

Yerli Yapım Süt Sağma Makinasının Performans Değerlerinin Saptanması

Eşref IŞIK* Halil ÜNAL**

ÖZET

Ahırda gerçekleştirilen işlemler arasında en yoğun zamanı alan süt sağım işleminin mekanizasyonu ile verimli hale gelen hayvancılık işletmelerinde, günümüzde makinasız üretim düşünülemez. İşletmelerde kullanılan makinaların performansının artırılması ise makinanın iyi tanınması ve kullanılmasıyla olanaklıdır.

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılan yerli yapım arabalı tip süt sağım makinasının işletim parametreleri belirlenerek, süt sağım maliyetini etkileyen enerji girdisinin boyutları belirlenmiştir.

Makinanın sağım öncesi ve sağım sırasında yapılan performans ölçümlerinde, vakum basıncı, nabız sayısı, nabız oranlarında sapma bulunmamıştır. Süt sağım işleminde ortalama birim enerji tüketimi 0,0143 kWh/kg, birim maliyet ise 0,00157 \$/kg olarak saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Süt sağım makinası, süt debisi, sağım süresi, enerji maliyeti.*

ABSTRACT

Determining The Performance Values of Domestically-Made Milking Machine

Today, one cannot think of production without machines in animal breeding managements which because productive through the mechanisa-

* Yrd.Doç.Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü.

** Öğr.Gör.Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü.

tion of milking process which was a highly time consuming practice in stables. The improvement of the performance of machines used in these managements is possible only in case that the machine is known and used well.

In this study, the management parameters of domestically made bucket portable type milking machine which is extensively used in our country are determined and the size of energy input effective on the milking cost was detected.

No deviation was found in the vacuum pressure, pulsation speed and pulsation rations of the machine in the performance measurements made before and during milking. Average unit energy consumption and unit cost in milking practical were calculate as 0,0143 kWh/kg and 0,00157 \$/kg, respectively.

Key Words: *Milking Machine, milk flow, milking period, energy cost.*

GİRİŞ

Makinalı süt sağma uygulamaları ve sağım teknolojisindeki gelişmeler her şeyden önce sağıma harcanan zamanın azaltılmasını, daha az insan işgücü ve enerji tüketimi ile fazla sayıda hayvanın sağlıklı bir şekilde sağılmasını ve daha hijyenik sağım koşulları sağlayarak temiz süt elde edilmesini amaçlamaktadır.

Makinalı sağım “hayvan, insan ve makina” üçlüsü ile gerçekleştirilmektedir. Bir sistem oluşturan bu üç öge sürekli bir ilişki içindedir. Bunlardan “hayvan”, makinalı sağıma alışkanlığı ile “insan yani sağımçı” deneyim ve becerisi ile “süt sağma makinası” ise yapısal ve işlevsel özelliklerinin uygunluğu ile sağımda beklenen başarı üzerinde etkinliklere sahiptir (Uçucu ve Bilgen 1988).

Pulsatör nabız sayıları uygun sağım açısından 50-60 nabız/d arasındadır. Nabız sayısı, vakum seviyesi ve ortam değişikliğinden etkilenmekte olup, \pm % 5 sapma kabul edilebilmektedir (Appleman 1993, Bilgen ve ark. 1992). Nabız sayısı çok yavaş olursa hayvan meme başındaki kan akımı yavaşlar ve hayvan acı duyar. Fazla olması halinde ise, sütün çıkışı artar fakat % 10 süt memede kalabilir. Memede kalan süt ise mastitisin en önemli sebeplerindendir (Ünal 2001).

Bir nabız hareketi çevriminde, süt alım evresi olan vakum artışı (A fazı) ile en yüksek vakum evresi (B fazı) toplamı, nabız hareket oranıdır. Nabız cihazının (pulsatör) yapılışında, bu oranlar % 50, % 60 veya % 70 değerlerindedir. Bir sağım başlığının iki yarımında ölçülen nabız oranları arasındaki sapma değeri \pm % 5'i geçmemelidir. Bu sapma değerinin aşılması, meme başının yetersiz veya aşırı masaj yapılmasına ve vakum altında

yetersiz veya aşırı sağımına neden olmaktadır. Her sağım başlığı ve yarılarda saptanan en yüksek vakum evresi (B fazı) % 30'dan ve en düşük vakum evresi (D fazı) % 15'den az olmamalıdır. Bu değerlerin az olması, yetersiz sağım debisi ve yetersiz meme başı masajı anlamına gelmektedir. Meme sağlığı yönünden masaj daha önemlidir (Anonim a,b, Bilgen ve ark. 1992).

Sağım makinaları üzerinde yapılan araştırmalar, makinaların etkinliğinin meme başlarında meydana gelen nabız sayısı, nabız oranı, vakum ve vakumdaki değişimler, vakum pompası kapasitesi ve sağım başlığı ile ilgilidir. Nabız sayısı 40-75 nabız/d, nabız oranı 50/50, 60/40 veya 70/30, vakum değeri 37-50 kPa, çalışma sırasında vakumdaki sapmanın ± 2 kPa ve vakum pompası debisinin literatürde belirtildiği şekilde olması gerekmektedir (ISO 5707, TS 4798, Anonim c, Sungur ve ark. 1990). Süt sağımında, 60/40 nabız oranı, 55 nabız/d nabız sayısı ve 50 kPa vakum basıncı yaygın kullanım değerleridir (Appleman 1993, Bray ve ark. 1993, Anonim b).

Bu çalışmanın amacı, yerli yapım bir süt sağım makinasının nabız sayısı (55 nabız/d) ve vakum basıncı (50 kPa) değerlerindeki sağım koşullarında, yapısal ve işlevsel yönden performansını belirleyerek, hayvan başına süt debisi, süt miktarı ve birim süt miktarına göre enerji tüketimi ve maliyetini saptamaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde, monofaze bir elektrik motoru ile çalıştırılan, paletli tip vakum pompalı, mekanik yaylı regülatörlü, iki tekerlekli bir çatı üzerine yerleştirilmiş, tek güğümlü, tek sağım başlıklı, tek nabız aygıtlı (pulsatörlü) seyyar bir süt sağım makinası kullanılmıştır.

Sağım denemeleri U.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği ahırlarında 10 adet inek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Akşam sağımlarında her inek için 10'ar deneme yapılmıştır. Denemelerde, literatürde belirtilen sınır değerleri gözönüne alınarak, makinanın vakum basıncı 50 kPa, nabız sayısı ise 55 nabız/d'ya ayarlanmıştır. Pulsatör nabız oranı 60/40'dır. Çalışmada, her bir inek için süt debisi, toplam süt miktarı ve makinada sağılan birim süt için enerji tüketim miktarı ve maliyeti belirlenmiştir.

Birim zamanda sağılan süt miktarını ölçmek için, 1 gram hassasiyetinde dijital tartı kullanılmıştır. Sağım öncesi tartı üzerine konulan güğümün darası sıfırlanmış ve sağım başlığının hayvan memesine takıldığı andan itibaren süt akışının bittiği zamana kadar her 30 saniyede güğüm ağırlığı kaydedilmiştir.

Süt sağım makinasının enerji tüketimi ölçümleri 1/100 kW hassasiyetindeki monofaze dijital elektrik sayacı ile yapılmış ve değerler 30 saniyede bir kaydedilmiştir.

Süt sağım makinasının işletme koşullarındaki yapısal ve işlevsel yönden performansını belirlemek için, Fullwood marka elektronik nabız ölçme cihazı kullanılmıştır. Cihaz dört fonksiyonu ölçmek için tasarlanmıştır. Bunlar,

- Nabız analizleri,
- Nabız periyodunda vakum üst noktasının ölçümü,
- 60 saniyelik periyotta minimum, maksimum ve ortalama vakum seviyesini kaydetme ve
- Sürekli kayıt ve vakum seviyesinin analog çıktısıdır.

Nabız analizlerinde, cihazın uluslararası standartlara göre her nabız çevrimi, kısa süt borusunda ± 4 kPa'da dört faza ayrılmıştır. Bunlar;

A fazı : Artan vakum fazı,

B fazı : Maksimum vakum fazı,

C fazı : Azalan vakum fazı,

D fazı : Minimum vakum fazıdır.

Bu dört faz, emzik lastiğinin açılışı (A fazı), tam açılışı (B fazı), kapanışı (C fazı) ve tam kapalılığı (D fazı) ifade etmektedir. Buna göre nabız oranı,

$$\text{Nabız Oranı} = (A + B) / (A + B + C + D)$$

eşitliği ile tanımlanır.

Sağım sırasında süt sağım makinasına bağlanan Pulsript cihazından A+B, C+D faz toplamları ile A, B, C, D fazlarının yüzde ve milisaniye olarak sonuçları, nabız sayısı (nabız/min ve milisaniye olarak), çalışma vakum basıncı (kPa), nabız oranı sapması (yüzde ve milisaniye olarak) değerleri alfa nümerik ekranda görüntülediği gibi yazılı çıktı olarak da kaydedilmiştir. Makina donanımının yeterliliğini test edebilmek için sistemin değişik noktalarında vakum seviyelerini ölçmek gereklidir. Sistemdeki vakum dalgalanmalarını belirleyebilmek için en az 60 saniyelik periyotta ana vakum seviyesi ölçülmüş ve minimum, ortalama ve maksimum basınçlar kaydedilmiştir. Cihaz ile yapılan test sonuçları literatürden elde edilen verilere göre analiz edilerek değerlendirmesi yapılmıştır.

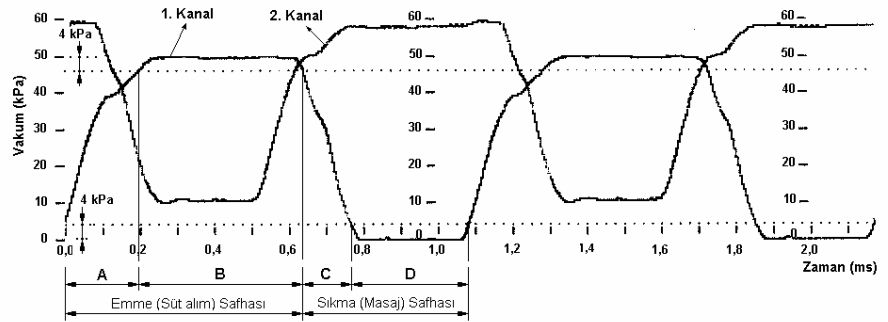
Süt Sağım Makinasının Performans Ölçümü (Nabız ve Vakum Analizleri)

Süt sağım makinasının sağım öncesi boşta ve sağım sırasındaki performansını ölçmek için kullanılan Pulscript ölçüm cihazından elde edilen sonuçlar Çizelge I'de verilmiştir. Çizelgede, değişen zamanlı nabız hareketinde (alternate) çalışan pulsatorün her iki kanalındaki faz değerleri yüzde ve milisaniye olarak verilmiştir. Yapılan ölçümlerde nabız oranının ortalama % 60,25 (1. ve 2. kanal ortalaması) değerinde olduğu, başka bir tanımla farklı fazın etkisinde olan meme başlarında nabız oranı değerleri arasındaki farkın literatürde kabul edilen %5 sınır değeri içinde kaldığı saptanmıştır. Diğer taraftan, her iki kanalda ölçülen emme fazları toplamı (A+B) ve masaj fazları toplamı (C+D) arasında sapma oranı ortalama % 1,7 ve 19 ms bulunmuştur. Bu değer \pm %5'lik literatür sınır değerleri arasında çıktığı için uygun bir sonuçtur. Her iki kanalda ölçülen A fazının % 30'dan (800 ms) az olması istenilen bir durumdur. B fazının ise % 30'dan az (800 ms'den fazla) olmaması istenmektedir ki ölçülen % 40,8 (444 ms) ve % 43,5 (473 ms) değerleri, yüzdelik değer açısından sınır değerinin üzerinde ve milisaniye olarak altında çıkarak uygun değerlerde olduğunu göstermiştir. B fazının % 30'dan az (800 ms'den fazla) olması durumunda literatür bilgileri hayvanda rahatsızlık, hayvan meme uçlarında tahriş ve mastitis'e sebep olacağını bildirmiştir. C fazı, dışarıda atmosfer basıncı, içerde sağım vakumu şeklinde değişen basınç sebebiyle, havanın nabız odasına ve emzik lastiğine tekrar alınırken nabız odasında vakum kaydının yapıldığı bölümdür. Bu faz sırasında nabız odası atmosferik basınç altındadır ve emzik lastiklerinin masaj yapması sonucu vakum etkisiyle memelere kan gelişi olmaktadır. Literatürde, C fazının sınır değerleri belirtilmemiştir. Nabız hareket çevrimindeki D fazının, hayvan memesinin rahatlığını sağlayabilmesi için % 15'den ve 150 ms'den az olmamalıdır. Aşırı yüksek nabız oranı ve nabız sayısı, D fazının çok kısa olmasına sebep olur. Bunun sonucunda, C fazının uzaması söz konusudur. Ölçüm sonuçlarına göre, 1. ve 2. kanallarda sırasıyla %29,2 (318 ms) ve % 27,2 (302 ms) olarak ölçülen D fazı belirtilen sınır değerinin üzerinde ve uygun değerlerde olduğu saptanmıştır. Süt sağım makinasının sağım test sonuçlarındaki vakum fazları değişimi ve nabız değeri, grafik olarak Şekil 1'de daha iyi görülebilmektedir.

Çizelge I.
Süt sağım makinasının pulscript ölçüm cihazı sağım test sonuçları

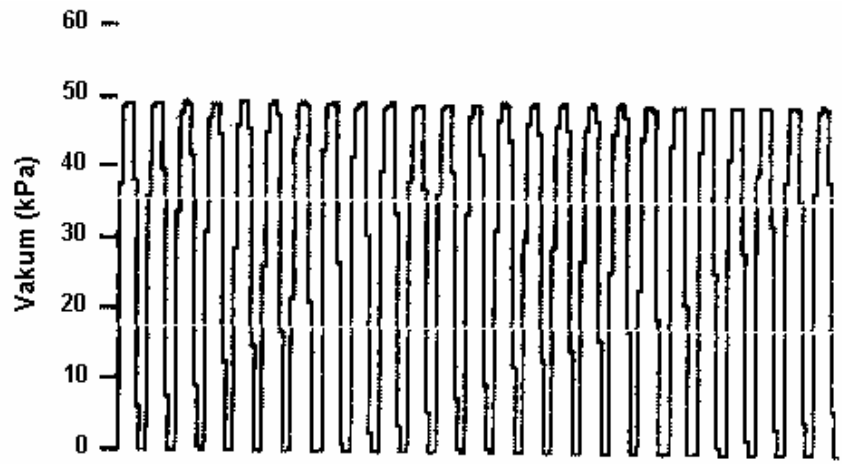
Pulsatör çalışması	: Değişen zamanlı nabız hareketi (Alternate)
Çalışma vakum düzeyi	: 50,0 kPa
Nabız değeri	: 55,0 nabız/dakika 1088 ms
Nabız fazları sapması	: 1,7 % 19 ms (mili saniye)

Kanal	1. Kanal	2. Kanal
A+B Fazları Toplamı	59,4 % 646 ms	61,1 % 665 ms
C+D Fazları Toplamı	40,6 % 442 ms	38,9 % 423 ms
A Fazı	18,6 % 202 ms	17,6 % 192 ms
B Fazı	40,8 % 444 ms	43,5 % 473 ms
C Fazı	11,4 % 124 ms	11,1 % 121 ms
D Fazı	29,2 % 318 ms	27,8 % 302 ms



Şekil 1.
Süt sağım makinasının sağım test sonuçlarındaki vakum fazları değişimi ve nabız değeri grafiği

Sistemdeki vakum dalgalanmalarının belirlenmesinde, en az 60 saniyelik periyotta ana vakum seviyesi ölçümü yapılmış ve minimum, ortalama ve maksimum vakum basınç değerleri saptanmıştır. Buna ait grafik ve vakum değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Makinanın çalışma vakum düzeyi olan 50 kPa ile sistemdeki ana vakum değeri (maksimum) olan 49,8 kPa arasında % 0,4 gibi çok düşük bir sapma saptanmıştır.



60 saniyelik periyotta ölçülen ana vakum değerleri:

Maksimum Vakum: 49,8 kPa

Minimum Vakum: 0,0 kPa

Ortalama Vakum: 28,8 kPa

Şekil 2.

Süt sağım makinasının sağım test sonuçlarındaki ana vakum eğrisi

Sağım Denemelerindeki Süt Debisi ve Süt Miktarları

İşletmede 10 hayvan üzerinde 10'ar tekrarlı olarak yapılan sağım denemelerinde, her bir hayvanın süt debisi ortalaması ve toplamda süt debileri ortalaması sonuçları Şekil 3 ve Şekil 4'te, sağılan süt miktarları ortalamaları ise Şekil 5'de verilmiştir.

Şekil 3'teki her bir hayvanın süt debisi ortalamasına bakıldığında, 4. inekte 2,5 dakika sonra 3,794 kg/d ile en yüksek süt debisine ulaştığı belirlenmiştir. Genel ortalama ise süt debisi 1. ile 3. dakikalarda yaklaşık 1,618 - 1,839 kg/d arasında gerçekleşmiştir. Şekil 4'teki süt debisi ortalamasına bakıldığında, süt debisi 0,963 - 1,428 kg/d arasında değişmekte, ortalama ise 1,187 kg/d ile önemli bir fark olmadığı görülmektedir.

Şekil 5'teki süt miktarı ölçümleri incelendiğinde, hayvanların toplamda sağım süresi ortalaması en düşük 4 dakika ile 7. inekte, en yüksek sağım süresi de 9 dakika ile 3. inekte gerçekleşmiştir. En düşük süt miktarı ise 4,160 kg ile yine 7. inekte, en yüksek süt miktarı ise 9,997 kg ile 4. inekte saptanmıştır. Yalnız, 4. inekte elde edilen bu süt miktarına 7 dakikada ulaşılmıştır. Sağım süresi en uzun olan 3. inekten ise 8,867 kg süt elde edilmiştir.

Şekil 3

*Şekil 4.
Süt debisi ortalama değerleri*

*Şekil 5.
Sağılan toplam süt miktarları*

*Şekil 6.
Sağımdaki enerji tüketim değerleri*

*Şekil 7.
Sağılan süt miktarına göre özgül enerji tüketim değerleri*

*Şekil 8.
Sağılan süt miktarına göre enerji maliyet değerleri*

Makinanın Enerji Tüketimi

Sağım sırasında her bir hayvan için makinanın enerji tüketimi ölçümleri yapılmış ve sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, birim zamana göre makinanın özgül elektrik enerjisi tüketimi doğrusal bir şekilde artmıştır.

Şekil 6'da verilen enerji tüketim değerleri, denemelerdeki her hayvandan sağılan süt miktarına oranlanmış ve birim miktardaki süt için tüketilen enerji değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar Şekil 7'de verilmiştir. En yüksek süt veriminin elde edildiği 4. inekte (toplam süt miktarı: 9,997 kg) birim süt miktarının elektrik enerjisi tüketimi 0,0110 kWh/kg ile en düşük bulunmuştur. Diğer taraftan en düşük süt veriminin elde edildiği 7. inekte ise (toplam süt miktarı: 4,160 kg), birim süt miktarının elektrik enerjisi tüketimi 0,0168 kWh/kg ile en yüksek değerde bulunmuştur. Genel ortalama ise 0,0143 kWh/kg'lık özgül enerji tüketimi gerçekleşmiştir.

Sağımdaki Birim Süt Miktarına Göre Makinanın Enerji Maliyeti

Şekil 7'de bulunan birim süt miktarına göre enerji tüketim değerlerinden gidilerek her hayvandan sağılan birim süt miktarına göre makinanın enerji maliyetleri de belirlenmiş ve ortalamaları Şekil 8'de gösterilmiştir. Birim süt miktarına göre enerji maliyetleri 0,00121 \$/kg (4. İnekte) ile 0,00185 \$/kg (7. İnekte) arasında bulunmuştur. Genel ortalama ise 0,00157 \$/kg değeri bulunmuştur. Bu farklılık, hayvanların süt verimleri arasındaki farktan kaynaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonymous a. Fullwood Pulscript Kullanım Kataloğu.
- Anonymous b. Milking rate of dairy cows. DASC 4374, <http://www.dasc.vt.edu/dasc4374/Ch10int.htm>
- Anonymous c. The milking machine. Macdonald Campus of McGill University, Faculty of Agricultural & Environmental Sciences, Dairy Cattle Production 342-450A 12p.
- Appleman, R.D. 1993. Minnesota milking equipment research: Myths And facts. University of Maryland, Dairy Production Facilities, http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/faciliti/Minnesota_Milking_Equipment_Research_Myths_And_Facts.html
- Bilgen, H. ve N. Sungur, 1991. Makinalı süt sağımda uygulama şekilleri, Sağım makinalarının kontrolü ve bakımı. Süt Sığırcılığı Semineri,

- 5-8 Şubat 1991, T.O.K. İzmir İl Müdürlüğü Türk-Anafi Projesi Yayınları, yayın No: 1, İzmir.
- Bilgen, H., R.C. Akdeniz, N. Sungur, ve R. Uçucu, 1992. Sağım Makinalarının Standartlara Uygun Kontrolü. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 29/1, 95-110.
- BRAY, D.R. and J.K. SHEARER, 1993. Milking management III – The vacum pump milking system. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Fact Sheet DS 64, <http://www.Edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/DS/DS09800.pdf>
- Fryč, J. 2002. Comparing the operation of control valves in milking machines with the pressure reducing valve-equipped control unit from the viewpoint of vacuum level. *Res. Agr.Eng.*, 48, 2002(2):61-65.
- ISO, 1996. Milking machine installations-construction and performance. International Standards Organization, ISO/DIS 5707 Geneva, Switzerland.
- Nalbant, M. 1987. Süt Sağma Makinaları. Türkiye Zirai Donatım Kurumu, Mesleki Yayınları Yayın No: 48, Ankara.
- Nalbant, M. and P.Ülger, 1989. Comparative performance of machine milking methods in Turkey. *AMA*, Vol: 20, No:1, p.63-65.
- Sungur, N., A. Yağcıoğlu, ve R.C. Akdeniz, 1990. Yerli yapım süt sağım makinalarının yapısal ve işlevsel özelliklerinin saptanması üzerinde bir araştırma. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 1, s.22-32.
- TSE 1986. Süt Sağma Makinaları. Türk Standartları Enstitüsü, TS 4798, 20 s.
- Uçucu, R. ve H. Bilgen, 1988. Sağım teknolojisinde gelişmeler ve pratikte kullanım olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi, 10-12 Ekim 1988, s.43-56, Erzurum.
- Uçucu, R., N. Sungur ve H. Bilgen, 1988. Makinalı süt sağımında, sağım başlığının yapısal farklılığının vakum dalgalanmasına, sağım debisine, sağım süresine ve sütün kalitesine etkisinin saptanması üzerinde bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi, 10-12 Ekim 1988, s.605-612, Erzurum.
- Ünal, F. 2001. Süt sığırlarında meme sağlığı ve hastalıkları, sağım teknikleri. Süttaş Hayvancılığı Eğitim Yayınları, Yetiştirici El kitabı, Hayvancılık Serisi: 1, 24 s.