

***BÖLÜM-6***  
***HAVALANDIRMA KANAL TASARIMI***

*HAZIRLAYAN*

*Doç. Dr. Hüseyin BULGURCU*

# 6.1 GİRİŞ

- *Klima ve havalandırma tesisatlarında veya endüstriyel havalandırma ve hava ile taşıma tesisatlarında havanın nakli amacı ile hava kanalları kullanılmaktadır.*
- *Yuvarlak kanal sistemlerinin elemanları standartlaştırılmıştır. Böylece kolayca standart seri üretim yapmak, üretimi stoklamak ve kısa zamanda müşteriye teslim edebilmek mümkün olmuştur.*
- *Buna karşılık dikdörtgen kesitli kanallar ve bağlantı parçaları için böyle bir standart boyut söz konusu değildir. Dikdörtgen kesitli kanallar ve bağlantı elemanı müşterinin istediği boyutlarda ve çoğu zaman şantiyede yerinde üretilir. İdeal bir hava kanalı,*
  1. *Gerekli bölgeye yeterli havayı taşımalı,*
  2. *İlk kuruluş ve işletme masrafları ekonomik olmalı,*
  3. *Fazla gürültü ve titreşim yapmamalıdır.*

## **6.2 HAVA KANALLARININ SINIFLANDIRILMASI**

### **6.2.1 Malzemelerine Göre Hava Kanalları**

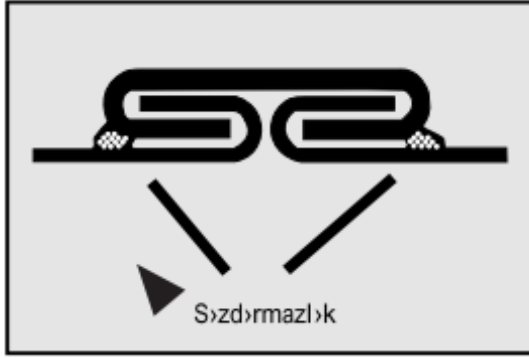
*Hava kanalları kullanım alanlarına ve maliyetlerine bağlı olarak değişik malzemelerden imal edilebilirler. Bunlar;*

- *Galvanizli çelik sac,*
- *Karbon çelik sac,*
- *Alüminyum sac,*
- *Paslanmaz çelik,*
- *Bakır sac,*
- *Polipropilen levha,*
- *Fiber elyaf kanallar*
- *Polistren (XPS) kanallar*
- *Kumaş kanallar*

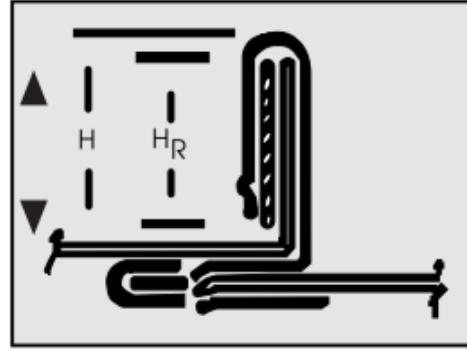
## **6.2.2 Şekillerine Göre Hava Kanalları**

- *Silindirik Hava Kanalları*
- *Oval (Eliptik) Hava Kanalları*
- *Dikdörtgen Hava Kanalları*
  1. *Sürgülü bağlantı,*
  2. *Çerçeveli bağlantı,*
  3. *Flanşlı bağlantı,*
  4. *Kendinden flanşlı bağlantı*

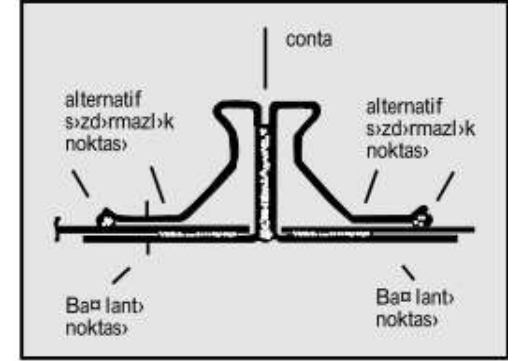
# Flanş Tipleri



Şekil-6.1 Sürgülü bağlantı



Şekil-6.2 Çerçeveseli bağlantı



Şekil-6.3 Flanşlı bağlantı

# KANAL MAKİNELERİ

## 6.3.1 Kenet Makinesi

Kanal imalatında Pitsburg kenedi yapımı uzun işçilik zamanına neden olduğu için kenet makineleri geliştirilmiş olup çeşitli kenet formları oluşturulabilmektedir.

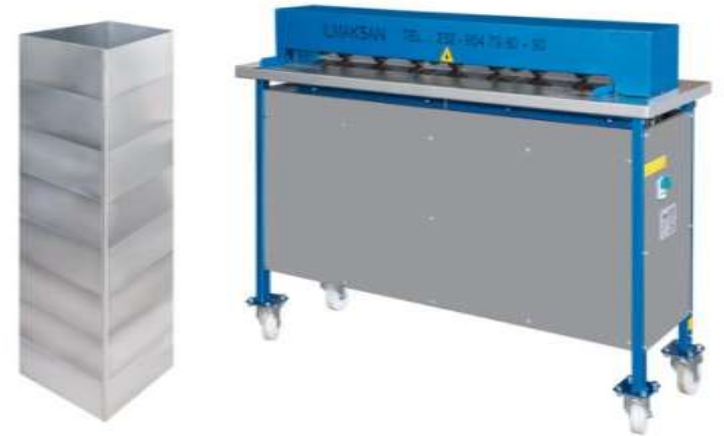


### 6.3.2 Tam Otomatik Makine ile Prizmatik Kanal Yapımı

Günümüz teknolojisinde yüksek sızdırmazlık sınıfı gerektiren uygulamalarda, elle veya yarı otomatik yapılan kanallar yeterli olmadığından tam otomatik kanal makineleri geliştirilmiştir. Rulo halindeki sac levhalar kanal makinesine girmeden önce zikzak makinesinden geçirilerek ses ve titreşim problemi oluşturmaması sağlanmaktadır.



Şekil-6.6 Otomatik kare kanal makinesi



Şekil-6.5 Zikzak (form) makinesi

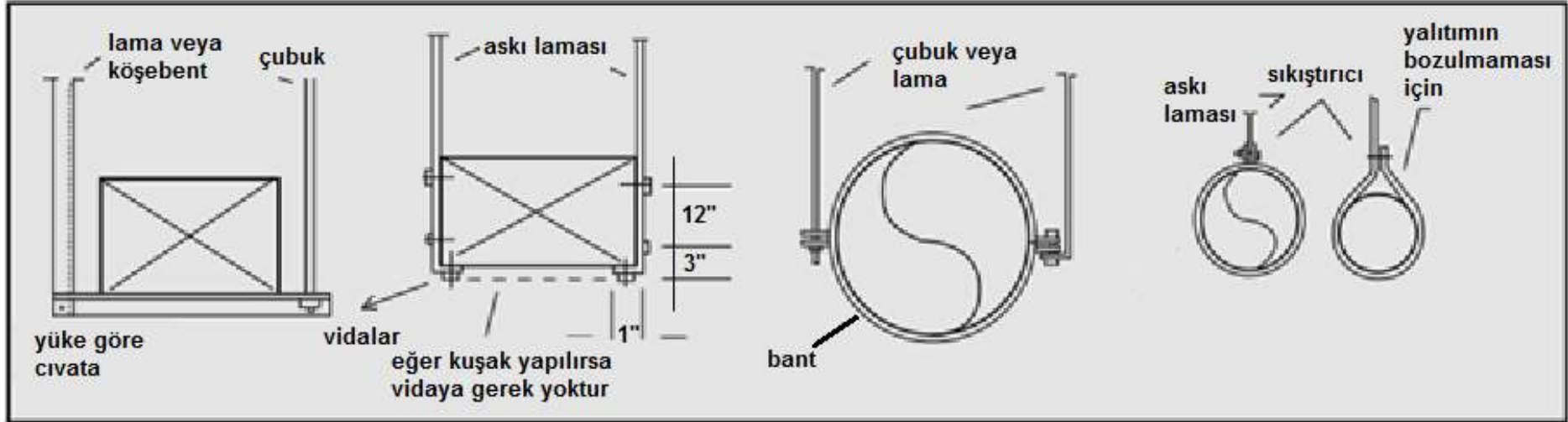
### **6.3.3 Tam Otomatik Makine ile Spiral Kanal Yapımı**

Özellikle kanalların açıkta olabildiği alışveriş merkezi, otobüs terminali, spor salonları gibi uygulamalarda spiral yuvarlak kanallar tercih edilir. Yuvarlak kanalda sürtünme kayıpları daha az olmakta ve aynı kesit için daha ince sac levhalar kullanılabilir.





## 6.4 HAVA KANALLARINDA ASKI SİSTEMLERİ



Şekil-6.9 Hava kanalı askı detayları

## **6.5 KANALLARDA HAVA KAÇAKLARI**

- Kanal sistemlerindeki kaçaklar yolu ile kaybedilen enerji çok yüksek boyutlardadır. Özellikle temiz oda uygulamalarında, bazı endüstriyel uygulamalarda ve nem alma uygulamalarında kanallardaki hava kaçakları enerji kaybı dışında özel öneme sahiptir.*
- Klima kanallarında ise kaçak hava; aynı zamanda soğutma ve ısıtma enerjisi kaybı anlamına gelmektedir. Dolayısı ile klima sistemlerinde hem fanda, hem de soğutma (veya ısınma) grubunda enerji boşa harcanması söz konusudur.*

**TABLO-6.5 Basınca göre kanal sınıflandırılması ve kaçak sınıfları**

<i>Kanal Basınç Sınıfı</i>	<i>Statik Basınç Sınırları (Pa)</i>		<i>Hava Kaçak Sınıfı</i>
	<i>Pozitif (Pa)</i>	<i>Negatif (Pa)</i>	
<i>Düşük</i>	500	500	<i>Sınıf A</i>
<i>Orta</i>	1000	750	<i>Sınıf B</i>
<i>Yüksek</i>	2000	750	<i>Sınıf C</i>
	2500	750	<i>Sınıf D</i>

**TABLO-6.6 Hava kaçak limitlerinin hesabı**

<b><i>Kanal Basınç Sınıfı</i></b>	<b><i>Hava Kaçak Limitleri</i></b>
	<i>1 m<sup>2</sup> hava kanalında izin verilen kaçak miktarı (l/s)</i>
<i>Düşük Basınç – Sınıf A</i>	$0,027 \times P^{0,65}$ (P: Sistem basıncı)
<i>Orta Basınç – Sınıf B</i>	$0,009 \times P^{0,65}$
<i>Yüksek Basınç – Sınıf C</i>	$0,003 \times P^{0,65}$
<i>Yüksek Basınç – Sınıf D</i>	$0,001 \times P^{0,65}$

## **6.7 HAVALANDIRMA YÜKLERİNİN HESAPLANMASI**

*Yaşadığımız ortamlardaki havanın sıcaklık ve nem seviyesi ile toz ve zararlı gaz miktarları doğru hesaplanmış hava miktarları ve iyi bir hava dağıtım tasarımı ile insan sağlığı için uygun hale getirilebilir. Yeterli havalandırma yapabilmek için gerekli olan hava miktarının belirlenmesi için genel olarak dört farklı yöntem kullanılır.*

- 1. Saatlik Hava Değişim Sayısı Yöntemi*
- 2. Birim Alan Yöntemi*
- 3. Ortamdaki İnsan Sayısı Yöntemi*
- 4. Isı Transferi Yöntemi*

### **6.7.1 Saatlik Hava Değişim Sayısı Yöntemi**

*En çok kullanılan yöntemdir. Havalandırılması istenen yerin hacmi (en x boy x yükseklik) hesaplanır. Kullanım amacına göre tavsiye edilen saatteki hava değişim sayısı (Tablo-6.9) ile hacim çarpılarak o mekan için havalandırma debisi bulunur. Buna göre hava ihtiyacı;*

$$Q = H_d V_m \quad (m^3/h)$$

*$H_d$ : Hava değişim sayısı (defa/saat=  $1/h = h^{-1}$ ) (Tablo-6.9)*

*$V_m$ : Ortamın toplam hacmi ( $m^3$ )*

**TABLO-6.9 Çeşitli ortamların saatlik hava değişim sayıları**

<b>Ortam Adı</b>	<b>Değişim sayısı</b>	<b>Ortam Adı</b>	<b>Değişim sayısı</b>
Ahırlar	8-15	Tamirhaneler	15-30
Ameliyathaneler	25-40	Tiyatrolar	6-8
Yoğun Bakım Odaları	9-15	Umumi Tuvaletler	10-15
Analiz Laboratuvarı	7-8	Veteriner Klinikleri	10
Banyolar	6-10	Yatakhaneler	5
Basımevleri	10-15	Yatak Odaları	2-4
Bekleme Odaları	7-8	Yer Altı Çamaşırhaneleri	30-40
Büyük Mağazalar	7-8	Boya atölyeleri	30-60
Depolar	5-10	İşleme atölyeleri	6-10
Dinlenme Odaları	7-8	Bankalar	2-4
Doğramacılar	10	Otel barları	4-6
Duş Alanları	15-20	Çamaşırhaneler	20-30
Duş Kabinleri	15-20	Ekme fırınları	20-30
Dükkanlar	6-15	Bürolar (*)	4-6
Et Lokantaları	20-30	Kafeterya ve kafeterya barları	10-12
Ev Tuvaletleri	10-15	Kargo ambarları ( genel olarak )	6-10
Fotokopiler	12	İçinde et, yumurta v.b. cinsinden besin maddeleri bulunan gemi ambarları	10-20
Fırın atölyeleri (ergitme ve ısıtma fırınları)	30-60		

**TABLO-6.9 Çeşitli ortamların saatlik hava değişim sayıları (devam)**

Galvanik Banyolar	25	Kantinler	4-6
Gece Kulüpleri	18	Fotoğraf stüdyolarında bulunan karanlık odalar	10-15
Giyinme Odaları	8-12	Mantarlıklar ( mantar yetiştirilen mahaller )	10-20
İş Yerleri	12	Sinemalar (*)	10-15
Kaportacılar	20-40	Ticari mutfaklar veya okul mutfakları	15-20
Kilerler	10	Ev mutfakları	10-15
Klinikler	5	Fabrikalar ( genel olarak )	6-10
Konferans Salonları	10	Dökümhaneler	20-30
Kuaförler	10-15	Gemilerdeki meyve ambarları	20-30
Kuru Temizlemeciler	30-40	Garajlar ( oto bakım ve onarım mahalleri )	6-8
Kütüphaneler	5	Toplantı salonları ( * )	4-6
Marangozlar	10	Hastaneler	4-6
Medikal Ofisler	2-4	Laboratuvarlar	4-6
Moteller	10-15	Lavabolar	10-15
Müzeler	5	Yüzme havuzları	20-30
Ofisler	6-7	Kümes haneler	6-10
Okullar	5-7	Konut mahalleri	1-2
Oturma Odaları	3-6	Lokantalar	6-10
Pet Shoplar	15-30	Bilardo salonları	6-8
Pizzacılar	20-40	Kazan daireleri	20-30
Publar	8-14	Sınıflar	2-3
Restoranlar	8-15	Kulüp salonları	8-10
Restoran Mutfakları	25-35	Dans salonları (*)	6-8
Self Servis	10-20	Makina daireleri	20-30
Seralar	4-10	Gemilerde dinlenme salonları	10-20
Spor Malzemeleri	8-15	Boyahaneler	20-30
Süper Marketler	5-10	Tiyatrolar ( * )	10-15
Tabakhaneler	10		

## 6.7.2 Birim Alan Yöntemi

Restoranlar, toplantı salonları gibi daha büyük mekânların havalandırma debisinin hesaplanması için kullanılabilen bir yöntemdir. Kullanım amacına göre bir  $m^2$  alan için tavsiye edilen hava miktarı (Tablo-6.10) ile mekânın toplam alanının çarpılması sonucunda gerekli hava debisi bulunur.

**TABLO-6.10 Birim alan yöntemine göre hava ihtiyacı**

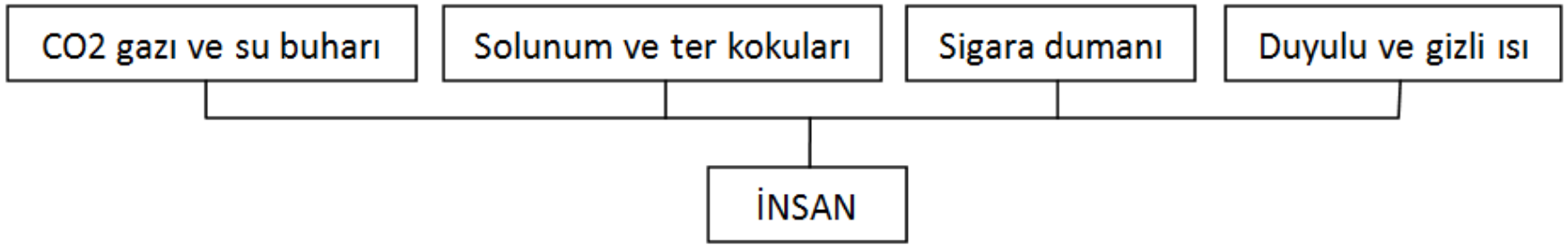
<b>Bina Tipi</b>	<b>Bir <math>m^2</math> alan için hava debisi (<math>m^3/h</math>)</b>
Konferans salonu	34
Spor Salonu	25
Yüzme Havuzu	8,5
Mutfak	51
Restoran	34
Tuvalet	34
Depo	17



### 6.7.3 Ortamdaki İnsan Sayısı Yöntemi

Ortam havalandırılmalarında, Ortamın kullanım amacı ve ortamda bulunan insanların havayı kirletme durumlarını da göz önünde bulundurmak gerekir (Şekil-6.11).

Ortamın ortalama taze hava ihtiyacını kişi sayısına göre belirlenmesinde kesin sayısal bir değer vermek imkânı yoktur. Bunun için Ortamın kullanım amacına göre fert başına tecrübe edilen yaklaşık değerler alınmaktadır.



Şekil-6.11 Ortam havasına insanlar tarafından yapılan katkılar

$$Q = n \dot{V}_{kişi} \quad \text{Toplam dış hava debisi (L/s)}$$

$\dot{V}_{kişi}$  : İnsanlar tarafından ihtiyaç duyulan temiz hava miktarı (L/s, kişi) (Tablo-6.11 ve 6.12)

$n$ : Ortamda bulunan insan sayısı

**TABLO-6.11 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı**

Mahal Kullanım Amacı	Dış Hava Gereksinimi		Varsayılan Değerler *		İç Hava Sınıfı	Notlar
	Kişi [L/s.kişi]	Alan [L/s.m <sup>2</sup> ]	Kullanıcı Yoğunluğu [kişi/100m <sup>2</sup> ]	Kombine Dış Hava Gereksinimi [L/s.kişi]		
<b>Cezaevleri</b>						
Hücreler	2,5	0,6	25	4,9	2	
Sosyal tesis	2,5	0,3	30	3,5	1	
Gardiyan odaları	2,5	0,3	15	4,5	1	
Okuma / Dinlenme odaları	3,8	0,3	50	4,4	2	
<b>Eğitim Tesisleri</b>						
Kreş (4 yaşa kadar)	5,0	0,9	25	8,6	2	
Kreş reviri	5,0	0,9	25	8,6	3	
Sınıf (5~8 yaş)	5,0	0,6	25	7,4	1	
Sınıf (9 yaş üstü)	5,0	0,6	35	6,7	1	
Meslek dersi sınıfları	3,8	0,3	65	4,3	1	
Meslek dersi salonları	3,8	0,3	150	4,0	1	
Sanat dersi sınıfları	5,0	0,9	20	9,5	2	
Laboratuvar	5,0	0,9	25	8,6	2	

**TABLO-6.11 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı (devam)**

Üniversite laboratuvarı	5,0	0,9	25	8,6	2	
Ahşap veya metal atölyesi	5,0	0,9	20	9,5	2	
Bilgisayar sınıfı	5,0	0,6	25	7,4	1	
Medya center	5,0	0,6	25	7,4	1	A
Muzik / Tiyatro / Dans salonu	5,0	0,3	35	5,9	1	
Çok amaçlı uygulamalar	3,8	0,3	100	4,1	1	
<b>Yiyecek İçecek Servisi</b>						
Restoran / Yemek salonları	3,8	0,9	70	5,1	2	
Kafeterya / Hızlı yemek servisi	3,8	0,9	100	4,7	2	
Barlar / Kokteyl salonları	3,8	0,9	100	4,7	2	
Mutfak	3,8	0,6	20	7,0	2	
<b>Genel Hacimler</b>						
Dinlenme odaları	2,5	0,3	25	5,1	1	
Çayevi / Kahvehane	2,5	0,3	20	5,5	1	
Konferans / Toplantı salonları	2,5	0,3	50	3,1	1	
Koridorlar		0,3			1	
Depo / Arşiv odaları (sıvı malzeme bulunan)	2,5	0,6	2	32,5	2	B
<b>Oteller, Moteller, Tatil Köyleri, Yatakhaneler</b>						
Yatak odaları / Oturma odaları	2,5	0,3	10	5,5	1	
Koğuş / Yatakhaneler	2,5	0,3	20	4,0	1	
Merkezi çamaşırhaneler	2,5	0,6	10	8,5	2	
Çamaşırhane (konut için)	2,5	0,6	10	8,5	1	

**TABLO-6.11 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı (devam)**

Mahal Kullanım Amacı	Dış Hava Gereksinimi		Varsayılan Değerler *		İç Hava Sınıfı	Notlar
	Kişi [L/s.kişi]	Alan [L/s.m <sup>2</sup> ]	Kullanıcı Yoğunluğu [kişi/100m <sup>2</sup> ]	Kombine Dış Hava Gereksinimi [L/s.kişi]		
Lobiler	3,8	0,3	30	4,8	1	
Çok amaçlı uygulamalar	2,5	0,3	120	2,8	1	
<b>Ofis Binaları</b>						
Dinlenme odaları	2,5	0,6	50	3,5	1	
Ana giriş holü	2,5	0,3	10	5,5	1	
Depo / Arşiv odaları (kuru malzeme bulunan)	2,5	0,3	2	17,5	1	
Ofisler	2,5	0,3	5	8,5	1	
Kabul alanları	2,5	0,3	30	3,5	1	
Haberleşme / Bilgi işlem odaları	2,5	0,3	60	3,0	1	
<b>Muhtelif Alanlar</b>						
Banka kasa odaları / Emanethaneler	2,5	0,3	5	8,5	2	
Banka / Banka bekleme alanları	3,8	0,3	15	6,0	1	
Bilgisayar odaları	2,5	0,3	4	10,0	1	

**TABLO-6.11 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı (devam)**

Üretim alanları (Ağır endüstriyel ve kimyasal prosesler hariç)	5,0	0,9	7	18,0	3	
Eczane	2,5	0,9	10	11,5	2	
Fotoğraf stüdyosu	2,5	0,6	10	8,5	1	
Kargo merkezi	5,0	0,6	2	35,0	2	B
Paketleme / Hafif montaj işleri	3,8	0,6	7	12,5	2	
Telefon kulubesi		-			1	
Ulaşım bekleme salonu	3,8	0,3	100	4,1	1	
Depolar	5,0	0,3			2	B
<b>Halka Açık Alanlar</b>						
Konferans salonları	2,5	0,3	150	2,7	1	
Dini mekanlar	2,5	0,3	120	2,8	1	
Mahkeme salonları	2,5	0,3	70	2,9	1	
Adliye / Kalem odaları / Hakim odaları	2,5	0,3	50	3,1	1	
Kütüphaneler	2,5	0,6	10	8,5	1	
Lobiler	2,5	0,3	150	2,7	1	
Müzeler (çocuklar için)	3,8	0,6	40	5,3	1	
Müzeler / Sergi salonları	3,8	0,3	40	4,6	1	
<b>İkametgahlar</b>						
Yaşam alanları	2,5	0,3			1	
Koridorlar		0,3			1	

**TABLO-6.11 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre çeşitli ortamlar için dış hava ihtiyacı (devam)**

Mahal Kullanım Amacı	Dış Hava Gereksinimi		Varsayılan Değerler *		İç Hava Sınıfı	Notlar
	Kişi [L/s.kişi]	Alan [L/s.m <sup>2</sup> ]	Kullanıcı Yoğunluğu [kişi/100m <sup>2</sup> ]	Kombine Dış Hava Gereksinimi [L/s.kişi]		
<b>Mağazalar</b>						
Satış alanları (aşağıdakiler hariç)	3,8	0,6	15	7,8	2	
Alışveriş merkezi ortak alanları	3,8	0,3	40	4,6	1	
Berber	3,8	0,3	25	5,0	2	
Güzellik Salonu	10,0	0,6	25	12,4	2	
Hayvan satış mağazası	3,8	0,9	10	12,8	2	
Süpermarket	3,8	0,3	8	7,6	1	
Çamaşırhane (jetonlu)	3,8	0,6	20	7,0	2	
<b>Spor ve Eğlence Merkezleri</b>						
Spor salonu (oyun alanı)		1,5			1	E
Jimnastik salonu (oyun alanı)		1,5	30		2	
Seyirci alanları	3,8	0,3	150	4,0	1	
Yüzme havuzu		2,4			2	C
Dans salonları / Diskolar	10,0	0,3	100	10,3	2	
Sağlık kulübü / Aerobik salonu	10,0	0,3	40	10,8	2	
Sağlık kulübü / Vucüt geliştime salonu	10,0	0,3	10	13,0	2	
Bowling salonu (oturma alanları)	5,0	0,6	40	6,5	1	
Kumarhaneler	3,8	0,9	120	4,6	1	
Atari Salonları	3,8	0,9	20	8,3	1	
Sahneler, Stüdyolar	5,0	0,3	70	5,4	1	D

## ***TABLO-6.12 Konutlarda kişi başına minimum dış hava ihtiyacı***

<b><i>Uygulama</i></b>	<b><i>Dış Hava İhtiyacı</i></b>	<b><i>Açıklamalar</i></b>
<i>Oturma alanları</i>	<i>Kişi başına 7,5 L/s değerinden az olmamak üzere saatte</i>	<i>Saatteki hava değişimini hesaplamak için, şartlandırılan hacimdeki bütün alanların hacmi dâhil edilmelidir. Havalandırma normal olarak sızıntı (enfiltrasyon) ile sağlanır. Çok sızdırmaz olarak yapılan odalardaki şömine ve soba gibi elemanlara yakma havası ilave olarak temin edilmelidir. Yatak odalarındaki insan sayısı ilk oda için 2, ilave yatak odaları için 1 kabul edilmiştir. Eğer daha yüksek kullanım olduğu biliniyorsa hava ona göre artırılmalıdır.</i>
<i>Mutfaklar</i>	<i>50 L/s kesintili veya 12 L/s sürekli veya açılabilir pencereli</i>	<i>Tesis edilen mekanik egzozun kapasitesi, iklim şartları havalandırma sisteminin seçimini etkiler.</i>
<i>Banyolar Tuvaletler</i>	<i>25 L/s kesintili veya 10 L/s sürekli veya açılabilir pencereli</i>	
<i>Garajlar Her apartman dairesi için ayrı Ortak hacimler</i>	<i>50 L/s araba başına 7,7 L/sm<sup>2</sup></i>	<i>Normal olarak sızıntı (enfiltrasyon) veya doğal havalandırmayla sağlanır. Kapalı garajlara bakınız.</i>

*TABLO-6.13 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre minimum egzoz miktarı*

Mahal Kullanım Amacı	Egzoz Miktarı		İç Hava Sınıfı	Notlar
	[L/s.ünite]	[L/s.m <sup>2</sup> ]		
Arena		2,5	1	
Sanat dersi sınıfı		3,5	2	
Araba tamir atelyesi		7,5	2	Egzoz gazı emiş sistemi mevcut.
Berber		2,5	2	
Güzellik salonu		3,0	2	
Cezaevi hücresi (tuvaletli)		5,0	2	
Fotokopi odası		2,5	2	
Karanlık oda		5,0	2	
Okul laboratuvarı		5,0	2	
Kapıcı odası, çöp odası, geri dönüşüm odası		5,0	3	
Küçük mutfak		1,5	2	
Genel mutfak		3,5	2	
Soyunma / giyinme odaları		1,25	2	
Malzeme odası		2,5	2	
Garaj		3,7	2	2 veya daha fazla dış duvar %50'den daha açık ise egzoz gerekli değildir.



**TABLO-6.13 ASHRAE'nin 62.1-2010 Standardına göre minimum egzoz miktarı  
(devamı)**

Mahal Kullanım Amacı	Egzoz Miktarı		İç Hava Sınıfı	Notlar
	[L/s.ünite]	[L/s.m <sup>2</sup> ]		
Hayvan satış mağazası (hayvanların bulunduğu bölüm)		4,5	2	
Ev mutfacı	25 / 50		2	
Kirli çamaşır odası		5,0	3	İlgili standarta bakılmalı.
Kimyasal depolar		7,5	4	İlgili standarta bakılmalı.
Tuvalet (özel)	12,5 / 25		2	
Tuvalet (genel)	25 / 35		2	Bu değer her bir tuvalet veya pisuar için verilmiştir. (okul, tiyatro, spor salonu, v.b. gibi yoğun kullanımlar için büyük değer alınmalıdır)
Ahşap atelyesi / ahşap işleme sınıfı		2,5	2	

- **6.7.4 Isı Transferi Yöntemi**

- *Bina içerisindeki makineler, aydınlatma elemanlarından, trafo ve jeneratörden yayılan ısının ortamdaki uzaklaştırılması için gerekli olan hava debisinin belirlendiği yöntemdir.*

$$Q = \frac{\dot{Q}}{(T_2 - T_1) \times 0,36} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

*Q: Ortamda yayılan ısı (W)*

*(T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>): İç ve dış sıcaklık farkı (°C)*

*Örneğin makine ve aydınlatmadan ortama yayılan ısı 28 kW olsun iç ortam sıcaklığı 30°C, dış ortam sıcaklığı 26 olsun. Bu durumda yeterli havalandırma için gerekli hava debisi:  
28.000 / (30-26)x0,36 = 19.444 m<sup>3</sup>/h olacaktır.*

## 6.8 KANAL BOYUTLANDIRILMASI

- *Sistemde kullanılan fan, motor, ısıtıcı, soğutucu gibi makine ve teçhizatların güçlerinin belirlenmesinde, hava kanallarının fiziki yapı ve temel özelliklerinin bilinmesi gerekir.*
- *Havalandırma kanallarındaki basınç kayıplarının oluşmasında kanal cidarlarındaki sürtünme, ara bağlantı parçalarındaki pürüzler, yön değiştirmeler ve çap daralmaları etkili olmaktadır.*
- *Kanallardaki basınç kayıplarının hesabı; kanal yapımında kullanılan malzemenin, kanaldaki hava hızının ve kanal boyunun bilinmesi durumunda, kanal ağının toplam basınç kaybının bulunması ile mümkün olur.*

## 6.8.1 Kanalardaki Hava Hızları

Hava kanalı hızlarının belirlenmesinde ortamların özelliklerine göre ses oluşum miktarları ve toplam basınç kaybı değerleri dikkate alınmalıdır.

TABLO-6.14 Farklı ortamlardaki kanallar için önerilen hava hızları (Carrier)

Uygulama	Ses Kriteri [m/s]	Ekonomik Kriteria Göre Hava Hızı			
		Ana Kanal		Tali Kanal	
		Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Konutlar	3	5	4	3	3
Apart Otel, Hastane, Yatak Odası	5	7,5	6,5	6	5
Özel ofis, Kütüphane, Yönetici Odası	6	10	7,5	8	6
Tiyatro, Konser Salonu	4	6,5	5,5	5	4
Genel Ofis, Lokantalar, Alışveriş, Bankalar	7,5	10	7,5	8	6
Ortalama Dükkan ve Kafeteryalar	9	10	7,5	8	6
Endüstri	12,5	15	9	11	7,5

## 6.8.2 Kanal Kenar Oranları

Kanallar boyutlandırılırken, kat yüksekliklerinin dikkate alınması gerekir. Ancak normal şartlarda, eğer kat yüksekliğinden dolayı bir problem yok ise, kanal oranlarının  $2/3$  olarak alınması en uygun olanıdır.

**Örnek:** Hava debisi  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  ve hava hızı da  $3 \text{ m/s}$  olan bir yan kanalın boyutlarını  $2/3$  oranına göre belirleyiniz.

**Çözüm:**  $V= 3 \text{ m/s}$ ,  $Q= 750 \text{ m}^3/\text{h} = 0,208 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V.A \Rightarrow \text{ise}$$

Kesit alanı;

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0,208 \text{ m}^3 / \text{s}}{3 \text{ m/s}} = 0,0694 \text{ m}^2$$

Kanal boyutları;

$$A = a.b \text{ ve kenar oranları } \frac{b}{a} = \frac{2}{3}$$

$$b = \frac{2}{3}a \text{ olduğu için}$$

$$A = a.b = a \cdot \frac{2}{3}a = \frac{2a^2}{3}$$

$$0,0694 = \frac{2a^2}{3} \Rightarrow 2a^2 = 0,2082$$

$$a = \sqrt{0,1041} \Rightarrow a = 0,3226 \text{ m}$$

$$b = \frac{2}{3}a = \frac{2 \cdot 0,3226}{3} \Rightarrow b = 0,2150 \text{ m}$$

### **6.8.3 Bir Havalandırma Sistemindeki Basınç**

- *Havalandırma sistemindeki hava hareketi, basınç farklarının bir sonucudur.*
- *Bir hava besleme sisteminde, sistem tarafından oluşturulan basınç, atmosfer basıncına ilave olarak eklenen basınçtır.*
- *Bir egzoz sisteminde amaç; sistemdeki basıncı düşürmek için basıncı atmosfer basıncının altına indirmektir.*

*Havalandırma sisteminin çalışmasında üç tip basınç önemlidir. Bunlar:*

- *Statik basınç*
- *Hız basıncı (dinamik basınç)*
- *Toplam basınç*

### **Hız Basıncı ( $P_d$ )**

- Bu durgun haldeki havayı belli bir hıza ( $V$ ) ulaştırmak için gereken basınç olarak tanımlanır ve hava akımının kinetik enerjisi ile orantılıdır.
- $P_d$  akış yönünde hareket eder ve akış yönünde ölçülür.
- $P_d$  bir sistem içinde kinetik enerjisini temsil eder.
- $P_d$  her zaman pozitiftir.
- $$P_d = 0,6 V^2 \quad [\text{Pa}]$$
- Burada:
- $P_d =$  hız basıncı [Pa]
- $V =$  akış hızı, [m/s]

### **Statik Basınç ( $P_s$ )**

- Bu basınç kanalda şişme ya da çökmeye neden olur ve su basıncı (Pa) inç cinsinden ifade edilir, kanal içindeki basınç olarak tanımlanır.
- $P_s$  tüm yönlerde eşit olarak hareket eder.
- $P_s$  negatif veya pozitif olabilir
- Statik basınç pozitif veya negatif olabilir:
- Pozitif statik basınç için havanın genişleme eğilimine neden olur. Negatif statik basınç havada daralma eğilimi oluşturur.

### **Toplam Basınç ( $P_T$ )**

- $$P_T = P_s + P_d \quad [\text{Pa}]$$

## **6.9 KANAL BASINÇ KAYBI HESAP YÖNTEMLERİ**

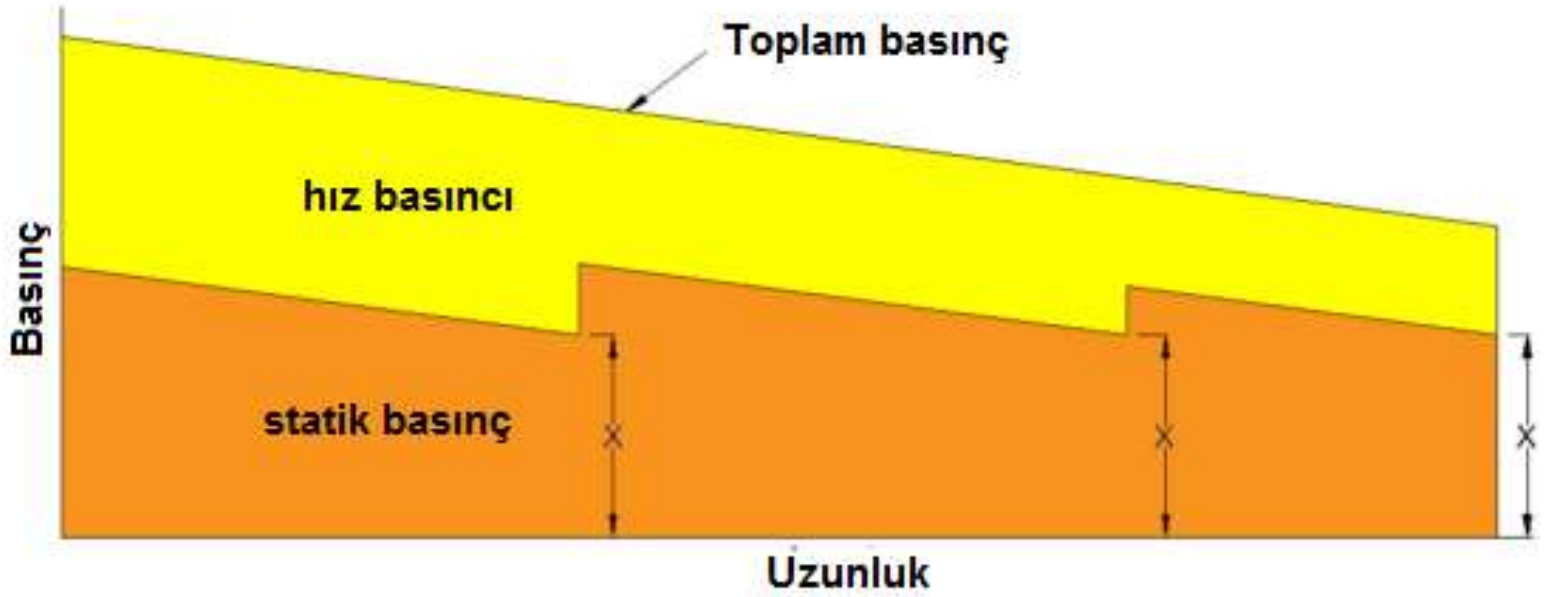
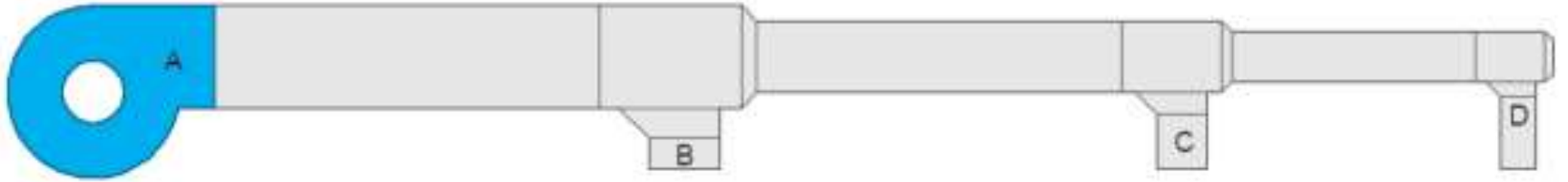
*Kanal boyutlandırılmasında kullanılan yöntemler şunlardır;*

- 1. Statik basınç geri kazanım yöntemi*
- 2. Hız düşümü yöntemi*
- 3. Eşdeğer sürtünme kaybı yöntemi*
- 4. Uzatılmış plenumlar*
- 5. T- yöntemi*
- 6. Sabit hız yöntemi*
- 7. Toplam basınç yöntemi*



### • **6.9.1 Statik Basınç Geri Kazanım Yöntemi**

- *Hava kanalı içerisinde akmakta olan havanın toplam basıncı, havanın hızından kaynaklanan dinamik basınç ile statik basıncın toplamıdır. Statik geri kazanım yönteminde amaç tüm kanal boyunca toplam basıncın sabit tutulmasıdır. Bu amaçla ana kanaldan branşmanlara doğru gidildikçe hava hızı düşürülür.*
- *Bu sayede, sabit toplam basınç içerisinde dinamik basıncın oranı düşürülürken statik basınç artırılır. Statik basıncın itme gücü ile de havanın akışı sağlanır. Statik geri kazanım yönteminde, kanal basınçları düşüktür. Tüm kanallarda eşit miktarlarda basınçlandırma oluşur. Bu avantajlara karşın kanal boyutlarının büyüklüğü ve dolayısı ile ilk yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.*
- *Bu yöntem her basınç ve hızdaki besleme kanalları için uygulanabilir. Ancak normal olarak dönüş ve egzoz kanalları için kullanılamaz. Hesap olarak eş sürtünme yöntemine göre daha karmaşık olmasına karşın, teorik olarak bütün kollar ve çıkışlarda üniform basınç düşümü yaratması açısından daha güvenilir bir yöntemdir.*
- *Kanaldaki hızlar sistematik olarak azaltılır. Her bir kanal parçasının önünde hız düşürülerek, dinamik basınç statik basınca dönüştürülür ve bu parçadaki kaybının karşılanmasında kullanılır. Ortalama kanal sistemlerinde bu statik geri kazanım oranı %75 oranındadır. İdeal şartlarda bu oran %90'a kadar yükselebilir.*

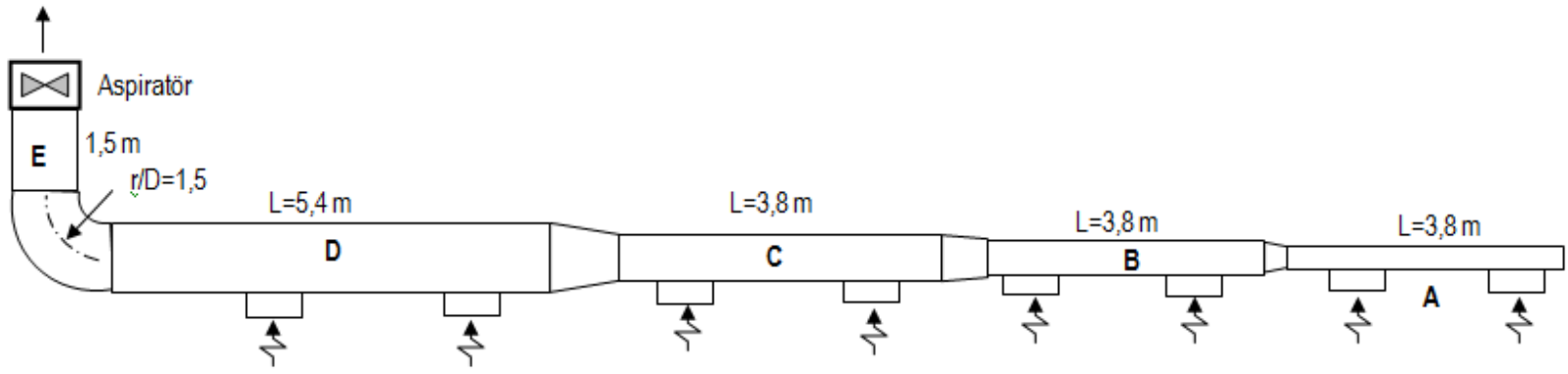


Şekil-6.12 Statik geri kazanım yönteminin bir kanal sistemine uygulanması

## **6.9.2 Hız Düşümü Yöntemi**

*Kanal projelendirilmesinin bu yönteminde, ana ve kollardaki hızlar Tablo-6.14'den seçilir. Çeşitli kanallardaki basınç düşümleri hesaplanır ve en büyük basınç düşümü, vantilatörün çalışması gereken statik basıncı belirler. Diğer kanallardaki damperler kısmen kapalı olmasına karşılık kritik devredeki damper tamamen açıktır. Bazen ana kanaldaki hız seçimlerinde, her ayrılmadan sonra biraz daha düşük hız değeri alınır. Hız yönteminin bu şekline "hız düşümü yöntemi" denir.*

**Örnek:** *Bir hastane koridorundan hava emen Şekil-6.16'da gösterilen sistemin hız düşüm yöntemine göre kanal tasarımı yapılacaktır. Kanallar yuvarlak tipte olup tavana yerleştirilecektir. Daralma parçasındaki  $\alpha=30^\circ$  ve dirseklerde  $r/D$  oranı 1,5 alınacaktır. Menfezlerdeki basınç kaybı 20 Pa kabul edilecektir. Buna göre kanal boyutlarını ve fanın çalıştırması gereken statik basıncı bulunuz.*



NOT: Tüm menfezlerin emiş debisi 100 L/s alınacaktır. Daralma parçalarının  $\alpha=30^\circ$  alınacaktır.

Şekil-6.16 Örnekteki kanal sistemi

**Çözüm:** Tablo-6.17’de her bir kanal için uygun bilgiler sıralanmıştır. Kanal boyutlarının bulunmasında Tablo-6.14’de önerilen değerler alınmıştır.

TABLO-6.17 Örnekteki kanal sistemi için hız seçimi

Kanal Kısmı	Debi (L/s)	Hız (m/s)
A	200	5
B	400	6
C	600	7
D	800	8
E	800	8

Düz kanalların boyutları Ek-2'ye göre şu şekilde hesaplanır:

**A parçası:** Hız 5 m/s ve debi 200 L/s için Ek-2'den özgül sürtünme kaybı  $R=1,509$  Pa/m, çap  $D=225$  mm,

**B parçası:** Hız 6 m/s ve debi 400 L/s için Ek-2'den özgül sürtünme kaybı  $R=1,551$  Pa/m, çap  $D=290$  mm,

**C parçası:** Hız 7 m/s ve debi 600 L/s için Ek-2'den özgül sürtünme kaybı  $R=1,78$  Pa/m, çap  $D=330$  mm,

**D parçası:** Hız 8 m/s ve debi 800 L/s için Ek-2'den özgül sürtünme kaybı  $R=2,09$  Pa/m, çap  $D=360$  mm,

**E parçası:** Hız 8 m/s ve debi 800 L/s için Ek-2'den özgül sürtünme kaybı  $R=2,09$  Pa/m, çap  $D=360$  mm bulunur.

Daralma ve dirseklerdeki basınç kayıpları Ek-6'dan bulunur:

**AB daralma parçası:**  $\alpha=30^\circ$  ve  $A_0/A_1 = 290^2/380^2=0,5$  için Ek-6'dan (ED4-1)  $C=0,32$  bulunur.

**BC daralma parçası:**  $\alpha=30^\circ$  ve  $A_0/A_1 = 380^2/437^2=0,75$  için Ek-6'dan (ED4-1)  $C=0,16$  bulunur (enterpolasyon).

**CD daralma parçası:**  $\alpha=30^\circ$  ve  $A_0/A_1 = 437^2/450^2=0,9$  için Ek-6'dan (ED4-1)  $C=0,064$  bulunur (enterpolasyon).

**DE dirsek parçası:**  $R/D=1,5$  ve  $D=450$  mm için Ek-6'dan (CD3-9)  $C=0,15$  bulunur.



### **6.9.3 Eşdeğer Sürtünme Kaybı Yöntemi**

*Eşdeğer sürtünme kaybı yönteminde, hava kanalının birim boyunda sürtünme kayıplarının tüm sistemde sabit tutulması öngörülür. Bu yöntemle yapılan hesaplar sonucunda da elde edilen hava hızları; statik geri kazanım yönteminde olduğu gibi ana kanaldan branşmanlara geldikçe düşme yönündedir. Ancak hesaplanan hava kanalı boyutları eş sürtünme kaybı yönteminde daha küçüktür.*

*Bu kayıplar sürtünme kayıpları olarak isimlendirilir ve aşağıdakilerle ilgilidir:*

- *Kanal boyutu,*
- *İç yüzey pürüzlülüğü,*
- *Hava akış debisi,*
- *Kanal uzunluğu*

*Bu faktörler arasındaki ilişki aşağıdaki bağıntılarla ifade edilir:*

$$\frac{\Delta P}{L} = 67,18 f \left(\frac{1}{d_e}\right)^{1,22} \left(\frac{V}{1000}\right)^{1,82}$$

$$\frac{\Delta P}{L} = 3 \times 10^7 f \left(\frac{Q^{1,82}}{d_e^{4,86}}\right)$$

*Burada  $\Delta P$ : Sürtünme kaybı [Pa]*

*L: Kanal uzunluğu [m]*

*$d_e$ : Kanal çapı veya prizmatik kanalın eşdeğer çapı [mm]*

*V: Hava hızı [m/s]*

*Q: Hava debisi [L/s]*

*Dikdörtgen kanallar için eşdeğer çap aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir:*

$$d_e = \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}}$$

*Burada  $d_e$ : Dikdörtgen kanalın eşdeğer çapı [mm]*

*a ve b: Kanal kenar ölçüleri [mm]*

*Bir diğer kullanışlı parametre hız basıncından elde edilen hız basınç yüksekliğidir:*

$$h_v = 0,6137 V^2$$

$$h_v = 1 \times 10^6 \frac{Q^2}{d_e^4}$$



Bağlantı elemanlarındaki sürtünme kayıpları hız yüksekliğine bir sabit çarpan veya katsayı eklenerek bulunur. Farklı bağlantı elemanları için bu katsayılar aşağıdaki tabloda verilmiştir:

**TABLO-6.19 Bazı bağlantı elemanları için sürtünme katsayıları**

<b>Bağlantı Elemanı</b>	<b>C Katsayısı</b>
Daralma parçası	0,25
Dirsek	0,27
Pantolon parçası (Y)	0,30
Te parçası	0,37

**NOT:** Burada verilen C değerleri kaba bir yaklaşım olup detaylı hesaplamalar için Ek-6'da verilen değerler kullanılmalıdır.

Bağlantı elemanlarında oluşan dinamik basınç kayıpları aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir:

$$\Delta P_d = C h_v$$

Burada  $P_d$ : Kanal bağlantı elemanlarındaki dinamik kayıp [Pa]

C: Bağlantı elemanlarındaki sürtünme katsayısı

$h_v$ : Hız yüksekliği [Pa]

*Düz kanallardaki kayıp katsayısı R, Darcy-Weisbach bağıntısına göre hesaplanmış olup galvaniz kanallar için Ek-2'de verilmiştir. Belli bir çap için hıza bağlı olarak Tablo Ek-2'den bulunan R değeri, kanal uzunluğu ile çarpılırsa statik (sürekli) basınç kaybı bulunur.*

$$\Delta P_s = R \times L$$

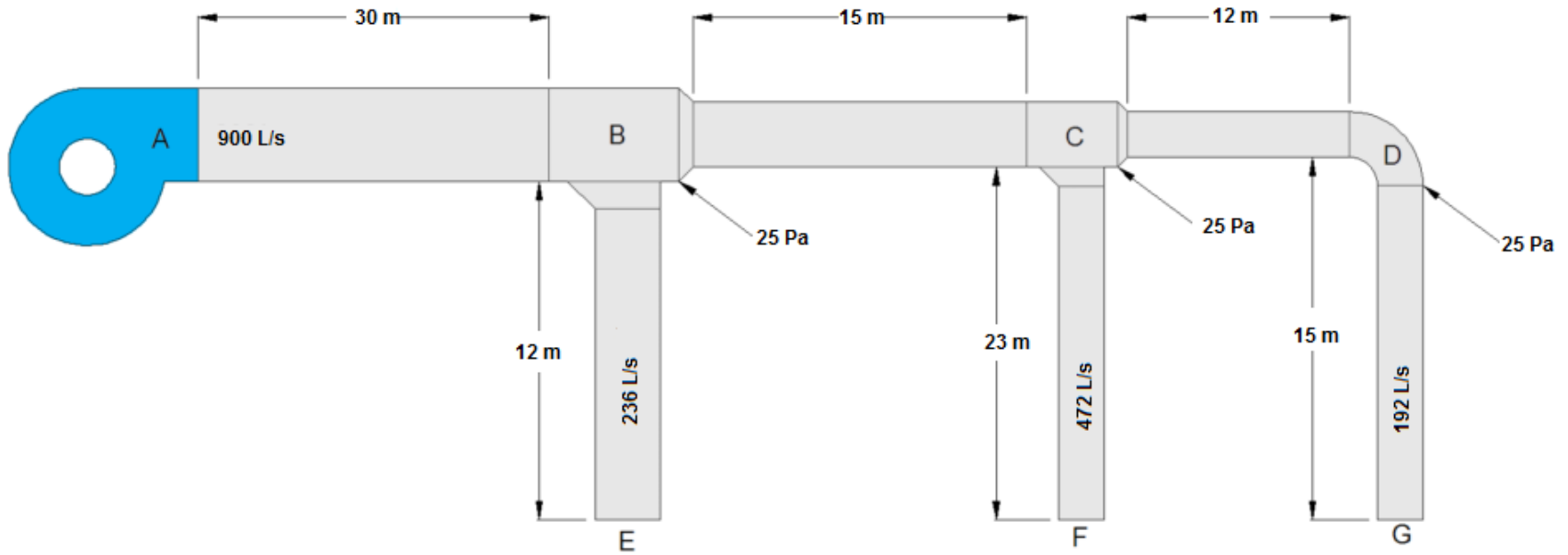
*Burada : Düz kanallar için statik basınç kaybı değeri [Pa]*

*R: Kanal içi yüzeyindeki pürüzlülüğe ve hıza bağlı özgül sürtünme kaybı [Pa/m]*

*L: Kanal uzunluğu [m]*

## Örnek:

Şekildeki yuvarlak kanal sisteminin statik basınç kaybını hesaplayınız. Dirsek oranı  $R/D=1,5$  ve eşdeğer sürtünme kaybını düz kanallar için  $2 \text{ Pa/m}$  kabul ediniz.



Şekil-6.17 Örnekteki havalandırma sistemi

**Çözüm:** Düz kanallar için Ek-2 diyagramı yardımıyla;

**G parçası:** 192 L/s debi ve  $R=2$  Pa/m için  $V=5,52$  m/s ve  $D=210$  mm,

**D parçası:** 192 L/s debi ve  $R=2$  Pa/m için  $V=5,52$  m/s ve  $D=210$  mm,

**C parçası:** 664 L/s debi ve  $R=2$  Pa/m için  $V=7,5$  m/s ve  $D=335$  mm,

**B parçası:** 900 L/s debi ve  $R=2$  Pa/m için  $V=8,07$  m/s ve  $D=377$  mm bulunur.

Kanal bağlantı elemanları için Ek-6 kullanılarak;

**G serbest çıkışı:**  $C=1$  alınır (SR2-1),

**D dirsek (D):**  $r/D=1,5$  ve  $D=210$  mm için  $C=0,11$  (Ek-6, Model CD3-1),

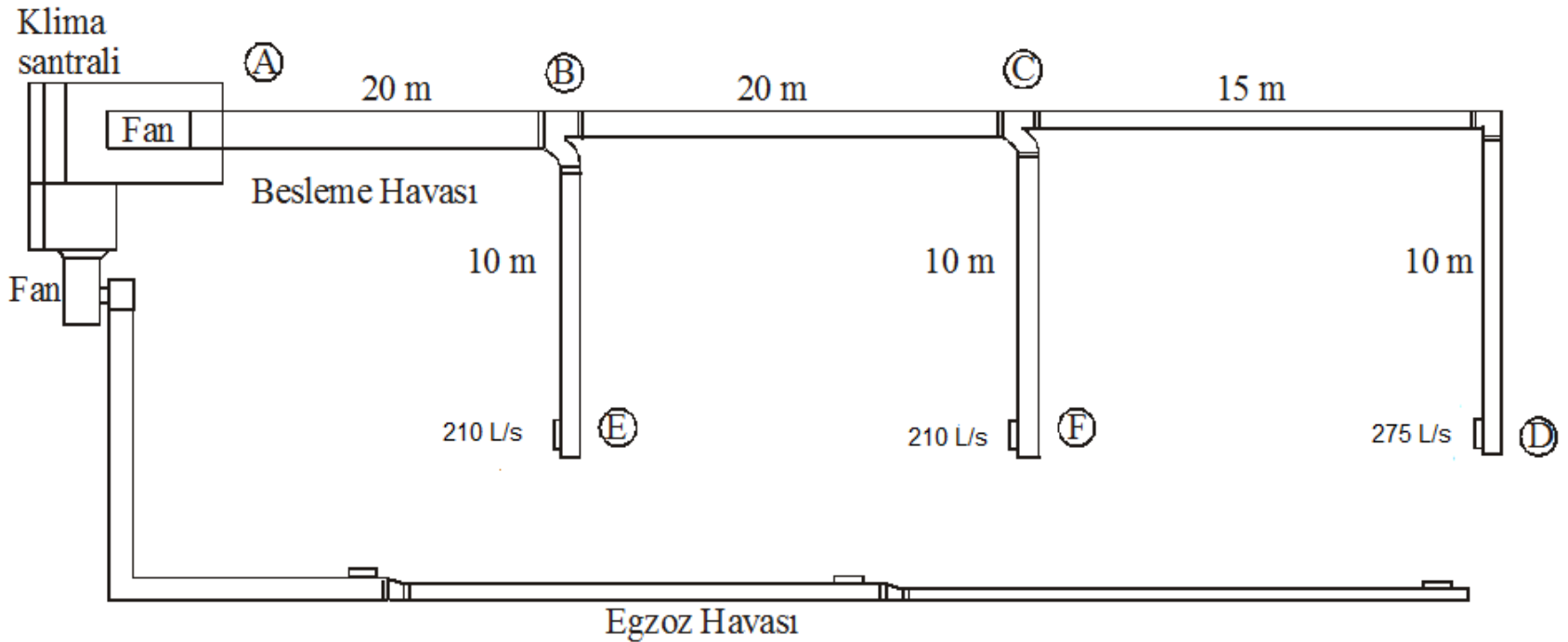
**Te parçası (C):**  $A_s/A_c=210^2/335^2\approx 0,4$  için  $Q_s/Q_b=192/664\approx 0,3$  için  $C=0,14$  (SD5-10)

**Te parçası (B):**  $A_s/A_c=335^2/377^2\approx 0,8$  için  $Q_s/Q_b=664/900\approx 0,7$  için  $C=0,13$  (SD5-10)

*TABLO-6.20 Kanal ölçülendirilmesi ve basınç kayıplarının bulunması*

Kısım	Hava Kanal Hesabı				Sürtünme Kayıpları			Dinamik Kayıplar		Toplam Kayıplar
	Debi	Hız	Eşdeğer Çap	Kanal Ölçüsü	Boy	Öz. Sürt. Kaybı	Sürt. Kaybı	Kayıp Kats.	Din. Kayıp	
	Q	V	$d_{eş}$	$a \times b$	L	R		C		$\Delta P_T$
	L/s	m/s	mm	mm x mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	Pa
G	192	5,5	210		15	2	30	1	18,15	48,15
D	192	5,5	210		12	2	24	0,11	1,996	25,996
C	664	7,5	335		15	2	30	0,14	4,725	34,725
B	900	8	377		30	2	60	0,13	4,992	64,992
									Toplam	173,863
F	472	6,9	295							
E	236	5,8	227							

**Örnek:** Aşağıdaki Şekil-6.18'de hava kanalı şebekesinin kanal ölçülerini ve toplam basınç kaybını bulunuz. Vantilatör çıkışındaki hava hızını  $8 \text{ m/s}$  alınız. Bağlantı elemanlarının  $C$  değerlerini Tablo-6.19'dan alınız. Kanal kare olarak başlayıp bir kenarı (genişliği) sabit kabul edilerek prizmatik kanala dönüştürülecektir. Son menfez kaybı  $25 \text{ Pa}$  alınacaktır.



Şekil-6.18 Havalandırma kanalı şebekesi

*TABLO-6.21 Kanal ölçülendirilmesi ve basınç kayıplarının bulunması*

Kısım	Hava Kanal Hesabı				Sürtünme Kayıpları			Dinamik Kayıplar		Toplam kayıp
	Debi	Hız	Eşdeğer Çap	Kanal Ölçüsü	Boy	Öz.Sürt. Kay.	Sür. Kay.	Kayıp Kat.	Din. Kay.	
	Q	V	$d_{eş}$	$a \times b$	L	R	=LR	C		$\Delta P_T$
	L/s	m/s	mm	mm x mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	Pa
AB	695	7,86	333	300 x 300	20	2,2	44	0,37	13,715	57,715
BC	420	6,95	280	300 x 225	20	2,2	44	0,37	10,723	54,723
CD	210	5,86	215	300 x 150	25	2,2	55	0,27	5,563	60,563
									Menfez	25
									Toplam	198,001
BE	210	5,86	215	300 x 175						
CF	210	5,86	215	300 x 175						

#### **6.9.4 Uzatılmış Plenumlar**

*Uzatılmış plenum, bir geniş kanal veya uzun bir depo olarak tarif edilir ve genellikle fan çıkışındadır. Bu plenum üzerinde çeşitli hava çıkış açıklıkları veya kol çıkışları bulunmaktadır. Plenumlar sulu sistemlerdeki kolektöre benzer bir fonksiyona sahiptir. Bu sistemin dezavantajı düşük hava hızları nedeniyle büyük ölçüde ısı kayıp ve kazançlarına neden olmasıdır. Genellikle sıcak hava ile komut ısıtması gibi küçük fakat çok dallı sistemlerde kullanılır.*

#### **6.9.5 T Yöntemi**

*Bu yöntem yeni geliştirilmiş bir kanal dizaynı optimizasyon yöntemidir ki, sistemin ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti, enerji maliyeti, çalışma saati, yıllık enflasyon oranı, faiz oranı vs. gibi parametrelerini de göz önüne alarak hesap yapar. Bu yöntemin uygulanmasında esas olarak uygun bilgisayar programlarından faydalanılabilir.*

*Bu yöntemde, sistem yoğunlaştırılması, fan seçimi ve sistem genişlemesi şeklinde üç aşamadan oluşan hesaplama yöntemi vardır. Süreklilik, nominal kanal boyutu, hava hızı sınırlaması ve konstrüksiyon sınırlaması gibi hususlar dikkate alınarak hesaplamalar gerçekleştirilir.*



### **6.9.6 Sabit Hız Yöntemi**

*Bu yöntem, özellikle kanallarla madde transferi yapılan endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Bu yöntemde Tablo-10.3'teki "Kirletici Taşıma Hızları"na bağlı olarak belirlenen kanal hızı tüm kanal boyunca sabit tutulur. Aynı şekilde kanal çapı da sabit alınır. Endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak dikişsiz (eksiz) yuvarlak kanallar tercih edilir. Bu kanallar çoğunlukla siklonlara ve/veya toz tutma filtrelerine, oradan da emiş fanlarına bağlanır.*

### **6.9.7 Toplam Basınç Yöntemi**

*Toplam basınç yönteminde dinamik ve statik basınçların toplamı her kanal parçası için ayrı ayrı hesaplanır. Yaygın olarak kullanılan bir yöntem değildir.*

## 6.10 SANTRAL İÇİ CİHAZLARININ BASINÇ KAYBI

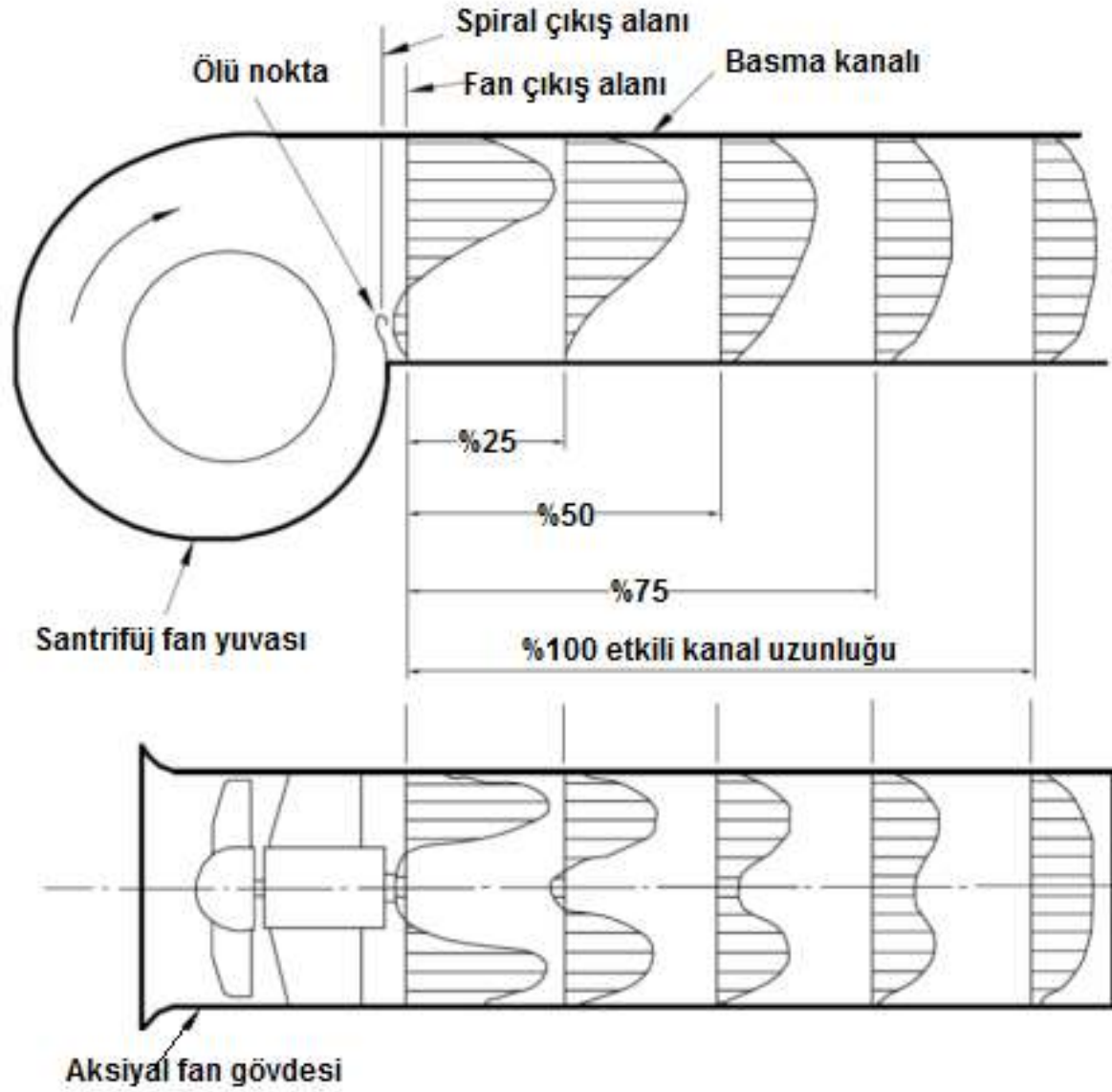
*Santral içine yerleştirilen kapaklar, susturucular, ısıtıcı ve soğutucular, hava filtreleri, nemlendiriciler, damla tutucular, nem tutucular ve ısı geri kazanım cihazları gibi kısımlar da önemli ölçüde basınç kaybına sebep olmaktadır. Aşağıda verilen Tablo-6.22'de santral içi cihazların sebep oldukları basınç kayıpları verilmiştir.*

*TABLO-6.22 Santral içi bağlantı cihazları basınç kayıpları*

<b>Bağlantı Cihazı</b>	<b>Pa</b>	<b>Bağlantı Cihazı</b>	<b>Pa</b>
<i>Kalın Filtreler</i>	<i>60-120</i>	<i>Hava Menfezi</i>	<i>15-40</i>
<i>İnce Filtreler</i>	<i>120-160</i>	<i>Susturucu</i>	<i>20-50</i>
<i>Isıtıcılar</i>	<i>20-100</i>	<i>Panjur Kapak (Açık)</i>	<i>10-30</i>
<i>Soğutucular</i>	<i>30-120</i>	<i>Dış Koruma Kafesi</i>	<i>30-60</i>
<i>Buharlaştırıcı</i>	<i>80-150</i>	<i>Yangın Koruma Kapağı</i>	<i>5-30</i>

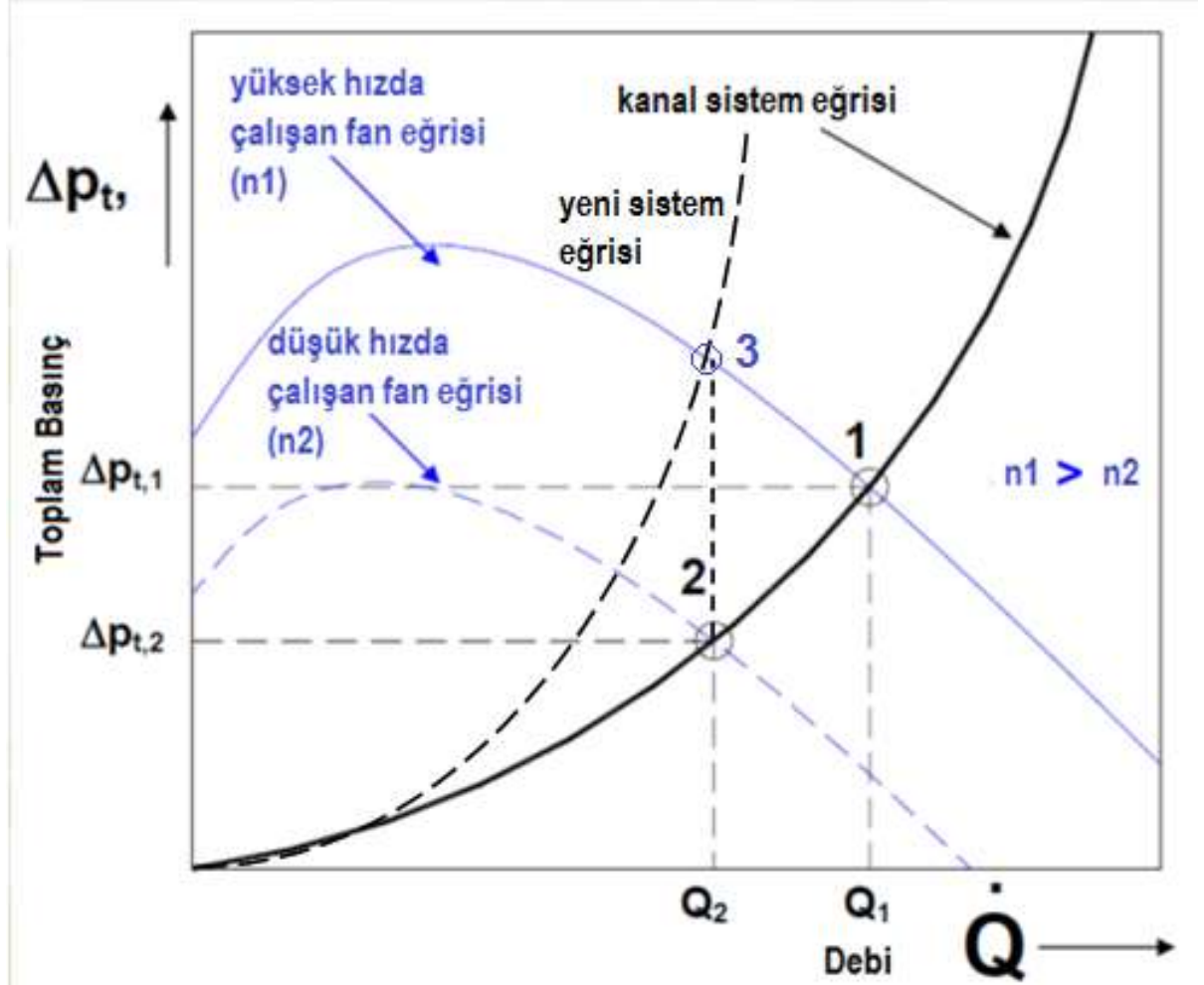
## **6.11 FAN SİSTEM ETKİLEŞİMİ**

*Fan performans verileri, uygulamada ölçülenlerden farklı olmaktadır. Fan testleri sırasında giriş serbesttir ve çıkışta ise çıkışla aynı kesitte ve yeteri kadar uzunlukta düz kanal bulunur. Bu fan performansı açısından en uygun durumdur. Hâlbuki uygulamada fan giriş ve çıkışında uygun olmayan bağlantılar söz konusudur. Bu durumda hesaplanan sistem hava debisi ve basınç kaybına göre seçilecek fanın yetersiz kalmasına neden olacaktır. Bunun önlenmesi için fan-sistem etkileşimini dikkate alan ilave basınç kaybı göz önüne alınmalıdır. Burada sözü edilen fan-sistem etkileşimi tesisin tamamlanmasından sonra test ve ayar işlemi sırasında ölçülemez. Bu nedenle tasarım sırasında projeci tarafından sistem etkisi hesaplanıp fan seçimi buna göre yapılmalıdır. Fan-sistem etkileşiminde “üfleme alanı/çıkış ağız alanı oranı” ve “etkin kanal uzunluğu yüzdesi” değerleri Şekil-6.19’da gösterilmiştir.*



Şekil-6.19 Kontrollü difüzyon ve düz çıkış kanalında düzgün hız profili teşkili

Fan bir kanal sistemine bağlandığında çalışma noktası Şekil-6.20'deki gibi olur. Devir sayısı azaldığında hem basınç hem de debi azalır. Fan sistem etkileşimi için bu çalışma noktası 1'den 2'ye doğru kaymış olur. Şayet devir sayısı yerine hava debisi damper ile kısılacak olursa yeni çalışma noktası 3'e kayar. Debi azalırken basınç artmış olur.



Şekil-6.20 Fan sistem etkileşimi ve çalışma noktasının değişimi

## **6.12 KANAL SİSTEMİNDE EKONOMİ**

*Bir kanal sisteminde maliyetleri, diğer sistemlerde olduğu gibi ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti olarak ikiye ayırmak mümkündür. Her iki maliyeti aynı baza getirip, optimum çözümü elde edebilmek için sistemin toplam yıllık maliyeti tarif edilir. Bu toplam yıllık maliyeti oluşturan kalemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:*

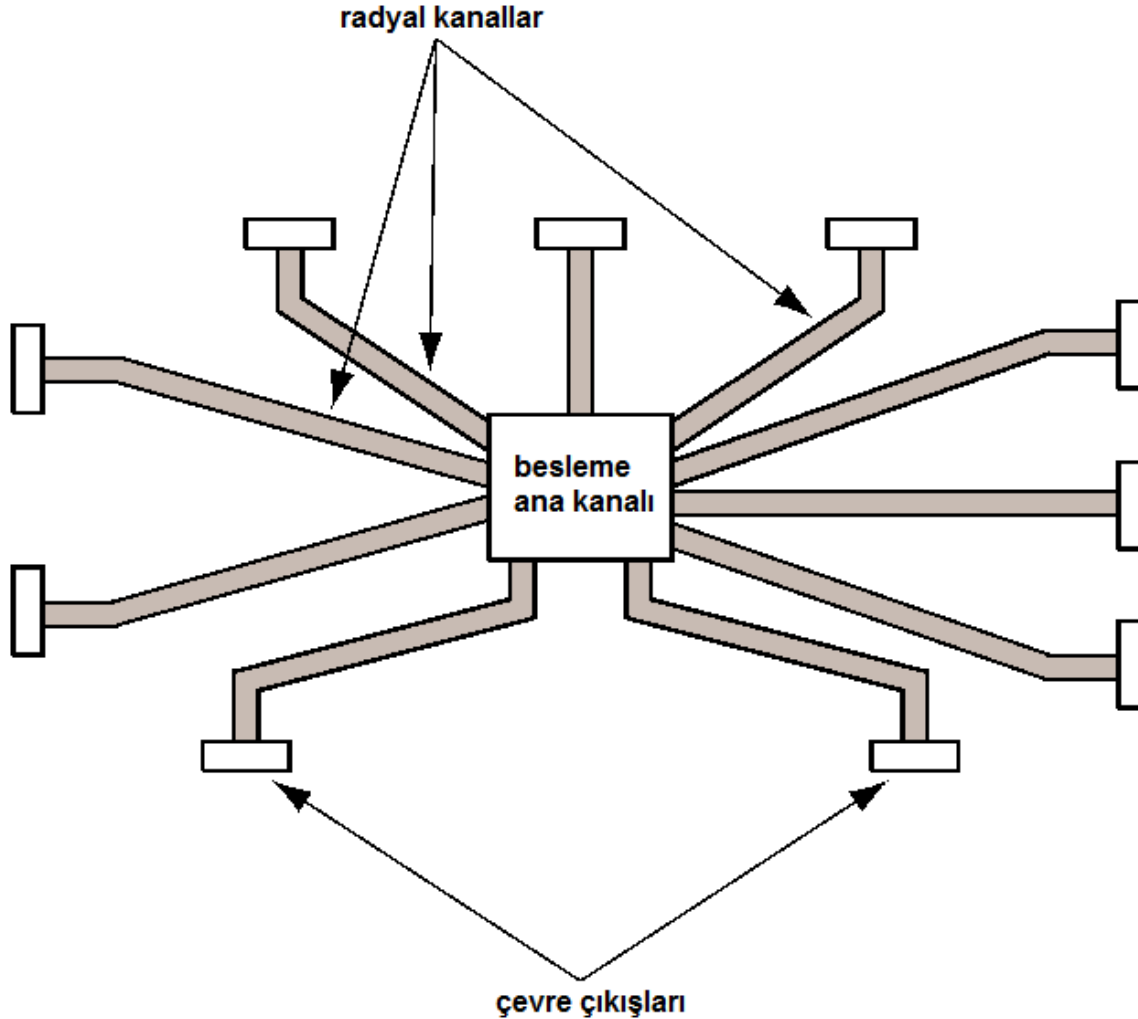
### **A. Yıllık Yatırım Maliyeti**

- *İlk yatırım Maliyetlerinin amortisman süresi ve enflasyon oranlarına göre belirlenen yıllık eşdeğer maliyeti*
- *Faiz Maliyeti*
- *Vergiler*

### **B. Yıllık İşletme Maliyeti**

- *Yıllık enerji maliyeti*
- *Yıllık bakım maliyeti*
- *Yıllık işletme maliyeti*

## 6.14 BESLEME KANALI SİSTEMİ TİPLERİ



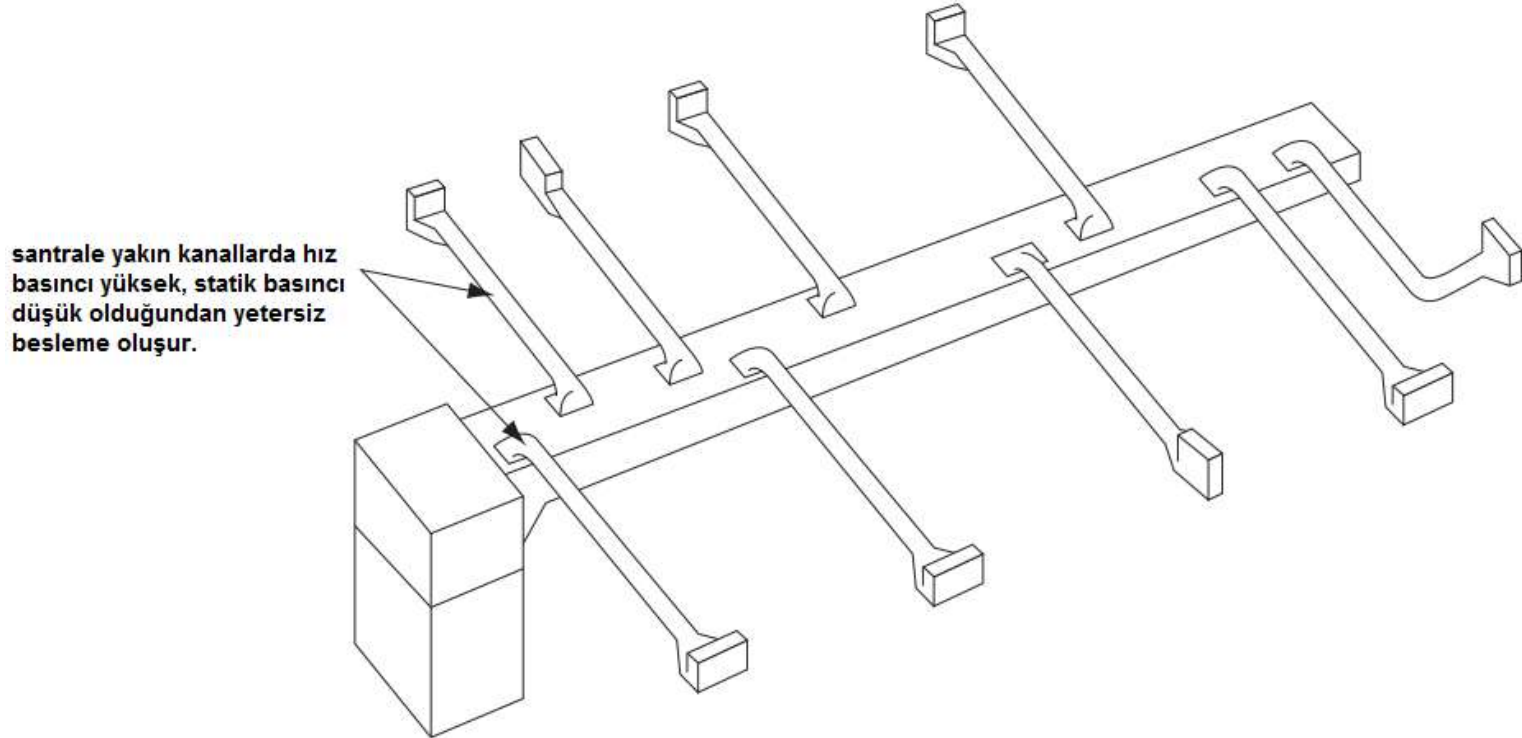
### 6.14.1 Radyal (Dairesel) Sistem

Radyal (daireysel) kanal sistemi en basit şekilde merkezi bir ana besleme kanalına bağlanan çok sayıda daireysel şekildeki kanal kollarından oluşur.

Şekil-6.26 Radyal (daireysel) kanal sistemi

### 6.14.2 Uzatılmış Büyük Kanal (Plenum) Sistemi

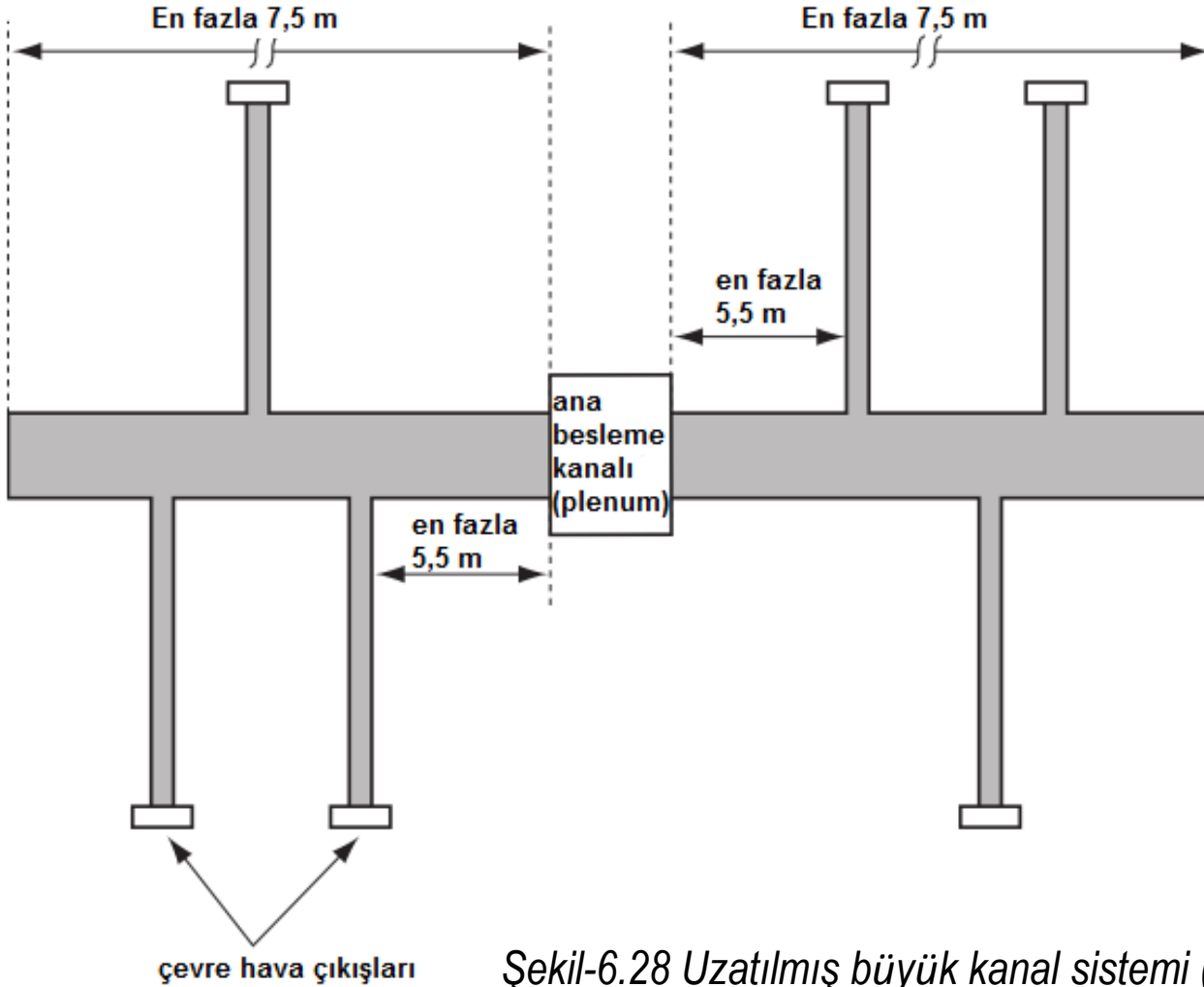
Uzatılmış büyük kanal sistemi (Şekil-6.27) genellikle iç üniteye bağlı bir veya iki adet kutuya benzer büyük kanal sisteminden oluşur. Bu uzatılmış büyük kanal aynı genişlik ve yüksekliğe sahip olup başlangıçtan sona kadar aynı boyuttur. Kollar, uzatılmış büyük kanala bağlı çıkış ağızlarıdır. En iyi sonuçlara, uzatılmış büyük kanalın klima santrali veya hava ısıtıcıdan 7,5 m'den daha fazla olmadığı durumlarda ulaşılır.



Şekil-6.27 Uzatılmış büyük kanal sistemi (tekli kanal)



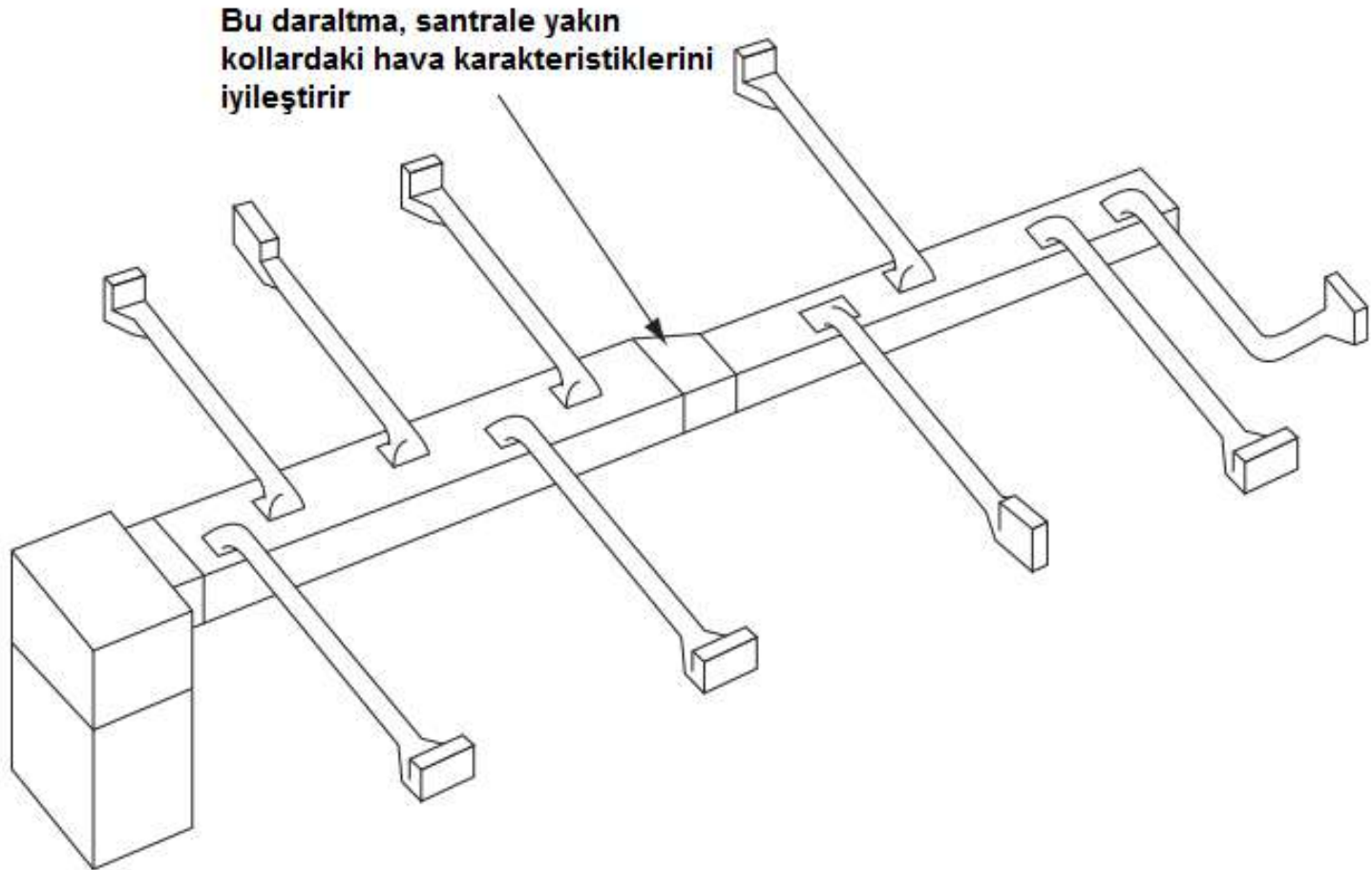
Şayet ikili büyük kanal kullanılıyorsa (Şekil-6.28) bu mesafe 15 m'ye kadar çıkabilir. Şayet fiziksel proje gereklerine bağlı olarak daha uzun hatlar gerekiyorsa daralan uzatılmış büyük kanal sistemi kullanımı gibi ilave çözümler dikkate alınmalıdır.



Şekil-6.28 Uzatılmış büyük kanal sistemi (İkili uzatılmış kanal)

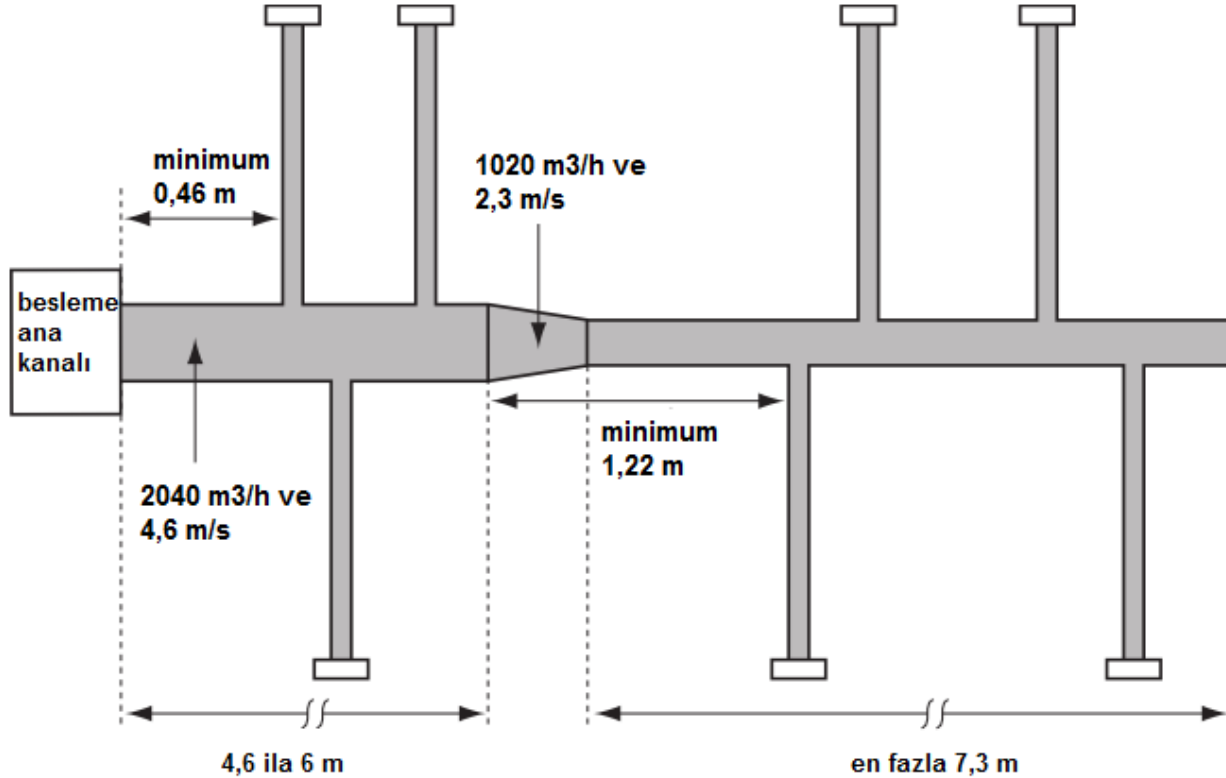
### 6.14.3 Daralan Büyük Kanal Sistemi

Daralan büyük kanal sistemi, (Şekil-6.29) fiziksel boyutlar veya yapısal zorunluluklar nedeniyle 7,5 m'den daha uzun olması gerektiği durumlarda kullanılabilir.



Şekil-6.29 Daralan büyük kanal sistemi

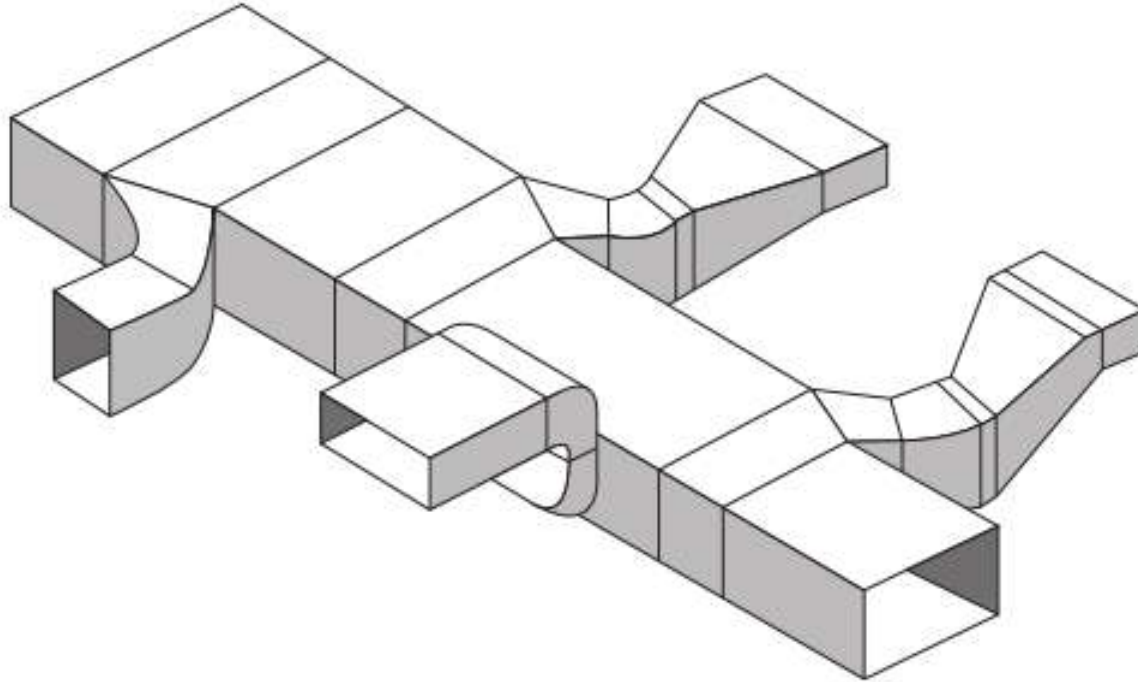
Daralan büyük kanal kavramı çok basit olup bir redüksiyon ile kanal hızları ve kesiti %50 azaltılır. Bu daraltma, santrale yakın kollardaki hava karakteristiklerini iyileştirir. %50 kuralı Şekil-6.30'da gösterilmiştir. Kanalin geniş kısmına dikkat edilirse buradaki hava debisi  $2040 \text{ m}^3/\text{h}$  ve kanaldaki hız  $4,6 \text{ m/s}$ 'dir. Üçüncü koldan sonra hava debisi  $1020 \text{ m}^3/\text{s}$  ve hava hızı  $2,3 \text{ m/s}$ 'ye düşmektedir.



Şekil-6.30 Daralan büyük kanalda %50 kuralı

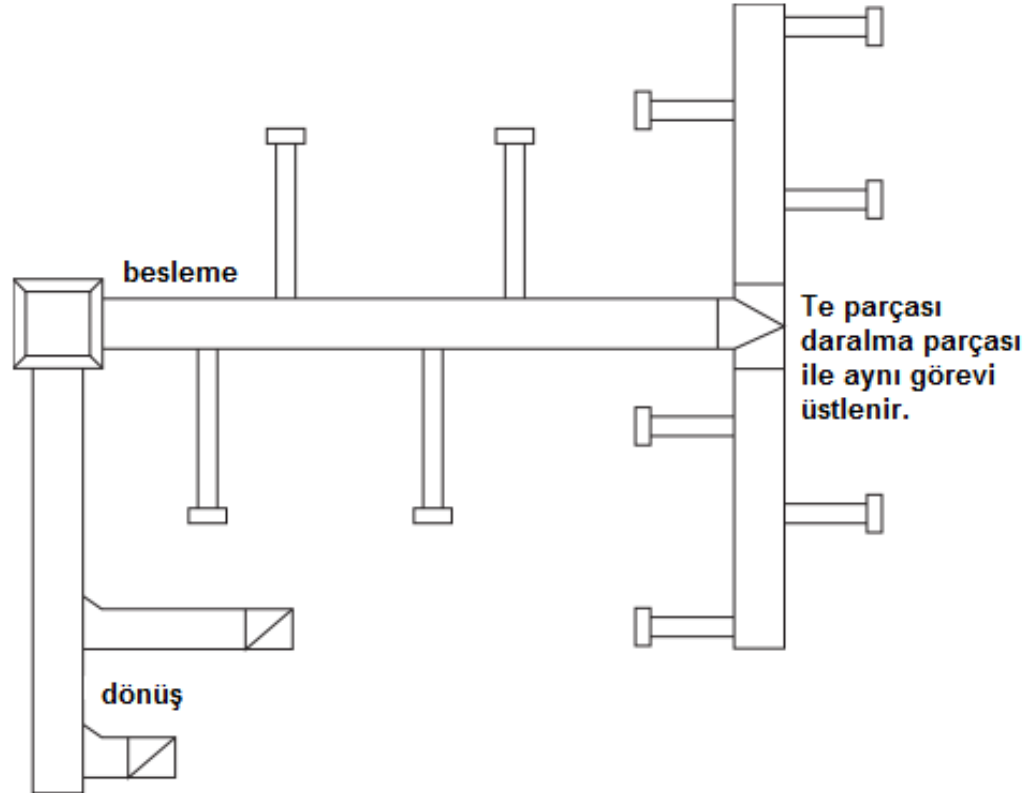
#### 6.14.4 Daralan Gövde Sistemi

Daralan gövde sistemi (ekil-6.31), kademeli daralma dışında daralan büyük kanal sistemine çok benzemektedir. Bu oklu daralmalar, her blne verilen hava debisi drlmek suretiyle  $m/s$  olarak hava hızını her gövde parçasında sabit hale getirir. Bu sistemi imal ve monte etmek için genellikle daha fazla levha metal ve işçilik gerekir. Bir diğer önemli problem çok fazla bağlantı kısmının sızdırmaz hale getirilmesi zorunluluğudur.



Şekil-6.31 Daralan gövde sistemi

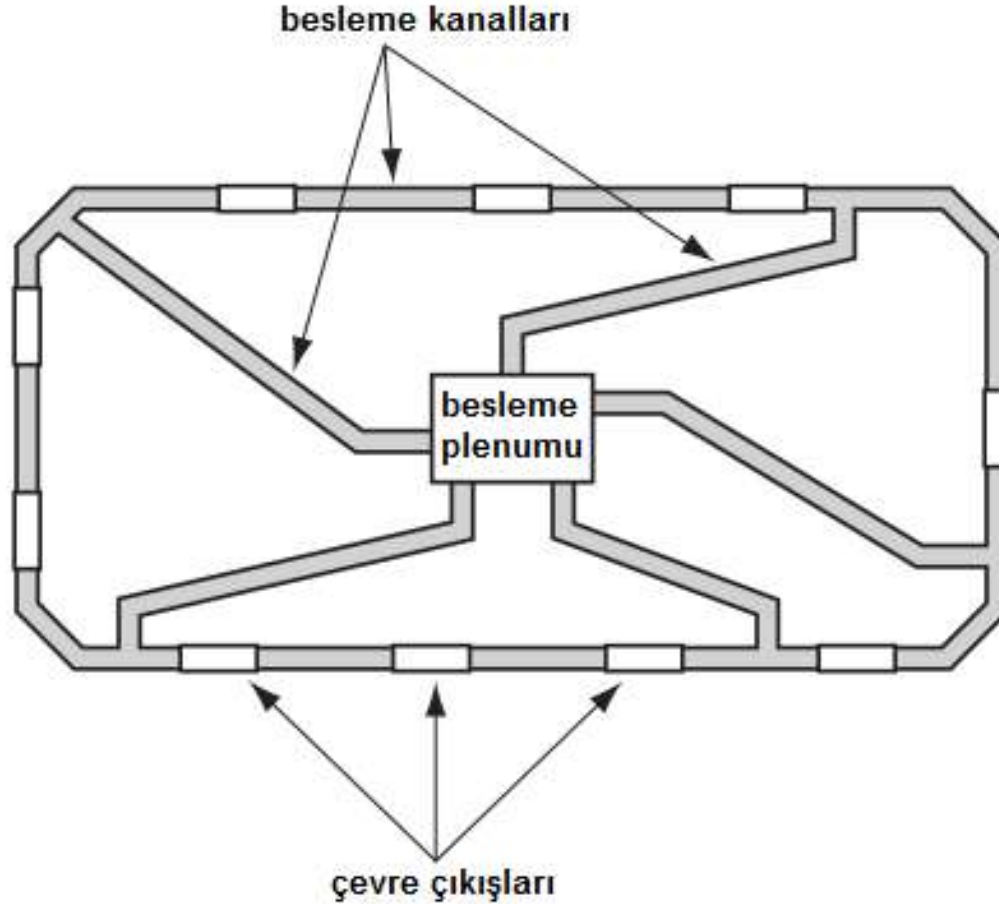
*Kullanılan bir diğer düzenleme, birincil/ikincil gövde sistemi olarak bilinir (Şekil-6.32). Bu tip sistem; bir adet birincil gövdeye ve iki veya daha fazla ikincil gövdeye sahiptir. Sistemde birincil gövdenin sonuna “Te” bağlantı elemanı yerleştirilerek daraltılmış gövde sistemindeki aynı işlev yapılmış olur.*



*Şekil-6.32 Birincil-ikincil gövde sistemi*

### 6.14.5 Çevresel Döngülü Kanal Sistemi

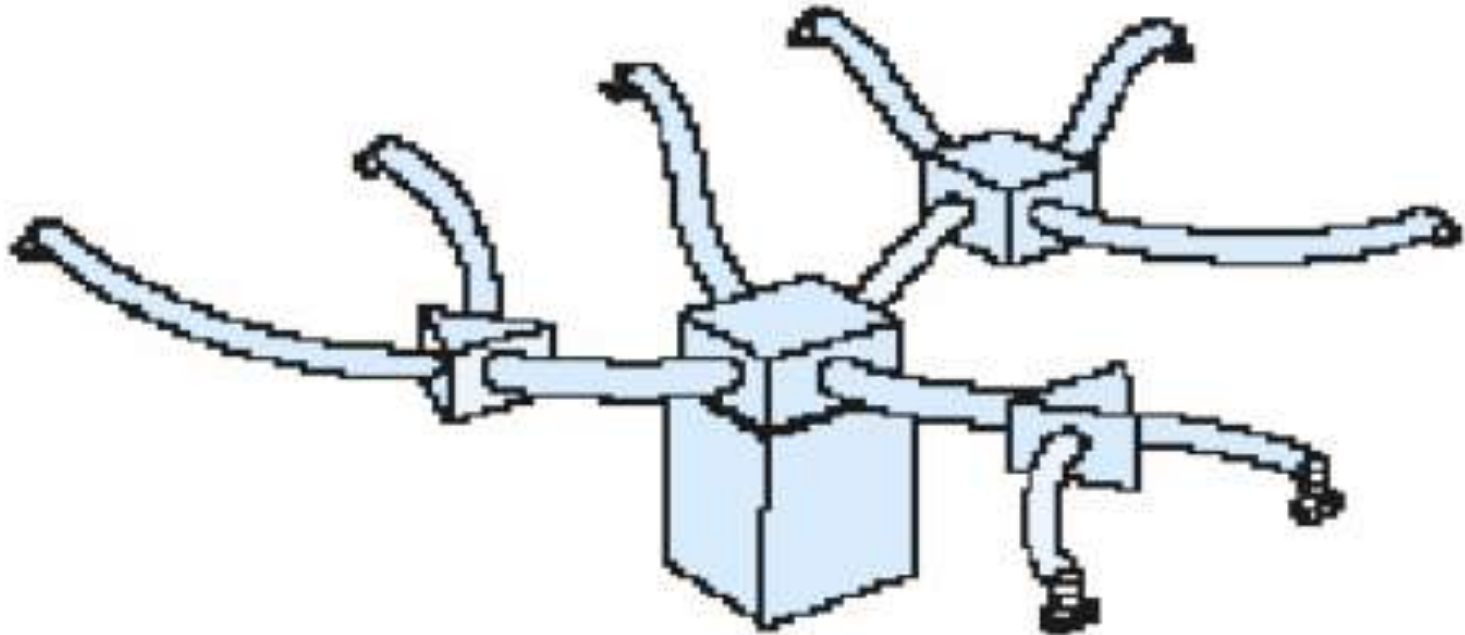
Çevresel döngülü kanal sistemi, asmolen katlı betonarme binalar için uygundur (Şekil-6.33). Genellikle soğuk iklimlerdeki uygulamalarda radyal sistemden daha iyidir.



Şekil-6.33 Çevre dönüşlü kanal sistemi

### 6.14.6 Örümcek Sistemi

Bir örümcek kanal sistemi, gövde ve kol sisteminin bir uzak çeşididir. Büyük besleme hava kutusundan, genellikle büyük çaplı esnek kanallarla daha küçük hava kutularına bağlanır. Bu küçük hava kutusundan daha küçük esnek kanallarla menfez ve difüzörlere bağlanır. Aşağıdaki Şekil-6.34'te bu sisteme ait bir şema gösterilmiştir.



Şekil-6.34 Örümcek kanal sistemi