

HİDROLİK ÜNİTELERDEKİ AŞIRI ISINMALARIN ÖNLENMESİ

Furkan Can¹

1. GİRİŞ

Mühendislik dallarından biri olan hidrolik, akışkanların gücünü kullanarak büyük yükleri harekete geçirmek ve onları kontrol etmek için kullanılmaktadır. Günümüzde hidrolik dalının gücü fark edildikçe ve kullanımı yaygınlaştıkça, endüstride kendisine vazgeçilmez bir yer oluşturmuştur.

Ticari güvenlik sektöründe [1] yer alan yol blokları, mantar bariyerler, kapılar ve benzeri ürünlerin üretiminde de yine hidrolikten yararlanır. Bu ürünlerin tasarımı, kullanıldığı çevre koşulları ve çalışma sıklıkları sistemde yüksek ısı açığına neden olmaktadır. Bu da bazen hidrolik üniteye elektrik motorunu olumsuz etkilemektedir. Ürünlerin en küçük boyutlarda üretilmek istenmesi, hidrolik ünitenin bulunduğu alanı ister istemez daraltır. Hidrolik tabanlı bu ürünlerin, hava sıcaklık ortalamalarının yüksek olduğu ülkelerde kullanılması da yine sistemin yüksek sıcaklıklara ulaşmasında etkilidir.

Bu yazıda hidrolik ünitesi kendi içinde olan, yerin altına gömülerek kullanılan bir hidrolik mantar bariyeri incelen-

miş, yüksek sıcaklıklara ulaşan üründe yapılan araştırmalar ve deney sonuçları paylaşılmıştır.

2. HİDROLİK ÜNİTE

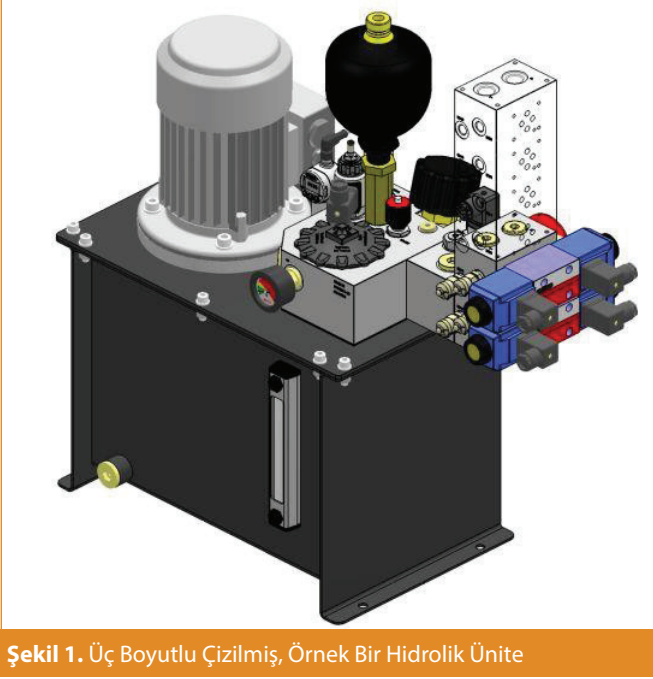
Durgun haldeki akışkandan bir hidrolik güç elde ederek sistemi çalıştıran ve bunu da barındırdığı birçok bileşen ile sağlayan kısım hidrolik ünite. Hidrolik üniteye bulunan bileşenler; tank, hidrolik pompa, motor, filtre, hidrolik vanalar, manometre, sensörler ve bağlantı elemanlarıdır.

“Hidrolik pompada elde edilen hidrolik enerji kullanıcılarda tekrar mekanik enerjiye dönüştürülerek iş parçasının tahriki sağlanır. Hidrolik enerji ve onun güç transferi hidrolik devrede basınç ve debi şeklinde mevcuttur. Bu hidrolik enerjinin yönü, basıncı ve debisi devrede kullanılan kontrol bloğu ile kontrol edilir. Bu şekilde, hareketin boyutu ve yönü kapalı devrelerde değişken deplasmanlı pompalar ile, açık devrelerde kontrol valfleri ile değiştirilir. Basınçlı akışkan, borular, hortumlar ve manifold bloklardaki kanallar aracılığıyla enerjiyi iletir veya yalnız basıncı transfer eder. Basınçlı akışkanın depolanması ve

¹ Mak. Müh., Optima Mühendislik A.Ş. - furkancan.cf@gmail.com, furkancan@optima.tc

kontrolü için aksesuarlar, örneğin tank, filtre, soğutucu, ısıtıcı elemanlar, ölçüm ve test cihazları gereklidir.” [2]

Tüm bu işlemlerin sonunda, mekanik iş yapılana kadar geçen süreçte, akışkan, motor veya diğer bileşenlerde ısınma olur. Sistemdeki enerjinin bir kısmından ısı açığa çıkar. Araştırmamızda ele aldığımız ısınma sorunları, bu süreçteki ısı dönüşümlerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 1. Üç Boyutlu Çizilmiş, Örnek Bir Hidrolik Ünite

3. ELEKTRİK MOTORLARINDA SICAKLIK

“Elektrik motorları, aksi belirtilmedikçe ortam sıcaklığının en yüksek nominal değerinin 40°C olduğu ortamlarda çalışmalıdır.” [3]. Motorların yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir şekilde çalışması için yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bu yalıtım malzemelerinin direncine göre IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers – Amerikan Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Derneği) tarafından bir yalıtım sınıflandırılması yapılmıştır. (Tablo 1 ve 2) [4].

Yalıtım amaçlı kullanılan malzemelerin farklılıkları, bu sınıflandırmanın karakteristik özelliklerini ortaya koymaktadır. Tablo 3’te B, F ve H sınıfında kullanılan yalıtım malzemeleri yer almaktadır.

Tablo 2. Yalıtım Sınıflarının Maksimum Sıcaklık Değerleri [6]

	Yalıtım Sistemi Sınıfı			
	A	B	F	H
SF için 1,15’den az Referans Sıcaklık, derece C	105	130	155	180
1, 15 SF veya üstü için Referans Sıcaklık, Derece C	115	140	165	190

Tablo 1. Yalıtım Sınıflarının Sıcaklık Değerleri [5]

Yalıtım Sistemi Sınıfı (bkz. 1.65)	A	B	F*	H*
Zaman Derecesi (bkz. 10.36)				
Sıcaklık artışı (maksimum 40 °C ortam sıcaklığına göre), Derece C				
a. Sargılar				
1. Madde a.2 ve a.5’te verilenler dışındaki açık motorlar-direnç veya termokupl	60	80	105	125
2. 1, 15 veya daha yüksek servis faktörüne sahip açık motorlar	70	90	115	...
3. Bunların varyasyonları dahil olmak üzere tamamen kapalı havalandırmasız motorlar – direnç veya termokupl	65	85	110	130
4. Tamamen kapalı fan soğutmalı motorlar, bunların varyasyonları dahil-direnç veya termokupl	65	85	110	135
5. 42’den daha küçük bir çerçevedeki herhangi bir motor-direnç veya termokupl	65	85	110	135

* F veya H sınıfı bir yalıtım sistemi kullanıldığında, yatak sıcaklıkları, yağlama vb. hususlara özel dikkat gösterilmelidir.

Tablo 3. B, F ve H Yalıtım Sınıflarında Kullanılan Yalıtım Malzemeleri [7]

İzolasyon	İletken ve Esas İzolasyon	Diğer İzolasyon	Emprenge Verniği
B	Mika – ipek şerit Gomalaklı mikafolyom (kağıtlı) Mika – cam elyafı bez (gomaklı) Cam elyaf mikanit	Pamuk, keten, ipek, preşpan Mikanit, odun, emprenye edilmiş odun, bakalit Macun (amyant + yağlı siyah vernik)	Tadil edilmiş fenolik vernik (tinerli) Poliester reçine (tinersiz)
F	Mika – cam elyafı bez (PUR) Mika – cam elyafı bez şerit (EP) Mika – cam elyafı bez şerit (EP)* Mika – cam elyafı bez (PUR) Mika – cam elyafı bez (iki tarafta) (PUR)	Cam – elyaf – epoksi plaka Mika – cam elyafı bez (iki tarafta) (EP) Mikanit (EP) Cam elyafı şerit Macun (Amyant + silikonlu alkit reçinesi) Epoksi reçinesi (soğukta katüaşan)	Tadil edilmiş epokspoliester reçine (tinersiz)= Saf epoksi (tinersiz)
H	Mika – cam elyafı bez şerit (SI) Mika – cam elyafı bez band halinde (SI) Mika – cam elyafı şerit (SI Elastomer) Mika – cam elyaf (iki yanda) (SI)	Cam elyafı silikon plaka Mika cam elyafı dokuma (iki tarafta) (SI) Cam elyafı şerit Macun (amyant + silikon vernik)	Silikon vernik (tinerli)
Not : kolonlardaki kısaltılmış, gösterimler VSM77400 standartlarına göre gösterilmiş, bağlama elemanlarıdır: EP = Epoksi, PUR= Poliüretan, SI= Silikon			
* Pişirilmemiş silikon reçine ile ilkel emprenyeye, tabi tutulmuş			
** Silikon reçine ile ilkel emprenyeye tabi tutulmuş.			
*** Silikon elastomer ile ilkel emprenyeye tabi tutulmuş, sonra vulkanize edilmiş.			

Tablolardan da görüldüğü üzere, öngörülen motor sargı sıcaklığı; 40°C ile 105°C arasında ise A sınıfı, 40°C ile 130°C arasında ise B sınıfı, 40°C ile 155°C arasında ise F sınıfı, 40°C ile 180°C arasında ise H sınıfı elektrik motoru kullanılmalıdır.

4. HİDROLİK YAĞLARDA SICAKLIK

“Hidrolik yağ birden fazla işlevleri bulunan bir tür sıvıdır. Güç aktarım ya da enerji aktarımı ortamı ile birlikte hem sızdırmazlık hem de yağlayıcı maddesi olarak kullanılır. Aynı zamanda soğutan ve kirleticileri ilgili alandan uzaklaştıran bir sıvıdır.” [8]

“Bilindiği gibi sıvılar ısıtıldığında genişler. Hidrolik yağ da farklı değildir. Tamamen kapalı bir kaba doldurulur ve ısıtılırsa, kap üzerine çok büyük basınç uygular. Sıvılar sıkıştırılmadığından sıcaklıktaki küçük bir artış (ve genişleme) silindirlere, akülere ve kapalı tanklara çok büyük basınçlar uygular. Bu iç basınçlar sistemin içinde daha fazla hasara neden olabilir. Isı aynı şekilde hidrolik yağın incelmesine neden olur. Yağ bazı zamanlarda sistemdeki pompanın yarattığı basıncı düşürmeye yetecek kadar incelenebilir. Çoğu zaman yağın viskozitesinin düşmesinden dolayı, ısı keçelerin ve salmastraların kaçırmasına neden olabilir. Isı yağın bozulmasına da yol açar. Hidrolik sistemdeki yağın gereksiz şekilde ısınmasından kaçınıl-

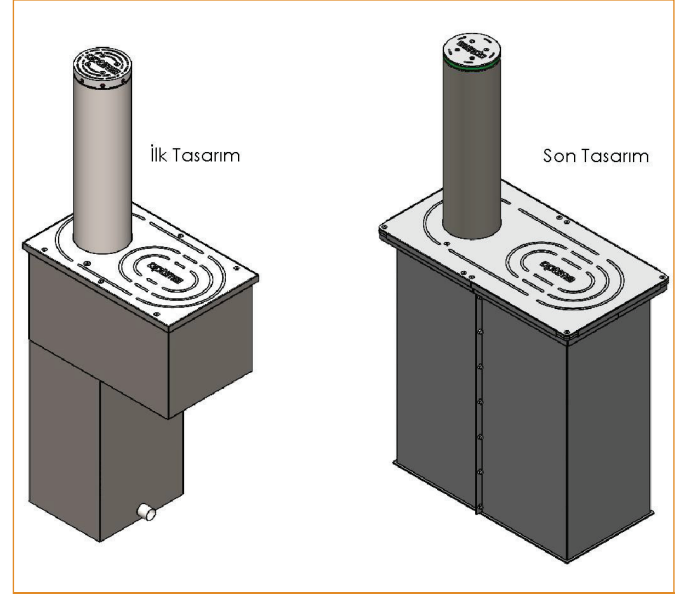
malıdır. Kaçınmak mümkün değilse, yağın soğutulması sağlanmalıdır.” [9]

5. MANTAR BARIYER

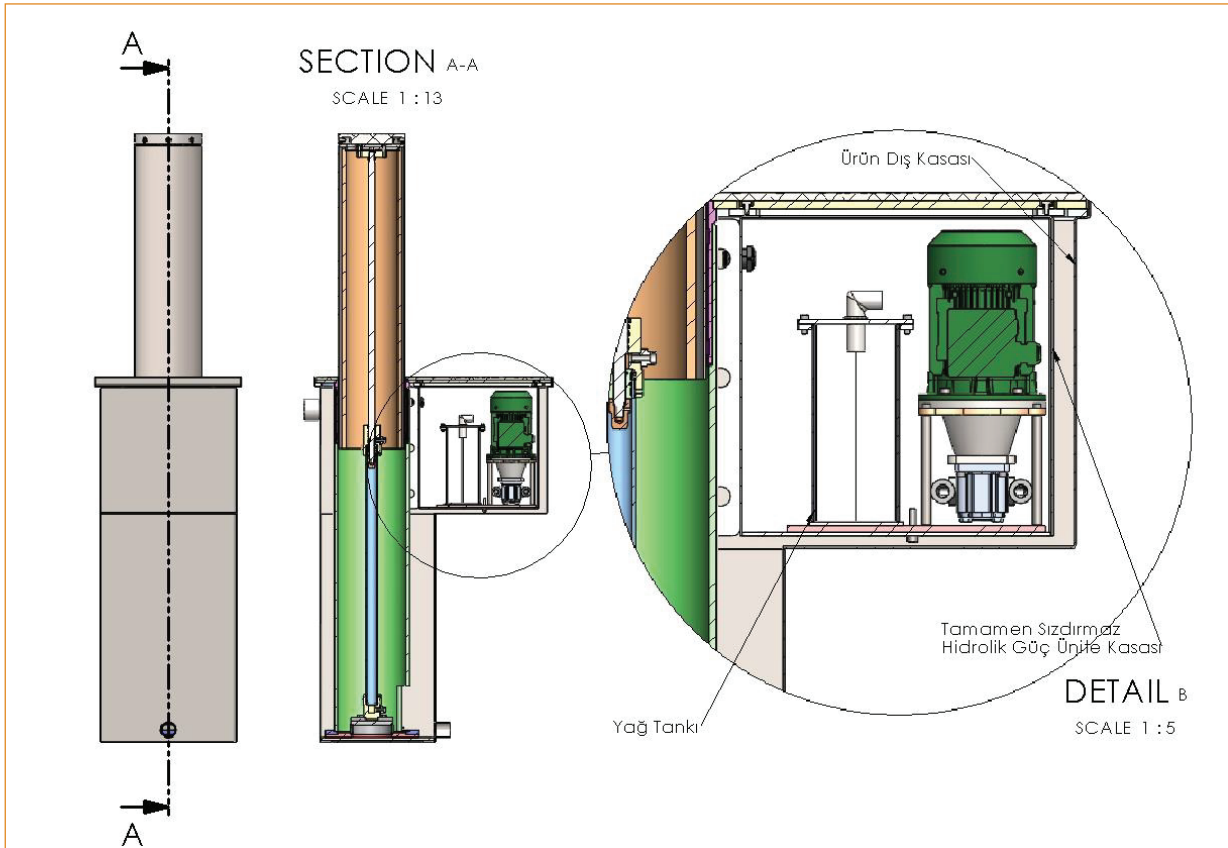
Ticari güvenlik sektöründe yer alan mantar bariyerler, yer altına gömülerek çalıştırılan bir üründür. Bir yolu araç geçişine kapatarak hem düzeni sağlamak hem de olası bir saldırı eylemini engellemek amacıyla kullanılır. Mantar bariyerler, güç ünitesinin bulunduğu konuma göre iki türdür. Bu yazıda güç ünitesi kendi içinde olan (built-in hydraulic bollard) mantar bariyerdeki aşırı ısınmalar ele alınmıştır.

Güç birimi içinde olan mantar bariyerlerde, yağ tankı, elektrik motoru, hidrolik vanalar ve hidrolik bağlantıların hepsi, ürünün bulunduğu sacdan yapılmış kasanın içinde yer alır ve zemine gömülür. Elektronik ve mekanik aksamın bozulmasına yol açacak yağmur suyu, toz gibi etkilerden korumak için ürünün tamamen sızdırmaz olması gerekmektedir. Kapalı ve düşük hacimli bir bölgede oluşan ısıyı fan ile dağıtmak da olası değildir. Aşırı ısınmayı engellemek ve ısıyı daha hızlı aktarabilmek için

tasarımda değişiklikler yapılmıştır. Yeni tasarımda en yüksek çalışma sıcaklığı daha yüksek olan bir motor seçilerek, motorun zarar görmemesi hedeflenmiştir. Ayrıca üründe mekanik tasarımsal değişiklikler uygulanarak var



Şekil 2. Mantar Bariyerlerin 3 Boyutlu Çizimi



Şekil 3. Mantar Bariyerin İlk Tasarımı, 3 Boyutlu Çizimin Kesit Görünümü

olan tasarım ve iyileştirilmiş tasarım aynı anda test edilmiştir. Şekil 2’de araştırmaya konu olan mantar bariyerin ilk tasarımı ile değişikliklerin yapılmış olduğu son hali görünmektedir.

İki tasarım için de bir test alanı oluşturulup, sıcaklıkları belli aralıklar ile gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucunda oluşturulan sıcaklık grafikleri, Şekil 5 ve Şekil 6’da görülmektedir. İlk tasarımda, hidrolik güç ünitesi Şekil 3’de de görüldüğü üzere, ürün dış kasasının içine tamamen sızdırmaz olarak yerleştirilmiştir. Sızdırmazlık, sentetik kauçuk bazlı bir sızdırmazlık malzemesiyle sağlanmıştır.

Var olan tasarımda, hidrolik güç ünitesini barındıran sızdırmaz bir sac kasa ve bu sac kasayı da çevreleyen ürünün dış kasası bulunmaktadır. Hidrolik güç ünitesinde yağ tankı, elektrik motoru, kampana, hidrolik pompa, hidrolik vana ve bağlantı elemanları bulunmaktadır.

Yağ tankı, 10 litre hacmindedir. İçerisindeki akışkan ise ISO viskozite sınıfı 46 olan hidrolik yağdır [10].

Elektrik motorunun gücü 0,55 kilovat, yalıtım sınıfı F, devri 1500 devir/dakika, gerilimi 220V’dur.

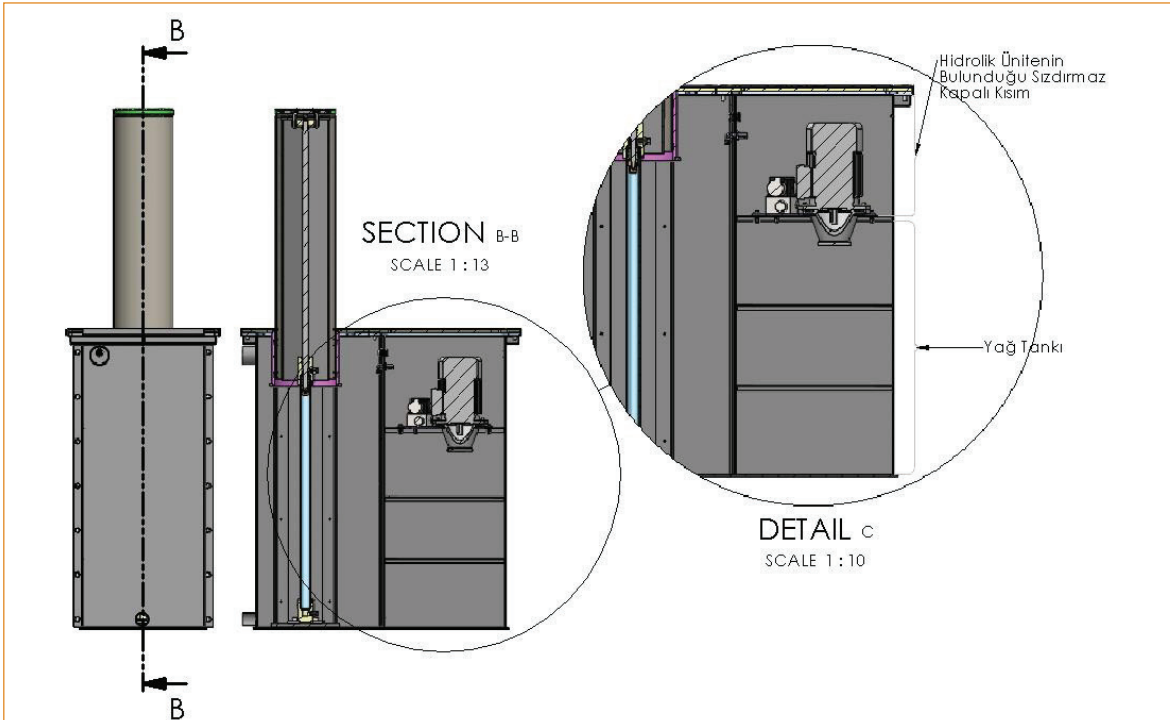
Hidrolik yağın bulunduğu yağ tankını ve onu çevreleyen iki kasayı düşündüğümüzde, yağ üç ayrı çeperin içinde

yer almaktadır. Bu durumun yüksek sıcaklıklara ulaşan yağın, ısı enerjisini aktarmadan elektrik motorunun kendi ısısına etki edebileceği düşünülmüştür. Isının daha iyi dağılmasını düşünerek [11], öncelikle hidrolik yağın bulunduğu yağ tankının yeni bir tasarıma gereksiniminin olduğu öngörüldüğünden, yağ tankını tek cidara düşürme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca hidrolik güç ünitesinin bulunduğu sızdırmaz kapalı kasanın da alanını genişleterek motorun ısısını düşürmek hedeflenmiştir.

Şekil 4’de fikirlerin tasarıma aktarılmış olan durumu verilmiştir. Mantar bariyerinin son tasarımında görüldüğü üzere, hidrolik ünitenin bulunduğu kasanın boyu, tabana kadar uzatılmıştır. Fazladan bir yağ tankı kaldırarak, uzatılan kısım yağ tankı olarak değerlendirilmiştir. Tek çeper içinde çalışması hedefine ulaşılmış ve hidrolik ünitenin bulunduğu alan da genişletilmiştir. Ürüne, hidrolik sistemin yağ dönüş hattında, yağın ürün gövde civarlarına temas ederek ısısını dağıtacak şekilde kanallar eklenmiştir.

İyileştirilmiş tasarımdaki yağ tankı, yaklaşık 140 litre hacme sahiptir. İçerisindeki akışkan ise ISO viskozite sınıfı 46 olan hidrolik yağdır [10].

Elektrik motorunun gücü 0,75 kilovat, yalıtım sınıfı H, devri 1500 devir/dakika, gerilimi 220V’dur.



Şekil 4. Son Tasarım Mantar Bariyerin 3 Boyutlu Çizimde Kesit Görünümü, Yağ Tankı ve Hidrolik Ünite Alanının Gösterimi

Tablo 4. Hidrolik Ünitenin Bulunduğu Kasa ile Yağ tankının İlk ve Son Tasarım Arasındaki Hacim Farkı

	İlk Tasarım	Son Tasarım
Hidrolik Ünite Hacim	58078 cm ³	68610 cm ³
Yağ Tankı Hacim	10053 cm ³	139022 cm ³

Ayrıca kullanılan elektrik motorunun yüksek sıcaklıklara dayanımını arttırmak amacıyla yapılan araştırmalar sonucunda ikinci konu başlığındaki Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3’de belirtilen yalıtım sınıflarının farkı incelenmiştir. İlk tasarımda kullanılan F sınıfı elektrik motor yerine H sınıfı motor kullanılması sonucuna ulaşılmıştır.

6. TEST

Yapılan araştırma ve geliştirmeler sonucunda iki üründen de birer adet üretilmiştir. Hazırlanan uygun test alanında iki ürünü de test ederek belirli aralıklarla, lazer termometre ile sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Ortam sıcaklığı ise bir oda termometresi ile ölçülmüştür.

Ürünlerin çalışma şartları ise 24 saatte 2000 döngünün

üzerine çıkabilmesi için 40 saniye/döngü olarak ayarlanmıştır. Çalışma basıncı 35 bar olarak ölçülmüştür.

Sıcaklığı ölçülen parametreler; elektrik motorları, hortumlar, yağ tankları, hidrolik ünite kasasının içi ve ortam sıcaklığıdır.

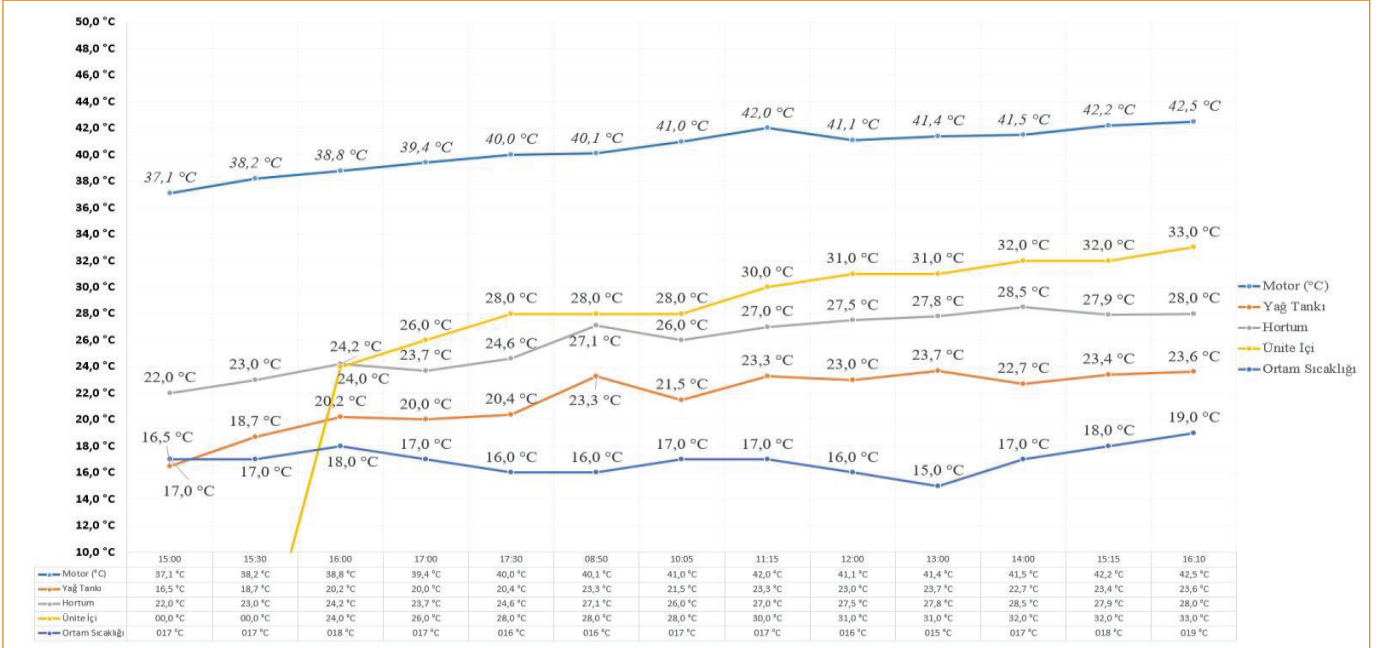
Şekil 5 ve Şekil 6’da yer alan grafiklerde bu iki ürüne ilişkin sıcaklık değerleri verilmiştir. Eldeki tasarımın sıcaklık testine bakıldığında, ürüne ilişkin tüm bileşenlerin sıcaklıkları giderek yükselen bir eğilimdedir. Ortam sıcaklığı 1°C-2°C derece düşmesine karşın ısınma sürmüştür. 24 saat kesintisiz çalıştırılması için ayarlanan ürünün elektrik motorunun gövdesi en son 73°C olarak ölçülmüştür.

Yapılan incelemeler sonucunda ürünün çalışmadığının gözlemlendiği anda, motor gövde sıcaklığı 82°C ölçülmüştür ve motorun yandığı tespit edilmiştir.

İyileştirilmiş tasarımın test grafiğinde ise görüldüğü gibi bileşenlerde aşırı sıcaklık artışları gözlemlenmemiştir. Elektrik motorunun gövdesi için ölçülen ilk sıcaklık ile son sıcaklık arasında 5°C’lik bir fark saptanmıştır. Bu fark ilk tasarımda 30°C’ydi.



Şekil 5. İlk Tasarıma İlişkin Sıcaklık Testinin Çizelgesi



Şekil 6. Son Tasarımın Sıcaklık Testinin Çizelgesi

7. SONUÇ

Yapılan deneyler sonucunda görüldüğü üzere yağ tankının bulunduğu hacmin artırılması, ısının dağılmasında olumlu bir sonuç vermiştir. İlk tasarımda dar alanda bulunan yağ tankı ve elektrik motoru ise aşırı ısınma ile karşılaşmış, açığa çıkan ısının taşınması sağlıklı bir şekilde gerçekleşememiştir ve elektrik motoruna zarar vermiştir. Yalıtım sınıfı F olan elektrik motoru ile yalıtım sınıfı H olan elektrik motorunun ısınma karşısında göstermiş olduğu direnç farkı da bu arada gözlemlenmiş olmuştur.

KAYNAKÇA

1. Optima Mühendislik A.Ş. <https://www.optima-engineering.com/tr/kurumsal/optima-hakkinda>
2. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Hidrolik Devre Elemanları ve Uygulama Teknikleri, 2010, Yayın No: MMO/292/3, ISBN: 975-395-489-1, Sayfa 181
3. NEMA Standards Publication MG 1-2009, Revision 1-2010, Bölüm 10.38, Sayfa 9
4. NEMA Standards Publication MG 1-2009, Revision 1-2010, Bölüm 1.66, Sayfa 25
5. NEMA Standards Publication MG 1-2009, Revision 1-2010, Bölüm 12.42.1, Sayfa 14
6. NEMA Standards Publication MG 1-2009, Revision 1-2010, Bölüm 12.42.1, Sayfa 16
7. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, Yayın 124, Sayfa 19
8. CORFIN LUBRICATION Blog, <https://www.corfin.com.tr/hidrolik-yagi-nedir/>
9. MEB, Endüstriyel Okullar İçin Temel Hidrolik, 1994, ISBN: 975-11-0880-2, Sayfa 12
10. ISO 3448, Second edition, 1992-09-15, Sayfa 2
11. Y. A. Cengel, Heat Transfer: A Practical Approach, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003. ISBN 0072458933, Sayfa 334