

BİLGİSAYAR DESTEKLİ DALGIÇ MOTOPOMP DENEY STANDI TASARIMI VE UYGULAMASI

Osman BİLGİN¹ Abdullah ÜRKMEZ² Nihat YILMAZ³

1,2,3, Selçuk Ün. Müh.-Mim.Fak.Elk.-Elt.Mühendisliği Bölümü Kampus Konya
eposta: obilgin@selcuk.edu.tr , aburkmez@selcuk.edu.tr , nyilmaz@selcuk.edu.tr

Anahtar sözcükler: Motopomp, ADC, Dalgıç Asenkron Motor (DASM), Dalgıç Pompa

ÖZET

Bu bildiri de dalgıç asenkron motor ve dalgıç pompa testlerinin yapıldığı ve bunların tüm karakteristik eğrilerinin çıkartıldığı bir deney düzeneğinin tasarımı ve uygulaması tanıtılmıştır. Deney havuzuna daldırılan denenecek motopompun bütün mekanik, elektrik ve hidrolik çalışma büyüklükleri bilgisayar aracılığı ile okunup değerlendirilmiş ve karakteristik eğrileri çizilmiştir.

1. GİRİŞ

Zirai sulama, sanayi, termal tesis, içme suyu vb. gibi değişik uygulamalarda yer altı suyundan yararlanmak üzere derin kuyu pompaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Derin kuyulardan su düşey milli türbin tipi pompalar veya dalgıç pompalar ile çıkartılmaktadır. Düşey milli türbin tipi pompalar, kolon milinde meydana gelen arızalar, titreşim ve veriminin düşük olması nedeniyle çok fazla tercih edilmemektedirler. Dalgıç pompalar türbin tipi pompalara göre yapılarının daha basit olması, daha az arıza yapmaları ve istenilen derinliklere rahatlıkla monte edilebilmeleri nedeniyle son yıllarda daha çok tercih edilmektedirler.

Dalgıç asenkron motor (DASM) ve dalgıç pompa üreten firmalar ürettikleri motor ve pompaların performans özelliklerini sağlıklı bir şekilde ölçmek zorundadırlar. Bu amaç doğrultusunda, gerçekleştirilen bu çalışmada, DASM ve pompaya ait tüm büyüklükleri ölçebilen bir deney düzeneği tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

DASM'ların performanslarının hesaplanabilmesi için motorun şebekeden çektiği güç, akım, $\cos\phi$ ve motora uygulanan gerilimin ölçülmesi gereklidir. Motor veriminin hesaplanabilmesi için motorun çıkış gücü (mil gücü) ölçülmelidir.

Diğer yandan pompa veriminin hesaplanabilmesi için; pompanın verdiği suyun debisinin ve basma yüksekliğinin bilinmesi gerekir. Motor mil gücü pompa giriş gücü olduğundan, pompa çıkış gücünün hesaplanıp motor mil gücüne bölünmesiyle pompa verimi hesaplanmaktadır. Ayrıca pompa çıkış gücünün motorun şebekeden çektiği güce bölünmesiyle sistem verimi bulunmaktadır.

Gerçekleştirilen deney düzeneğinde DASM'a ait büyüklükler (akım, gerilim, aktif güç, reaktif güç, $\cos\phi$) piyasada ALPTEC 100 olarak adlandırılan dijital bir güç analizörü cihazı ile ölçülmüştür. Güç analizör cihazı bilgisayarla haberleşme özelliğine sahip olduğundan ölçülen tüm büyüklükler RS232/RS435 konverteri üzerinden JBUS protokolü kullanılarak kişisel bir PC'ye aktarılmıştır.

DASM'un çıkış gücünün hesaplanabilmesi için mil momendeki döndürme momentinin ve devir sayısının ölçülmesi gerekmektedir. Çalışmanın başlangıç aşamasında karakteristik özellikleri belirlenecek her bir motor ve pompa tipi için motor gücüne uygun deneysel amaçlı özel pompalar imal edilmek suretiyle pompa mili su üzerine çıkartılmakta ve motor devir sayısı manuel olarak okunmaktaydı. Hazırlanan deneysel amaçlı pompaların statorları hareketli yapıldığından motor momenti su üzerinde ölçülmekteydi. MTOPOPMP'un çalıştığı su seviyesi ile ölçüm yapılan zemin arasındaki mesafenin büyük olması titreşimlere sebep olmakta ve sağlıklı ölçümlerin yapılabilmesini engellemekteydi. Ayrıca her bir DASM tipi için bir deney pompasının hazırlanması deney maliyetlerini arttırmaktaydı. Sözkonusu belirtilen sakıncaları ortadan kaldırmak ve daha sağlıklı ölçümler elde etmek amacıyla Şekil 2'de görülen ara ölçüm elemanın tasarımı yapılarak imal edilmiştir.

2. DENEY DÜZENEGİ TASARIMI VE SİSTEMİN BLOK DİYAGRAMI

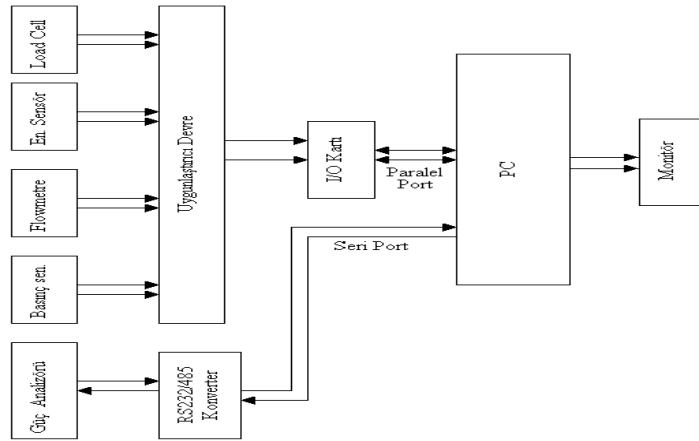
Deneysel ölçümler esnasında MOTOPOMP su altında çalıştığından burada kullanılacak elemanların su altında çalışabilir özelliklere sahip olması gerekir. Bu amaçla devir sayısı için IP68 sınıfı endüktif bir sensör, döndürme momenti için ise yine IP68 sınıfı lama tipi bir load cell kullanılmıştır.

Motor veriminin hesaplanabilmesi için denklem 2'den de görüleceği gibi motorun şebekeden çektiği gücün ve motor mil gücünün bilinmesi gerekir. Sisteme bağlanan bir güç analizör cihazı ile motorun şebekeden çektiği akım, gerilim, $\cos\phi$, toplam aktif, reaktif, görünür güç ve her bir faza ait büyüklükler ayrı ayrı okunabilmektedir.

Motor mil gücü ise;

$$P_{Mmil} = \frac{n \times Md}{975} \quad (1)$$

formülünden hesaplanmaktadır. Denklem 1’de P_{Mil} kW cinsinden motor mil gücünü, n (d/d) cinsinden motorun çalışma noktasındaki devir sayısını, M_d ise kilogram metre (kgm) cinsinden mil momentini temsil etmektedir. Devir sayısı yukarıda bahsedilen IP68 sınıfı endüktif sensörle algılanmakta ve herbir motor devri için bir puls üretmektedir. Üretilen pulsler uygunlaştırıcı bir devre ile devir-dakikaya çevrilerek I/O kartı üzerinden PC’ye girilmektedir. Aynı şekilde M_d momenti için Şekil 2’de görülen ara ölçüm elemanı kullanılmaktadır. Motor tarafına bağlanan, çekme kuvvetine göre çalışan bir loadcell ile çekme



Şekil 1 Sistemde Kullanılan Elektronik Devrelerin Blok Diyagramı

Motor mil gücü aynı zamanda pompa giriş gücü olduğundan, pompa veriminin bulunabilmesi için pompa çıkış gücü hesaplanmaktadır.

$$P_{pç} = \frac{Q \times H}{102} \quad (3)$$

Denklemden Q ve H değerleri; sırasıyla pompanın verdiği su debisini ve basma yüksekliğini belirtmektedir. Q değeri flowmetreden okunmaktadır. Flowmetre, içinden geçen su miktarına bağlı olarak 4- 20mA arasında lineer bir çıkış vermekte ve bu değer uygunlaştırıcı devreyle L/sn’ye çevrilerek I/O kartı üzerinden PC’ye girilmektedir. Aynı şekilde basınç sensöründen alınan 4-20mA arasındaki değerler de uygunlaştırıcı devre ve I/O kartı yardımıyla metre cinsinden yükseklik bilgisi olarak bilgisayara girilmektedir. Tüm bu değerler girildikten sonra pompa verimi;

$$\eta_{pomp.} = \frac{P_{Pçıkış}}{P_{Pgiriş}} \quad (4)$$

formülünden, sistem verimi ise;

$$\eta_{sis} = \frac{P_{Pçıkış}}{P_{Mgiriş}} \quad (5)$$

formülünden hesaplanmaktadır.

Sistemin genel olarak elektronik devrelerini içeren blok diyagram Şekil 1’de verilmiştir. PC’ye aktarılan bilgiler kullanılarak yazılan programla motora ait

kuvveti ölçülmekte ve moment kolu ile çarpılarak kgm. olarak mil momentini ölçülmektedir. Load cell üzerine gelen kuvvete bağlı olarak 0-200mV arasında çıkış vermektedir. Yine uygunlaştırıcı devre ile bu değerler kg’a çevrilerek I/O kartı üzerinden PC’ye girilmektedir. PC’ye girilen bu değerler yazılan programla denklem (1) de yerine konmakta ve motor mil gücü hesaplanmaktadır.

Motor verimi;

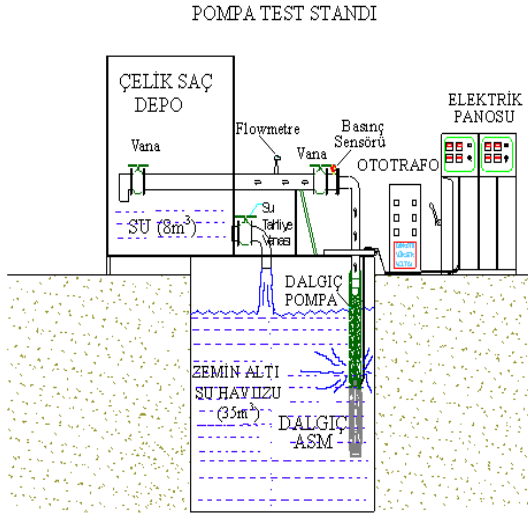
$$\eta_M = \frac{P_{Mmil}}{P_{Mgiriş}} \quad (2)$$

formülünden kolaylıkla bulunabilmektedir.

bilgiler, (şebekeden çektiği akım, uygulanan gerilim, $\cos\phi$, moment, verim) pompaya ait bilgiler (debi, basma yüksekliği, verim) ve sistem verimi bilgisayar ekranından dinamik olarak izlenebilmektedir. Ayrıca deney esnasında elde edilen değerler kaydedilerek motor ve pompaya ait karakteristik eğriler çizdirilebilmektedir. Ölçme standının genel yapısı ve elemanların yerleşim planı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. Ara Ölçüm Elemanının MOTOPOMP’a Monte edilmiş Hali

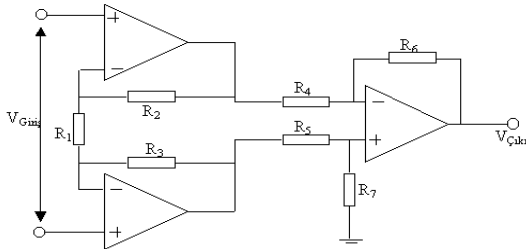


Şekil 3 Deney Standı Genel Görünümü Ve Elemanların Yerleşim Planı

3. SİSTEMDE KULLANILAN TEMEL ELEKTRONİK DEVRELER

Bu çalışmada, devir sayısı, döndürme momenti, basınç ve sıvı akışı ölçümü amacıyla dört farklı grup devre kullanılmıştır. Bunlar; amplifikatörler, filtre devreleri, frekans voltaj dönüştürücü devreleri ve analog-dijital dönüştürücü devreler olarak sıralanabilir. Amplifikatör ve filtre devreleri tüm ölçme birimlerinde kullanılmıştır.

3.1 Amplifikatörler



Şekil 4 Yükselteç Devresi Prensi Şeması

Çalışma kapsamı içerisinde, tüm yükseltme devreleri ortak mod bastırma oranı oldukça yüksek olan yükselteç tiplerinden seçilmiştir. Prensi şeması şekil 4’de gösterilen bu yükselteçler, fabrika ortamında tüm elektrik ve mekanik gürültülerinden en az etkilenen yükselteç tipleridir. Çünkü sensörler ile bilgisayar ölçüm sistemi arasındaki mesafeler uzun olabilmektedir. Her ne kadar manyetik gürültülere karşı koruyucu kablo (koaksiyel) kullanılsa da, sistem yine de gürültülere maruz kalmaktadır.

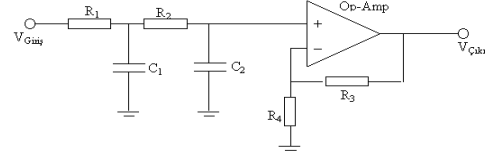
3.2 Filtreler

Giriş sinyallerinde oluşan ve bazıları sensörlerin doğasından bazıları ise fabrikadaki diğer makine ve

şebekeden kaynaklanan gürültülerin elimine edilmesi amacıyla alçak geçiren filtreler kullanılmıştır. Bu filtrelerin kesim frekansları 5 ila 10 Hz arasındadır. Daha düşük kesim frekansları ölçüm hızını ve ölçüm doğruluğunu etkilemektedir.

3.3. Donanım filtreleri

Bu çalışmada birinci ve ikinci dereceden alçak geçiren filtreler kullanılmıştır.



Şekil 5 Filtre Devresi Prensi Şeması

Şekil 5’de kullanılan ikinci derece filtrenin prensip şeması verilmiştir. Birinci derece filtre olarak yine RC filtresi kullanılmıştır.

3.4. Yazılım Filtreleri

Analog digital dönüştürücü ve buna bağlı devrelerden gelen gürültüler ölçüm sonuçlarını etkilemektedir. Bunları yok etmek amacıyla yazılım filtrelerine ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü donanım filtrelerinin buralarda da kullanılması devre karmaşıklığına yol açmaktadır. Bu çalışmada ölçüm değerlerinin bilgisayara alınması sırasında, kayan ortalama filtresinin bir versiyonu kullanılmıştır. Bu filtreye her ölçüm değeri, kendisi ve kendisinden önceki 20 ham ölçüm değerinin ekstremumları çıkartılarak alınmış ortalamasıdır. Her ölçüm değeri 10 ms de elde edilmektedir. Kullanılan ADC nin maksimum dönüşüm süresi, 6 mikro saniyedir.

3.5. ADC Kartı

MAX186 seri ADC’i kullanılarak yapılan bu kartta 8 adet 0-4 V arasında değişim gösteren fiziksel ölçüm değerleri 12 bitlik yani 0 ile 4095 arasında bir değer olarak bilgisayara aktarılmaktadır. Bilgisayar ile iletişim paralel port üzerinden yapılmaktadır.

3.6. Program

Bu sistemin en önemli bölümlerinden biri olan bilgisayar programı, görsel bir programlama dili olan DELPHİ 3.0 ile yazılmıştır. Program üç temel arayüzden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi; elektrik motorunun, su pompasının ve bunlara bağlı diğer teçhizatın katalog değerlerinin girildiği arayüzdür. İkinci arayüz sensörlerden gelen ölçüm değerlerinin, güç analizöründen gelen ölçüm bilgilerinin gösterildiği ve bu değerler kullanılarak hesaplama yöntemleri ile diğer istenen değerlerin gösterildiği arayüzdür. Üçüncü arayüz ise oluşturulacak raporlar ve raporlarda bulunan grafikler için gerekli olan

değişken ve mesajların girilebildiği arayüzdür. Bunların dışında ölçüm sisteminin kalibrasyonu için şifre korumalı bir başka arayüz daha mevcuttur.

Programda yukarıda anlatılan arayüzler ile gerçekleştirilen üç temel görev vardır. Bunlar; verilerin toplanması ve gerekli hesaplamalar yapılarak yeni verilere ulaşılması, verilerin depolanarak daha sonra faydalanmak amacıyla arşivlenmesi ve bu veriler yardımıyla gerekli raporların oluşturulup grafiklerin çizilmesi olarak sıralanabilir.

Verilerin toplanması aşamasında, mevcut elektronik donanımı yönetecek olan fonksiyonlar DELPHİ altında ASSEMBLER dili ile yazılmıştır. Yazılım filtreleri de bu fonksiyonlar içinde gerçekleştirilmiştir. Verilerin arşivlenmesi amacıyla DBASE tipi bir veri tabanı kullanılmıştır. Raporların oluşturulması ve grafiklerin çizilmesi aşamasında ise QUICK REPORT bileşeni ve tarafımızdan yazılan altıncı dereceden polinom şeklinde eğri uydurma fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonda en küçük kareler metoduyla eğri uydurulmaktadır. Uydurulan bu eğriler gerçek değerlerden çiziler eğrilerle birlikte rapora aksettirmektedir.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, gerçekleştirilen deney düzeneği ile dalgıç motor ve dalgıç pompalara ait tüm karakteristik büyüklükler hassas bir şekilde ölçülerek

PC'ye kaydedilmiştir. Motopompun performans özellikleri belirlenerek istenen değerler tablolar halinde veya karakteristik eğri şeklinde elde edilmiştir. Örnek bir tablo şekil 6'da verilmiştir.

KAYNAKLAR

- 1 Bilgin O. "Dalgıç Asenkron Motorların Sonlu Elemanlar Yöntemi İle analizi Ve Performanslarının İyileştirilmesi" Doktora Tezi, S.Ü.Fen Bil. Enstitüsü, Konya 2002
- 2 Bae D., Kim D., Koh S.C., Determination of induction motor parametes by using neural network based on fem results. IEEE Transaction On Magnetics Vol. 33, No 2, pp:1924-1927 March 1997
- 3 Choudhury M.A., Azizur Rahman M. ,Starting performances of delta – modulated inverter-fed submersible motors. . IEEE Trans. On Industry Application, Vol. 28 No 3 pp:685-693 May/june 1992.
- 4 Plevin D.H., Glew C.N., Dymond J.H., Equivelent Load Test for Induction Machines-The Forward Short Circuit Test, IEEE Transaction On Energy Conversion Vol. 14, No 3, pp: 419-425, September 1999
- 5 Atmaca M.S., Dalgıç Pompalara Uygulanan Pompa Kabul deneyleri, Tesisat Dergisi Sayı 152 pp179-182 Nisan 2000
- 6 D Budhram, R. Russak , Simplified Method Monitors Pump Performance, Hydrocarbon Processing, pp 47-52 Agust 2002

MÜŞT.ADI/ÜNİVANI		Altı Atık	POM.TİPİ/KAD.SAYISI	DEBİ-Q (lt/sn)	5					
SİPARİŞ NO		01	MOTOR GÜCÜ-Hp	10	SİSTEM VERİMİ	.55				
POMPA SERİ NO		5454	BASMA YÜKSEKLİĞİ	30	POMPA VERİMİ	.7				
MOTOR SERİ NO		158	POMPA DEVRİ	2850	MOTOR VERİMİ	.75				
ÇALIŞMA SÜRESİ : 567			ORFİS ÇAPI / BORU ÇAPI : 67							
MOTOPOMP DENEY SONUÇU										
SIRA NO	BASMA YÜKSE.	DEBİ	Nsu	GERİLİM	AKIM	Cos φ	N _s	H _p	POMPA VERİMİ	SİSTEM VERİMİ
	H _m	Q	$\frac{H_m \cdot Q}{102}$	V	I		$\frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi}{1000}$	N _s (1/sn)	N _p (Kw)	$\frac{N_{su}}{N_p}$
	(mss)	(lt/sn)	(Kw)	(Volt)	(Amper)	(Kw)	(Kw)	(%)	(%)	
1.	32,76	10,7	3,41	380	19,4	0,82	10,5	5,79	58,89	32,48
2.	32,64	10,06	3,23	379	19,5	0,82	10,5	6	53,83	30,76
3.	40	13	0	0	0	0	10	0	0	0
4.	0,24	-0,12	0	383	19,9	0,84	11,2	0	0	0
5.	0,12	-0,12	0	383	19,9	0,84	11,1	8,59	0	0
6.	0	-0,09	0	383	19,9	0,84	11,1	8,66	0	0
7.	0,12	-0,12	0	383	19,1	0,83	10,5	8,27	0	0
8.	0,12	-0,12	0	383	19	0,83	10,5	8,33	0	0
9.	-0,24	-0,14	0	384	500	0,31	106	0	0	0
10.	-0,24	-0,14	0	384	500	0,31	106	0	0	0
VANA KAPALI	-0,24	-0,14	0	384	500	0,31	106	0	0	0
VANA AÇIK	-0,24	-0,14	0	384	500	0,31	106	0	0	0
YAPILIŞ VE MONTAJ ÖZELLİKLERİ KONTROLÜ :						SONUÇ UYGUNDUR: <input type="checkbox"/>				
Muayene ve Deneyleri Yapan (lar) : Ahmet ŞEN						Melmet YARPUZ				
Ad, Soyadı, İmza										
FRM - 060REV.TAR.İREV NO : 08.05.2000 / 01										

Şekil 6 MOTOPOMP Deney Sonuçlarının PC Yardımıyla Tablo Haline Dönüştürülmesi