

OCAK HAVALANDIRMADA

KULLANILAN

ANA VANTILATÖRLER ÜZERİNDE

İNCELEME - İRDELEME

-1-


Not: "Madenlerde Havalandırma" notlarından çok faydalandığım Prof. Dr. Gökhan AYDIN hocama, sevgilerle Saygılarımla, Tuncer Özkun

İÇİNDEKİLER

• Ocak havalandırma	1
kullanılan ana ventilatör karakteristikleri	
• $\gamma_{\text{toplam}} - Q$ karakteristik eğrisi	2
• $\Delta P - Q$ karakteristik eğrisi	3
• $Q - \eta$ karakteristik eğrisi	4
• Fan kanunları (Benzesim yasaları)	5
• Eşdeğer ocak yüksekliği	7
• Ori fiş, akış lülesi, venturimetre	8
• Eşdeğer ocak yüksekliğine örnek	14
• İngiliz birim sistemine göre büyüklükler	17
• Havalandırma direnci	21
• Ocak yükü hesabına ait örnek	30
• Yük kayıpları ve ocak yükünün hesaplanması materna ait örnek	39
• Bilgi notu	47
• Havalandırma şebekesi hesapları	48
• Örnek	
• Örnek	50
• Örnek	55
• Örnek	64
• Literatür	70
	76

Ocaık - havalandırmada

kullanılan ventilatör karakteristik

eğrileri

Karakteristik eğriler; Şekil 1, 2 ve 3 te verilmiştir.

Bu karakteristik eğrilerden faydalanarak havalandırmada bize yardımcı olabilecek seçilen max. verime göre (η_{max}) bazı hesaplar yapalım

Seçilen η ;

$$\eta_{max} = \eta_{toplam} = \% 83,6 \text{ (Şekil 1)}$$

Seçilen $\eta_{max} = \% 83,6$ için,

$$Q = 79 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Şekil 1)}$$

$$\Delta P = 2320 \text{ Pa} \text{ (Şekil 2)}$$

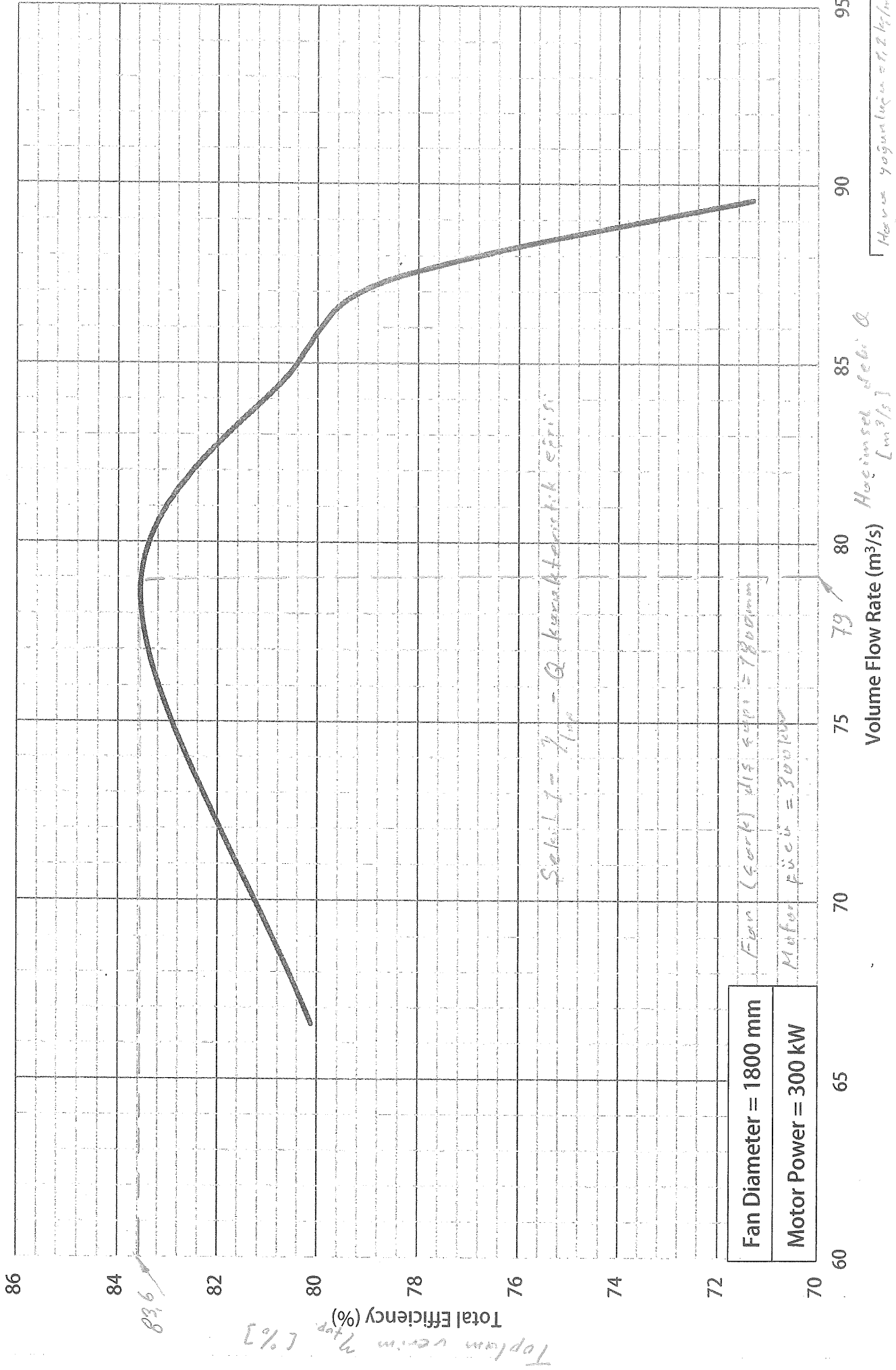
$$N_{ventilator, mil} = 219,5 \text{ kW} \text{ (Şekil 3)}$$

Bu değeri hesapları da bulabilirsiniz

Ventilatör mil gücü (Gerekli olan güç)

$$N_{vant. mil} = \frac{\Delta P [\text{N/m}^2] \cdot Q [\text{m}^3/\text{s}]}{\eta_{top}} \cdot 10^{-3} \text{ kW} \dots (1)$$

TTK-1800 Shaft Power Curve TTK- Mil pücu eprisi



Fan Diameter = 1800 mm

Motor Power = 300 kW

Sebil 1 = $\eta - Q$ karakteristik eprisi

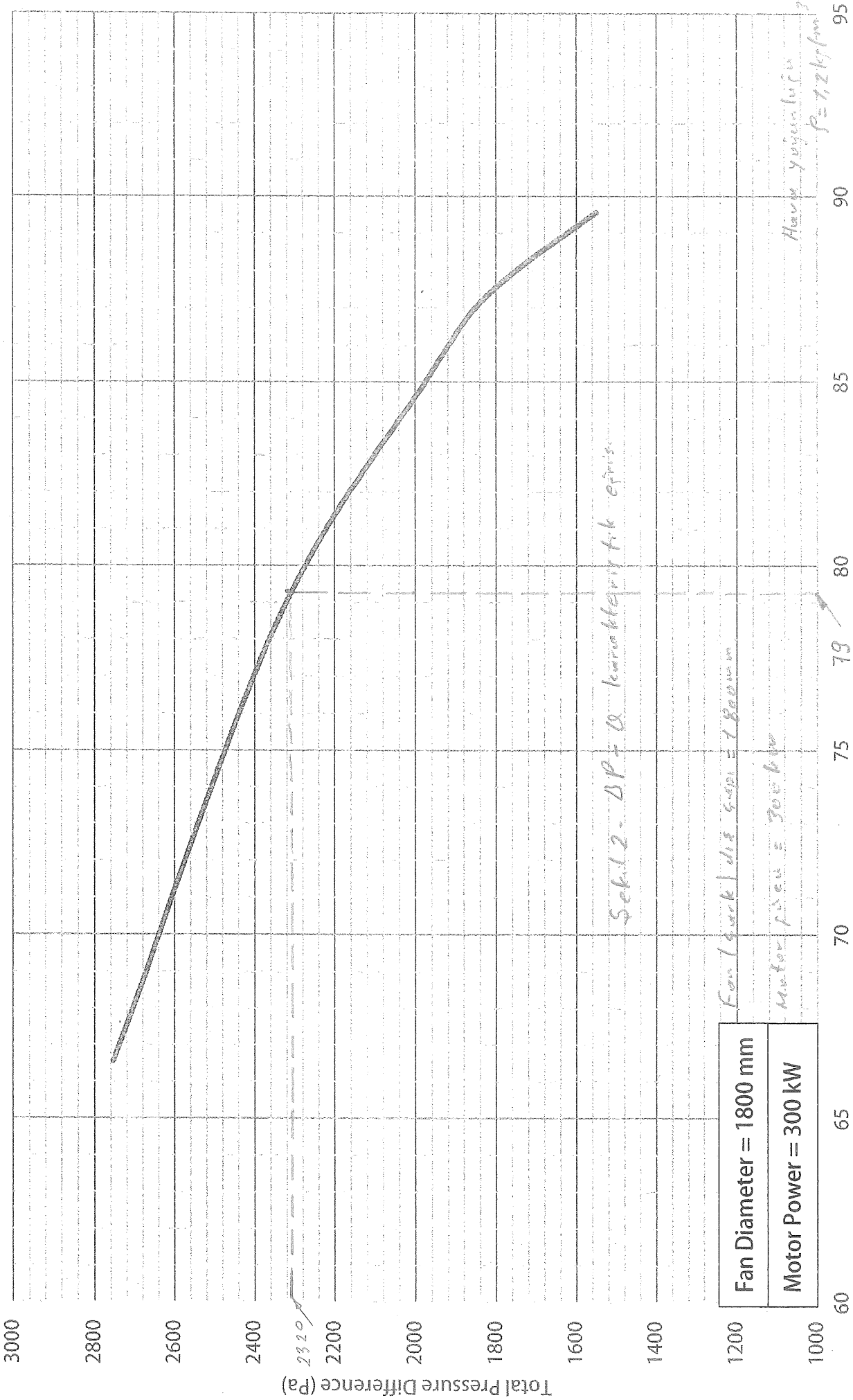
Fan (sark) dia sark = 1800mm

Motor Pücu = 300kw

Hacimsel debi Q
[m³/s]

Hava 20°C (ρ = 1.2 kg/m³)

TTK-1800 Fan Curve TTK-1800 Fan (Sark) epris.



Teplam bising farki ΔP (Pa)

Fan Diameter = 1800 mm
 Motor Power = 300 kW

Sohl. 2. DP + Q karakteristik epris.

Fan (sark) dia 1800 mm

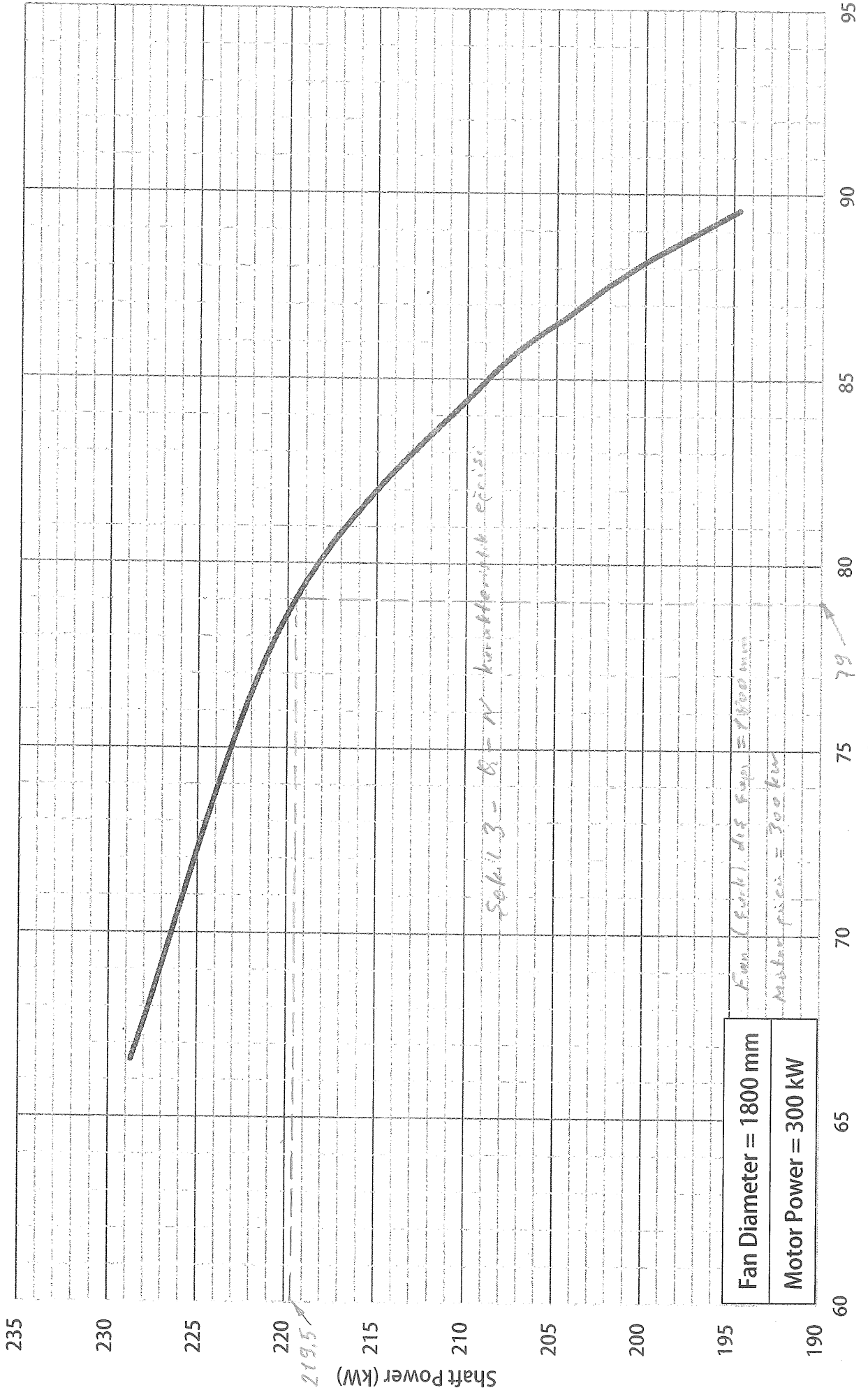
Motor pisen = 300 kW

ρ = 1.2 kg/m³

Volume Flow Rate (m³/s)
 Hissim sel debi Q (m³/s)

Air Density = 1.2 kg/m³

TTK-1800 Shaft Power Curve TTK-1800 mil püçü efrisi



Fan Diameter = 1800 mm
 Motor Power = 300 kW

Hava yörün = 1.2 kg/m³
 Hacimsel debi = 62 [m³/s]

Air Density = 1.2 kg/m³

$$N_{\text{vant.mil}} = \frac{2320.79}{0.836} \cdot 10^{-3}$$

$$N_{\text{vant.mil}} = 279,24 \text{ kW}$$

$$(N_{\text{vant.mil}})_{\text{diyagram}} = 279,5 \text{ kW (Şekil 3)}$$

Görüldüğü gibi değerler birbirine çok yakın.

$$N_{\text{vant.mil.}} = 220 \text{ kW (Kabül)}$$

$$(N_{\text{motor}})_{\text{gerçek}} = 300 \text{ kW}$$

Neden motor gücü büyük olarak verilmiş, incele-
meye çalışalım

Vantilatör, değişken devirli olduğu için, türbo makinalarda fan kanunlarını (Benzerim yasaları) vantilatör dış çapı değişmediği takdirde değişik devir sayıları için aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= Q_1 \frac{n_2}{n_1} \\ \Delta P_2 &= \Delta P_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \\ N_2 &= N_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \\ \eta_2 &= \eta_1 \end{aligned} \right\} [L1] \quad (2)$$

Uygulayalım.

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

$$\left[\frac{(N_{\text{motor}})_{\text{gerecek}}}{N_{\text{vant. mil}}} \right]^{1/3} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{300}{220} \right)^{1/3} \quad \frac{n_2}{n_1} = 1,1089$$

olduğuna göre yeni değerler,

$$Q_2 = 79 \cdot 1,1089 = 87,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P_2 = 2320 (1,1089)^2 = 2853 \text{ Pa} = 2853 \text{ N/m}^2$$

$$N_2 = 220 (1,1089)^3 = 300 \text{ kW}$$

olarak hesaplanabilir.

Kontrol. Yeni değerler ile,

$$N_{\text{motor}} = \frac{\Delta P \cdot Q}{\eta} \cdot 10^{-3} \quad (\text{Eşitlik I})$$

$$N_{\text{mot.}} = \frac{2853 \cdot 87,6}{0,836} \cdot 10^{-3}$$

$$N_{\text{mot.}} \approx 300 \text{ kW}$$

aynı değer bulunur

Not. Hesaplar seçilen η_{max} 'a göre yapılmıştır.

Verilen max. motor gücü $(N_{\text{max.}}) = 300 \text{ kW}$

olmak üzere diyagramlardan istenilen γ , Q veya ΔP büyüklüklerinden birinin seçimi ile de hesaplar tekrarlanabilir.

Faydalı olur düşüncesıyla, $[L 1]$ 'den bir örnek verelim.

Karakteristik eğrisi bilinen vantilatör 400 d/d lik bir vantilatör olsun. $n=500$ d/d ya göre hesap yolu aşağıdaki gibi yapılır. Karakteristik eğrinin herhangi bir noktasına koordinatları okunur: $h_1 = 80$ mm SS ve $Q_1 = 60$ m³/s olsun. Bu halde

$$Q_2 = 60 \cdot \frac{500}{400} = 75 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_2 (= \Delta P_2) = 80 \cdot \left(\frac{500}{400} \right)^2 = 125 \text{ mm SS}$$

bulunur.

Aynı hesap metodu diğer noktalar için de uygulanır ve bulunun değerlerden $n=500$ d/d için yeni karakteristik eğri çizilir.

Şimdi "Eşdeğer Ovak Açıklığı" ile

• ilgili kısa bir bilgi verelim.

Bir ocanın eşdeğer açıklığı, bir diyaframdaki (Orifis, akış lülesi veya venturimetre gibi) öyle bir (A) açıklığıdır ki, üzerinden ocaaktan geçen kadar hava geçirildiğinde, diyaframda meydana gelen yük kaybı ocanın toplam yük kaybına eşittir ve aşağıdaki eşitliklerden belirlenir.

$$A = 1 / (\alpha \cdot \epsilon) \cdot (\rho / 2)^{1/2} \cdot Q / \sqrt{\Delta P} \quad (3)$$

Burada,

- α - Akış hızı faktörü. Keskin kenarlı diyafram açıklıkları için sürtünme ve daralma nedeniyle kesitsel daralmadan kaynaklanan kayıplar dikkate alınarak $\alpha = 0,65$ alınabilir.
- ϵ - Genişleme katsayısı. Basınç değişikliklerinden kaynaklanan hacim değişikliklerinin etkisini dikkate alır. $\epsilon \approx 1$ alınabilir.

ρ - Havanın yoğunluğu ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$)

Q - Hacimsel debi

ΔP - Toplam basınç farkı

A	Q	ρ	ΔP
m^2	m^3/s	kg/m^3	$\text{Pa} (= \text{N}/\text{m}^2)$

Bilinenler ile,

$$A = \frac{1}{(0,65 \cdot 1)} \left(1,2/2\right)^{1/2} \cdot Q / \sqrt{\Delta P}$$

$$A = 1,191687 \cdot Q / \sqrt{\Delta P} \quad (4)$$

veya,

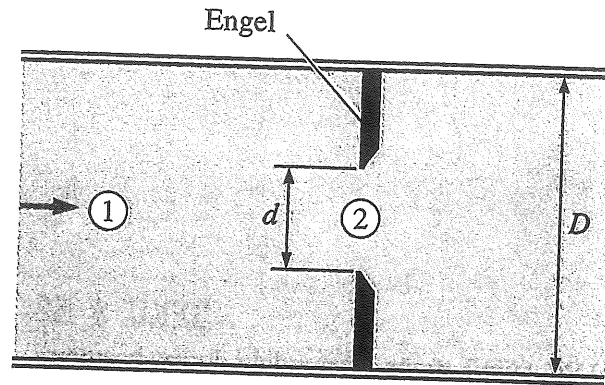
$$\Delta P = \left(1,191687 \cdot Q / A\right)^2 \quad (5)$$

yarılabılır.

Eğerdeğer çok azlığı üzerinde biraz daha duralım ve engelli akış ölçerleri (Orifis, venturimetre ve akış lülesi) ele alalım.

Çapı D olan yatay borudaki akışkanın sıkıştırlanamaz daimi akışını göz önüne alalım.

Şekil 4 de gösterildiği gibi akış çapı d olan



Şekil 4 - Borudaki bir engelin içerisinde geçen akış [24]

ölçüs alanına kadar daraltılmıştır. Daral-
madan önceki yer (1 noktası) ile daralmanın
olduğu yer (2 noktası) arasında kütle dengesi
ve Bernoulli denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.

Kütle dengesi,

$$Q_1 = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \rightarrow V_1 = \left(\frac{A_2}{A_1} \right) V_2 = \left(\frac{d}{D} \right)^2 \cdot V_2 \quad \dots (6)$$

Bernoulli denklemi ($z_1 = z_2$),

$$\frac{P_1}{\rho \cdot f} + \frac{V_1^2}{2 \cdot f} = \frac{P_2}{\rho \cdot f} + \frac{V_2^2}{2 \cdot f} \quad \dots (7)$$

$$\frac{V_2^2}{2 \cdot f} = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot f} + \frac{1}{2 \cdot f} V_2^2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

$$\frac{V_2^2}{2 \cdot f} \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot f}$$

$\beta = d/D$ sayı oranı olup

$$Q_2 = A_2 \cdot V_2 = \left(\pi d^2 / 4 \right) V_2$$

$$\frac{V_2^2}{2 \cdot f} (1 - \beta^4) = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot f}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 (P_1 - P_2)}{\rho (1 - \beta^4)}} \quad \dots (8)$$

Enfekteki hız (kayıpsız) elde edilir. Dolayısıyla kayıp olmadığı kabulü ile elde edilen bu hız durakma bölgesinde olabilecek en yüksek hızdır. Gersekte ise sürtünme kayıplarından dolayı bu hız daha düşük olacaktır. C_d debi katsayısı ile enfelli akış ölçer için debi,

$$Q = A_0 C_d \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} \quad (9)$$

şeklinde ifade edilir.

A_0 - Deliğin en kesit alanı ($A_0 = A_2 = \pi d^2/4$)

Debi katsayısı C_d değeri hem β hem de

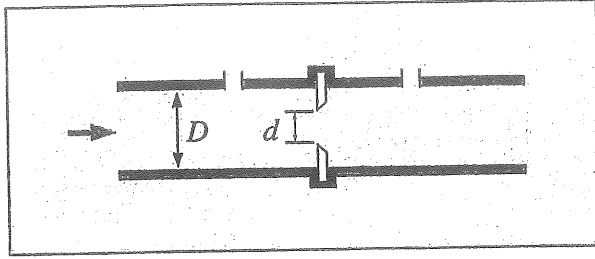
Reynolds sayısı $Re = V \cdot D/\nu$ 'ye bağlı olup, sayısız enfelli akış ölçerler arasında en yaygın olarak kullanılanları; orifisler, akış lüleleri ve venturimetrelerdir (Şekil 5). Deneysel olarak bulunan debi katsayılarına ait veriler aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

Orifisler :

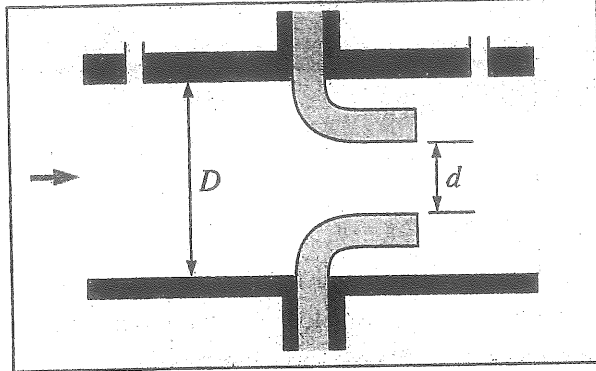
$$C_d = 0,5959 + 0,0312 \cdot \beta^{2,1} - 0,184 \beta^8 + \frac{91,71 \beta^{2,5}}{Re^{0,75}} \quad (10)$$

Akış Lüleleri :

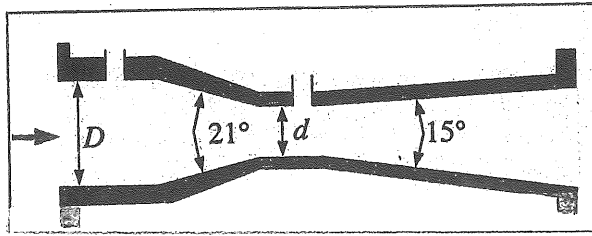
$$C_d = 0,9975 - \frac{6,53 \beta^{0,5}}{Re^{0,5}} \quad (11)$$



(a) Orifis



(b) Akış lülesi



(c) Venturimetre

Şekil 5 - Yaygın kullanılan engelolu akış ölçer tipleri [L4]

Bu bağıntılar, $0,25 < \beta < 0,75$ ve $10^4 < Re < 10^7$ için geçerlidir

Yüksek Reynolds sayısı ($Re > 30000$) akışları için C_d 'nin değeri, akış lülelerinde 0,96 ve orifislerde 0,61 alınabilir. Venturimetrelerin debi katsayıları çok yüksektir ve çoğu akış için 0,95 ile 0,99 arasında değişir. (Yüksek

değerler yüksek Reynolds sayıları içindir). Belirli bir veri yuksa venturimetresinin

$$C_d = 0,98 \text{ alınabilir}$$

Tekrar esdeğer (denk) ocak açıklığına geri dönersek, orifiste (Şekil 5a) d açıklığından geçen ocak havasının oluşturdugu ΔP yüksekliği ile esdeğer ocak açıklığı A arasındaki

$$Q = A \cdot C_d \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} \quad (\text{Eşitlik 9})$$

bağantıda, [L5];

$$\alpha = \frac{C_d}{(1 - \beta^4)^{1/2}} \quad (12)$$

katsayısını tanımlenmiştir. Buradan,

α - Akış hızı faktörü (Sayfa: 8)

Dolayısıyla,

$$Q = A \cdot \alpha \left(\frac{2 \Delta P}{\rho} \right)^{1/2} \quad (13)$$

yaazılabilir.

$$A = 1,191687 \cdot Q / \sqrt{\Delta P} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

$$\Delta P = \left(1,191687 \cdot Q / A \right)^2 \quad (\text{Eşitlik 5})$$

eşitliklerini aşağıdaki gibi yazmak ta-
mümkündür.

$$A = 1,19 \cdot \frac{Q}{(\Delta P)^{1/2}} \quad (14)$$

$$\Delta P = \left(1,19 \frac{Q}{A} \right)^2 \quad (15)$$

ΔP 'nin birimi [mm SS] ise,

$$7 \text{ mm SS} = 9,81 \text{ Pa} = 9,81 \text{ N/m}^2$$

$$A = 1,19 \frac{Q}{(9,81 \cdot \Delta P)^{1/2}}$$

$$A \approx 0,38 \frac{Q}{(\Delta P)^{1/2}} \quad (16)$$

A	Q	ΔP
m ²	m ³ /s	mm SS

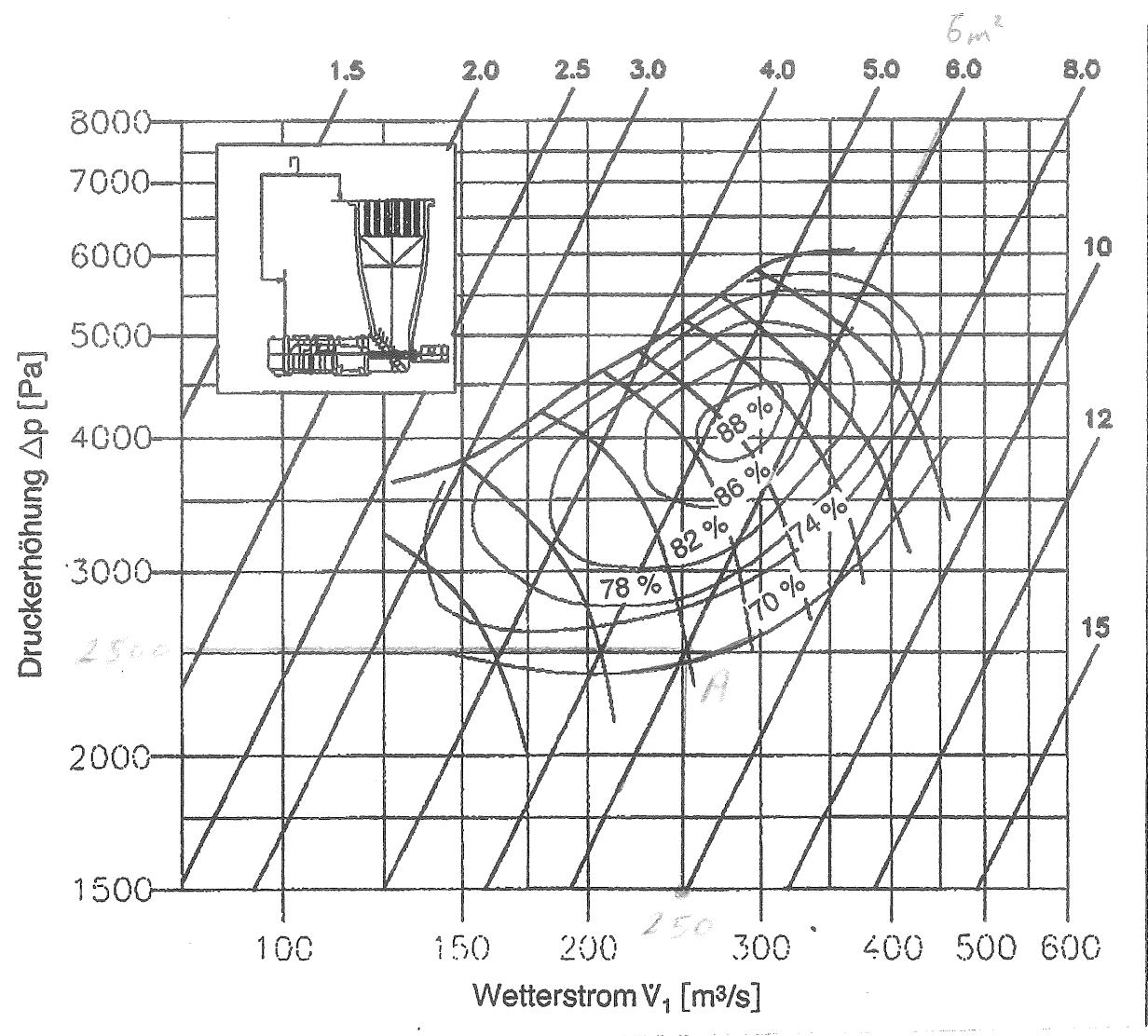
elde edilir

Bir örnek :

Şekil 6 da karakteristik eğrileri verilen eksenel
ventilasyonda çalışma noktamız A olsun.

A noktası için ;

Manometrik yükseklik Δp [Pa]



Hava debisi: Q [m^3/s]

Sekil 6 - Fark kanatları ayarlanabilen aksenal vantilatörlere ait tipik karakteristik eğriler [L3].

$Q = 250 \text{ m}^3/s$

$\Delta P = 2500 \text{ Pa (N/m}^2)$

$\eta = \%70$

$A_H \approx 6 \text{ m}^2$ (Eşdeğer veya asırlığı)

Değerleri okunabilir.

Ventilatör mil gücü (Gerekli olan güç);

$$N_{\text{vent. mil}} = \frac{\Delta P [\text{N/m}^2] \cdot Q [\text{m}^3/\text{s}]}{\eta_{\text{top}}} \cdot 10^{-3} \text{ kw (Eşitlik 1)}$$

$$N_{\text{vent. mil}} = \frac{2500 \cdot 250 \cdot 10^{-3}}{0,70}$$

$$N_{\text{vent. mil}} \approx 893 \text{ kw}$$

$$N_{\text{vent. mil}} = 893 \cdot 1,34$$

$$N_{\text{vent. mil}} = 1196 \text{ hp}$$

Eşdeğer ocak açıklığı;

$$A_R = 1,19 \frac{Q [\text{m}^3/\text{s}]}{(\Delta P [\text{Pa}])^{1/2}} \quad (\text{Eşitlik 14})$$

$$A_R = 1,19 \frac{250 \text{ m}^3/\text{s}}{(2500 \text{ Pa})^{1/2}}$$

$$A_R = 5,95 \text{ m}^2 \quad (\text{Diyagramdan okunan } 6 \text{ m}^2)$$

Hesabımızı Amara ventilatörü için yapalım

$$\eta_{\text{mar}} = \% 83,6$$

$$Q = 79 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P = 2320 \text{ Pa}$$

Eşdeğer ocak açıklığı;

$$A = 1,19 \frac{Q}{(\Delta P)^{1/2}} \quad (\text{Eşitlik 14})$$

$$A = 1,19 \frac{79}{(2320)^{1/2}}$$

$$A = 1,95 \text{ m}^2$$

veya,

$$A = 0,38 \frac{Q \text{ [m}^3/\text{s}]}{[\Delta P \text{ [mm SS]}]^{1/2}} \quad (\text{Eşitlik 16})$$

$$\Delta P = 2320 \text{ Pa} \approx 232 \text{ mm SS}$$

$$A = 0,38 \frac{79}{(232)^{1/2}}$$

$$A = 1,97 \text{ m}^2$$

olarak bulunur.

İngiliz birim sistemine göre büyüklükler

$$\bullet \quad BHP = \frac{CFM \cdot WG}{6345 \cdot Eff.} \quad (17)$$

CFM = ft³/dak.

WG - in su sütunu (in SS)

Eff - Verim (η_{eff})

$$1 \text{ CFM} = 0,028 \text{ m}^3/\text{dak.}$$

$$1 \text{ in.} = 25,4 \text{ mm.}$$

- Kapasite Faktörü ;

$$CF = CFM / \sqrt{WG} \quad (18)$$

- Ocak açıklığı ;

$$EO = CF \cdot 0,0004 \text{ (ft}^2\text{)} \quad (19)$$

- Hava yoğunluğu ;

$$0,075 \text{ Lbm/ft}^3 \quad (20)$$

Lbm - Libra kitle

$$1 \text{ Lbm} = 0,45359 \text{ kg.}$$

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m}$$

$$0,075 \text{ Lbm/ft}^3 = 0,075 \cdot 0,45359 \text{ kg} / (0,3048 \text{ m})^3$$

$$0,075 \text{ Lbm/ft}^3 = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

Örnek : 40 HP Joy ocak pervanesinin karakteristik bazı büyüklüklerinin hesabı ;

a) İngiliz sistemine göre :

$$Q = 12000 \text{ CFM}$$

$$\Delta P = 11,6 \text{ "SS (WG)}$$

$$\eta_{\text{eff.}} = 0,70$$

$$BHP = \frac{CFM \cdot WG}{6345 \cdot \text{Eff.}} = \frac{12000 \cdot 11,6}{6345 \cdot 0,70} = 31,34 \text{ hp}$$

$$N_{\text{mil}} = 31,34 \text{ hp}$$

$$N_{\text{motor}} = 31,34 \cdot 1,25 = 40 \text{ hp}$$

$$CF = CFM / \sqrt{WG} = 12000 / \sqrt{11,6} = 3523,32$$

$$EO = CF \cdot 0,0004 = 3523,32 \cdot 0,0004 = 1,409 \text{ ft}^2$$

b) Metrik sisteme göre,

$$Q = 12000 \text{ CFM} = 12000 \cdot 0,028 = 336 \text{ m}^3/\text{dak} = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P = 11,6'' \text{ SS} = 11,6 \cdot 25,4 = 294,64 \text{ mm SS}$$

$$1 \text{ mm SS} = 9,81 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 294,64 \cdot 9,81 = 2890,42 \text{ Pa}$$

$$N_{\text{mil}} = \frac{\Delta P \cdot Q}{\eta} \cdot 10^{-3} \text{ kW} = \frac{(2890,42 \text{ Pa})(5,6 \text{ m}^3/\text{s})}{0,70} \cdot 10^{-3}$$

$$N_{\text{mil}} = 23,123 \text{ kW}$$

$$N_{\text{mot.}} = 23,123 \cdot 1,25 = 30 \text{ kW}$$

$$1 \text{ hp} = 0,746 \text{ kW} \rightarrow 1 \text{ kW} = 1,34 \text{ hp}$$

$$N_{\text{mot.}} = 30 \cdot 1,34 = 40 \text{ hp}$$

Eşdeğer oval açıklığı,

$$A = 1,49 \frac{Q}{(\Delta P)^{1/2}}$$

$$A = 1,19 \frac{5,6 \text{ m}^3/\text{s}}{(2890,42 \text{ Pa})^{1/2}} = 0,124 \text{ m}^2$$

veya,

$$A = 0,38 \frac{Q}{(\Delta P)^{1/2}} = 0,38 \frac{5,6 \text{ m}^3/\text{s}}{(294,64 \text{ mmSS})^{1/2}} = 0,124 \text{ m}^2$$

İngiliz sistemine göre,

$$EO = 1,409 \text{ ft}^2 \text{ bulunur}$$

$$EO = 1,409 \cdot (0,3048 \text{ m})^2 = 1,3 \text{ m}^2$$

olarak bulunur.

OCAK HAVALANDIRMADA

KULLANILAN

ANA VANTİLATÖRLER ÜZERİNDE

İNCELEME - İRDELEME

-2-

Yunus Emre

Havalandırma direnci [L1]

(Semboller literatürden aynı alınmıştır)

Bir akışkanın boru içindeki akışında meydana gelen basınç kaybı,

$$h = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2 \cdot f} \quad (21)$$

h	L	D	V	g
mSS	m	m	m/s	9,81 m/s ²

λ - Kayıp katsayısı (Direnç katsayısı)

P - Boru çevresi ($= \pi \cdot D$)

S - Boru kesit alanı ($= \pi D^2 / 4$)

olmak üzere

$$h = \lambda \frac{\pi D}{\pi D} \frac{L}{D} \frac{V^2}{2f} = \lambda \frac{P}{\pi D^2} \frac{L V^2}{2f}$$

$$h = \lambda \frac{P}{4 \cdot S} \cdot \frac{L V^2}{2f} = \frac{\lambda}{8f} \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot V^2$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{8 \cdot f} \quad \text{denişimi ile}$$

$$h = \alpha \frac{L \cdot P}{S} V^2$$

$$V = \alpha / S$$

olduğuna göre

$$h = \alpha \frac{L \cdot P}{S^3} Q^2 \quad \text{-----} \quad (22)$$

dir. Burada,

$\alpha \cdot \frac{L \cdot P}{S^3}$ - Havalandırma sürtünme direnci (=R)

$$R = \alpha \cdot \frac{L \cdot P}{S^3} \quad \text{-----} \quad (23)$$

dolayısıyla

$$h = R \cdot Q^2 \quad \text{-----} \quad (24)$$

elde edilir

Boyut analizi,

$$R = \frac{h}{Q^2} \quad \begin{matrix} h: \text{mmSS veya } \text{kg/m}^2 \\ Q: \text{m}^3/\text{s} \end{matrix}$$

$$R \rightarrow \frac{\text{kg/m}^2}{(\text{m}^3/\text{s})^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^8}$$

Bu birime "Kilomurçe" denir. Binde birinde (μ)

"Murçe" yani

$$1 \text{ k}\mu = 1000 \mu$$

olarak ifade edilir.

Uluslararası birim sisteminde ise

$$h = R \cdot Q^2$$

h - Paskal (N/m^2)

Q - m^3/s

$$R \rightarrow \frac{\text{N/m}^2}{(\text{m}^3/\text{s})^2} = \frac{(\text{kg} \cdot \text{m} (\text{s}^2)) \cdot \text{s}^2}{\text{m}^8} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^7}$$

olur.

$$R = \alpha \cdot \frac{L \cdot P}{S^3} \quad (\text{Eşitlik 23})$$

ifadesindeki (α) sürtünme katsayısı, galerilerin özelliklerine göre tablolardan alınabilir. (Tablo 1 gibi)

Taştan süzülmüş, damarı kesesiye ne festikler	0,0010
Taştan süzülmüş damara paralel ne festikler	0,0008
Kömür işinde, muntazam kat galerileri	0,0055
Kömür işindeki ne festikler.	0,0008

Tablo 1. Tahkimatsız galerilerde kömür ocakları için α değerleri [L1]

Daha fazla bilgi için [L1]'e bakınız.

Şimdi [L7]'den, "Havalandırma direnci" ile ilgili kısa bir özet bilgi verdim. (Semboller literatürden aynen alınmıştır.)

Temel havalandırma bağıntıları :

$$H_{top} = H_{sürtünme} + H_{şok} + H_{hız yükü} \quad \text{--- (25)}$$

Burada,

H_{toplam} - Toplam basınç veya toplam basma yüksekliği

$H_{\text{sürtünme}}$ - Sürtünme basıncı

$H_{\text{şok}}$ - Şok veya yerel basınç

$H_{\text{hız yükü}}$ - Hız basıncı (dinamik basınç)

şeklindeyiz. Bu bağıntılar aşağıdaki gibi de tanımlanabilir

$$H_{\text{sürtünme}} + H_{\text{şok}} = K \cdot P (L + L_e) \frac{Q^2}{A^3} \quad (26)$$

K - Sürtünme katsayısı (Tablo 2, 3 ve 4)

P - Hesap kesitinin çevresi [m]

L - Hesabın uzunluğu [m]

L_e - Şok kaybı (yerel kayıp) eşdeğer uzunluğu [m]
(Tablo 5, 6)

Q - Hava akış debisi [m^3/s]

A - Hesabın kesit alanı [m^2]

$$R = K \cdot P \cdot (L + L_e) / A^3 \quad \text{tarifi ile} \quad (27)$$

R - Hava yolu direnci [Ns^2/m^5]

$$H_{\text{sürtünme}} + H_{\text{şok}} = R \cdot Q^2 \quad (28)$$

olur.

Tablo 2 - Kömür-dışı maden yolları ve açıklıkları için sürtünme katsayısı değerleri
-düz yollar- [47]

Açıklık tipi	Yüzey, kesit ve gidiş düzensiz	Temiz	Çok az pürüzlü	Ortalama pürüzlü
Düz, pürüzsüz kaplama	En az Ortalama En çok	0,0186 0,0278 0,0371	0,0278 0,0371 0,0464	0,0464 0,0557 0,0649
Kırıntılı kayaç	En az Ortalama	0,0557 0,1020	0,0649 0,1113	0,0835 0,1299
Ahsap kap. 1.5 m bag araligi	En çok En az Ortalama	0,1219 0,1484 0,1762	0,1391 0,1577 0,1855	0,1577 0,1762 0,2041
Magmatik kayaç	En çok En az Ortalama	0,1948 0,1670 0,2690	0,2041 0,1762 0,2783	0,2226 0,1948 0,2968
	En çok	0,3617	0,3710	0,3896

Tablo 3- Kömür madeni ve açıklıkları için sürtünme katsayısı değerleri
-düz açıklıklar- [47]

Açıklık tipi	Temiz	Çok az pürüzlü	Ortalama pürüzlü
Pürüzsüz kaplanmış	0,0464	0.0519	0,0631
Kaplanmamış	0,0798	0,0909	0,1132
Ahşap tahkimatlı	0,1243	0.1391	0,1521

Tablo 4 - Kömür madeni ve açıklıkları için sürtünme katsayısı değerleri
-Eğrilikleri olan açıklıklar- [47]

Açıklık tipi	Temiz	Çok az pürüzlü	Ortalama pürüzlü
Pürüzsüz kaplanmış	0,0575	0,0723	0,0798
Kaplanmamış	0,1150	0,1261	0,1373
Ahşap tahkimatli	0,1577	0,1614	0,1670

Tablo 5- Farklı şok kaynakları için eşdeğer uzunluklar [47]

Kaynak	Le (m)	Kaynak	Le (m)
Dar açılı, kavisli dönüş	1	Giderek daralma	1
Dar açılı, dik köseli dön.	45	Ani daralma	3
Dik açılı, kavisli dönüş	1	Giderek genişleme	1
Dik açılı, dik köseli dön.	20	Ani genişleme	6
Geniş açılı, kavisli dön.	1	Kollara ayrılma, düz kol	10
Geniş açılı, dik köseli d.	5	Kollara ayrılma, ayrılan kol	60
Hava kapısı	20	Birleşen kollar, düz kol	20
Hava köprüsü	20	Birleşen kollar, birleşen kol	10
Ocak girişi	6	Skip-vagon (kesitin % 20'si)	30
Ocak çıkışı	20	Skip-vagon (kesitin % 40'i)	150

Tablo 6- Yerel kayıplara karşılık gelen eşdeğer uzunluklar (L_{eq})

Açıklama	Eşdeğer Uzunluk (m)
Keskin-yuvarlak dönüş için	1,00
Keskin-köşeli dönüş için	50,00
Dik-yuvarlak dönüş için	0,30
Dik-köşeli dönüş için	23,50
Küt-yuvarlak dönüş için	0,17
Küt-köşeli dönüş için	5,00
Krossing için	27,70
Ocak girişi için	1,00
Ocak çıkışı için	21,70
Tedrici daralma için	0,30
Ani daralma için	3,30
Tedrici genişleme için	4,30
Ani genişleme için	6,70
Doğru yollara ayrılma	10,00
Dik yollara ayrılma (90° lik)	67,00
Doğru yollarda birleşme	20,00
Dik yollarda birleşme (90° lik)	10,00
Galeri alanının % 20 sini kaplayan araba veya skip	33,00
Galeri alanının % 40 ını kaplayan araba veya skip	167,70

$$H_{\text{hız yükü}} = \frac{V_{\text{eikis}}^2}{2} \quad [L^2] \quad (29)$$

V_{eikis} - Ocak eikisindeki hava hızı [m/s]

$H_{\text{eikis yükü}}$, hız basıncı veya dinamik basınç şeklinde de ifade edilebilir. Birimi $\frac{N}{m^2}$ (= Pa) olabilmesi için Eşitlik 29,

$$H_{\text{hız yükü}} = \frac{V_{\text{eikis}}^2}{2} \cdot \gamma \quad (30)$$

γ 'si olmalıdır.

γ - Havanın yoğunluğu (= 1,2 kg/m³)

İrdeliyelim,

Boyut analizi

$$\begin{aligned} \text{Hız yükü} &\rightarrow \frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{kg}{s^2 \cdot m} \cdot \frac{m}{m} \\ &= kg \cdot m / s^2 \cdot \frac{1}{m^2} \\ &= \frac{N}{m^2} = Pa \end{aligned}$$

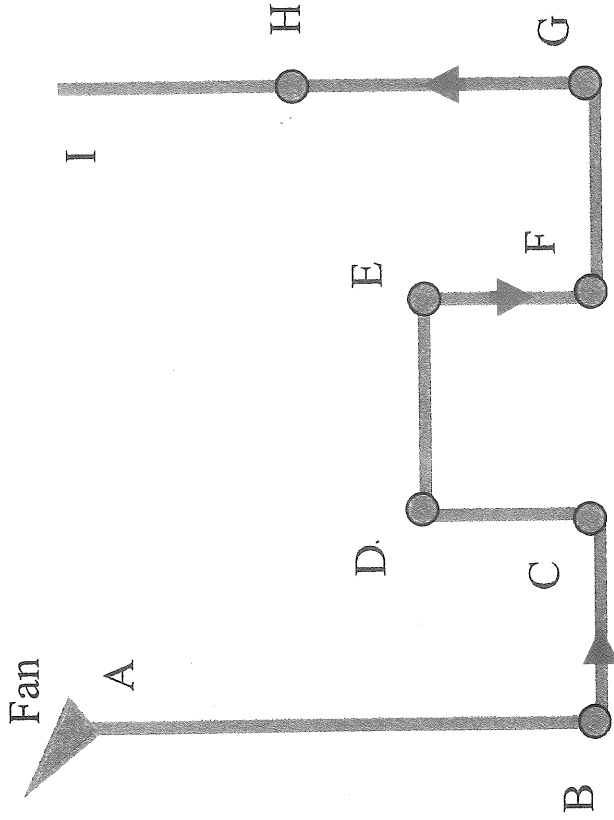
Bu bilgilerden sonra bir örnek verelim

Örnek [L7] :

Örnek problem. Tablo 7 de, problem ile ilgili büyük-
lükler ise Tablo 8 de verilmıştır.

Ocak yükü hesaplamaları

Yanda bir bakır madeninin hava yolları için temsili bir şekil sunulmuştur. Yolların her birinin çok az pürüzlülükte olduğu ve orta derecede eğrilikler içerdiği tespit edilmiştir. İlgili yolların her birinde oluşacak yük kayıplarını ve ocak yükünü belirleyiniz. EF yolundaki hava hızı 0,8 m/sn olarak belirlenmiştir. Not: Yüzey, kesit ve gidiş düzensizlikleri için ortalama değerler kullanılacaktır. İhtiyacınız olan tablolar ekte sunulmuştur.



Tablo 7- Ocak yükü hesaplamaları için fiziksel diyagram. [L7]

Yol	A (m x m)	L (m)	Yüzey özellikleri	Sok (yerel) kaynaşmanın yeni ve eski
AB	3,20 x 5,60	220	Kırıntılı kaynaş	A: Dök girisi
BC	2,50 x 2,50	210	Kırıntılı kaynaş	B: Dar asılı, kavirli dönüş + Fiderlek durulma
CD	2,50 x 2,50	102	Düz, pürüzsüz kaplama	C: Dik asılı, kavirli dönüş
DE	3,40 x 3,50	45	Ahşap kaplama (1,5m baş aralığı)	D: Geniş asılı, dik köşeli. dönüş + ani penişleme
EF	3,40 x 3,50	85	Ahşap kaplama (1,5m baş aralığı)	E: Dik asılı, dik köşeli dönüş
FG	2,30 x 2,40	120	Düz, pürüzsüz kaplama	F: Hava kısıtı + ani durulma
GH	2,30 x 2,40	100	Kırıntılı kaynaş	G: Dar asılı, kavirli dönüş
HI	3,20 x 5,60	250	Düz, pürüzsüz kaplama	H: Geniş asılı, kavirli dönüş

Tablo 8 - Örnek problem ile ilgili büyüklükler [L7]

• Hava debisi Q :

33.

$$Q = A_{EF} \cdot V_{EF}$$

$$Q = (3,40 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m}) (0,8 \text{ m/s})$$

$$\underline{Q = 9,52 \text{ m}^3/\text{s}}$$

• Sürtünme basıncı $H_{\text{sürtünme}}$ + Sok (yerel) basıncı H_{sok} :

$$H_{\text{sür.}} + H_{\text{sok}} = K \cdot P \cdot (L + L_e) Q^2 / A^3$$

(Eşitlik 26)

AB yolu :

K - Sürtünme faktörü

$$K_{AB} = 0,1391 \quad (\text{Kırıntılı kayış. Tablo 2})$$

P - Asıklık kesidinin çevresi

$$P_{AB} = 2 (3,20 \text{ m} + 5,60 \text{ m})$$

$$P_{AB} = 17,6 \text{ m}$$

L - Asıklık uzunluğu

$$L_{AB} = 220 \text{ m}$$

L_e - Eşdeğer uzunluk

$$(L_e)_{AB} = 6 \text{ m} \quad (\text{Ocak girişi. Tablo 5})$$

A - Reiklisin kesit alanı

$$A_{AB} = 3,20 \text{ m} \cdot 5,60 \text{ m}$$

$$A_{AB} = 17,92 \text{ m}^2$$

$$H_{AB} = 0,1391 \cdot 17,6 (220 + 6) \cdot (9,52)^2 / (17,92)^3$$

$$\| \underline{H_{AB} = 8,714 \text{ Pa}}$$

BC yolu ;

$$K_{BC} = 0,1391$$

$$P_{BC} = 2 (2,50 \text{ m} + 2,50 \text{ m}) = 10 \text{ m}$$

$$L_{BC} = 210 \text{ m}$$

$$(Le)_{BC} = \text{Düz ağıllı kavisli döner + Giderlek}$$

daralması = 1 m + 1 m (Tablo 5)

$$A_{BC} = 2,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} = 6,25 \text{ m}^2$$

$$H_{BC} = 0,1391 \cdot 10 (210 + 1 + 1) (9,52)^2 / (6,25)^3$$

$$\| \underline{H_{BC} = 109,470 \text{ Pa}}$$

CD yolu :

$$K_{CD} = 0,0649 \text{ (Düz pürüzsüz kaplama. Tablo 2)}$$

$$P_{CD} = 2 (2,50 \text{ m} + 2,50 \text{ m}) = 10 \text{ m}$$

$$L_{CD} = 102 \text{ m}$$

$$(Le)_{CD} = 1 \text{ m (Dik açılı kavistli dönüş, Tablo 2)}$$

$$A_{CD} = 2,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} = 6,25 \text{ m}^2$$

$$H_{CD} = 0,0649 \cdot 10 (102+1) (9,52)^2 / (6,25)^3$$

$$\parallel \underline{H_{CD} = 24,895 \text{ Pa}}$$

DE yolu :

$$K_{DE} = 0,2226 \text{ (Ahşap kaplama, 1,5 m boş aralığı, Tablo 2)}$$

$$P_{DE} = 2 (3,40 \text{ m} + 3,50 \text{ m}) = 13,8 \text{ m}$$

$$L_{DE} = 45 \text{ m}$$

$$(Le)_{DE} = 5 \text{ m (Geniş açılı dik köşeli dönüş)} \\ + 6 \text{ m (Ani genişleme) (Tablo 3)}$$

$$A_{DE} = 3,40 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m} = 11,9 \text{ m}^2$$

$$H_{DE} = 0,2226 \cdot 13,8 (45+5+6) (9,52)^2 / (11,9)^3$$

$$\parallel \underline{H_{DE} = 9,25 \text{ Pa}}$$

EF yolu :

$$K_{EF} = 0,2226 \text{ Ahşap kaplama, 1,5 m boş aralığı (Tablo 2)}$$

$$P_{EF} = 2 (3,40 \text{ m} + 3,50 \text{ m}) = 13,8 \text{ m}$$

$$L_{EF} = 85 \text{ m}$$

$$(L_e)_{EF} = 20 \text{ m} \text{ (Dik asılı, dik köşeli dönmüş)} \\ \text{(Tablo 5)}$$

$$A_{EF} = 3,40 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m} = 11,9 \text{ m}^2$$

$$H_{EF} = 0,2226 \cdot 13,8 (85 + 20) \cdot (9,52)^2 / (11,9)^3$$

$$\| \underline{H_{EF} = 17,35 \text{ Pa}}$$

FG yolu:

$$K_{FG} = 0,0649 \text{ (Düz, pürüzsüz köplümlü)} \\ \text{(Tablo 2)}$$

$$P_{FG} = 2 (2,30 + 2,40 \text{ m}) = 9,4 \text{ m}$$

$$L_{FG} = 120 \text{ m}$$

$$(L_e)_{FG} = 20 \text{ m} \text{ (Hava kütlesi)} + 3 \text{ m} \text{ (Ani daralma)} \\ \text{ma) (Tablo 5)}$$

$$A_{FG} = 2,30 \text{ m} \cdot 2,40 \text{ m} = 5,52 \text{ m}^2$$

$$H_{FG} = 0,0649 \cdot 9,4 (120 + 20 + 3) \cdot (9,52)^2 / (5,52)^3$$

$$\| \underline{H_{FG} = 47,007 \text{ Pa}}$$

H_{GH} yolu :

$$K_{GH} = 0,1391 \text{ (Kıvrıntılı, kayas. Tablo 2)}$$

$$P_{GH} = 2 (2,30 \text{ m} + 2,40 \text{ m}) = 9,4 \text{ m}$$

$$L_{GH} = 100 \text{ m}$$

$$(Le)_{GH} = 1 \text{ m (Dür. asidi, kavistli dönüş. Tablo 5)}$$

$$A_{GH} = 2,30 \text{ m} \cdot 2,40 \text{ m} = 5,52 \text{ m}^2$$

$$H_{GH} = 0,1391 \cdot 9,4 (100 + 1) \cdot (9,52)^2 / (5,52)^3$$

$$\text{H}_{GH} = 71,160 \text{ Pa}$$

H_{HI} yolu :

$$K_{HI} = 0,0649 \text{ (Düz pürüzsüz kaplama. Tablo 2)}$$

$$P_{HI} = 2 (3,20 \text{ m} + 5,60 \text{ m}) = 17,6 \text{ m}$$

$$L = 250 \text{ m}$$

$$(Le)_{HI} = 1 \text{ m (Geniş asidi, kavistli dönüş. Tablo 5)}$$

$$A_{HI} = 3,20 \text{ m} \cdot 5,60 \text{ m} = 17,92 \text{ m}^2$$

$$H_{HI} = 0,0649 \cdot 17,6 (250+1) (9,52)^2 / (17,92)^3$$

$$\| \underline{H_{HI} = 4,515 \text{ Pa}}$$

$$H_{sürtünme} + H_{\xi ok} = H_{AB} + H_{BC} + H_{CD} + H_{DE} \\ + H_{EF} + H_{FG} + H_{GH} + H_{HI}$$

$$H_{sur.} + H_{\xi ok} = (8,714 + 109,470 + 29,815 + 9,25 \\ + 17,35 + 47,002 + 71,160 + 4,515) \text{ Pa}$$

$$\| \underline{H_{sürtünme} + H_{\xi ok} = 292,281 \text{ Pa}}$$

$$H_{toplam} = H_{sürtünme} + H_{\xi ok} + H_{hiz yoku} \quad (\text{Eşitlik 25})$$

$$H_{hiz yoku} = (V_{\xi ikis}^2 / 2) \cdot \gamma \quad (\text{Eşitlik 30})$$

$$H_{hy} = (V_{HI}^2 / 2) \cdot \gamma = \left(\frac{Q}{A_{HI}} \right)^2 \cdot \frac{\gamma}{2}$$

$$H_{hy} = \left(\frac{9,52}{17,92} \right)^2 \cdot \frac{1,2}{2}$$

$$\| \underline{H_{hiz yoku} = 0,169 \text{ Pa}}$$

$$H_{top} = (292,281 + 0,169) Pa$$

$$\parallel \underline{H_{top} = 292,45 Pa}$$

bulunur.

Örnek [L7] :

Örnek problem Tablo 9 da, problem ile ilgili büyüklükler Tablo 10 da verilmiştir.

- Hava debisi Q ;

$$\parallel \underline{Q = 11 m^3/s} \quad (\text{verilmiştir})$$

- $H_{sür.} + H_{sok} = K \cdot P (L + L_e) \cdot \frac{Q^2}{A^3}$ (Eş. 11.4 26)

AB yolu :

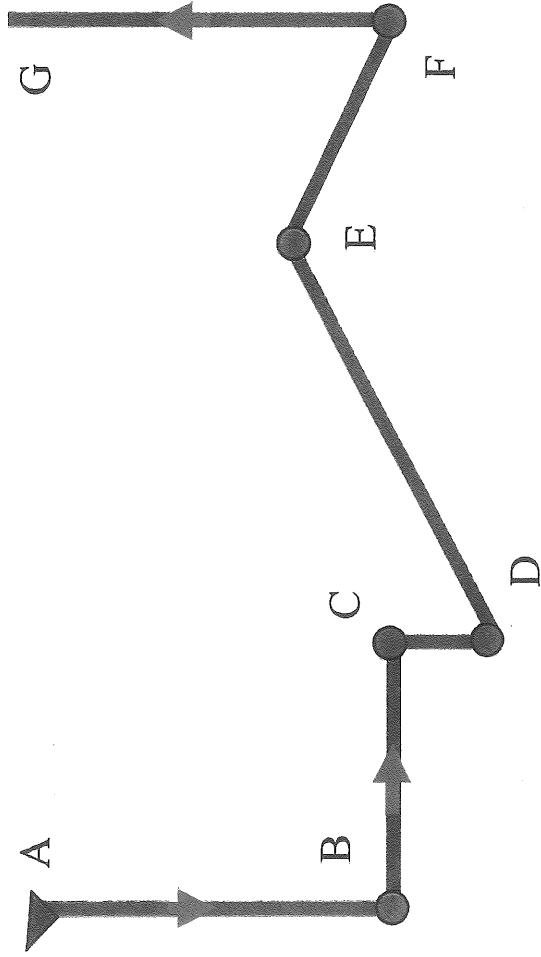
K - Sürtünme faktörü

$$K_{AB} = 0,0649 \quad (\text{Düz pürüzsüz kaplama, En az ; sok az pürüzlü; Tablo 2})$$

P - Açıklık kesitinin çevresi:

$$P_{AB} = 2 (3,20 m + 5,40 m)$$

$$P_{AB} = 17,2 m$$



Şekilde sunulan çok az pürüzlü düz yolların her birinde oluşacak yük kayıplarını ve ocak yükünü belirleyiniz. Hava debisi $11 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir.

Not: Yüzey, kesit ve gidiş düzensizlikleri için düşük (en az) değerler kullanılacaktır.

Tablo 9 - Ocak yükü hesaplamaları için fiziksel diyagram [67]

OCAK HAVALANDIRMADA

KULLANILAN

ANA VANTILATÖRLER ÜZERİNDE

İNCELEME - İRDELEME

-3-

Kennet

Yol	A [m.m]	L [m]	Yüzey Özellikleri	Sok (yerel) kayma- pının yeri ve sınıfı
AB	3,20 · 5,40	120	Düz, pürüzsüz kaplama	A: Ocak girisi
BC	2,30 · 2,30	125	Ahşap kaplama (1,5m baş aralığı)	B: Giderak daralma
CD	2,20 · 2,20	90	Kirintili kayış	C: Dik aklı, kavisti dönüş
DE	3,30 · 3,40	50	Ahşap kaplama (1,5m baş aralığı)	D: Dik aklı, kavisti, dönüş + aralığı nişleme
EF	3,30 · 3,40	35	Düz, pürüzsüz kaplama	E: Dik aklı dik kö- şeli dönüş + Ma- va kapağı
FG	2,70 · 2,70	98	Kirintili kayış	F: Anı daralma

Tablo 10- Örnekleme problemleri ait büyüklükler [27]

L - Aşıklık uzunluğu

$$L_{AB} = 120 \text{ m}$$

L_e - Eşdeğer uzunluk

$$(L_e)_{AB} = 6 \text{ m (ocak pirişi. Tablo 5)}$$

A - Aşıklığın kesit alanı

$$A_{AB} = 3,20 \text{ m} \cdot 5,40 \text{ m}$$

$$A_{AB} = 17,28 \text{ m}^2$$

$$H_{AB} = 0,0649 \cdot 17,2 (120 + 6) \cdot (11)^2 / (17,28)^3$$

$$\underline{H_{AB} = 3,298 \text{ Pa}}$$

BC yolu ;

$$K_{BC} = 0,1762 \text{ (Ahşap kaplama : 1,5 m baş$$

oranlığı - en az - çok az pürüzlü ;

Tablo 2)

$$P_{BC} = 2 (2,30 \text{ m} + 2,30 \text{ m})$$

$$P_{BC} = 9,20 \text{ m}$$

$$L_{BC} = 125 \text{ m}$$

$$(Le)_{BC} = 1 \text{ m (Giderelik daralması, Tablo 5)}$$

$$A_{BC} = 2,30 \text{ m} \cdot 2,30 \text{ m}$$

$$A_{BC} = 5,29 \text{ m}^2$$

$$H_{BC} = 0,1762 \cdot 9,20 (125+1) (11)^2 / (5,29)^3$$

$$\parallel H_{BC} = 166,95 \text{ Pa}$$

CD yolu :

$$K_{CD} = 0,0649 \text{ (Kırıntılı kayma, en az, çok az pürüzlü, Tablo 2)}$$

$$P_{CD} = 2(2,20 \text{ m} + 2,20 \text{ m})$$

$$P_{CD} = 8,8 \text{ m}$$

$$L_{CD} = 90 \text{ m}$$

$$(Le)_{CD} = 1 \text{ m (Dik açılı kavistli dönüş, Tablo 5)}$$

$$A_{CD} = 2,20 \text{ m} \cdot 2,20 \text{ m}$$

$$A_{CD} = 4,84 \text{ m}^2$$

$$H_{CD} = 0,0649 \cdot 8,8 (90+1) (11)^2 / (4,84)^3$$

$$\| \underline{H_{CD} = 55,465 \text{ Pa}}$$

DE yolu :

$$K_{DE} = 0,1762 \text{ (Ahşap kaplama, 1,5 m}$$

bağ aralığı, en az, sok az pürüzlü. Tablo 2)

$$P_{DE} = 2(3,30 \text{ m} + 3,40 \text{ m})$$

$$P_{DE} = 13,4 \text{ m}$$

$$L_{DE} = 50 \text{ m}$$

$(L_e)_{DE} = 1 \text{ m (Dik açılı, kıvrımlı dönüş)} + 6 \text{ m (Ani genişleme). Tablo 5.}$

$$A_{DE} = 3,30 \text{ m} \cdot 3,40 \text{ m}$$

$$A_{DE} = 11,22 \text{ m}^2$$

$$H_{DE} = 0,1762 \cdot 13,4 (50 + 1 + 6) (11)^2 / (11,22)^3$$

$$\| \underline{H_{DE} = 11,53 \text{ Pa}}$$

EF Yolu :

$$K_{EF} = 0,0278 \text{ (Düz pürüzsüz kaplama, en az, çok az pürüzlü. Tablo 2)}$$

$$P_{EF} = 2 (3,30 \text{ m} + 3,40 \text{ m})$$

$$P_{EF} = 13,4 \text{ m}$$

$$L_{EF} = 35 \text{ m}$$

$$(L_e)_{EF} = 20 \text{ m (Dik ağılı, dik köşeli döviz)} + 20 \text{ m (Hava kapağı). Tablo 5}$$

$$A_{EF} = 3,30 \text{ m} \cdot 3,40 \text{ m}$$

$$A_{EF} = 11,22 \text{ m}^2$$

$$H_{EF} = 0,0278 \cdot 13,4 (35 + 20 + 20) (11) / (11,22)^3$$

$$\parallel H_{EF} = 2,4 \text{ Pa}$$

FG Yolu :

$$K_{FG} = 0,0649 \text{ (Kırıntılı kayas, en az, çok az pürüzlü Tablo 2)}$$

$$P_{FG} = 2 (2,70 \text{ m} + 2,70 \text{ m})$$

$$P_{FG} = 10,8 \text{ m}$$

$$L_{FG} = 98 \text{ m}$$

$$(Le)_{FG} = 3 \text{ m (Ani daralma Tablo 5)}$$

$$A_{FG} = 2,70 \text{ m} \cdot 2,70 \text{ m}$$

$$A_{FG} = 7,29 \text{ m}^2$$

$$H_{FG} = 0,0649 \cdot 10,8 (98 + 3) (11)^2 / (7,29)^3$$

$$\| \underline{H_{FG} = 22,11 \text{ Pa}}$$

$$H_{sür.} + H_{sok.} = H_{AB} + H_{BC} + H_{CD} + H_{DE} + H_{EF} + H_{FG}$$

$$H_{sür.} + H_{sok.} = (3,298 + 166,95 + 55,465 + 11,53 + 2,4 + 22,11) \text{ Pa}$$

$$\| \underline{H_{sür.} + H_{sok.} = 261,753 \text{ Pa}}$$

$$H_{toplam} = H_{sür.} + H_{sok.} + H_{hız yükü} \quad (\text{Eşitlik 25})$$

$$H_{hız yükü} = (V_{eikis}^2 / 2) \cdot \gamma \quad (\text{Eşitlik 30})$$

$$H_{hız yükü} = \frac{V_{FG}^2}{2} \cdot \gamma = \left(\frac{Q}{A_{FG}} \right)^2 \cdot \frac{\gamma}{2}$$

$$H_{hy} = \left(\frac{11}{7,29} \right)^2 \cdot \frac{1,2}{2}$$

$$\| \underline{H_{hy} = 1,366 \text{ Pa}}$$

$$H_{top} = (261,753 + 1,366) \text{ Pa}$$

$$\| \underline{H_{top} = 263,119 \text{ Pa}}$$

bulunur

BILGI NOTU [L4]:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

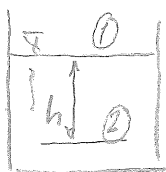
$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa} = 10^{-3} \text{ MPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 1,01325 \text{ bar}$$

$$= 760 \text{ mm Hg (0°C)}$$

$$= 1,0333 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ mm Hg} = 0,1333 \text{ kPa}$$



$$P_1 = P_{atm}$$

$$P_2 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_{etkin} = \rho \cdot g \cdot h \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho - \text{Akışkanın yoğunluğu (kg/m}^3) \end{array} \right.$$

$$\gamma = \rho \cdot g \quad \left\{ \begin{array}{l} \gamma - \text{Akışkanın özgül ağırlığı (N/m}^3) \end{array} \right.$$

10. Havalandırma şebekesi hesapları;

Eşitlik 28'i gözönüne alalım

$$H_{\text{toplam}} = R \cdot Q^2$$

Burada,

H_{top} - Toplam basınç veya toplam basma yüksekliği

R - Hava yolu direnci

Q - Oda havalandırma debisi

olduğuna göre; "Eşdeğer direnç hesapları"

Tablo 11 de verilmiştir. Buna göre;

a) Seri bağlantı durumunda;

$$H_{\text{top}} = H_{AB} + H_{BC} + H_{CD}$$

$$H_{\text{top}} = R_{\text{es}} \cdot Q^2$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$$

$$R_{\text{es}} = R_1 + R_2 + R_3$$

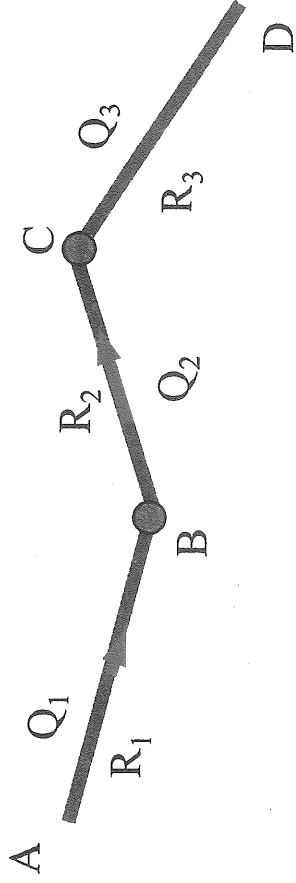
(31)

b) Paralel bağlantı durumunda;

$$H_{AB} = H_{\text{üst yol}} = H_{\text{orta yol}} = H_{\text{alt yol}}$$

$$H_{AB} = R_{\text{es}} \cdot Q^2$$

Eşdeğer direnç hesapları



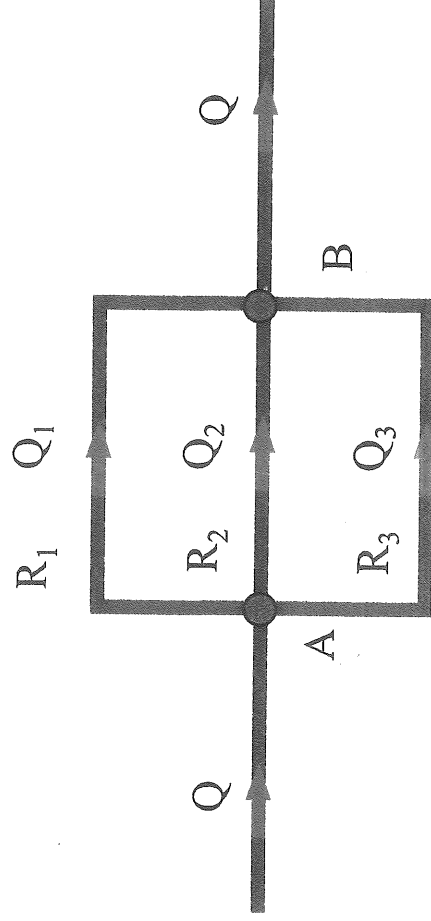
a) Seri bağlantı

$$H_{\text{top}} = H_{AB} + H_{BC} + H_{CD}$$

$$H_{\text{top}} = R_{\text{eş}} \cdot Q^2$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q \text{ yazılırsa}$$

$$R_{\text{eş}} = R_1 + R_2 + R_3$$



b) Paralel bağlantı

$$H_{AB} = H_{\text{üstyol}} = H_{\text{ortayol}} = H_{\text{altıyol}}$$

$$H_{AB} = R_{\text{eş}} \cdot Q^2$$

$$\frac{1}{\sqrt{R_{\text{eş}}}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Tablo 11 - Eşdeğer direnç hesapları [L7]

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

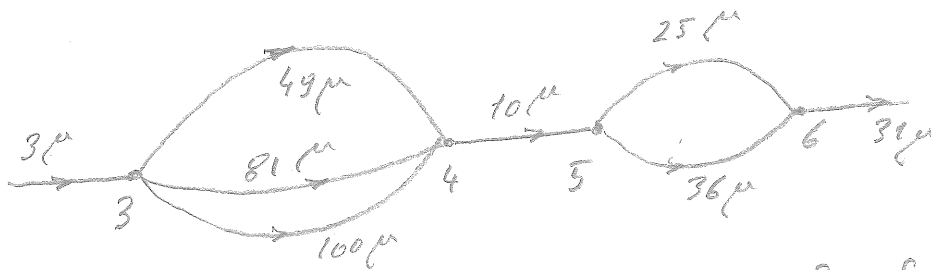
$$\frac{1}{\sqrt{R_{eq}}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} \quad (32)$$

olarak elde edilir.

Örnek [L7]:

Örnek problem Tablo 12 de verilmiştir.
 Problem çözümüne başlamadan önce bir
 bilgi verelim [L1];

Paralel bağlantı durumunda aşağıdaki
 şekil'e göre

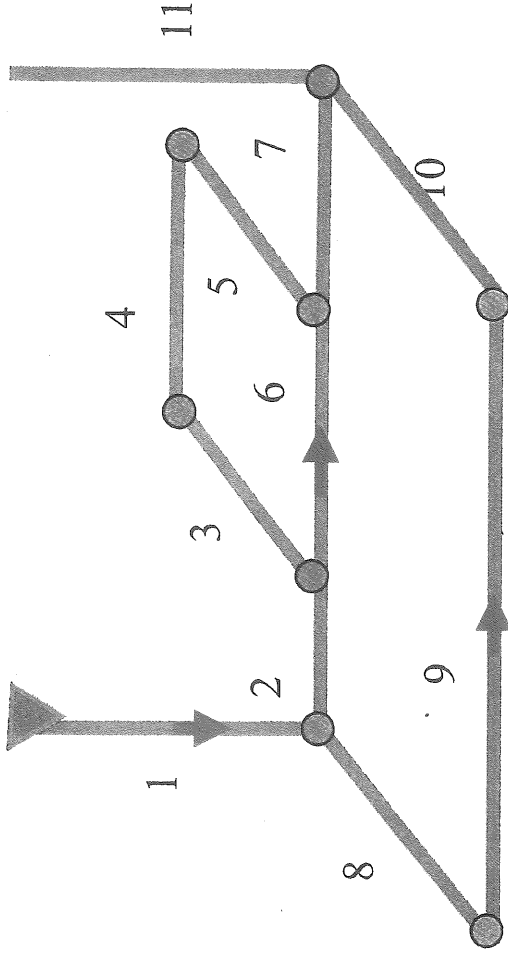


μ - Kilomurğue (Direnç birimi - Sayfa : 22)

3 ve 4 numaralı kavşaklar arasındaki
 eşdeğer toplam direnç

$$\frac{1}{\sqrt{R_{top.}}} = \frac{1}{\sqrt{49}} + \frac{1}{\sqrt{81}} + \frac{1}{\sqrt{100}} = \frac{223}{630}$$

5 ve 6 kavşakları arasındaki toplam
 direnç ise,



Çizgisel diyagramı verilen havalandırma ağında 6 nolu koldan $12,75 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'lik havanın geçtiği tespit edilmiştir. İlgili sistem için serbest dağılım analizi yaparak ocak eşdeğer direncini ve ocak yükünü belirleyiniz.

$$R_1: 0,073 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_2: 0,134 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_3: 0,018 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_4: 0,148 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_5: 0,111 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_6: 0,122 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_7: 0,159 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_8: 0,136 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_9: 0,209 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8; R_{10}: 0,178; R_{11}: 0,049 \text{ Nsn}^2/\text{m}^8$$

Tablo 12 - Ocak eşdeğer direnci ve ocak yükünün hesaplanması için çizgisel diyagramı [17]

$$\frac{1}{\sqrt{R_{top}}} = \frac{1}{\sqrt{25}} + \frac{1}{\sqrt{36}} = \frac{11}{30}$$

olarak yazılabilir.

Problemimize dönelim. (Tablo 72);

3 ve 5 kavşakları arasındaki seri bağlantı durumunda, eşdeğer direnç R_{3-5} ;

$$R_{3-5} = R_3 + R_4 + R_5 \quad (\text{Eşitlik 31})$$

$$R_{3-5} = (0,018 + 0,148 + 0,111) \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$R_{3-5} = 0,277 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

3 ve 6 numaralı kavşaklar arasındaki paralel bağlantı durumundadır, eşdeğer direnç R_{3-6} .

$$\frac{1}{\sqrt{R_{3-6}}} = \frac{1}{\sqrt{R_{3-5}}} + \frac{1}{\sqrt{R_6}} \quad (\text{Eşitlik 32})$$

(3 ve 6 kavşaklarında basınçlar aynıdır)

$$\frac{1}{\sqrt{R_{3-6}}} = \frac{1}{\sqrt{0,277}} + \frac{1}{\sqrt{0,122}} = 4,763$$

$$R_{3-6} = \frac{1}{(4,763)^2}$$

$$R_{3-6} = 0,044 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

Benzer şekilde,

$$R_{2-7} = R_2 + R_{3-6} + R_7$$

$$R_{2-7} = 0,134 + 0,044 + 0,159$$

$$R_{2-7} = 0,337 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$R_{8-10} = R_8 + R_9 + R_{10}$$

$$R_{8-10} = 0,136 + 0,209 + 0,178$$

$$R_{8-10} = 0,523 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$\frac{1}{\sqrt{R_{2-10}}} = \frac{1}{\sqrt{R_{2-7}}} + \frac{1}{\sqrt{R_{8-10}}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{R_{2-10}}} = \frac{1}{\sqrt{0,337}} + \frac{1}{\sqrt{0,523}} = 3,10537$$

$$R_{2-10} = \frac{1}{(3,10537)^2}$$

$$R_{2-10} = 0,104 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

Özellik eşdeğer direnci,

$$R_{e\ddot{s}} = R_1 + R_{2-10} + R_{11}$$

$$R_{e\ddot{s}} = 0,073 + 0,104 + 0,049$$

$$\| \underline{R_{e\ddot{s}} = 0,226 \text{ N s}^2/\text{m}^8}$$

olarak bulunur.

Ocak yükünü hesaplıyoruz.

$$H = R \cdot Q^2 \quad (\text{Eşitlik 28})$$

$$Q_6 = 12,75 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{verilmiştir})$$

$$H_6 = H_{3-5} = R_6 \cdot Q_6^2 = 0,122 \cdot (12,75)^2$$

$$H_6 = H_{3-5} = 19,833 \text{ Pa}$$

$$H_{3-5} = R_{3-5} \cdot Q_3^2$$

$$19,833 = 0,277 \cdot Q_3^2$$

$$Q_3 = 8,46 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_7 = Q_3 + Q_6$$

$$Q_2 = Q_7 = 8,46 + 12,75$$

$$Q_2 = Q_7 = 21,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{2-7} = H_{8-10}$$

$$R_{2-7} \cdot Q_2^2 = R_{8-10} \cdot Q_8^2$$

$$0,337 \cdot (21,21)^2 = 0,523 \cdot Q_8^2$$

$$Q_8 = 17,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = Q_{11} = Q_2 + Q_8 = 21,21 + 17,03$$

$$Q_1 = Q_{11} = 38,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Özellik yükü,

$$H_{\text{özellik}} = R_{\text{es.}} \cdot U_1^2 = 0,226 \cdot (38,24)^2$$

$$\underline{\underline{H_{\text{özellik}} = 330,479 \text{ Pa}}}$$

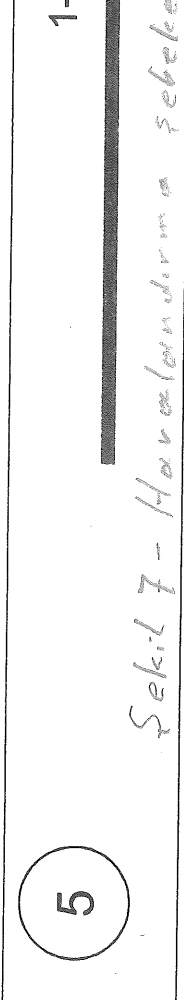
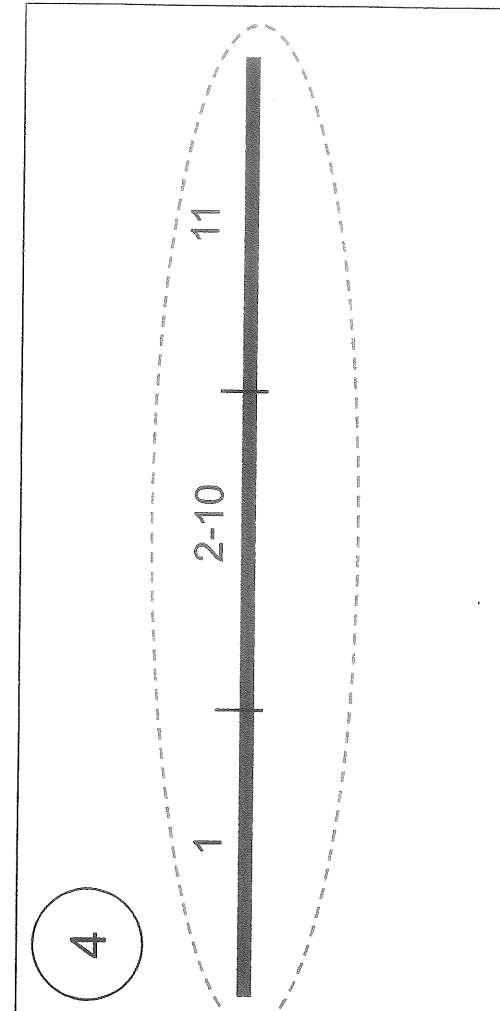
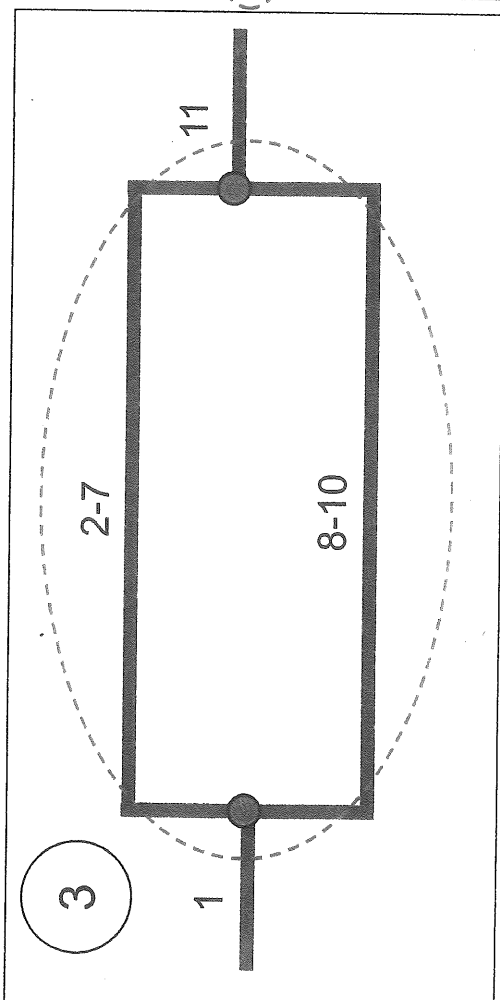
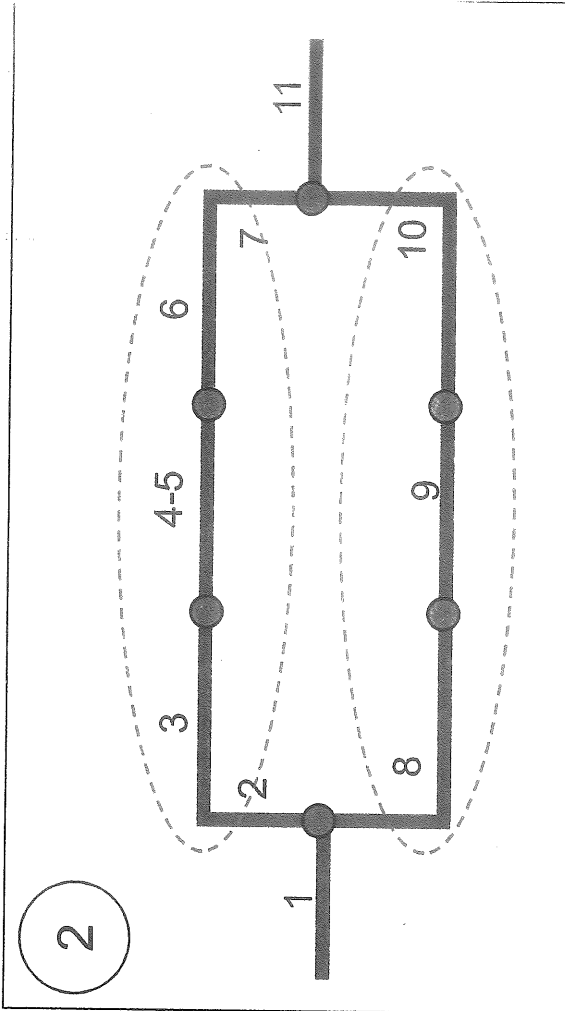
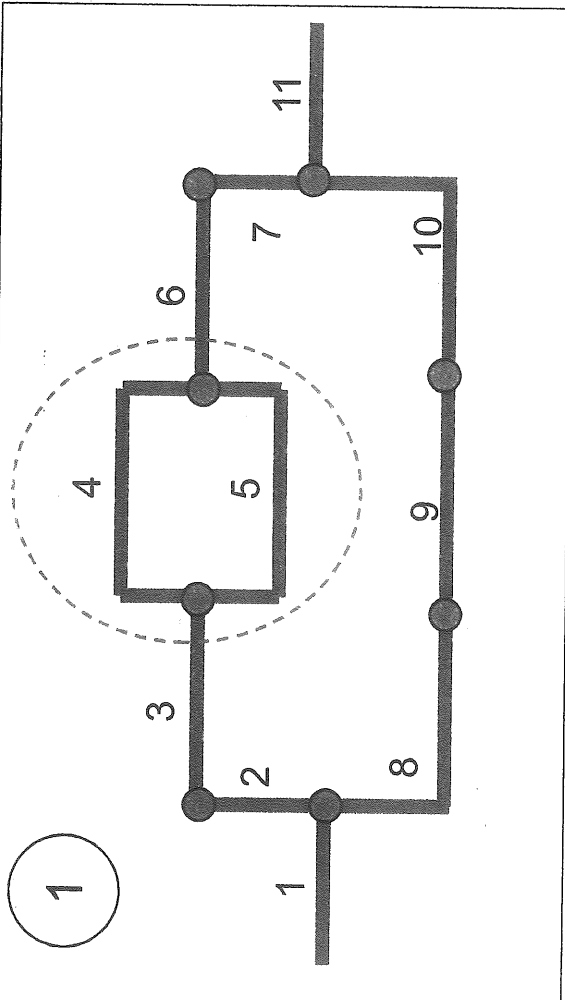
olarak bulunur.

Faydalı olur düşüncesiyle, havalandırma şebekesi hesapları için yardımcı bilgi seması

Şekil 7 de verilmiştir.

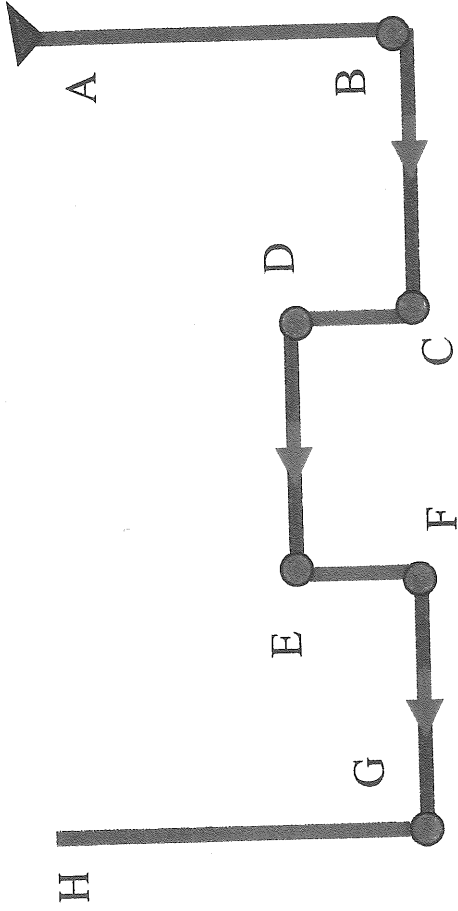
Örnek [L7] :

Örnek problem Tablo 13 de verilmiştir.



Şekil 7- Havalanlarda şebeke hesapları için yardımcı bilgi seması [L73].

Bir kömür madeninde, ort. pürüzlülük değerleri göz önünde bulundurularak şekilde sunulan yolların her birinde oluşacak yük kayıplarını ve ocak yükünü belirleyiniz. İlgili soru için sistemde herhangi bir şok kaybının oluşmadığı varsayılacaktır. CD yolundaki hava hızı 0,7 m/sn'dir.



Yol	A (m*m)	L (m)	Yüzey özellikleri
AB	3,02*5,60	220	Kaplanmamış düz açıklık
BC	2,50*2,50	210	Ahşap tahkimatlı eğrilikleri olan açıklık
CD	2,50*2,50	102	Kaplanmamış düz açıklık
DE	3,40*3,50	45	Ahşap tahkimatlı eğrilikleri olan açıklık
EF	3,40*3,50	85	Pürüzsüz kaplanmış düz açıklık
FG	2,30*2,40	120	Kaplanmamış eğrileri olan açıklık
GH	2,30*2,40	100	Kaplanmamış eğrileri olan açıklık

Örnek problem için sistemde herhangi bir sok kaybının (yerel kayıp) oluşmuduğu varsayılacağından, L_e büyüklüğü pozitifine alınmaktadır.

• Hava debisi,

$$Q = A_{CD} \cdot V_{CD}$$

$$Q = (2,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m}) (0,7 \text{ m/s})$$

$$\underline{Q = 4,375 \text{ m}^3/\text{s}}$$

• Sürtünme basıncı (kayıp),

Yerel kayıp (sok basıncı) oluşmadığına göre

$$H_{\text{sürtünme}} = K \cdot P \cdot L \cdot \frac{Q^2}{A^3} \quad (\text{Eşitlik 261})$$

AB yolu;

$$K_{AB} = 0,1432 \quad (\text{Kaplama manşetli düz cevizlik ortalama pürüzlü, Tablo 3})$$

$$P_{AB} = 2 (3,02 \text{ m} + 5,60 \text{ m})$$

$$P_{AB} = 17,24 \text{ m}$$

$$L_{AB} = 220 \text{ m}$$

$$A_{AB} = 3,02 \text{ m} \cdot 5,60 \text{ m}$$

$$A_{AB} = 16,912 \text{ m}^2$$

$$H_{AB} = 0,1132 \cdot 17,24 \cdot 220 \cdot (4,375)^2 / (16,912)^3$$

$$\| \underline{H_{AB}} = 1,699 \text{ Pa}$$

BC yolu ;

$K_{BC} = 0,1670$ (Ahşap tahtımalı eğrilekleri olan açıklık. Ortalama pürüzlü.

Tablo 41)

$$P_{BC} = 2 (2,50 \text{ m} + 2,50 \text{ m})$$

$$P_{BC} = 10 \text{ m}$$

$$L_{BC} = 210 \text{ m}$$

$$A_{BC} = 2,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m}$$

$$A_{BC} = 6,25 \text{ m}^2$$

$$H_{BC} = 0,1670 \cdot 10 \cdot 210 \cdot (4,375)^2 / (6,25)^3$$

$$\cdot \| \underline{H_{BC}} = 27,495 \text{ Pa}$$

CD yolu ;

$$K_{CD} = 0,1132 \text{ (Kaplanın ort. yükseklik, ortalama pürüzlü. Tablo 3)}$$

$$P_{CD} = 2(2,50 \text{ m} + 2,50 \text{ m})$$

$$P_{CD} = 10 \text{ m}$$

$$L_{CD} = 102 \text{ m}$$

$$A_{CD} = 2,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m}$$

$$A_{CD} = 6,25 \text{ m}^2$$

$$H_{CD} = 0,1132 \cdot 10 \cdot 102 \cdot (4,375)^2 / (6,25)^3$$

$$\sqrt{H_{CD}} = 9,0524 \text{ Pa}$$

DE yolu ;

$$K_{DE} = 0,1670 \text{ (Ahşap tahkimatlı eğrilikleri olan yükseklik, Ortalama pürüzlü Tablo 4)}$$

$$P_{DE} = 2(3,40 \text{ m} + 3,50 \text{ m})$$

$$P_{DE} = 13,8 \text{ m}$$

$$L_{DE} = 45 \text{ m}$$

OCAK HAVALANDIRMADA

KULLANILAN

ANA VANTILATÖRLER ÜZERİNDE

İNCELEME - İRDELEME

-4-

Yener İhsan

$$A_{DE} = 3,40 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m}$$

$$A_{DE} = 11,9 \text{ m}^2$$

$$H_{DE} = 0,1670 \cdot 13,8 \cdot 45 \cdot (4,375)^2 / (11,9)^3$$

$$\underline{\underline{H_{DE} = 1,1780 \text{ Pa}}}$$

EF yolu;

$K_{EF} = 0,0631$ (Pürüzsüz kaplanmış düz
ceciyelik. Ortalama pürüzlü.
Tablo 3)

$$P_{EF} = 2 (3,40 \text{ m} + 3,50 \text{ m})$$

$$P_{EF} = 13,8 \text{ m.}$$

$$L_{EF} = 85 \text{ m.}$$

$$A_{EF} = 3,40 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m}$$

$$A_{EF} = 11,9 \text{ m}^2$$

$$H_{EF} = 0,0631 \cdot 13,8 \cdot 85 \cdot (4,375)^2 / (11,9)^3$$

$$\underline{\underline{H_{EF} = 0,84 \text{ Pa}}}$$

FG yolu;

$K_{FG} = 0,1373$ (Kaplanmamış eğrilikleri olan
açıklık - Ortalama pürüzlülük,
Tablo 4)

$$P_{FG} = 2 (2,30 \text{ m} + 2,40 \text{ m})$$

$$P_{FG} = 9,4 \text{ m}$$

$$L_{FG} = 120 \text{ m}$$

$$A_{FG} = 2,30 \text{ m} \cdot 2,40 \text{ m}$$

$$A_{FG} = 5,52 \text{ m}^2$$

$$H_{FG} = 0,1373 \cdot 9,4 \cdot 120 \cdot (4,375)^2 / (5,52)^3$$

$$\| H_{FG} = 17,6245 \text{ Pa}$$

GH yolu;

$K_{GH} = 0,1373$ (Kaplanmamış, eğrilikleri olan
açıklık - Ortalama pürüzlülük,
Tablo 4)

$$P_{GH} = 2 (2,30 \text{ m} + 2,40 \text{ m})$$

$$P_{GH} = 9,4 \text{ m}$$

$$L_{GH} = 100 \text{ m}$$

$$A_{GH} = 2,30 \text{ m} \cdot 2,40 \text{ m}$$

$$A_{GH} = 5,52 \text{ m}^2$$

$$H_{GH} = 0,1373 \cdot 99 \cdot 100 \cdot (4,375)^2 / (5,52)^3$$

$$\parallel H_{GH} = 14,687 \text{ Pa}$$

$$H_{\text{hız yükü}} = \frac{V_{\text{eikis}}^2}{2} \cdot \gamma \quad (\text{Eşiklik 30})$$

$$H_{hy} = \left(\frac{V_{GH}^2}{2} \right) \gamma = \left(\frac{Q^2}{A_{GH}} \right) \cdot \frac{\gamma}{2}$$

$$H_{hy} = \left(\frac{4,375^2}{5,52} \right) \cdot \frac{1,2}{2}$$

$$\parallel H_{hy} = 0,377 \text{ Pa}$$

Ocağı yükü -

$$H_{\text{top}} = H_{AB} + H_{BC} + H_{CD} + H_{DE} + H_{EF} + H_{FG} \\ + H_{GH} + H_{hy}$$

$$H_{top} = (1,699 + 27,495 + 9,0524 + 1,1780 \\ + 0,84 + 17,6245 + 14,687 + 0,377) \text{ Pa}$$

$$\underline{H_{top} = 72,9529 \text{ Pa}}$$

olarak bulunur.

Havalandırma şebekesi hesaplarında (Sayfa: 98)

Seri ve paralel bağlı vantilatörlerin "Eşdeğer direncinin" nasıl bulunacağını görmüştük.

Şimdi ise, Tablo 14 de problemi ve Şekil 8 de de grafik olarak çözümlü verilen sistemi incelemeye geçelim.

Önce sembollerin tanımı:

- H - Hava yolu basınç düşüşü (Sartınme basınç düşüşü). [Pa].
- Q - Ocak hava miktarı (Debisi). [m^3/s]
- Fan A : Vantilatör A için,
($Q - H_A$) karakteristik eğrisi ①
- Fan B : Vantilatör B için,
($Q - H_B$) karakteristik eğrisi ②

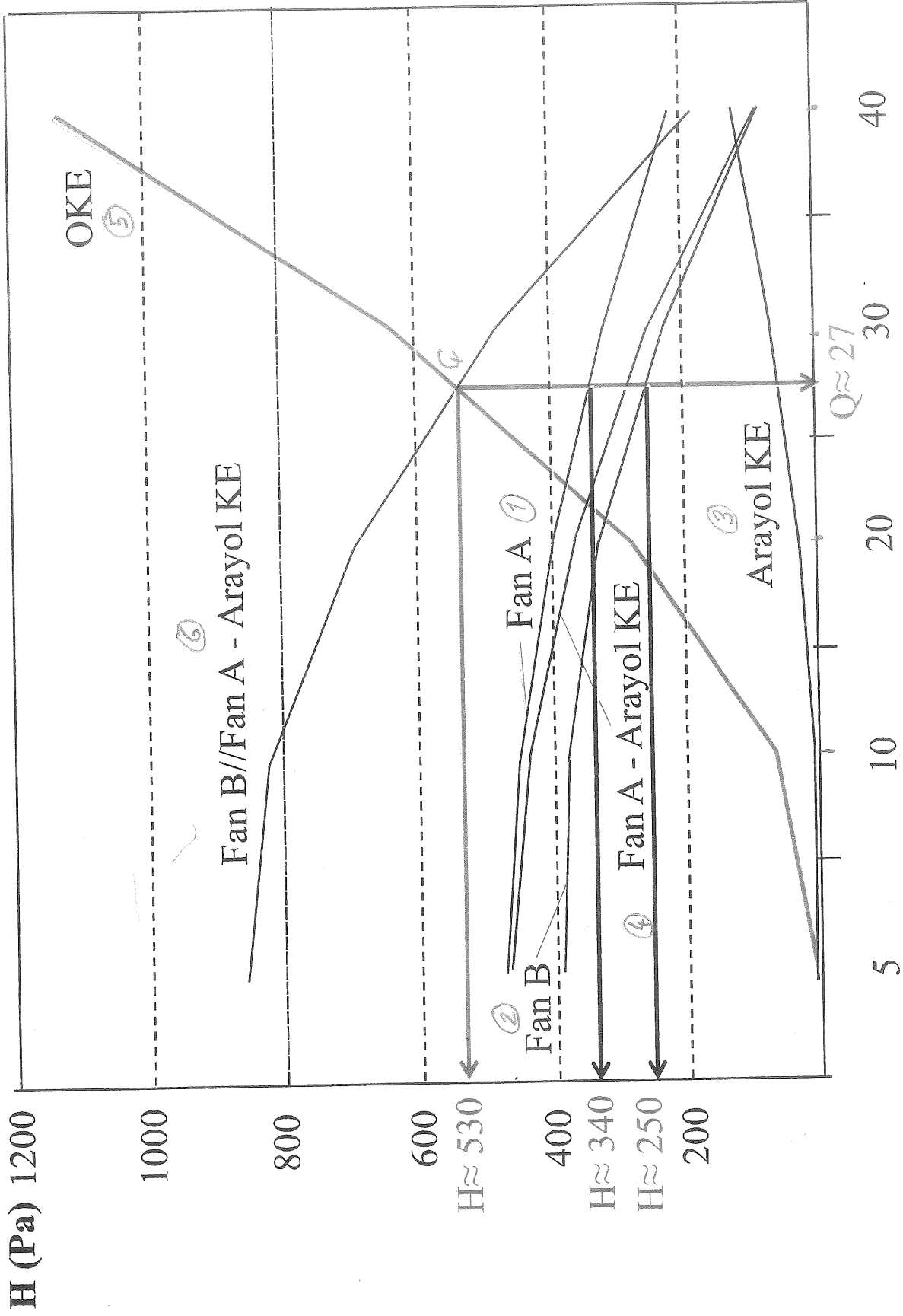
Direnci $0,708 Nsn^2/m^8$ olan bir ocak aşağıda çalışma değerleri verilen fanların seri olarak düzenlenmesiyle havalandırılmaktadır. İki fan aralarında $0,078 Nsn^2/m^8$ dirençli bir hava yolu bulunacak şekilde yerleştirilmiştir (Fan A Fan B'ye göre daha geridedir).

- Ocağa gönderilecek hava miktarını ve ocak yükünü,
- Her bir fanın çalışma basıncını belirleyiniz.

	A				B						
Q, m ³ /sn	5	10	20	30	40	Q, m ³ /sn	5	10	20	30	40
H, Pa	470	450	394	319	216	H, Pa	390	379	327	226	88

Not: Tüm hesaplamalar grafiksel yöntem kullanılarak yapılacaktır.

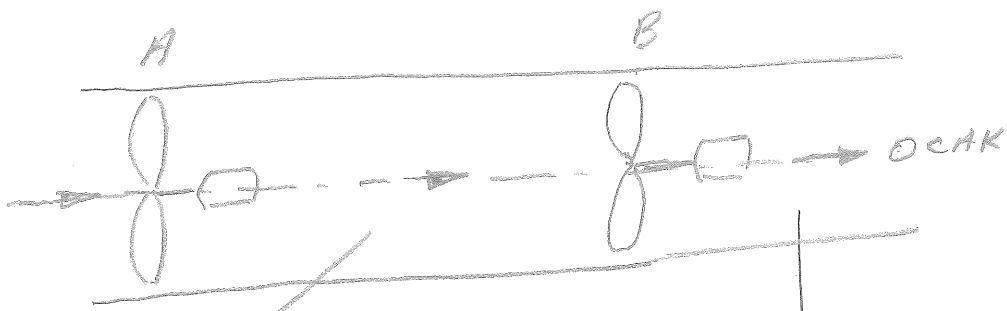
Table 14 - Örnek problem [17].



Sekil 8 - Örnek problemin grafik çözümü [47]

Vantilatör A ve vantilatör B için karakteristik eğrilerin grafik olarak sizinde, vantilatörlerin Tablo 14 de verilen deneysel çalışma değerlerinden faydalanılır.

- Ara yol KE : Ara yol karakteristik eğrisi ③



iki vantilatör arasındaki hava yolu direnci (ara yol direnci)
 $R_{\text{ara yol}} = 0,078 \text{ N s}^2/\text{m}^8$

Hava yolu (ocak) direnci
 $R_{\text{ocak}} = 0,708 \text{ N s}^2/\text{m}^8$

Verilen ara yol direnci

$$R_{\text{ara yol}} = 0,078 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

ve

$$H_{\text{ara yol}} = 0,078 \cdot Q^2 \text{ Pa}$$

olduğuna göre, ara yol karakteristik eğrisi,

$$(Q - H_{\text{ara yol}})$$

Q değerlerine göre çizilir.

- Fan A - Arayol KE : Grafik olarak çizilen Ventilator A ve arayol karakteristik eğrilerinde aynı Q değerlerine karşılık gelen H_A ve H_{arayol} arasındaki fark noktalarının oluşturduğu karakteristik eğri ④. Yani ① eğrisindeki H_A ile ③ eğrisindeki H_{arayol} arasındaki aynı Q değerlerine karşılık gelen fark eğrisi (Ventilator A, önündeki Arayol direncinden dolayı, H_A değerinde H_{arayol} kadar düşüş meydana gelir). Herhangi bir, ventilator A karakteristik eğrisi ①, Tablo 14 den, arayol karakteristik eğrisi ③ ise $H_{arayol} = 0,078 Q^2$ denkleminde faydalanarak çizilmiştir.

- OKE : Hava yolu (ocak) karakteristik eğrisi
Verilen hava yolu (ocak) direnci
 $R_{ocak} = 0,708 \text{ N s}^2/\text{m}^8$
ve
 $H_{ocak} = 0,708 \cdot Q^2$
doluğuna göre, ocak karakteristik eğrisi ⑤
($Q - H_{ocak}$)

Q değerlerine göre çizilir.

- Fan B // (Fan A - Arayol KE) :
Karakteristik eğrisi ② olan ventilator B

ile, Hara yol düşüştü karakteristik eğrisi

④ olan vantilatör A nin seri olarak bağlan-
masında oluşan karakteristik eğri ⑥. Bu eğriyi

çizmek için önce Şekil 8 deki diyagram

üzerinden Q ya bağlı olarak H_B ve

(H_A - H_{arayal}) değerleri ayrı ayrı ölçülerek

alınır, daha sonra ölçülen bu değerler

toplanarak H_B + (H_A - H_{arayal}) şeklinde diyagram

üzerine taşınır

Şekil 8 den görüleceği gibi, ⑤ karakter-

istik eğrisi ile ⑥ karakteristik eğrisinin

kesim noktası G, sistemin çalışma noktasıdır.

Grafikte bu çalışma noktasına karşılık

şeler :

a) Ocakta gönderilecek hava miktarı,

Q = 27 m³/s ve ocak yükü H = 530 Pa olarak
okunur.

b) Her iki vantilatörün çalışma basınçları

ise, Q = 27 m³/s için (çalışma noktasında),

H_A = 340 Pa

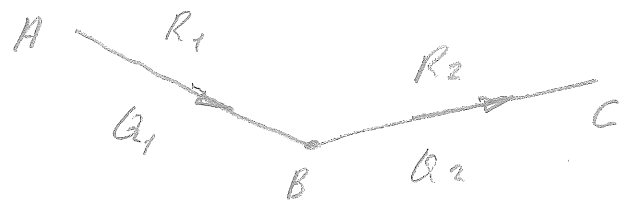
H_B = 250 Pa

dir.

Şimdi, Tablo 15 de problemi verilen ve Şekil 9 da da grafik olarak çözümünü gösterilen sistemi inceleyelim.

Önce Tablo 15 de verilmiş değerleri verilen vantilatörün karakteristik eğrisini çizelim sonra;

a) Hava yolları seri bağlı (sayfa: 49);



$$R_1 = 0,730 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$R_2 = 0,144 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$R_{es.} = R_1 + R_2$$

$$(R_{es.})_{seri} = (0,730 + 0,144) \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$(R_{es.})_{seri} = 0,874 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$(H_{top})_{seri} = (R_{es.})_{seri} \cdot Q^2$$

$$(H_{top.})_{seri} = 0,874 \cdot Q^2$$

Bu denklem ile ortak (Hava yolları seri bağlı)

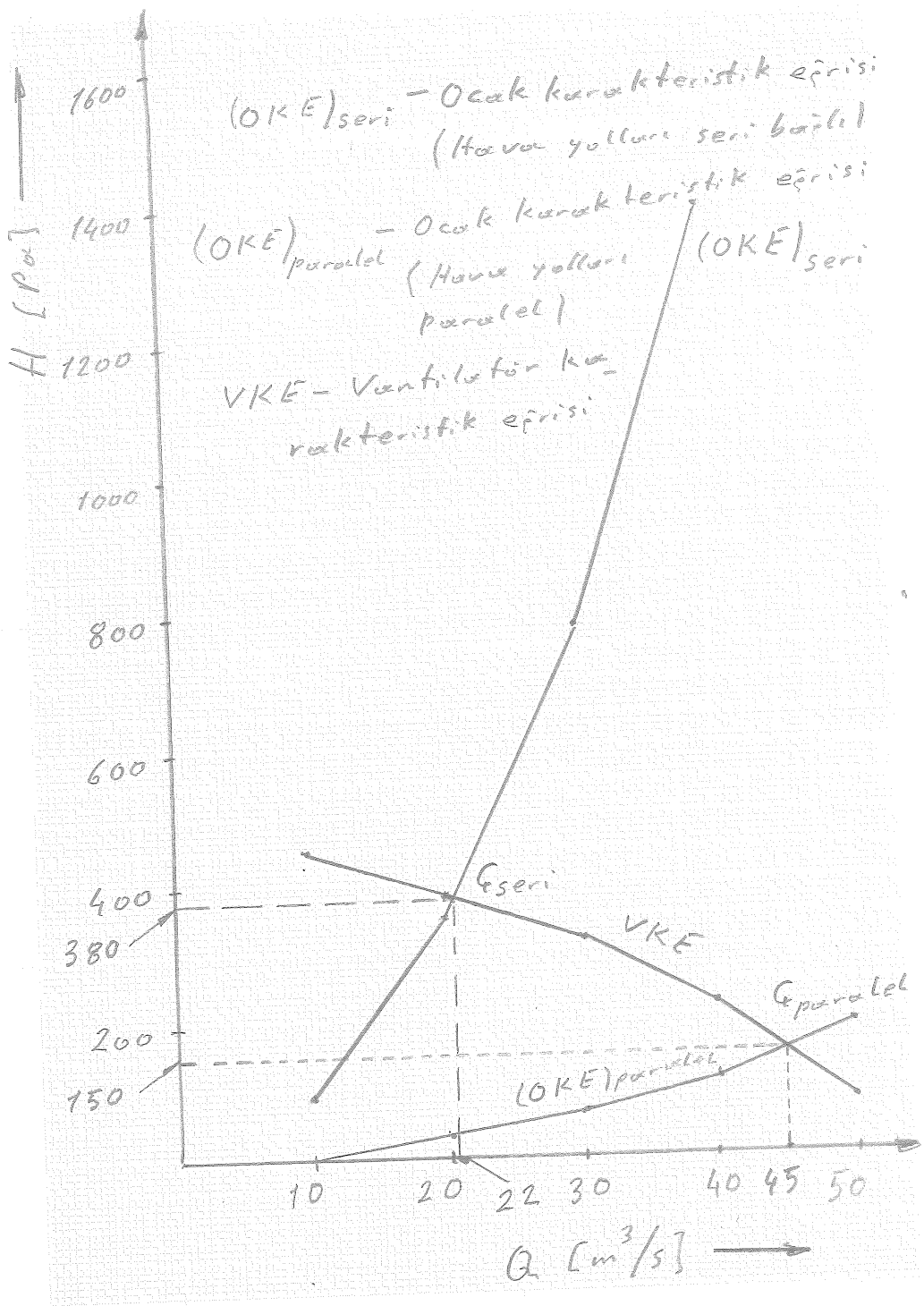
0,730 Nsn²/m⁸ ve 0,144 Nsn²/m⁸ dirençlere sahip iki hava yolu aşağıda çalışma değerleri sunulan fan ile havalandırılacaktır. Yolların seri ve paralel bağlanması durumlarında;

- ✓ Fanın çalışma basıncını ve sisteme sağladığı hava miktarını belirleyiniz.
- ✓ Her bir hava yolunda oluşacak yük kaybını belirleyiniz.

Q, m³/sn	10	20	30	40	50
H, Pa	450	394	319	216	88

Not: Tüm hesaplamalar ilgili grafikler üzerinden elde edilecektir. Aksi takdirde cevabınız dikkate alınmayacaktır.

Tablo 15- Örnek Problem [47]



Şekil 9 - Örnek problemin grafik çözümü

Karakteristik eğrisini Tablo 15 de verilen Q değerlerine göre sizebiliniz.

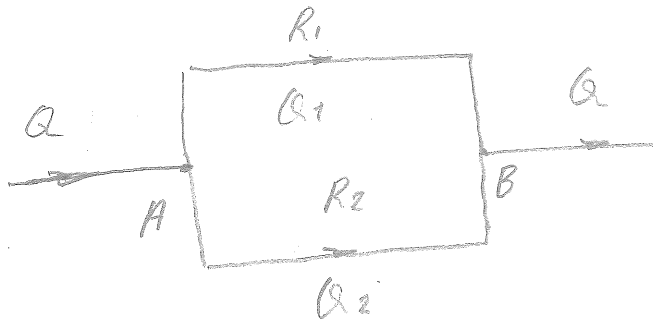
$Q, m^3/s$	10	20	30	40	50
$(H_{top})_{seri}, Pa$	87,4	349,6	786,6	1398,4	2185

Bu eğri $(OKE)_{seri}$ eğrisi olsun. Bu eğri ile ventilatör karakteristik eğrisinin kesişim noktası Q_{seri} , seri bağlı sistemin çalışma noktasıdır. Bu noktaya karşılık gelen,

$$\begin{aligned} Q_{seri} &= 22 \text{ m}^3/\text{s} \\ H_{seri} &= 380 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Şekil 9 da ki grafikten okunur.

b) Hava yolları paralel bağlı (sayfa: 99)



$$R_1 = 0,730 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$R_2 = 0,144 \text{ N s}^2/\text{m}^8$$

$$\frac{1}{\sqrt{(R_{es})_{\text{paralel}}}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{(R_{es})_{\text{paralel}}}} = \frac{1}{\sqrt{0,730}} + \frac{1}{\sqrt{0,149}} = 3,80564$$

$$(R_{es})_{\text{paralel}} = 0,069$$

$$(H_{\text{top}})_{\text{paralel}} = (R_{es})_{\text{paralel}} \cdot Q^2$$

$$(H_{\text{top}})_{\text{paralel}} = 0,069 \cdot Q^2$$

Bu denklem ile ocuk (Hava yolları paralel bağlı) karakteristik eğrisini Tablo 13'de verilen Q değerlerine göre size bilirsiniz.

$Q, \text{ m}^3/\text{s}$	10	20	30	40	50
$(H_{\text{top}})_{\text{paralel}}$	6,9	27,6	62,1	110,4	172,5

Çizilen eğri $(OKE)_{\text{paralel}}$ olsun. Bu eğri ile vantilatör karakteristik eğrisinin kesişim noktası Q_{paralel} , paralel bağlı sistemin çalışma noktasıdır. Bu noktaya karşılık gelen,

$$Q_{\text{paralel}} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{paralel}} = 150 \text{ Pa}$$

Sekel 9 da ki profikten ukunur.

- [L1] - Doç. Dr. Erdil AYVAZ OĞLU
"Madenlerde Havalandırma ve Emniyet"
İ.T.Ü. Maden Fakültesi 1984
- [L2] - Haydar Deniz YILDIRIM
"Havalandırma Sisteminin Planlanması"
İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Bitirme Çalışması
Mayıs 2016
- [L3] - Tuncer ÖZKAN notları (İNTERNET)
- [L4] - Yunus A. GENÇEL - John M. CIMBALA
Tahsin ENGİN
"Akışkanlar Mekaniği"
Güven Kitabevi 2008. İZMİR
- [L5] - Frank M. White
Kadir Kırksprö - Erkan Ayder
"Akışkanlar Mekaniği"
Literatür Yayınları 2006- İSTANBUL
- [L6] - Doç. Dr. Senai SALT OĞLU
"Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri"
İ.T.Ü. Maden Fakültesi 1975
- [L7] - Prof. Dr. Gökhan AYDIN
"Madenlerde Havalandırma"
Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden
Mühendisliği Bölümü - Trabzon