**SULAMA POMPALARI DENEY İLKELERİ**

**1. KAPSAM**

Bu deney ilkeleri, sulama amaçlı kullanılan tüm yatay milli santrifüj, düşey milli derin kuyu ve dalgıç pompa tiplerini kapsar.

 Yatay milli santrifüj pompalar kapsamında kademeli, muhtelif transmisyon sistemine sahip veya doğrudan motora bağlı (motopomp), tek ve çift girişli, elektrik motoru, traktör PTO veya başka bir güç kaynağı ile tahrik edilen sulama amaçlı pompalar yer alır.

Derin kuyu pompaları kapsamında kademeli, muhtelif transmisyon sistemine sahip veya doğrudan motora bağlı (dik türbin), yağ veya su ile soğutmalı, düşey milli ve dalgıç tip, elektrik motoru, traktör PTO veya başka bir güç kaynağı ile tahrik edilen sulama amaçlı pompalar yer alır.

**2. ÖN KONTROLVE MUAYENE**

Deneylere başlamadan önce pompalar gözle muayene edilerek genel bir kontrolden geçirilmelidir. Metal ve/veya plastik parçalar, döküm köşeler, varsa kaynak ve bağlantı yerleri (örneğin PTO tahrikli santrifüj pompa sehpası vb) incelenmeli, yüzeyler düzgün olmalı, çatlak ve/veya çapak olmamalıdır.

Pompaların üzerinde imalatçı firmanın ticari adı, varsa tescilli markası ve pompaların modeli, tipi yazılı bulunmalıdır.

**3. DENEY YÖNTEMİ**

**3.1. DENEY ŞARTLARI**

Denemeler TS (Türk Standardları) ve EN ISO (Avrupa Standardları) standartlarında öngörülen bazı özellikler dikkate alınarak gerçekleştirilir ve deneysel sonuçlar bu standartlara göre değerlendirilir.

Deney standında yer alan boru, vana, ölçme cihaz ve sensörlerin yerleşme mesafeleri akışkanlar mekaniği minimum ölçülerini sağlamalıdır. Deneyler sırasında basınç, debi, güç, yükseklik, sıcaklık gibi fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılacak olan cihaz ve sensörlerin kalibrasyonları yapılmış olmalıdır. Ayrıca bu cihazların ölçme aralığı, doğruluğu ve hassasiyeti, pompanın geliştirebileceği fiziksel büyüklüklere uygun olmalıdır.

Pompalar işletme karakteristikleri (hidrolik performans) yönüyle deneye alınmadan önce pompanın deney standına bağlanıp gerekli ayar ve kontroller yapıldıktan sonra, pompa firmanın önerdiği devir sayısı ve çalışma koşullarında, pompa mekanik çalışma ve akış koşulları rejime girinceye kadar çalıştırılmalıdır.

Tahrik ünitesi doğrudan pompaya bağlı olmayan veya devir sayısı değiştirilebilen pompaların deneylerinde, pompa işletme karakteristikleri firmanın önerdiği devir sayısında, elektrik motoruna doğrudan bağlı pompalardaki deneyler ise elektrik motorunun anma devrinde yapılmalıdır.

Ölçümler, basma hattı kısma vanası tam açık (dâhil) ve tam kapalı (dâhil) konumları arasında en az 5 vana açıklığında (debi değerinde) yapılır. Ölçümler, ayarlanan vana açıklığında akışın kararlı hale gelmesinden sonra en az üç değer alınarak gerçekleştirilmelidir.

Su ve ortam hava sıcaklıkları uygun ölçme aralık ve hassasiyetteki bir termometre ile ölçülmelidir. Deneylerde kullanılacak su temiz ve en fazla 30 ºC sıcaklıkta olmalıdır. Yapılacak hesaplamalarda suyun özkütlesi (ρ) 1000 kg/m3 olarak kabul edilebilir.

**3.2. DENEYLER**

**3.2.1. Ölçülecek Fiziksel Büyüklükler**

**3.2.1.1 Devir sayısı**

Pompaların devir sayısı, pompa milinden optik/mekanik herhangi bir takometre ile ölçülmelidir. Motor ile pompanın doğrudan bağlı (motopomp) olması durumunda devir sayısı motor milinden de ölçülebilir. Dalgıç pompalarda olduğu gibi çalışma koşulları bakımından devir sayısı ölçümüne izin vermeyen sistemlerde motor etiketinde verilen devir sayısı değeri kullanılabilir.

**3.2.1.2. Debi**

Debi, debi ölçme yöntemlerinden herhangi biri ile ölçülmelidir. Özellikle flanşlı elektromanyetik debi ölçerlerin kullanılmasında, debi ölçerin anma çapı ve basıncı ile deney standında kullanılan basma borusu anma çapı ve pompa tarafından geliştirilen basıncın uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Elektromanyetik/ultrasonik debimetrelerin hatta montajında ölçümün doğruluğu açısından özellikle üretici teknik şartlarına uyulmalıdır. Ayrıca kapalı borularda kullanılan debi ölçerin, sistemdeki basma hattı ayar vanasından daha önce yer alması gerekmektedir.

**3.2.1.3. Basınç ve yükseklikler**

Yatay milli santrifüj pompalarda hem emme hattı negatif (vakum) basıncı (Pe) hem de basma hattı pozitif basıncı (Pb) ölçülmelidir. Basınç ölçerlerin (manometre ve/veya vakum metre, basınç sensörleri) bağlandıkları yerler ve konumları ilgili standartlarda belirtilen şekilde olmalıdır. Ayrıca pozitif basınç ölçer ve negatif basınç ölçer (vakummetre) in bağlandığı düzlemler arası düşey uzaklık (Δz) metre ile ölçülmelidir.

Derin kuyu ve dalgıç pompalarda, basma hattı pozitif basıncı (Pb) ölçerinin ölçme düzlemi ile deney standı su deposu yüzeyi arasındaki düşey uzaklık (Hd) ölçülmelidir.

**3.2.1.4. Güç**

Pompa tarafından yutulan güç, pompa milinden pompa mil gücü (Nmil) olarak doğrudan veya elektrik şebekesinden çekilen güç (Nşebeke) ölçümü ile aşağıda verilen yöntemlerden herhangi biriyle belirlenebilir.

**3.2.1.4.1. Torkmetre ile pompa mil gücünün (Nmil) ölçümü**

Torkmetre, motor ve pompa mili arasına uygun şekilde bağlanabilen (PTO torkmetresi), bünyesinde bulunan yazılımla eş zamanlı olarak pompa devir sayısı (n) ve dönme momentini (Md) ölçerek Nmil değerinin hesaplamakta ve bilgisayara kayıt imkânı sağlamaktadır.

Pompa devir sayısı ve dönme momentini eş zamanlı ancak ayrı ayrı ölçüldüğü durumlarda (örneğin elektrik motoru statorunun askıya alma yöntemi) Nmil aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.



Eşitlikte;

Nmil : Pompanın yuttuğu güç (kW)

Md : Dönme momenti (Nm)

n : Devir sayısı (min-1)

**3.2.1.4.2. Kalibre edilmiş elektrik motoru ile pompa mil gücünün (Nmil) belirlenmesi**

Bu yöntemde, çeşitli yükleme derecelerindeki karakteristik değerleri bilinen standart elektrik motorundan yararlanılır. Pompa, bu elektrik motoruna doğrudan bağlanarak çalıştırılır. Bu sırada motorun gücü (Nşebeke) belirlenir. Motorun yüklenme oranına göre motor verim (ηm) değeri karakteristikler çizelgesinden bulunur. Buna göre transmisyon verimi (ηt) alınarak Nmil aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.



**3.2.1.4.3. Elektrik sayacı ile şebekeden çekilen gücü (Nşebeke) belirlenmesi**

Elektrik sayacı ile pompa sisteminin (motor + varsa transmisyon sistemi + pompa) şebekeden çektiği elektriksel güç Nşebeke elektrik sayacının diskinin belirli defa dönmesi için geçen zaman bir kronometre ile ölçülüp, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır. Buradan pompa mil gücü (Nmil), elektrik motorunun (ηm) ve varsa transmisyon sisteminin (ηt) yüklenmeye bağlı verimleri dikkate alınarak belirlenir.

 

Eşitlikte;

Nşebeke : Pompa sisteminin şebekeden çektiği güç (kW)

N : Sayaç diskinin ölçme anındaki tur sayısı (adet)

C : Sayaç sabitesi (sayaç diskinin 1 kWh değerindeki tur sayısı - devir/kWh)

t : Sayaç diskinin n tur sayısını tamamlama süresi (s)

ηm : Elektrik motoru verimi (ondalık)

ηt : İletim düzeni verimi (ondalık)

**3.2.1.4.4. Watmetre ile şebekeden çekilen gücün (Nşebeke) belirlenmesi**

Watmetre cihazı ile pompa sisteminin elektrik şebekesinden çektiği güç (Nşebeke ) doğrudan okunur. Buradan pompa mil gücü (Nmil), elektrik motorunun (ηm) ve varsa transmisyon sisteminin (ηt) yüklenmeye bağlı verimleri dikkate alınarak belirlenir.

**3.2.1.4.5. Enerji (güç) analizörü ile şebekeden çekilen gücün (Nşebeke) belirlenmesi**

Voltmetre, ampermetre ve cosφ metre ile şebekeden çekilen gücün (Nşebeke) belirlenmesinde, trifaze faz elektrik motorunun her fazındaki akım miktarı ayrı ayrı 3 ampermetreden, bu fazlar arasındaki gerilim voltmetreden ve cosφ değeri analizörden veya kumanda tablosundaki göstergelerden okunarak aşağıdaki eşitlik kullanılır (monofaze yol vermelerde $\sqrt{3}$ terimi kullanılmamalıdır). Buradan pompa mil gücü (Nmil), elektrik motorunun (ηm) ve varsa transmisyon sisteminin (ηt) yüklenmeye bağlı verimleri dikkate alınarak belirlenir.

 

Eşitlikte;

U : Gerilim (V)

I : Akım şiddeti (A)

cosφ : Göstergede okunan değer

**3.2.2. Hesaplanacak Büyüklükler**

**3.2.2.1. Su hızı**

Her vana açıklığı için ölçülen debi ve boru iç çapı (D) esas alınarak basma hattı ve varsa emme hattı için kütle korunumu kanunu ilkesine göre ortalama su hızı (V) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

 ****

Eşitlikte;

V : Boru içi ortalama su hızı (m/s)

Q : Debi (m3/s)

D : Boru iç çapı (m)

**3.2.2.2. Manometrik yükseklik - Hm (veya Toplam dinamik yükseklik - TDY)**

Manometrik yükseklik ilgili standartlara göre ölçülen fiziksel büyüklükler ve pompa tipine göre aşağıdaki eşitliklerle hesaplanabilir.

**3.2.2.2.1. Yatay milli santrifüj pompalar**

****

Eşitlikte;

Hm : Manometrik yükseklik (m)

Pe : Emme hattında ölçülen vakum basınç değeri (Pa)

Pb : Basma hattında ölçülen basınç değeri (Pa)

Ve : Emme borusundaki ortalama su hızı (m/s)

Vb : Basma borusundaki ortalama su hızı (m/s)

∆z : Pozitif ve negatif (vakummetre) basınç ölçerlerin bağlandığı düzlemler arası düşey uzaklık (m)

Emme ve basma hattı boru iç çapları eşit (De=Db) ise Ve=Vb olacağından ****eşitlikten düşecektir.

Pozitif ve negatif (vakummetre) basınç ölçerler aynı düzlemde bağlı ise ∆z=0 olacağından eşitlikten düşecektir.

 **3.2.2.2.2. Derin kuyu ve dalgıç pompalar**

****

Eşitlikte;

Hd : Su seviyesi ile basma hattı basınç ölçer arasındaki düşey uzaklık (m)

 Her iki eşitlikte de deney standında bulunan düz boru ve boru ek parçalarından (armatür) kaynaklanan sürtünme kayıpları ihmal edilebilir. Derin kuyu ve dalgıç pompalarının arazi şartlarında yapılan deneylerinde ise düz boru ve armatür yük kayıpları akışkanlar mekaniği esaslarına göre hesaplanarak Hm değerine eklenmelidir.

**3.2.2.3. Hidrolik güç**

Pompanın verdiği güç, hidrolik güç (Nhidrolik) olarak ifade edilir. Hidrolik güç, deneyler sırasında ölçülen debi ve hesaplanan manometrik yükseklik değerlerinden yararlanılarak hesaplanır.



Eşitlikte;

Nhidrolik : Pompa hidrolik gücü (kW)

Q : Debi (m3/s)

Hm : Manometrik yükseklik (m)

ρ : Suyun özkütlesi (kg/m3)

g : Yer çekimi ivmesi (m/s2)

**3.2.2.4. Özgül Hız**

Özgül hız (ns veya nq) pompanın tipini belirleyen ve kendisine geometrik ve hidrolik benzerlik gösteren pompalarla karşılaştırılmasında kullanılan bir göstergedir. Tek bir çark için ve verimin maksimum olduğu işletme karakteristikleri esas alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.



Eşitlikte;

Q : Debi (m3/s)

Hmi : Bir kademenin manometrik yüksekliği (m)

n : Devir sayısı (min-1)

Verim ve yapılabilirlik bakımından özgül hıza bağlı pompa tipleri şu şekilde sınıflandırılabilir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Çark tipi | Özgül hız nq (min-1) | Özgül hız ns (min-1) |
| Radyal akışlı | 12–35 | 44–129 |
| Karışık akışlı  | 36–160 | 130–584 |
| Eksenel akışlı  | 161–400 | 585–1460 |

**3.2.2.5. Pompa verimi (ηp) ve Sistem verimi (ηs):**

 Pompa verimi (ηp) ve sistem verimi (ηs) aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanabilir.



 

 Pompa ile motor arasındaki devir sayısı uyumu için doğrudan bağlantı yerine çeşitli transmisyon sistemleri kullanılabilmektedir. Pompa sistemlerinde yaygın olarak kullanılabilen V kayış-kasnak ve dişli çark düzenlerinin her biri için transmisyon sistemi verim (ηt) değerleri dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.



**3.3. Değerlendirme KRİTERLERİ**

Pompa verimleri belirlenebilen pompaların, başarı oranının (hidrolik performans) yeterlilik ölçütleri aşağıda verilmiştir.

1) Çıkış borusu anma çapı 100 mm (dahil) ve daha büyük olan pompalar, en az %60 pompa verimini sağlamalıdır.

2) Çıkış borusu anma çapı 50 mm'den büyük ve 100 mm’den küçük olan pompalar, en az %40 pompa verimini sağlamalıdır.

3) Çıkış borusu anma çapı 50 mm (dahil) ve daha küçük olan pompalar, en az %25 pompa verimini sağlamalıdır.

**4. RAPORLAMA**

Raporlandırma için EK-A’da verilen deney rapor formu kullanılmalıdır. Form üzerindeki madde başlıklarının neleri kapsaması gerektiği aynı madde başlığı altında tarif edilmiştir. Formun “ 2.TANITIM VE TEKNİK ÖZELLİKLER” maddesinin 2.4. numaralı alt maddesinden itibaren makine üzerindeki tertibat, düzen ve aksamlar maddeler halinde açıklanmalıdır.

 “Tanıtım ve Teknik Özellikler” maddesi rapor formunda belirtilenlere ilaveten en az aşağıdaki konu başlıklarını içermelidir. Konu başlıkları tatmin edici düzeyde, gerekiyorsa resim, şekil ve tablolarla desteklenerek açıklanmalıdır.

Raporun tanıtım kısımda pompanın yerli ya da ithal olduğu, imalatçı ya da ithalatçı firmanın tam adı, markası, modeli veya kodu tanıtılır, pompa, motor ve varsa transmisyon sistemine ait temel karakteristik ölçü ve özellikleri uygun ve anlaşılır şekilde belirtilir.

 Örneğin, devir sayısı, pompa tipi, giriş ve çıkış çapları, çark tipi ve geometrisi, çark kanat sayısı, çark ve gövde yapım malzemesi, kademe sayısı, difizör (ara çanak) özellikleri, tahrik ünitesi (motor) tipi, gücü ve varsa etiket bilgileri, bağlantı şekli ve transmisyon sisteminin tipi, transmisyon oranı, derin kuyu pompalarında kolon grubu elemanlarının teknik ölçü ve özellikleri verilir.

 Deney raporunun “DENEY ŞARTLARI VE SONUÇLARI” başlıklı maddesinin “4.1.Deney Şartları” maddesi, bu deney metodunun deney şartları kısmında bahsi geçen şartları içermelidir.

 Deney raporunun “DENEY ŞARTLARI VE SONUÇLARI” başlıklı maddesinin “4.2.Deney Sonuçları” maddesi, bu deney metodunun “3.2.Deneyler” maddesinde bahsi geçen bütün deneylerin sonuçları ile “3.3.Değerlendirme Kriterleri” ‘de bahsi geçen bütün kriterlerin cevaplarını içermelidir.

* Pompa tipi, çalışma koşulları (anma gücü, devir sayısı vb) vurgulanır.
* Belli bir devir sayısında deneyleri yapılan pompanın performans deney sonuçları tüm debi değerleri için çizelge ve/veya grafik şeklinde verilir.
* En yüksek pompa verimi veya sistem verimi vurgulanır. Bu verim noktasına karşılık gelen pompa işletme karakteristiklerine (en iyi verim, debi, manometrik yükseklik, pompa mil gücü) vurgu yapılır.

**5. KAYNAKLAR**

TS EN ISO 5199 Santrifüj pompalar - Teknik özellikler - Sınıf II

TS EN ISO 9905 Santrifüj pompalar - Teknik özellikler - Sınıf I

TS EN ISO 9906 Rotodinamik pompalar - Hidrolik performans kabul deneyleri - Sınıf 1, Sınıf 2 ve Sınıf 3

TS EN ISO 9908 Santrifüj pompalar- Teknik özellikler- Sınıf III

TS 11146 Pompalar –Dalgıç-Temiz su için

NOT: Makinaların deney, muayene ve değerlendirmelerinde en son yayınlanan Türk Standartlarının kullanılması gerekmektedir.