür işareti
\$	Dolar
∅	Çap

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
a	Ortalama vakum artış safhası (% , ms)
b	En yüksek vakum safhası (% , ms)
c	Vakum azalış safhası (% , ms)
d	En düşük vakum safhası (% , ms)
a+b	Süt alım safhası (% , ms)
c+d	Masaj safhası (% , ms)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
kPa	Kilo paskal
NS	Nabız sayısı (nabız/min)
M	Metrik
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
OT	Oksitosin
Ort	Ortalama
min	Dakika
ml	Mililitre
mm	Milimetre
ms	Milisaniye
s	Saniye
TS	Türk Standartları Enstitüsü
VB	Vakum basıncı (kPa)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Seyyar bir süt sağım makinesinin genel görünüşü ve bazı elemanları	2
Şekil 1.2. Memeliğin sağım ve masaj aşamaları	4
Şekil 1.3. Memeliğin sağım ve masaj grafiği.....	5
Şekil 1.4. Günümüzde kullanılan pulsator çeşitleri (a-Pnömatik, b-Hidrolik, c-Elektronik)	6
Şekil 3.1. Tasarımda kullanılan pnömatik pulsator.....	16
Şekil 3.2. Pnömatik pulsatoru oluşturan parçaların isimleri (Anonim, 2023b)	16
Şekil 3.3. Pnömatik pulsatordeki hız ayarının gösterilişi.....	17
Şekil 3.4. Vakum-nabız ölçüm cihazı ile tasarım pulsatoru üzerinde yapılan ölçüm denemeleri	19
Şekil 4.1. Pnömatik pulsator üzerindeki hızlı masaj tasarımının görünüşü	21
Şekil 4.2. Nabız ölçüm cihazının sağım başlığı kısa nabız hortumlarına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon fazları değişim eğrileri	23
Şekil 4.3. Nabız ölçüm cihazının doğrudan pulsatorün ikiz nabız boru çıkışlarına bağlı konumda ölçülen nabız fazları değişim eğrileri	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Nabız ölçüm cihazının sağım başlığı kısa nabız hortumlarına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon sonuçları	22
Çizelge 4.2. Nabız ölçüm cihazının pulsatörün ikiz nabız borusu çıkışına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon sonuçları	25
Çizelge 4.3. Tasarlanan pnömatik pulsatör ve iki farklı marka elektronik pulsatörün test cihazı ile ölçülen normal nabız ve hızlı masaja ait vakum-nabız frekans değerlerinin karşılaştırılması	28

1. GİRİŞ

Ülkemizde süt sığırcılığı yapan işletmelerde sağım makinası kullanımı giderek artmaktadır. Ancak sağım makinalarının işletme parametreleri açısından, süt sağımının isteklerini karşılayabilecek özellikte olması gereklidir. Süt sağım makinalarında nabız aygıtı karakteristikleri; özellikle sağım performansı, süt verimi ve meme sağlığı yönünden oldukça önemlidir. Ayrıca, uygun nabız aygıt tasarımında da göz önüne alınması gereken kriterleri oluşturmaktadır (Gürhan ve diğerleri, 2000). Sağımın bitişi ile birlikte mastitis açısından çok kritik bir süreç başlamaktadır. Çünkü sağım sonrası memebaşı delikleri yaklaşık 30 dakika açık kalmaktadır. Bu süre içerisinde bakteriler meme içine girebilmek için uygun ortamı bulurlar. Bu süre zarfında hayvanların yatmamaları için tedbirler alınır. Bu amaçla sağım sonrası hemen yemleme yapılır (MEB, 2016).

Mastitis, meme dokusunda patolojik bozukluklara yol açan ve süt veriminin azalmasına, sütün fiziksel ve kimyasal yapısının değişmesine neden olur. Sonuçta hayvan elden çıkarılmak zorunda kalır veya hastalık bazen de hayvanın ölümüyle sonuçlanır. Genel meme sağlığı ve özel meme başı patolojileri süt üretimini, miktar, kalite ve süt salgılama parametreleri açısından etkileyebilir. Süt üretiminde hayvanların genel sağlığı ve iyi besi koşulları çok önemlidir. Ayrıca sağım makinesi, sağım vakumu, sağım pulsasyonu ve pulsasyon frekansı ve sağım ekipmanına bağlı diğer teknik özelliklerde süt akış hızları ve meme sağlığı için çok kritik bir faktördür (Borghese ve diğerleri, 2007).

Süt sığırcılığı işletmelerinde barınak tipi ve uygulanan sağım yöntemlerine bağlı olarak az çok sapma göstermekle birlikte, “süt sağım işlemi” ahırdaki toplam çalışma zamanının %55-60’ını alır. İşletmelerde hayvan sayısının artması ve hayvan sayısı fazla işletmelerin çoğalması, yüksek verimli süt sığırı yetiştiriciliği ile işletmelerin daha bilinçli ve ekonomik çalışmaya yönelimi, nitelikli sağımcı bulma güçlüğü ve sağım işini kolaylaştırıcı ve iyileştirici tekniklere talep gibi etkenler, sağım makinası kullanımının ve teknik yönden gelişmiş makinalar talebinin artmasına neden olmuştur. Makine ile süt sağma ve sağım teknolojisindeki gelişmeler; öncelikle sağımın kolaylaştırılmasını, sağıma harcanan zamanın azaltılmasını, daha az insan işgücü tüketimi ile fazla sayıda

hayvanın sağlıklı bir şekilde sağılmasını ve daha hijyenik sağım koşulları sağlayarak temiz süt elde edilmesini amaçlamaktadır (Ünal, 2018).

Sağım makinesi; vakum pompası ve motoru, vakum hortumları, pulsatör, sağım başlıkları ve süt güğümü olmak üzere beş önemli kısımdan oluşur (Çetiner, 2017).

1-Vakum pompası ve motoru, sağım için gerekli vakumu sağlar.

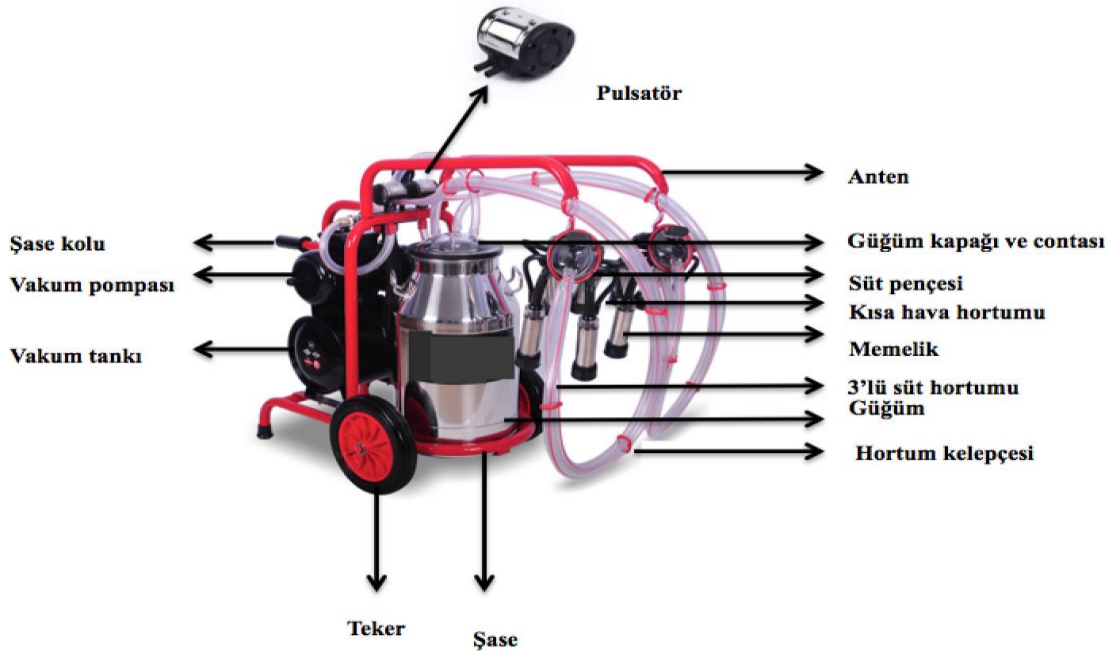
2-Vakum hortumları, sağım için gerekli vakum etkisini makinenin emzik lastiğine ulaştırır.

3-Pulsatör, makinenin beynidir. Sütün kesikli akışını sağlamak için memeyi bir kez sıkıştırıp, bir kez emer. Bunun için memeye uygulanan vakumu belirli aralıklarla keser.

4-Sağım başlıkları, sütü emmek için dört meme başına birer tane takılır. Bu dört tüp sağım pençesi denen kısma sütü iletir. Süt oradan süt tankına ya da güğümüne gönderilir.

5-Süt güğümü, sağılan sütün toplandığı yerdir.

Seyyar tip bir süt sağım makinesinin genel görünüşü ve bazı elemanları Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Seyyar bir süt sağım makinesinin genel görünüşü ve bazı elemanları

Oksitosin (OT) salınımı süt ineklerinde süt çıkışı için gereklidir. Sağımın başlangıcında, ön stimülasyon olmadan veya manuel ön stimülasyon ve ardından makine sağımı ile sağımın uyarıcı etkileri karşılaştırılabilir miktarlarda OT salınımına neden olduğu belirtilmektedir (Weiss ve diğerleri, 2003). Weis ve arkadaşları, sadece bir meme ucunun uyarılmasının bile, dört meme ucunun da uyarılmasına benzer bir OT salınımı sağlayabildiğini bildirmişlerdir. Sütün tamamen sağılması için tüm sağım sürecinde OT konsantrasyonlarının yükseltilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, sağım öncesinde ve sonrasında pulsasyon olmaksızın takılı meme başı kaplarının uyarıcı etkisi test edilmiştir. Buna ek olarak, toplam sağım süresini uzatmadan, sağımın sonuna doğru tek bir meme başının titreşimle uyarılmasının, meme tahliyesini iyileştirmek için ek OT salınımını tetikleyip tetikleyemeyeceği test edilmiştir.

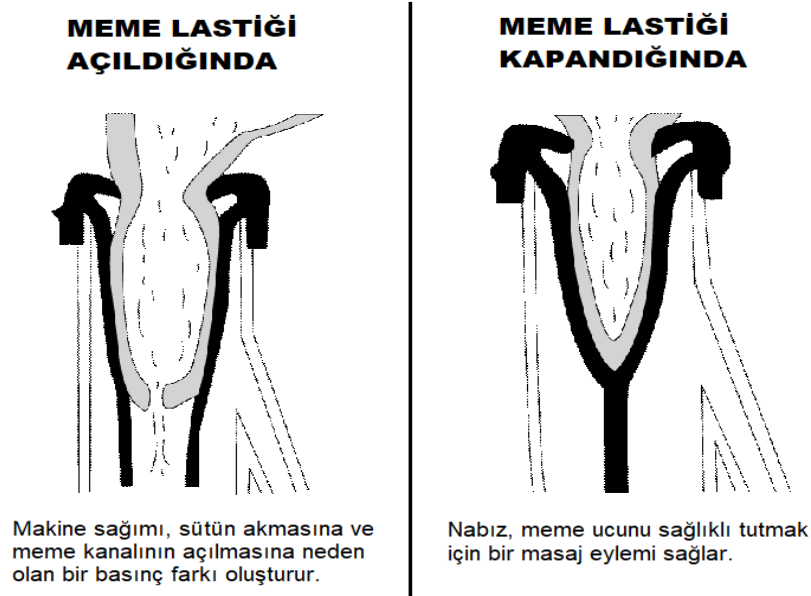
Tüm süt sağım makineleri, süt hayvanlarının hassas meme dokusuna fazla zarar vermeden verimli, eksiksiz ve güvenli bir şekilde sağım yapmak için tasarlanmaktadır. Sağım makinesi hangi marka ve tipte olursa olsun; vakum pompası ve motoru, vakum regülatörü, pulsasyon sistemi, vakum sağlamak için boru-hortum sistemi, süt taşıma sistemi (süt borusu, hortumu, güğümü, kabı vb.) ve sağım başlığı gibi aynı temel bileşenlere sahiptir. Bir sağım başlığı; bir adet süt pençesi ve 4 adet memelikten (meme kadehi) oluşur (Ohnstad, 2011).

Bir sağım makinesindeki pulsasyon (nabız) sistemi; meme (emzik) lastiğini çevreleyen bölümdeki basınçta (vakum) döngüsel değişikliklere izin vermektedir. Bu, meme kadehinin içindeki meme lastiğinin açılmasına ve hayvanın meme başından sütün akmasını sağlar. Ardından meme lastiğini hayvanın meme başının etrafında kapatarak meme dokusuna masaj yapar ve bu sayede tıkanıklığı azaltır (Anonim, 2023a).

Tüm pulsasyon sistemleri, bir pulsatörden, bir vakum kaynağından ve pulsatörü meme başı kadehi ile meme lastiği arasında oluşturulan nabız odasına bağlayan bağlantı boru hattı ve esnek nabız hortumlarından oluşmaktadır. Pulsasyonun amacı ise, sağım sırasında meme dokularında meydana gelen ve inek rahatsızlığına, meme başı tıkanıklığına ve potansiyel olarak meme ucu hasarına (hiperkeratoz) yol açabilen tıkanıklık ve ödem miktarını sınırlamaktır. Pulsasyon, her nabız döngüsünde meme başından yüksek oranda

süt akışının korunmasına ve iyi süt akışını teşvik etmeye yardımcı olur (Grinchenko ve diğerleri, 2016).

Pulsatör, vakum ve atmosfer havasını meme lastiği ve onu çevreleyen kadeh (kılıf) arasında değiştiren ve sağım sürecinden sorumlu olan cihazdır. Bir nabız döngüsünün iki aşaması vardır. Meme ucundaki vakum, sütü bir basınç farkıyla uzaklaştırır. Buna açık kalma veya sağım aşaması denir. Masaj veya dinlenme aşaması ise, pulsatörün lastik ve kılıf arasındaki hazneye (nabız odası) atmosfer havasını kabul etmesiyle başlar. Bu, meme ucundaki lastiği çöktürür ve memeye masaj sağlar. Bu aşamada süt akışı yavaşlar ve durur. Memeliklerin nabız odasındaki sağım ve masaj aşamaları Şekil 1.2’de gösterilmiştir. Masaj döngüsü gereklidir, çünkü sağım döngüsü sırasında süt vakumla çıkarılırken, bu vakum aynı zamanda kan ve vücut sıvılarını meme ucuna çeker. Yeterli masaj yapılmadığında meme ucu ve meme başı zarar görebilir ve bu da mastitisin artmasına neden olabilir. Bu eylem pulsatörü sağım sürecinde çok önemli hale getirir. Sağım aşamaları yeterince gerçekleştirilmezse çeyrekler (her bir memelik) sağılmaz veya çok yavaş sağılır. Masaj aşaması gerçekleşmez ise meme başında ödem oluşur ve meme başı düzgün sağılmaz. Ayrıca hayvanın meme ucunda hasar oluşacaktır. Her iki durum da meme sağlığı için kötüdür (Bray ve Shearer, 1993).



Şekil 1.2. Memeliğin sağım ve masaj aşamaları

Bir pulsatörün tasarımındaki en önemli iki unsur “nabız hızı” ve “nabız oranı” ayarıdır. Nabız hızı, sağım fazının ve masaj fazının dakikada meydana gelme sayısıdır. İnek sağımında en yaygın nabız hızı dakikada 45-65 arasındaki nabız sayılarıdır. Yani memelik kılıfının içindeki lastik dakikada 45 ila 65 kez açılır ve kapanır. Araştırmalar 60 nabız/min hızını en uygun nabız hızı kabul etmektedir. Bir nabız döngüsünde, sağım aşaması genellikle masaj aşamasına eşit veya daha uzundur (Anonim, 2003). Şekil 1.3’te verilen grafik sağım ve masaj aşamalarının her 1 saniyede gerçekleştiği nabız çevrimi, yani süt alım ve masaj aşamalarının gerçekleştiği dakikadaki 60 nabız hızına ait bir pulsasyon döngüsü örneğidir. Grafikte sağım aşaması “a+b” fazlarını ve dinlenme aşaması ise “c+d” fazlarını kapsar. Nabızın a-fazı (veya açılma fazı) sırasında meme başından süt akmaya başlar. Süt akışı b-fazı (açık faz) boyunca ve c-fazının ilk kısmına (kapanma fazı) kadar devam eder. Süt akışı, c-fazı eğrisinin yaklaşık %50-75’ine karşılık gelen bir zamanda yavaşlar ve d-fazı (tam kapanma) boyunca ve a-fazının ilk kısmına (açılış) kadar süt akışı olmaz (Ünal, 2013).



Şekil 1.3. Memeliğin sağım ve masaj grafiği

Pulsatör, süt sağım makinasının en önemli elemanıdır. Pnömatik, hidrolik ve elektronik tipleri bulunmakla birlikte, pnömatik ve elektronik tiplerin kullanım alanı daha yaygındır. Günümüzde kullanılan pulsatör çeşitleri Şekil 1.4’te gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Günümüzde kullanılan pulsatör çeşitleri
(a-Pnömatik, b-Hidrolik, c-Elektronik)

Her fazda harcanan bir nabız döngüsünün zaman yüzdesine, nabız oranı denir. Yani nabız oranı, pulsatörün sağım fazında (açık) kalma süresinin dinlenme fazına (kapalı) kıyasla yüzdesidir. En yaygın oranlar 60:40; 65:35 ile 70:30'dur. Örneğin, 60:40 nabız oranı, vakumun döngüsünün %60'ı için arttığı veya maksimum vakumda olduğu, %40'ı için ise azaldığı veya atmosferik basınçta olduğu anlamına gelir. Teorik olarak bu oran ne kadar yüksek olursa, sağım daha hızlı gerçekleşir (Anonim, 2003). Ancak, pratikte 60:40 oranındaki pulsatörler daha yaygındır (özellikle pnömatik pulsatörlerde). 60 sayısı, sağım aşamasındaki döngünün yüzdesini (a+b), 40 sayısı ise dinlenme aşamasındaki döngünün yüzdesini (c+d) ifade eder. Optimum nabız oranı, meme başı tıkanıklığını veya meme ucu hasarını önlemek için yeterli dinlenme süresi sağlarken sağım fazı süresini en üst düzeye çıkarır. Araştırmalar, yeterli dinlenmeyi sağlamak ve mastitis riskinin artmaması için d-fazının en az 150 milisaniye (nabız hızı 60 nabız/min ise döngünün %15'ine eşdeğer) olması gerektiğini göstermiştir. Pulsatörlerin nabız çıkışları isteğe bağlı olarak eş zamanlı⁽¹⁾ (4x0) ve değişken zamanlı⁽²⁾ (2x2) olarak çalıştırılabilmektedir (Reinemann ve diğerleri, 2001). Ülkemizde süt sığırlarının sağımalarında kullanılan pulsatörlerin hemen tümü değişken zamanlı esasa göre çalıştırılır.

Günümüzde süt çiftlikleri genelinde 60:40 nabız oranı ve 60 nabız/min hıza sahip pulsatörler kullanılmaktadır. Bazı durumlarda, her pulsasyon döngüsünde meme

¹ Sağım başlığındaki dörtlü memeliklere aynı anda basınç uygulanıp, aynı anda serbest bırakılmasıdır.

² Sağım başlığındaki iki memeliğe aynı anda basınç uygulanıp, diğer ikisini hareketsiz yani masaj etkisinde bırakmak ve ardından dönüşümlü olarak bu işlemi tekrarlama esasıdır.

lastiğinin açık olduğu süre artırılarak sağım verimliliği iyileştirilebilir. Bu, oran 65:35 veya 70:30'a genişletilerek elde edilir. Bu değişikliği yaparken, en az 150 milisaniyelik bir d-fazının elde edildiğinden emin olunmalıdır. Nabız oranı artırıldığında, lastik her atım (nabız) döngüsünde daha uzun süre vakuma maruz kalacaktır. Süt akışı yavaşladığında veya durduğunda meme başlarının vakuma maruz kaldığı süreyi en aza indirmek önemlidir. Bu da, otomatik başlık çıkarıcılar ile daha erken sürede sağım başlığını çıkarmak suretiyle elde edilebilir.

Süt sığırcılığında (inek, manda) sağım performansını artırmak için (sütün daha kısa sürede, yüksek sağım veriminde ve maksimum süt akışında sağılabilmesi) sağım öncesi ve/veya sağım sonuna doğru oksitosin salgısını harekete geçirecek uyarım (stimülasyon) etkisinin uygulanması önemlidir. Gorewit ve Gassman (1985) araştırmalarında, gruplandıkları Holstein cinsi ineklere sağım öncesinde 0, 15, 30, 60 ve 120 s süre ile manuel uyarım (stimülasyon) uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlarda 30, 60 ve 120 saniyelik manuel uyarım yapılanların, uyarım yapılmayanlara göre daha yüksek süt verimi ve süt akış hızlarında sağıldıklarını ve sağımalarının daha kısa sürelerde tamamlandığını belirlemişlerdir.

Sağım öncesi hayvanın meme başlarına sağımcı tarafından uygulanan yıkama, kurulama ve ön sağım gibi hazırlık aşaması, hayvanın oksitosin salgısını artırmaktadır. Bu salgının etkisi süresi 3-7 dakika arasındadır. Küçük sürülerde sağım öncesi, sırası ve sonuna doğru hayvanın kontrolü sağımcı tarafından yapılabilmekle birlikte, insan hatası ve yetersizliği, hayvanların yeterince kontrol edilemediğini göstermektedir. Büyük sürülerin sağıldığı modern sağım tesislerinde manuel uygulamanın yetersizliğini, elektronik sütölçerli ve uyarım (hızlı masaj) özellikli elektronik pulsatörler telafi edebilmektedir. Uyarım özellikli elektronik pulsatörler ineğin sağım başlangıcı ve sağım sırasında süt akış hızının azalması (ort. 200-300 ml/min) durumunda otomatik olarak devreye girmekte ve 30-45 saniye süreyle hızlı nabız (yaklaşık 200-300 nabız/min aralığında) uygulamaktadır. Bu anda sağım başlığındaki meme başı vakumu düşmekte (20-35 kPa aralığında) ve başlık kendi ağırlığının da etkisiyle aşağıya sarkarak meme başlarına hızlı masaj yapmaktadır. Ancak bu özellikteki pulsatörler güğümlü makinalar ile 10-12 adet sağım ünitesine kadar

kurulumu yapılan sabit tesisleri için çok pahalı olabilmektedir. Bu yüzden küçük işletmelerde sağım makineleri ağırlıklı olarak pnömatik pulsatörlüdür.

Bir pnömatik pulsatörün nabız sayısı değişimi, pulsatör üzerindeki ayar vidasından manuel olarak yapılabilir. Bu ayar imalatçı firma tarafından hayvan cinsi ve uygun çalışma vakumu dikkate alınarak uygun nabız hızına ayarlanmaktadır. Pulsatördeki bu ayar inek ve mandalar için 50-60 nabız/min, keçiler için 90-100 nabız/min ve koyunlar için 120-180 nabız/min aralıklarında olmakta ve sağım süresince sadece ayarlanan sabit hızda çalışmaktadır. Ancak inek ve manda gibi hayvanların sağımı esnasında pulsatörün kısa süre için hızının artırılması ve tekrar normale düşürülmesi hem kolay değil hem de hassas yapılamaz. Piyasadaki yerli üretim hızlı masaj özellikli bir elektronik pulsatörün piyasa fiyatı minimum 2000 TL iken, sıradan bir pnömatik pulsatörün fiyatı ortalama 200 TL civarındadır. İthal elektronik pulsatörlerin fiyatı ise minimum 1000 ABD \$'dan başlamaktadır (Her dolar 27 tl dir). Her iki pulsatördeki büyük fiyat farkı küçük çiftlikler için çok önemli rakamlardır. Böyle bir durumda küçük çiftçinin tercihi her şekilde pnömatik pulsatörlü makine olacağından, pulsatörün hem normal hem de hızlı masaj pulsasyonunda pratik kullanıma sahip olması, satın alınmasında teşvik edici bir öncelik kazandıracaktır. Çiftçi; hayvan sağlığı, yüksek süt verimi ve süt kalitesi, kısa sağım süresi gibi olumlu yanları sayesinde her iki nabız özelliğine pnömatik pulsatör ile ulaşabilecektir. Bu sebeplerden dolayı bu araştırmada, sağım öncesi uyarım ile hayvanın sağıma hazır duruma getirilmesi ve/veya sağım bitimine doğru yapılan uyarım ile memede kalan son sütün alınması, sağımcının inisiyatifine bırakılmadan, hızlı masaj özellikli elektronik pulsatör olmadan da pnömatik pulsatör yardımıyla yapılabileceği amaçlanmıştır. Böylece pnömatik bir pulsatör üzerinde hem normal sağım hızı (ort. 60 nabız/min) hem de hızlı masaj nabızının ($200 \leq \text{Nabız Sayısı} \leq 300$ nabız/min arası) sadece bir valf yardımıyla yapılmasına imkân sağlayacak, ucuz, güvenilir bir tasarımın yapılması ve geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sagi ve diğeri (1980) çalışmalarında geç laktasyondaki 12 Holstein ineği süt üretimlerine göre üç gruba ayırmış ve tüm ineklerin ortalama laktasyon süresinin 223 gün olduğunu bildirmişlerdir. İnekleri, dört farklı meme başı uyarımı uygulamasına tabi tutmuşlardır. Bunlar; 1-uyarısız, 2- altmış (60) saniye boyunca manuel uyarı, 3-pozitif basınç titreşimi (meme kabı uygulamasından sonraki ilk 60 saniye boyunca) ve 4- uygulamadan sonraki ilk 60 saniye boyunca hızlı titreşim şeklindeki meme başı uygulamasıdır. Her deneme bir hafta sürmüş ve her denemenin son 3 gününde, akış hızı eğrileri günde iki kez kaydedilmiştir. Bu eğrilerden süt verimi, sağım süresi ve süt akış dinamikleri belirlenmiştir. Manuel stimülasyona tabi tutulan ineklerin sergilediği mutlak pik ve ortalama süt akış hızı, uyarım yapılmayan ineklere göre yalnızca %3 ve %10 daha yüksek bulunmuştur. Manuel olarak uyarılan inekler, uyarılmayan ineklere göre 30 saniye daha az makine çalıştırma süresi gerektirmiştir. Bu, 60 saniyelik stimülasyon rutinini dengelemek için fazlasıyla yeterli olduğunu bildirilmiştir. Yazarlar, her bir ineği uyararak ve sağmak için gereken toplam süreyi, manuel olarak uyarılan inekler için, uyarılmayan ineklere göre daha uzun bulunduğunu, ancak hızlı nabızla uyarımdan farklı olmadığını belirlemişlerdir. Pozitif basınç pulsasyonlu uyarılan inekler ve uyarılmayan inekler için süt akış modelleri benzer bulunmuştur. Manuel stimülasyon verilen inekler için akış örnekleri, toplam sağım süresi için düzeltildiğinde, hızlı nabız stimülasyonu verilen ineklerinkine benzer çıkmıştır. Ayrıca sağımlardan elde edilen süt, yağ ve protein değerlerinin uygulamalar arasında farklı olmadığını bildirmişlerdir.

Mahle ve diğeri (1982), sağım sistemi bileşenlerinin tasarımının ve işlevinin meme içi enfeksiyon ve mekanik travma oranı açısından meme sağlığı üzerindeki etkilerini belirlemek için araştırmalar yapılmıştır. Vakum ve nabız oranının meme sağlığı üzerindeki etkileri, dakikada 60 titreşimde 50:50, 60:40 ve 70:30 titreşim oranlarında 33.3, 41.6 ve 50 kPa vakumda, tedaviler incelenmiştir. Meme içi enfeksiyonlara yönelik eğilim, nabız oranı genişledikçe, özellikle 70:30 oranında, enfekte mevcut çeyreklerin sayısının artmasıydı. Wisconsin Mastitis Test puanlarının en küçük kareler ortalamaları 33,3 kPa için 6,29, 5,57 ve 6,68; 41,6 kPa için 12,18, 3,82 ve 7,86; ve 50 kPa için 9.11, 6.40 ve 15.02 görünmüştür. Wisconsin Mastitis Testi verileri, vakum ve titreşim oranı

arasında bir etkileşim olduğunu ve optimum tahmin edilen vakum ve titreşim oranı 27,2 kPa ve 62:38 olarak tespit edilmiştir.

Osterås ve diğerleri (1995), pulsator özellikleri ile meme sağlığı arasındaki ilişkiyi araştırmak için 64, 140, 180 ve 850 sürüyü içeren dört farklı saha çalışması kullanmışlardır. Araştırma sonuçları, en iyi meme sağlığının “d” fazı >330 ms ve nabız hızı >55 nabız/min olan sürülerde bulunduğunu göstermiştir. >250 ms'lik bir “d” fazı, >331 ms lik “d” fazına kıyasla toplu süt somatik hücre sayısında önemli bir artış, daha yüksek bir akut klinik mastitis insidansı ve majör patojenlerle ilişkili mastitise sahip ineklerin daha yüksek sıklığı ile ilişkilendirilmiştir. Araştırma sonuçlarında, yüksek hatlı sağım makinelerinde “d” fazının 250 ms den kısa olmaması ve tercihen 300 ms civarında olması ve pulsasyon hızının en az >55 nabız/min olması gerektiği önerilmiştir. Ayrıca “d” fazının etkisi ile nabız hızı arasında güçlü bir ilişki olduğu vurgulanmıştır.

Vatandaş ve diğerleri (1997) çalışmalarında, elektronik pulsatorler için üç farklı nabız kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemlerin performansı uygulamada kullanılan pnömatik ve hidrolik pulsatorlerle karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda geliştirilen yöntemlerin nabız frekansı ve diğer pulsasyon karakteristikleri yönünden pnömatik ve hidrolik pulsatorlere göre daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.

Dayıoğlu ve diğerleri (1999), Süt sağımında kullanılan elektronik pulsatorlerin kontrolü için bilgisayar tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılımla nabız frekansı ve nabız oranı parametreleri değiştirilerek, farklı vakum basınç değerlerindeki pulsator karakteristikleri ölçülmüştür. Denemelerde nabız frekansı 40-70 nabız/min, nabız oranları %50-75 ve vakum basıncı 40-60 kPa aralıklarında değiştirilmiştir. Nominal işletme koşullarında (50 kPa, 60 nabız/min ve %70) aksam % 0.1 düzeyinde kalmıştır. Belirlenen deneme aralıklarında aksamanın en büyük değeri % 2,9 olarak ölçülmüştür.

Gürhan ve diğerleri (2000), Bu çalışmada; sağım makinaları için bir elektronik nabız aygıtı geliştirilmiştir. Elektronik kontrol ünitesinde tümleşik devre tek-kararlı çok titreşken ve zaman geciktirici bulunan nabız aygıtında, bir de valf düzeni yer almaktadır.

Tasarımı yapılan elektronik nabız aygıtının parametreleri uluslararası ve ulusal standartlara uygun olarak saptanmış ve irdelenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda; geliştirilen nabız aygıtının yüksek bir nabız frekansı ve nabız oranı kararlılığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Caria ve diğerleri (2011), Mekanik sağımın hayvan sağlığı, üretkenliği ve refahı üzerindeki etkisini dikkate alan bu çalışmada, düşük vakum (36 kPa) ve orta vakumda (42 kPa) sağımın süt emisyon özellikleri ve sağım sistemi performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktadırlar. Mekanize sağım, son yıllarda İtalya'da bufalolar için yaygın olarak kullanılmaya başlanılan ve böylece çiftliklerin yönetimini ve üretkenliğini iyileştiren bir yöntem olarak bilinmektedir. Manda ve sığır arasındaki bariz benzerlikler, çoğu zaman aynı sağım sistemlerinin ve şu anda süt inekleri için kullanılan tekniklerin uygulanmasıyla sonuçlanmıştır. Süt verimini, ortalama akış hızını ve sağım süresini analiz etmek için bireysel süt akış eğrileri kaydedildi ve sistem performanslarını değerlendirmek için sağım işlemleri kaydedildi. 36 kPa vakum kullanıldığında, sağım süresinde ve süt çıkışından önceki gecikme süresinde önemli bir artış ve ayrıca ortalama akış hızında ve artık sütte bir azalma meydana geldi. Bununla birlikte, vakum seviyesi hem süt verimini hem de süt püskürtme süresini etkilememiştir. Vakum seviyesinin 36 kPa'a düşürülmesinin bir sonucu olarak, sağım sistemi verimi en fazla 5 bufalo/saat azaltılmıştır.

Watters ve diğerleri (2015) çalışmalarında, sağım ünitesine bağlanmadan önce ineğe uygulanan ön uyarımın geçmişte manuel olarak gerçekleştirildiğini, yenilikçi sağım teknolojisinin geliştirilmesi ile manuel stimülasyonun, yerini mekanik stimülasyon biçimlerine bıraktığını bildirmişlerdir. Yazarlar araştırmada, Holstein inekleri (n: 30), manuel stimülasyonun ve yüksek titreşimli pulsasyonun oksitosin profilleri, süt verimi, süt akış hızları, günde 3 kez (3 kez) sağılan Holstein ineklerde artık süt eğrileri ve bimodal süt akışına neden olan gecikmiş süt çıkışı yoğunluğu üzerindeki etkisini belirlemek için çapraz tasarım uygulanmıştır. İneklere, 21 ardışık sağım süresince 0, 30 ve 90 saniyelik gecikme süreleri ile birlikte manuel uyarım ve mekanik (yüksek titreşimli pulsasyon) uyarım uygulanmıştır. Ön sıyrma, her meme ucundan süt akışının manuel olarak çıkarılmasını ve meme uçlarının kurutulmasını içeriyordu. Yüksek titreşimli pulsasyon,

titreşim d6ng6lerini 60'tan 300 nabız/min'e yükseltmeyi ve titreşim odasındaki vakumu 20 kPa'ya düşürmeyi kapsıyordu. Araştırmada 5 uygulama yürütülmüştür. Bunlar, (1) sağım makinesinin normal pulsasyon (T0) altında hemen takılması; (2) daldırma artı ön sıyırma ve 30 saniyelik gecikme süresi (FD30) ile kurulama; (3) daldırma artı ön sıyırma ve 90 saniyelik gecikme süresiyle kurulama (FD90); (4) 30 saniyelik yüksek titreşim pulsasyonunda (HV30); ve (5) 90 s (HV90) için yüksek titreşimli pulsasyondur. Araştırma sonuçlarına göre sağım başına süt verimi ortalama 14,0 kg'dır ve uygulamalar arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Ancak uygulamalar arasında saptanan maksimum fark 0,8 kg/sağım olmuştur. Sağım ünitesinin normal pulsasyon altında olduğu ve sütün toplandığı zamanı (30 veya 90 s'lik yüksek titreşimli nabız süresi hariç) temsil eden sağım süresi, 90 s yüksek titreşime (HV90) maruz kalan inekler için en kısaydı (245 s) ve diğer tüm uygulamalar için 256 ila 261 s arasında değişmiştir. Yüksek titreşimli pulsasyon, manuel stimölasyondan veya yüksek titreşimden stimölasyonun başlama zamanı dikkate alındığında benzer bir oksitosin salınımına neden olduğu belirlenmiştir. Sütün görsel gözlemi için ön sıyırma işlemi, yüksek titreşimli stimölasyon kullanımıyla birleştiğinde sağım rutinindeki çeşitliliği azaltılabilir. Sağımcı tarafından dikte edilen bir gecikme süresi yerine, yüksek titreşimli stimölasyonda harcanan süredeki minimum değişikliklerle önceden belirlenmiş bir gecikme süresi elde edilebileceği bildirilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığının 2016'daki hayvan yetiştiriciliği raporuna göre, enfekte olmuş ineğin bakterileri diğer memeye aktarılmasını önlemek için çoklu valf veya pençeler tasarlanmıştır. Sağımdan sonra pençeler yıkanmazsa sonraki inekler için kılıf yüzeyleri kirlenmektedir. Memede kalan süt ise mastitisin en önemli sebeplerinden birisi olarak bilinmektedir (MEB, 2016).

Milli Eğitim Bakanlığının 2016' daki hayvan yetiştiriciliği ve sağlığı alanında yaptığı araştırmalara göre, sağım sistemlerin avantajları:

- Ekonomik, sağlam ve uzun ömürlüdür.
- Her türlü meme büyüklüğünde inek sağılabilir.
- Temizlemesi bakımından daha sağlıklıdır.
- Pratik bir cihaz olarak zamandan tasarruf yapar.
- Hortumları şeffaf olduğundan dolayı sağım daha kontrollüdür.

- Yedek parçaları ucuz ve kolayca bulunabilir.
- Genellikle iki yıl garantilidir.
- Darbe hızı ve darbe oranı, parça değiştirmeden kolayca uyarlanabilir (MEB, 2016).

Neuheuser ve diğerleri (2017) çalışmalarında, hem manuel ön stimülasyon hem de normal nabız hızında (60 adet/min) ve oranında (60:40) ön sağım döneminden sonra, meme lastiklerinin açılmasını önlemek için pulsasyon odası vakumu (PVC) 20 kPa'a düşürülmüşken, sağılan süt ineklerinde sağım özelliklerini ve oksitosin salınımını araştırmışlardır. 8 inek ile yapılan sağım denemesi sırasında PCV düşüşü, hem meme başlıklarının takılmasından önce (PCV-1) hem de takılmasından hemen sonra (PCV-2) başlatılmıştır. Araştırmacılar, süt verimleri, toplam sağım süreleri, ortalama süt akışları, pik süt akış hızları, süt akışı süresi düşüşlerinin üç uygulama arasında farklılık göstermediğini belirlemişlerdir. Sağım başlığı takıldıktan (PCV-2) sonra vakum azaltma başlatıldığında, yalnızca pik süt akışına ulaşma süresinin uzadığını saptamışlardır. Bu uygulamada, sağım öncesi dönemde >200 g/min süt akışı meydana gelmiştir.

Tangorra ve diğerleri (2017), sağım öncesi mekanik meme stimülasyonunun erken laktasyondaki mandalarda süt verimi ve sağım performansı üzerindeki etkisini araştırma yapmışlardır. Bu amaçla, birinci ila üçüncü laktasyon dönemindeki ve erken laktasyondaki (sütte <120 gün) 22 İtalyan Akdeniz mandasına iki farklı meme ucu uyarımı uygulamışlardır. i) meme başlarının yaklaşık 5 saniye suyla yıkanması ve sağım öncesi masaj yapılmadan (çiftlik sağım rutini) sağım ünitesinin 60 saniye içerisinde takılması; ii) sağım başlıkları takıldıktan sonraki ilk 60 saniyede nabız hızının dakikada 120 nabız atımına çıkarılmasıyla elde edilen hızlı nabız. Her uygulama 10 gün sürmüş ve şu parametreler ölçülmüştür: süt verimi (kg/sağım), ünite takıldıktan 2 dakika sonraki süt verimi (kg), sağım ünitesinin takılması ile otomatik olarak çıkarılması arasındaki süre (min), tepe süt akış hızı (kg/min) ve tepe akış hızına (min) ulaşmak için sağım süresi. Ortalama süt akış hızı (kg/min), süt veriminin gerçek sağım süresine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Süt verimi mekanik ön stimülasyondan etkilenmemiş ve sağımın ilk 2 dakikasında toplam süt veriminin sırasıyla %20,2'si ve %19,6'sının birinci ve ikinci uygulama sağıldığı belirlenmiştir. Sağım başlığının takılmasından otomatik olarak çıkarılmasına kadar geçen süre, hem hızlı nabıza tabi tutulan bufalolar için hem de sağım

ünitesini takmadan önce sadece meme başlarının yıkanmasına tabi tutulan bufalolar için 8 dakikadan az saptanmıştır. Yazarlar hızlı nabız stimülasyonunun, pik ve ortalama süt akış hızlarında ve sağım süresinde en yüksek akış hızına ulaşmak için artırıcı bir etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Romero ve diğerleri (2022), Murciano-Granadina keçilerindeki sağım verimliliğini optimize etmek için birkaç çalışma yapmışlardır. Murciano-Granadina keçi ırkı, yavaş sağılan bir ırk olarak tanımlanmıştır. iki farklı yükseklik seviyesi sağım makinesinde farklı sağım parametrelerini (sistem vakumu, titreşim oranı ve pulsator oranı) farklı kombinasyonlarının test edilmesi, süt fraksiyonu, sağım verimliliği, emzik son durumu ve hayvan refahı analiz edilmiştir. Sonuçlar, sağım makinesi borularının yüksekliğinin, Murciano-Granadina keçilerinin sağımında sağım verimliliği ve hayvan refahı için en uygun olan parametrelerin etkisi olabileceğini göstermiştir. Sağım makinesi parametreleri, verim ve kullanılan süre açısından süt ekstraksiyonunu etkileyebileceğinden, bu parametrelerin en iyi kombinasyonunu bulmak için Latin kare deseninde 88 keçi ile birer aylık iki deney yapılmıştır. Bunlardan biri orta hat sağım makinesinde, diğeri ise alt hat sağım makinesinde gerçekleştirilmiştir. Her biri için iki vakum seviyesi (36 ve 40 kPa), iki pulsasyon hızı (90 ve 120 devir/dak) ve iki pulsator oranı (%50 ve 60) kullanıldı ve sağım verimi, meme bezinin sıhhi durumu, süt kortizol ve meme ucu durumu değerlendirildi. Sonuçlar, orta ve alt hatta kurulan sağım makinelerinde, 40 kPa sistem vakumu, %60 pulsator oranı ve 90 veya 120 devir/dak pulsasyon oranı kullanımının optimum sağım fraksiyonu ve verimliliği sağladığını ve düşük seviyeli sağım makinelerinde, 36 kPa ile benzer bir kombinasyon sadece daha kötü sağım fraksiyonlama değerleri gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Upton ve diğerleri (2023), geç laktasyonda mekanik sağım öncesi stimülasyonun sağım süresine etkisi başlıklı çalışmalarında, araştırmacılar süt hasadı sürecinde artan otomasyon kapasitesinden daha iyi yararlanmak için geç laktasyondaki ineklerin mekanik ön uyarımının sağım süresi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Manuel veya mekanik yollarla sağlanan sağım öncesi stimülasyonun, süt verme refleksini desteklediği ve sütün memeden hızlı, rahat ve tam olarak çıkarılmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, özellikle geç laktasyonda ve meraya dayalı sistemlerde, mekanik sağım

öncesi stimülasyonun sağım süresi üzerindeki etkisine ilişkin literatür bilgisinin eksik olduğunu ve meraya dayalı birçok çiftliğin iş gücü eksikliği nedeniyle tam bir sağım öncesi rutini uygulayamadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada, uyarımsız (stimülasyonsuz) ve uyarımlı (stimülasyonlu) olmak üzere iki deney yapılmıştır. Uyarımsız deneyde sağım öncesi hazırlık olmadan normal çiftlik sağım ayarları uygulanmış, uyarımlı deneyde de dakikada 120 nabız hızında 60 saniye süreyle sağım öncesi mekanik stimülasyon uygulanmıştır. Bu deneyde sağım başlığındaki nabız oranı 30:70 (emme:masaj) uygulanmış ve 60 saniyelik stimülasyon süresi geçtikten sonra, sağımın geri kalanı için normal sağım ayarları devam etmiştir. Çalışma 20 gün sürmüş ve 60 inek takip edilmiştir. Sabah sağımlarında uyarımlı deneyin sağım süresi üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuş, uyarımsıza göre 12 saniye daha kısa sağım gerçekleşmiştir. Akşam sağımlarda ise her iki her iki uygulamanın sağım süresine etkisi önemli bulunmamıştır. Hem sabah hem de akşam sağımlarda ortalama süt akış hızı ve pik süt akış hızlarına her iki uygulamanın etkisi önemli bulunmamıştır. Diğer yandan, ölü zamanda (sağım başlığının takıldıktan sonra 0,2 kg/min süt akış hızına ulaşınca kadar süre), hem sabah hem de akşam sağımı için uyarımlı deney uyarımsıza göre 6 saniye kısa bulunmuştur. Sabah sağımındaki pik süt akışının her iki uygulaması arasında 7 saniye fark vardı. Araştırmacılar çalışmanın sonuçlarına dayanarak, sağım süresi perspektifinden bakıldığında, sabah sağımda 60 s mekanik ön stimülasyon uygulamasının yararlı olduğunu, ancak bu stratejinin, öğleden sonraki sağım için o kadar başarılı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışma sırasında kaydedilen süt akış hızı profillerinin analizi, beklenen verim ve meme dolgusu seviyesine bağlı olarak çeşitli sağımlar için farklı makine ayarlarının kullanılmasında potansiyel fayda olduğunu belirtmişlerdir.

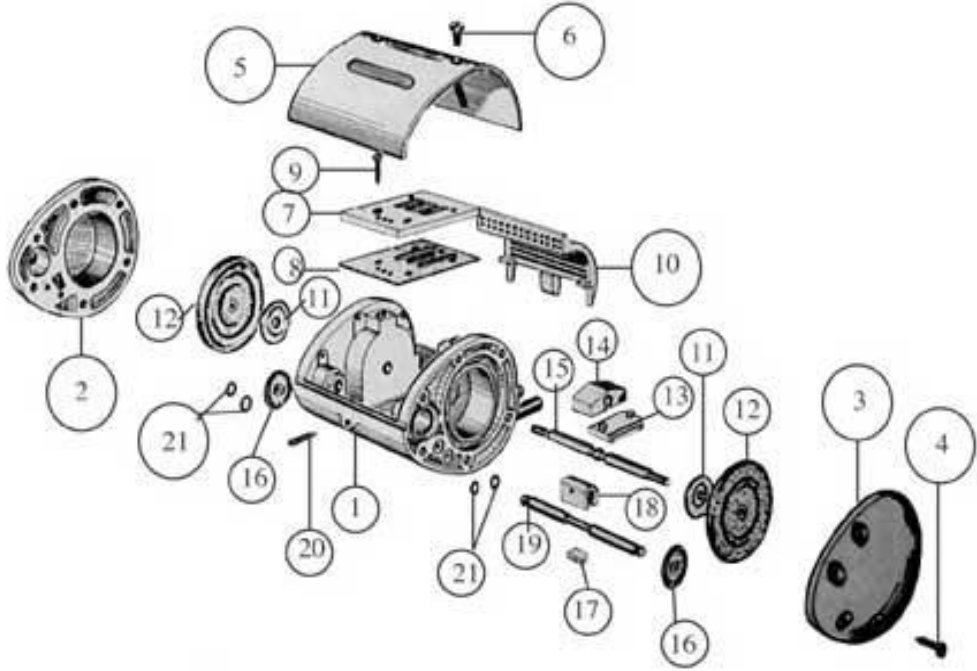
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada yerli üretim bir pnömatik pulsatör kullanılmıştır. Pulsatörün görünüşü Şekil 3.1’de, pulsatörü oluşturan parçaların isimleri Şekil 3.2’de verilmiştir.



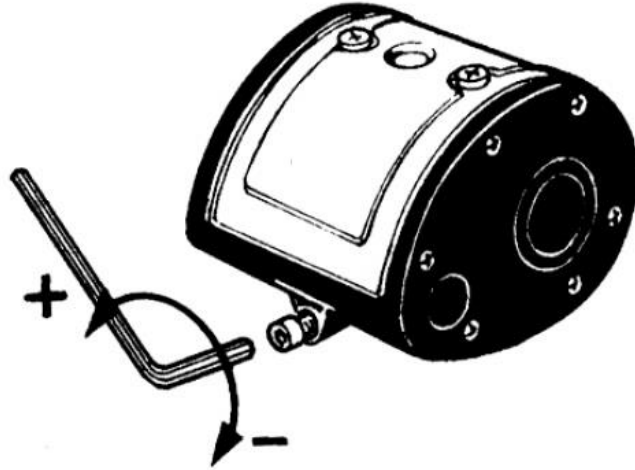
Şekil 3.1. Tasarımda kullanılan pnömatik pulsatör



Şekil 3.2. Pnömatik pulsatörü oluşturan parçaların isimleri (Anonim, 2023b)

(1: Pulsatör gövdesi, 2-3: Pulsatör yan kapaklar, 4: Pulsatör kapak vidası, 5: Paslanmaz üst kapak, 6: Üst kapak vidası, 7: Kayıcı plaka-plastik, 8: Kayıcı plaka contası, 9: Kayıcı plaka vidası, 10: Pulsatör filtresi, 11: Pulsatör mil burcu, 12: Pulsatör büyük membran, 13: Pulsatör büyük kayıcı, 14: Pulsatör büyük kayıcı tutucusu, 15: Pulsatör büyük kayıcı mili, 16: Pulsatör küçük membran, 17: Pulsatör küçük kayıcı, 18: Pulsatör küçük kayıcı tutucusu, 19: Pulsatör küçük kayıcı mili, 20: Pulsatör hız ayar vidası, 21: Pulsatör küçük oringi.

Pnömatik pulsatörün gövdesi içerisinde kayıcı plaka üzerinde hareket eden önde ve arkadaki millere yataklanmış birer adet büyük ve küçük kayıcı-tutucu sürgüler vardır. Ön kısımda bulunan büyük kayıcı mekanizması, vakum (emme evresi) ve atmosfer basıncı (masaj evresi) zamanlamalarını (emme ve masaj nabız sürelerini) koordine etmektedir. Diğer bir ifade ile pulsatör nabız oranını sağlamaktadır. Araştırmada kullanılan pulsatör 60:40 (emme:masaj) nabız oranında çalışacak şekilde imal edilmiştir. Arka kısımdaki küçük kayıcı mekanizması ise vakum ve atmosfer basıncı zamanlamalarının dakikadaki hızını (nabız sayısını) koordine etmektedir. Nabız hızını düşürmek ve yükseltmek için gövde dışında orta bölüme bir ayar vidası yerleştirilmiştir. Ayar vidasının dış çapı M4 ölçüsünde olup, toplam uzunluğu 29 mm'dir. Bu ayar vidası 3 mm allen anahtar ile ayarlanabilmektedir. Bazı pulsatörlerde ayar vidası başı ağız düz tornavidalı olabilmektedir. Ayar vidası bağlandığı delik içinde ileri-geri hareket ettirilerek nabız hızı sayısı kontrol edilmektedir. Ayar vidası delik içinde saat ibresi yönünde döndürüldüğünde sıkma yönünde hareket etmektedir. Bu yön, küçük kayıcı milinin nabız hızını komuta ettiği hava kanalını daralttığı için nabız hızını azaltmaktadır. Vida saat ibresinin tersi yönünde döndürüldüğünde ise sökölme yönünde hareket etmektedir. Yani vida hava kanalını açtığından nabız hızı artmaktadır. Pnömatik pulsatörün nabız hızı ayarı Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Pnömatik pulsatördeki hız ayarının gösterilişi

3.2. Yöntem

Süt sağım makinası teorikte hangi vakumunda çalışıyor ise, bu basınçtaki normal sağım nabzında (büyükbaş hayvan için ort. 60 nabız/min) pulsatörün çalışması istenir. Bu çalışmanın amacı, pulsatör gövdesindeki ana ayar vidası dışında, sağımda hızlı masaj (uyarım) etkisi verecek bir nabız hızı artışı ($200 \leq \text{Nabız Sayısı} \leq 300$ nabız/min arası) sağlayacak bir tasarım yapmaktır. Tasarımın ayrıntısı bulgular ve tartışma bölümünde açıklanmıştır.

Hızlı masaj özelliği kazandırmak için tasarlanan pnömomatik pulsatörün optimizasyonu, yani sağım anındaki vakum-nabız değişimlerini ölçmek için dijital göstergeli elektronik kayıt özellikli bir vakum-nabız ölçüm cihazı (Exendis, PT-V) kullanılmıştır (Şekil 3.4). Cihaz ile TS ISO 5707:2007 (2014) ve TS ISO 6690:2007 (2014) standartlarında ve araştırma çalışmalarında belirtilen pulsasyon (vakum, nabız) ilişkileri için aşağıdaki veriler ölçülmüştür:

NS: Nabız sayısı (nabız/min)

VB: Vakum basıncı (kPa)

Aksama (Hata, Balans, Limping): Değişken zamanlı pulsatörün iki yarımları arasındaki nabız oranları arasındaki aksama oranı (% , ms)

Yapısal nabız oranı: (60/40)

a+b: Süt alım safhası (% , ms)

c+d: Masaj safhası (% , ms)

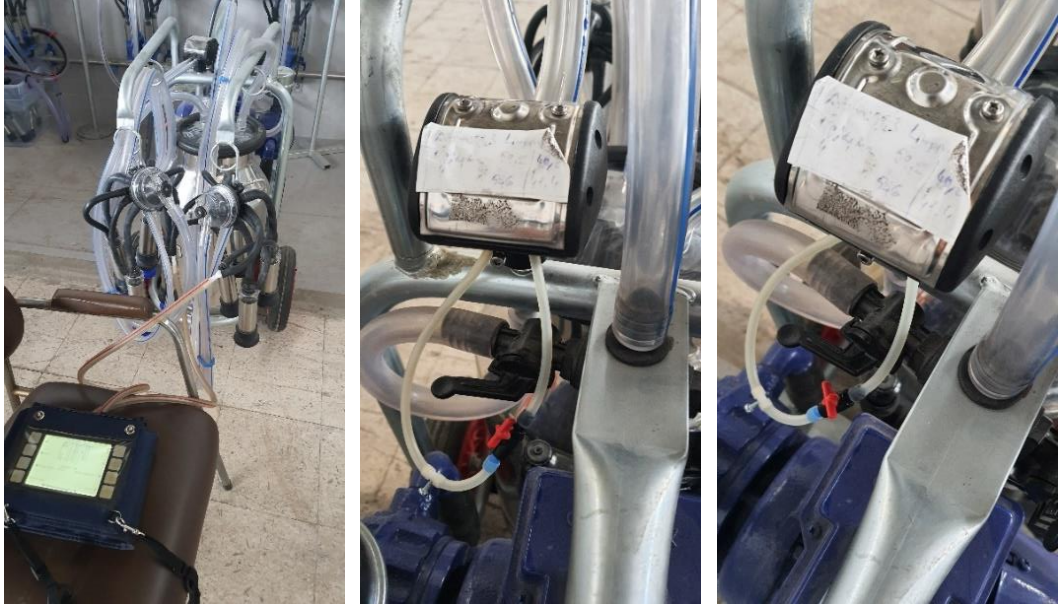
a: Ortalama vakum artış safhası (% , ms)

b: En yüksek vakum safhası (% , ms)

c: Vakum azalış safhası (% , ms)

d: En düşük vakum safhası (% , ms)

Pulsatördeki vakum (nabız) fazları değişim grafiği.



Şekil 3.4. Vakum-nabız ölçüm cihazı ile tasarım pulsatörü üzerinde yapılan ölçüm denemeleri

Tasarımı yapılan pnömatik pulsatörün ölçüm denemeleri yerli üretim bir seyyar süt sağım makinası üzerinde incelenmiştir. Denemelerde pulsatörün nabız-vakum verilerini ölçmek için iki farklı uygulama yapılmıştır. Birinci uygulamada ölçüm cihazı üzerindeki iki çıkışa bağlanan birer hortum, makine üzerindeki sağım başlığının kısa nabız hortum çıkışlarına iki adet çatal bağlantı ile çapraz birleştirilmiştir. İkinci uygulamada ise cihazın iki çıkış hortumu doğrudan pulsatörün ikiz nabız çıkışlarına bağlanmıştır. Pulsatör üzerinden cihaz ile alınan veriler kuru sağım koşullarından gerçekleştirilmiştir. Sağım başlığındaki meme lastiği, kadeh (kılıf), kısa süt, kısa nabız ve süt pençesi gibi elemanların tasarımı doğru yapılırsa ve bunların birleştirilmesi uyumlu olduğu takdirde birinci uygulamada alınacak vakum-nabız verilerini değerlendirmek en doğru sonuçları verecektir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Pnömatik pulsatörün hızlı masaja göre tasarımı ve üretim aşamaları

Pnömatik pulsatörün küçük mil-sürgü mekanizmasının monte edildiği hava kanalına dışarıdan ikinci bir by-pass giriş yapılmıştır. Pulsatör gövdesinin altında, ortada bulunan ayar vidasının her iki yanında, eşit mesafede ve aynı çapta ($\varnothing 2.5$ mm) birer delik açılmıştır. Açılan bu deliklere birer vida (M3 ölçüsünde) yerleştirilmiştir. Her bir vidanın merkezinden aynı çapta ($\varnothing 2$ mm) boydan boya birer delik açılmış ve ardından bu iki vida silikon bir hortum ile (dış çap $\varnothing 5.5$ mm, iç çap $\varnothing 3.5$ mm) birleştirilmiştir. Silikon hortum orta kısımdan bıçakla kesilmiş ve hortumun açık uçları dış çapı $\varnothing 5$ mm, iç çapı $\varnothing 2$ mm olan sert plastik bir hortum (nipel) ile tekrar birleştirilmiştir. Nipel üzerinde ayrıca bir delik açılarak buraya M3 bir vida yerleştirilmiştir. Bu vidanın görevi silikon hortum içinden geçen nabız sayısını (vakum-atmosfer havası sayısını) kontrol etmektir. Yani, pulsatördeki ana ayar vidası dakikada 60 nabız sayısına ayarlanmış ise, silikon hortum içinden geçecek hava sayısı hızlı masaj etkisinde iken, bu sayının üzerine eklenmiş olacaktır. Çalışmada silikon hortum üzerindeki vida ayarı, 50 kPa çalışma vakumundaki 60 nabız/min üzerine dakikada yaklaşık +180 nabız eklenecek şekilde planlanmıştır. Uygulamalı çalışma sırasında hem normal sağım nabzına göre çalışmak hem de sağım öncesi veya bitime doğru hızlı masaj aşamasına geçişi kontrol etmek için silikon hortum üzerine plastik malzemedden bir valf (vana) yerleştirilmiştir. Bu valf, sağım esnasında sağımcı tarafından kolaylıkla açma-kapama konuma getirilebilmektedir. Valf kapalı konuma getirildiğinde (hortum eksenine 90 derece döndüğünde), hayvan sadece normal sağım hızında yani 60 nabız/min'da sağılmakta, açık konuma getirildiğinde ise (hortumla aynı ekseninde) yaklaşık 240 nabız/min pulsasyon hızına ulaşarak uyarım yapmaktadır. Pnömatik pulsatör üzerindeki tasarım ayrıntısı Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Pnömatik pulsatör üzerindeki hızlı masaj tasarımının görünüşü

4.2. Pnömatik pulsatörün sağım başlığına bağlı ölçülen deney sonuçları

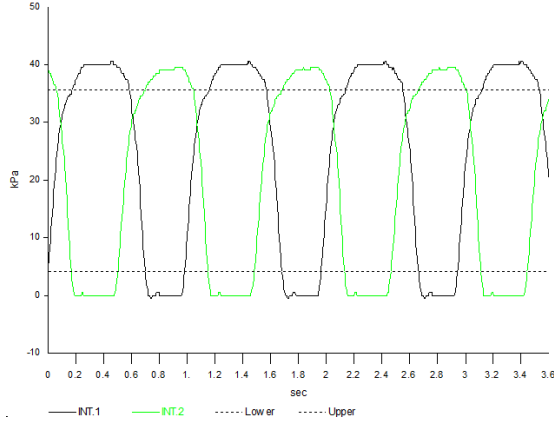
Pnömatik pulsatörde belirtilen ölçüm noktasından elde edilen vakum-nabız değişimleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, pulsatörün sağım anındaki nabız hızı (ortalama 60 nabız/min) uyarım etkisine (hızlı masaja) dönüştürüldüğünde sırasıyla ortalama 220, 232 ve 240 nabız/min hızlarına ulaştığı görülmüştür. Diğer yandan makinanın normal sağım anındaki 40, 45 ve 50 kPa nabız odası vakumları pulsatörün hızlı masaja geçmesiyle sırasıyla 29, 32 ve 35 kPa basınçlara düşmüştür. Sağım başlığının meme başında düşen bu vakum değerleri, sağım başlığının kendi yapısal ağırlığı da (yaklaşık 2-2,5 kg) dikkate alındığında, hayvanın meme başlarından düşmez. Aksine sağım başlığı yerçekimi kuvveti doğrultusunda aşağıya sarkma eğilimi göstererek sağım veriminin artışına, sağım süresinin azalmasına ve memede artık süt kalmaması gibi olumlu iyileştirmeler sağladığı araştırmalar tarafından desteklenmektedir. Araştırmada tasarım için seçilen pnömatik pulsatörün iki yarımına ait nabız oranları arasındaki hata (aksama) oranı ortalama %4,0 civarındadır. Bu oran standarttaki %5 sınırını değerini aşmadığı için kabul edilebilir sınırdadır. Pulsatörün normal sağımdaki pulsasyon faz

oranları incelendiğinde, “b” ve “d” fazlarının standartta belirtilen sırasıyla %30’dan ve %15 oranlarından büyük olduğu saptanmıştır. Normal sağımda belirtilen standart verilerin (aksama oranı, “b” fazı, “d” fazı ve nabız oranı), pulsator hızlı masaja geçtikten sonra da kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığı görülmüştür.

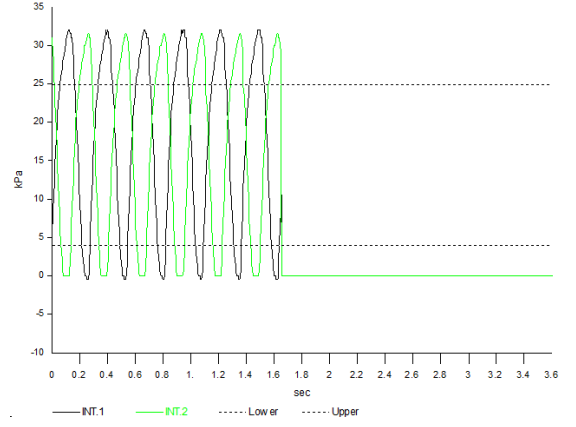
Çizelge 4.1. Nabız ölçüm cihazının sağım başlığı kısa nabız hortumlarına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon sonuçları

Ölçüm No	Kanal No	Vakum (kPa)	A ms %	B ms %	C ms %	D ms %	A+B ms %	C+D ms %	Aksama ms %	Nabız ms nabız/min
1-1	INT.1	40,0	182	405	114	280	587	394		
			18.6	41.3	11.6	28.5	59.8	40.2	42	981
	INT.2		190	355	104	331	545	435	4.3	61.2
			19.4	36.2	10.6	33.8	55.6	44.4		
1-2	INT.1	29,0	61	100	56	56	161	112		
			22.3	36.6	20.5	20.5	59.0	41.0	7	273
	INT.2		59	95	50	69	154	119	2.6	219.8
			21.6	34.8	18.3	25.3	56.4	43.6		
2-1	INT.1	45,0	193	412	119	284	605	403		
			19.1	40.9	11.8	28.2	60.0	40.0	40	1008
	INT.2		205	360	105	338	565	443	4.0	59.5
			20.3	35.7	10.4	33.5	56.1	43.9		
2-2	INT.1	32,0	65	90	55	49	155	104		
			25.1	34.7	21.2	18.9	59.8	40.2	8	259
	INT.2		62	85	50	62	147	112	3.1	231.7
			23.9	32.8	19.3	23.9	56.8	43.2		
3-1	INT.1	50,0	209	386	125	275	595	400		
			21.0	38.8	12.6	27.6	59.8	40.2	37	995
	INT.2		218	340	112	324	558	436	3.7	60.3
			21.9	34.2	11.3	32.6	56.1	43.9		
3-2	INT.1	35,0	68	84	55	44	152	99		
			27.1	33.5	21.9	17.5	60.6	39.4	6	250
	INT.2		68	78	49	55	146	104	2.4	240.0
			27.2	31.2	19.6	22.0	58.4	41.6		

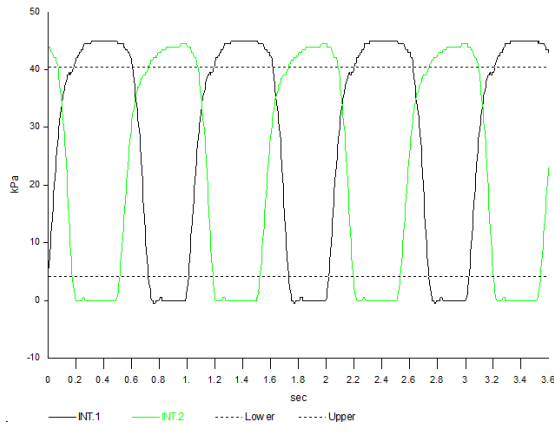
Tasarımı yapılan pulsatorün ölçüm sonuçlarının vakum-nabız fazları değişimleri Şekil 4.2’de grafiksel olarak verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, makinanın normal sağım ve hızlı masaj fazlarındaki vakum-nabız fazlarının eğrisel değişimleri Çizelge 4.1’de verilen sayısal verileri desteklemektedir. Hızlı masaj anındaki nabız fazları sayılarının birim zamanda daha yüksek değerlere çıktığı şeklindeki frekansların sıklığından daha iyi anlaşılmaktadır. Bu anda memeliğin nabız odasındaki hızlı vakum-atmosfer havası değişimi sayesinde hayvanın meme ucundan belirli bir süre (30-60 saniye) süt akışı olmayıp oksitosin salgısı için stimülasyon etkisi sağlanmış olur.



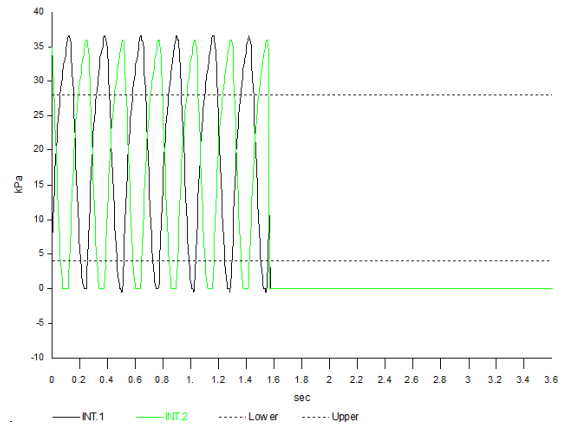
Normal sağımda (40 kPa, 60 nabız/min)



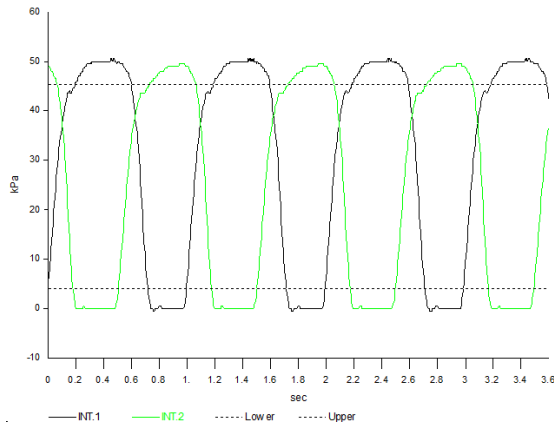
Hızlı masajda (29 kPa, 220 nabız/min)



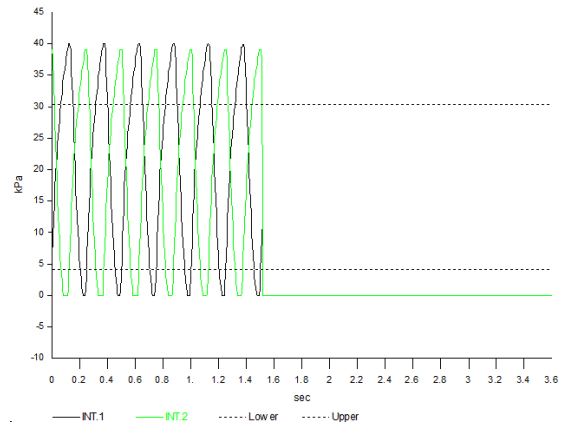
Normal sağımda (45 kPa, 60 nabız/min)



Hızlı masajda (32 kPa, 232 nabız/min)



Normal sağımda (50 kPa, 60 nabız/min)



Hızlı masajda (35 kPa, 240 nabız/min)

Şekil 4.2. Nabız ölçüm cihazının sağım başlığı kısa nabız hortumlarına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon fazları değişim eğrileri

4.3. Pnömatik pulsatörün doğrudan pulsatör test cihazına bağlı konumda ölçülen deney sonuçları

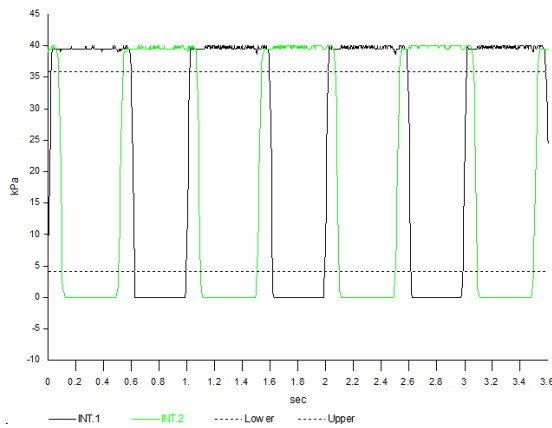
Pulsatör test cihazı, kullanım kurallarına uygun olarak sağım başlığına takılmalıdır. Yani cihaz bağlantısı, sağım başlığının sağ ve sol yarımındaki birer kısa nabız hortumuna ve memelik dış kılıfı girişine yapılmalıdır. Bir bakıma, nabız odasına en yakın noktaya bağlantı yapılarak test uygulanmalıdır. Ancak, birçok farklı marka sağım makinesi veya tesisteki pulsatörlerin nabız testleri yapıldığında görülmüştür ki, pulsatörün sağım başlığına bağlı konumda ölçülen a, b, c, d nabız frekansları, a+b, c+d nabız oranları ve aksama gibi değerleri, standartların öngördüğü değerlerin üstünde veya altında hatalı sonuçlar verebilmektedir. Bu durumda pulsatörün hatalı ürün olduğu düşünülmektedir. Hâlbuki test cihazı doğrudan pulsatörün ikiz nabız hortumuna bağlandığında gerek frekans değerleri gerekse nabız oranları ve aksama değerlerinin kabul edilebilir sınırlar arasında kaldığı görülmüştür. Böylece sorunun pulsatörden değil, sağım başlığından olduğu anlaşılmaktadır. Sağım başlığındaki meme lastiği ile dış kılıfın fiziksel ölçüleri arasındaki uyumsuzluk buna sebep olabilmektedir.

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3’de verilen sayısal ve grafiksel sonuçlar test cihazının pulsatörün ikiz nabız borusu çıkışına doğrudan bağlantısından elde edilen sonuçlardır. Çizelgede görüldüğü gibi, normal sağımda ölçülen nabız odası vakum değerleri, hızlı uyarıma geçildiğinde sadece 1 kPa’lık bir azalış göstermiştir. Diğer yandan pulsatörün vakum artışı (a fazı) ve vakum azalışı (c fazı) frekansları, sağım başlığı bağlantılı ölçüm sonuçlarına (Çizelge 4.1) göre önemli sayı ve oranda (ms ve %) azalış göstermiştir. Çünkü bu ölçümde meme lastiği olmadığı için açılma veya kapanma frekansları çok düşük değerlerde olmaktadır. Vakum artış ve azalış fazlarının düşüşü beraberinde emme (tam açılma) ve sıkma (tam kapanma) fazlarının sayı ve oranını artırmıştır (Çizelge 4.2). Pulsatörün ikiz nabız borusu girişleri (yani iki yarım) arasındaki aksama oranları normal sağım ölçümlerinde sağım başlığı ölçümleriyle hemen hemen aynı sonuçlarda (ortalama %3,0) çıkmıştır. Pulsatör hızlı pulsasyona geçtiğinde ise, bu aksama değerleri iyileşme göstererek çok düşük oranlara (% 0,0-0,8 arası) inmiştir. Ayrıca, pulsatörün sağım nabız hızı (60 nabız/min) değeri, uyarım etkisine dönüştürüldüğünde 40, 45 ve 50 kPa vakum basınçlarına göre sırasıyla ortalama 229, 240 ve 248 nabız/min hızlarına

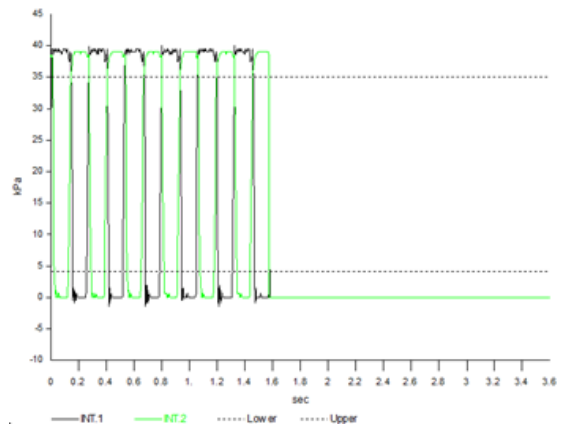
ulaştığı görülmüştür. Bu değerler cihazın sağım başlığına bağlı Çizelge 4.1'deki ölçüm sonuçlarına göre 8-10 nabız/min daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Nabız ölçüm cihazının pulsatorün ikiz nabız borusu çıkışına bağlı konumunda ölçülen vakum-pulsasyon sonuçları

Ölçüm No	Kanal No	Vakum (kPa)	A ms %	B ms %	C ms %	D ms %	A+B ms %	C+D ms %	Aksama ms %	Nabız ms nabız/min
1-1	INT.1	40,0	23	576	23	373	599	396		995
			2.3	57.9	2.3	37.5	60.2	39.8	34	
			3.3	53.5	2.5	40.7	56.8	43.2	3.4	
1-2	INT.2	39,0	12	139	9	102	151	111		262
			4.6	53.1	3.4	38.9	57.6	42.4	1	
			17	133	11	101	150	112	0.4	
2-1	INT.1	45,0	27	565	23	367	592	390		982
			2.7	57.5	2.3	37.4	60.3	39.7	31	
			3.6	53.6	2.6	40.2	57.1	42.9	3.2	
2-2	INT.2	44,0	14	130	10	97	144	107		250
			5.6	51.8	4.0	38.6	57.4	42.6	0	
			20	124	11	95	144	144	0.0	
3-1	INT.1	50,0	28	575	26	372	603	398		1001
			2.8	57.4	2.6	37.2	60.2	39.8	32	
			3.4	53.6	2.7	40.3	57.0	43.0	3.2	
3-2	INT.2	49,0	13	126	9	94	139	103		242
			5.4	52.1	3.7	38.8	57.4	42.6	2	
			14	123	8	97	137	105	0.8	
			5.8	50.8	3.3	40.1	56.6	43.4		

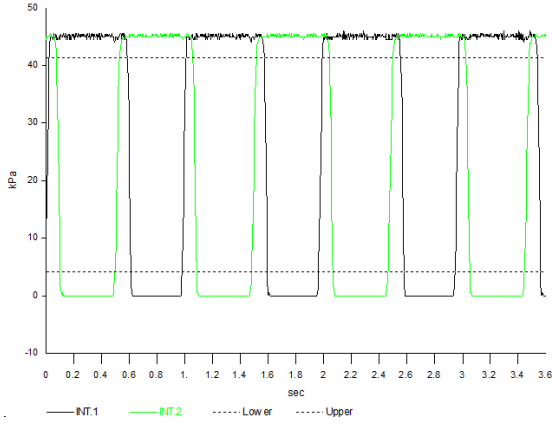


Normal sağımda (40 kPa, 60 nabız/min)

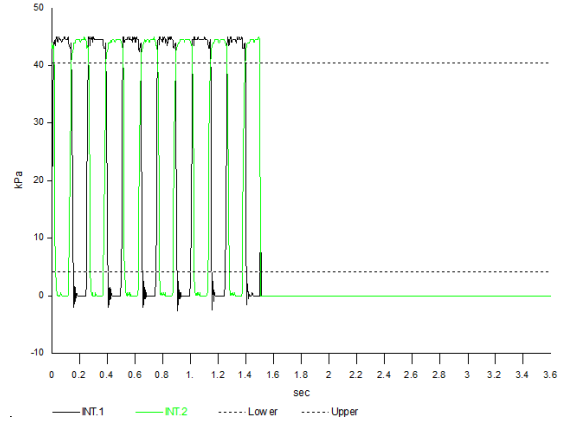


Hızlı masajda (39 kPa, 229 nabız/min)

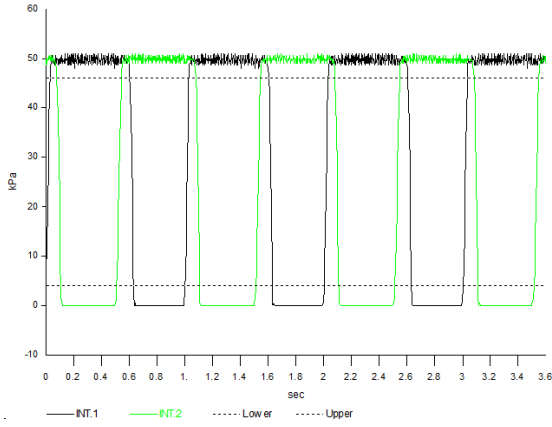
Şekil 4.3. Nabız ölçüm cihazının doğrudan pulsatorün ikiz nabız boru çıkışlarına bağlı konumunda ölçülen nabız fazları değişim eğrileri



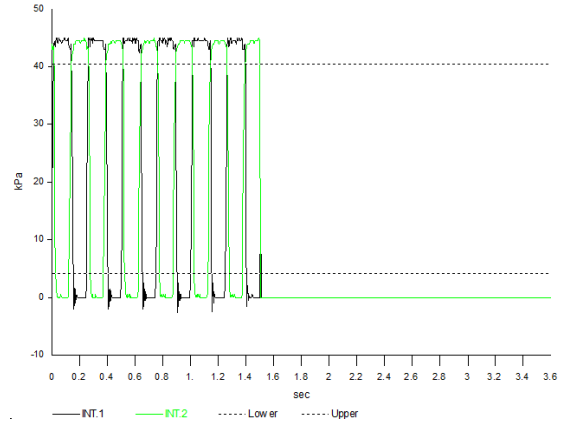
Normal sağımda (45 kPa, 60 nabız/min)



Hızlı masajda (44 kPa, 240 nabız/min)



Normal sağımda (50 kPa, 60 nabız/min)



Hızlı masajda (49 kPa, 248 nabız/min)

Şekil 4.3. (Devamı) Nabız ölçüm cihazının doğrudan pulsatörün ikiz nabız boru çıkışlarına bağlı konumda ölçülen nabız fazları değişim eğrileri

4.4. Tasarım pulsatörü ve elektronik pulsatörlerin hızlı masaj sonuçlarının karşılaştırılması

Bu çalışmada hem sağımdaki normal nabız hızına hem de aynı anda uyarım için hızlı nabız hızına ulaşmayı hedefleyen tasarım pulsatöründe elde edilen vakum-nabız frekans sonuçları, farklı zamanlarda farklı firmaların sabit sağım tesisleri deneylerinde kullanılan hızlı nabız özellikli elektronik pulsatörlerinden alınan sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiş ve aralarında karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge incelendiğinde, SCR marka elektronik pulsatorün 40, 45 ve 50 kPa vakum değerlerinde dakikadaki nabız hızı ortalama 60 iken, aynı basınçlardaki hızlı nabız değerleri ortalama 272 adet/min hızına ulaşmıştır. SCR pulsatorünün 40, 45 ve 50 kPa daki basınç değerleri ise hızlı masajda sırasıyla 25, 30 ve 33 kPa değerlerine düşmüştür. Tasarım yapılan pnömatik pulsatorde ise bu basınçlar yaklaşık 29, 32 ve 35 kPa değerlerinde bulunmuştur. Tasarım pulsatorünün hızlı nabız hareketi 270 hızlara ulaşması halinde, nabız odası basınç değerleri de belirtilen elektronik pulsator sonuçlarına yaklaşılabilecektir. Diğer yandan GEA marka pulsator ile sadece bir ölçüm yapılmış olup, pulsatorün çalışma basıncı 42 kPa ve sağımdaki nabız hızı 62 adet/min ölçülmüştür. Pulsator hızlı masaja geçtiğinde ise nabız odası basıncı 14,5 kPa'a düşmüş, nabız hızı da 300 adet/min seviyesine yükselmiştir. GEA marka pulsator, meme başı uyarımı esnasında 300 nabıza çıkararak karşılaştırılan pulsatorler içinde en üst seviyeye ulaşmıştır. Bu pulsatorün hızlı masajdaki nabız odası basıncı ise SCR pulsatorü ve tasarım pulsatoründe ölçülen basınç değerlerinin altında bir değerde (14.5 kPa) belirlenmiştir. GEA marka pulsatorde ait sağım tesisi ölçümlerinde görülmüştür ki, pulsator sağım başladıktan hemen sonra hızlı masaja geçmiş ve bu uyarım süresi yaklaşık 45 saniye sürmüştür. SCR marka pulsatorün kullanıldığı sağım tesislerinde ise, pulsator sağım bitimine doğru süt akış hızına bağlı olarak hızlı masaj konumuna geçmekte ve uyarım süresi 25 saniye sürmektedir. Hızlı masaja göre tasarlanan pnömatik pulsator, elektronik pulsatorlerin otomatik olarak devreye girdiği hızlı masaja, manuel olarak sağımcı sayesinde girebilecektir. Küçük işletmelerde sağımcı kendi hayvanının fizyolojik özelliklerini yakından takip edebildiğinden, ineğin sütü salma olgusuna göre sağım başlangıcında veya sağım sonunda mevcut pulsatorünü hızlı şekilde masaj etkisine dönüştürebilme imkanı bulabilecektir. Sağımcının masaj süresini 30-60 s aralığında uygulaması, kendisinin dikkat ve becerisine kalmıştır.

Çizelge 4.3. Tasarlanan pnömatik pulsatör ve iki farklı marka elektronik pulsatörün test cihazı ile ölçülen normal nabız ve hızlı masaja ait vakum-nabız frekans değerlerinin karşılaştırılması

Vakum (kPa)	A ms/%	B ms/%	C ms/%	D ms/%	A+B ms/%	C+D ms/%	Aksama ms/%	Nabız ms/nabız/min
SCR Marka Elektronik Pulsatör Sonuçları								
40,1	158/15,8	435/43,4	108/10,8	302/30,1	593/59,1	410/40,9		1002/59,8
40,3	190/19,0	400/39,9	127/12,7	285/28,4	590/58,9	412/41,1	3/0,3	1002/59,9
25,5	45/20,3	81/36,5	63/28,4	33/14,9	126/56,8	96/43,2		222/270,3
24,5	43/19,5	80/36,4	65/29,5	32/14,5	123/55,9	97/44,1	3/ 1,4	220/272,7
45,7	172/17,2	418/41,7	127/12,7	285/28,4	590/58,9	412/41,1		1002/59,9
45,9	163/16,3	429/42,8	118/11,8	292/29,1	592/59,1	410/40,9	2/0,2	1002/59,9
30,3	49/22,2	80/36,2	70/31,7	22/10,0	129/58,4	92/41,6		221/271, 5
30,7	45/20,5	80/36,4	70/31,8	25/11,4	125/56,8	95/43,2	4/1,8	220/272,7
50,0	206/20,8	387/38,6	143/14,3	264/26,3	595/60,1	407/39,9		1002/59,9
50,4	199/19,9	401/40,0	136/13,6	266/26,5	600/59,9	402/40,1	5/0,5	1002/59,9
32,3	50/22,7	75/34,1	80/36,4	15/6,8	125/56,8	95/43,2		220/272,7
33,5	53/24,0	80/36,2	80/36,2	8/3,6	133/60,2	88/39,8	8/3,6	221/271,5
GEA Marka Elektronik Pulsatör								
41,5	182/16,7	453/46,7	127/13,1	227/23,4	615/63,5	354/36,5		969/61,9
42,2	157/16,2	461/47,6	118/12,2	232/24,0	618/63,8	350/36,2	3/0,3	968/62,0
14,2	19/9,5	98/49,2	25/12,6	57/28,6	117/58,8	82/41,2		199/301,5
14,7	33/16,5	85/42,5	29/15,5	53/26,5	118/59,0	82/41,0	1/0,5	200/300,0
Tasarlanan Pnömatik Pulsatör								
40,3	182/18,6	405/41,3	114/11,6	280/28,5	587/59,8	394/40,2		981/61,2
39,6	190/19,4	355/36,2	104/10,6	331/33,8	545/55,6	435/44,4	42/4,3	981/61,2
29,7	61/22,3	100/36,6	56/20,5	56/20,5	161/59,0	112/41,0		273/219,8
28,9	59/21,6	95/34,8	50/18,3	69/25,3	154/56,4	119/43,6	7/2,6	273/219,8
45,2	193/19,1	412/40,9	119/11,8	284/28,2	605/60,0	403/40,0		1008/59,5
44,4	205/20,3	360/35,7	105/10,4	338/33,5	565/56,1	443/43,9	40/4,0	1008/59,5
32,9	65/25,1	90/34,7	55/21,2	49/18,9	155/59,8	104/40,2		259/231,7
32,0	62/23,9	85/32,8	50/19,3	62/23,9	147/56,8	112/43,2		259/231,7
50,3	209/21,0	386/38,8	125/12,6	275/27,6	595/59,8	400/40,2		995/60,3
49,4	218/21,9	340/34,2	112/11,3	324/32,6	558/56,1	436/43,9	37/3,7	995/60,3
35,4	68/27,1	84/33,5	55/21,9	44/17,5	152/60,6	99/39,4		250/240,0
34,3	68/27,2	78/31,2	49/19,6	55/22,0	146/58,4	104/41,6	6/2,4	250/240,0

5. SONUÇ

Bu çalışma için aşağıdaki sonuçlar ve öneriler yapılabilir:

- Pnömatik pulsator üzerinde yapılan tasarım, üzerindeki valfin sağa sola çevrilmesiyle normal nabız ve hızlı masaj (uyarım) değişikliğine kolayca geçebilmektedir.
- Küçük ölçekli süt çiftliklerinde sağımcı, manuel uyarıma fazla ihtiyaç duymadan ve ergonomik olarak yorulmadan hayvanın sağımını bu tasarımdaki bir pulsatorle makinede kolaylıkla gerçekleştirebilecektir.
- Küçük çiftçinin hızlı nabız özellikli pnömatik pulsatorü kullanması; sağım süresinin azalmasına, süt veriminin artmasına ve mastitis riskinin azalmasına yardımcı olabilecektir.
- Çiftçi sabah ve akşam sağımlarından kazanacağı fazla zamanını, çiftliğin diğer işlerine ayırabilecektir.
- Çiftçi piyasada yüksek fiyatlarda satılan yerli üretim hızlı masaj özellikli bir elektronik pulsator yerine, en az on kat daha ucuz olan hızlı masaja dönüştürülebilir bir pnömatik pulsator kullandığında sağım kolaylığına ulaşabilecektir.
- Pnömatik pulsator kurulumlu sabit sağım tesislerinde nabız aygıtları, sağım çukurundan yaklaşık 2.5 metre yüksekteki vakum hattına monte edilmektedir. Bu nedenle böyle tesislerde kullanım kolaylığı için ya hızlı masaj değişim valfi sağımcının uzanabileceği yüksekliğe göre tasarlanmalı ya da pulsatorler sağımcının uzanabileceği yüksekliğe monte edilmelidir.
- Tasarımda kullanılan sağ-sola çevirmeli valf yerine hava akışını daha seri kesip-çababilecek bir mandal veya düğme (buton) gibi bir tasarım ile pulsatorün pratik kullanım daha da artırabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2003). Pulsation systems. Cowtime Quick Note, National Milk harvesting Centre. <https://www.cowtime.com.au> (Erişim Tarihi: 10.01.2023).
- Anonim. (2023a). Pulsation and vacuum. <https://www.dairynz.co.nz/milking/the-milking-plant/pulsation-and-vacuum-systems> (Erişim Tarihi: 04.02.2023).
- Anonim. (2023b). Interpuls vacuum pulsator. <https://coburn.com/> (Erişim Tarihi: 10.05.2023).
- Borghese, A., Rasmussen, M., Thomas, C.S. (2007). Milking management of dairy buffalo. *Italian Journal of Animal Science.*, 39-50, DOI: 10.4081/ijas.2007.s2.39
- Bray, D.R., Shearer, J.K. (1993). Milking management III – The vacuum pump milking system. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Fact Sheet DS 64. <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/38/00001/DS09800.pdf> (Erişim Tarihi: 02.03.2023).
- Caria, M., Murgia, L., Pazzona, A. (2011). Effects of the working vacuum level on mechanical milking of buffalo. *Journal of Dairy Science*, 94, 1755-1761.
- Çetiner, Ş. (2017). Süt İşleme Alet ve Makinaları (Basılmamış Ders Notu), <https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Gida%20Endustrisi%20Makinalari.pdf> (Erişim Tarihi: 04.03.2023)
- Dayıoğlu, M. A. (1999). Computer aided pulsator control in milking systems. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 1-6.
- Gorewit, R.C., Gassman, K.B. (1985). Effects of duration of udder stimulation on milking dynamics and oxytocin release. *Journal of Dairy Science*, 68, 1813-1818.
- Grinchenko, V.A., Nikitenko G.V., Lysakov, A.A., & Konoplev, E.V. (2016). Milking machine with electropulsator. Proceedings of the 15th International Scientific Conference , *Engineering for Rural Development*, 15, 230-235.
- Gürhan, R., Çetin, M., Karakoç, F.Ö. (2000). Süt sağım makinalarına uygun bir elektronik nabız aygıtı geliştirilmesi. *Tarım Bilimler Dergisi*, 6 (3), 102-108
- Mahle, D.E., Galton, D.M., Adkinsen, R.W. (1982). Effects of vacuum and pulsation ratio on udder health. *Journal of Dairy Science*, 65, s.1252.
- MEB, (2016). Hayvan Yetiştiriciliği ve Sağlığı (Meme Hastalıklarıyla Mücadele). S:(47). http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/B%C3%BCy%C3%BCKba%C5%9F%20Hayvan%20Se%C3%A7imi.pdf (Erişim Tarihi: 03.03.2023)
- Neuheuser, A.L., Belo, C., Bruckmaier, R.M. (2017). Technical note: Reduced pulsation chamber vacuum at normal pulsation rate and ratio provides adequate prestimulation to induce oxytocin release and milk ejection while simultaneous milk flow is prevented. *Journal of Dairy Science*, 100, 8609-8613.
- Ohnstad, I. (2011). Operation of the milking equipment. *Livestock*, 16 (7), 23-27.
- Osterås, O., Rønningen, O., Sandvik, L. Waage, S., (1995). Field studies show associations between pulsator characteristics and udder health. *Journal of Dairy Research*, 62 (1), 1-13.
- Reinemann, D.J., Mein, G.A., ve Ruegg, P.L. (2001). Evaluating milking machine performance. VII International Congress on Bovine Medicine. Oviedo, Spain: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.571.7155&rep=rep1&type=pdf> (Erişim tarihi: 11.03.2023).
- Romero, G., Bueso-Ródenas, J., Alejandro, M., Moya, F., Díaz, J.R. (2022). Effect of vacuum level and pulsation parameters on milking efficiency and animal welfare

- of murciano-granadina goats milked in mid-line and low-line milking machines. *Animals*, 12, s.40.
- Sagi, R., Gorewit, R.C., Zinn, S.A. (1980). Milk ejection in cows mechanically stimulated during lactation. *Journal of Dairy Science*, 63, 1957-1960.
- Tangorra, F. M., Leonardi, S., Bronzo, V., Rota, N., Moroni, P. (2017). Pre-milking mechanical teat stimulation and milking performance of dairy buffaloes in early lactation. *Journal of Agricultural Engineering*, 48(1): 53–55. doi: 10.4081/jae.2017.606.
- 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 Deneyle. Türk Standartları Enstitüsü, 34s., Ankara.
- Upton, J., Browne, M., Bolona, P. S. (2023). Effect of mechanical premilking stimulation on milking duration in late lactation. *Journal of Dairy Science*, 106:(1), 294-301.
- Ünal, H., (2013). Süt Sağım Makinaları. SÜTAŞ, Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Özsan Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti, İzmir Yolu Dobi Mevkii, 8. Km, Bursa.
- Ünal, H. (2018). Süt İşleme Makinaları ve Bakımı (Basılmamış Ders Notu). (Erişim Tarihi:05.02.2023).
- Vatandaş, M., Gürhan, R. (1997). Farklı nabız kontrol yöntemlerinin elektronik pulsator performansına etkisi üzerinde karşılaştırmalı araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(1), 47-53.
- Watters R.D., Bruckmaier R.M., Crawford H.M., Schuring N., Schukken Y.H., Galton D.M. (2015). The effect of manual and mechanical stimulation on oxytocin release and milking characteristics in Holstein cows milked 3 times daily. *Journal of Dairy Research*, 98, 1721-1729.
- Weiss,D., Dzidic, A., Bruckmaier, R.M. (2003). Effect of stimulation intensity on oxytocin release before, during and after machine milking. *Journal of Dairy Research*, 70, 349-354.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Zahra AMIN
Doğum Yeri ve Tarihi	:
Yabancı Dil	: Türkçe, İngilizce
Eğitim Durumu	:
Lise	: Bu Ali Sina Lisesi, Tehran, Iran (2009-2013)
Lisans	: Tehran Shomal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü (2013-2017)
Tezsiz Yüksek Lisans	: Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı (2017-2019)
Tezli Yüksek Lisans	: Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı (2020-2023)
Çalıştığı Kurum/Kurumlar	: Ayaz Kauçuk Plastik ve Kalıp Makina San. Tic. Ltd. Şti. (2021- Devam Ediyor)
İletişim (e-posta)	:
Yayınları	:

Amin, Z. and Ünal, H. (2023). Design and optimization of rapid massage on a pneumatic pulsator in milking machines. 5th International Food, Agriculture and Veterinary Sciences Congress, 17-19 February 2023, ISBN: 978-625-367-003-0, Proceedings Book (V-2), 506-515 s.