



ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ CEYHAN MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

SERİ-PARALEL SANTRİFÜJ POMPA DENEYİ DENEY FÖYÜ

ÖĞRENCİ ADI VE SOYADI

DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ

DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI

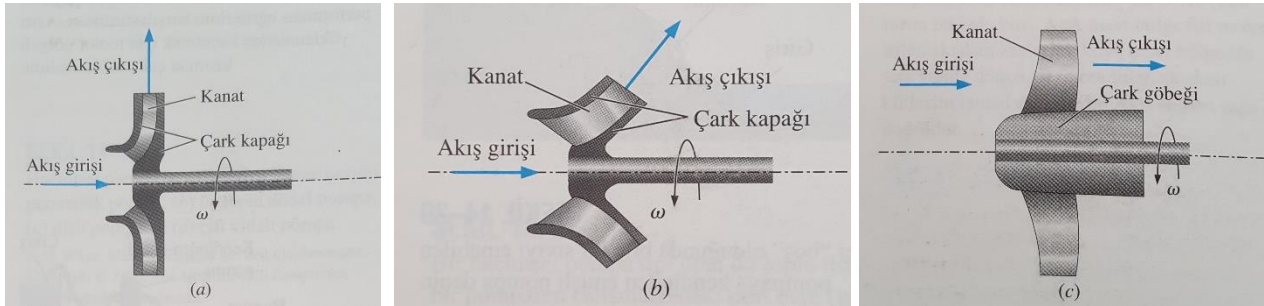
DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ :

1. DİNAMİK POMPALAR

Bu tip pompalarda akışkanın içinde çalışan bir çark bulunur. Kapalı hacim söz konusu değildir. Dinamik pompalar basitçe, akışkana hızlı hareket eden kanatlar ya da özel tasarlanmış belirli düzenekler aracılığı ile momentum kazandırırılar. Akışkanın momentumu açık kanallardan geçerken artar ve daha sonra yayıcı bölüme girerek, mevcut olan akışkanın yüksek hızını basınç artışına dönüştürür.

Akışkanın pompadan çıkış şekline göre santrifüj akış, aksel akış ve karma akış olarak üçe ayrılır. Santrifüj pompada akışkan, pompa merkezine aksel olarak girerken pompa gövdesinin dış çapı boyunca radyal veya teğetsel olarak pompayı terk eder. Bu nedenle santrifüj pompalara radyal akışlı pompalar da denir. Aksel akışlı pompada akışkan pompaya aksel olarak girer ve aksel olarak çıkar. Karma akışlı pompada ise akışkan aksel olarak girerken (bu girişin merkezden olması gerekmez) pompayı aksel ile radyal arasında bir açıyla terk eder.



Şekil 1. Dinamik pompa çeşitleri a) Santrifüj akış b) Karma akış c) Aksel akış

1.1. SANTRİFÜJ POMPALAR

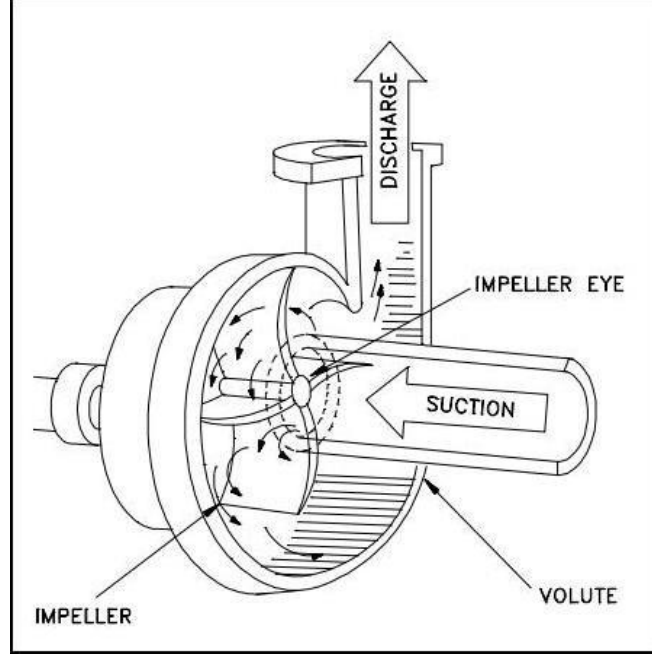
Sıvılar yüksek seviyeden daha aşağı seviyelere akar. Aynı şekilde yüksek basınç altında bulunan bir sıvı daha düşük basınçlı bölgelere doğru akar. Yüksek seviyede ve basınçta olan sıvının potansiyel enerjisi depolanmış enerji demektir.

Pompalar sıvıların enerjisini veya basıncını artıran makinelerdir. Bu bakımdan bir sıvının alçak seviyeden yüksek seviyeye veya düşük basınçtan yüksek basınca gönderilebilmesi için pompalar kullanılır. Diğer taraftan pompalar bir boru içinde akan sıvının akış hızını ve dolayısıyla debisini arttırmak için de kullanılır.

Santrifüj pompalara gelecek olursak bir gövde içinde yer alan kanatlı bir pervaneden oluşan bu pompalarda sıvı, bir emme borusundan pompaya girer.

Bir santrifüj pompada sıvının izlediği yol şu şekildedir. Çarkın emiş tarafında meydana gelen vakum nedeniyle sıvı çarkın kanatları arasına girer. Çark kanatları arasından geçen sıvı, çarkın dönüş hareketleriyle büyük teğetsel bir hız kazanır. Çark kanatları ile çarkın ön ve arka profili tarafından sınırlanan kanallar arasında sıvı, çarkın çıkış tarafına doğru dönme hareketi esnasında meydana gelen santrifüj (merkezkaç) kuvvet etkisiyle itilir. Bu şekilde oluşan hareket, sıvının devamlı akışını ve pompanın emme tarafından emişini sağlar. Çark kanatları büyük bir teğetsel hızla terk eden sıvının içerdiği kinetik enerji, sabit difüzör kanatları arasında salyangoz boşluğunda basınç kuvvetine çevrilir.

Belirli bir dönme hızıyla en yüksek basınç elde edilir. Bu tür bir pompanın bir hidrodinamik pompa olduğu söylenebilir. Bütün sıvılarda kullanılmaya elverişlidir. Plastikten, bronzdan, titanyum ve tantal gibi maddelere kadar her türlü maddeden yapılabilir.



Şekil 2. Santrifüj Pompa Kesiti

1.1.1. Pompa Kavitasyonu

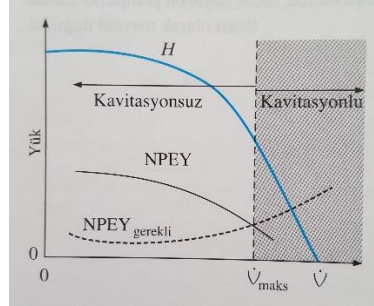
Sıvılar pompalanırken, pompa içerisindeki yerel basıncın sıvıya ait buhar basıncının (P_v) altına düşmesi olasıdır (P_v , doyma basıncı P_{doyma} olarak da adlandırılır ve doyma sıcaklığının bir fonksiyonu olarak termodinamik tablolarda verilir). $P < P_v$ olduğunda kavitasyon kabarcıkları denen içi buhar dolu kabarcıklar oluşur. Diğer bir ifadeyle sıvı yerel olarak kaynar ve bu durum basıncın en düşük olduğu döner çark kanatlarının emme tarafında gerçekleşir. Bu kabarcıklar daha sonra basıncın daha yüksek olduğu bölgelere taşınarak çöker. Çark kanatlarına hasar verip gürültü, titreşim ve düşük verim gibi ayrıca zararları olduğundan bu kabarcık patlaması istenilen bir durum değildir. Bu tür tekrarlanan kabarcık patlamaları kanadın oyulmasına veya aşınmasına yol açarak kanadın ağır hasar almasına neden olur.

Kavitasyondan kaçınmanın en önemli yolu pompa içerisindeki her bölgedeki yerel basıncın buhar basıncından daha yüksek olmasını sağlamaktır. Basınç en kolay pompa girişinde ölçüldüğünden kavitasyon ölçütü genellikle bu bölgede belirtilir. Bu amaçla net pozitif emme yükü (NPEY) adı verilen ve pompa girişindeki durma basıncı yükü ile buhar basıncı yükü arasındaki fark olarak tanımlanan bir akış parametresinin kullanılması faydalıdır. Pompa üreticileri gerekli net pozitif emme yükü ($NPEY_{gerekli}$) adı verilen ve pompada kavitasyonun oluşmaması için gerekli minimum NPEY olarak tanımlanan bir performans parametresi yayınlamışlardır.

$$\text{net pozitif emme yükü : } NPEY = \left(\frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \right)_{\text{pompa girişi}} - \frac{P_v}{\rho g}$$

Bir pompanın kavitasyona uğramadığından emin olmak için NPEY değeri $NPEY_{gerekli}$ 'den büyük olmalıdır. NPEY'in sadece debi ile değil P_v sıcaklığıyla da değiştiğine dikkat

edilmelidir. Bu değer ayrıca pompalanan sıvının türüne de bağlıdır ve hacimsel debi ile azalır. Gerçekleşen NPEY eğrisi ile NPEY_{gerekli}'nin kesiştiği debiyi belirleyerek kaviteasyona uğramaksızın pompa tarafından basılabilecek maksimum hacimsel debi bulunabilir.



Şekil 3. Kaviteasyon Çizelgesi

1.1.2. Pompa Seçimi

Santrifüj pompa performans parametreleri 6 adettir. Bunlar;

1. KAPASİTE (Q) : Bir pompanın kapasitesi birim zamanda pompalayabileceği sıvı miktarıdır. SI birimde kapasite birimi (M³/Saat) veya (litre/dak) olarak alınır.

2. TOPLAM EMME-BASMA YÜKSEKLİĞİ (HT) : Birim ağırlıktaki sıvıya pompa kanatlarının emme ve basma noktaları arasında aktardığı enerji olarak tarif edilebilir. Yabancı literatürde bu değere HEAD denir. Bu değer SI birimde metre (birim metre su sütununun yarattığı basınç) veya (bar) olarak alınır.

Pompanın tahrik gücünün belirlenebilmesi için kapasitenin yanı sıra toplam basma yüksekliğinin bilinmesi gerekir. Toplam emme-basma yüksekliği (HT) aşağıdaki formülden elde edilir.

$$H_T = H_S + H_D + H_P + H_L + H_V$$

Bu formülde:

H_S : Statik emme-basma yüksekliği sıvının kaynağından basılacağı en yüksek noktaya kadar olan dikey yöndeki mesafedir (Bkz Şekil A,B). Eğer pompa sıvıyı yatay yönde bir noktadan bir noktaya aktarıyorsa bu değer sıfırdır.

Bu değer iki bileşeni vardır. Bunlar;

H_E: Emme yüksekliği pompalanacak sıvının seviyesinden pompa giriş eksenine kadar olan dikey mesafedir. Eğer sıvı seviyesi pompa giriş ekseninden aşağıda ise değer pozitif, eğer sıvı seviyesi pompa giriş ekseninden yukarıda ise değer negatiftir.

H_B: Basma yüksekliği Pompa giriş ekseninden sıvının aktarıldığı en yüksek noktaya olan dikey mesafedir.

Eğer kaynak yüksekliği pompa ekseninden aşağıda ise toplam statik emme basma yüksekliği

$$H_S = H_B + H_E$$

Eğer kaynak yüksekliği pompa ekseninden yukarıda ise toplam statik emme basma yüksekliği

$$H_S = H_B - H_E$$

H_D: Eğer pompa sıvıyı bir kuyudan çekiyorsa kuyuda sıvı seviyesinin azalmasından kaynaklanan emiş tarafındaki basınç azalması hesaba katılmalıdır. Zira bu basıncın azalması

pompanın ilave emiş gücüne sahip olmasını gerektirir. Bu etkiye yabancı literatürde "well drawdown" denilmektedir.

H_p : Bu değer daha çok sulama sistemlerinde yağmurlama fiskiyelerin tekerlekli bir araba üzerinde

suyun fıskırmasından faydalanarak kendiliğinden hareket etmesini sağlayan düzenekler için gereken ilave basınçtır. Bizim konumuz olan endüstriyel pompalamalarda dikkate alınmaz.

H_L : Statik emme-basma yüksekliğinin yanı sıra toplam emme-basma yüksekliğinde etkin olan ikinci en önemli faktör sürtünme kayıplarıdır. Sürtünme kayıplarının hesaplanması borulama kısmında detaylı olarak anlatılmış bulunmaktadır.

Sürtünme kayıplarına etki eden en önemli faktör sıvının boru içindeki hızıdır. Sürtünme kayıpları hızın karesi ile doğru orantılı olarak ortar. Enerji tasarrufu açısından kayıpların en aza indirilmesi için sıvı hızının düşük tutulması gerekir. Bu nedenle boru çapları, sıvıların boru içindeki hızının 1.5 (m/sn) den büyük olmamasını sağlayacak ölçüde büyük seçilmelidir.

Sürtünme kayıplarını etkileyen diğer faktörler borunun iç yüzey pürüzlülüğü ve zaman içinde boru iç yüzeyinde oluşan korozyon ile sıvının taşıdığı kirliliklerin birikmesidir.

H_v : Hız faktörü sıvının boru içindeki hareketini sağlayacak kinetik enerjinin dikkate alınmasını sağlayan bir diğer faktör olmakla birlikte H_s ve H_L faktörlerinin yanında oldukça küçük bir değerdir. (Çoğu durumlarda bu değer 0.3 metrenin altındadır).

Sıvının boru içindeki hızının büyük olması sürtünme kayıplarını arttırmasının yanı sıra boru içindeki çekiçlemelere (Water Hammer) neden olduğu için kaçınılması zorunludur.

Hız faktörü aşağıdaki formülden hesap edilebilir

$H_v = V^2 / 2g$ Bu formülde V (m/sn), $g = 9.81$ (m/sn²) olarak alınır.

3. SİSTEM EĞRİSİ

Sistem eğrisi emme basma yüksekliği (H) parametrelerinden elde edilir. Bu parametrelerden Statik emme-basma yüksekliği H_S sabit olup diğerleri kapasiteye göre değişir. Değişken parametrelerden en önemli olan H_L sürtünme kayıplarıdır. Kapasitenin belirlenmesinde kullanılacak olan eğri toplam sistem basıncı (H_T) eğrisidir.

3.GÜÇ (PW): Pompa tahrik motorunun gücü pompalanacak sıvıya aktarılacak enerjiden daha fazlasını üretecek büyüklükte seçilmelidir.

4.VERİM (η): Tüm pompalama işlemlerinde pompa gücünü hesaplarken mutlaka kayıplardan ötürü pompa verimini (η) dikkate alarak daha büyük motor gücü seçmek gerekir. Pompa verimi pompanın büyüklüğü, tipi ve dizaynına göre değişir. Genellikle büyük pompaların verimleri daha yüksek olur.

5. Net Pozitif Emme Yüğü (NPEY):

Bu parametre daha önce belirtildiği üzere sıvının emilmesi sırasında çark girişinde kavitasyon olmaması için gerekli enerji miktarıdır. Eğer pompa sıvı içinde ise veya emiş tarafında pozitif basınç varsa sorun yoktur. Bu nedenle santrifüj pompalarda borulama pompa girişinde pozitif basınç uygulayacak şekilde dizayn edilir. Eğer emiş borusu tamamen boş ise kavitasyonu önlemek için çoğu zaman pompa çalıştırılmadan önce emiş borusu su ile doldurulur. Santrifüj pompalarda sıvının emilmesi gerekiyorsa emme boyu genellikle 7 metreden daha az tutulur.

Hesaplanan NPEY değeri pompanın grafik olarak sağlanmış olan NPEY_{gerekli} değerinden büyük olmalıdır.

6. NOMİNAL ÖZGÜL HIZ (NS) :

Bu parametre kinetik pompalar arasından hangi tip pompanın seçilmesi gerektiğini belirlemek için pompanın debi(Q), basma yüksekliği (H)ve rotor devri (N) ne bağlı olarak hesaplanır.

1.1.3 Pompa Karakteristik Eğrileri

Bir pompanın sabit devir sayısında dolaştırabildiği su miktarı (debi) ile basma yüksekliği arasındaki ilişkiyi gösteren eğriye pompa karakteristiği denir.

Pompa seçerken bu karakteristik eğrilerden yararlanır. Bazı durumlarda daha büyük pompa seçmek yerine iki küçük pompayı paralel veya seri bağlayarak istenilen karakteristiği elde etmek mümkündür. Pompalar düşük basma yüksekliğinde fazla debi elde etmek için; düşük debide fazla basma yüksekliği elde etmek için seri olarak bağlanır.

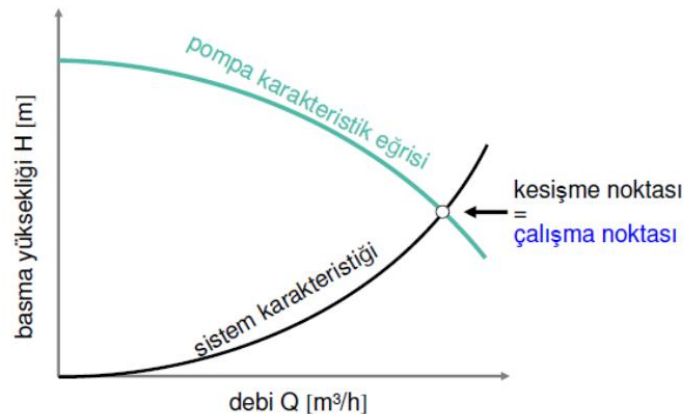
Pompa karakteristikleri devir sayısına bağlıdır. Devir sayısını değiştirerek farklı karakteristikler elde etmek mümkündür. Buna göre;

- Pompa debisi devir sayısı ile orantılı olarak artar.
- Pompa basma yüksekliği devir sayısının karesi ile orantılı olarak artar.
- Pompa güç ihtiyacı devir sayısının küpü ile orantılı olarak artar.

Pompanın devrini iki katına çıkarırsak:

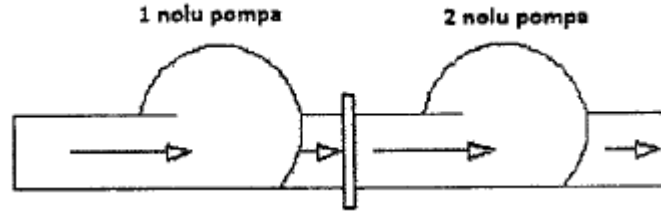
Hız	1450 rpm	2900 rpm
Debi	50 m ³ /h	100 m ³ /h
Basma yük.	50 m	200 m
Güç	9 kW	72 kW

ÇALIŞMA NOKTASI



1.1.4. Pompaların Seri Bağlanması

İki pompanın seri bir şekilde bağlanmasının anlamı debinin bir pompadan diğer bir pompaya boruyla iletimi şeklinde açıklanabilir. Bu tip düzeneklerde akışkanın bir pompadan diğerine geçişiyle suya daha çok enerji kazandırılır.

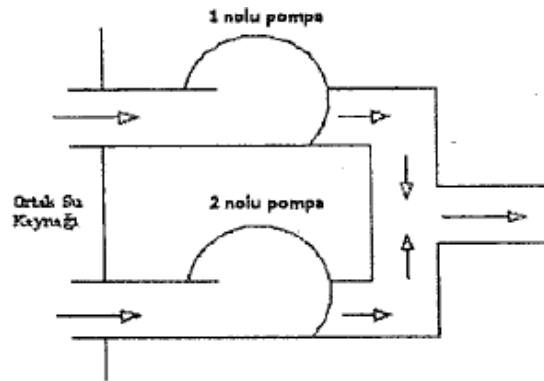


Şekil 4. Pompaların Seri Bağlanması

Seri bağlı pompalarda, genel beklenti, debinin sabit, basıncın artması yönündedir. Fakat bu artışın doğrusal olmayabileceği hususu göz önünde tutulmalıdır.

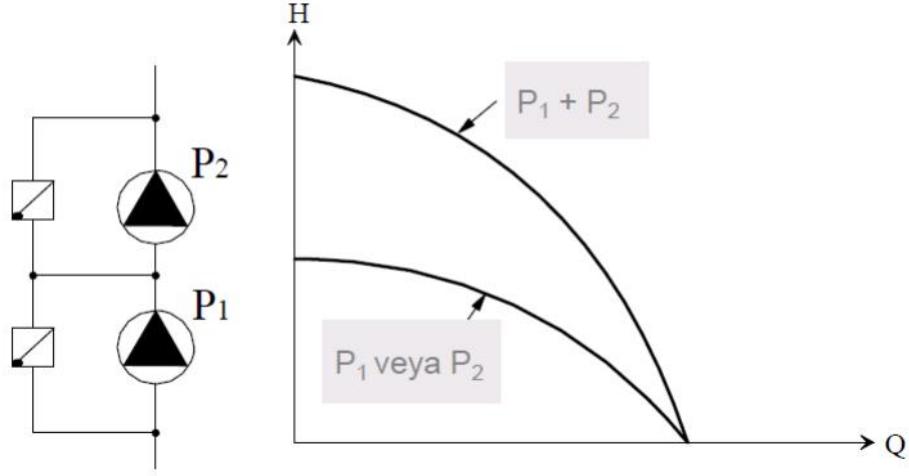
1.1.5 Pompaların Paralel Bağlanması

Şekilde paralel bağlanmış iki pompa görülmektedir. Bu düzenlemenin bir örneği tek bir su kaynağından iki veya daha fazla pompa ile su çekilmesi ve tüm debinin tek bir borudan geçirilmesi şeklinde açıklanabilir. Paralel düzenlemeler değişken debi gereksinimlerinin karşılandığı sistemlerdir. Paralel bağlı pompalarda, genel beklenti, basıncın sabit debinin artması yönündedir. Fakat bu artışın doğrusal olmayabileceği hususu göz önünde tutulmalıdır



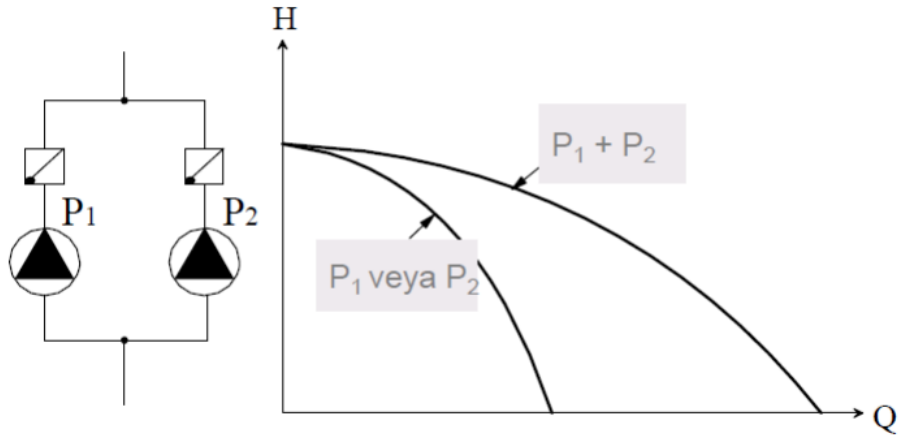
Şekil 5. Pompaların Paralel Bağlanması

Seri Bağlı Pompalar



Seri bağlı pompalarda; DEBİ SABİT
BASMA YÜKSEKLİğİ ARTAR

Paralel Bağlı Pompalar



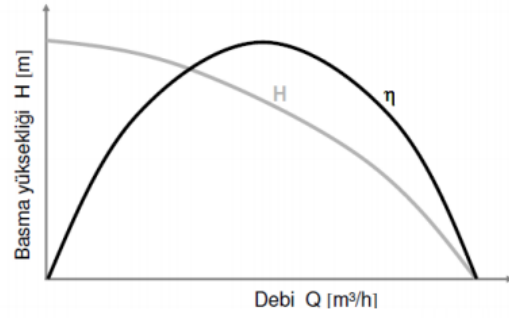
Paralel bağlı pompalarda; DEBİ ARTIYOR
BASMA YÜKSEKLİğİ SABİT

Pompa Verimi

Pompa verimi

$$\eta_p = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot P_2}$$

- > η_p = pompa verimi
- > Q [m³/h] = debi
- > H [m] = basma yüksekliği
- > P_2 [kW] = pompa milindeki güç
- > 367 = dönüşüm faktörü
- > ρ [kg/m³] = akışkanın yoğunluğu



$$\eta (\text{eta}) = \frac{\text{Hydraulic power}}{\text{Power input}}$$

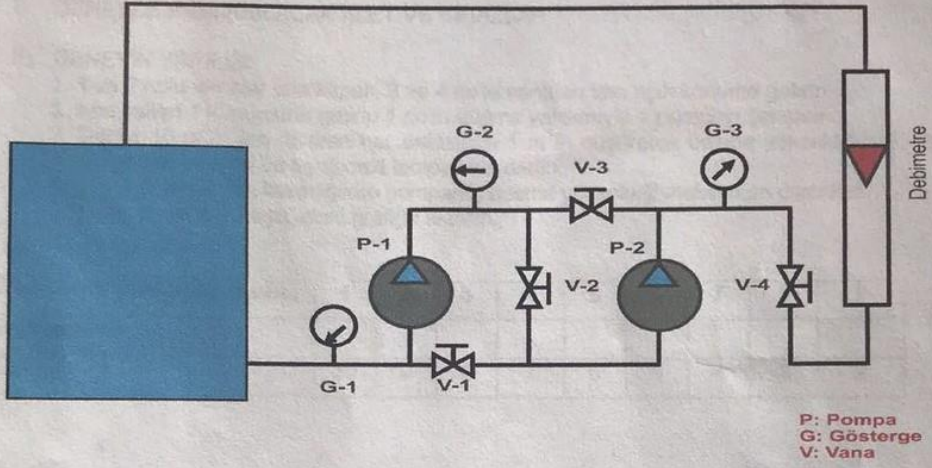
Verimi etkileyen öğeler :

- Pompa gövdesi şekli
- Çark ve difüzörün şekli
- Yüzey özellikleri
- Basma ve emiş kısmı arasındaki sızdırmazlık



DENEYSAN
WWW.DENEYSAN.COM

T-415 SERİ / PARALEL SANTRİFÜJ POMPA EĞİTİM SETİ ŞEMASI



P: Pompa
G: Gösterge
V: Vana

ÇİHAZIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Pompa motor gücü	: 0,75 kW
Pompa basma yüksekliği(maks.)	: 21 mSS
Pompa debisi (maks.)	: 20-160 L/d
Hazne hacmi	: 300x300x400 mm, 22.7 litre
Boru bağlantı çapı	: 32 mm – 40mm
Debimetre Ölçüm Aralığı	: 1,6-16 m ³ /h
Pompa devir sayısı	: 2900 min ⁻¹

İŞLETME VE BAKIM TALİMATI

1. Cihazı mutlaka topraklı prize bağlayınız.
2. Pompaları susuz olarak kesinlikle çalıştırmayınız, aksi takdirde mekanik sızdırmalık elemanları yanar.
3. Cihazı çalıştırmadan önce yapılacak deney talimatına göre gerekli vana konumlandırmasını gerçekleştirin.

A) DENEY NO: T-415-01

B) DENEYİN ADI: **Pompa basma yüksekliği-debi ilişkisi (karakteristik eğri)**

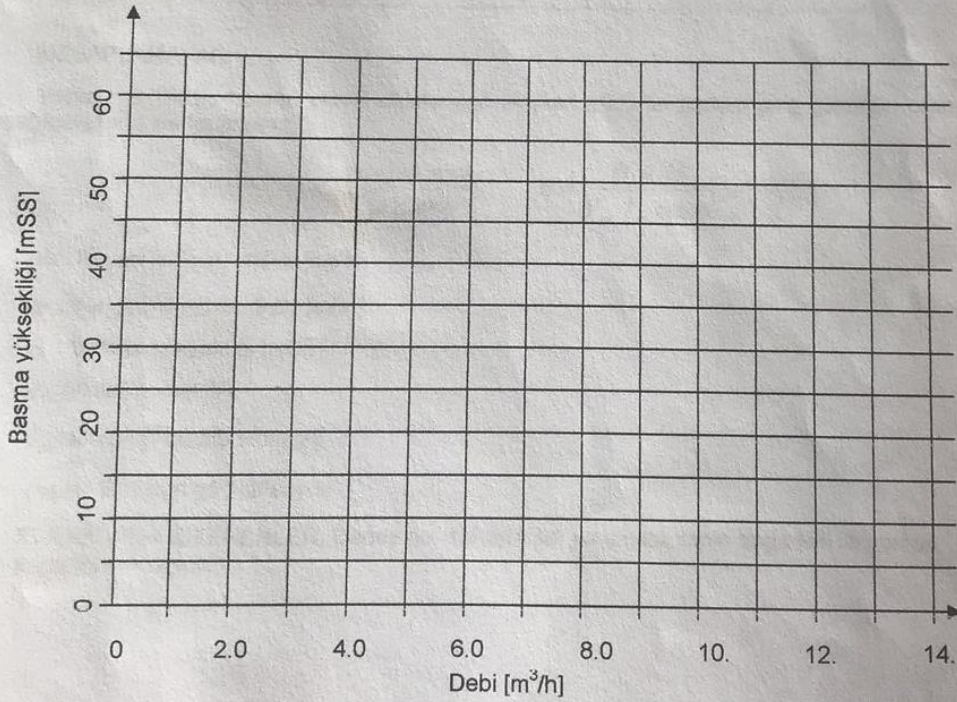
C) DENEYİN AMACI: Pompa tarafından sağlanan toplam basma yüksekliği. Pratikte pompa giriş ve çıkıştaki, potansiyel ve hız, basınç farkları ihmal edilebilir. Böylece toplam basma yüksekliği, basınç yüksekliği olarak kabul edilebilir.

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1. 1 ve 2 nolu vanalar tam kapalı, 3 ve 4 no'lu vanaları tam açık konuma getirin.
2. Ana şalteri 1 konumuna getirip 1 no'lu düğme yardımıyla 1.pompayı çalıştırın.
3. Debiyi $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ten itibaren her defasında $1 \text{ m}^3/\text{h}$ düşürerek basma yüksekliğini 2. Basınç göstergeden okuyun ve aşağıdaki tabloya kaydedin.
4. Su akışı tamamen kesildiğinde pompanın basma yüksekliği maksimum olacaktır.
5. Tablo değerlerini aşağıdaki grafiğe aktarın.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Basma yüksekliği [mSS]									
Debi [m^3/h]	10	9	8	7	6	5	4	3	2



F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve pompa karakteristik eğrisi.

A) DENEY NO: T-415-02

B) DENEYİN ADI: **Pompa veriminin bulunması**

C) DENEYİN AMACI: Pompa verimi, hidrolik gücün pompa motoru elektriksel giriş gücüne oranı olarak açıklanır. Pompalar farklı çalışma şartlarında farklı verimlerde çalışırlar. Bu verim bölgeleri karakteristik eğri üzerinde adacıklar halinde gösterilir. Pompa seçiminde maksimum verim eğrilerinin sağ tarafından seçim yapılması önemlidir. Çünkü sistem kirlendikçe basınç kayıpları artacağından çalışma noktası sola kayar ve daha yüksek verimle çalışmış olur.

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1 ve 2 nolu vanalar tam kapalı, 3 ve 4 no'lu vanaları tam açık konuma getirin.
- Ana şalteri 1 konumuna getirip 1 no'lu düğme yardımıyla 1.pompayı çalıştırın.
- Debiyi 2 m³/h değerine ayarlayın.
- Devir sayısı sabit kabul edilerek 2900 d/d alınabilir.
- Tablo değerlerini aşağıdaki formülde yerine koyup özgül hızı hesaplayın.
- Debiyi 5 ve 8 m³/h değerine ayarlayıp değerleri tabloya kaydedin.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3
Basma yüksekliği, H [mSS]			
Debi, V [m ³ /h]	2	5	8
Motor akımı, I _m [A]			

HESAPLAMALAR:

Verim (η): Bir pompanın verimi oluşturulan akışkan gücü ile pompa giriş gücünün oranıdır. Bu aşağıdaki formülle tanımlanır.

$$\eta = \frac{\text{akışkan gücü}}{\text{giriş gücü}} \quad \eta = \frac{\dot{m} g H}{V_m I_m \cos \varphi}$$

\dot{m} : Suyun kütleli debisi [kg/s]

g : Yer çekim ivmesi 9,81 [m/s²]

H : Basma yüksekliği [mSS]

V_m: Motor voltajı [V]

I_m: Motorun çektiği akım [A]

cos φ : Motorun güç katsayısı

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve pompa karakteristik eğrisi.

A) DENEY NO: T-415-03

B) DENEYİN ADI: **Pompa özgül hızının bulunması**

C) DENEYİN AMACI: Pompa özgül hızı, farklı pompaları benzerlik bağıntılarına göre karşılaştırma imkanı verir aynı zamanda çark tipinin bir fonksiyonudur. Pompa çark tipleri maksimum verimdeki özgül hızlarına göre sınıflandırılır. Pompa özgül hızının deneysel olarak bulunması bu bilgilerin pekiştirilmesini sağlayacaktır.

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1 ve 2 nolu vanalar tam kapalı, 3 ve 4 no'lu vanaları tam açık konuma getirin.
- Ana şalteri 1 konumuna getirip 1 no'lu düğme yardımıyla 1.pompayı çalıştırın.
- Debiyi $2 \text{ m}^3/\text{h}$ basma yüksekliğini de 21 mSS değerine ayarlayın.
- Devir sayısı sabit kabul edilerek 2900 d/d alınabilir.
- Tablo değerlerini aşağıdaki formülde yerine koyup özgül hızı hesaplayın.
- Dediği 3,4,6 ve $8 \text{ m}^3/\text{h}$ değerine ayarlayıp değerleri tabloya kaydedin.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3	4	5
Basma yüksekliği, H [mSS]					
Debi, V [m^3/h]	2	3	4	6	8

HESAPLAMALAR: Herhangi bir pompanın teorisinde gerekli basma basıncına ulaşmak için yeterli kademelendirme ile herhangi bir uygulamada kullanılabilir. Pratikte her tipin verimli çalışabileceği ayrı bir çalışma bölgesi vardır. Biz bu bölgelerin basınç ve debinin bir bileşkesi olarak nasıl seçildiğini göreceğiz. Bu bir türbinli pompa için tanımlanan "özgül hız" olarak adlandırılan bir sayı ile açıklanabilir.

$$N_s = \frac{N\sqrt{V}}{H^{0.75}}$$

N = Çarkın dönme hızı (d/d) (2900 d/d alınacak)

V = Hacimsel akış debisi (L/s). Bu değer yerine bazen (m^3/d) veya (m^3/h) kullanılabilir.

H = Her kademedeki basma basıncı (mSS)

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve özgül hız değişimi.

A) DENEY NO: T-415-04

B) DENEYİN ADI: **Pompa ENPKY değerinin bulunması**

C) DENEYİN AMACI: Pompa girişindeki basınç negatif olduğunda veya pompalanan sıvı sıcaklığı yükseldiğinde kovuklaşmadan korunmak için emmedeki net pozitif kullanışlı yükün, ENPY'den daha büyük olduğu kontrol edilmelidir.

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:
Termometre

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) 1 ve 3 nolu vanalar tam kapalı, 2 ve 4 no'lu vanaları tam açık konuma getirin.
- 2) Her iki pompayı da çalıştırın.
- 3) Vakum göstergesinden vakum değerini mmHg olarak tabloya kaydedin.
- 4) Suyun bu basınçtaki buharlaşma basıncını ekteki tablodan okuyup kaydedin.
- 5) ENPKY değerini aşağıdaki formül yardımıyla hesaplayın.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3
Emme hattı basıncı (Vakum Göstergesi) [mmHg] P_i			
Emme hattı mutlak basıncı [mmHg] P_m hesaplanır			
Suyun buharlaşma basıncı [kPa]			
Su hazne sıcaklığı [$^{\circ}$ C]			

HESAPLAMALAR: Emmedeki net pozitif kullanışlı yük; girişteki mutlak basınç ile pompalanan sıvının buharlaşma basıncı arasındaki farktır.

1 mmHg : 133.322 Pa : 0,133 kPa

1 atmosfer basıncı : 760 mmHg

$$ENPKY = \frac{P_i - P_v}{\rho g}$$

ENPKY = Emmedeki net pozitif kullanışlı yük (m)

p_i = Pompa girişindeki mutlak basınç (Pa)

p_v = Sıvının mutlak buharlaşma basıncı (Pa)

ρ = Sıvının yoğunluğu (kg/m^3)

Not: $P_{\text{mutlak}} = P_{\text{gösterge}} + P_{\text{atm}}$

F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve ENPKY değeri.

Suyun farklı basınçlarda buharlaşma sıcaklığı

Buh. sıcaklığı, T_b [°C]	Buh. basınç P_b [kPa]	Buh. sıcaklığı, T_b [°C]	Buh. basınç P_b [kPa]	Buh. sıcaklığı, T_b [°C]	Buh. basınç P_b [kPa]
0	0,611	24	2,982	48	11,164
2	0,706	26	3,359	50	12,338
4	0,813	28	3,778	52	13,616
6	0,935	30	4,241	54	15,005
8	1,072	32	4,753	55	15,745
10	1,227	34	5,318	60	19,925
12	1,401	36	5,940	65	25,016
14	1,597	38	6,624	70	31,170
16	1,816	40	7,375	75	38,558
18	2,062	42	8,199	80	47,369
20	2,336	44	9,101	85	57,812
22	2,642	46	10,087	90	70,116

A) DENEY NO: T-415-05

B) DENEYİN ADI: Seri pompa karakteristik eğrisinin çizilmesi

C) DENEYİN AMACI: Pompaların seri bağlanmasıyla basınçta önemli bir artış olmasına rağmen debi ölçüde artmaz. İki özdeş paralel pompanın seri bağlanmasıyla yeni karakteristik eğri grafikler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilir. Bu deney teorik ve deneysel

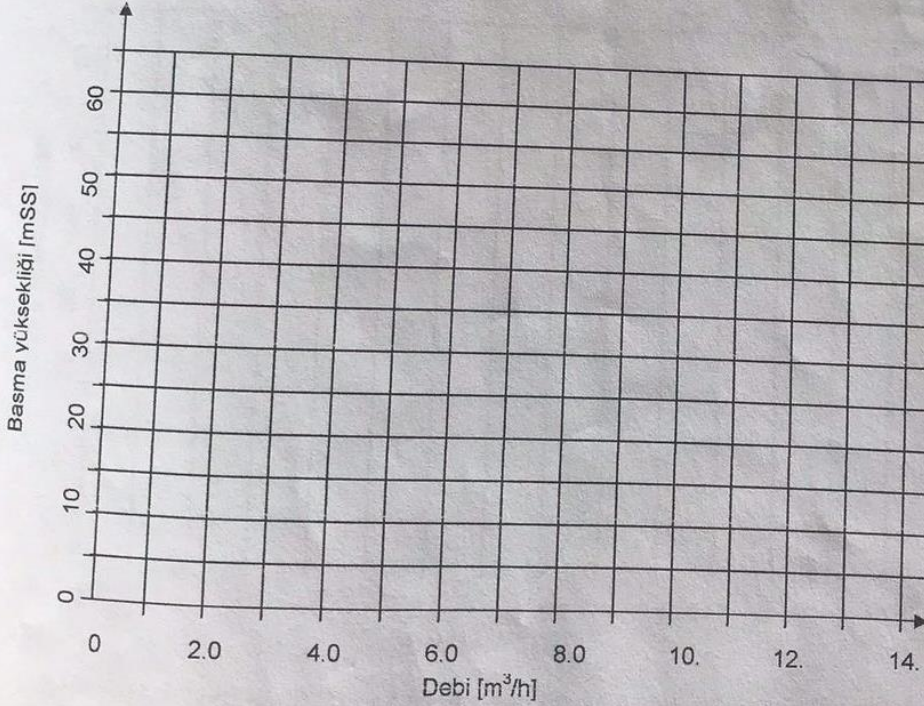
D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) 1 ve 3 nolu vanalar tam kapalı, 2 ve 4 no'lu vanaları tam açık konuma getirin.
- 2) Pompaların her ikisini de çalıştırın.
- 3) 4 no'lu vanayı kademeli olarak 5 mSS basma yüksekliğinden itibaren 5'şer mSS arttırarak su debisi sıfıra ininceye kadar kapatın ve her kademedeki basma ve debi değerlerini tabloya kaydedin.
- 4) Tablo değerlerini aşağıdaki grafiğe aktararak seri pompa karakteristik eğrisini çizin.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8
Basma yüksekliği [mSS]	5	10	15	20	25	30	35	40
Debi [m ³ /h]								

- P2 den sonra 40
d. aap 6000



F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve karakteristik eğri.

A) DENEY NO: T-415-06

B) DENEYİN ADI: **Paralel pompa karakteristik eğrisinin çizilmesi**

C) DENEYİN AMACI: Pompaların paralel bağlanmasıyla debide önemli bir artış olmasına rağmen basınç o ölçüde artmaz. İki özdeş paralel pompanın seri bağlanmasıyla yeni eğri deneysel olarak bulunabilir.

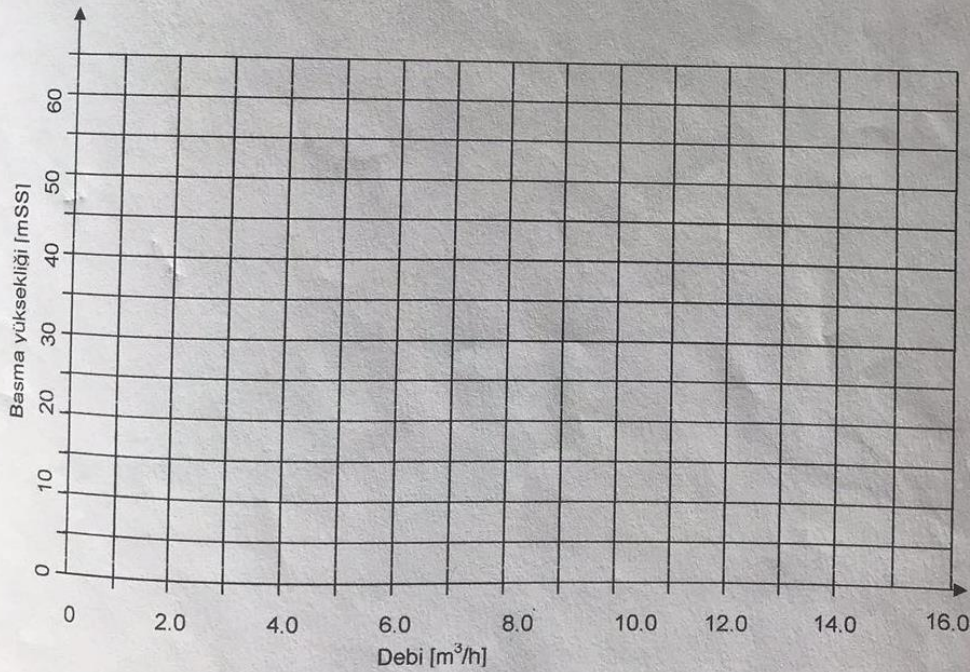
D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) 2 no'lu vanayı kapatıp diğerlerini açın.
- 2) Pompaların her ikisini de çalıştırın.
- 3) 4 no'lu vanayı kademeli olarak 5 mSS basma yüksekliğinden itibaren 5'şer mSS arttırarak su debisi sıfıra ininceye kadar kapatın ve her kademedeki basma ve debi değerlerini tabloya kaydedin.
- 4) Tablo değerlerini aşağıdaki grafiğe aktararak seri pompa karakteristik eğrisini çizin.

Ölçülen özellik/ölçüm sayısı	1	2	3	4	5	6	7
Basma yüksekliği [mSS]	8	10	12	14	16	18	20
Debi [m^3/h]							

$P_2 = V_4$ deki st
nitede asr
kayır.



F) RAPORDA İSTENENLER: Deney no, deneyin adı ve amacı, tablo değerleri ve karakteristik eğri.