



Test System Design for Determining the Characteristics Properties of Submersible Type Waste Water Pumps

Ali Yavuz Şeflek^a

Department of Agricultural Machinery and Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Selcuk University, 42130 Selçuklu/Konya, Türkiye

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 31/01/2019 Accepted : 09/02/2019</p> <p>Keywords: Waste water pumps Pump testing system Flow Manometric head Pump efficiency</p>	<p>In this study; Design and production of a fixed testing platform is made for determining characteristics properties of submersible type waste water pumps that requires between 3 - 22 kW energy. Submersible waste water pumps are used for agricultural plants (for transporting liquid animal fertilizer etc.), drain aging of waste water in bridges and underpasses and other industrial applications. Accurate determination of pump performances in pump manufacturing directly affects the improvement and development of R & D activities For this aim, this study was carried out in a firm which operates in Konya industry and produces different types of pumps. The test stand has been designed and manufactured in 3 different lines as DN 80, DN 125 and DN 150 standard pipe diameters according to TS 12599 standard and centrifugal pump design principles. At the end of the pump tests, the system creates the pump characteristic curves and gives the output data to the user.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(3): 475-478, 2019

Dalgıç Tip Atık Su Pompalarının Karakteristiklerinin Belirlenmesine Yönelik Test Sistemi Tasarımı

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 31/01/2019 Kabul : 09/02/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Atık su pompaları Pompa test sistemi Debi Manometrik yükseklik Pompa verimi</p>	<p>Bu çalışmada; 3- 22 kW arası enerji gereksinimine sahip dalgıç tip atık su pompalarının karakteristik eğrilerinin belirlenmesine yönelik sabit bir test platformunun tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Dalgıç tip atık su pompaları tarım işletmelerinde (sıvı gübrenin nakli vb.), köprü ve alt geçitlerde ve endüstriyel uygulamalarda atık suların tahliyesi vb. uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Pompa imalatında pompa performanslarının hatasız bir şekilde belirlenmesi AR-GE faaliyetlerinde yapılan iyileştirme ve geliştirme çalışmalarını doğrudan etkilemektedir. Bu amaçla bu çalışma Konya sanayisinde faaliyet gösteren ve farklı tiplerde pompa imalatı yapan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Test standı TS 12599 standardı ve santrifüj pompa tasarım ilkeleri göz önüne alınarak DN 80, DN 125 ve DN 150 standart boru çaplarında 3 farklı hat şeklinde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Pompa denemeleri sonunda sistem pompa karakteristik eğrilerini oluşturmakta ve çıktı olarak kullanıcıya vermektedir.</p>

^a seflek@selcuk.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-1009-6635>



Giriş

Dalgıç tip atık su pompaları tarım işletmelerinde atık suların ve sıvı gübrenin taşınmasında, köprü ve alt geçitlerde yağmur sularının tahliyesinde ve endüstriyel uygulamalarda atık suların bir yerden başka bir yere taşınmasında kullanılmaktadır. Günümüzde bilgisayar ve elektronik teknolojisinde sağlanan gelişmeler pompa imalatı ve Ar-GE faaliyetlerinde imalatçılarımıza önemli katkılar sağlamaktadır. Geliştirilen farklı akış analiz yazılımları pompa tasarımlarında mühendislere yol gösterici olurken, geliştirilen pompaların karakteristik eğrilerinin belirlenmesinde kullanılan ultrasonik ve elektromanyetik debimetreler, hassas basınç sensörleri ve güç analizörleri gibi test sistemlerinin ana bileşenleri pompa testlerinin çok daha hassas bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır. Literatürde pompa test sistemleriyle ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Sungur (2003), yaptığı çalışmada bilgisayar kontrollü ve yüksek hassasiyetli bir santrifüj pompa deney ünitesi gerçekleştirmiştir. Yapılan bu çalışmada geleneksel yöntemlerle yapılan santrifüj pompa deneylerinde kullanılan test ünitelerinde çeşitli sebeplerle meydana gelen okuma, kayıt ve hesaplama hataları incelenmiş ve hataları en aza indirecek test ünitesi gerçekleştirilmiştir. Bilgin ve ark. (2003), dalgıç asenkron motor ve dalgıç pompa testlerinin yapıldığı ve karakteristik eğrilerinin çıkarıldığı bir deney düzeneğinin tasarım ve uygulamasını yapmışlardır. Tasarlanan deney düzeneğinde dalgıç asenkron motora ait akım, gerilim, aktif güç ve $\cos \phi$ gibi büyüklükler bir güç analizörü ile ölçülmüş ve RS232/RS435 çevirici üzerinden bir PC'ye aktarılmıştır. Çalışmada devir sayısı, döndürme momenti, basınç ve debi ölçümü amacıyla dört farklı grup devre (amplifikatörler, filtre devreleri, frekans voltaj dönüştürücü devreler ve analog-dijital dönüştürücü devreler) kullanmışlardır. Sonuç olarak deneye tabi tutulan dalgıç pompanın bütün mekanik, elektrik ve hidrolik çalışma büyüklükleri bilgisayar aracılığı ile okunup değerlendirilmiş ve karakteristik eğrileri çizilmiştir. Ertöz ve ark. (2003), modernize edilen bir pompa test ünitesinin yapısını incelemiş ve yapılan ölçümlerin elektronik olarak yapılmasını, elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılmasını ve sonuçların çıkarılmasını çalışmalarında ifade etmişlerdir. Demir ve ark. (2009) pompa test sistemlerinde kullanılan basit deneme düzenlerinde ölçme

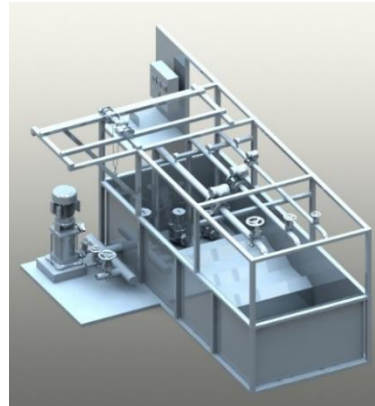
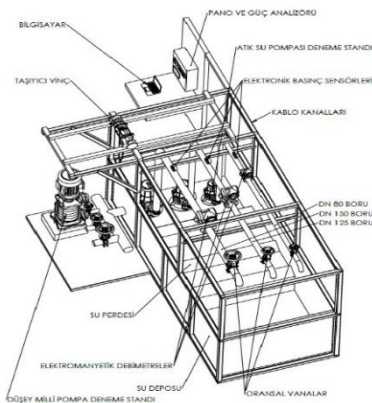
ve değerlendirme işlemlerinin zaman aldığını ve ölçümlerin istenilen hassasiyette gerçekleştirilemediğini belirtmişler ve elektronik ve bilgisayar teknolojilerinden faydalanmanın pompa karakteristik eğrilerinin istenilen hassasiyette belirlenebilmesi için önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Orhan ve ark. (2012) ise yaptıkları çalışmada pompa denemelerinde kullanılan farklı güç ölçme yöntemlerini, ölçülen pompa mil gücüne göre hesaplanan ve pompa etkinliğinde ortaya çıkan farklılıkları araştırmışlar ve sonuç olarak pompa kabul deneylerinde mil gücü ölçümünde, doğrudan güç ölçme yöntemlerinin kullanılmasının daha uygun olacağı görüşünü belirtmişlerdir.

Bu çalışmada; 3- 22 kW arası enerji gereksinimine sahip dalgıç tip atık su pompalarının karakteristik eğrilerinin belirlenmesine yönelik sabit bir test platformunun tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Pompa denemeleri sonunda sistem pompa karakteristik eğrilerini oluşturmakta ve çıktı olarak kullanıcıya vermektedir.

Materyal ve Metot

Çalışma konusu test standı TS 12599 standardı ve santrifüj pompa tasarım ilkeleri göz önüne alınarak DN 80, DN 125 ve DN 150 standart boru çaplarında 3 farklı hat şeklinde tasarlanmıştır. Test sistemine ait depo; 6 m uzunluğunda, 2m genişliğinde ve 1,5m yüksekliğinde profil kafes ile desteklenmiş 4 mm kalınlıklarındaki sac plakaların kaynakla birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Depo içerisine dalgalanmaları önlemek amacıyla su perdeleri yapılmış ve pompaların yerleştirileceği alan gerçek çalışma koşullarını simüle edecek şekilde tasarlanmıştır (Tezer 1975). Pompalar hareketli vinç sistemi ile kızaklı bağlantı düzeni üzerine taşınmakta ve pompaların sisteme bağlantıları kolay bir şekilde yapılmaktadır. Her bir hat üzerinde boru çaplarına uygun elektromanyetik debimetreler, basınçölçerler (basınç transmitterleri) ve oransal elektrik motorlu vanalar bulunmaktadır. Sistem ayrıca dalgıç tip olmayan dikey milli kademeli pompaların testlerinin yapılabilmesine de olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Test ünitesinin ön tasarım resimleri Şekil 1. de verilmiştir.



Şekil 1 Test sistemine ait ön tasarım resimleri
Figure 1 Preliminary design drawings of the test system

Test ünitesinde pompaya güç aktaran elektrik motoruna yol vermek için kontaktör (LAVATO marka) ve motor gücünü, motorun çektiği akımı ve diğer ölçüm parametrelerini ölçmek için multimetre (KLEMSAN KLEA SERİSİ) kullanılmıştır. Test ünitesinde debi ayarı için elektrik motorlu oransal vanalar kullanılmıştır. Gerçekleştirilen test ünitesindeki elektronik ölçü aletlerinden elde edilen verilerin alınması, test ünitesinin kontrolü için PLC ve ANALOG giriş çıkış modülleri ve WEİNTEK MTV100 HMI Panel kullanılmıştır.

Donanım ve yazılım arasındaki iletişimi sağlamak için PANASONİC FPWIN PRO7 PLC PROGRAMI ve WEİNTEK EASYBUILDER PRO ekran tasarım programlarından faydalanılmıştır. Bu program ile elde edilen veriler, bilgisayar ekranında EXCEL ortamına taşınarak görüntülenebilir, kaydedilebilir ve çıktısı alınabilir duruma getirilmiştir. Ayrıca EXCEL programında, elde edilen verilerden performans eğrilerini otomatik olarak çizilebilen ve istenildiğinde dışarı taşıyabilen bir grafik programı geliştirilmiştir (Sungur 2003).

Test ünitesinden bulunan PLC, WEİNTEK MTV100 Panel, Basınç sensörleri ve elektromanyetik debimetreleri beslemek için OMRON 24V DC 2,5A. bir güç kaynağı kullanılmıştır. Ayrıca meydana gelebilecek statik elektriklenmenin sebep olacağı ölçme hatalarının önüne geçmek, hem de koruma amaçlı olarak topraklama yapılmıştır (Gürdal 2000).

Pompaj tesisi boru hatlarında en uygun su hızı 1.5 - 2 m s⁻¹ olması istenir (Çalışır, 2009). Sistem deneyi yapılacak pompanın güç ve kapasitesine göre su hızı 2 ms⁻¹ referans alınarak 3 farklı hat şeklinde tasarlanmıştır. Kullanılan debimetrelerin ölçüm sınırları DN 80 için 0-120 m³/h ,DN 125 için 0-310 m³/h ve DN 150 için 0-450 m³/h şeklinde seçilmiştir.

Motor gücünü belirlemek için kullanılan KLEMSAN KLEA model multimetreye, akım trafoları ile motora ait akım bilgisi aktarılmıştır. Multimetredeki motorun şebekeden çektiği akım, şebekeden çektiği güç ve motorun cos φ değeri RS-485 haberleşme ile PLC cihazına aktarılıp gereken hesaplamalar ve ölçümler yapıldıktan sonra ekrana aktarılmıştır.

Her bir boru hattı üzerinde, akış yönünde, basma hattı basıncına uygun elektrik motorlu oransal vana bağlanmıştır (Şekil 2). Yapılan PLC programı yardımı ile analog çıkıştan alınan sinyaller vana devresine gönderilerek vananın istenilen konumda ayarlanması

sağlanmıştır. Vana konumunu bildiren sinyal tekrar PLC ünitesine alınarak verilen giriş sinyali ile konum sinyali karşılaştırılarak vana konumu kontrol edilebilmektedir (Sungur 2003).

Test ünitesinde bulunan pompaların kontrolü için bilgisayar ekranının yer alan her bir pompa için ayrı ekran sayfası tasarlanmıştır. Bu sayfada her bir pompa ayrı ayrı manuel ve otomatik şekilde çalıştırılabilir. Manuel kullanımında manuel butonu aktif hale getirilip motorların çalışması oransal vanaların kontrolleri ayrı ayrı yapılabilmektedir. Otomatik kullanımında ise pompaların belirlenen zaman aralığında 11 basamaktan oluşan debi açıklıkları belirlenerek bu açıklıklar için oransal vana açıklıkları otomatik olarak konumlandırılır ve testin sonunda veriler otomatik olarak okunup ekrana aktarılır. Alınan veriler otomatik olarak grafik çizimi yapılır, WEİNTEK MTV 100 HMI ekran kartı üzerinde bulunan SD karta aktarılır ve EXCEL formatında çıktı alınabilir.

Pompa karakteristik eğrilerinin hesaplamalarında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir (Demir ve ark 2009);

Pompanın Yuttuğu Güç Değerlerinin Elektriksel Büyüklükler Yardımıyla Belirlenmesi:

$$P_{şg} = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi}{1000}$$

- $P_{şg}$: Pompanın şebekeden çektiği güç (kW)
 V : Elektrik motorunun gerilimi (V)
 I : Akım (A)
 $\cos\phi$: Güç katsayısı
 P_{YG} : $P_{şg} \times \eta_{Elek.mot.}$
 P_{YG} : Pompanın yuttuğu güç (kW)
 $\eta_{Elek.mot.}$: Kullanılan elektrik motorunun verimi (%)

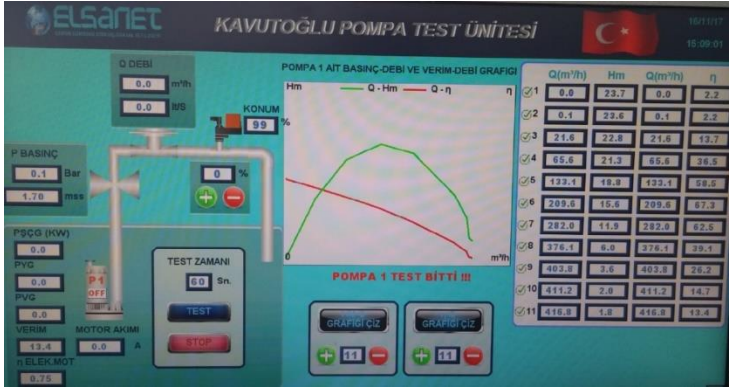
Pompanın Verdiği Güç (PVG) (Hidrolik Güç) Değerlerinin Belirlenmesi:

$$PVG = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{102} \text{ (kW)}$$

- PVG : Pompanın verdiği hidrolik güç (kW)
 Q : Debi (L/s)
 H_m : Manometrik Yükseklik (mSS)
 γ : Suyun yoğunluğu (kg/dm³)



Şekil 2 Oransal elektrik motorlu vanalar ve debimetrelerin konumlandırılması
 Figure 2 Positioning of proportional electric motor aided valves and flowmeters



Şekil 3 Pompa test sonrası grafik ekran görüntüsü
Figure 3 Graphical display appearance of pump test



Şekil 4 Pompa test sistemi
Figure 4 Pump testing system

Pompa Veriminin Hesaplanması:

Pompa verimi (η_p), pompa miline verilen gücün suya aktarılan kısmının yüzdelik ifadesidir. Sonuç olarak pompa verimi (η_p), pompanın verdiği güç (PVG) değerinin, pompanın yuttuğu güç (PYG) değerine oranından bulunmuştur.

$$\eta_p = \frac{PVG}{PYG} \times 100 (\%)$$

Sonuç

İmalatı yapılan pompa test sistemi güç gereksinimi 3 – 22 kW aralığındaki dalgıç tip atık su pompalarının tüm karakteristik özelliklerini ortaya koyabilecek nitelikte tasarlanmıştır. Pompa, test sistemine akuple edildikten sonra dokunmatik ekran üzerinde bulunan butonlar ile tüm kontroller sağlanmaktadır. Kontrol paneli üzerinde debi ($m^3h^{-1} - lt s^{-1}$), manometrik yükseklik - basınç (mSS –Bar), vana açıklığı çektiği güç (kW), pompanın verdiği hidrolik güç (kW), akım (A), pompa verimi (%) ve test süresi (s) gibi parametreler anlık olarak görülmektedir. Sistem pompa testinin otomatik veya manuel olarak yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Manuel testlerde kullanıcı istenilen vana konumunu dijital ekran üzerinden ayarlayabilmekte ve bu konumda istenilen tüm veriler ekran üzerinden okunabilmektedir. Otomatik test sisteminde pompanın test ünitesine akupasyonu tamamlandıktan sonra TEST butonu ile deneye başlanmaktadır. Deneyin ilk aşamasında vana açıklığı tamamen kapalı konumda teste başlanmakta, sistem 60 s. süreyle çalıştırılmakta ve bu konumda elde edilen veriler (Debi, basınç, P_{ŞÇG}, P_{PYG}, P_{PVG} ve pompa verimi) PLC yardımıyla matematiksel olarak işlendikten sonra 1.vana açıklığı değer hanelerine (Debi, basınç ve verim) yazılmaktadır. Bu işlem toplamda 11 vana açıklığında (Anonim 1978), her bir vana konumu ayarlandıktan 60 s. sonra tekrarlanmakta ve elde edilen veriler sırasıyla ilgili hanelere işlenmektedir. Her bir vana açıklığında 60 saniyelik bekleme süresinin amacı ölçüm hassasiyetini sağlamak amacıyla debinin ve basıncın kararlı hale gelmesini beklemek şeklinde açıklanabilir.

Deney sonrası dijital ekran üzerinde debi (Q) – manometrik yükseklik (Hm) ve pompa verim (η) eğrileri çizdirilmektedir. (Şekil 3).

Bu çalışma ile farklı kapasite ve tiplerde atık su pompası imalatı yapan bir işletmeye atık su pompaları için bir test sistemi tasarımı ve imalatı yapılmıştır (Şekil 4).

Daha önce pompa testleri için gerekli debi değerinin orifismetre, güç ölçümünün sayaçlarla ve basınç ölçümünün manometreler ile yapıldığı firmada tasarlanan ve imalatı yapılan bilgisayar kontrollü test sistemi, firmada imalatı yapılan pompaların istenilen karakteristik özelliklere gerçekten sahip olup olmadıklarının kontrol edilmesi, yeni tasarlanan pompaların performanslarının etkin bir şekilde belirlenmesi, AR-GE faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi ve firmanın standartlara uygun bir imalat yapması anlamında firmaya önemli katkılar sağlamıştır. Tüm bunların yanı sıra firmada ürün, üretim ve hizmet kalitesi artırılmış ve günümüz rekabet koşullarında firmanın rekabet üstünlüğü sağlanmasında katkı sağlanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma için verdikleri destekten dolayı Muzaffer Kavutoğlu Pompa Makine ve Ticaret Limited Şirketi' ne teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Anonim. 1978. TS 514, Pompalar (Düşey Milli Türbin). TSE. Ankara.
- Anonim. 1999. TS 12599, Pompalar – Dalgıç Pis Su İçin
- Bilgin O, Ürkmez A, Yılmaz N. 2003. Bilgisayar Destekli Dalgıç Motopomp Deney Standı Tasarımı ve Uygulaması. Elektrik-Elektronik Bilg. Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi, s. 492-495, İstanbul.
- Çalışır S. 2009, Sulamada pompaj tesisleri, Tarım Makinaları, Editör: Gazanfer Ergüneş, Nobel Yayınları, 351-413.
- Demir V, Yürdem H, Günhan T. 2009. Tarımsal Sulamada Kullanılan Pompaların Karakteristik Değerlerinin Laboratuvar Koşullarında Bilgisayar Destekli Olarak Belirlenmesi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 5 (2): 223-234
- Ertöz A, Değer T, Karamanoğlu Y. 2003. Pompa Deney Standı Modernizasyonu Vansan Makine Sanayii. <http://www.vansan.com.tr/download.htm>
- Gürdal O. 2000. Algılayıcılar ve Dönüştürücüler, Nobel Dağıtım Ankara
- Orhan N, Kaya E, Çalışır S. 2012. Pompa Denemelerinde Kullanılan Farklı Güç Ölçme Yöntemleri, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 8 (2): 137-145
- Sungur C. 2003. Bilgisayar Kontrollü Yüksek Hassasiyetli Santrifüj Pompa Deney Ünitesinin Gerçekleştirilmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (32): 39-46, Konya.
- Tezer E. 1975. Sulamada Pompaj Tesisleri, Ç.U. Ziraat Fakültesi, Adana