



**T.C.**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
BÖLÜMÜ**

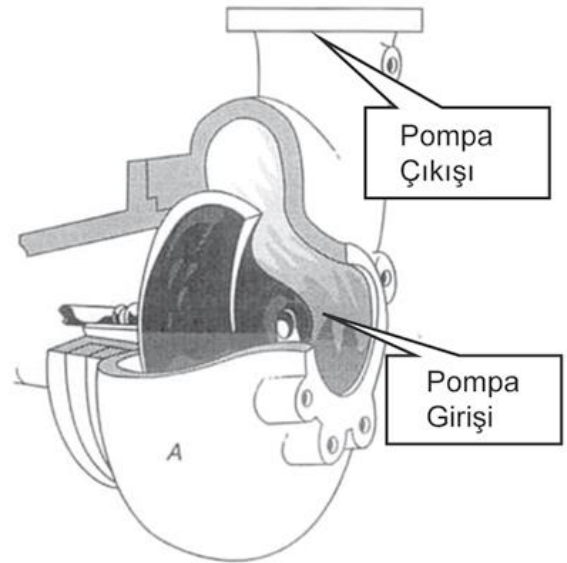
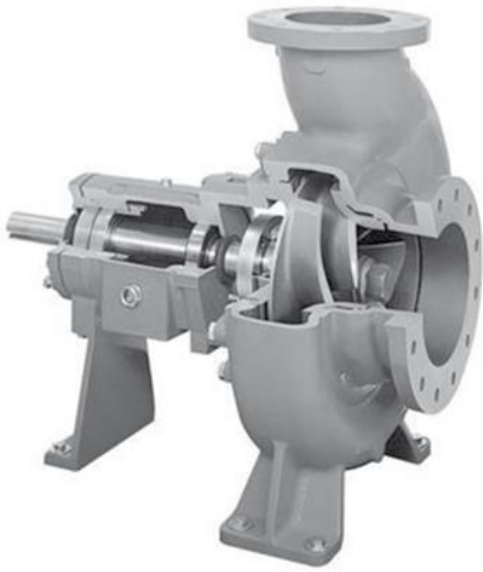
**AKIŞKANLAR MEKANİĞİ  
LABORATUVARI**

**SERİ-PARALEL BAĞLI POMPA  
DENEYİ FÖYÜ**

## 1. GENEL BİLGİLER

Pompalar akışkana enerji, başka bir söyleyiş ile basma yüksekliği kazandıran makinelerdir. Dünyanın elektrik tüketiminin %20'sinin pompalarda olduğu göz önüne alınırsa, ne kadar gerekli ve önemli ekipmanlar oldukları çok daha kolay anlaşılır. Pompalar, binalardaki kalorifer ve hidrofor tesisatından, endüstride sülfürik asit transferine, su temini için derin kuyularda çalışanından, yangın söndürme tesisatında özel otomasyon gerektiren tiplerine kadar çok değişik uygulama alanına sahiptirler. Değişik uygulamalar ve farklı ihtiyaçlar göz önüne alındığında tek tip pompanın tüm ihtiyaçlar için çözüm olması mümkün olmamıştır. Bu nedenle çeşitli temel pompa tipleri geliştirilmiştir. Pratikte uygulamaların %90'ında santrifüj tip pompa kullanılmaktadır.

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.



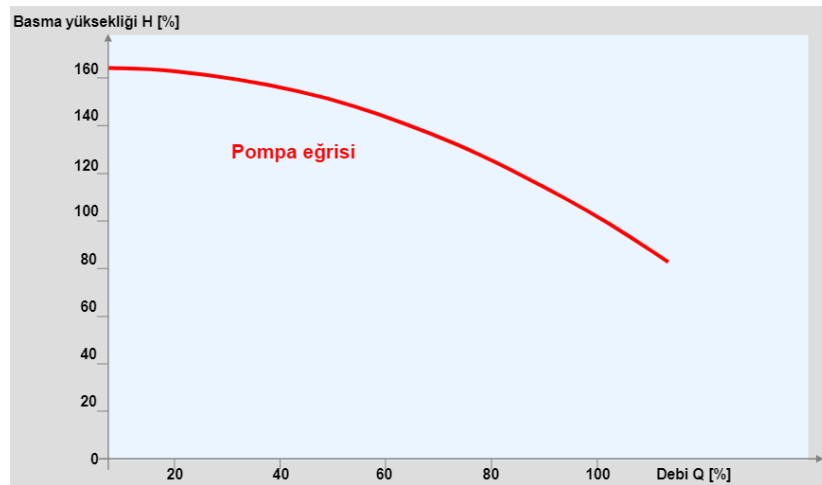
## 2. DENEYİN AMACI

Yapılacak olan deney ile santrifüj pompanın tanınması, karakteristik özelliklerinin belirlenmesi, pompa debisinin ve veriminin hesaplanması amaçlanmıştır. Aynı karakteristikteki iki pompanın seri ve paralel bağlanması ile verilerdeki değişim incelenecektir. Ayrıca deney düzeneğinde pompa devir sayısının kademeli olarak değiştirilmesi ile pompanın çektiği akım ve verimdeki değişim hesaplanacaktır.

## 3. TEORİ

### Pompa Karakteristik Eğrileri

Pompa seçiminde kullanılan eğridir. Her pompanın sabit bir hızda dönerken basabileceği debi, basma yüksekliği, verim, güç ve NPEY (Net Pozitif Emme Yüksekliği) değerlerini gösteren eğrileri vardır. Pompaya uygulanan performans testleri ile debisi ve basma yüksekliği belirlenir ve bu sonuçlardan hesaplama yolu ile pompa verimi tespit edilir. Pompa seçerken bu karakteristik eğrilerden yararlanılır.



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.

$$Q_2 = Q_1 * \left( \frac{N_2}{N_1} \right)$$

$$H_2 = H_1 * \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 * \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^3$$

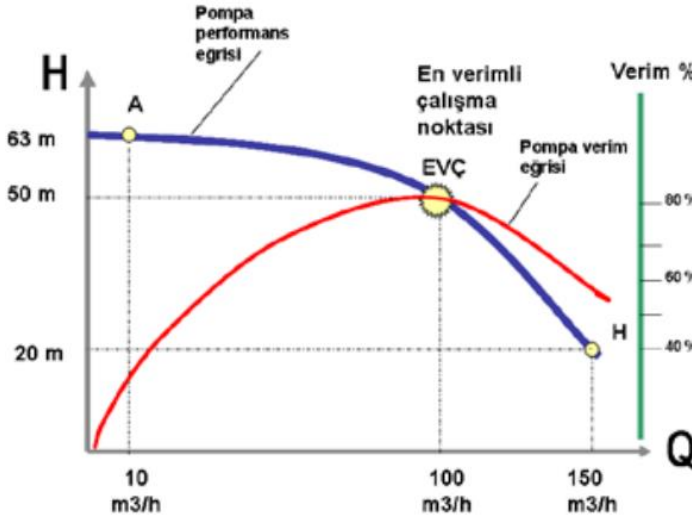
Benzerlik Kanunları adı verilen bu denklemlerde Q = debi; N = devir sayısı; H = basma yüksekliği ve P = güçtür. Benzerlik Kanunlarının bir başka biçimi ise çark çapı (D) ile ilişkilendirilir.

$$Q_2 = Q_1 * \left( \frac{D_2}{D_1} \right)$$

$$H_2 = H_1 * \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 * \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

## Pompa Gücü ve Verimi



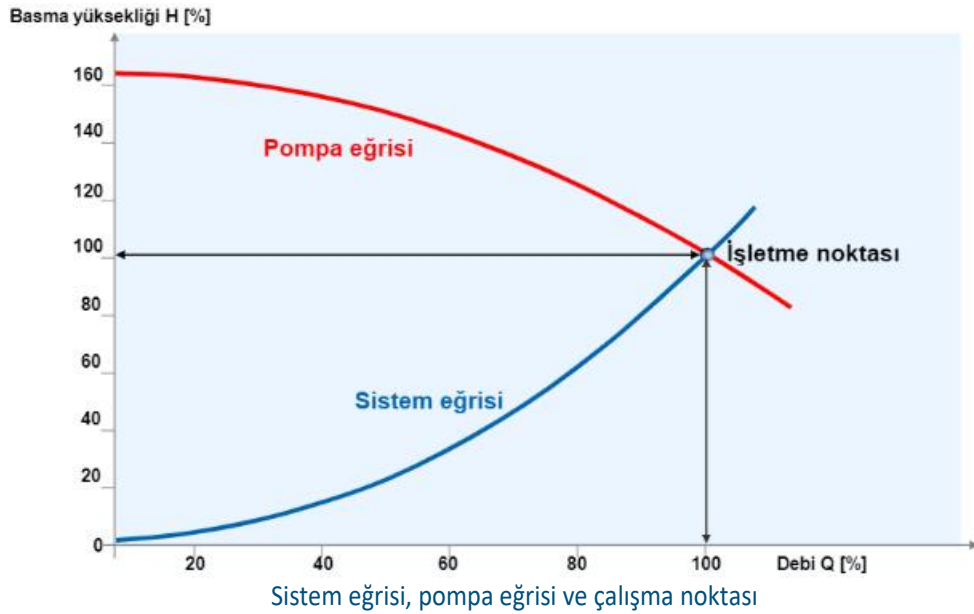
Pompayı tahrik eden elektrik motorunun gücü:  $P = V * I$  (W)

Pompa gücü:  
$$P = \frac{\rho * g * \dot{Q} * H}{\eta}$$

Pompa verimi:  
$$\eta = \frac{\text{Mekanik Çıktı}}{\text{Elektriksel Girdi}} = \frac{\Delta P * \dot{Q}}{V * I}$$

## Pompa Çalışma Noktası

Pompa, pompa eğrisi üzerinde, pompanın sağladığı basınç ile pompaya bağlanan sistemden belirli debinin geçmesi için gereken basınç arasında denge durumunun olduğu noktada çalışır. Çalışma noktası, sistem eğrisi ile pompa eğrisinin kesiştiği noktadır. Sistem eğrisi, pompa deşarj vanasını kısmak suretiyle değiştirilebilir; vananın kısılması sistemdeki direnci artırır ve sistem eğrisini daha dik hale getirir.

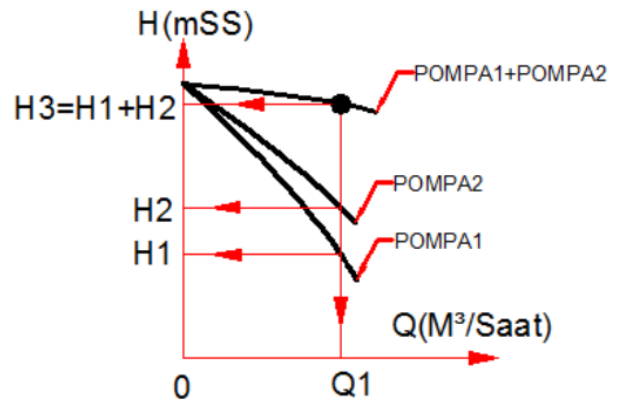
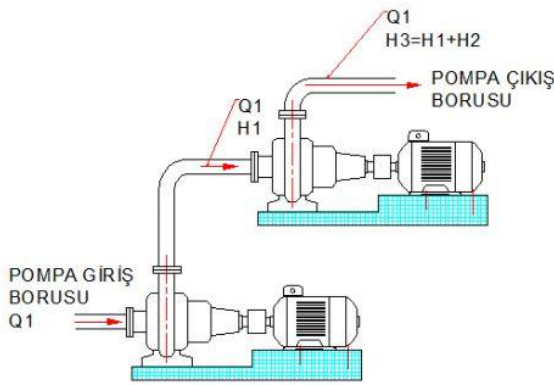


Buradan anlaşılacağı üzere, pompa eğrisi üzerinde sola doğru yukarıya çıkarsa, pompa çarkı üzerindeki iç kuvvetler artar; bu da ekipman ömrünün kışalmasına neden olabilir. Pompa eğrisi üzerinde yüksek noktalarda uzun süre işletimden kaçınmaya dikkat edilmelidir. Bu nedenle üreticiler, genellikle izin verilen çalışma aralığı hakkında bilgi verirler. Pompa, bu aralığın sınırları dışında uzun süre işletilirse, ekipman ömrü ağır biçimde etkilenebilir.

Bazı durumlarda daha büyük pompa seçmek yerine iki küçük pompayı paralel veya seri bağlayarak istenilen karakteristiği elde etmek mümkündür.

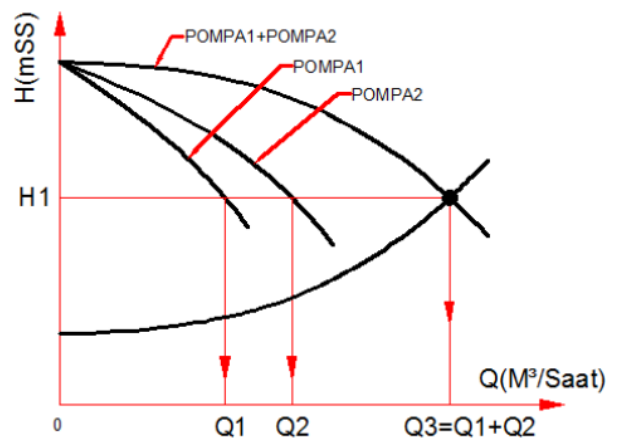
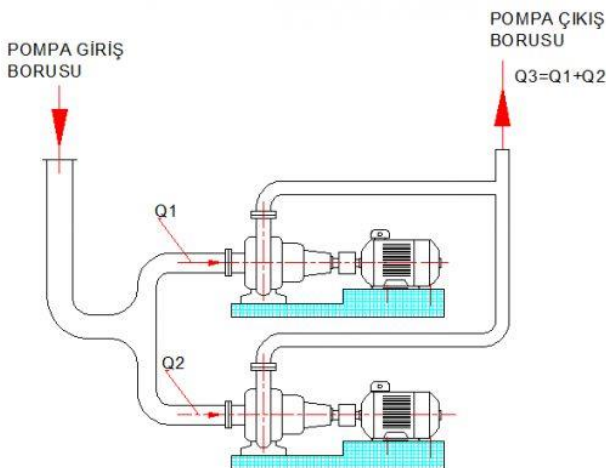
### Pompaların Seri Bağlanması

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

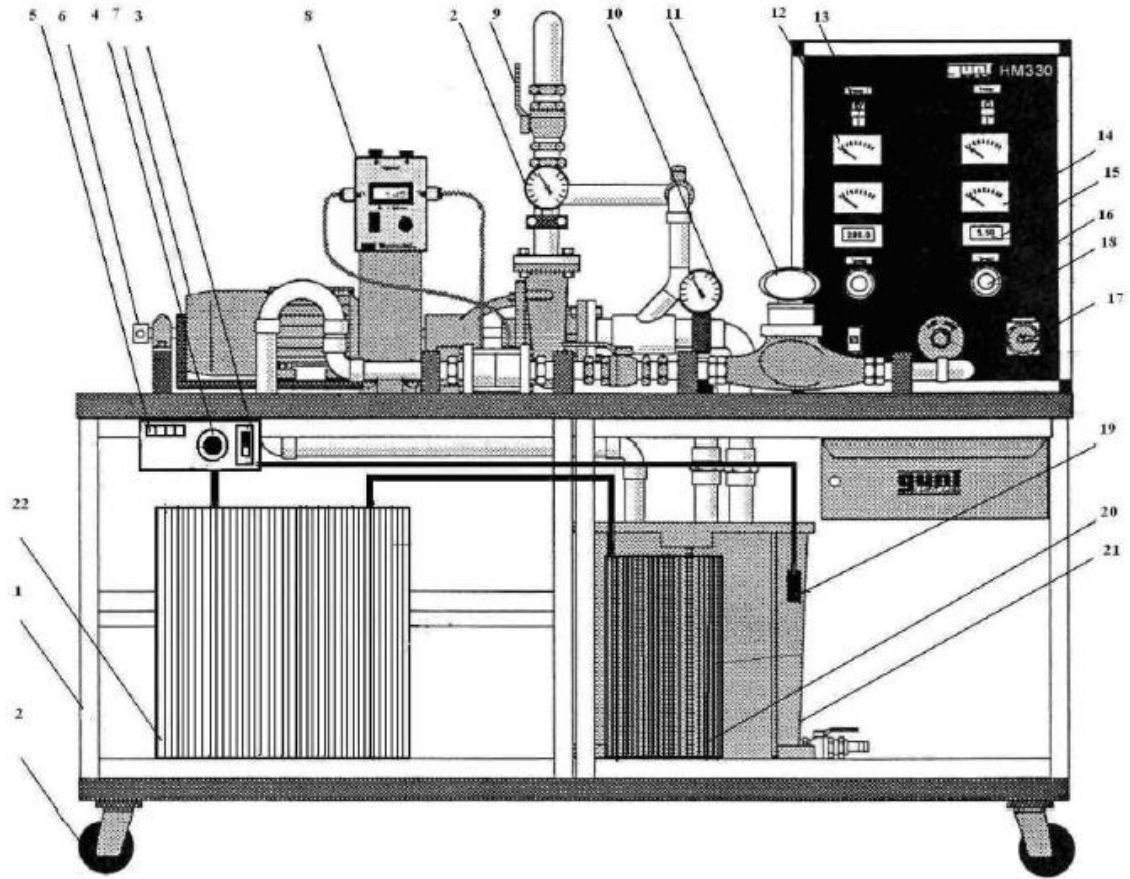


### Pompaların Paralel Bağlanması

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.



#### 4. DENEY DÜZENEĞİ



- 1- **Ana gövde:** Deney ünitesi ve ekipmanlarını üzerinde taşıyan mobil tezgâh.
- 2- **Basma manometresi:** Pompaların basma kısmına konulan yağlı gaz genleşmeli mekanik basınç ölçerlerdir, üniteye iki adet bulunmaktadır ve milibar cinsinden ölçüm yaparlar.
- 3- **Soğutma ünitesi sigortası:** Split klimayı aşırı akım ve kaçağa karşı koruyan otomat tipi gecikmeli sigorta.
- 4- **Soğutma ünitesi termostatu:** Su sıcaklığına bağlı olarak klimayı açıp kapatan ve istenilen sıcaklığı ayarlayan mekanik temaslı gaz genleşmeli ekipman.
- 5- **Soğutma ünitesi dijital ekranı:** Sensör elemanından aldığı sıcaklık verisini LCD ekrandan gösteren eleman.
- 6- **Tork mili:** Tahrik mili rotoruna bağlı eksenel torku ileten tork mafsallının bağlandığı eleman.
- 7- **Tahrik motoru:** Her biri santrifüj pompaları çeviren 3 fazlı iki adet asenkron motor.
- 8- **Güç çevirici:** Su akışı, basınç ve torka göre gücü hesaplayan dc beslemeli cihaz.
- 9- **Küresel vana:** Su akışını açıp kapatan ve ayarlayan, pompaları seri-paralel konuma getiren vanalar.
- 10- **Emme manometresi:** Pompa emiş hattına konulan yağlı, mekanik göstergeli basınç ölçerler. Her iki pompada birer adet mevcuttur.
- 11- **Sayaç :**  $\text{cm}^3$  den  $\text{m}^3$  e kadar su miktarını ölçen filtreli çekvalfli sayaç.
- 12- **Ampermetre:** Ana kontrol paneli üzerinde her motor için ayrı bulunan motorun çektiği akımı gösteren iki adet mekanik göstergeli ampermetre.

**13- Ana kontrol paneli:** Sigorta, anahtar ve kumanda anahtarlarını üzerinde barındıran elektrik beslemeli kabin.

**14- Voltmetre:** Ana kabin üzerinde motorların besleme gerilimini ayrı ayrı ölçen iki adet mekanik göstergeli voltmetre.

**15- Devir göstergesi:** Asenkron motorların dakikadaki devir sayısını ölçerek gösteren LCD ekran.

**16- Devir ayar anahtarı:** Asenkron motorların dakikadaki devirlerini ayarlayan direnç değişkenli anahtarlar.

**17- Ana şalter:** Ana kontrol panelinin besleme hattını kumanda eden şalter.

**18- Acil durum anahtarı:** Deney ünitesinin besleme gerilimini acil durumlarda kapatan imdat şalteri.

**19- Sıcaklık sensörü:** Su haznesi içine daldırılmış su sıcaklığını ölçerek termostatı kontrol eden gaz genleşmeli ekipman.

**20- Soğutucu evaporatörü:** Su haznesi içine monte edilmiş suyun sıcaklığını düşüren split klima iç ünitesi.

**21- Su haznesi:** Sirküle edilen suya, sensöre ve evaporatöre yataklık eden korozyona karşı plastikten imal edilen su tankı.

**22- Split klima dış ünitesi:** Freon soğutmalı split klima dış ünitesidir. Termostattan kumanda edilir.

## 5. DENEYİN YAPILIŞI

Hidrolik depo su ile doldurulduktan sonra yalnızca ölçüm alınacak olan pompadan akışkan geçişine izin verilecek şekilde vana konumları (açık/kapalı) ayarlanır. Öncelikle tek santrifüj pompa çalıştırılarak 3 farklı devir kademesi için akım, gerilim ve devir değerleri panodan okunur, debi hesaplanır ve not edilir. Daha sonra vanalar pompaların seri ve paralel şekilde çalışabileceği konuma getirilerek aynı değerler tekrar okunur ve not edilir.

### Tek pompa

Devir Kademesi	Devir (d/dk)	Gerilim (V)	Akım (A)	Güç (W)	Debi (m <sup>3</sup> /s)
50					
70					
100					

### Paralel Bağlı Pompalar

Devir Kademesi	Devir (d/dk)	Gerilim (V)	Akım (A)	Güç (W)	Debi (m <sup>3</sup> /s)
50					
70					
100					

### Seri Bağlı Pompalar

Devir Kademesi	Devir (d/dk)	Gerilim (V)	Akım (A)	Güç (W)	Debi (m <sup>3</sup> /s)
50					
70					
100					

## **6. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER**

- 1) Deneyde ölçülen tüm değerleri tablolara yazınız
- 2) Yapılan her deney için Devir-Akım grafiğini çiziniz.
- 3) 100 devir kademesinde  $\Delta P = 0,6$  bar için tek pompanın verimini hesaplayınız.
- 4) 70 devir kademesinde  $\Delta P = 0,8$  bar için paralel bağlı pompanın verimini hesaplayınız.
- 5) 50 devir kademesinde  $\Delta P = 1,2$  bar için seri bağlı pompanın verimini hesaplayınız.