


Süt Sağma Makinesinde Asenkron Motorun Performansının Deneysel Olarak Değerlendirilmesi

Ayşegül Güngör Çelik¹

¹Makine Mühendisliği Bölümü, HFTTF, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye

✉: aysegul.celik@cbu.edu.tr,  0000-0002-9451-1607

Geliş (Received): 19.04.2022

Düzeltilme (Revision): 11.05.2022

Kabul (Accepted): 24.05.2022

ÖZ

Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan, endüstriyel alandan evimize kadar birçok makinelerde yer alan, bakım maliyetinin az olmasıyla birlikte az arıza çıkaran asenkron motorlar süt sağma makinelerinde de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, asenkron motorlarının dinamofren test cihazında, motor soğuk iken direnci, nominal yük altında verimliliği, motor boşta çalışırken güç ve akım değerleri, kilitli rotor testi ile motor momentini, akımı ve giriş gücü değerleri ile devrilme momenti sonuçları, aynı zamanda motor tam yük altında ve değişik gerilimlerde, sabit gerilimde değişik yüklerde akım, güç, moment ve verimlilik sonuçları incelenmiştir. Sonrasında süt sağma makinesine takılan asenkron motorun, gerilim sabit tutularak değişik vakum değerlerinde akım, güç ve devir sayılarını, vakum sabit tutularak değişik gerilim değerlerinde akım, güç ve devir sayılarının değişimleri araştırılmıştır. Bu deneysel çalışmada, Volt marka asenkron motorlardan 90-4 tipteki 0,55 kw asenkron motor, Sezer marka vakum pompası takılı olan Enka tarım süt sağma makinesinden yararlanılmıştır. Deney sonuçlarına göre asenkron motor tam yükte ve farklı gerilimler altında iken verim değeri %50,4- %68,4 arasında değişmektedir. Bu çalışmayla değişik bölgelerde kullanılan süt sağma makinelerinde bulunan asenkron motorlarının, farklı gerilim, sıcaklık şartlarında ve tam yükte çalışma durumunda, enerji tüketimi ve performansı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asenkron motor, performans değerlendirme, süt sağma makinesi

Experimental Performance Evaluation of an Asynchronous Engine in Milking Machine

ABSTRACT

Asynchronous engines widely located in many machines from industrial applications to our homes, and cause less malfunctions with low maintenance costs, also they are used in milking machines. In this study, asynchronous motors' resistance efficiency is investigated when engine is cold. And under nominal load, power and current values when the motor is running at no load, torque, current and input power values with locked rotor test, overturning torque results, under full load at different voltages and constant voltage, were investigated in a dynamophrene test device for the asynchronous engine. The results of current, power, torque and efficiency at different loads were investigated. The results of current, power, torque and efficiency at loads were examined. Afterwards, the voltage, current, power and revolution numbers of the asynchronous engine attached to the milking machine were kept constant at different vacuum values, and the changes in the current, power and number of revolutions at different voltage values by keeping the vacuum constant were investigated. In this experimental study, Volt brand asynchronous motors 90-4 type 0.55 kW asynchronous engine and Enka agricultural milking machine with Sezer brand vacuum pump were used. According to the experimental results, the efficiency value varies between 50.4% and 68.4% when the asynchronous motor is at full load and under different voltages. In this study, the energy consumption and performance of asynchronous engine were investigated in respect of voltage changes, temperature changes and full load operations which is used in milking machines in different regions.

Keywords: Induction engine, milking machine, performance assessment

GİRİŞ

Elektrik makineleri içinde asenkron motorlar, basit, dayanıklı, ucuz, bakıma az ihtiyaçları olmaları, bakım maliyetleri düşük olmaları ve sık arıza yapmamaları nedenleri ile yaygın kullanım alanına sahiptir. Örneğin; endüstride havalandırma, ısıtma, klima ve pompa gibi birçok makinede kullanımının yanı sıra asenkron motorlarının tek fazlı modellerinin de günlük hayatta vantilatörde, mikserde, buzdolabında, bulaşık makinesinde ve çamaşır makinesi gibi birçok elektrik makinesinde yer almaktadır.

Enerjinin çok kıymetlendiği ve fosil yakıtların günümüz dünyasında tükenmeye başladığı, yeni enerji kaynakları aranırken de mevcuttaki kaynaklarımızı en iyi derecede kullanılması gündeme gelmektedir. Enerji tüketimi ve verimliliği konusunda asenkron motorlarının iyileştirmeye açık bir sisteme sahip olmasından dolayı üzerine düşülmelidir.

Asenkron motorlar aynı zamanda elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren bir yapıya sahiptirler. Tek fazlı asenkron motorlarının yapısı gereği, ana sargıya ilave olarak yardımcı sargıyla, kalkış ve/veya daimi

kondansatörler ile yol alma esasına dayanır. Karabiber ve Çelebi [1] asenkron makine tasarımının güncel kriterler ile simülasyonu üzerine yaptıkları çalışmada asenkron motorların eski tasarımları, güncellenen ve gelişen yeni tasarımlarını Matlab-GUI ara yüz programıyla simülasyonu sonucu, modern tasarımlarda maliyet, hacim ve yol verme momenti açısından kazanım sağlanırken, akım yoğunluğuna bağlı olarak verimde azalma söz konusudur. Ünsal ve Kabul [2] asenkron motor rotor arızalarının analizi üstüne çalışma yapmışlar ve üç fazlı, dört kutuplu, sincap kafesli asenkron motor rotorunu kırık çubuklarını Ansoft/Maxwell yazılımı ile modellemişlerdir. İncelenen sinyallerde motor stator akımının rotor arızalarının tespitinde iyi sonuç verdiği görülmüştür. Tunçkal [3] tarafından hazırlanan Arabalı Süt Sağım Makinelerinde Gürültü ve Enerji Tüketimi Yönünden En Uygun Vakum Pompası Susturucu Sisteminin Belirlenmesi Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma konulu çalışmada, yerli Sezer marka vakum pompasında altı farklı susturucuyu karşılaştırmıştır ve gürültü seviyesinin 0 ile 4000 Hz'lik frekans aralığında F susturucusunun özelliklerinin gürültüyü optimum düzeyde söndülediği anlaşılmıştır. Duranay ve Güldemir [4] bir fazlı asenkron motor V / F hız kontrolü ile motorun gerilimini ve gerilim frekansının değiştirilmesi ile motor hızının nasıl değiştiği ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Benzetim sonuçlarından, V / F kontrollü bir fazlı asenkron motorların iyi bir performans gösterdiği görülmüştür.

Dalkılıç [5] tarafından hazırlanan bir fazlı asenkron motorlarda yeni yol verme mekanizması yaklaşımı adlı tezde bir fazlı asenkron motorlarda, kalkış ve daimi kondansatör ilaveli motorlarda, kondansatörler yerine yeni bir anahtar mekanizmasıyla elektronik roleler kullanmanın matematiksel modelin kurulması ve simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Baysal ve diğ. [6], tek fazlı asenkron motorları incelemişler ve tek kondansatörlü ve daimî kondansatörlü asenkron motorun moment-devir, moment-akım, moment-güç faktörlerini Matlab / Simulink programını kullanarak belirlemişlerdir. Duranay [7] tarafından hazırlanmış Tek Fazlı Asenkron Motorlar için Değişken Hızlı Bir Sürücü Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi adlı doktora tezi çalışmasında tek fazlı motorun sürücülerinde kullanılan evirici yapılar ve bunlar da uygulanan modülasyon yöntemleri incelenmiştir. Taştan [8] tarafında yürütülen çalışmada Tek Fazlı Asenkron Motorun Hız Kontrolü, tek fazlı asenkron motorun da DGM evirici devre kullanımı ile osilatör devresine bağlı potansiyometre ile hız kontrolü yapılmıştır.

Varlık [9] tarafından hazırlanan Türkiye İmalat Sanayisinde Kullanılan Asenkron Motorların Verimliliğinin İncelenmesi adlı yüksek lisans tezinde, dünyada ve ülkemizde artan enerji tüketimi ve maliyetini göz önüne alarak, sanayide kullanımı yaygın olan asenkron motorlarının IE1 düşük verimlilik sınıfındaki motorlar kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda asenkron motorlarında verimliliklerinin hesaplanması ve yüksek verimli asenkron motorlarının ekonomiye olan faydaları ortaya konmuştur.

Khatrı [10] yaptığı çalışmada portatif bir süt sağma

makinesinin performansını değerlendirmiştir. Buna göre elle sağım ile makine sistemli sağım ekonomik açıdan, elde edilen süt miktar, süt sağım süresi ve sütün içeriği yönünden karşılaştırılmıştır. Büyük miktarlarda süt elde etmek için süt sağım makinesi kullanılarak iş gücü, zaman ve maliyetten önemli ölçüde tasarruf edileceği vurgulanmıştır. Szolc ve diğ. [11] tarafından dönen makine sürücü sistemi ile elektrik tahrikli motor arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yapılan araştırma asenkron motorun devre modeli ve sürücü sisteminin ileri yapısal hibrid modeli kullanılarak yürütülmüştür. Akbaş ve diğ. [12] seyyar tip kovalı süt sağım makinesi için bir soğutma sistemi geliştirmiş ve laboratuvar ortamında yaş koşullarda denemeleri gerçekleştirilmiştir. Ortaya konulan makine ile özellikle süt soğutma tankı ve süt sağım tesisi bulunmayan küçük işletmelerde sağım. Prototip makine, 88 dakika sonunda suyu hedeflenen sıcaklık olan 3 °C'ye indirdiği gözlenirken, deneme süresinde toplam enerji tüketimi ise 1.8 kWh olarak hesaplanmıştır.

Stauffer ve diğ. [13] sağım sırasında vakum ayarlarının süt akışının kontrollü bir şekilde ilerlemesi için önemli olduğunu, yüksek süt akışı döneminde genellikle önerilenden bile daha yüksek vakum seviyelerine ulaşıldığını belirtmişlerdir. Besier ve Bruckmaier [14] süt akışı sırasında yüksek sistem vakumunun ve aşırı düşük pençe vakumunun, ultrason ile kaydedilen sağım sonrası sağım performansı ve meme durumu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlar, minimum pençe vakumunun, sistem vakumunun seviyesinden ve ilgili vakum düşüşlerinden bağımsız olarak sağım performansı üzerinde ana etkiye sahip olduğunu ve düşük bir minimum pençe vakumunun, düşük süt akışına ve uzun sağım sürelerine neden olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmamızda, gıda sektöründe kullanılan süt sağma makinesinde tek fazlı daimi kondansatör ilaveli asenkron motorun, deneysel performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Süt sağma makinelerinde kullanılan asenkron motorunun test cihazına bağlanarak, değişken kapasitelerde gerilim ve çalışma yükü uygulanarak, çektiği akımı, uygulanan gücü ve ulaşılan devir sayısı ölçülerek, asenkron motorun boşa ve yük altındaki ölçüm sonuçları sunulmuş, daha sonra süt sağma makinesine montajı yapılarak değişken gerilim ve vakumda, asenkron motorun çektiği akımda, giriş gücünde ve devir sayısındaki değişimler deneysel olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Tek fazlı asenkron motorların çalışma prensibi

Üç fazlı asenkron motorların statorlarındaki 120° faz farkı ile yerleştirilmiş üç sargıdan dolayı, oluşan akımla statorun içerisinde düzgün dönen bir manyetik alan meydana gelmektedir. Oluşan bu manyetik alan rotor bar çubuklarına gerilim indükleyince bir moment oluşacaktır. Rotorun üzerine indüklenen bu akımla rotorda bir manyetik alan oluşacaktır. Oluşan bu iki manyetik alan birbirinin üzerine bindirmeye çalışan bir moment oluşturur. Rotorda oluşan indüklenmiş bu

manyetik alan, statorda dönen düzgün manyetik alanı kovalayacak ve onu hiçbir zaman yakalayamayacaktır. Asenkron motorlarının genel çalışma prensibi bu şekildedir [15].

DeneySEL DÜZENEK VE ÖLÇÜMLER

Deneyde kullandığımız tek fazlı asenkron motorda ise, sargılar arası faz farkı 90° olan iki sargıdan oluşan stator bulunmaktadır. Bu iki sargıya ana sargı ve yardımcı sargı denir. Yardımcı sargıyı yerleştirirken, ana sargının akı eksenine 90° dik gelecek şekilde yardımcı sargı yerleştirilir. Aynı gerilimde çalışan ana sargı ve yardımcı sargıda endüktifliği diğerine göre daha fazla olmaması için ana sargıyı daha kalın kesitli, yardımcı sargıyı daha ince kesitli olarak sarılır. Ana sargı kalın kesitli ve uzun sarımından dolayı endüktiflik özelliği göstermeyecektir, fakat yardımcı sargı kesitinden ve sarımından dolayı az da olsa endüktif özelliği gösterecektir. Bu sebepten ana sargı ile yardımcı sargı arasındaki akı eksen açısı 90° 'den farklı olacaktır. Bu açı farkı az olsa da açığı tamamlamak için yardımcı sargı devresine seri bir kondansatör bağlanarak bu fark kapatılır.

Asenkron motor performans deneyinde kullandığımız süt sağma makinesi, Sezer marka dört paletli vakum pompası olan, sekiz meme kabı, çift hortumlu ve çift susturucuya sahip süt sağım makinesidir. Şekil 1.'deki görselde sistemi oluşturan ekipmanlar verilmiştir.

Üzerinde Volt Elektrik Motorlarının üretimi olan Volt marka 90-4 tip alüminyum gövde ve kapağa sahip, tek fazlı şalterli tip, 0,55 Kw gücünde ve 1500 dev/dak'lık motor bulunmaktadır.



- | | |
|------------------|------------------|
| 1.Şalter | 9.Kova kapağı |
| 2.Egzoz | 10.Meme lastiği |
| 3.Asenkron motor | 11.Meme kabı |
| 4.Vakum pompası | 12.Hava hortumu |
| 5.Vakum kazanı | 13.Süt hortumu |
| 6.Tekerlek | 14.Süt pençesi |
| 7.İskelet | 15.Şeffaf hortum |
| 8.Süt kazanı | 16. Pulsatör |

Şekil 1. Süt Sağma Makinesi Görünümü

Performans Deneyi

Asenkron motorların çalışma ilkesi, döner alan ve manyetik indüksiyon olayı varlığına dayanır.

Üç fazlı asenkron motorların statorunda sarım sayıları ve iletken çapları aynı olan üç faz sargısı varken, bir fazlı asenkron motorlarda ise sarım sayıları ve iletken çapları farklı iki ayrı sargı (ana sargı ve yardımcı sargı) bulunur. Ayrıca yardımcı sargı devresine seri kondansatör bağlanır.

Akımın bir periyotluk süresinde bir çift kutup arasında 1 devir döner. O halde 2 kutuplu statorda, akımın 1 periyotluk değişiminde döner alan tam bir devir olur. Bu durumda döner alan bir periyotluk sürede $\frac{1}{2}$ devir döner. Bu durumda döner alan hızı çift kutu sayısı (p) ile ters orantılıdır. Bir periyotluk süredeki döner alan devri $1/p$ olur. Alternatif akımın saniyedeki periyot sayısı frekans (f) olduğundan, döner alanın bir saniyedeki devir sayısı f/p olur.

Döner alanın dakikada devir sayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (1)$$

Formülde kullanılan çift kutup sayısı (p) yerine kutup sayısı (2p) kullanılırsa; döner alanın dakikadaki devir sayısı verilmiştir,

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot f}{2p} \quad (2)$$

Asenkron motorlarda senkron hızı (n_s) ile asenkron hızı (n) arasındaki farka ($n_s - n$) kayma hızının senkron hızı, kayma hızının senkron hızı oranına ise kayma (s) denir.

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \quad (3)$$

Asenkron motorlarda, indüksiyon olayı ile rotorda gerilim indüklenir. Rotorda indüklenen gerilim frekansı, rotor hızına yani kayma değerine bağlanır. Duran rotorda indüklenen gerilimin frekansı, şebeke geriliminin frekansına eşittir. Dolayısıyla duran rotorun frekansı $f_r = f$ olur.

Döner rotorun frekansı $f_r = f \times s$ olduğunda; rotor hızlandıkça, rotorda indüklenen gerilimin frekansı, kaymanın küçülmesiyle küçülür. f_r ve f arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$f_r = f \times \frac{n_s - n}{n_s} \quad (4)$$

Bu çalışmada Asenkron motorun dinamofren test cihazı ile farklı gerilimler ve yüklerde testleri yapılarak motorun çektiği akım, güç ve devir sayıları incelenmiştir. Asenkron motorun ısınma öncesi ve sonrası dirençleri, kalkış ve devrilme momentleri elde edilmiştir. Dinamofren test düzeneğinde bulunan motor ile test edeceğimiz asenkron motorumuz motor kaplin yardımıyla bağlanmıştır. Motorların çalıştırılması ile

karşılıklı frenleme yapılarak asenkron motorundaki güç, akım değişimleri test düzeneği üzerinden alınmıştır.

Asenkron motorun statorunda bulunan ve manyetik alanı oluşturmayı sağlayan ana ve yardımcı sargılar ile manyetik döngü oluşmaktadır. Bu manyetik döngünün sağlanabilmesi için gerekli gerilim ve akım, sonrasında elde edilecek güç ve devir sayılarının testi için dinamofren test cihazında ölçümler alınmıştır.

Asenkron motorun soğuk iken direnci ölçülür. Nominal güç ve gerilim uygulanarak asenkron motorunun soğuk çalışma performansının testi yapılır. Bu testte asenkron motorun, devir sayısı, çektiği akım, giriş gücü, mekanik ve manyetik ses kontrolü yapılır. Tablo 1. de verilen sonuçlar motor dinamofren test cihazından da çıkarılarak boşta değişik gerilimler altında çalıştırılması sonucu elde edilmiştir.

Tablo 1. Asenkron Motorun Boştaki Performans Test Sonuçları

Soğuk Motor Direnci		
Ana Sargı [Ω]	Yardımcı Sargı [Ω]	t2 [$^{\circ}\text{C}$]
4,07	7,05	22,8
Tam Yük Test Sonucu		
Gerilim [V]	221,3	
I [A]	4,76	
Moment [Nm]	3,73	
Devir Sayısı [rpm]	1419	
P2 [W]	555	
P1 [W]	915	
Cos ϕ	0,87	
Verim [%]	60,66	
Motor Soğukken Boş Çalışma Test Sonuçları		
Gerilim [V]	221,9	
Iort[A]	4,04	
P0 [W]	455	
Cos ϕ	0,51	
Kilitli Rotor Test Sonuçları		
Moment [Nm]	2,74	2,79
I [A]	15,41	15,55
Gerilim [V]	218	220
Girşi Gücü [W]	3061	1749
Devrilme Momenti Test Sonuçları		
Devir Sayısı [rpm]	1126	
Moment [Nm]	8,97	9,02
I [A]	9,8	9,82
Gerilim [V]	219	220
Girşi Gücü [W]	2101	
Isı Sonu Motor Tam Yük Değerleri		
Gerilim [V]	221,5	
I [A]	6,63	
Moment [Nm]	3,79	
Devir Sayısı [rpm]	1399	
P2 [W]	556	
P1 [W]	913	
Cos ϕ	0,89	
Verim [%]	60,9	
Isı Sonu Ölçülen Değerler		
Ana Sargı [Ω]	Yardımcı Sargı [Ω]	t2 [$^{\circ}\text{C}$]
5,21	9,15	24,4

Asenkron motorun süt sağma makinasına bağlamadan önceki performans test sonuçları Tablo 2 de verilmiştir. Ardından motor süt sağma makinasına bağlanarak

değişik vakum ve gerilim değerlerinde akım, güç ve devir değerleri incelenmiştir.

Asenkron motorun devrilme ve kilitli rotor testi yapılır. Bu testte kritik olan, devrilme devir sayısı yüksek rpm'de olması ve kalkış momentinin nominal momente oranı, en az 1,5 katı olmalıdır.

Asenkron motor nominal gerilim ve gücünde, motor termal rejime girinceye kadar ısınma testi yapılır. Test sonunda tekrar direnci ölçülerek sıcaklık sonucu dirençteki değişim incelenir.

Tekrar tam yük testi yapılır. Bu testte değişik gerilim ve değişik yüklerde deneyler yapıldıktan sonra asenkron motor dinamofren test cihazından ayrılır ve boşta da değişik gerilimler uygulayarak akım, güç ve devir sayısı ölçümleri yapılır.



1. Dinamofren Test Cihazı
2. Güç Analizörü
3. Dinamometre Kontrol Cihazı
4. Varyak
5. Taşınabilir Süt Sağma Makinesi

Şekil 2. Süt Sağma Makinesi Deney Düzeneği

Dinamofren test cihazında ve boşta testleri biten asenkron motorunu süt sağma makinesine bağlayıp gerilimi sabit tutularak değişik vakum değerlerinde çektiği akım, güç ve devir sayıları ölçümleri yapılır. Daha sonra vakum sabit tutularak değişik gerilimlerde çektiği akım, güç ve devir sayıları ölçümü yapılır. Değişen vakum basıncında ve değişen gerilimlerde asenkron motorunun davranışı incelenir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Asenkron motorumuz dinamofren test cihazına bağlanmadan önce ana sargı ve yardımcı sargı dirençlerinin ölçümleri yapıldı. Dinamofren test cihazına bağlanan asenkron motorumuza tam yük testi yapıldığında çektiği akımı, gücü ve devir sayısı ve momenti ölçüldü. Bu değerler asenkron motorumuzun nominal çalışma değerleri olarak kabul edildi. Dinamofren test cihazında uygulanan kilitli rotor testinde asenkron motorumuza giriş gücünün yaklaşık olarak iki katı ve üç katı güç uygulanarak çektiği akım asenkron motorumuzun çektiği akım, moment, güç ve devir sayıları ölçümü yapılır. Bu test biter bitmez asenkron motorumuz soğumadan ana sargı ve yardımcı sargının dirençleri ölçülerek asenkron motorumuzun ısı

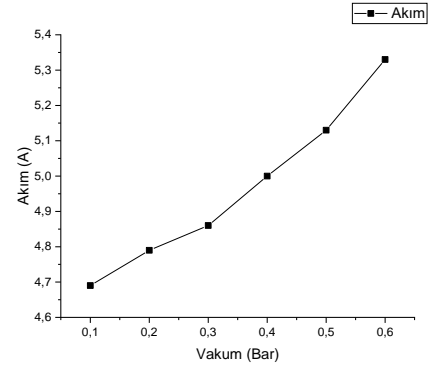
sonu direnci incelenmiştir. Isı sonu testinden sonra asenkron motorumuza tam yükte değişik gerilimler ve sabit gerilimde değişik yükler uygulayarak asenkron motorumuzun çektiği akım, devir sayısı, momenti ve verimliliği incelenmiştir. Ölçülen tüm değerler Tablo1-2

Tablo 2. Performans Test Sonuçları

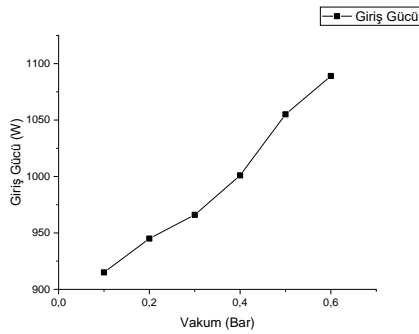
Isı Sonu Motor Tam Yük Değişik Gerilimler								
Gerilim [V]	I [A]	V/Vn	P2 [W]	P1 [W]	Devir Sayısı [rpm]	Moment [Nm]	Cosφ	Verim [%]
244,1	5,86	110	557	1106	1403	3,79	0,77	50,4
233	5,14	105	556	997	1405	3,78	0,83	55,8
221,9	4,59	100	556	909	1399	3,8	0,89	61,2
210,8	4,21	95	554	836	1384	3,83	0,94	66,3
199,7	4,15	90	554	810	1376	3,84	0,98	68,4

Isı Sonu Motor Değişik Yük Değerleri								
Gerilim [V]	I [A]	V/Vn	P2 [W]	P1 [W]	Devir Sayısı [rpm]	Moment [Nm]	Cosφ	Verim [%]
220	5,03	125	687	1046	1361	4,82	0,94	65,7
219,5	4,76	115	635	975	1373	4,41	0,93	65,1
219,8	4,54	100	550	900	1395	3,77	0,9	61,1
220,4	4,26	75	415	775	1424	2,78	0,83	53,5
220,5	4,12	50	276	666	1445	1,83	0,73	41,5
219,3	4,04	25	140	559	1467	0,91	0,63	25,1

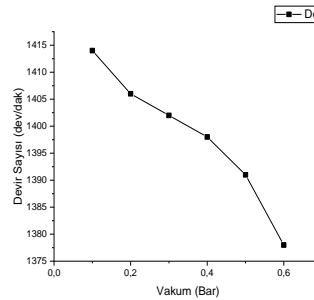
de verilmiştir. Volt marka 90-4 tip, 0,55 kw, 1500 devir, 30 µF kondansatörlü asenkron motorun süt sağma makinasındaki performans sonuçları aşağıdaki Şekil 1-6 da verilmiştir.



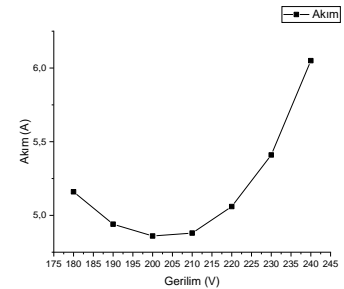
Şekil 1. Vakum-Akım grafiği



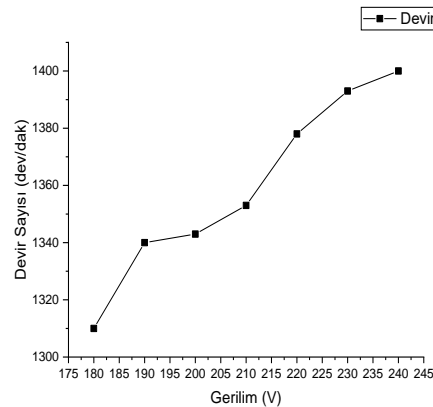
Şekil 2. Vakum-Giriş Gücü grafiği



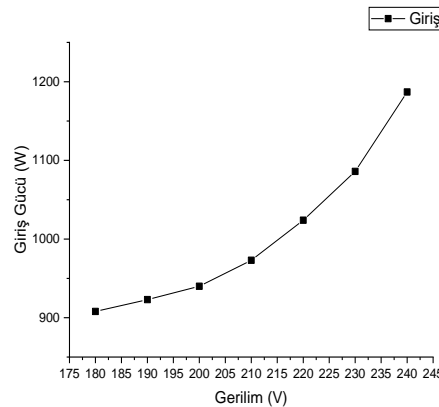
Şekil 3. Vakum-Devir Sayısı grafiği



Şekil 4. Gerilim-Akım grafiği



Şekil 5. Gerilim-Devir Sayısı grafiği



Şekil 6. Gerilim-Giriş Gücü grafiği

Devirleme momenti testinde asenkron motorumuzun nominal çalışma gücünün yaklaşık iki katı güç uygulanır, devir sayısının düşüşü ile momentinin nominal momentinden en az bir buçuk katı değer görülmesi beklenirken, asenkron motorumuz yaklaşık

iki katı moment değeri göstermiştir. Bu test sonuçlarına ve tasarımsal verilerine göre 0,55 kw tek fazlı asenkron motorumuz, 2016 yılında verim sınıflarının düzenlendiği 60034-30-2:2016 standardına göre verim sınıfına girmemesine rağmen performansının iyi olduğu ortaya çıkar [9].

Elde edilen deneysel verilerin sonuçları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Dinamofren test cihazında testleri biten asenkron motorun süt sağma makinesine bağlandığında, test sonuçlarında görüldüğü gibi vakum basıncı arttıkça (saatteki sağım kapasitesi lt/dak) vakum pompasının ihtiyaç duyduğu motor gücü artmaktadır. Deneyde kullandığımız saatte 180 lt sağım kapasitesine sahip süt sağma makinelerinde 0,55 kw 1500 devir tek fazlı asenkron motor kullanılmaktadır. İhtiyacın daha fazla olduğu sağım sistemlerinde (saatte 180-220 lt sağım kapasitesine sahip süt sağma makinelerinde) 0,75 kw ve 1500 devir tek fazlı asenkron motora ihtiyaç duyulmaktadır. Saatte 300 lt sağım kapasitesine sahip süt sağım makineleri de bulunmaktadır. Bu makinelerde de 1,1 kw ve 1,5 kw 1500 devir tek fazlı asenkron motor kullanılmaktadır. Vakum basıncı arttıkça motorun çektiği akım ve motor giriş gücü artarken devir sayısı düşmüştür. Deney sırasında 0,55 kw ve 1500 devir tek fazlı asenkron motoru süt sağma makinesine bağlamadan önce, motor test cihazına bağlayarak saatte 220 lt ve saatte 300 lt sağım kapasitesini sağlayacak momenti yüklediğimizde, motorun çalışırken devrilmeye gittiği ve bir süre sonra durduğu gözlemlenmiştir. Motor tekrar çalıştırmak istendiğinde motorun kalkış yapmadığı görülmüştür. Bunun sebebi asenkron motorun nominal devrilme momentini aşması olarak gösterilebilir. Asenkron makinenin maksimum olduğu değere devrilme momentini denir. Bu moment aşıldığında motor devrilmeye gider ve vakum gücü hala motor üzerinde olduğundan motor kalkış yapamaz. Deney sırasında uygun vakum pompası uygun motorla çalışırken, gerilim dalgalanmaları uygulanarak süt sağma makinelerine takılı asenkron motorlarının üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Bu makineler daha çok kırsal bölgelerde kullanıldığı için be durumlar büyük önem arz etmektedir.

Vakum basıncı ve motor devir sayısı arasında ters bir orantı varken motorun çektiği akım ile lineer bir artış vardır. Şekil 4 ve 5'e göre gerilim düştüğü zaman asenkron motorunun gücünün ve devrinin düştüğü, çektiği akımın yükseldiği ve motorun ısındığı, makinenin gücünün de düştüğü, istenen sağım kapasitesini vermediği görülmüştür. Gerilim yükseldiği zaman da motorun akımının yükseldiği ve makinenin ısındığı, ayrıca enerji sarfiyatının arttığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Süt sağımında, sağım makinesinin sağlıklı ve verimli çalışabilmesi, meme sağlığı ve tam bir sağımın gerçekleşmesi için belirli bir vakumda hava debisi üretmesi gerekmektedir. Bu sabit basınç ortalama 0,5 bar (50 kPa) değildir. Bu sonuçlara göre bakıldığında, asenkron motoru süt sağma makinesinde istenen 0,5 bar (50 kPa) sağlaması için gerekli olan performansta çalıştığını ve 60034-30-2:2016 standardına göre verim sınıfına girmemesine rağmen yeterli performansı göstermektedir.

Asenkron motorlar monofaz oldukları için kullanım alanları oldukça geniştir. Asenkron motorların genel olarak süt sağma makinelerinde sıklıkla tercih edilmesinin nedeni var olan servo veya üç fazlı

motorların ihtiyaç duyduğu donanımdan daha az donanım gerektirmesi ve maliyetinin daha düşük olmasıdır. Ayrıca süt sağım makinelerinin kullanımının süt kalitesini veya kompozisyonunu olumlu/ olumsuz yönde etkilemediği fakat iş gücü ve maliyet yönünden tasarruf sağladığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Karabiber A., Çelebi M. Asenkron Motor Tasarımının Güncellenmiş Kriterler ile Simülasyonu, Fırat Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu FEED'11,5-7 Ekim, Elazığ, Türkiye, 2011.
- [2] Ünsal A., Kabul A. Asenkron Motor Rotor Arızalarının İstatiksel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Journal of Polytechnic, 20 283-289, 2017.
- [3] Tunçal C. Arabalı Süt Sağım Makinalarında Gürültü ve Enerji Tüketimi Yönünden En Uygun Vakum Pompası Susturucu Sisteminin Belirlenmesi Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi, 1997.
- [4] Duranay Z.B., Güldemir H. Bir Fazlı Asenkron Motor v/f Hız Kontrolü, Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi, 29 163-172, 2017.
- [5] Dalkılıç Ö. Bir Fazlı Asenkron Motorlarda Yeni Yol Verme Mekanizması Yaklaşımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.
- [6] Baysal Y.A., Öztaşkın F.İ., Yıldızhan Y. Tek Fazlı Asenkron Motor, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2012.
- [7] Duranay Z.B. Tek Fazlı Asenkron Motorlar İçin Değişken Hızlı Bir Sürücü Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Teknolojileri A.B.D. 2017.
- [8] Taştan D. Tek Fazlı Asenkron Motorun Hız Kontrolü, Gazi Üniversitesi, 2006.
- [9] Varlık T. Türkiye İmalat Sanayisinde Kullanılan Asenkron Motorların Verimliliğinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2018.
- [10] Khatri S. Performance evaluation of portable milking machine on machine economy, milk yield, milking time, and milk constituents of Nepalese cattle, Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 23:4 2021.
- [11] Szolc T., Konowrocki R., Michajłow M., Pręgoska A. An investigation of the dynamic electromechanical coupling effects in machine drive systems driven by asynchronous motors, Mechanical Systems and Signal Processing, 49 118-134, 2014.
- [12] Akbaş T., Özarslan C., Çetin M. Soğutma sistemli bir seyyar süt sağım makinesinin soğutma performansının belirlenmesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 35 88-96, 2020.
- [13] Stauffer C., Feierabend M., Bruckmaier R.M. Different vacuum levels, vacuum reduction during low milk flow, and different cluster detachment levels affect milking performance and teat condition in dairy cows, Journal of dairy science, 103 9250-9260, 2020.
- [14] Besier J., Bruckmaier R.M. Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows, Journal of Dairy Science, 99 3096-3102, 2016.
- [15] Eker M. Asenkron Motorların ve Dönüşüm Sistemlerinin Matematik Modeli ve Simülasyonu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 2011.