

BASINÇLI HAVA HATLARI

Basınçlı hava, endüstriyel tesislerde yaygın bir şekilde kullanılan bir enerji türüdür. Basınçlı hava, dış ortamdaki havanın bir kompresörde belli bir oranda sıkıştırılmasıyla elde edilir.

Serbest hava hacmi (dm^3/sn), kompresörün debisini belirten atmosferik hava basıncındaki standart birimdir. Dış ortamdaki serbest hava hacmi ile basınçlı hava hacmi arasındaki bağlantı:

Tablo 1

Hava basıncı (bar)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18
Kompresyon oranı	1.5	1.99	2.97	3.96	4.95	5.94	6.92	7.91	8.9	10.87	12.85	14.82	18.77

$$\text{Sıkıştırma oranı} = \frac{\text{Serbest hava hacmi}}{\text{Basınçlı hava hacmi}}$$

Örnek ; 5 bar basınçta basınçlı hava üreten ve $100 \text{ dm}^3/\text{sn}$ kapasiteli bir kompresörden çıkan basınçlı havanın hacmi nedir?

$$100 / 5,94 = 16,83 \text{ dm}^3/\text{sn}$$

Basınçlı hava tesisatlarındaki hava KAÇAKSIZ, KURU, TEMİZ ve en düşük BASINÇ KAYBI ile kullanılmalıdır.

Hava Kaçaklarının Maliyeti

Basınç değerlerine göre belli bir ofisten kaçan serbest hava miktarı Tablo 2' de verilmektedir.

Tablo 2

Basınç Bar	Serbest Hava kaçağı (dm^3/sn)						
	0,5 mm	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm	10 mm	12,5 mm
0,5	0,06	0,22	0,92	2,1	5,7	22,8	35,5
1,0	0,08	0,33	1,33	3,0	8,4	33,6	52,5
2,5	0,14	0,58	2,33	5,5	14,6	58,6	91,4
5,0	0,25	0,97	3,92	8,8	24,4	97,5	152
7,0	0,33	1,31	5,19	11,6	32,5	129	202

Örnek ; 7 bar basınçta havanın, 5 mm çapındaki bir delikteki kaçak miktarı: $32,5 \text{ dm}^3/\text{sn}$ ' dir (Tablo 2).
 $100 \text{ dm}^3/\text{sn}$ basınçlı hava üreten tek kademeli bir kompresörün tükettiği güç Tablo 3' te verilmektedir.

Tablo 3

Basınç (bar)	0,5	1,0	2,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Güç (kw)	4,0	7,5	15,0	23,0	28,0	34,0	40,0

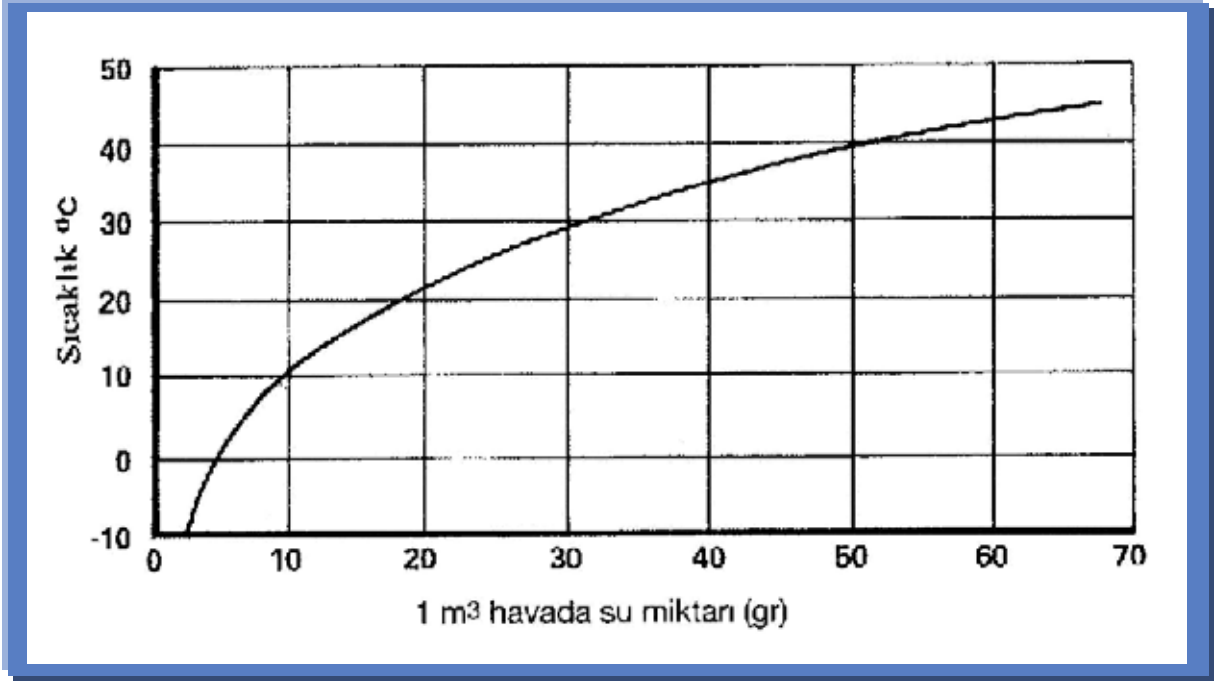
$32,5 \text{ dm}^3/\text{sn}$ kaçak için tüketilen güç:

$$\frac{32,5 \times 28}{100} = 9,1 \text{ kw}$$

Basınçlı Havanın İçerdiği Su Miktarı

Kompresörde sıkıştırılan basınçlı havanın sıcaklığı yükselir. Ancak, sıcak olan bu hava ısı gerilimlere neden olacağı ve kullanma yerine göre yağlanması gerektiğinden soğutulduktan sonra kullanılmalıdır. Bu nedenle kompresörler su veya hava ile soğuturlar.

Basınçlı havanın içerdiği doymuş (% 100 RH) su miktarı Şekil 4' den bulunur.



Şekil 4

Örnek : Bir kompresör 15 °C sıcaklık ve % 70 bağıl nem olan 10 m³ havayı 7 bar basınca yükseltmektedir. Havanın çıkış sıcaklığı 18 °C olduğuna göre açığa çıkan nem miktarı nedir?

a- Kompresöre giden havanın içerdiği nem miktarı (Şekil 4)

$$15 \text{ °C} \longrightarrow 12,5 \text{ gr/ m}^3$$

$$10 \text{ m}^3 \longrightarrow 125 \text{ gr su}$$

$$\% 70 \text{ nemde } (125 \times 70) / 100 = 87,50 \text{ gr}$$

b- Kompresörden Çıkan hava miktarı

$$\frac{P_2 \times V_2}{T_2} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1}$$

$$\frac{(7 + 1) \times V_2}{273^\circ + 18} = \frac{1 \times 10}{273^\circ + 15} \quad V_2 = 1,26 \text{ m}^3$$

c- Kompresörden çıkan havanın içerdiği nem miktarı (Şekil 4)

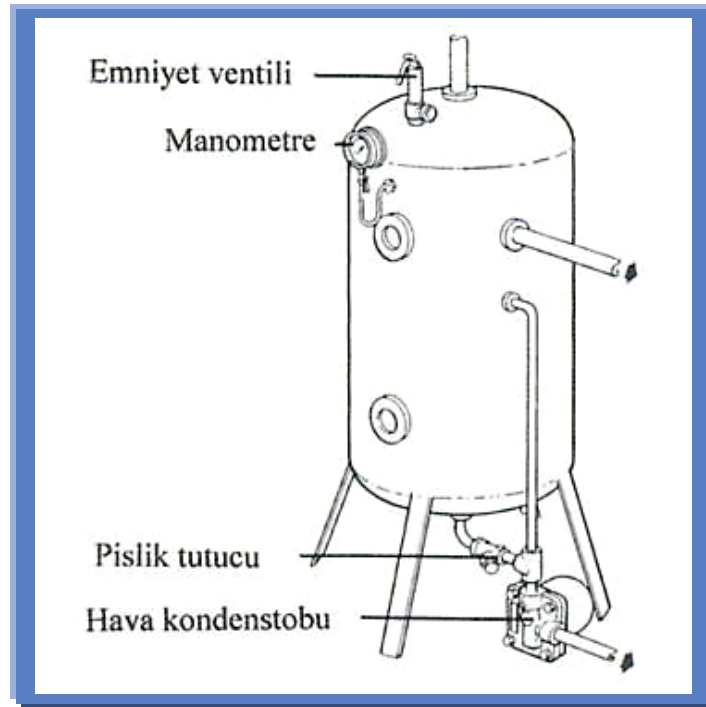
$$1 \text{ m}^3 \longrightarrow 18 \text{ }^\circ\text{C} \longrightarrow 15,9 \text{ gr/ su}$$
$$1.26 \times 15.9) 20 \text{ gr su}$$

d- Kompresörden çıkan havanın içerdiği nem miktarı (Şekil 4)

$$(a) - (c) \text{ ' den } 87,50 - 20 = 67,50 \text{ gr}$$

Basınçlı Hava Tankları

Soğutularak içerdiği suyu açığa çıkan basınçlı hava, bir dinlendirme tankına alınarak içerisinde arta kalan suyun tank dibinde birikmesi ve altından bir hava kondensobu ile alınması sağlanır. (Bkz. Şekil 5)



Şekil 5

Basınçlı hava tank hacmi aşağıdaki yöntemlerden birisi ile hesaplanır:

- 1) Kompresörden 1 dakikada çıkan hava hacmine eşdeğer hacimde
- 2) Hava tüketiminin yüksek ve sabit değerlerde olması durumunda

$$\text{Tank hacmi (m}^3 \text{)} = \frac{\text{İstenilen serbest hava hacmi (m}^3 \text{)}}{\text{Sistemdeki basınç kaybı (bar)}}$$

Örnek:

Bir kompresörün serbest hava hacmi 3 m³ ve çıkış basıncı 7 bardır. Sistemde kullanılacak havanın asgari basıncı 5,5 bardır.

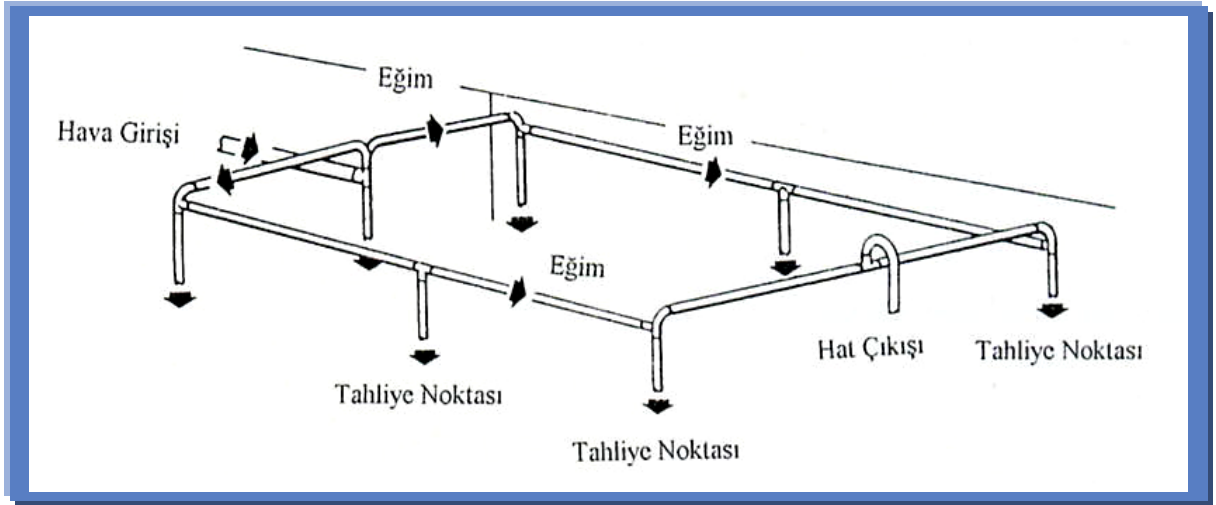
3

$$\text{Tank hacmi (m}^3 \text{)} = \frac{3}{7 - 5,5} = 2 \text{ m}^3$$

Basınçlı Hava Hatları

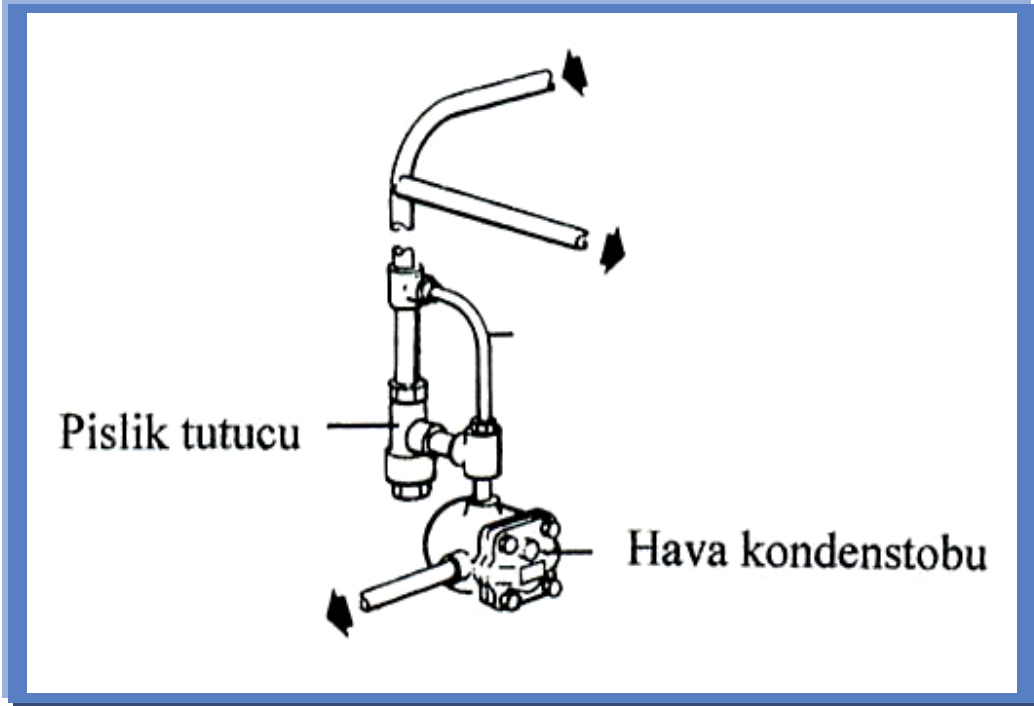
Kompresörde basınçlı havanın soğutulması ve hava tankında havanın dinlendirilmesi ile açığa çıkan su, tesisattan hava kondensatları ile dışarı alınır.

Hava hatları ayrı bir ısı transferi yüzeyi oluşturduklarından hava dağıtım hatlarında tekrar açığa çıkan bir su miktarı vardır. Bu nedenle oluşan bu suyun dışarı alınabilmesi için öncelikle dağıtım hatlarına 1 : 100 oranında bir eğim vermek gereklidir. (Bkz. Şekil 6)

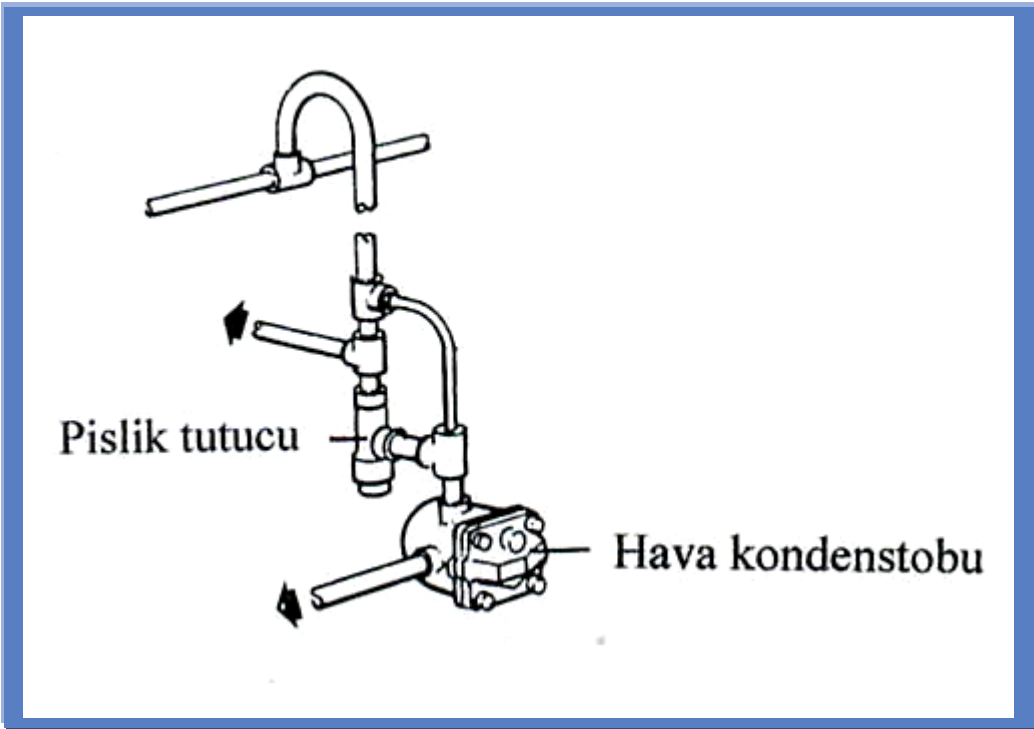


Şekil 6

Boşaltma noktalarında (Şekil 6) ve hat çıkış noktalarında (Şekil 7) hava kondensatları yardımı ile oluşan su dışarı alınmalıdır.

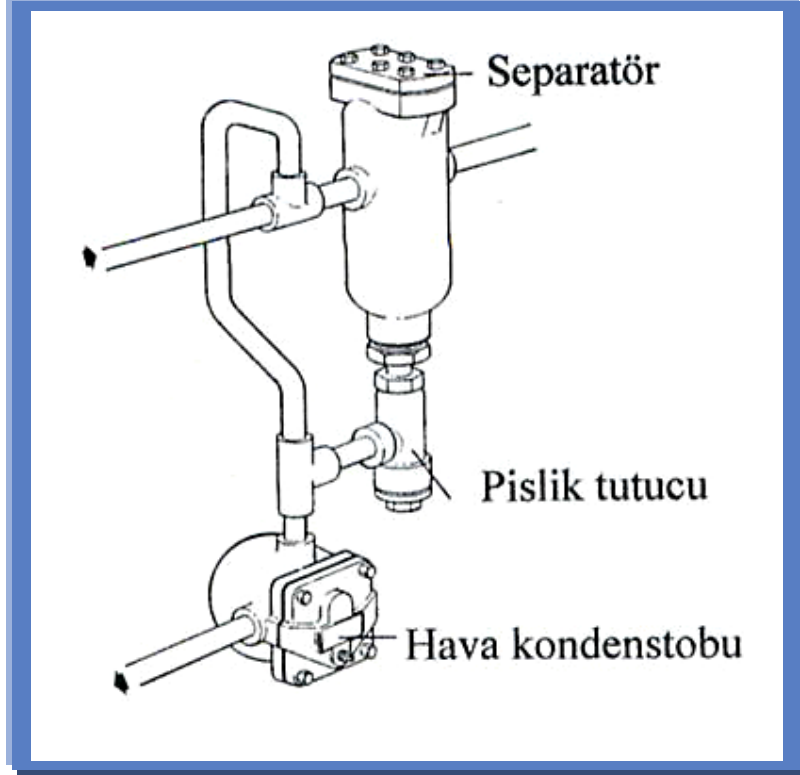


Şekil 7



Şekil 8

Ayrıca, hava dağıtım hat girişlerinde veya hava kullanma noktalarında havanın içerisindeki suyu ayırtmak için (Şekil 9). Her separatör için altında suyu boşaltacak bir hava kondensstopu gereklidir.



Şekil 9

Hava Hatlarında Çap Tayini

Hava hatları, kompresör ile hava kullanma noktası arasındaki hatlardır. Bu hatların çapları uygun seçilmelidir.

Gerektiğinden daha düşük çapta seçilen bir hava hattın hava hızı yükseleceğinden basınç kayıpları artacak ve neticede kullanma noktasında gerekli basıncın sağlanabilmesi için kompresör daha fazla güç harcayacaktır. Gereğinden daha büyük çapta seçilen bir hava hattının ise maliyetinin daha yüksek olacağı aşikardır.

1- Hıza Göre Çap Tayini

Hava hatlarında kabul edilen bir basınç kaybı oluşturan hız 6 – 9 m/ sn' dir. Bu nedenle çap tayini Tablo 4 yardımı ile yapılır.

Tablo 4 Boru Çaplarına Göre Basınçlı Hava Kapasitesi (dm³/ sn)

Hız m/ s	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
3,0	0,6	1,1	1,7	3,0	4,1	6,5	10,9	15,1	25,7	39,2	56,2	98,5
3,5	0,7	1,3	2,0	3,5	4,7	7,6	12,7	17,6	30,0	45,7	65,5	115,0
4,0	0,8	1,4	2,3	4,0	5,4	8,7	14,6	20,1	34,2	52,2	74,9	131,0
4,5	0,9	1,6	2,6	4,5	6,1	9,8	16,4	22,6	38,5	58,5	84,2	147,0
5,0	1,0	1,8	2,8	5,0	6,8	10,8	18,2	25,1	42,8	65,4	93,6	164,0
5,5	1,1	2,0	3,1	5,5	7,4	11,9	20,0	27,6	47,1	71,9	103,0	181,0
6,0	1,2	2,1	3,4	6,0	8,1	13,0	21,8	30,1	51,3	78,5	112,0	197,0
6,5	1,3	2,3	3,7	6,5	8,8	14,1	23,7	32,6	55,6	85,0	122,0	213,0
7,0	1,4	2,5	4,0	7,0	9,5	15,1	25,5	35,1	59,9	91,5	131,0	230,0
7,5	1,5	2,7	4,3	7,5	10,1	16,2	27,3	37,6	64,2	98,0	140,0	246,0
8,0	1,6	2,8	4,5	8,0	10,8	17,3	29,1	40,1	68,5	105,0	150,0	263,0
8,5	1,7	3,0	4,8	8,5	11,5	18,4	31,0	42,6	72,8	111,0	159,0	278,0
9,0	1,8	3,2	5,1	9,0	12,2	19,5	32,8	45,1	77,1	118,0	169,0	296,0

Örnek: 7 bar basınçta hava üreten ve 100 dm³/ sn kapasiteli bir kompresörden çıkan hava hattının çapı nedir? Tablo 1' den basınçlı hava hacmi

$$100/ 7,91 = 12,64 \text{ dm}^3/ \text{ sn}$$

Tablo 4' den 6m/ s için D = 50 mm

2- Basınç Kaybına Göre Çap Tayini

Uzun hava hatlarında hıza göre seçilen çapın oluşturduğu basınç kaybı istenilen değerden daha yüksek olabilir. Bu nedenle uzun hava hatlarında basınç kaybının hesap edilerek kontrol edilmesi gerekir.

$$\text{Basınç kaybı (bar)} = \frac{K \times L \times Q^2}{R \times d^{5,3}}$$

$$K = 800$$

L = (m) olarak eşdeğer boru uzunluğu

Q = (dm³/ sn) serbest hava hacmi

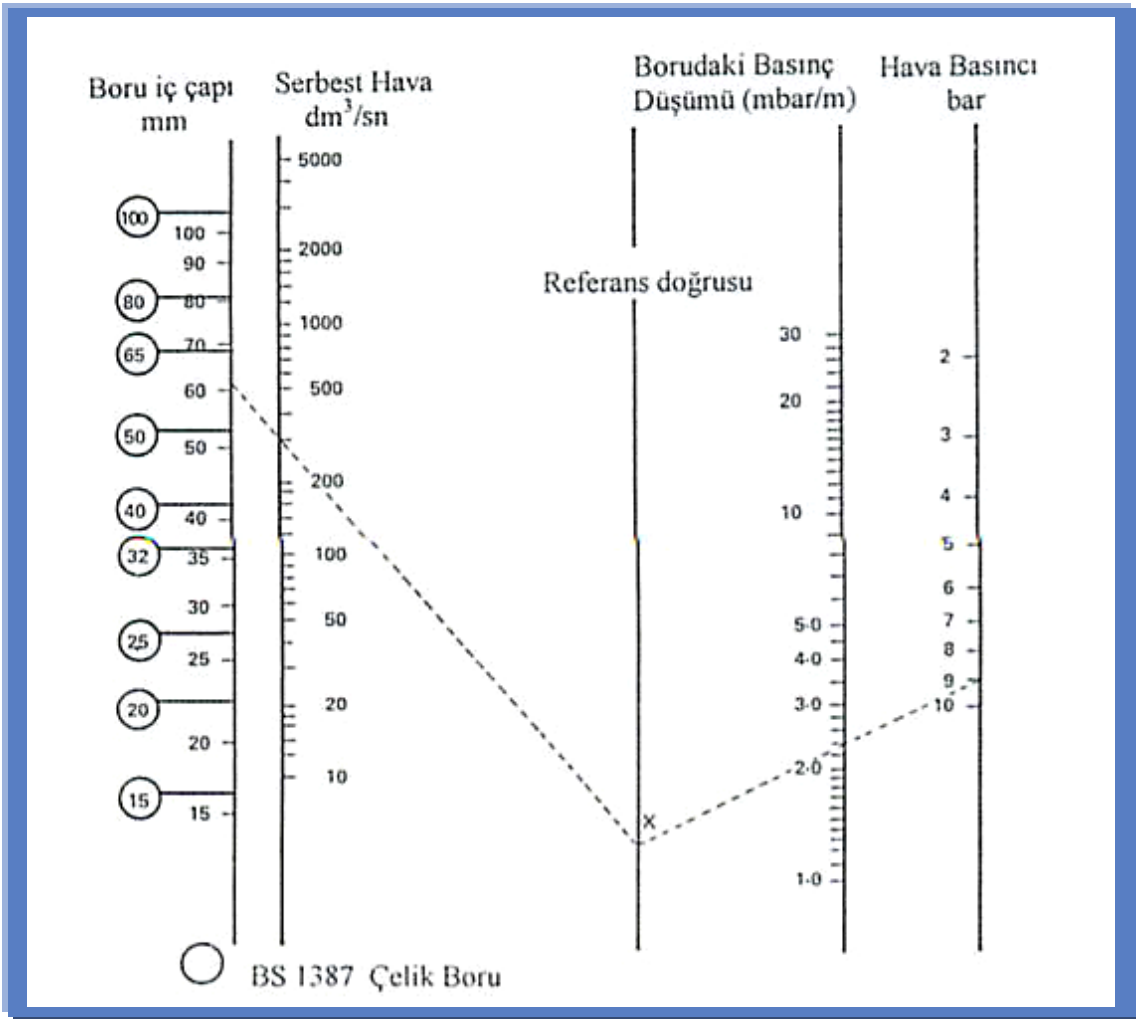
R = Boru öncesindeki sıkıştırma oranı

d = (mm) boru iç çapı

Tablo 5 Boru Üzerindeki Ekipmanların Boru Uzunlukları

	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125
Dirsek	0,26	0,37	0,49	0,67	0,76	1,07	1,37	1,83	2,44	3,2
Glob vana	0,76	1,07	1,37	1,98	2,44	3,36	3,96	5,18	7,32	9,45
Gate vana	0,107	0,14	0,18	0,27	0,32	0,40	0,49	0,64	0,91	1,20
Te	0,12	0,18	0,24	0,38	0,40	0,52	0,67	0,85	1,2	1,52

Borulardaki basınç kaybı Şekil 10' da belirtilen abak yardımı ile çabuk bir şekilde de bulunabilir.



Şekil 10

Örnek: 125 mm uzunluğundaki bir hava hattında, basınç kaybının 300 mbar' dan fazla olmaması istenmektedir. Hava basıncı 9 bar ve serbest hava hacmi 300 dm³/ sn olduğuna göre hava hattı çapı nedir?

Birim boru uzunluğundaki basınç kaybı = $300 / 125 = 2,4$ mbar/ m

Şekil 10' da basınç değeri olan 9 bar' dan 2,4 mbar/ m basınç kayıp noktasını birleştirerek referans doğrusun kesiştirin. Bu kesişme noktası ile serbest hava hacmi olan 300 dm³/ sn noktasını birleştiren doğru çizilerek boru çapı bulunur. Seçilen çap DN 65' tir,

Tablo 6 Serbest Havanın Basınç Altındaki Hacim Değerleri

Serbest Hava Hacmi		Basınçlı Hava Hacmi (dm ³)	
dm ³	4 bar	5 bar	7 bar
5	1,01	0,84	0,63
10	2,02	1,68	1,26
15	3,03	2,52	1,90
20	4,04	3,37	2,53
25	5,05	4,21	3,16
30	6,06	5,05	3,79
35	7,07	5,89	4,42
40	8,08	6,73	5,06
50	10,1	8,42	6,32
60	12,1	10,1	7,58
70	14,1	11,8	8,85
80	16,2	13,5	10,1
90	18,2	15,1	11,4
100	20,2	16,8	12,6
125	25,2	21,0	15,8
150	30,3	25,2	19,0
175	35,3	29,5	22,1
200	40,4	33,7	25,3
225	45,4	37,9	28,4
250	50,5	42,1	31,6
275	55,5	46,3	34,8
300	60,6	50,5	37,9
350	70,7	58,9	44,2
400	80,8	67,3	50,6
500	101,0	84,2	63,2
750	151,0	126,0	95,0
1000	202,0	168,0	126,0
1250	252,0	210,0	158,0

1

KAYNAKLAR

- 1- *Buhar Tesisatları ve Buhar Cihazları El Kitabı – İNTERVALF*
- 2- *Isısan Çalışmaları No. 252 Buhar Tesisatı – ISISAN*
- 3- *Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi Temel Bilgiler ve Uygulamalar Eki*