



# Bazı Sabit Süt Sağım Tesislerinde Kullanılan Vakum Pompalarının Kurulu Elektrik Gücünün İncelenmesi

Taner Akbaş<sup>1</sup>, Mustafa Çetin<sup>2</sup>, Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, Aydın, Türkiye

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Söke İşletme Fakültesi, Aydın, Türkiye

(İlk Geliş Tarihi 1 Kasım 2018 ve Kabul Tarihi 3 Aralık 2018)

(DOI: 10.31590/ejosat.477235)

## Öz

Çalışmada, Türkiye’de tarımsal kalkınma destekleriyle kurulmuş 289 süt sağım tesisine ait, sağım sistemi deneme raporları incelenmiştir. Tesisler; çalışma vakum basıncı, vakum pompasının çalışma basıncında verdiği debi, vakum pompasının çalışma basıncında vermesi beklenen debi, vakum pompasının tahrikinde kullanılan kurulu elektrik motoru gücü gibi bazı değerler bakımından incelenmiştir. Çalışma sonucunda işletmelerin yaklaşık %50’sinde 4 kW, %23’ünde ise 3kW geri kalanında ise 2.2 kW’lık kurulu elektrik motor gücü kullanıldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte seçilen vakum pompalarının ürettikleri debi miktarlarında %311’e varan oranlarda kapasite fazlasına sahip oldukları görülmüştür. İncelenen işletmelerin %57’si ihtiyaç duyulan debinin %20’sinden daha fazla kapasiteye sahiptir. Fazla kapasiteye sahip olan 164 işletmede yaklaşık 120 m<sup>3</sup>/min hava fazladan vakumlanmakta ve bu hava debisi için yıllık yaklaşık olarak 300 MW enerji boşa harcanmaktadır. Özellikle, modern ölçekli yeni tesislerin kurulmasıyla birlikte hayata geçirilebilecek değişken debili vakum pompalarının kullanımı ile bu gereksiz enerji tüketiminin azaltılabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Süt sağım tesisi, süt sağım makinası, vakum pompası,

## An Analysis of the Installed Electric Power of the Vacuum Pumps Used at Some Milking Parlours

### Abstract

This study analyzes the test reports for the milking systems of 289 milking entities established with the aid for agricultural development in Turkey. The entities have been examined in terms of certain values, such as the operating vacuum pressure, the flow provided by the vacuum pump in the operating pressure, the flow expected to be provided by the vacuum pump in the operating pressure, and the installed electric power used for driving the vacuum pump. The study results showed that nearly 50% of the entities use 4 kW installed electric engine power, while 23% use 3 kW, and rest of the others use 2.2 kW of the same. However, the flow amounts produced by the selected vacuum pumps have up to 311% surplus capacity. Among the examined entities, 57% have a capacity of 20% more than the required flow. Approximately 120 m<sup>3</sup>/min air is vacuumed in excess at the 164 entities with surplus capacity. It is estimated that approximately 300 MW energy is consumed annually for the air flow generated in excess. It is thought that with the establishment of new modern facilities this unnecessary energy consumption can be reduced with the use of variable flow vacuum pumps.

**Key words:** Milking parlour, milking machine, vacuum pump

## 1. Giriş

Süt sığırcılığı işletmeleri elektrik enerjisinin yoğun kullanıldığı tarımsal işletmelerdendir. Bu işletmelerde önde gelen enerji tüketicisi ise, sağım sisteminin kalbi olan vakum pompalarıdır (Holmes, 2014). Süt işletmesinde toplam elektrik tüketiminin yaklaşık %20'sini tek başına vakum pompası tüketmektedir (Sanford, 2004; Pressman, 2010). Vakum pompaları sağım sırasında ve sağımdan sonraki sistemin temizlenmesi sırasında sürekli olarak sabit devirde bir elektrik motoru tarafından tahrik edilmektedir. Sistemde oluşan fazla vakum ise, vakum regülatörü vasıtasıyla dışarıdan sistem içine serbest hava alınarak aynı seviyede tutulmaktadır. Vakum pompalarının sürekli olarak sabit devirde çalışması, vakuma ihtiyaç olunmadığı durumlarda da elektrik tüketilmesine sebep olmaktadır (Anonim, 2012). Vakum pompalarına bağlanan elektrik motorları, yüksek vakum gücü gerektiren yıkama işlemine göre seçilir. Sağım sırasında ise, yıkamaya göre daha az vakum dolayısıyla daha az güce ihtiyaç duyulmaktadır (Anonim, 2012; Holmes, 2014).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, süt sağım tesisi sayısı 2006-2013 yılları arasında 2611 adet artış göstermiştir. Çalışma kapsamında, bu tesisler içinden kırsal kalkınma destekleriyle kurulan 289 işletmeye ait deney raporları incelenmiştir. Çalışma ile, ISO standartlarına uygun olarak kurulan tesislerin bazı teknik özellikleri ile vakum pompası ve kurulu elektrik motoru gücü değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal

Çalışmanın materyalini Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü tarafından 2006-2013 yılları arasında kuru koşullarda ISO 5707 standartlarına göre denemesi gerçekleştirilen 289 adet büyükbaş süt sağım tesisine ait deneme raporları oluşturmaktadır. Deneme raporlarında, işletmenin adresi, sağım sistemine ilişkin sağım ünitesi sayısı, sağım durağı tipi, süt hattının konumu, regülatör tipi, vakum pompası tipi, kullanılan elektrik motoru/motorları özellikleri, vakum hattı, süt hattı ve yıkama hattına ilişkin boyutsal bilgiler gibi yapısal özelliklerinin yanı sıra, kuru koşullarda elde edilmiş çalışma vakum basıncı, vakum pompasının hava kapasitesi, nabız aygıtı çalışma karakteristikleri gibi sistemin çalışma performansını ortaya koyan değerler yer almaktadır. Bu çalışmada, çalışma (işletme) vakum basıncı, süt hattının hayvanların durduğu zemine göre konumu, vakum pompasının ölçülen ve hesaplanan hava kapasitesi, işletmelerin kurulu bulunduğu rakım aralıkları ve vakum pompasının tahrikinde kullanılan elektrik motoru kurulu gücü değerlerine yer verilmiştir.

## 3. Yöntem

Sağım sisteminin ana enerji tüketicisi olan vakum pompası, vakum pompası büyüklüğünde başlıca etkisi olan rakım, ünite sayısı ve çalışma vakum basıncı verileri sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışma vakum basıncı seçiminde önemli bir parametre olan süt hattının konumu da incelenen veriler arasında yer almıştır.

Seçilecek vakum pompasının gücü, işletmenin bulunduğu yerin deniz seviyesinden olan yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle işletmelerdeki vakum pompası kapasiteleri 0-300 m, 301-700 m, 701-1200 m ve 1201-1600 m

olmak üzere 4 ana rakım grubunda incelenmiş olup, çalışma vakum basıncına göre ayrıca sınıflandırılmıştır.

Çalışma basıncında ihtiyaç duyulan vakum pompa debisi büyüklüğü ISO 5707:2007 standardına göre hesaplanmış ve tesiste ölçülen değerler ile karşılaştırılmıştır (Anonim, 2007). Bilindiği üzere pompalarda, zamanla meydana gelen aşınmalar, elektrik akımındaki dalgalanmalar, meteorolojik koşullar, malzeme kalitesi, vb. sebeplerden dolayı performans her zaman aynı olamamakta ve bu da sağım işlemini etkileyebilmektedir. Çalışmada, olması muhtemel bu kayıplar da dikkate alınarak ihtiyaç duyulan debi ile üretilen debi arasında %20 fazladan fark kabul edilebilir sınır değer olarak kabul edilmiş olup, bu sınır değerinin (%20'nin) üzerinde üretilen debi ihtiyaç fazlası debi olarak nitelendirilmiştir.

Vakum pompası için kurulu elektrik motor gücü bilgileri etiket verilerinden alınmıştır. Kurulu elektrik motor gücü değerlerinden yararlanılarak, ünite başına ihtiyaç duyulan kurulu elektrik motoru gücü, 1 l/min hava üretilmesi için gerekli kurulu elektrik motor gücü (W) değerleri sunulmuştur. Birim hava debisi için kurulu elektrik gücü hesaplanırken, fazla kapasiteye sahip olmayan sistemlere ait vakum pompa debileri ve kurulu elektrik gücü değerleri dikkate alınmıştır. İncelenen veri kümelerinde minimum, maksimum ve ortalama değerlerinin yanı sıra standart sapma değerleri de verilmiştir.

## 4. Bulgular ve Tartışma

İncelenen işletmelerdeki süt sağım tesislerine ait vakum pompalarının tahrikinde kullanılan elektrik motoru kurulu güçlerinin tesiste bulunan sağım ünitesi sayısına göre dağılımı Çizelge 1'de sunulmuştur.

Kurulu elektrik motor gücü dağılımları incelendiğinde, çalışmaya konu olan 289 tesisin 148'inde 4 kW'lık, 67'inde 3 kW'lık, 28 tanesinde 2,2 kW ve geri kalan kısmında ise 5,5-45 kW'lık kurulu elektrik motor gücü bulunmaktadır. İşletmelerde vakum pompası tahrikinde kullanılan elektrik motorlarının %84,1'i 4 kW ve altında anma gücüne sahiptir. İşletmelerin yaklaşık %62'sinin 8 ile 12 arası üniteye sahip olduğu çizelgeden anlaşılmakta olup, tesis ortalaması 11,4 ünite (Çizelge 1).

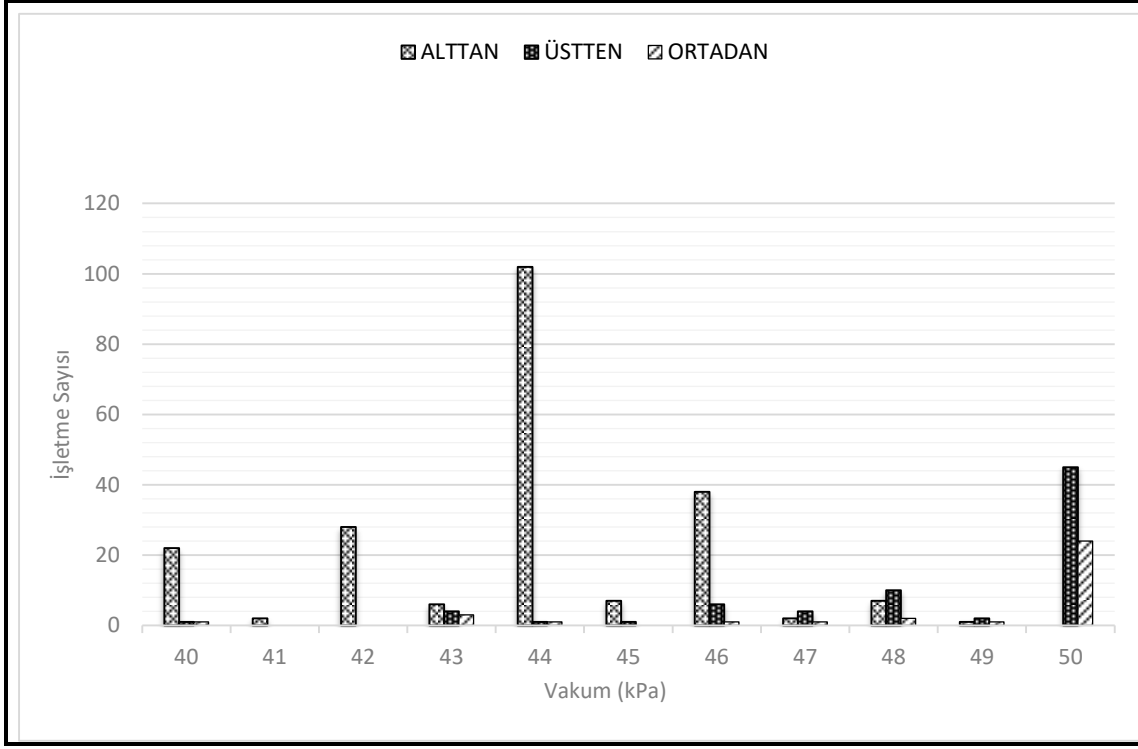
İhtiyaç duyulan elektrik motorundan büyük güçte kurulacak sistemlerin hem ilk kurulum maliyetleri hem de işletme maliyetleri yüksek olmaktadır (Anonim, 2016a). Türkiye'de sağım sistemlerinde yaygın olarak kullanılan 3 ve 4 kW'lık güce sahip elektrik motoru fiyatları incelendiğinde, 4 kW'lık elektrik motorunun perakende satış fiyatının 3 kW'lık elektrik motoruna göre %18-23 daha pahalı olduğu görülmektedir. (Anonim, 2016b).

İşletmelerde sağım/yıkama da tercih edilen vakum basıncı ve vakum hava kapasitesi, ihtiyaç duyulan elektrik motoru gücü üzerine etkili parametrelerdendir. Sistemde firma tarafından önerilen ve uygulanan vakum değeri süt hattının konumuna göre değişiklik göstermekle birlikte, sağım sırasında hayvana meme sağlığına zarar vermeyecek değerlerde olması gerekmektedir.

Süt hattının konumuna göre tesislerin vakum basınç değerlerinin işletme sayılarına göre dağılımı Şekil 1'de sunulmuştur.

*Çizelge 1. Vakum pompası için birim kurulu elektrik motor gücü (W) değerlerinin ünite sayılarına göre dağılımı*

Motor Gücü (kW)	Tesis Sayısı	Dağılım (%)	Sağım Ünitesi Sayısı															
			4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	16	18	20	24	30	100
2,2	28	9,7	2	6	5	1	9		4	1								
3	67	23,2	3	7	14	1	14	2	16	9			1					
4	148	51,2		2	11	1	25	4	65	26	5		7		2			
5,5	17	5,9					1			1		1	5		7	2		
6	3	1,0													3			
7,5	11	3,8							3					1	6	1		
8	12	4,2											2		2	6	2	
15	1	0,3													1			
45	2	0,7																2
<b>Toplam</b>	289	100	5	15	30	3	49	6	88	37	5	1	15	1	21	9	2	2
<b>Dağılım (%)</b>			1.73	5.19	10.38	1.04	16.96	2.08	30.45	12.80	1.73	0.003	5.19	0.003	7.27	3.11	0.69	0.69



Şekil 1. Süt hattının konumu ve anma vakum basıncı değerlerine göre tesislerin dağılımı

Şekil 1’de görüldüğü gibi, incelenen sağıım sistemlerinin yaklaşık %74’ünde (215 adet) alttan süt boru hattı tercih edilmiştir. Alttan süt boru hatlı işletmelerde çoğunlukla 40 - 46 kPa; üstten veya ortadan hatlı sistemlerde ise 47-50 kPa arası sağıım vakumunun tercih edildiği görülmektedir. Presmann (2010), Ludington ve ark. (2004)’nın yaptıkları çalışmalarına yaptığı atıfta, vakum pompasının veriminin yüksek vakumlarda daha düşük olduğu; bu nedenle, daha düşük vakumlarda yapılacak sağıımın, enerji tüketiminde azalma sağlayacağını belirtmektedir. Bilgen ve Öz (2008) çalışmalarında, tesislerde süt boru hattının üstte veya ortada olması durumunda, altta olmasına göre 2 kPa daha yüksek vakum basıncı gereksinimi oluşturmakta olduğunu, ayrıca alttan süt hatlı sistemlerde 40-42 kPa sağıım basıncının tercih edilebileceğini ifade etmektedirler. İncelenen işletmeler içinde alttan süt boru hatlı olup da 42 kPa üzerinde sağıım yapan 163 adet tesis bulunmaktadır. Sağıım sisteminin alttan süt borulu olarak tasarlanması daha düşük vakum basınçlarında sağıım yapılmasına olanak sağlar. Düşük vakum değerlerinde gerçekleştirilebilecek bir sağıım ile daha düşük elektrik tüketimi değerlerine ulaşmak mümkün olacaktır.

İncelenen 289 sağıım sistemine ilişkin, sağıım ünitesi başına hesaplanan ve ölçülen vakum hava kapasitesi (l/min), debi bakımından vakum pompasının kapasite fazlası, birim debi (1 l/min) için ihtiyaç duyulan kurulu güç, ünite başına düşen kurulu elektrik gücü verileri Çizelge 2’de sunulmuştur.

VB (kPa)	RAKIM (m)	İDD l/min.Ünite			VPÜD l/min.Ünite			Debi Kapasite Fazlası (%)			İDKG W/l/min			Kurulu Güç kW/Ünite		
		Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks
40	0-300	74	97(18)	148	105	204(85)	401	17	108(74)	311	1,65	2,11(0,31)	2,63	0,18	0,42(0,15)	0,75
	301-700	92	92(0)	92	155	167(17)	179	67	81(19)	94	2,09	2,26(0,23)	2,43	0,38	0,38(0)	0,38
	701-1200	86	92(4)	93	149	191(53)	262	60	108(54)	181	1,98	2,39(0,45)	2,86	0,31	0,47(0,19)	0,75
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	0-300	80	95(21)	109	103	155(74)	208	29	60(43)	90	1,81	2,01(0,29)	2,22	0,23	0,30(0,10)	0,38
	301-700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	701-1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	0-300	62	102(25)	172	100	151(57)	318	11	49(40)	154	1,57	2,32(0,45)	3,57	0,23	0,34(0,10)	0,55
	301-700	92	111(27)	151	119	166(76)	278	27	44(27)	85	1,83	2,07(0,26)	2,40	0,22	0,35(0,17)	0,60
	701-1200	67	112(24)	159	101	151(74)	356	0	33(41)	123	1,81	2,24(0,50)	3,57	0,20	0,34(0,17)	0,80
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	0-300	90	107(17)	147	94	192(109)	418	0	75(80)	184	0,99	2,53(2,17)	8,02	0,22	0,38(0,22)	0,75
	301-700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	701-1200	127	127(-)	127	302	302(-)	302	139	139(-)	139	1,24	1,24(-)	1,24	0,38	0,38(-)	0,38
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	0-300	85	107(12)	134	93	160(40)	270	6	48(28)	119	1,43	2,53(0,39)	3,69	0,25	0,40(0,12)	0,67
	301-700	93	112(16)	142	117	140(18)	160	13	26(9)	34	2,14	2,47(0,26)	2,76	0,25	0,35(0,07)	0,40
	701-1200	91	116(14)	149	108	140(27)	199	1	20(15)	54	2,17	2,76(0,32)	3,39	0,25	0,39(0,09)	0,67
	1201-1600	88	123(20)	182	93	146(35)	265	1	18(13)	46	2,16	2,75(0,28)	3,23	0,27	0,40(0,11)	0,80
45	0-300	88	105(10)	113	121	136(16)	156	12	30(13)	44	2,07	2,50(0,24)	2,65	0,25	0,34(0,06)	0,40
	301-700	115	115(-)	115	147	147(-)	147	28	28(-)	28	2,72	2,72(-)	2,72	0,40	0,40(-)	0,40
	701-1200	99	99(-)	99	113	113(-)	113	14	14(-)	14	2,21	2,21(-)	2,21	0,25	0,25(-)	0,25
	1201-1600	119	119(-)	119	135	135(-)	135	13	13(-)	13	2,97	2,97(-)	2,97	0,40	0,40(-)	0,40

Çizelge 2. Çalışma vakum basıncı ve tesisin kurulu bulunduğu işletme rakım değerlerine göre hava kapasitesi ve güç tüketimi özellikleri

VB: Vakum basıncı;  
İDD: Ünite başına hesaplanan vakum hava kapasitesi;  
VPÜD: Ünite başına vakum pompasının ürettiği ölçülen vakum hava kapasitesi,  
İDKG: 1 l/min debi için ihtiyaç duyulan kurulu güç, SS: Standart sapma

VB (kPa)	RAKIM (m)	İDD I/Ünite			VPÜD I/Ünite			Kapasite Fazlası (%)			İDKG W / l/min			Kurulu Güç kW/Ünite		
		Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks	Min	Ort (SS)	Maks
46	0-300	89	119(23)	188	110	167(55)	308	0	40(34)	140	1,70	2,44(0,33)	3,13	0,19	0,41(0,14)	0,75
	301-700	95	115(11)	129	110	142(21)	171	4	23(15)	48	2,19	2,41(0,22)	2,73	0,30	0,34(0,04)	0,40
	701-1200	102	125(11)	138	113	145(23)	183	0	16(13)	38	2,31	2,83(0,28)	3,31	0,33	0,41(0,06)	0,50
	1201-1600	118	133(6)	135	133	141(9)	158	0	6(8)	19	2,52	2,79(0,19)	2,94	0,33	0,39(0,02)	0,40
47	0-300	111	125(24)	161	112	146(46)	210	1	15(17)	30	2,24	2,61(0,27)	2,86	0,25	0,39(0,15)	0,60
	301-700	171	171(-)	171	252	252(-)	252	48	48(-)	48	2,38	2,38(-)	2,38	0,60	0,60(-)	0,60
	701-1200	129	129(-)	129	130	130(-)	130	0	0(-)	0	2,32	2,32(-)	2,32	0,30	0,30(-)	0,30
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	0-300	108	139(30)	197	108	153(33)	200	0	10(10)	32	2,40	3,30(0,65)	4,55	0,30	0,51(0,16)	0,75
	301-700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	701-1200	146	146(-)	146	170	170(-)	170	17	17(-)	17	2,94	2,94(-)	2,94	0,50	0,50(-)	0,50
	1201-1600	145	152(10)	159	168	175(9)	181	14	15(1)	16	2,38	2,57(0,27)	2,76	0,40	0,45(0,07)	0,50
49	0-300	107	148(36)	169	109	168(57)	222	2	12(17)	32	2,52	2,59(0,10)	2,70	0,28	0,44(0,16)	0,60
	301-700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	701-1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1201-1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	0-300	99	141(24)	207	122	173(40)	280	0	24(30)	145	1,15	2,59(0,50)	3,57	0,22	0,44(0,10)	0,60
	301-700	165	175(15)	185	165	185(28)	204	0	5(7)	10	2,16	2,19(0,05)	2,22	0,37	0,40(0,05)	0,44
	701-1200	123	151(20)	178	129	158(23)	182	0	5(7)	16	1,53	2,22(0,58)	2,82	0,28	0,35(0,10)	0,50
	1201-1600	156	161(9)	171	157	162(8)	171	0	0(0)	1	2,55	2,67(0,21)	2,92	0,40	0,43(0,06)	0,50

VB: Vakum basıncı;  
İDD: Ünite başına hesaplanan vakum hava kapasitesi;  
VPÜD: Ünite başına vakum pompasının ürettiği ölçülen vakum hava kapasitesi,  
İDKG: 1 l/min debi için ihtiyaç duyulan kurulu güç, SS: Standart sapma

Çizelge 2 incelendiğinde, ünite başına ihtiyaç duyulan debi ihtiyacı basınç ve rakıma bağlı olarak artış eğilimindedir. Bununla birlikte kapasite fazlası debi, sağım vakum basıncının artmasıyla düşmekte; diğer bir deyişle, vakum pompasının yüklemesi artmaktadır. İncelenen İşletmelerin %57 sinde (164 tesiste) vakum pompası, ihtiyaç duyulan hava debisi miktarının %20'sinden daha fazla bir debi üretmektedir. Vakum pompasının %20 fazla kapasiteye kadar ürettiği hava debisi dikkate alındığında, 1 l/min hava üretimi için ortalama 2,73 W/h'lık kurulu güce ihtiyaç bulunmaktadır. 164 işletmede (olması gereken debinin %20'den de fazlasına sahip olan) üretilen toplam hava debisi büyüklüğü 78940 l/min'dir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Vakum pompasının tahrikinde kullanılacak elektrik motoru gücü, ihtiyaç duyulan debi, işletme vakum basıncı gibi değişken parametrelerden direkt olarak etkilenmektedir. Bu parametrelerin doğru seçimiyle, optimum kurulu motor gücüne karar vermek mümkün olabilir.

İncelenen tesislerin yarısından fazlasında, ihtiyaç duyulanan %20'sinin de üzerindeki miktarda hava vakumlanmaktadır. Bu vakumu üretmek için, %75 yüklenmede ve ortalama %85 verimde (IE2 Sınıfı) bir elektrik motorunun kullanıldığı varsayıldığında bu işletmelerde toplam 137 kW fazla güç tüketimi söz konusudur. Sağım işletmelerinin günde 6 saat çalıştığı (2 sağım/gün, 2 saat sağım ve 1 saat yıkma işlemi) varsayıldığında 822 kW/gün fazla güç harcanmaktadır. Bu değer, yılda yaklaşık 300 MW değerine ulaşmakta olup, işletme başına ise 1829 kW/yıl civarında ek tüketim anlamına gelmektedir. 2018 yılı elektrik enerjisi fiyatı 37 kr/kWh olarak dikkate alındığında (Ekim 2018), tesis başına yaklaşık 689 TL/yıl ek maliyet söz konusudur (Anonim, 2018). Sadece süt sağım sisteminin tahrikinde kullanılan elektrik motorlarının seçiminde gösterilecek özen ile bu maliyetlerin önüne geçmek mümkün olabilecektir.

Ayrıca, sistemin ihtiyaç duyduğu değişken hava debisi ihtiyacını karşılayabilecek yüke göre devrini ayarlayabilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, mevcut ya da yeni kurulacak olan sabit sağım tesislerindeki enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için alınabilecek tedbirler aşağıda sunulmuştur:

- Sağım sistemini kuran firma, kullandığı vakum pompasının, farklı çalışma devirlerinde ve vakum basınçlarında üretmiş olduğu debi miktarını bilmelidir. Bu vakum pompasının farklı rakımlarda üretebileceği debi değerlerine ilişkin hesaplamalar yapılarak, kurulum yapılacak tesise özgü pompa seçimine gidilmelidir.
- Vakum basıncı tercih edilirken, hayvan meme sağlığı dikkate alınmalıdır. Hayvan sağlığını etkilemeyecek şekilde alttan süt boru hatlı ve düşük vakum basınçlarında sağım tercih edilmelidir.
- Firmalar ara değerlerde vakum pompasına sahip olmalıdır. Büyük debi değerlerine sahip pompayı düşük devirlerde çalıştırmak, düşük debi değerlerine sahip pompayı yüksek devirlerde çalıştırarak dengesiz yüklenmeler hem yüksek enerji tüketimine hem vakum pompasının ömrüne olumsuz etki etmektedir.
- Fiyatı düşük olan motor, enerji tüketimi dikkate alındığında, bir işletmenin satın alabileceği en pahalı motor

olabilir (Anonim 2016c). Vakum pompası tahrikinde kullanılan elektrik motorlarının IE2 veya IE3 verimlilik sınıfında olması, işletme maliyetleri bakımından önem taşımaktadır. 2,2 kW bir motorda IE2 yerine IE3 verimlilik sınıfında bir elektrik motoru seçildiği takdirde %2,7 daha verimli bir motor seçilmiş olunacaktır. Bu değerler 3 kW güce sahip elektrik motor için %2,5, 4 kW gücündeki bir motor için ise %2,3'tür (Arslan, 2015).

- Değişken hız kontrollü sürücüler kullanılarak, elektrik motorlarının devirlerinin ayarlanması ile önemli miktarda enerji tasarrufu yapmak mümkündür (Johnson, 2006; Anonim, 2016d). Bu sistemler ile sağım esnasındaki yüklenmelere göre elektrik motoru devri ayarlanacağından %20-80 oranlarında enerji tüketiminde azalma imkanı bulunmaktadır. İşletmelerin fazladan harcadıkları elektrik tüketimleri dikkate alındığında, iyi tasarlanmış bir sistemin 2 yıl içinde kendini amorti etmesi muhtemeldir (Pressman, 2010; Anonim, 2016e; Anonim, 2016c).

Enerjinin her geçen gün çok kıymetli olduğu ve üretiminin ve depolanmasının önem kazandığı tüm sektörlerde verimli sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Önemli miktarda bir enerji tüketiminin söz konusu olduğu süt üretim işletmelerinde de her enerji tüketim noktasında, verimli, ihtiyaca göre kendini ayarlayabilen otomatik sistemlere önemli derecede rol düşecektir. Ülke genelinde 12226 (TÜİK, 2017) sabit süt sağım tesisinde yapılacak iyileştirmeler ile önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanacağı düşünülmektedir.

Elektronik sürücü kartları ile değişken devirde yüke göre çalıştırılan elektrik motorlarıyla, aynı miktar üretim için daha az kullanılan elektrik enerjisi dolaylı olarak atmosfere salınan karbon miktarının azalmasını sağlayacaktır. Enerji konusunda dışa bağımlılığı fazla olan ülkemizde elektrik enerjisi tüketimindeki bu azalma ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra işe uygun elektrik motoru ve ona uygun sürücü seçimi de enerji verimliliğinde araştırılması gereken önemli bir etkidir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2007. ISO 5707:2007. Milking Machine Installations – Construction and Performance, <https://www.sis.se/api/document/preview/908395/>. (Erişim tarihi: 23.10.2018)
- Anonim, 2012. Energy Efficiency for Dairy Milking Equipment, Farm Energy, IOWA State University Extension and Outreach, <https://store.extension.iastate.edu/Product/Energy-efficiency-for-dairy-milking-equipment-Farm-Energy>, (Erişim tarihi: 05.04.2016)
- Anonim, 2016a. Top 10 Things a Dairy Farmer Can Do To Improve Energy Efficiency, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension <http://extension.psu.edu/publications/h-87>. (Erişim tarihi: 01.04.2016)
- Anonim, 2016b. [http://www.empodepo.com/Elektrik-Motoru.LA\\_110-2.html#labels=161-2](http://www.empodepo.com/Elektrik-Motoru.LA_110-2.html#labels=161-2), (Erişim tarihi: 21.03.2016)
- Anonim, 2016c. [http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/en\\_tasarufu/uetm/Motor\\_Verimliliği\\_Brosuru.pdf](http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/en_tasarufu/uetm/Motor_Verimliliği_Brosuru.pdf), (Erişim tarihi: 01.03.2016)
- Anonim, 2016d. Energy-Efficiency Portfolio Evaluation Report 2012 Program Year [http://www.apscservices.info/pdf/07/07-085-Tf\\_383\\_4.pdf](http://www.apscservices.info/pdf/07/07-085-Tf_383_4.pdf), CADMUS. (Erişim tarihi: 04.04.2016)
- Anonim, 2016e. Energy Savings Technologies for Agriculture, Ag Energy Co-operative and Fire Fly Energy, <http://www.farmenergyonline.com/User/Docs/54%20Brochure%20EE%20Technologies%20Apr%2007.pdf>, (Erişim tarihi: 30.03.2016)
- Anonim, 2018. <http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari>, (Erişim tarihi: 22.10.2018)
- Arslan, F., 2015. IE3 Sınıfı İndüksiyon Motorlarda Enerji Tüketimi, Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 3, Sayı. 1-3.
- Bilgen, H., ve Hülya Öz, 2008. Süt Sağım Makinaları, Makinalı süt sağım tekniği eğitim sunumları, EÜZF Tarım Makinaları Bölümü Çalıştaylar Dizisi No:12.
- Holmes, A.H., 2014. The Importance of Accurate Savings Estimates When Deciding to Install a Milking Vacuum Pump Variable Speed Drive, Ensave, <http://www.mnproject.org/resourcecenter/Vacuum%20Pumps%20Importance%20of%20Savings%20Estimates.pdf>. (Erişim tarihi: 25.04.2014)
- Johnson, D.I., 2006. Opportunities for Conserving Energy and Saving Money in Dairy Operations, Michigan Dairy Review, [https://msu.edu/~mdr/reprints/April06/MDR\\_reprint\\_april06\\_opportunities.pdf](https://msu.edu/~mdr/reprints/April06/MDR_reprint_april06_opportunities.pdf), (Erişim tarihi: 01.04.2016)
- Ludington, David, Eric Johnson, 2004. James Kowalski, Anne Magem and Richard Peterson. Dairy Farm Energy Efficiency Guide. Ithaca, NY: DLTech, Inc.
- Pressman, A., 2010. Dairy Farm Energy Efficiency [https://attra.ncat.org/attra-pub/farm\\_energy/dairy\\_energy.html](https://attra.ncat.org/attra-pub/farm_energy/dairy_energy.html). (Erişim tarihi: 06.04.2016)
- Sanford, S., 2004. Energy Conservation on The Farm: Vacuum Systems (A3784-5). <https://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3784-05.pdf>, (Erişim tarihi:18.10.2018)
- TÜİK, 2017. Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr>, (Erişim tarihi: 18.10.2018)