

POMPA DENEY STANDI MODERNİZASYONU

A.Özden ERTÖZ
Tunç DEĞER
Yılmaz KARAMANOĞLU
Vansan Makina Sanayii

ÖZET

Pompa deneyleri, yeni dizayn edilen pompaların performansının saptanması, seri imalatta performansın doğrulanması, çark çapı küçültmelerinde hesaplanan değerlerin kontrolü, özel malzemelerin yapılan pompa performansına etkisinin saptanması gibi nedenlerle yapılmaktadır. Pompa deneylerinde debinin, basma yüksekliğinin ve deney motoru giriş gücünün ölçümü yapılır. Bunlardan başka satış sözleşmesinde varsa, titreşim ve gürültü seviyesi ölçümleri de yapılabilir.

Memleketimizde pompa üreten fabrikalarda, pompa deneylerinde eskiden beri debi ölçümü sabit hacim tanklarıyla, güç ölçümü sayaçlarla, basınç ölçümü ise manometrelerle yapılmaktaydı. Dünyanın önde gelen pompa imalatçıları pompa deney laboratuvarlarını modernize etmekte ve daha hassas ölçüm yapabilme kabiliyet ve tekniklerini duyurarak kuruluşlarının güven verici olduğu fikrini yaymaya çalışmaktadır. Artık elektronik debimetreler, basınç sensörleri ve bilgisayarlar sayesinde, ölçümler elektronik ortamda gerçekleştirilmekte, insan hatasından uzak, çok daha hassas veriler elde edilebilmektedir. Yazılan yazılımlar, ve harici veri toplama kartları daha çok veri toplayarak yaptıkları analizlerle daha güvenilir sonuçlar ortaya koyabilmektedir.

Bu bildiri modernize edilen bir deney düzeneğinin yapısı incelenmektedir. Ölçümlerin elektronik olarak yapılması, elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve sonuçların çıkarılması anlatılmakta, yapılan ölçümün hassasiyeti ve uluslararası standartlardaki sınıfı belirtilmektedir.

1. GİRİŞ

Pompa imal edilen fabrikalarda pompa deneyleri eskiden beri debi ölçümü, sabit hacim tanklarıyla, güç ölçümü sayaçlarla, basınç ölçümü ise manometrelerle yapılırdı. Elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak debi ölçümde manyetik debimetreler, basınç ölçümde, basınç algılayıcılar, güç ölçümde güç analizatörleri ve tork algılayıcılar alışlagelmiş ölçme metodlarından çok daha hassas olarak ölçme yapmaktadırlar. Bu elektronik cihazlarla yapılan ölçümler bir ara terminalden geçirilerek bilgisayara eklenen bir kart yardımı ile bilgisayara aktarılmakta ve arzu edilen peryotlarda ekranda işlemciden geçirilerek görüntülenmektedir.

Genel olarak fabrika deneylerinde, imal edilen pompaların garanti edilen özelliklerinin sağlanmasının kontrolü, yeni dizayn edilen pompaların performanslarının saptanması, yapılan dizayn değişikliklerinin etkilerinin gözlemlenmesi yanında, basınç dayanımı, titreşim ölçümü, eksenel kuvvet ölçümü, sızdırmazlık gibi ölçümler de yapılabilmektedir. Bu bilgilere ilaveten titreşim ve gürültü seviyeleri de ölçülebilmekte hatta bir kamera yardımı ile internetten eş zamanlı olarak yayınlanabilmektedir.

Pompalara aktarılan gücün elektrik motoru giriş gücünden ölçülmesine motor verimindeki belirsizlik dolayısıyla hassasiyet gerektiren deneylerde müsaade edilmemektedir. Hassasiyet gerektiren 1. ve 2. sınıf deneylerde pompa giriş gücü ölçümü torkmetreler ile yapılmalıdır. İncelenen deney standı modernizasyonun ikinci etabında, devir sayıçlı torkmetreler ile pompa giriş gücü ve load-cell ile de pompaların eksenel kuvvetleri ölçülecektir. İlk etapta tamamlanan kısım ile -1/3, 0-10, 0-25, 0-60 bar arasında %0.5 hassasiyetli basınç algılayıcıları, Φ 40, Φ 100, Φ 250, Φ 600 mm. Çaplı % 0.5 hassasiyetli manyetik debimetreler ile biri taşınabilir, diğer ikisi pano tipi güç analizatörleri kullanılmaktadır. Güç analizatörlerinden biri hassas 1/5 oranlı özel akım trafosu ile küçük güçler için, diğeri 5/200 oranlı akım trafosu ile büyük güçler için ($P_{maks}=200$ kW), taşınabilir olanı ise $P_{min}=10$ kW ve daha büyük güçler için kullanılmaktadır.

2. DENEY DÜZENEĞİ

Bildiri incelenen deney düzeneği, bir havuzdan, bir kontrol odasından ve değişik tipdeki pompaları denemek için kullanılan farklı 4 çaptaki borudan, borular üzerindeki ekipmanlardan (debimetreler, basınç ölçerler ve motorlu vanalar) ve güç analizöründen oluşmaktadır.

Kontrol odası, bilgisayarın, basınç ve debi proses kontrol cihazlarının ve motorlu vana kumandalarının bulunduğu yerdir. Deney düzeneğini görebilecek ve olası su taşmalarından etkilenmeyecek şekilde tasarlanmıştır (şekil 1).

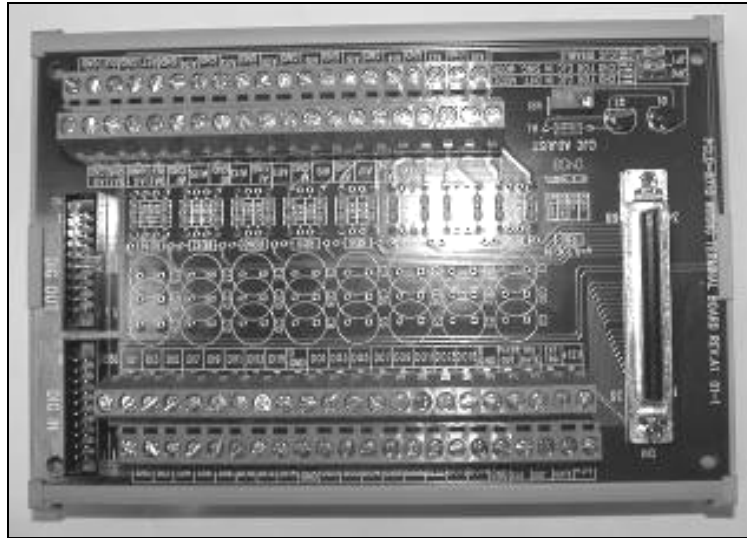


Şekil 1: Deneysel kontrol odası.

3. DENEY VERİLERİNİN BİLGİSAYAR ORTAMINA AKTARILMASI

Tipik bir pompa testi sonucunda temel olarak; pompa karakteristiği (kısılma eğrisi), güç eğrisi ve verim eğrileri elde edilir. Basınç algılayıcılar ile debimetrelerden gelen sinyaller, bilgisayar kasası dışında bulunan analog ve dijital sinyal toplayabilen veri toplama kartına iletilmektedir.

Kullanılan harici veri toplama kartı (şekil 2) 16 adet analog sinyali hassas biçimde ölçebilmektedir. Daha sonra topladığı bu sinyalleri dahili PCI karta yollar, ve sinyaller bilgisayar ortamına bir veri olarak aktarılmış olur.

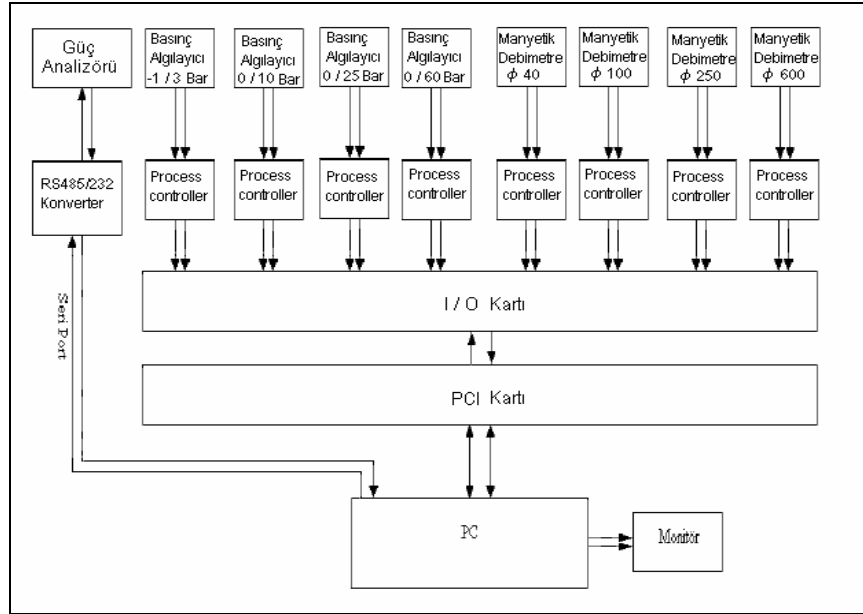


Şekil 2: Harici veri toplama kartı (External data acquisition card).

3.1 DENEY ARAYÜZÜ

Bilgisayar destekli güvenilir bir pompa testinin yapılabilmesi için hassas deney ekipmanlarının haricinde, sinyalleri eşzamanlı ve senkronize olarak toplayan, verileri işleyerek test grafiklerini çizen, test sonuçlarını veri tabanlarına aktaran ve önceki deneylere erişimi sağlayan kapsamlı bir arayüz (interface) programına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bildiride ARGE bölümünde geliştirilen örnek bir pompa testi arayüzü programı "VP-CAPT04.01" tanıtılacaktır. Aşağıda blok şeması verilen (şekil 3) bu program, seri bağlantı ve dahili pc kartından belirtilen dataların tümünü alır, işler ve gerekli çıktıları sağlar.

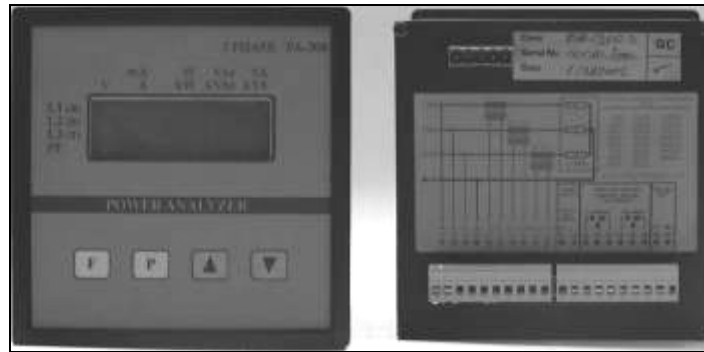


Şekil 3: Sinyal toplama şematik gösterim.

3.2 GÜÇ ANALİZÖRÜ VERİLERİNİN TOPLANMASI

Deney standında biri taşınabilir, diğer ikisi pano tipi güç analizörleri kullanılmaktadır. Güç analizörlerinden biri hassas 1/5 oranlı özel akım trafosu ile küçük güçler için, diğeri 5/200 oranlı akım trafosu ile büyük güçler için ($P_{maks}=200$ kW), taşınabilir olanı ise $P_{min}=10$ kW ve daha büyük güçler için kullanılmaktadır.

Güç analizörü, sadece pompa motoruna giden elektrik hattına bağlıdır (şekil 4). Güç analizörü şebekeden çekilen güç, anlık voltaj, amperaj değerleri ve güç faktörü değerlerini sağlar. Arayüz yazılımında güç analizörü değerleri RS485 protokolü ile toplanmaktadır. Bilgisayarın seri bağlantı noktasına sinyaller RS485/232 çevirici adaptör ile aktarılmaktadır. Güç analizörünün sinyal protokolü gereği, toplanacak her sinyal için, yazılımdan 2byte boyutunda anahtar kod gönderilmekte, buna karşılık analizörden 197 byte'lık sinyal şifresi alınmaktadır. Bu şifrenin içerisinde 102 byte'lık anlamlı veri, sıralı bir paket halinde gelmektedir. İşlenecek 102 byte'lık verinin toplam kod içindeki konumu zamanla değişebilmektedir.



Şekil 4: RS485 destekli bir güç analizörü

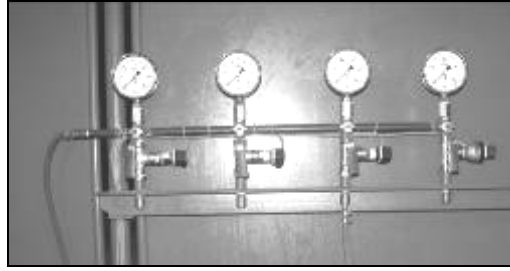
Güç analizöründen gelen anlamlı verinin toplam sinyal içindeki pozisyonu, üretici firma tarafından belirlenen rakam dizileriyle işaretlenmiştir (Örneğin sinyal başı"0123", sinyal sonu"321" gibi.). Bu sayede yazılıma eklenen sinyal çözücü, işlenecek sinyalin toplam kod içindeki başlangıç ve bitiş adreslerini hesaplar ve herhangi bir sinyalin indisini, o anlık sinyalin orjinine göre eşleştirir (Örneğin $index(\cos\phi)=orjin+54$ gibi). Bu yöntem yazılımın bünyesinde kullanılan değişkenlere hatalı veriler aktarılmasını engellemektedir.

3.3 DEBİ ve BASINÇ VERİLERİNİN TOPLANMASI

Düzenekte kullanılan basınç transmitterleri (şekil 5) 4 farklı aralıkta ölçüm olanağı sağlarlar,

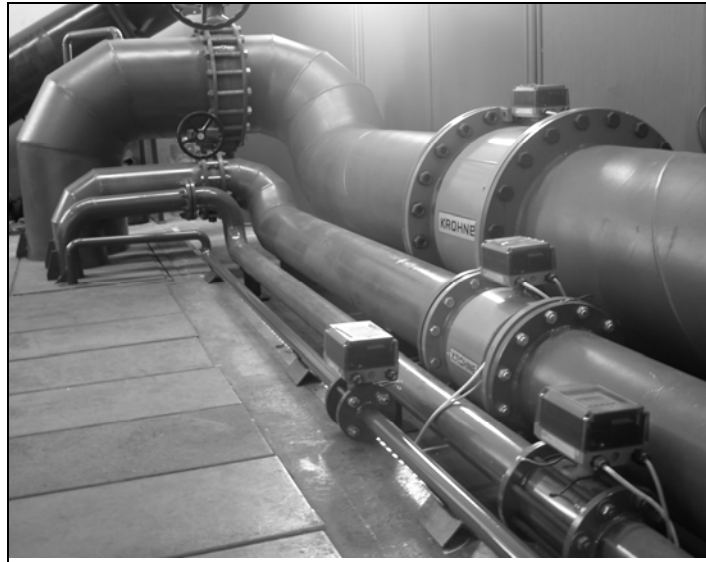
- 1 & 3 bar
- 0 & 10 bar
- 0 & 25 bar
- 0 & 60 bar

Bu sensörler %0.5 hata payına sahiptirler. Sensörler KALMER’de kalibre ettirilmiştir. Kontrol amaçlı olarak, sensörlerin üzerlerine manometreler de yerleştirilmiştir. Deneye başlamadan önce gerekli aralık belirlenir ve çalışacak sensöre ait analizör açılır. Sensörler hassastırlar ve belirtilen basınç aralığı dışında kullanılmamalıdır. Eğer bu aralık tam olarak belli değil ise maximum basınçta ölçüm yapan sensör tercih edilmelidir.



Şekil 5: Manometre ve veri toplama sistemine bağlı basınç sensörleri.

Döşenen boru çaplarında olmak üzere (şekil 6) 40mm, 100mm, 250mm, 600mm çaplarında manyetik ölçüm prensibi ile çalışan 4 adet debimetre kullanılmaktadır. Bu debimetrelerin, akış 0.4 m/s den büyük olduğu zaman ölçülen debinin $\pm 0.5\%$ ‘i kadar hata payı vardır. Debimetrelerin üzerlerinde kendi göstergeleri de vardır. Bu göstergeler bilgisayarsız ölçüm veya doğrulama amaçlı kullanılabilirler.



Şekil 6: Data toplama sistemine bağlı 0~10,000 m³/h elektromanyetik debimetreler.

Güç analizöründen RS485 yoluyla gelen verilerin kodları çözülüp doğrudan software’de işleme sokulmakta, ancak debimetreler ve basınç transmitter’ların maksimum çalışma debisi ve basınçları gözönüne alınarak, bilgisayar programında 20 mA’e karşı gelen debi veya basıncı gösterecek şekilde ayarlanmaları gerekmektedir. Örneğin bir debimetrede kullanılacak pompanın maksimum debisi “ Q_{max} ” kadar ise debimetrenin göndereceği en yüksek akım şiddeti (20mA) Q_{max} ’a göre ayarlanmalı, yazılımda ise maksimum debiye ve amperaja göre ayarlanan skala ile giriş sinyali çarpılarak debi hesaplanmalıdır. Benzer kalibrasyon işlemleri basınç algılayıcılar için de yapılmalıdır.

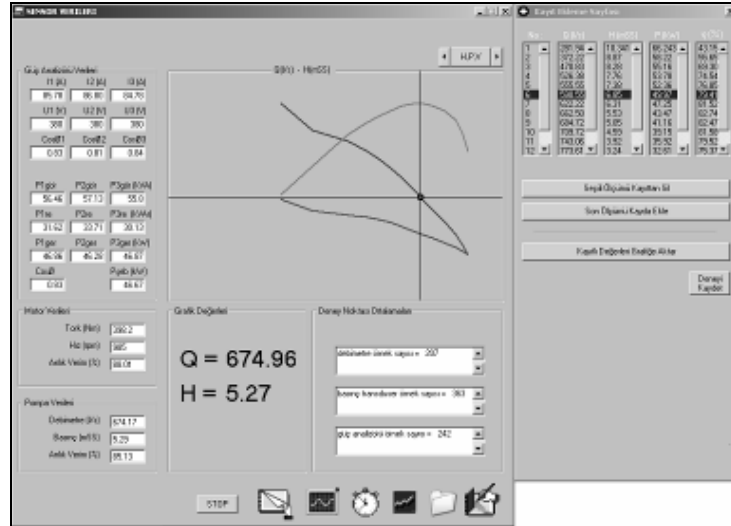
Debi ve basınç değerleri, elektromanyetik debimetre ve basınç algılayıcılardan 4~20mA’lik sinyaller olarak toplanmaktadır. Harici bağlantı kartı, sinyalleri PCI kartına 0~10V’a çevirerek aktaracağından, bağlantının kart üzerindeki 500 Ω ’luk dirençlerin uçlarından yapılması gerekmektedir.

Sinyallerin voltaj değeri olarak aktarıldığı veri toplama kartlarında, gerilimin belirli bir değeri aşmasının sakıncalı olması halinde, Ohm kanunu gereğince daha küçük direnç seçilmeli ve hesaplanacak debi ile orantılı olan voltaj sinyali full skalası, bir miktar düşürülmelidir.

“VP-CAPT04.01” yazılımına Advantech-DAS kartının dinamik bağlantı kütüğü (dll drivers) ile ilişki kurabilen bir modül eklenmiştir bu sayede harici veri toplama kartından PCI karta gelen sinyaller voltaj değerleri olarak gerekli değişkenlere aktarılmakta, gerçek amperaj-debi(Q_{ger}/I) voltaj-amperaj($R=V/I$) ve voltaj-hesaplanan(dijital)debi (Q_{dig}/V) oranları kullanılarak debi değeri hesaplanmaktadır.

$$Q_{dig} = Q_{ger} \times \left(\frac{I}{Q_{ger}} \right) \times \left(\frac{V}{I} \right) \times \left(\frac{Q_{dig}}{V} \right)$$

Benzer algoritma basınç hesabında da kullanılmaktadır. Yazılım kullanılmaya başlanmadan önce deney sırasında hangi basınç algılayıcının ve hangi debimetrenin kullanılır durumda olduğu yazılıma girilmelidir.



Şekil 7: VP-CAPT04.01 arayüz programından bir görüntü

Elektrik motorlu vanalara kumanda edilerek pompa çalışma debisi ayarlanmaktadır. Deney esnasında yeni bir çalışma noktasına geçildiğinde değerlerin kaydına başlanmadan önce sistemin stabil hale gelmesi beklenmelidir. “VP-CAPT04.01” bünyesinde bulunan; debi, basınç, güç gibi önemli değerlerin zamanla dalgalanmasını gösteren “sinyal dalgalanmaları formu, operatöre yeni çalışma noktası değerlerinin kaydı konusunda yardımcı olmaktadır.

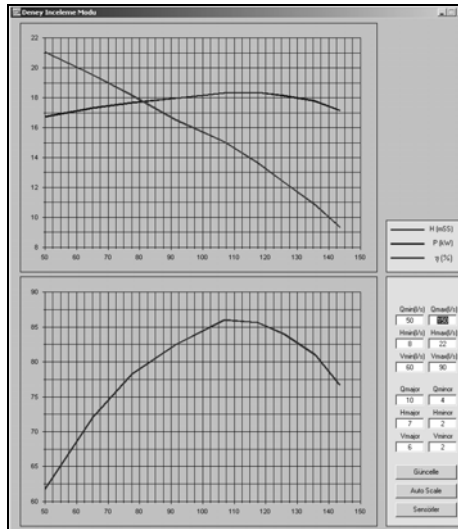
“VP-CAPT04.01” arayüzünde anlık çalışma noktası değerleri ve o ana kadar kayda alınan noktalar ana grafik üzerinde sunulmaktadır. Yeni bir çalışma noktasının kayda alınması için kronometre butonuna iki kez basılır. İki tuşlama arasında geçen zaman zarfında güç analizörü, debimetre ve basınç algılayıcılardan gelen sinyaller, ekipmanların sinyal gönderme frekansları oranında örneklenmektedir.

Veri toplama tamamlandığında liste kutucuklarında (listbox) örneklemeler sıralanmaktadır. Bozucu girdi nedeniyle örneklerde hata oluşup oluşmadığı bu listelerde kontrol edilebilmektedir. Son noktanın deney raporuna dahil edilmesi için “son ölçümü kayda ekle” butonuna basılır. Yeni ölçüm noktaları kayda eklendikçe anlık çalışma noktasının görüntülediği grafik güncellenmektedir.

Anlık çalışma noktası grafiği üzerinde pointer gezdirildiğinde kayda alınmamış ara nokta değerleri “Lagrange” iterasyonu yardımıyla tamamlanmaktadır.

Deney tamamlandığında “deneyi kaydet” tuşuna basılır ve deney raporu kaydedilir. Yazılım kullanılarak daha önceden yapılan deney sonuçlarına da erişim sağlanmaktadır.

Debiye bağlı olarak basınç güç ve verim grafikleri, grafik scroller kullanılarak ayrı ayrı incelenebilmektedir. Kayıtlı noktaların daha hassas görüntülediği “deney inceleme modu” formu, deneyin irdelenmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 8: VP-CAPT04.01 “deney inceleme modu” formu

4. POMPA KABUL DENEYLERİ

Pompa imalatçısı deneylerini aynı zamanda müşterisini tatmin etmek için de yapar. Bu deneylerde müşteri alacağı pompanın istediği düzeyde olup olmadığını kontrol eder. Bu tip satışlarda şartnamenin ve kontratın maddelerinin taraflar için net olması gerekir.

Pompanın şartnamede belirtilen ve garanti edilmiş çalışma noktasının uygunluğu, kabul tolerans sınırlarına göre belirlenmelidir. Bu sebepten garanti noktasının debisi (Q_g) ve basma yüksekliği (H_g) ile isteniyorsa, garanti edilen pompa verimi veya mil gücü, NPSH şartnamede belirtilmiş olmalıdır.

Performans kabul deneyleri, fabrikadan çıkmadan önce pompa performansının yanında, elektrik motorunun, salmastraların ve diğer yardımcı ekipmanların da çalışmasının şartnameye uygunluğunun saptanması için yapılır.

Tedarikçi, belirlenen dönme sayısında ve belirlenen şartlarda pompa karakteristiğinin kabul tolerans sınırları içinden geçeceğini veya degeceğini garanti etmelidir.

Müşterinin belirttiği farklı çalışma noktaları, ve onların toleransları, müşteri ve tedarikçi arasında yapılan ayrı bir anlaşma ile belirtilmelidir.

Bir pompanın performansı, pompalanan sıvının doğasıyla orantılı olarak değişir. Genel kuralları olmamasına rağmen, pompanın soğuk temiz suyla gösterdiği performans diğer bir sıvı ile göstereceği performansı tahmin etmede kullanılabilir. Kurumların özel durumlara uygunluk için ampirik kurallarda anlaşması ve pompayı temiz soğuk suyla test etmesi her zaman istenilen bir durumdur.

Yapılan bir sözleşmede bir garanti noktasının tanımı müşteri pompa performans eğrisiyle ya da benzer şekilde yazılmış ve projelendirilmiş özel dökümantasyonla yapılır. Temiz soğuk suyun haricindeki akışkanlar için yapılan testler müşteri ile tedarikçi arasında yapılan özel anlaşmaya bağlıdır.

5. DENEYİN STANDARTLARDAKİ YERİ

Yapılan deneylerin geçerli olabilmesi ve kabul edilmesi için standartlara uygun olması gerekir. Yapılan deneyde kullanılan araçlar ve yöntemler, sonuçların kesinlik derecesini belirler ve deneyin hangi sınıfa ait olduğunu ortaya koyar. Buna göre de imalatçı kataloglarını hazırlar ve müşterileri ile anlaşır.

5.1 ÖLÇÜM BELİRSİZLİKLERİ

Her ne kadar uygulanan ölçüm prosedürü, kullanılan araçlar ve yapılan analizlerin metodları, varolan kurallara ve özellikle bu uluslararası standartdaki talimatlara uygun olsa da, yapılan her ölçümün bir belirsizliğe maruz kalması kaçınılmazdır.

5.1.1 RASTLANTISAL BELİRSİZLİĞİN SAPLANMASI

Bir ölçümün rastlantısal belirsizliği, o ölçümün standart sapmasının iki katı alınır. Herhangi bir ölçüm için belirsizlik ISO 5198 normlarına uygun olarak hesaplanıp belirtilir. Rastlantısal belirsizlikler en çok ölçülen değerlerin dalgalanmasından etkilenirler.

5.1.2 İŞLEMİN STABİLİTESİ

Ölçülen her birim için dalgalanma, izin verilen genlikten fazla olmamalıdır.

Ölçülen değer	İzin verilen dalgalanma genlikleri		
	1. sınıf %	2. sınıf %	3. sınıf %
Debi	+ 2	+ 3	+ 6
Diferansiyel basınç	+ 3	+ 4	+ 10
Tahliye basıncı	+ 2	+ 3	+ 6
Emme basıncı	+ 2	+ 3	+ 6
Giriş gücü	+ 2	+ 3	+ 6
Dönme hızı	+ 0,5	+ 1	+ 2
Tork	+ 2	+ 3	+ 6
Sıcaklık	0,3° C	0,3° C	0,3° C

5.1.3 MAKSİMUM İZİN VERİLEN SİSTEMATİK BELİRSİZLİK

Bir ölçümün belirsizliği, kısmen ölçüm cihazındaki belirsizliğe veya kullanılan ölçüm metoduna bağlıdır. Bütün bilinen hatalar kalibrasyonla ortadan kaldırıldıktan sonra, uzunlukların dikkatli ölçümü, uygun ve doğru montaj ve benzeri işlemlerde hatasız ölçüm için bütün yapılanlara rağmen ölçümlerin aynı cihaz ve ölçüm metodlarıyla tekrarlanmasıyla ortadan kaldırılamayan bir hata vardır. İşte bu hata bileşenine sistematik belirsizlik denir.

Değer	İzin verilen değer		
	1. sınıf %	2. sınıf %	3. sınıf %
Debi	± 1,5	± 2,5	
Diferansiyel basınç	± 1,0		
Tahliye basıncı	± 0,5		
Emme basıncı	± 0,5		
Sürücü güç girişi	± 1,0	± 2,0	
Dönme hızı	± 0,35	± 1,4	
Tork	± 0,9	± 2,0	
Pompa basma yüksekliği	± 1,0	± 2,5	
Sıcaklık	0,6° C	0,6° C	

İzin verilen sistematik belirsizlikler

5.1.4 TOPLAM ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ

Toplam ölçüm belirsizliği sistematik ve rastlantısal belirsizliklerin karelerinin toplamının, kareköküdür (geometrik ortalamaları).

Değer	Sembol	1. sınıf	2. sınıf	3. sınıf
Debi	e _Q	± 2,0	± 3,5	
Dönme hızı	e _n	± 0,5	± 2,0	
Tork	e _T	± 1,4	± 3,0	
Pompa basma yüksekliği	e _H			
Sürücü güç girişi	e _{per}	± 1,5	± 5,5	
Pompa güç girişi (dönme hızından ve torkdan hesaplanan)	e _p			
Pompa güç girişi (sürücü gücü ve motor veriminden hesaplanan)	e _p	± 2,0	± 4,0	

5.2 PERFORMANS TESTİ KABUL SINIFLARI VE TOLERANS FAKTÖRLERİ

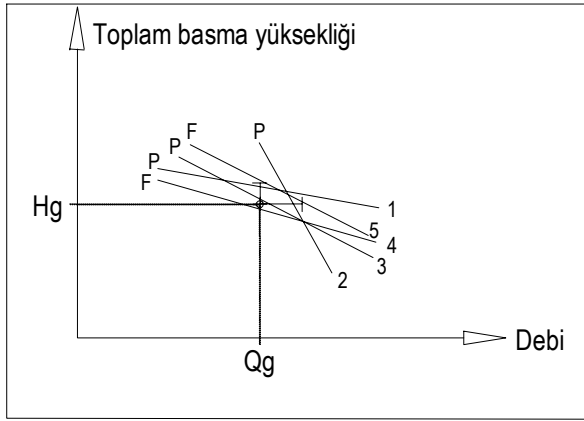
Üretimden ve tamamlamadan dolayı çizimden geometrik sapmalar her pompada olur. Bu sapmalar pompaların işlevsel özelliklerinde toleranslara sebep olur ve test durumundan ve ölçüm kesinliğinden etkilenmezler. Aşağıda 5 pompa performansı testi kabul edilebilirlik sınıfı tanımlanmıştır, 1U, 1E, 1B, 2 ve 3.

1. sınıf en katı sınıftır. 1U sınıfının tek yanlı, 1B sınıfının ise iki yanlı tolerans bandı vardır. 1E sınıfı da iki yanlı tolerans bandlı tipdedir ve enerji verimliliği ile ilişkililere yardım eder. 1. sınıfdakilerin üçü de aynı tolerans bandı genişliğine sahiptirler. 2. ve 3. sınıfın tolerans bandları ise daha geniş ve iki yanlı tipdedir.

Aşağıdaki tabloda pompa basıncı, debisi, gücü ve verimi için garanti noktası kabul sınıfları verilmiştir. Bütün toleranslar garanti değerlerinin yüzdesi olarak verilmiştir.

Test Parametresi	Sembol	1U	1E	1B	2	3
Debi	t _Q (%)	+10 / 0	+/- 5	+/-5	+/- 8	+/- 9
Toplam basma yüksekliği	t _H (%)	+6 / -0	+/- 3	+/-3	+/- 5	+/-7
Güç	t _P (%)	+10	+4	+4	+8	+9
Verim	t _η (%)	0*	0*	-3	-5	-7

Pompa test kabul sınıfları



Şekil 1: tek yanlı tolerans bandı; P=geçer, F=başarısız.

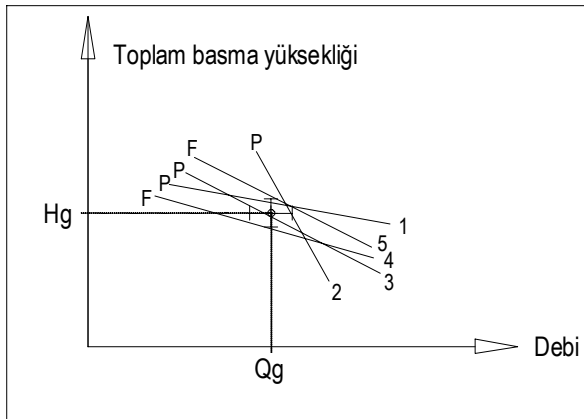
Eğri 1 : Toplam basma yüksekliği tolerans bandını kesiyor.

Eğri 2 : Debi tolerans bandını kesiyor.

Eğri 3 : Debi ve toplam basma yüksekliği tolerans bandlarının her ikisini birden kesiyor.

Eğri 4 : Hiç bir tolerans bandını kesmiyor.

Eğri 5 : Hiç bir tolerans bandını kesmiyor.



Şekil 2: iki yanlı tolerans bandı; P=geçerli, F=başarısız.

5.3 POMPA UYGULAMASI İÇİN STANDART TEST KABÜL SINIFLARI

Standart test kabul tablosu bir pompanın oransal şaft gücü ve müşterinin pompa için tasarladığı servise uygun kabul sınıfı belirler. Müşterinin, bir garanti noktasında anlaşıldığında, kendi tercih ettiği kabul sınıfını belirtme opsiyonu her zaman vardır. Bu yapıldığı zaman, seçilen sınıflandırma bu tablo sayesinde yapılan her sınıflandırmanın yerine geçer ve bu bölüm kullanılmaz.

Uygulama	Pompanın oransal şaft gücü				
	<1kW	1 < 10 kW	10 to 100 kW	100 - 1000 kW	> 1000kW
Kentsel su uygulamaları		2	2	1B	
Kentsel atıksu uygulamaları		2	2	2	
Elektrik enerji sanayi		2	1B	1E	
Petrokimya sanayi	API pompaları	1B	1B	1B	
	Boruağı	1B	1B	1B	
	Su enjeksiyonu	1B	1B	1B	
Kimyasal Sanayi		3	2	2	
Soğutma kulesi uygulamaları		3	2	2	
Kağıt hamuru & kağıt uygulamaları		3	2	2	
Çamur uygulamaları		3	2	2	
Genel endüstri uygulamaları		3	3	2	
Sulama uygulamaları		3	3	2	
Residental uygulamalar		3	N/A	N/A	
Sabit yangın pompaları (serpinti pompaları dahil)		3	2	1U	

N/A= Uygun değil.

Standart kabul sınıfı

6. SONUÇLAR

Yeniden düzenlenen pompa deney standında bu çalışmalar sonunda basınç transmitterleri ile manyetik debimetrelerle hassas bir şekilde katalog verilerine göre (% 0,5) hassasiyetle ölçüm yapılabilmektedir. Bütün ölçümler dijital ortamda yapıldığı için ekranda ölçüm alınmaya elverişli stabiliteye geldiği gözlenen deney noktasının kayıt butonuna basılmasından itibaren ikinci bir basmaya kadar kayıt otomatik olarak yapılmakta ve birkaç saniyelik bu zaman aralığının ortalaması olarak kaydedilmektedir. Bu sayede ölçümlerdeki raslantısal belirsizlik azaltılmış olmaktadır. Kullanıcı arayüzünde deney noktaları alındıkça pompa karakteristiğinin görülebilmesi ise deney sırasında değerlendirme yapabileme imkanı vermektedir.

Elektronik ekipmanlar deney verilerini bilgisayar ortamına aktarıp, veri akışını daha düzenli hale getirmiştir. Bu şekilde bilgisayar ortamına aktarılan kayıtlar, değişik koşullar için pompa seçmeye yarayan “*pompa seçim programları*” na düzgün bir veri tabanı sağlamaktadır. Bilgisayar ve internet sayesinde, deneyler bir kamera yardımı ile dışarıdan gözlenebilmekte, sonuçlar eş zamanlı olarak yayınlanabilmektedir.

Bütün bunlar ürün, üretim ve hizmet kalitesini arttırmakda, firmalara piyasadaki rekabette üstünlük sağlamaktadır. Aynı zamanda yapılan bu denemeler firmaların AR-GE departmanları için bir geri besleme oluşturmaktadır, böylece var olan ürünlerin sürekli geliştirilmesinde ve yeni ürünlerin modellenmesinde en iyi sonuçlar elde edilebilmektedir.

SUMMARY

Pump tests are made to, such as, determine the efficiency of a new desined pump, the verification of this performance in manufacturing, control of the calculated value in impeller diameter optimisation and the effect of use of new materials to the pump performance. In those tests, the flow rate, pressure and the power input of test motor are measured. vibration and the noise levels can also be measured if it is in the contract.

These tests were conducted for many years by classical methods, measuring capacity by fixed volume tanks, head by pressure gauges and power by power meters in our factory. After the developments in electronics and computer technology, as a part of this test laboratory modernization project, magnetic flowmeters are used for capacity measurement, pressure transmitters for head measurements and power measurements by power analysers. Inputs from all these instrument are connected to an I/O card and PCI card. The R&D department of the factory has developed a computer program enabling to average and store the data measured and display the charecteristic curves during that data acquisition process. Also additional inputs are provided for torque meters, speed measurements, load cells for axial thrust measurements.

KAYNAKLAR

- Advantech**, PCI 1710 series User's Manual, First Edition, Taiwan, June 2001 <http://www.advantech.com>
Advantech, PCLD 8710 series User's Manual, First Edition, Taiwan, June 1998 <http://www.advantech.com>
Krohne, Signal Converters for electromagnetic flowmeters, IFC 010K, IFC 010F <http://www.krohne.com>
PA-300 Üç Faz Güç AnalizörüDökümanı, Case Elektronik San. Tic. Ltd. Şti., <http://www.case.com.tr>
Pomsad,Radyal (santrifuj), Karışık Akışlı ve Eksenel Pompalar İçin Kabul Deneyleri esasları B sınıfı (ISO 3555),Pompa Sanayicileri Derneği, Yayın No: 3, 1998
Pomsad,Radyal (santrifuj), Karışık Akışlı ve Eksenel Pompalar İçin Kabul Deneyleri esasları C sınıfı (ISO 2548),Pompa Sanayicileri Derneği, Yayın No: 4, 1998