



tmmob
makina mühendisleri odası
uygulamalı eğitim merkezi

Fan Sistemi Eğitim Ünitesi

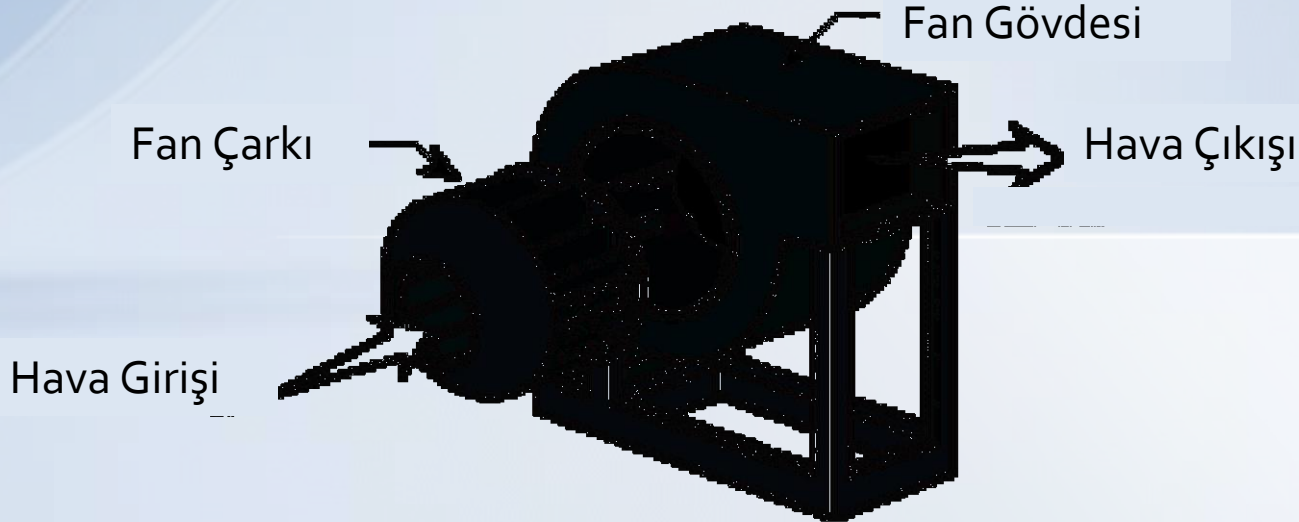
Alpaslan GÜVEN
Makina Yük.Mühendisi
Enerji Yöneticisi – EEP Eğitmeni

Aralık - 2012

Fan Nedir ?

Bir basınç farkı oluşturarak havanın akışını sağlayan cihazlara fan denir. Fanlar döner bir pervane kanatları tarafından hava veya gazları hareket ettiren basit makinalardır.

Santrifüj Fan Bileşenleri



Fan Nedir ?

Fanın hareketli elemanı olan kanatlar hava üzerinde iş yapar ve ona statik ve kinetik enerji kazandırır.

Havaya kazandırılan bu statik ve kinetik enerjilerin birbirine oranı, fanın özelliklerine bağlıdır.

Kullanım yerine göre fanlar:

- Emme (dönüş) fanı
- Egzoz fanı
- Basma (besleme)fanı

Fan Nedir ?

Emme Fanı

Emme fanları çalıştıkları ortamların basıncını düşürerek görev yapar. İklimlendirmede iç-dış hava karışımı ile çalışan sistemlerde gereklidir.

Bu fanlar, iklimlendirilen ortamdaki havanın uygun miktarda dönmesini sağlar. Artı basınç oluşturulan sistemlerde emme fanları, basma fanlarından daha küçük debi ile çalışır.

Fan Nedir ?

Egzoz Fanı

İç-dış hava karışımı ile çalışan, ancak emiş fanı kullanılmayan sistemlerde bulunur ve alınan hava kadar dönüş havasının egzoz edilmesini sağlar.

Bu sistemlerde basma fanı, dış hava alınmayan durumda, sistemde oluşan statik basıncı karşılayacak şekilde seçilmelidir. Dış hava alınan durumda ise, egzoz fanı, alınan havadan biraz daha düşük miktarda dönüş havasını dışarıya atarak mahal içinde bir artı basınç oluşmasını sağlar.

Fan Nedir ?

Basma (Besleme) Fanı

Bir hava kanalına bağlanan fan kanal içerisinde artı basınç oluşturur ve havanın hareketini sağlar.

Fan Tipleri

Kapasitelerine Göre Fan Çeşitleri

- Blowerlar
- Körükler
- Yüksek basınçlı fanlar
- Orta basınçlı fanlar
- Alçak basınçlı fanlar

Kapasitelerine Göre Fan Tipleri

1. Blower'lar

4 000-1 700 000 m³/h ve 1 300-27 000 Pa kapasitelerinde profil kanatlı, tek veya çift emişli olarak üretilir. Çimento fabrikaları, kurutma, çeşitli kimyasal prosesler gibi endüstrilerde, büyük miktarlardaki hava ve gaz akışlarını sağlamada ve pnomatik toz ve malzeme taşımada kullanılır.

Kapasitelerine Göre Fan Tipleri

2.Körükler

120-4 800 m³/h ve 1 500-20 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Yakıt yakıcılara birinci (primer) hava göndermek için tasarlanırlar. Yüksek basınçlı hava gerektiren diğer uygulamalarda da kullanılabilir.

Kapasitelerine Göre Fan Tipleri

3.Yüksek Basınçlı Fanlar

400-80 000 m³/h ve 500-10 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Endüstriyel egzoz ve toz toplama sistemlerinde, pnomatik taşımada, sıcak gaz naklinde ve yakıt yakıcılarında kullanılır.

Kapasitelerine Göre Fan Tipleri

4.Orta Basıncılı Fanlar

500-150 000 m³/h ve 400-5 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Benzer endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

Kapasitelerine Göre Fan Tipleri

5. Alçak basınçlı fanlar

400-250 000 m³/h ve 100-2 400 Pa kapasitelerinde merkezkaç ve eksenel (aksial) türlerde olabilir.

İklimlendirme, havalandırma ve gaz nakli işlemlerinde kullanılır.

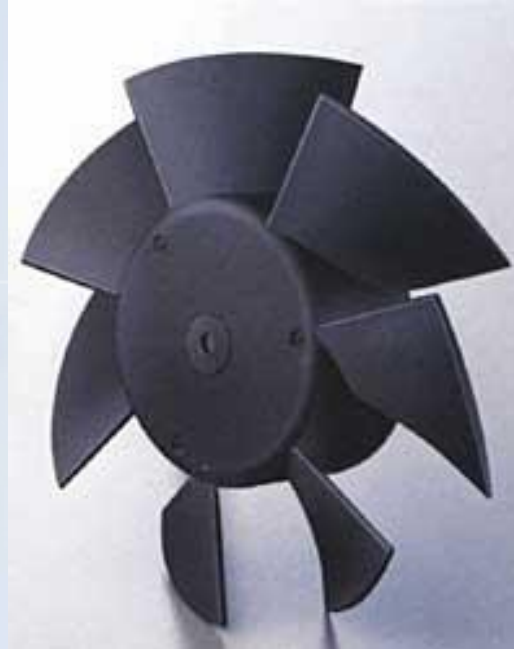
Fan Tipleri

Fanlar genelde havanın çark üzerinden akış doğrultusuna bağlı olarak sınıflandırılır.

- Eksenel (Axial) Fan
- Santrifüj (Centrifugal) Fan
- Karışık Akışlı (Mixed Flow) Fan

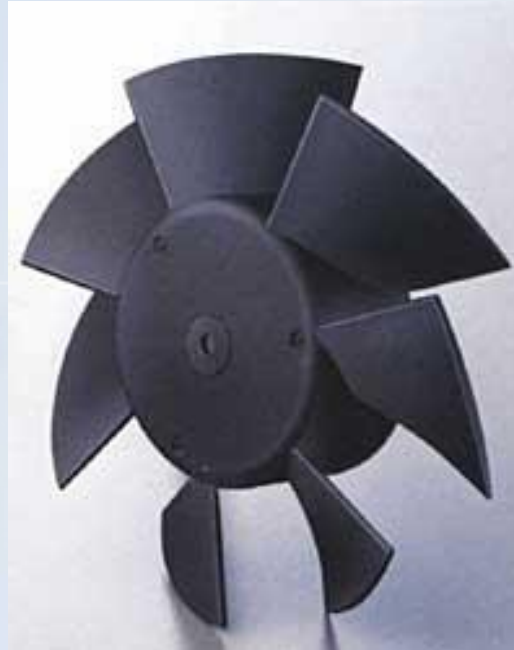
Eksenel Fan

Eksenel fan: Döner bir mil üzerine pervane kanatlarının sabit olarak yerleştirilmesinden oluşmuştur.



Eksenel Fan

Eksenel tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yöndedir.



Eksenel Fan

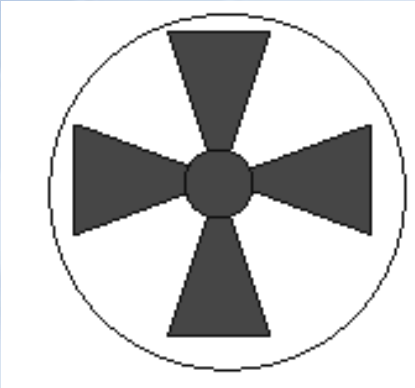
Endüstriyel Tesislerde, Soğutma veya havalandırma amaçlı, düşük basınç yüksek debi ihtiyacı için kullanılırlar.

Kullanım Alanları : *Dökümhaneler, atölyeler, düşük basınçta büyük hava hacimlerinin emilmesi gereken kimya, mekanik ve metalurji tesisleri, çeşitli endüstriyel tesisler, mutfaklar ve etkili emiş gerektiren yerler.*



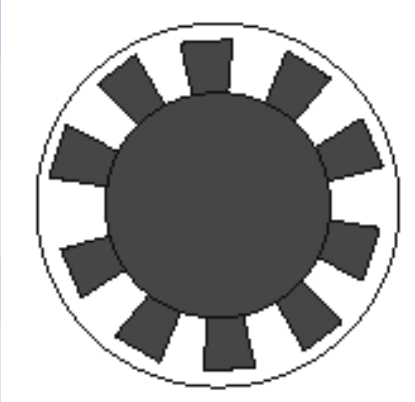
Eksenel Fan Tipleri

1. Pervane kanatlı tip: Alçak, orta ve yüksek basınçlı genel ısıtma, havalandırma ve klima uygulamalarında kullanılır.



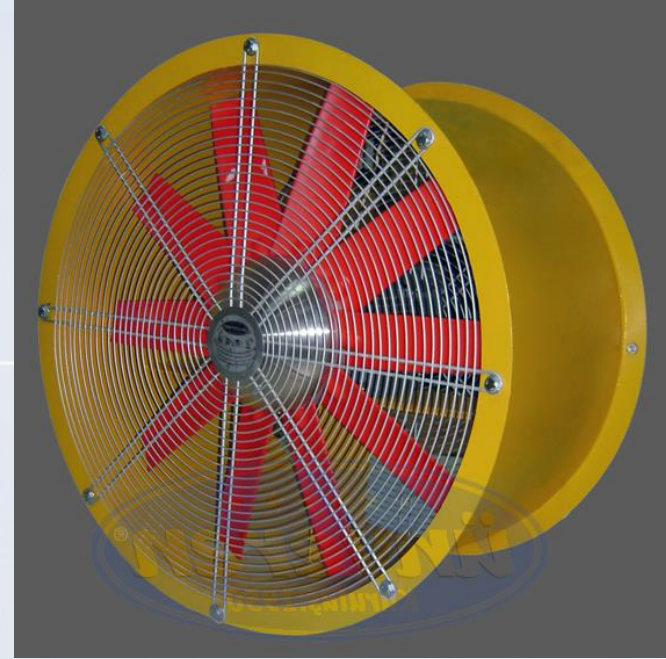
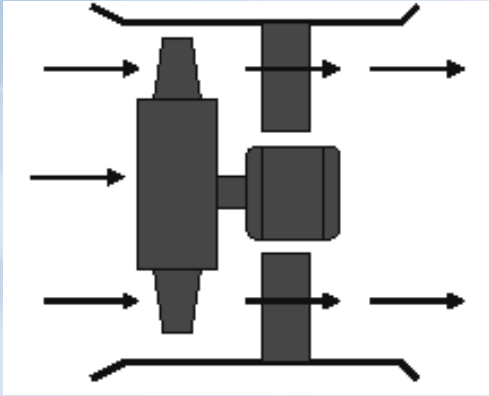
Eksenel Fan Tipleri

2.Silindir kanat tip: Alçak ve orta basınçlı sistemlerde, kurutma ve boyama kabinlerinin egzozlarında kullanılır.



Eksenel Fan Tipleri

3.Kılavuzlu silindir tip: Alçak statik basınçlı, büyük hava debileri için kullanılır.



Santrifüj (Radyal) Fan

Santrifüj fan: Bir göbek etrafına yerleştirilmiş pervane kanatlarından oluşan tekerlekten meydana gelmiştir.



Santrifüj (Radyal) Fan

Radyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi, santrifüj (merkezkaç) kuvveti doğrultusundadır.



Santrifüj (Radyal) Fan

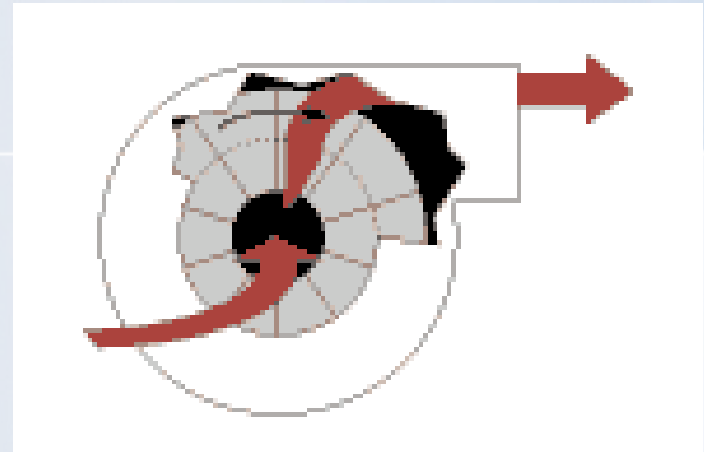
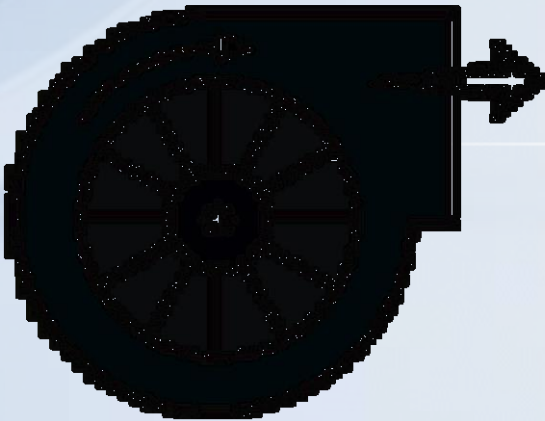
Endüstriyel Tesislerde, Yüksek Basınç Düşük Debi amaçlı olarak kullanılırlar.

Kullanım Alanları : Çimento Fabrikalarında, Alçı ve Kireç Fabrikalarında, Mobilya Fabrikalarında, Madencilik Sektöründe, Petrokimya Tesislerinde ,Endüstriyel Fırınlarda, Çöp yakma Tesislerinde , Değirmenler ve Su arıtma Tesislerinde, Demir Çelik ve Döküm Fabrikalarında, Cam ve Kâğıt Fabrikalarında emiş gerektiren yerler.



Santraf   Fan Kanatçıkları

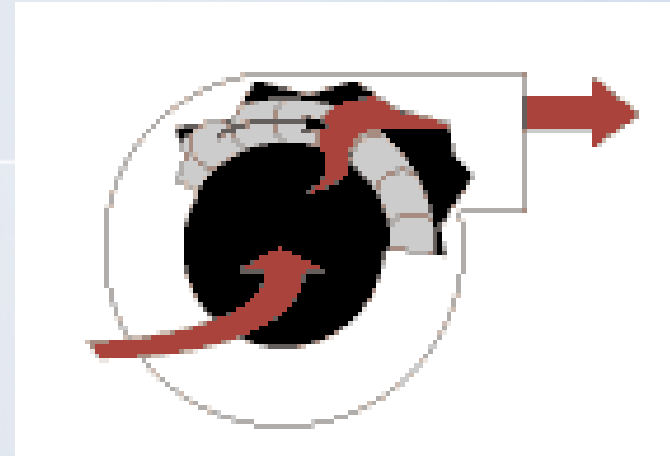
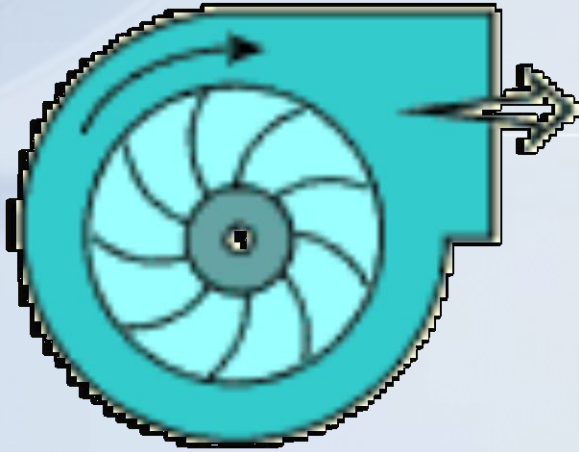
1.Radyal (E  imsiz)Fan : Fan kanatlarının şekli düzdür. D       debide çalışır. Basınç   alı  ma aralığı geriye eğik kanatlı fandan daha b  y    , ileri eğimli fandan daha k      t  r. Endüstriyel tesislerde malzeme nakli için veya yüksek basınçlı klima tesislerinde kullanılır.



Santraf j Fan Kanatçıkları

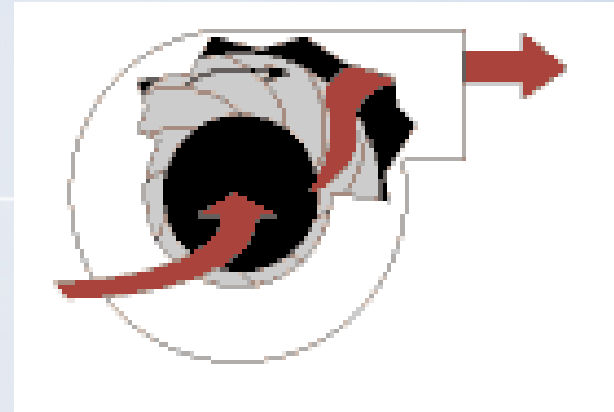
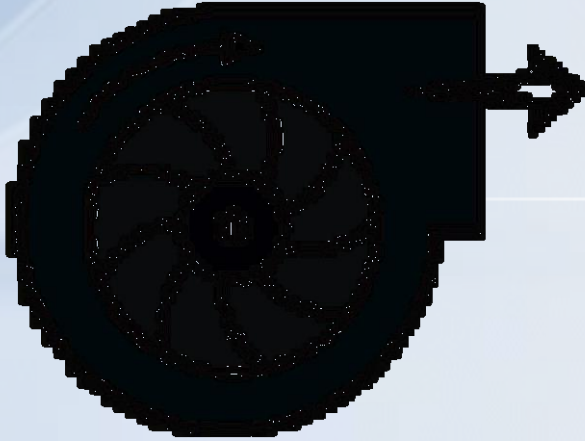
2. ne Eğimli Kanatlı : Fan kanatlarının şekli fan dönüş yönündedir. Yüksek debi, yüksek basınç ve düşük hızda çalışır.

Alçak basınçlı havalandırma sistemlerinde, paket klima cihazları, ev tipi sıcak hava apareyleri ve fanlı serpantinlerde kullanılır.



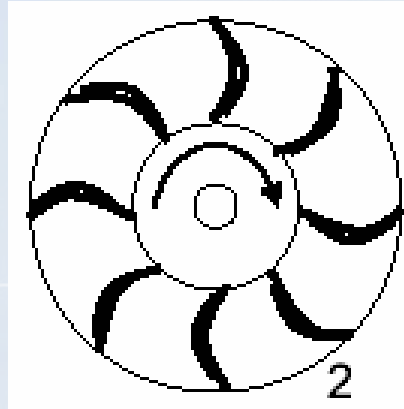
Santraf j Fan Kanatçıkları

3.Geriye Eğimli Kanatlı: Fan kanatlarının şekli fan dönüş yönüne ters yönündedir. Yüksek debi, yüksek basınç ve yüksek hızda çalışır. Genel havalandırma sistemlerinde kullanılır.



Santraf  j Fan Kanatçıkları

4.Aerodinamik kanatlı tip: Genel havalandırma sistemlerinde, özellikle büyük hava debilerinde kullanılır.



Karışık Akışlı (Mixed Flow) Fan

Karışık Akışlı fan: Görünüş olarak eksenel fana benzerler. 'Yarı – Eksenel' fan da denir.



Karşılaştırma Sonunda

- ❖ Santrifüj fanlar, yüksek basınç ve düşük debi
- ❖ Eksenel fanlar, düşük basınç ve yüksek debi
- ❖ Karışık akışlı fanlar, orta basınç ve orta debi

Fan Seçimi

Belirli bir hava dağıtım sisteminde **fan seçimi** yapılması için;

- Sistemin tamamen tasarlanmış olması, tüm elemanlarının ve boyutlarının belirlenmiş olması gereklidir.
- Hava miktarı (debisi) değerleri tespit edilmelidir.
- Kanal, menfez, panjur, damper, hava yıkayıcısı, filtre, ısıtıcı ve soğutucu serpantin gibi kısımlardaki basınç kayıpları toplanarak statik basınç tayin edilmelidir.
- Bulunan bu karakteristiklere göre fan seçimi tercih edilen firma kataloglarından yapılır.

Fan Performans Kriterleri

Bir fanın performansı,

1. Fanın tasarımı,
 2. Çalışma noktası (debi ve basınç karakteristikleri),
 3. Fanın boyutları,
 4. Rotorun devir sayısı,
 5. Fan içinden geçen gazın yoğunluğu, sıcaklığı,
 6. Sistem dirençleri,
- gibi faktörlere bağlıdır.

Debi

- Debi, birim zamanda geçen hava miktarıdır.

$$Q = V.A \text{ (} m^3 / s \text{)}$$

V= Hız (m/s)

A= Kesit alanı (m²)

Direnç

- Boru hattı boyunca hava ile boru yüzeyi arasındaki sürtünmeden oluşan direnç
- Boru hattı boyunca havanın hat eğimi ve kolları oluşturduğu sürtünmeden meydana gelen direnç
- Hava hızının karesiyle orantılı oluşan direnç

Basınç

a) **Basınç**, birim alana etki eden güç

$W (N)$

$$P = \frac{W}{A} \quad [Pa]$$

$$1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$$

$A (m^2)$

Atmosfer Basıncı

Deniz seviyesindeki atmosfer tabakasının oluşturduğu basınç **76 cm** yüksekliğindeki civa sütun dengelenmektedir.

Civanın özgül ağırlığı **13,6 gr/cm³** olduğuna göre;

$$\begin{aligned}\text{Atmosfer basıncı} &= 76 \text{ cm} \times 13,6 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,033 \text{ kg /cm}^2 \text{ dir.}\end{aligned}$$

$$\text{kg/cm}^2 \times 98.07 = \text{k Pa} \Rightarrow 1,033 \times 98.07 = 101.3 \text{ kPa}$$

Basınç

$$\text{kg/cm}^2 \times 98.07 = \text{k Pa}$$

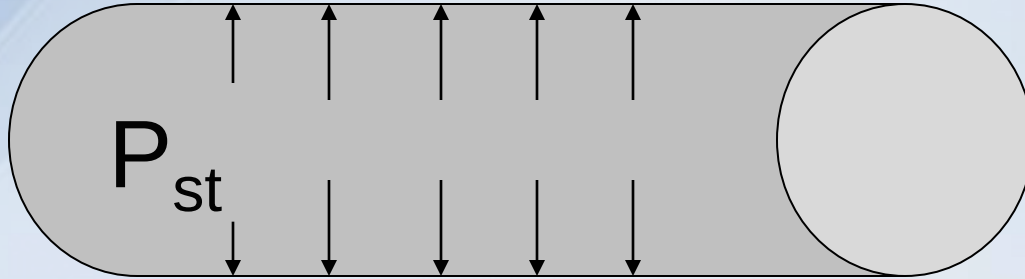
$$\text{k Pa} \times 100 = \text{Bar}$$

$$\text{Bar} \times 1.01325 = \text{Atm}$$

$$\text{k Pa} \times 0.145 = \text{psi (pounds per square inch)}$$

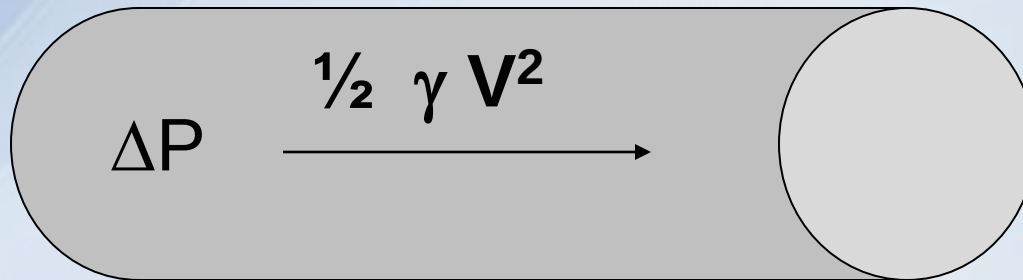
Fanlarda Basınç

a) Statik basınç (P_{st}), boru yüzeyine direk olarak etki eden basınç.



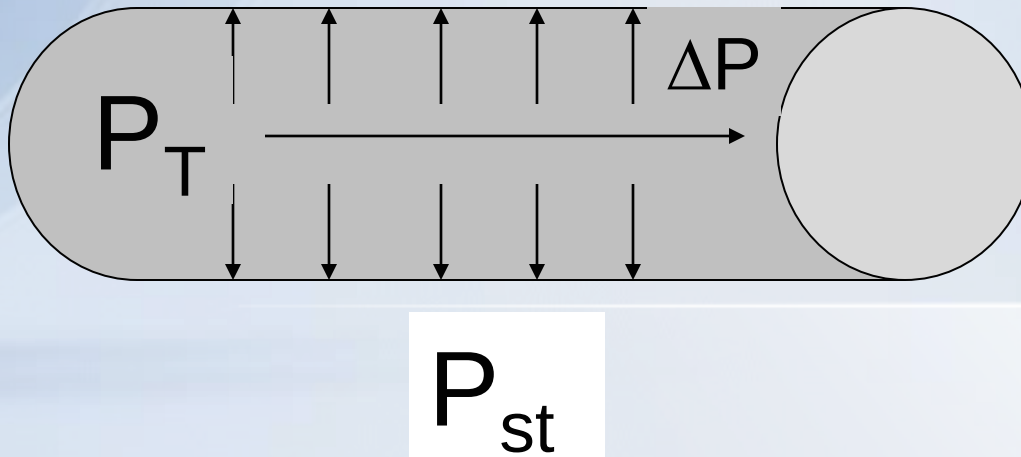
Fanlarda Basınç

b) Dinamik basınç (ΔP), Havanın kinetik enerjisinden oluşan basınç



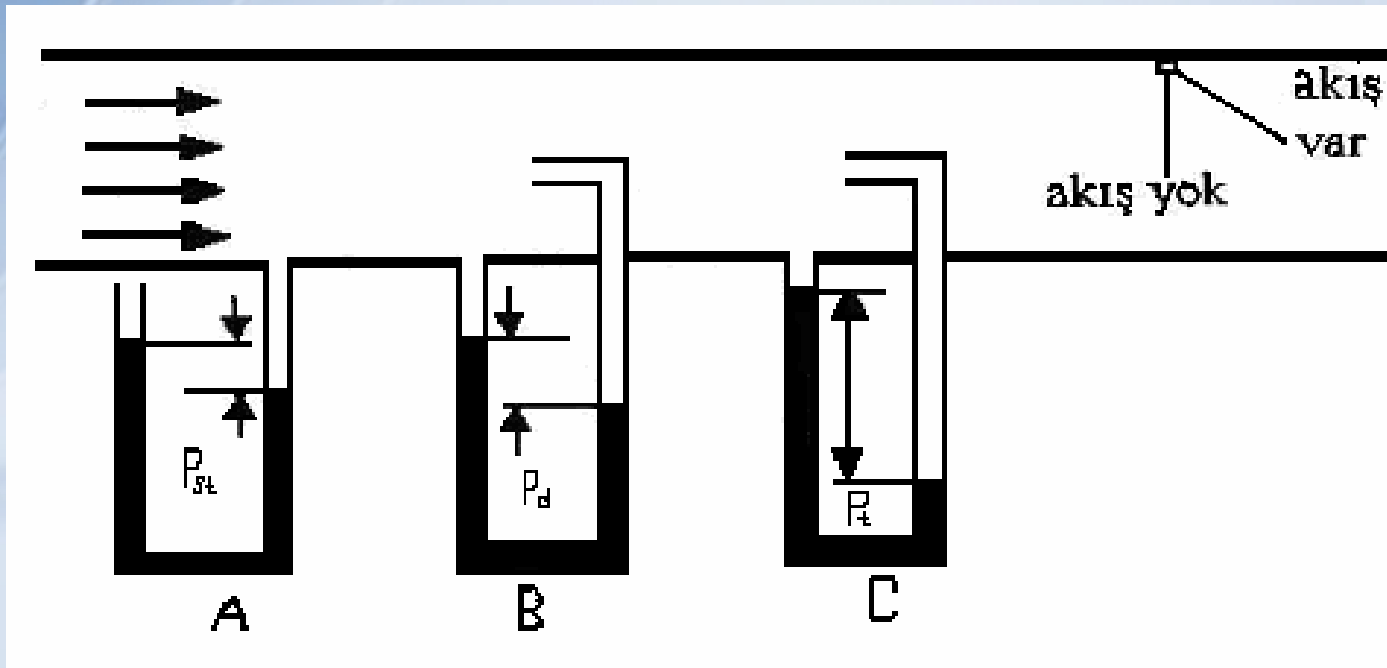
Fanlarda Basınç

d) Toplam basınç (P_T), $P_T = P_{st} + \Delta P$



Fanlarda Basınç

d) Toplam basınç (P_T), $P_T = P_{st} + \Delta P$



GAZ AKIŞKAN MİKTARI ÖLÇÜMLERİ

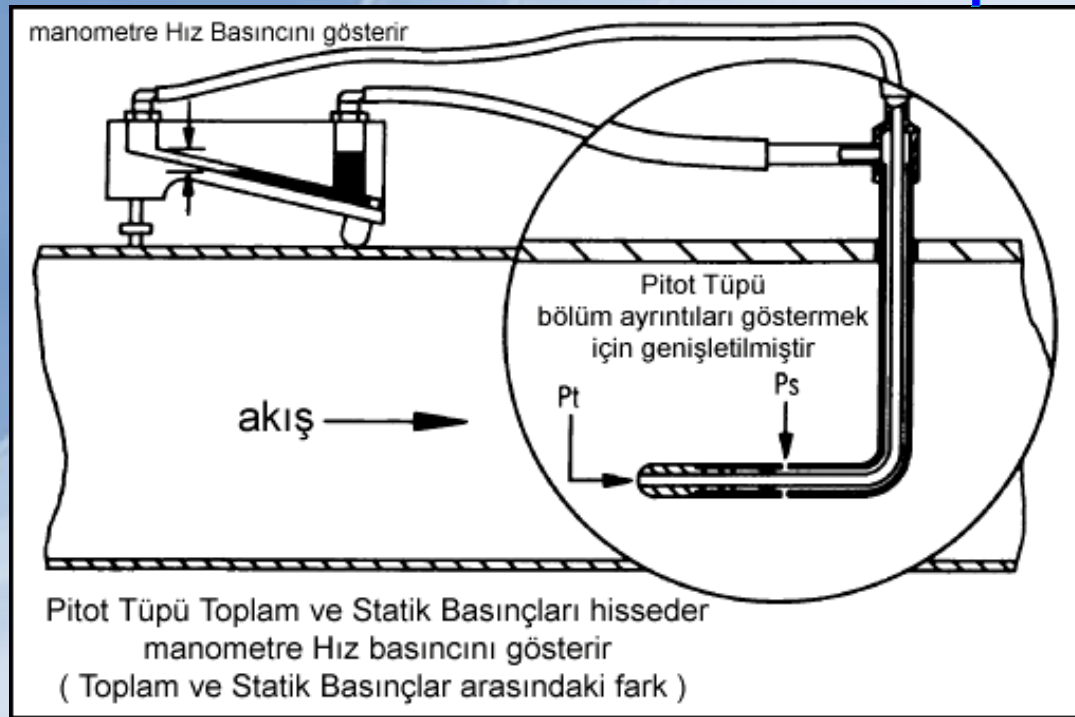
- Düşük Basıncılı Gaz Akışkanlar

Kazan, Fırın, Kurutucu vb. ekipmanlara ait enerji – kütle denkliklerini oluşturmak için, düşük basınçlı gaz akışkanların (örneğin sıcak hava, bacagazı, yanma havası) ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla kapalı kanallar içindeki akışkanlar için **pitot tüpleri** ve **portatif basınç** ölçerler kullanılır.



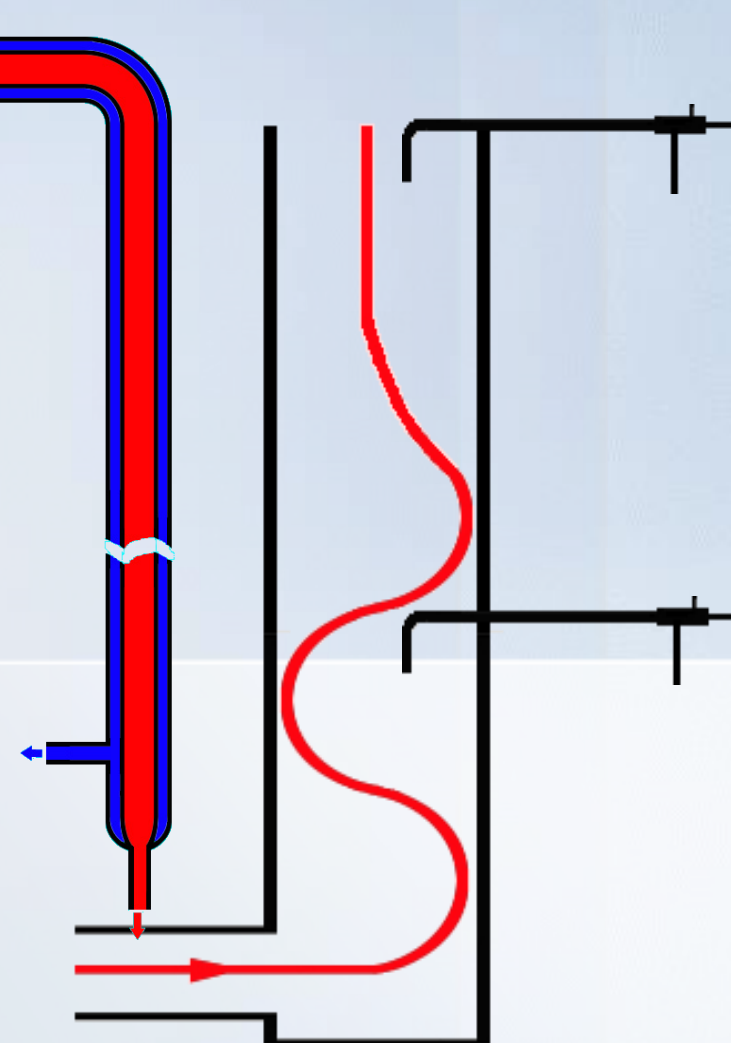
GAZ AKIŞKAN MİKTARI ÖLÇÜMLERİ

- Düşük Basıncılı Gaz Akışkanlar



$$P_t = P_s + P_v$$

$$P_v = P_t - P_s$$



GAZ AKIŞKAN MİKTARI ÖLÇÜMLERİ

- Düşük Basıncılı Gaz Akışkanlar

Fan sistemlerinin emiş ağzına veya baca ve egzost kanalı gibi kirli gazların atıldığı kanalların çıkış ağzına tutulmak suretiyle debi ölçümünde kullanılan bir başka cihaz **Pervaneli Anemometre** (Vane Type Anemometer) dir.



GAZ AKIŞKAN MİKTARI ÖLÇÜMLERİ

- Düşük Basıncılı Gaz Akışkanlar

Hava kanalı içerisine sokulmak suretiyle debi ölçümünde kullanılabilecek bir başka cihaz ise **Sıcak Telli Anemometre** (Hot Wire Anemometer) dir. Sıcak telli anemometre'nin bir elektrik akımıyla ısıtılmış platin veya nikel bir teli vardır, üzerinden hava geçirilince tel soğur, elektrik direnci ve üzerinden geçen akım değişir. Bu akım ölçülür, işlemci ile hava hızına dönüştürülür.



Havanın Yoğunluğu

Yoğunluk: Maddenin birim hacmine düşen ağırlığıdır.

γ : 1.293 (kg/m³) Havanın 0 °C deki yoğunluğu

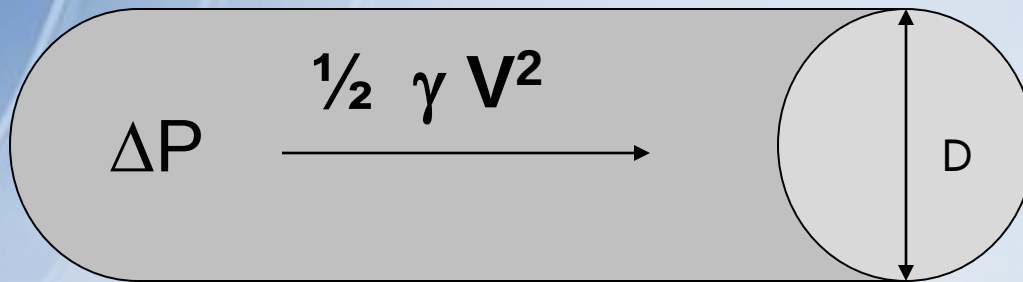
γ_1 : T1 sıcaklığındaki havanın yoğunluğu

Örn. T1= 25 °C ise $\gamma_1 = 1.293 \times 273 / (273 + T1)$

$\gamma_1 = 1.184$ (kg/m³) dir.

Sıcaklık artıkça havanın yoğunluğu düşmektedir.

Hava debisi



$$\Delta P = \frac{1}{2} \gamma V^2 \Rightarrow V = \sqrt{2 \Delta P / \gamma} \dots \dots \text{m/s}$$

$$Q = (\pi D^2 / 4) \times V \times 60 \dots \dots \text{m}^3/\text{min}$$

Fan Devir Kontrolü

Çoğu havalandırma iklimlendirme sistemlerinde, fanın bastığı hava miktarı, kısa veya uzun süreli olarak değişir. Hava debisindeki bu değişim aşağıdaki yöntemlerden birisi ile sağlanabilir.

- Fan kanatlarının eğimini değiştirerek (kanal tipi eksenel fanlarda)
- Fan girişini, ayarlanabilir ve kontrol edilebilir kanatlarla kısarak
- Fan çıkışını ayarlanabilir damperler ile kısarak
- Fan hızını değiştirerek

Fanlarda Benzerlik Kanunları

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{(n_2)^2}{(n_1)^2}$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{(n_2)^3}{(n_1)^3}$$

Fanlarda Benzerlik Kanunları

Örnek : Debisi 10300 m³/h, statik basıncı 25 mmSS, devir sayısı 1687 d/dk. ve gücü 3.08 BG olan bir fanın yeni debisi 15000 m³/h çıkartılırsa yeni karakteristikleri ne olur?

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{10300}{15000} = \frac{1687}{n_2}$$

$$n_2 = 1687 \cdot \frac{15000}{10300}$$

$$n_2 = 2457 \text{ d / dk}$$

Fanlarda Benzerlik Kanunları

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(n_1)^2}{(n_2)^2}$$

$$\frac{25}{P_2} = \left(\frac{1687}{2457} \right)^2$$

$$P_2 = 25 \cdot \left(\frac{2457}{1687} \right)^2$$

$$P_2 = 53 \text{ mmSS}$$

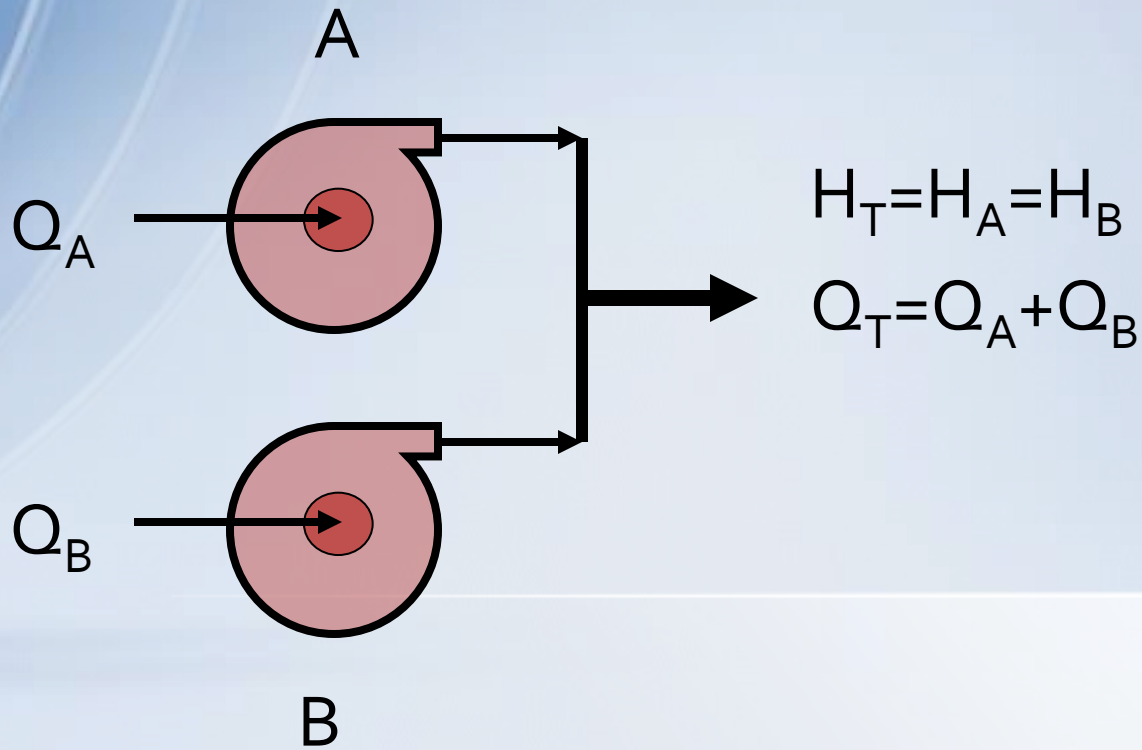
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{(n_1)^3}{(n_2)^3}$$

$$\frac{3,08}{N_2} = \left(\frac{1687}{2457} \right)^3$$

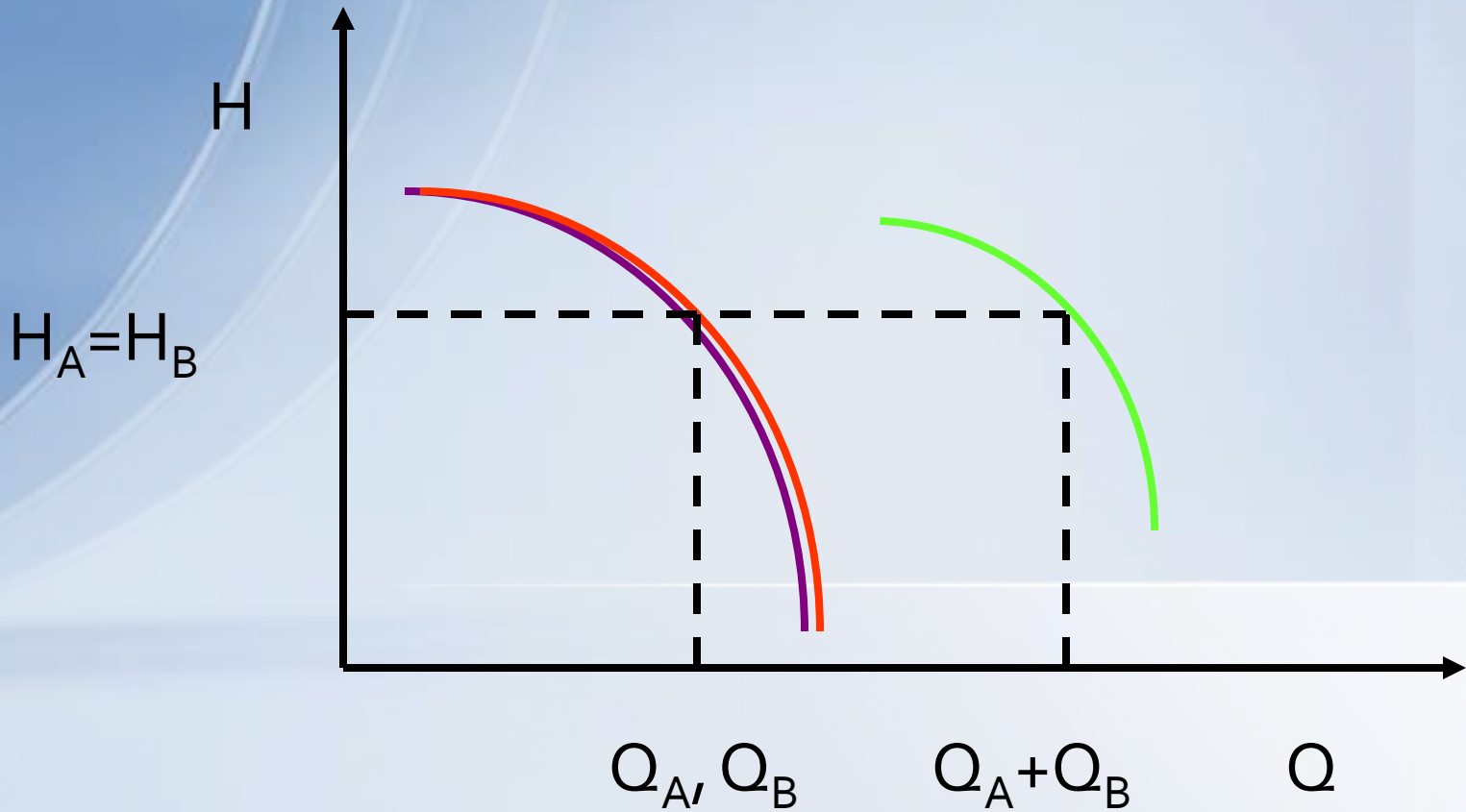
$$N_2 = 3,08 \cdot \left(\frac{2457}{1687} \right)^3$$

$$N_2 = 9,51 \text{ BG}$$

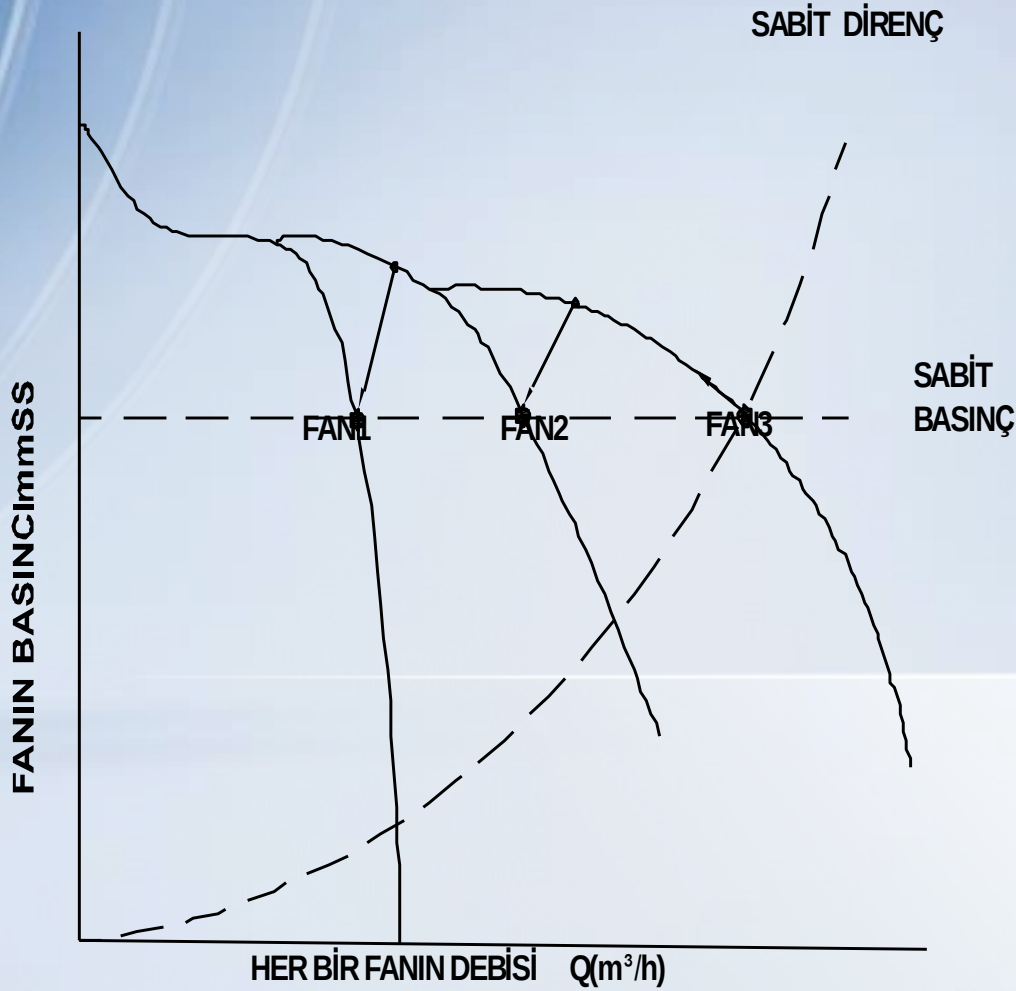
Fanların Paralel Bağlanması



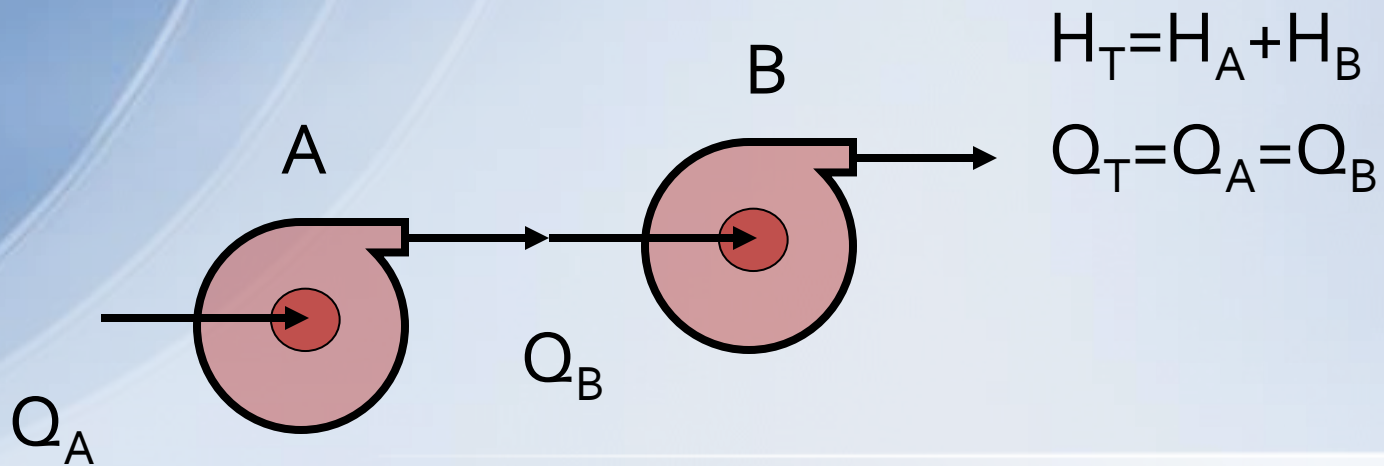
Fanların Paralel Bağlanması



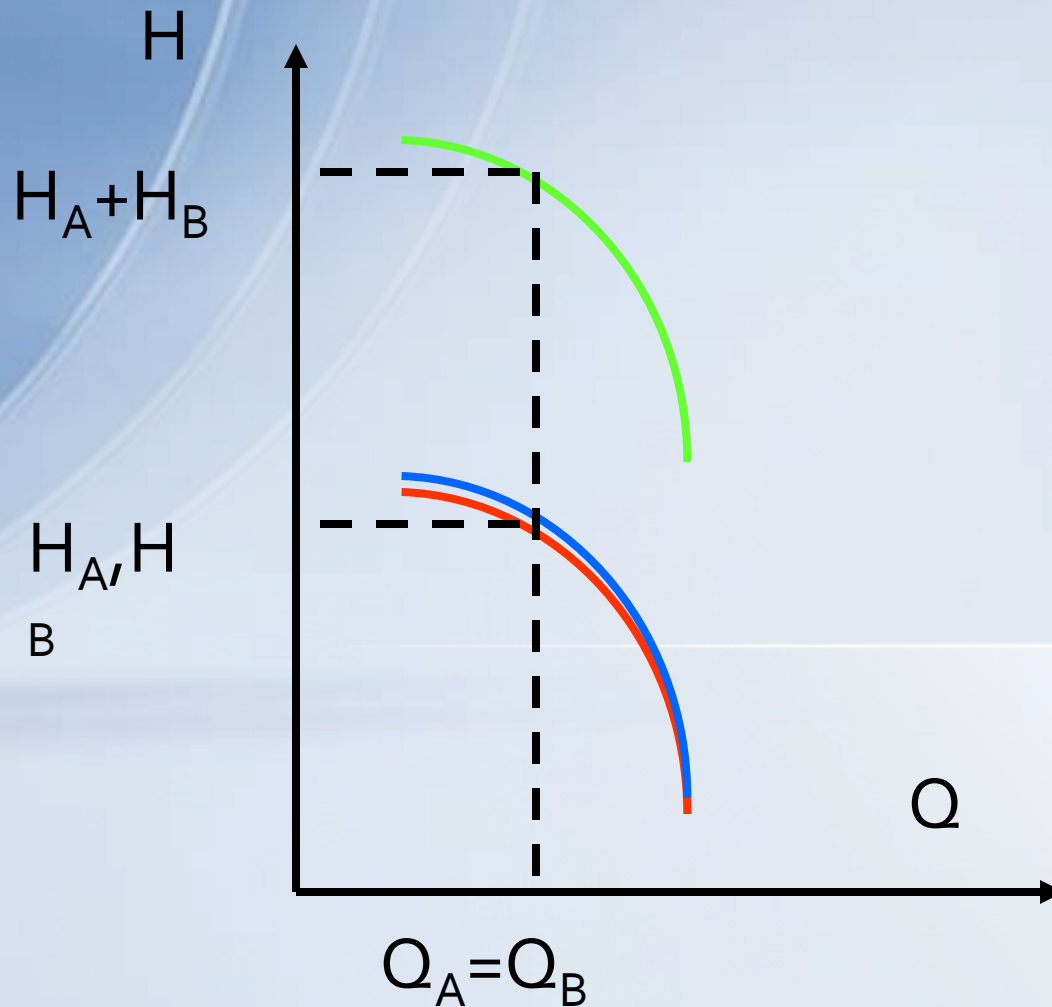
Fanların Paralel Bağlanması



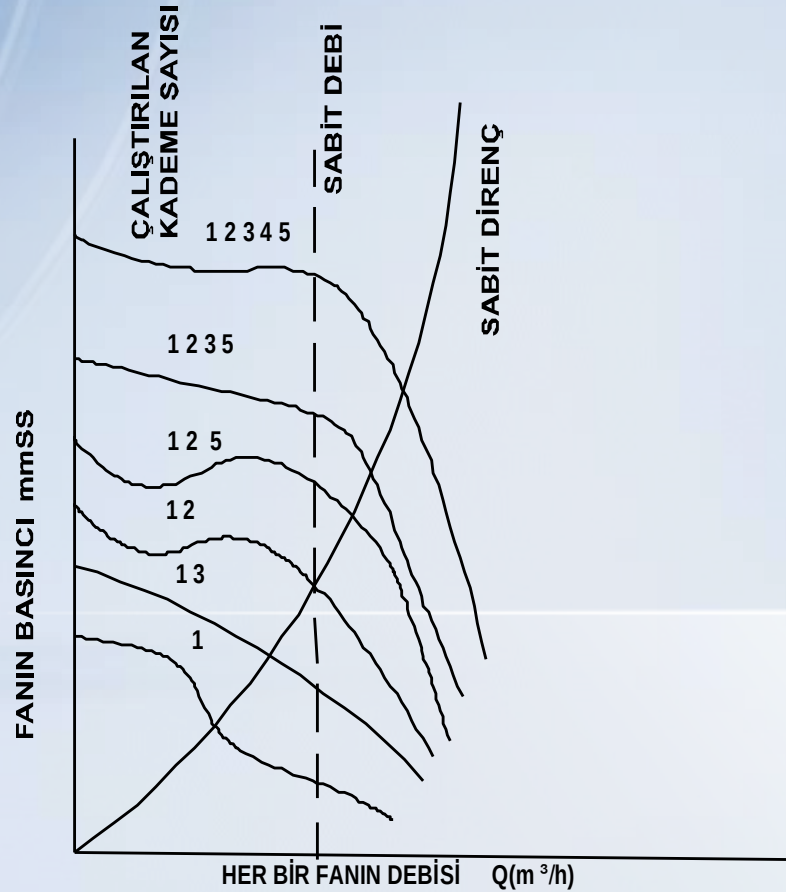
Fanların Seri Bağlanması



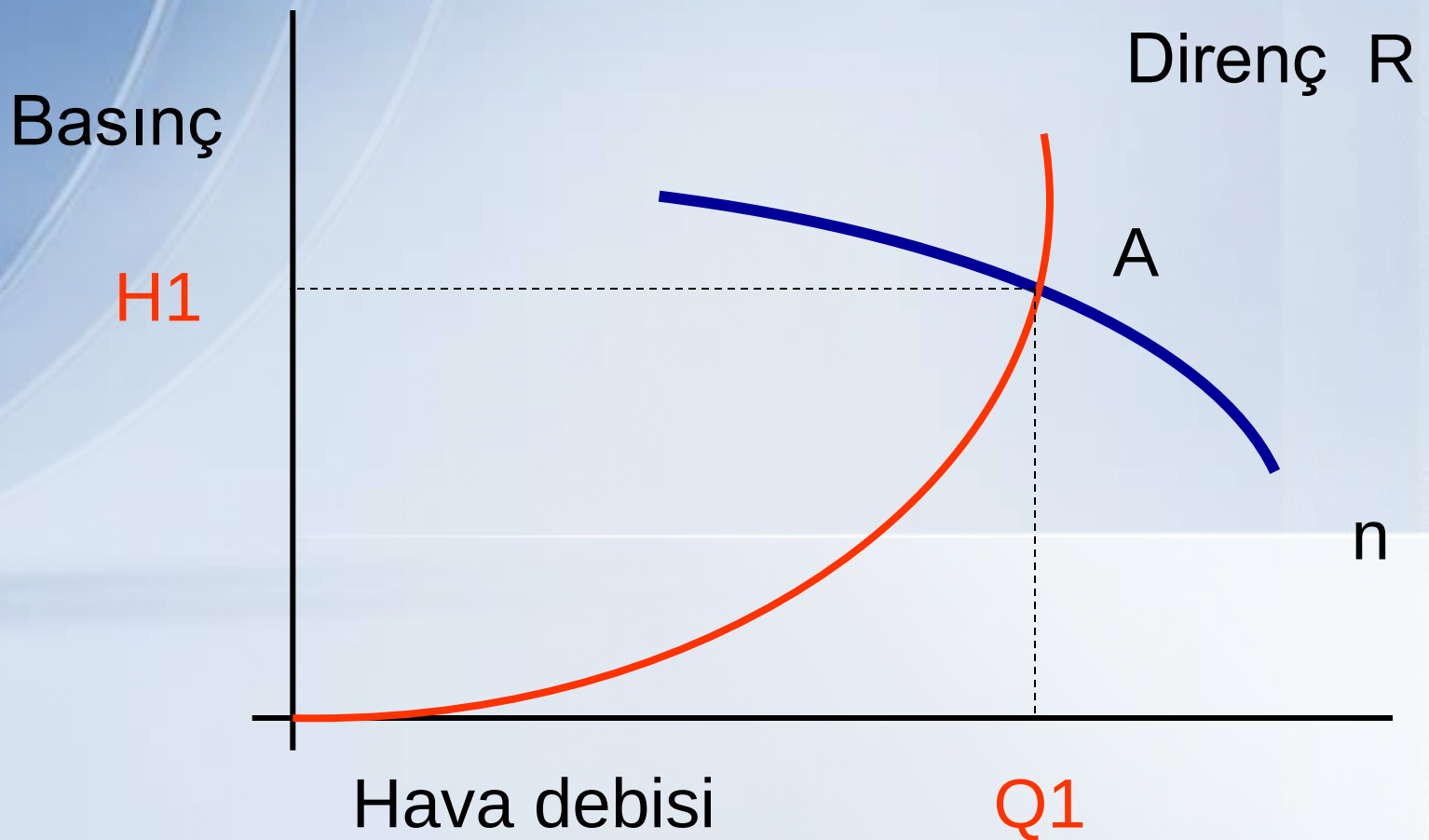
Fanların Seri Bağlanması



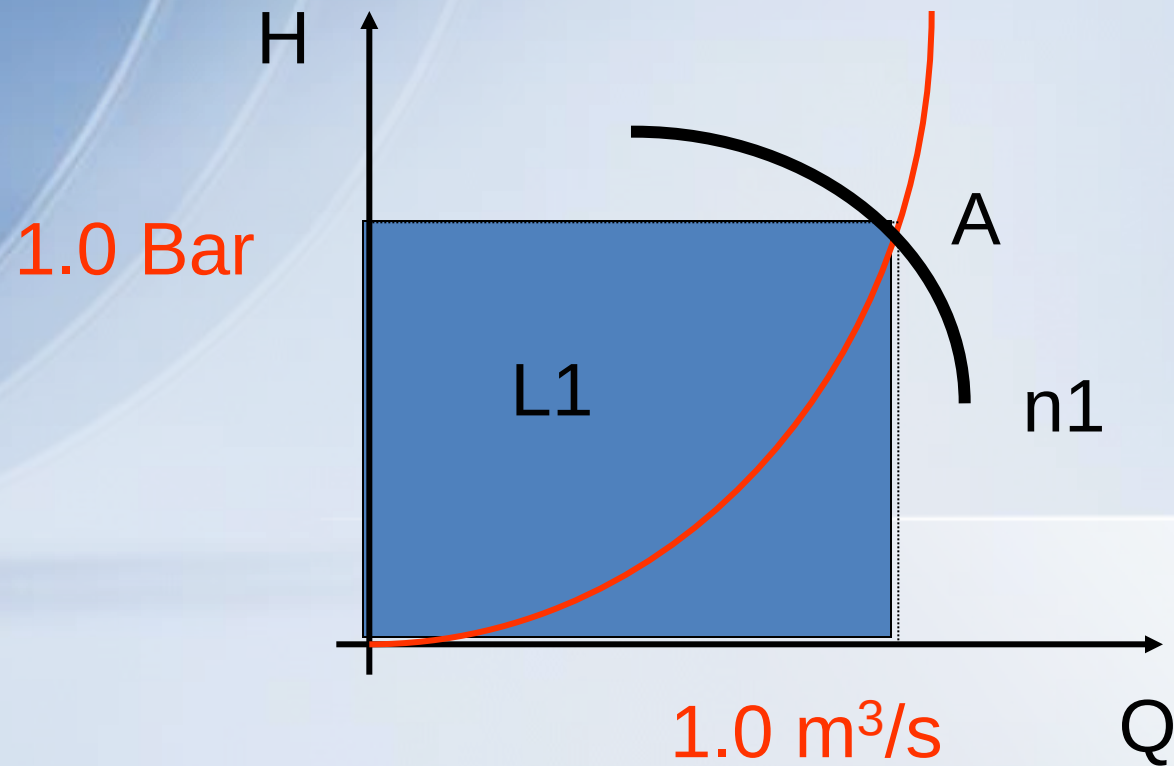
Fanların Seri Bağlanması



Fan Karakteristik Eğrisi



Fan Elektriksel Gücü



Elektriksel Güç

A : Maksimum debide çalışma noktası

$$L = \frac{Q_{[m^3/d]} \times H_{[kPa]}}{60 \times \eta} \quad \text{kW}$$

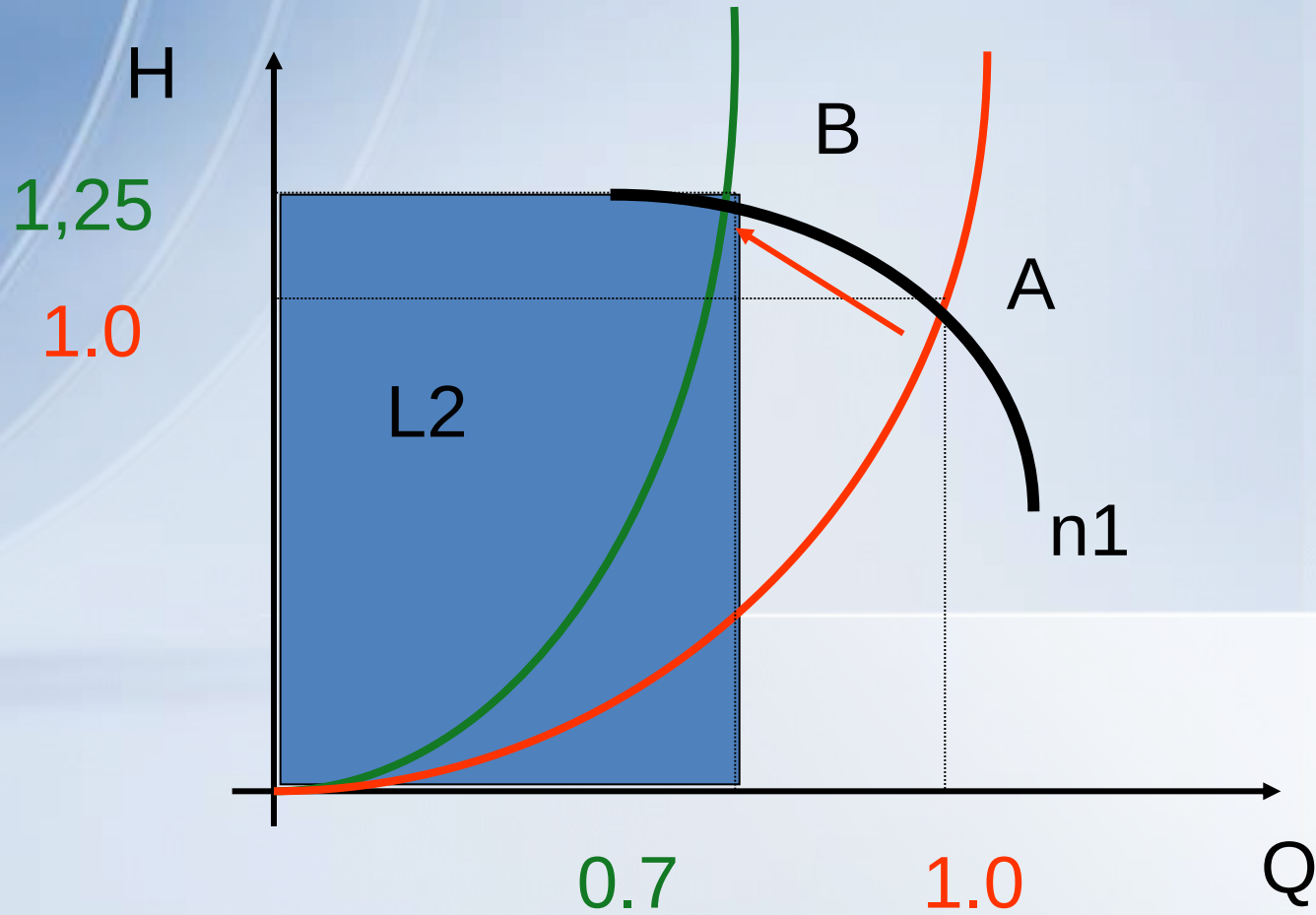
Elektriksel Güç

$$H1 = 1 \text{ kPa}$$

$$Q1 = 1 \text{ m}^3/\text{min} \text{ yazarsak}$$

$$L1 = \frac{Q1 \times H1}{60 \times \eta} = \frac{1}{60 \times \eta} \text{ kW bulunur.}$$

Valf Ayarının Sağladığı Elektriksel Güç



Elektriksel Güç

$$H1 = 1 \text{ kPa}$$

$$Q1 = 1 \text{ m}^3/\text{min} \text{ yazarsak}$$

$$L1 = \frac{Q1 \times H1}{60 \times \eta} = \frac{1}{60 \times \eta} \text{ kW bulunur.}$$

Valf Ayarının Sağladığı Elektriksel Güç

B : % 70 debide çalışma noktası

(Valf kısılmak suretiyle debi azaltılmıştır.)

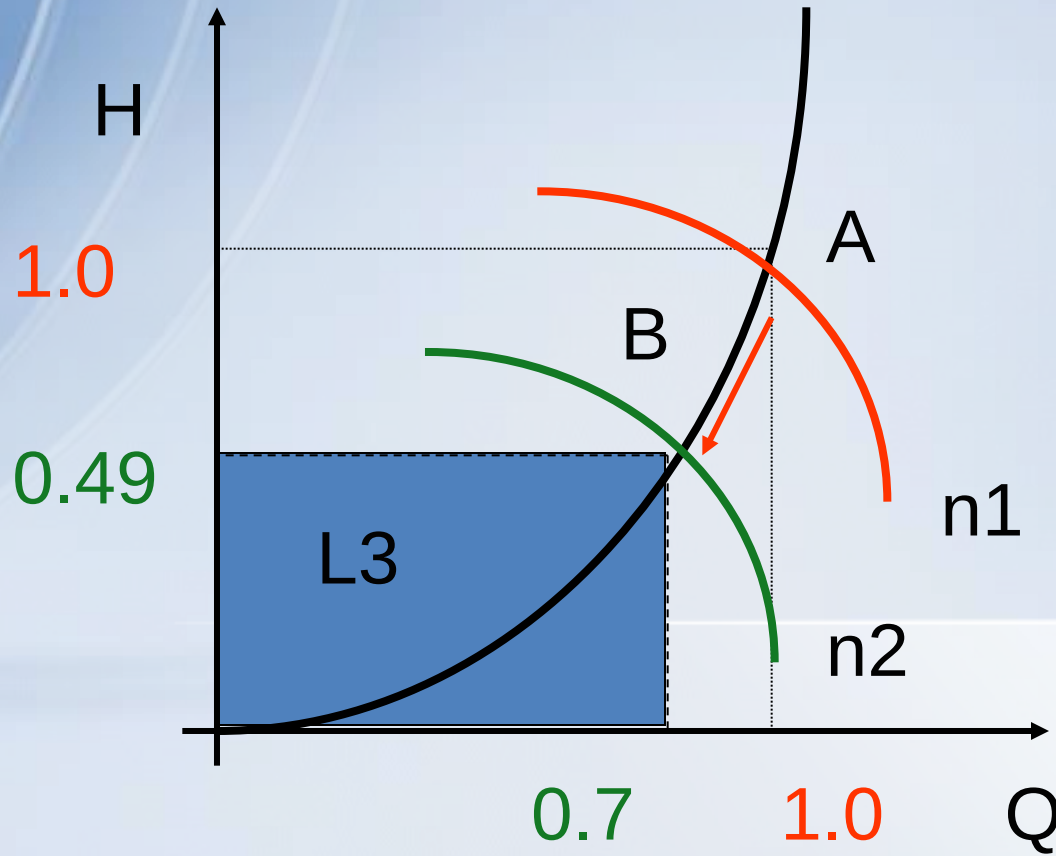
$$H = 1,25 \text{ kPa}$$

$$Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{min yazarsak}$$

Valf Ayarının Sağladığı Elektriksel Güç

$$L2 = \frac{0,7 \times 1,25}{60 \times \eta} = 0,875 L1$$

İnverterin Sağladığı Elektriksel Güç



Debi ayarının INV ile yapılması

A: Maksimum debide çalışma noktası

B: % 70 debide çalışma noktası

Q: 0,7 m³/min

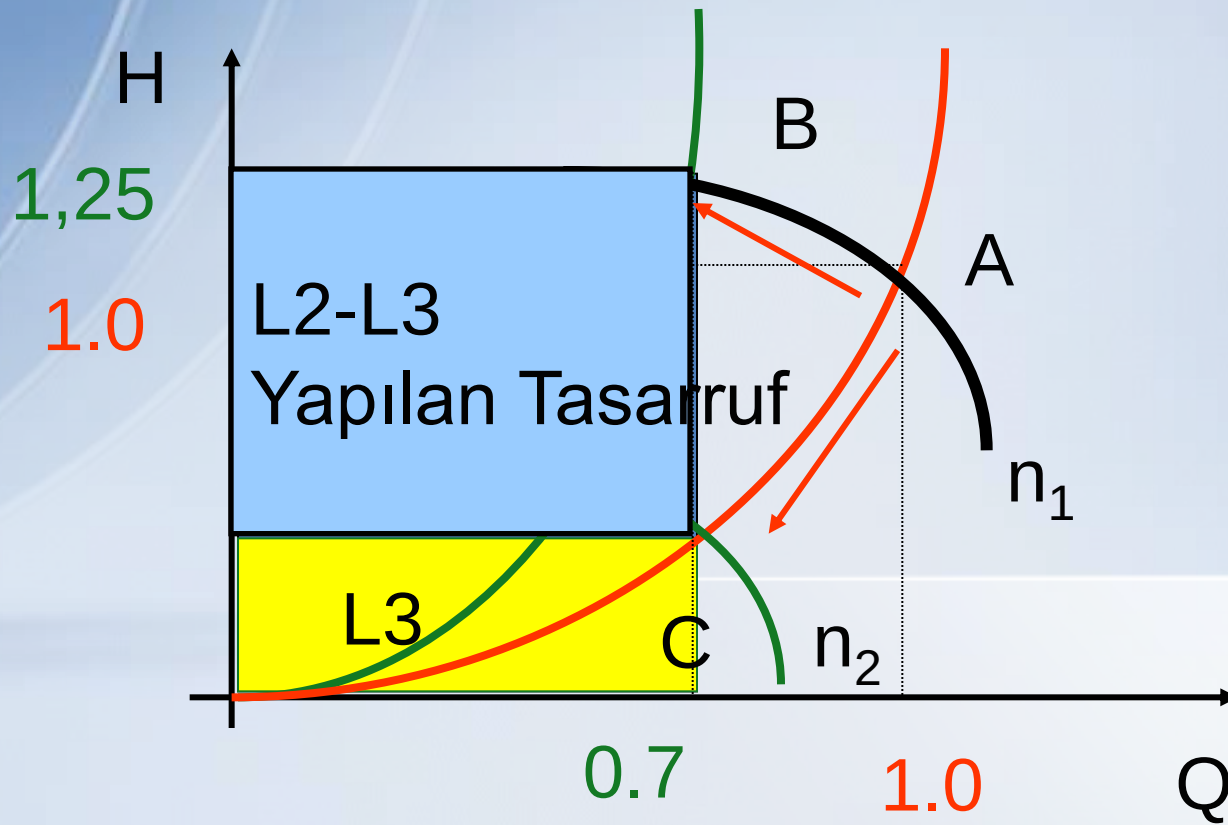
H: 0,49 kPa

Debi ayarının INV ile yapılması

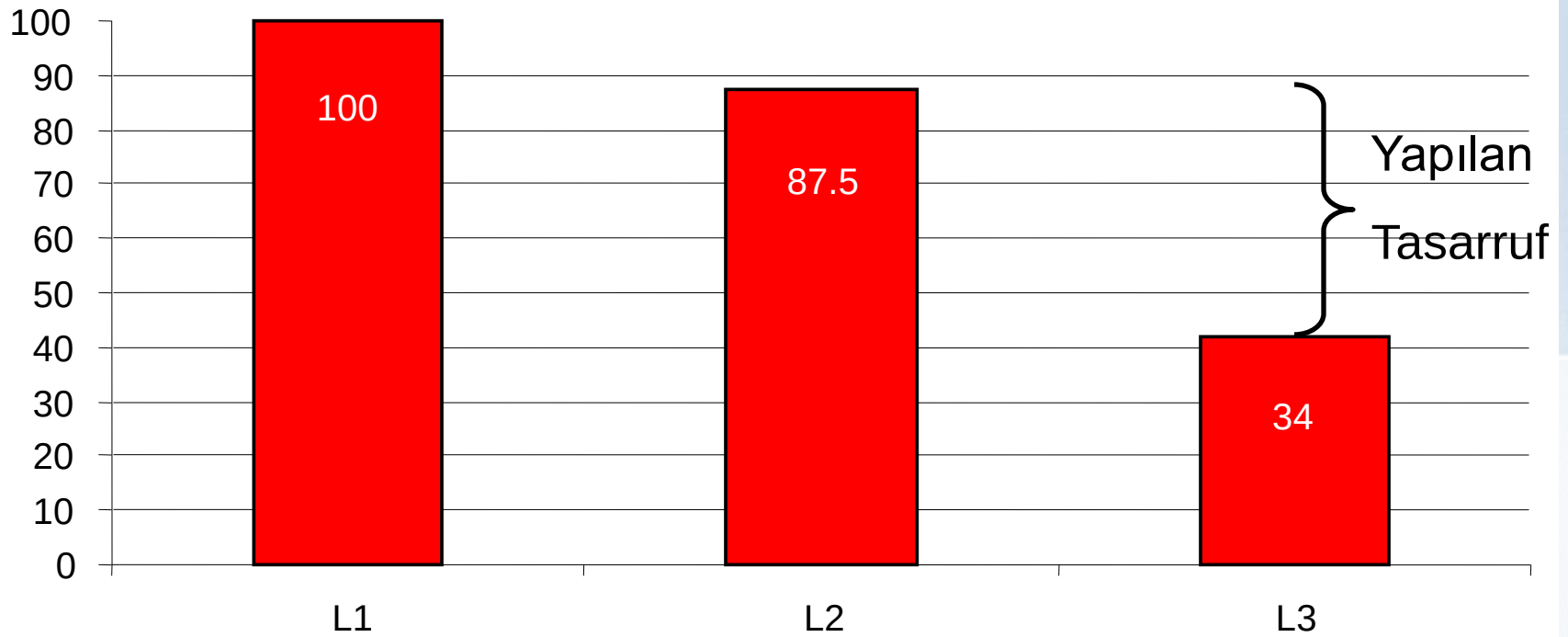
$$L3 = \frac{0,7 \times 0,49}{60 \times \eta} = 0,34 L1$$

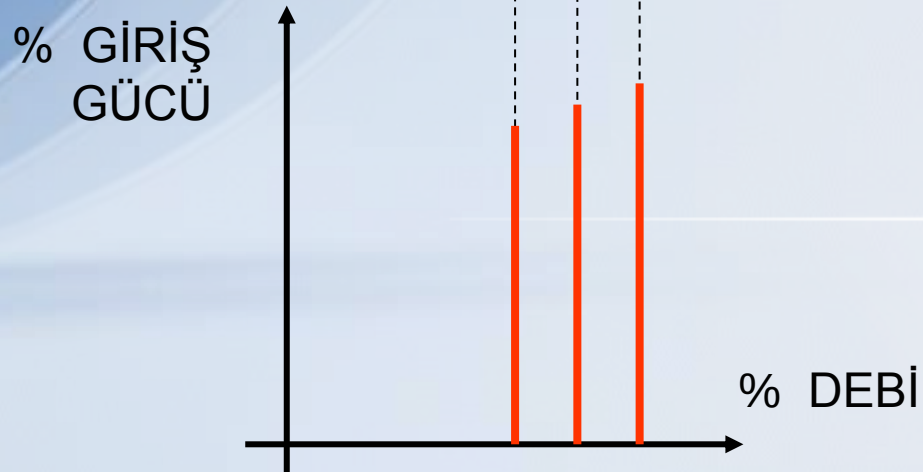
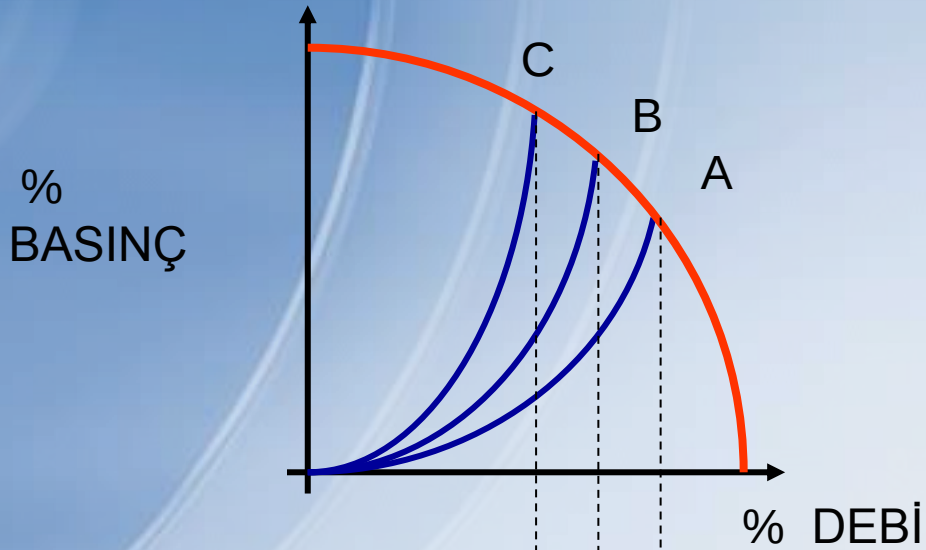
(Valf ile kontrol durumunda tüketilecek güç değerinden yarısından daha az bir değer)

Sağlanan Tasarruf

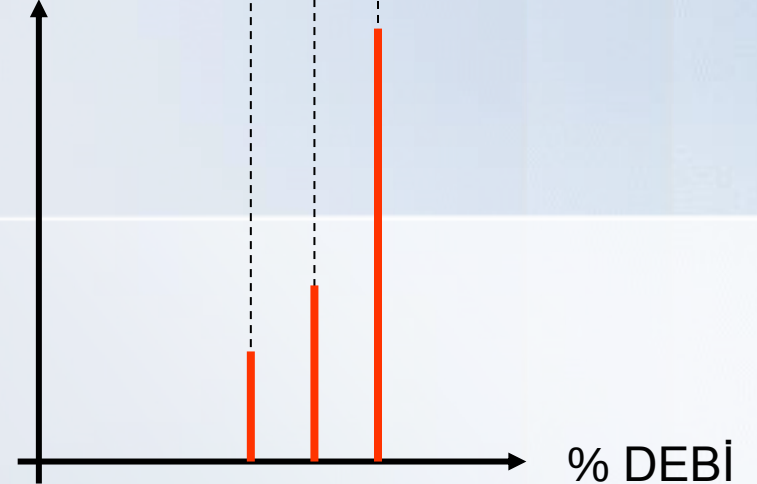
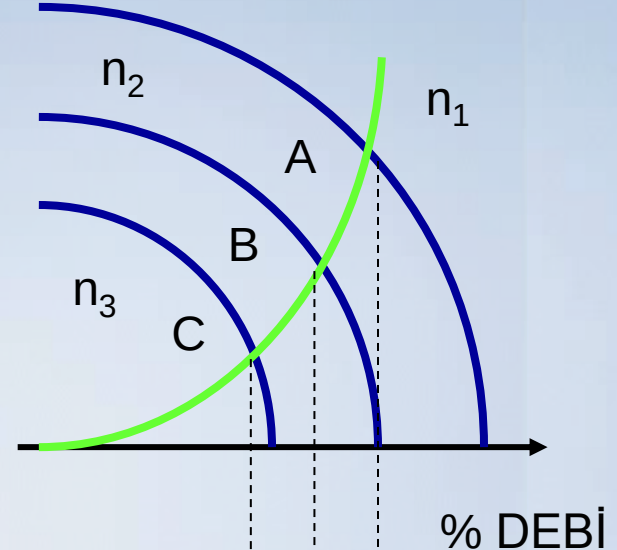


Güç Tüketimlerinin Karşılaştırılması



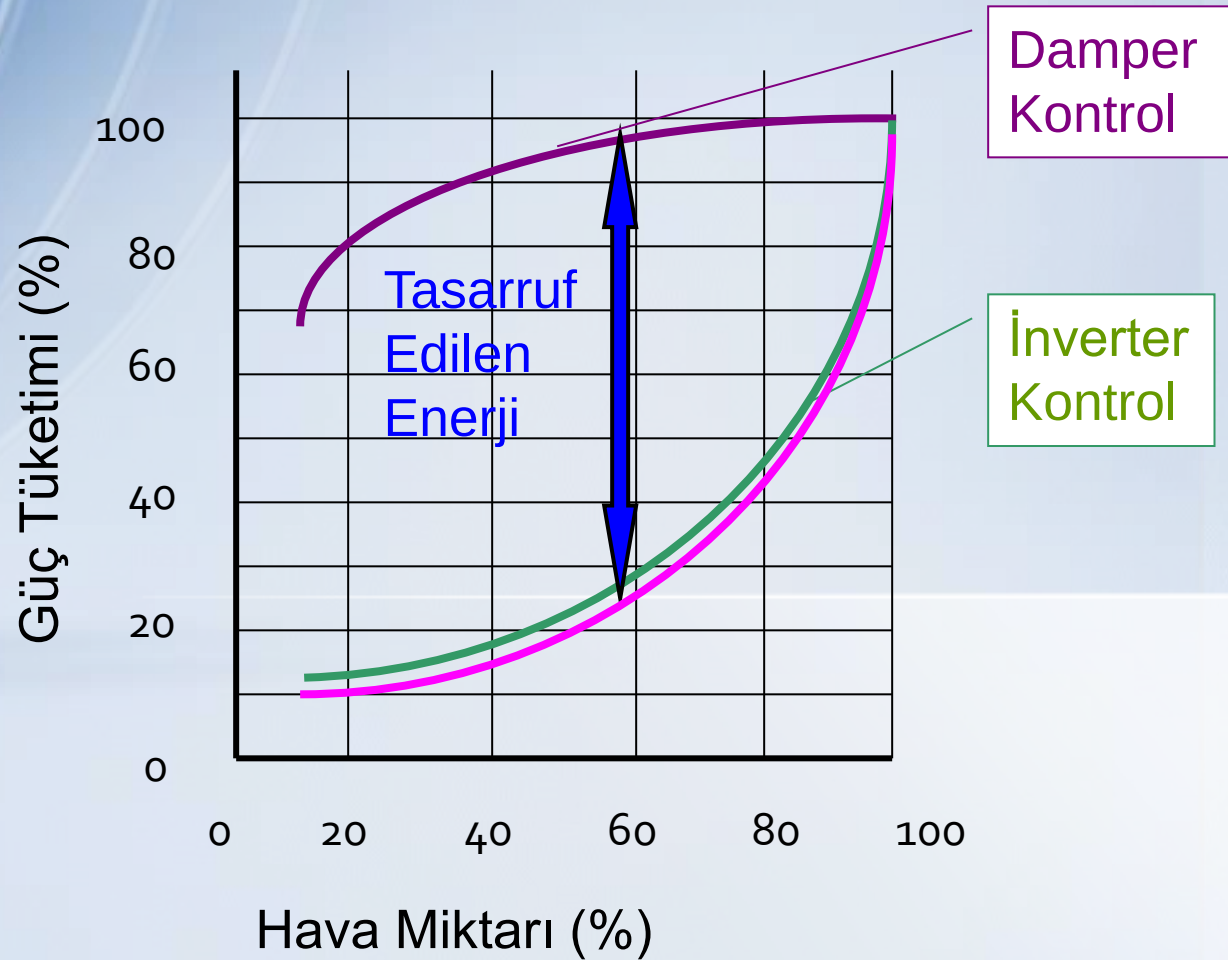


Kısmi valfi ile kontrol



Değişken hız ile kontrol

Frekans İnverteri ve Tasarruf



Soğutma Kulesinde Basit Tasarruf Örneği

Alüminyum olan soğutma kulesi fan kanatlarının Fiberle Güçlendirilmiş Plastik ile değiştirilmesi;

Yoğunluk : Alüminyum = $2,7 \text{ gr/cm}^3$

Fiberle Güçlendirilmiş Plastik = $1,6 \text{ gr/cm}^3$

Yapılan daha önceki deneyimlerde fan kanatçıklarının alüminyum yerine FGP kullanılmasıyla ortalama % 26 enerji tasarrufu sağlandığı ölçümler sonucu tespit edilmiştir.

Soğutma Kulesinde Basit Tasarruf Örneği

Fan Motor Güçleri= 3 x 45 kW

Enerji Tasarrufu = 3 x 45 kW x 0,26 x 24 saat x 300 gün

Enerji Tasarrufu = 252 720 kWh / yıl

En.T. Parasal Karşılığı = 252 720 kWh / yıl x 0.08 \$

En.T. Parasal Karşılığı = 20 000 \$

Yatırım Maliyeti = 3 000 \$

Sonuç

1. Fan Sistemlerinde Debi Ayarı

Giriş veya Çıkış Damperlerinin Kısılmasıyla
Yapılırsa, Güçteki Azalma Maksimum % 10
Mertebesinde Olacaktır.

2. Fan Sistemlerinde debi ayarı fan devri değiştirilerek yapılırsa % 60' lara varan bir güç tasarrufu yapılacaktır.

3. İşletmede Fan Sistemlerinde çıkış basıncının sabit değerde olması istenmesi durumunda İnvertörün **Otomatik Basınç Kontrolu** Sistemle Çalıştırılması Uygun Olacaktır.

4. Proses İhtiyacına Göre Hava Hattı Kesiti Belirlenirken Hava Debi Miktarı Önemli Bir Etkendir.

Özellikle **Düşük Kesitli ve Yüksek Debili** Hava Hatlarında Basınç Kaybı Yükseksektir.

Fan Bakımı

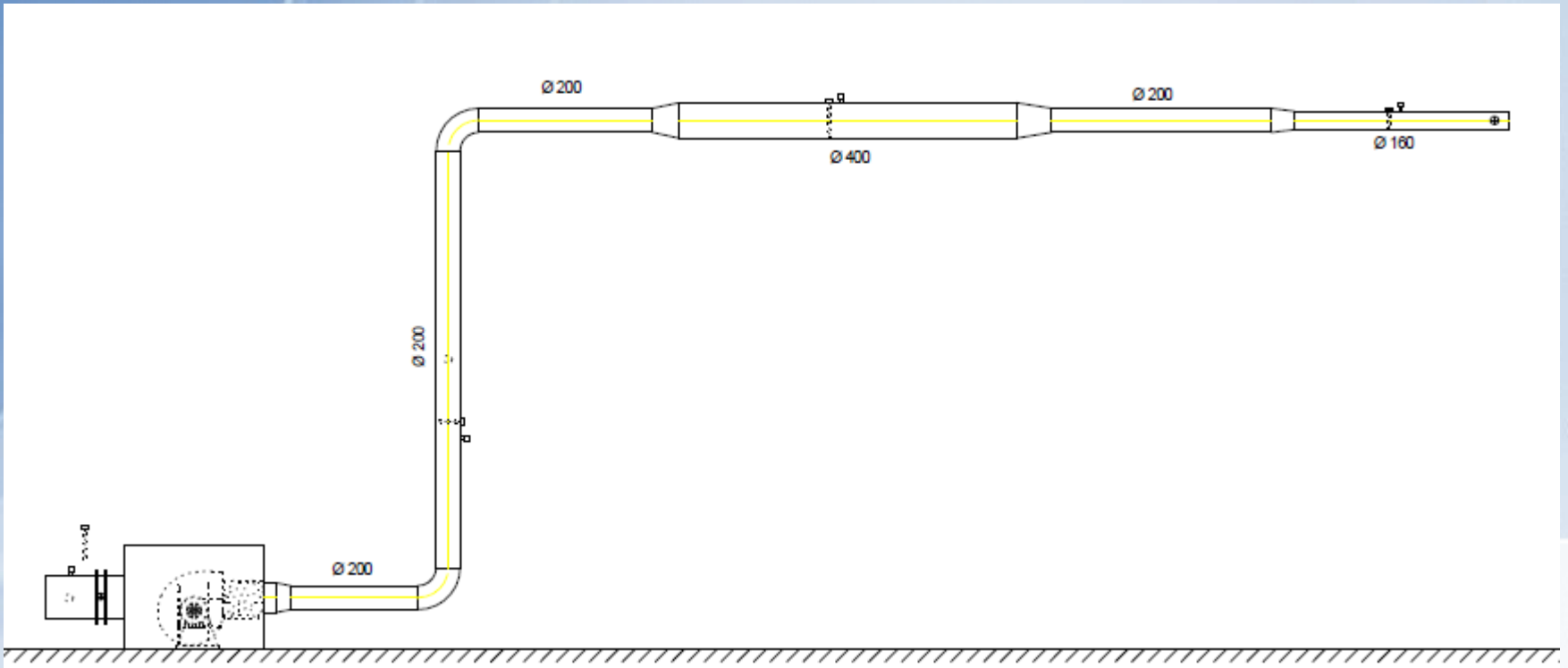
- Kayışları kontrol edilmelidir.
- Fan yataklarının yağları kontrol edilir. Eksik ise yağlanmalıdır.
- Fan çarklarındaki toz, kir ve pislikler temizlenmelidir.
- Fan emişinde filtre var ise her zaman temiz tutulmalıdır.



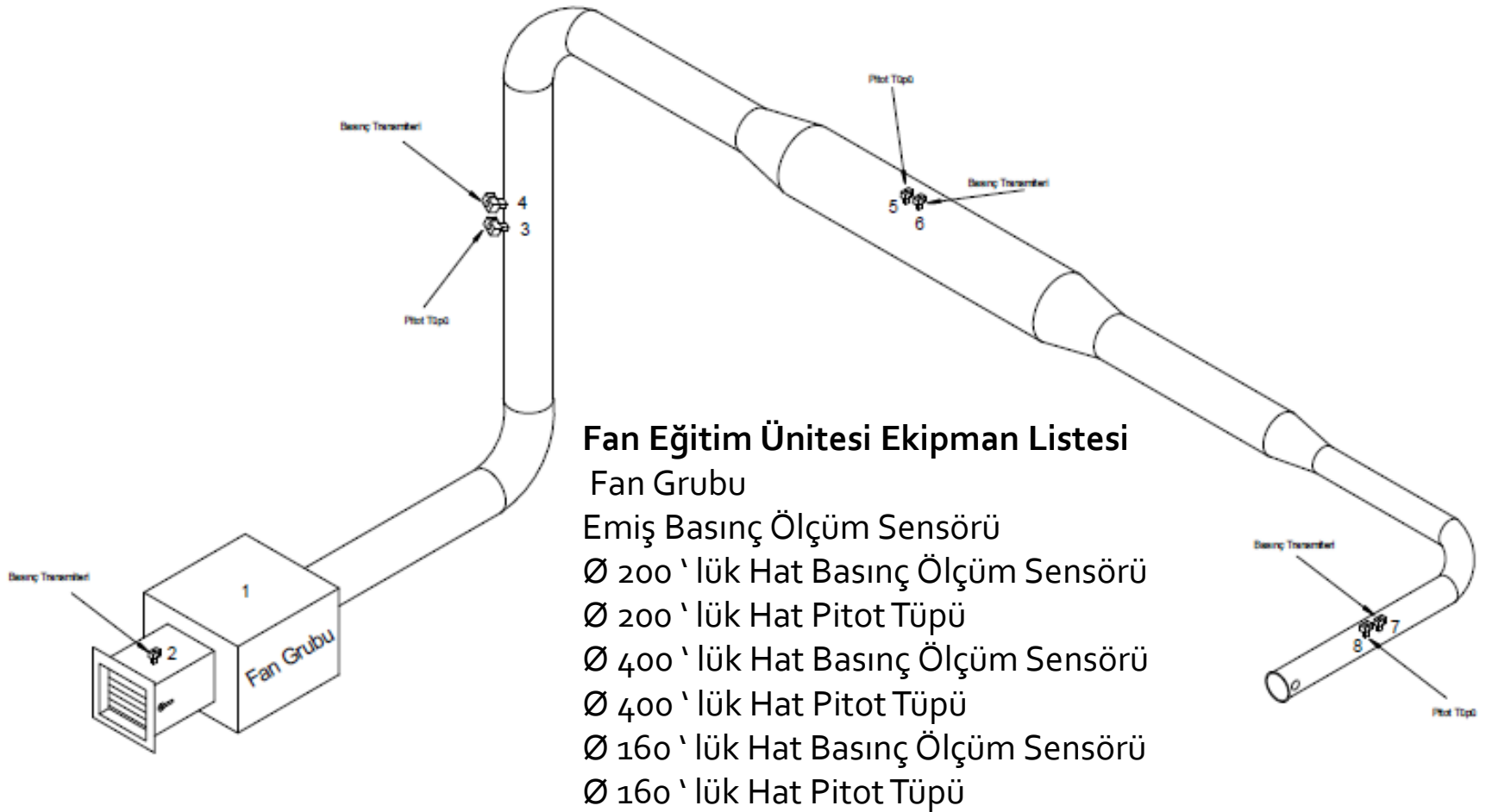
FAN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Markası	:	Pitsan
Tipi	:	ER 90/31
Motor Gücü	:	2 Hp
Motor Devri	:	2800 d/d
Debi	:	1.500 m ³ /h
Basınç	:	100 mmSS
Kontrol Şekli	:	On – Of / Frekans Kontrolü

FAN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

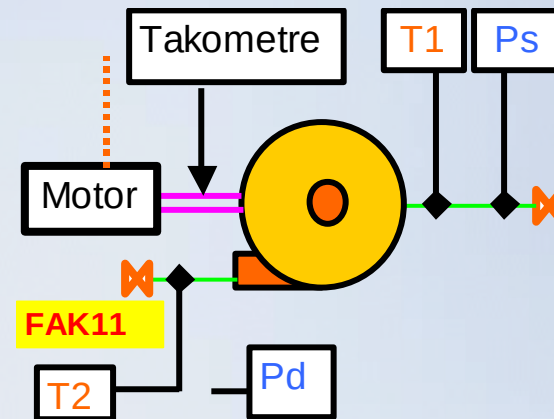
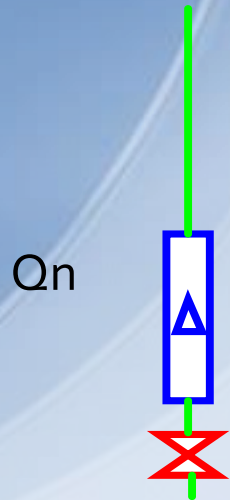


FAN TEKNİK ÖZELLİKLERİ



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

1. Hava Debisi (QFN)

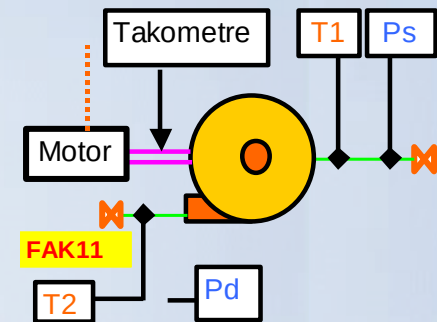


$$QFN = \frac{Qn}{60} \times \sqrt{\frac{(101,3 + Pd)}{(101,3 + Prtm)}} \times \frac{(273 + Trtm)}{(273 + T2)} \quad [m^3 / min]$$

FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

2. Giriş Hava Debisi (Qs)

$$Q_s = Q_{FN} \times \frac{101,3}{(101,3 + P_s)} \times \frac{(273 + T_1)}{273} \quad [\text{Nm}^3 / \text{min}]$$



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

3. Pitot Tüpü Hava Hızı

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times \gamma \times V^2 \quad \gamma = \text{havanın yoğunluğu}$$

$$VP = C \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\gamma_1}} \quad [\text{m/sn}] \quad C = \text{Pitot Tüpü Düzeltme Katsayısı}$$

$$\gamma_1 = 1,293 \times \frac{273}{(273 + T_2)}$$

FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

4. Pitot Tüpü Hava Debisi

$$Q_{pn} = VP \times 60 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{101,3 + Pd}{101,3} \times \frac{273}{273 + T_2}$$

[Nm³ /min]

FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

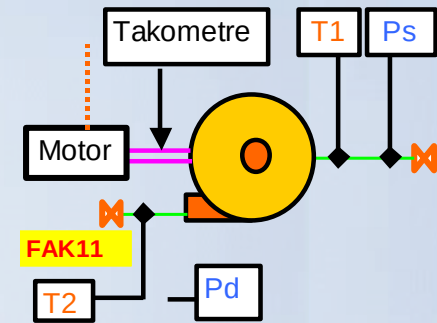
5. Teorik Güç

$$L_t = \frac{Q_s \times H}{60} \quad [\text{kW}]$$

$$H = P_d - P_s$$

$P_d = \text{Basma Hattı Basıncı (kPa)}$

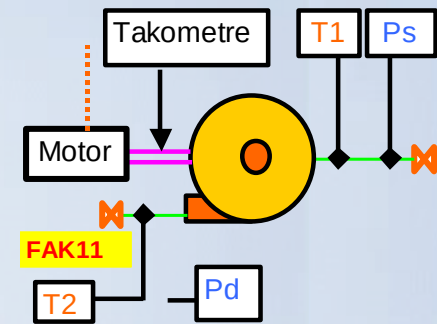
$P_s = \text{Emme Hattı Basıncı (kPa)}$



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

6. Toplam Verim

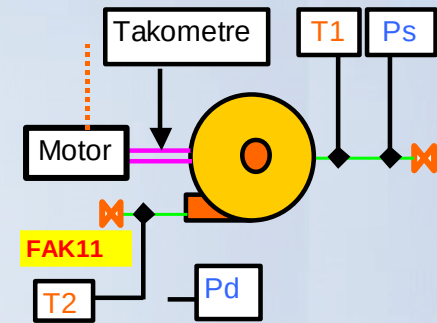
$$\eta_t = \frac{L_t}{L} \times 100$$



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

7. Spesifik Tüketim

$$St = \frac{L}{QFN} \quad [\text{kW} / \text{m}^3]$$



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

8. İnvörtörlü Çalışmada Debi Hesabı

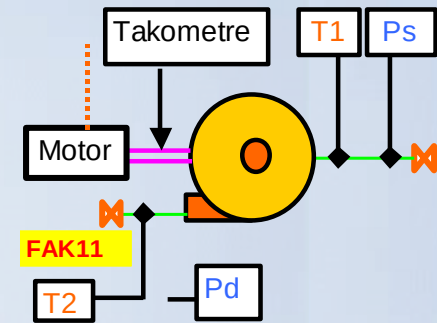
$$Q_c = \frac{\text{Çalışma Frekansı}}{\text{Şebeke Frekansı}} \times Q_n$$

9. İnvörtörlü Çalışmada Basınç Hesabı

$$P_c = \left(\frac{\text{Çalışma Frekansı}}{\text{Şebeke Frekansı}} \right)^2 \times P_n$$

10. İnvörtörlü Çalışmada Güç Hesabı

$$L_c = \left(\frac{\text{Çalışma Frekansı}}{\text{Şebeke Frekansı}} \right)^3 \times L_n$$



FAN ÜNİTESİ TEORİK ÇALIŞMA FORMÜLLERİ

11. Borulardaki Basınç Kaybı

Hava Debisi

$$Q_F = Q_{FN} \times \frac{101,3}{101,3 + P_{hat}} \times \frac{273 + T_2}{273} \quad [\text{Nm}^3 / \text{min}]$$

Hava Hızı

$$V_c = \frac{Q_F}{60 \times \pi} \times \frac{4}{D^2}$$

Hat Basınç Kaybı

$$\Delta H_c = Z \times \frac{1}{2} \times \gamma \times V^2 \quad Z = 0,025 \times \frac{L}{D} \quad \text{Düz Boru Sürtünme katsayısı}$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

	Çap	Debi	Güç	Giriş Basıncı	Çıkış Basıncı	Giriş Sıcaklığı	Çıkış Sıcaklığı	Pitot Tüpü Basınç Farkı	Basınç Farkı
Sembol	D	Qn	L	Ps	Pd	T1	T2	ΔP	H
Birim	mm	m ³ /h	kW	kPa	kPa	°C	°C	Pa	kPa
	160	2256	0,87	0,015	0,346	17	18	-	0,331

$$Qn = 2256 \text{ m}^3/h$$

$$Qs = \frac{Qn}{60} \times \left[\frac{(101,3 + Pd)}{(101,3 + Ps)} \right] \times \left[\frac{(273 + T1)}{(273 + T2)} \right] \text{ m}^3/dk$$

$$Qs = \frac{2256}{60} \times \left[\frac{(101,3 + 0,346)}{(101,3 + 0,015)} \right] \times \left[\frac{(273 + 17)}{(273 + 18)} \right] \text{ m}^3/dk$$

$$Qs = 37,59 \text{ m}^3/dk = 2255,6 \text{ m}^3/h$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

$$Q_s = \frac{2255,6}{60} \times \left[\frac{(101,3 + 0,015)}{101,3} \right] \times \left[\frac{273}{(273 + 17)} \right] m^3/h$$

$$Q_s = 35,39 \text{ Nm}^3/dk$$

Teorik Güç

$$L_t = \frac{Q_s \times H}{60}$$

$$H = P_d - P_s \text{ kPa}$$

$$H = 0,346 - 0,015 \text{ kPa}$$

$$H = 0,331 \text{ kPa}$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

$$L_t = \frac{35,39 \times 0,331}{60}$$

$$L_t = 0,19 \text{ kW}$$

Toplam Verim

$$\eta_t = \frac{L_t}{L} \times 100$$

$$\eta_t = \frac{0,19}{0,87} \times 100$$

$$\eta_t = 22,44 \%$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

	Çap	Debi	Güç	Giriş Basıncı	Çıkış Basıncı	Giriş Sıcaklığı	Çıkış Sıcaklığı	Pitot Tüpü Basıncı Farkı	Basıncı Farkı
Sembol	D	Qn	L	Ps	Pd	T1	T2	ΔP	H
Birim	mm	m ³ /h	kW	kPa	kPa	°C	°C	Pa	kPa
	200	-	0,87	0,015	0,346	17	18	125	0,331

Hat Hava Debisi

$$VP = C \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\gamma_1}}$$

$$\Delta P = 125 \text{ Pa} \quad C = 1$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

Hat Hava Debisi

$$\gamma_1 = 1,293 \times \frac{273}{(273 + T_2)}$$

$$\gamma_1 = 1,293 \times \frac{273}{(273 + 18)}$$

$$\gamma_1 = 1,21 \text{ kg/m}^3$$

$$VP = 1 \times \sqrt{\frac{2 \times 125}{1,21}} \text{ m/sn}$$

$$VP = 14,35 \text{ m/sn}$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

Hat Hava Debisi

$$QPN = VP \times 60 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \left[\frac{(101,3 + Pd)}{101,3} \right] \times \left[\frac{273}{(273 + T2)} \right]$$

$$QPN = 14,35 \times 60 \times \frac{\pi}{4} \times 0,2^2 \times \left[\frac{(101,3 + 0,346)}{101,3} \right] \times \left[\frac{273}{(273 + 18)} \right]$$

$$QPN = 25,46 \text{ Nm}^3/\text{dk}$$

$$Lt = \frac{25,46 \times 0,331}{60}$$

$$Lt = 0,14$$

$$\eta t = \frac{0,14}{0,87} \times 100$$

$$\eta t = \%16$$

FAN ÜNİTESİ ÖRNEK HESAPLAMA

İnverter Kullanımı

$$Q_c = \frac{f_2}{f_1} \times Q_{PN}$$

$$Q_c = \frac{35}{50} \times 25,46$$

$$Q_c = 17,82 \frac{Nm^3}{min}$$

$$Q_c = 1135,8 m^3/h$$

$$L_c = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^3 \times L$$

$$L_c = \left(\frac{35}{50}\right)^3 \times 0,87$$

$$L_c = 0,29 kW$$

TEŞEKKÜRLER