



bu bir MMO  
yayımıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Merkezi Vakum Yöntemli Süpürge Tesisleri**

**Hüseyin AKKOÇ  
Nuri ARUN**

ED-VAN Vantilatör San. Tic. Ltd. Şti.

**MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI**

**BİLDİRİ**

## MERKEZİ VAKUM YÖNTEMLİ SÜPÜRGE TESİSLERİ

Hüseyin AKKOÇ

Nuri ARUN

### ÖZET

Hastaneler, büyük binalar, meskenler ve iş yerlerinde temizlik işlemlerinin daha rasyonel bir biçimde gerçekleştirilmesi için en uygun çözüm yönteminin merkezi vakum sistemi olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlamda çevrenin korunması ve bu yerlerin insancıl kriterlerle değerlendirilmesi açısından bakıldığından en uygun önlemlerin alınması bugün için bir zorunluluk olmuştur. Günlük yaşamda kullanılmakta olan konvansiyonel süpürgelerin aksine, merkezi vakum yöntemi süpürge sistemleri sayesinde dolaşım yapan mekân havasını virüs, bakteri ve mikroorganizmalardan arındırma olanağı gerçekleştirilmişdir.

Halen Kanada ve İskandinav ülkelerinde konutların %95'ine bu sistemin uygulandığı bildirilmiştir. Örneğin İsveç'te sağlık kurallarına uygunluk izninin verilebilmesi için toplu konutlara bu sistemin uygulanması resmi yapı tüzükleri ile zorunlu kılınmıştır.

Merkezi vakum yöntemi süpürge sisteminde ana ünite (toz ve pislikleri tutan siklon ve filtre grubu) mekânının dışına (örneğin garaj, bodrum, kalorifer dairesi, balkon, v.b.) monte edilerek buradan yaşam alanının belli noktalarına çekilen PVC veya çelik boru ile sıva altından vakum prizlerine ulaşmaktadır. Burada 8~10 m uzunlukta taşınabilir özel hortum ve çeşitli emici ağızlıklar kullanılır. Priz sayısı binadaki temizlenecek birimlerin oluşturduğu yüzeyin boyut ve gereksinimine göre tayin edilir. Hortum aksesuarları bu prizlere sokularak süpürme işlemi gerçekleştirilir. Prizlere zaif elektrik akımı starterler konarak merkezi vakum işlevini sağlayan ve torba filtre sistemi ile birleşik vakum üreten körüğe kumanda etmek olanağı vardır.

Yaşam alanımızın içindeki toz, süprüntü, akar, güve ve diğer mikroorganizmalar bir siloda toplanarak kolaylıkla boşaltılabilmektedir. Yapılan tıbbi araştırmalardan anlaşıldığına göre allerji olarak nitelenen yakınlıların %90'ının nedeni ev ve işyerlerindeki toz ve tozlu havadır.

Geniş alanlı tesislerin vakum yöntemi merkezi süpürge sistemleri bir siklon ayırcısı ve otomatik temizlemeli dokuma filtre ve yaklaşık 25~35 kPa basınç kapasitesinde körük ve bir susturucudan oluşur. Sızdırmaz klapeli separatörde toplanan tozların kolaylıkla boşaltılması sağlanır. Bir veya iki ailenin yaşadığı evlerde kurulu küçük tesislerde ufak entegre gruplar yeterli olmaktadır.

1970'li yılарın sonuna kadar büyük işletmelerde ve endüstride vakum yöntemi seyyar süpürge sistemleri kullanılmıştır 1980'li yılарın başından itibaren durum değişmiştir. Modern tesislerin projesi hazırlanırken bu sistemin sabit merkezi bir tesis haline dönüştürülmesi eğilimi artık ağır basmaktadır. Özellikle geniş alanlı endüstri işletmelerinde halen merkezi vakum sistemine hızlı bir geçiş olduğu bildirilmektedir.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Merkezi Vakum Yöntemli Süpürge Tesisleri İkesi

#### 1.1.1.1 Sistemin Amaç Ve Görevi

Büyük büro merkezleri, tiyatro, okul, hastahane, sanatoryum, bonmarş, apartman ve evlerde temizlik işlerinin daha rasyonel bir biçimde gerçekleştirilmesi bugün için sorun oluşturmayacaktır. Günlük yaşamda kullanılmakta olan konvansiyonel emici süpürgelerin aksine merkezi vakum yöntemi süpürge sistemleri sayesinde dolaşım yapan mekân havasını virus ve bakterilerden ve mikroorganizmalardan arındırma olağanı vardır. Halen Kanada ve İskandinav ülkelerinde konutların %95'ine bu sistemin uygulandığı ve batı ülkelerinde de hızla uygulama dönemine girildiği bildirilmektedir. İsveçte sağlık kurallarına uygunluk izninin verilebilmesi için toplu konutlara bu sistemin uygulanması, resmi yapı tüzükleri ile zorunlu kılınmıştır. 1980'li yılların başından itibaren özellikle endüstri işletmelerinde halen merkezi vakum sistemi süpürge uygulamasına hızlı bir geçiş gözlenmektedir.

#### 1.1.2. Toz

**1.1.2.1** Toz denildiğinde, herhangibir biçim, yapı ve özgül ağırlığı olan partiküler anlaşıılır. Tozları yapışal inceliklerine göre üç sınıfa ayırmak mümkündür:

Kalın toz	: >10 µm
İnce toz	: 1 . . . 10 µm
Çok ince toz	: < 1 µm

Toz taneciklerinin iriliği 0,1 . . . 1000 µm dolayındadır. Durgun hava içinde hareket halinde olan bu tanecikler yerçekim yasasına bağımlı olmadan çok veya az yavaş bir hızla zemin üzerine çöküş yaparlar. STOKES yasasına göre 20 C° sakin havada bunların çöküşme hızları 0,5 . . . 0,00005 cm/s düzeyindedir.

$$v = 3 \times 10^4 \times \rho \times d^2$$

v = Çöküşme hızı	m/s
$\rho$ = Özgül ağırlık	kg/m <sup>3</sup>
d = Çap eşdeğeri	m

#### 1.1.2.2 Is

Iriliği yaklaşık 1 µm ve daha fazla olan is partikülleri, tam gerçekleşmemiş yanma nedeni ile oluşan saf karbon serpintileridir. Sonderece kirletici ve koroziftir.

#### 1.1.2.3 Duman

İçerdiği partikül irilikleri 0,01 . . . 1,0 µm olan duman, yanma olgusunda ortaya çıkan kül, is, katranlı ve sıvı parçalar ile metal bileşikleri, su ve gazdan oluşur.

#### 1.1.2.4 Toz Bileşiği

Anorganik bileşimler: Kum, kömür, kül, kalker, metal, taş tozcuları, çimento, v.b.

Organik bileşimler : Bitki parçacıkları, tohumlar, polenler, sporlar, ince tüy, tekstil lifleri, un, v.b.

#### 1.1.2.5 Toz Oluşumu

Günlük yaşamdaki isıtma, yakmalar, mekanik ve kimyasal işlemler, taşit ve demiryol trafiği, giysi yıpramları, makina ve malzeme aşıntıları, toz oluşumunun kaynağıdır. Yaygın miktarda toz, özellikle konut inşaatı, çimento ve tekstil fabrikaları, dökümhaneler, v.s. tarafından çevreye yayılır (endüstriyel toz). Endüstride sürdürulen üretimde veya yığın malların taşınma sırasında alınan çoğu önlemlere karşı havada uçuşan bu tozlar civardaki cihazların, makinelerin, duvar çıkışlarının, boru hatlarının

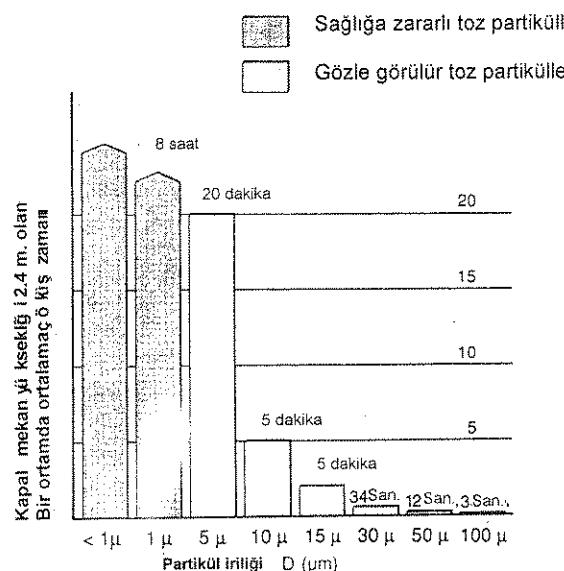
Üzerlerine, hangar ve bina döşemelerine çöker. Öteki durumlarda tozlar çevre havası ile açık duran kapı ve pencerelerden veya insan trafiği etkisi ile makamlara ulaşır.

Bu tozların temizlenmesi, çeşitli tarzda gerçekleştirilir:

- Süpürge ile süpürme
- Basınçlı hava ile üfürme
- Döşemeleri yıkama
- Hareketli (mobil) endüstri vakum süpürgeleri ile süpürme
- Merkezi vakum yöntemli süpürme tesisleri ile süpürme

Havada uçuşan tozların mekân üzerine çöküş zamanı Şekil 1.1'deki grafikle açıklanmıştır<sup>[1]</sup>.

Süpürge, fırça, tüy paspas ve benzeri ilkel temizlik vasıtaları veya basınçlı hava üfürme yöntemi ile makina ve benzeri konstrüksiyonların temizlenmesi doğru olmaz. Bu yöntemlerle yapılan süpürme ve üfürme işlemleri sonucunda tüm toz partikülleri, temizlenen mekânın bir noktasından obir noktasına uçuşarak uzun süre havada asılı kalır. Böylece bu ince tozcuların taşıdığı allerjenler, bakteri ve virüsler havayı soluyan insanların soluma organlarında ciddi rahatsızlıklara neden olur.



Şekil 1.1  
Uçuşan tozların mekân üzerine  
çöküş zamanı grafiği

Toz bilindiği gibi katı bir partiküldür. İnsan yaşamını rahatsız eden ve sağlığına zarar veren faktörler özellikle partiküllerin büyülüklük ve konsantrasyonudur.

Sağlık yönünden en büyük sorun, hava içinde yüzen ve çapları 5 µm'den küçük olan partiküllerdir. Bu boyuttaki partiküller insan vucudunun koruyucu fonksiyonlarını (özellikle solunum organlarındaki tüyçükler) bozarak akciğerlerde alveoller'de önemli akciğer hastalıklarının oluşmasına neden olur. Döşemelerin yıkanması hernekadar hijyenik bir tür temizlik sayılırsa da uzun vakit alacağından çoğu kez uygulanmaz.

Merkezi vakum yöntemli süpürge tesisleri hemen tüm binalarda ve endüstri kollarında en uygun çözüm tarzı olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem 1980'den buyana çok katlı binaların örneğin büro merkezlerinin, hastahanelerin, okulların, tiyatroların, sinemaların, ibadethanelerin döşeme temizliğinde ve hemen tüm endüstri işletmelerinde uygulanmaktadır.

Merkezi vakum yöntemli toz süpürme tesislerinin projelendirme ve düzenlenmesinde isteklerin tam yerine getirilmesi (Bkz. Paragraf 4) pnömatik iletişim teknigi kapsamında bilgi ve deneyimi gerektirir.

Böyle bir tesisatin üstün faydalarını aşağıda sıralamak mümkündür:

- Kuvvetli, sürekli vakum etkisi sayesinde gerçek temizlik,
- Toz emme agregasının ayrı bir mekânda kurulu bulunması sayesinde işletmenin gürültüsüz olması,

<sup>[1]</sup> Allway ZSS Technik - Heinemann 3/96

- Emici takımların rahatça kullanılabilir olması,
- Mekânlardaki toz birikiminin tümü ile emilmiş olması sayesinde hijyenik bir ortamın gerçekleştirilemesi.

Bir merkezi vakum yöntemi toz emme tesisinin yukarıda belirtilen faydalardan en önemli özellikle hijyenik yönünün üstünlüğüdür. Taşınabilir konvansiyonel vakum yöntemi süpürme agregalarında gerekli emme havası tekrar tozun emildiği mekâna dönüş yapmasına karşın merkezi vakum yöntemi süpürmede emme havası dış atmosfere bırakılmaktadır.

Kassel (Almanya) Teknik Üniversitesinde yapılan bilimsel araştırma sonuçlarına göre toz emme havasının aynı mekâna geri dönüş yaptığında insan sağlığına ciddi biçimde zarar veren bakteriler etrafa savurduğu saptanmıştır<sup>[1]</sup>. Hernekadar iri tozlar agregadaki torbada toplanırsa da, bakteriler saatlerce soluduğumuz mekân havasında serbest dolaşımda kalır. Enfeksiyon ve soğuk algınlığına bağlı hastalıkların bulaşması, merkezi vakum yöntemi toz emme tesisleri sayesinde belirgin olarak azalmaktadır.

## 2. MERKEZİ VAKUM YÖNTEMİ SÜPÜRGE TESİSATININ İŞLEVI

### 2.1. Tesisatı Oluşturan Ögeler

- Vakum ağızlıkları (takımlar),
- Vakum prizleri,
- Boru hattı,
- Vakum üretim merkezi (genellikle sabit veya taşınabilir «mobil» bir agrega).

Cök katlı bir binaya enstale edilmiş olan merkezi vakum yöntemi toz süpürme tesisi Şekil 2.1'de şematik olarak gösterilmiştir. Bu binada çok sayıda branşmanlara ayrılmış yaygın bir boru şebekesi gerçekleştirilmiştir. Boru şebekesi 40 ... 60 mm gibi oldukça dar çaplı borulardan oluşmaktadır. Bunlara ergonomik aralıklarla (Bkz. Şekil 2.2) özel vakum prizleri bağlanmıştır. Endüstriyel iş merkezlerinde bu prizler paslanmaz çelikten (Bkz. Şekil 2.3) ve mekanik zorlanmalara dayanıklı bir biçimde yapılır (Bkz. Şekil 2.4).

Vakum prizlerine takılan 10 ... 15 m uzunlukta hafif ve kullanışlı özel hortumlarla geniş bir çalışma alanına erişmek olanağı sağlanır. Boru hattının sonunda bir toz ayrışım merkezi yerleştirilmiş bulunur. Döseme, kiriş ve cihazların üzerinde biriken tozları etkili bir şekilde emmek için (Bkz. Şekil 2.9) birbirinden farklı takımlar uygulanır. Ancak emilen tozların ince taneli ve kuru olması gereklidir. Normal teçhizatlı bir toz emme tesisi ile çapları 1 mm'ye varan taneler emilir.

Bir temizlik görevinin bir saatte 200 ila 250 m<sup>2</sup>/h yüzey temizliğini gerçekleştirebileceği dikkate alındığında, süpürülecek mekânlar için genelde öngörülen emme kapasitesi saatte 250 kg/h dolayındadır. Bu açıklama özgül yoğunluğu yaklaşık 1000 kg/m<sup>3</sup> ve ortalama toz tabakası 1 mm olan varsayıma göredir.

Aynı anda çalıştırılacak olan emme prizlerinin sayısı belli sınırlara uyulmak koşulu ile saptanır. Hava kapasitesi, tozun içeriği madde yapısına ve partikül grupunun yüze hızına ve mevcut koşullara göre tayin edilir. Bununla beraber en uygun bir sonuç elde etmek için gerekli negatif basınç (vakum) döşenecek boru şebekesine göre hesaplanır. Özellikle takım birleşimelerinde sistemdeki elektrostatik boşalma nedeni ile kivircim oluşmasından (eksplozyon tehlikesine karşı) sakınılması gereklidir.

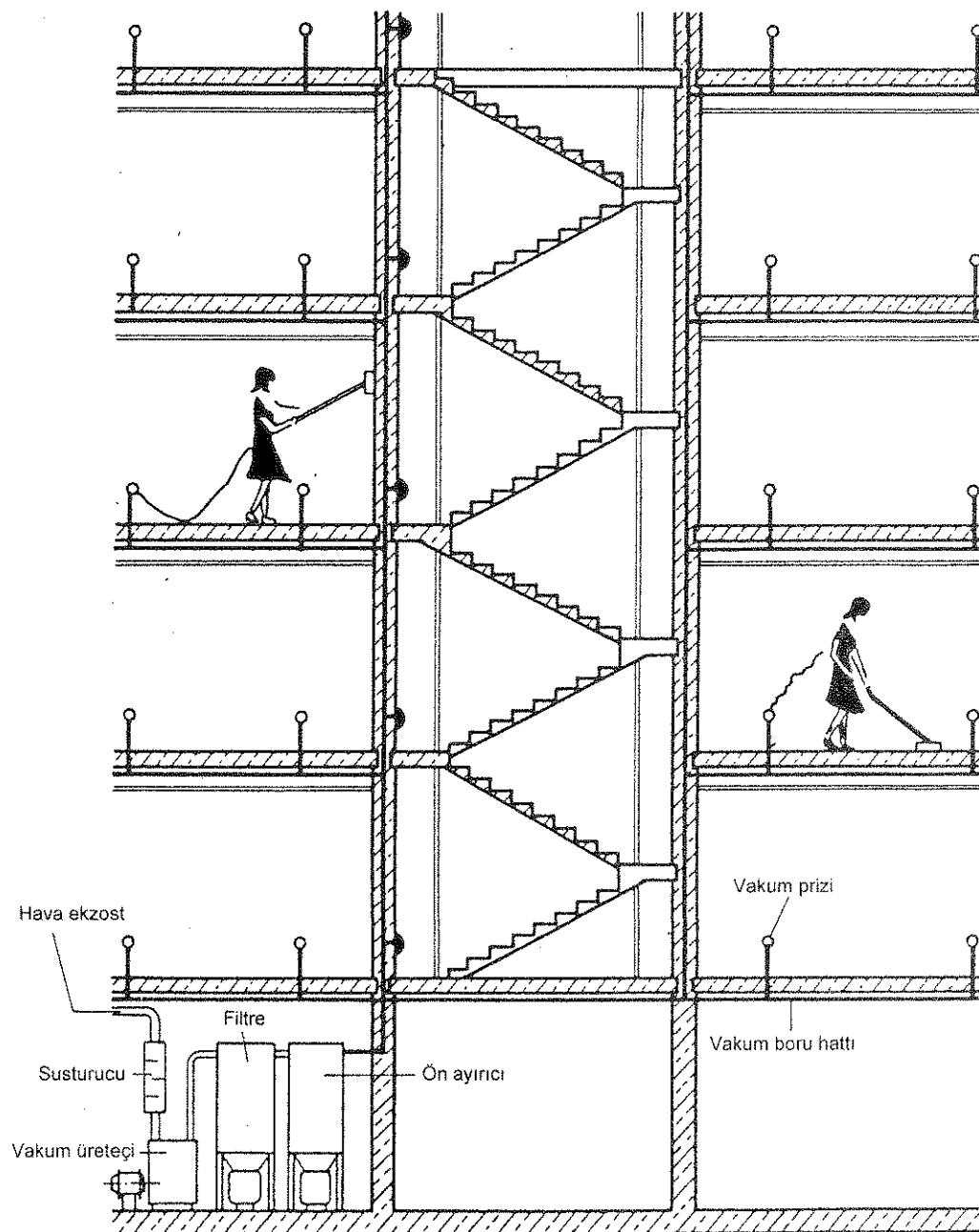
#### 2.1.1. Vakum Boru Hattı

Vakum ve birleştirme hatları için çoğunlukla çapları 40, 50, 60 mm olan çekme çelik borular uygulanmakla birlikte 1990 başından bu yana özel plastik borular kullanılmıştır. Bu boruların iç çeperleri kaygan görünümdedir. Bundan başka ekleme ve birleştirme işlemleri için çok elverişlidir (Bkz. Şekil 2.5).

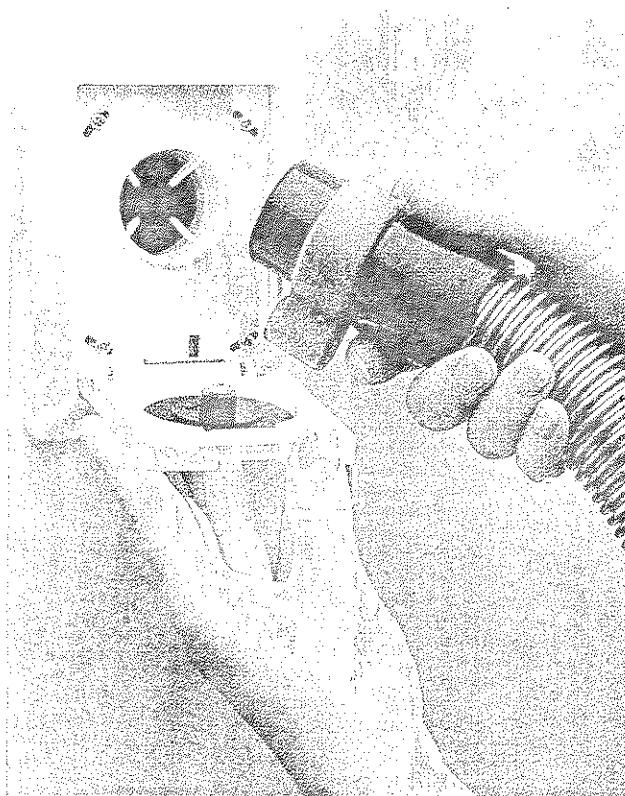
Kıvrımlı boru dirsekleri esas itibarile geniş radyuslu olarak döşenir (Bkz. Paragraf 4.1.4.5). Boru hattının döşenmesinde aerodinamik kurallara ve pnömatik iletişim tekniğinin ilkelerine uyulması

[1] Herbert Mürmann – (Bielefeld/Almanya) TAB 9/85. 955/8

gereklidir. Böylece boru hattını oluşturan sistemde boruların her ne şekilde olursa olsun tıkanıklığa yol açmaması için minimum iletim hızının altına düşülmemesi son derece önemlidir.



**Şekil 2.1.** Merkezi vakum yöntemli bir toz süpürme tesisatının prensip şeması

**Şekil 2.2**

(Allaway Heinemann GmbH/  
Schorndorf)

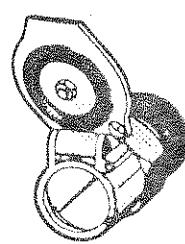
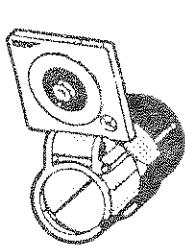
Plastikten yapılmış toz emme prizi ve emme hortumu.

Priz üzerindeki yaylı ve sızdırmaz contalı kapak otomatik olarak kapanma durumunda kalır.

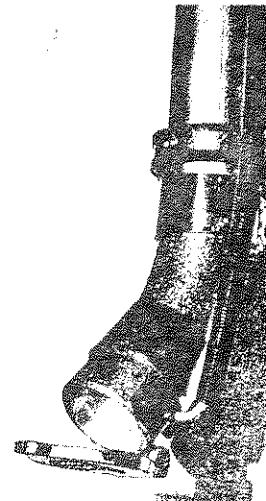
Tesisatı işletme durumuna getirmek için hortumda manyetik bir start halkası vardır.

Prizin ağız kısmında tozla birlikte emilen çorçop gibi cisimleri yakalayan dört adet tırmak görülmektedir.

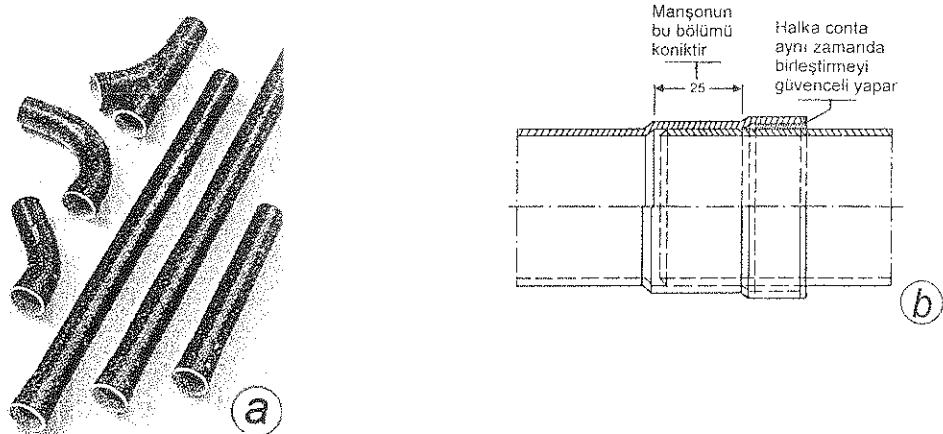
Çok katlı binalarda örneğin büro merkezleri, oteller, hastahaneler, okullar ve evlerde vakum borularının döşenmesi için üç olanak Şekil 2.8'den izlenebilmektedir. Vakum hattının gerçekleştirilemesi için özel borular üretilmektedir (Bkz. Şekil 2.5-a,b). İç çeperleri kaygan ve aşınılırla dayanıklı ve uzun ömürlü olan boru ve fittingler Polipropilen malzemeden üretilmektedir. Statik elektrik ile yüklenime karşı antielektrostatik bir madde ilavesiyle üretilmiş olan Polipropilen borularda elektrostatik olayı tehlikesinin önleniği bildirilmektedir.



**Şekil 2.3** Paslanmaz çelik malzemeden yapılmış vakum prizleri (Ruwac Industrie – Sauger GmbH)



**Şekil 2.4** Endüstriyel iş yerlerinde açıktan geçirilen vakum prizleri (Aircontrol Altmann GmbH – Barsbüttel/ Hamburg)



**Şekil 2.5** Polipropilen boru ve özel kıvrımlı dirsekler Sistemde sızdırmazlığın konik manşetlerle sağlanması. (Heinemann GmbH Schondorf Allways ZSS Technik 3/96).

### 2.1.2. Vakum Prizleri

Uygulamada iki tür vakum prizi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki özel istege göre plastik malzemeden, ikincisi genelde ve döşeme üzerine monte edilmek için paslanmaz çelik malzemeden kilitli ve kilsiz tipte yapılmaktadır. Her iki tip priz aynı zamanda manyetik starterli olarak uygulamaya sunulmaktadır.

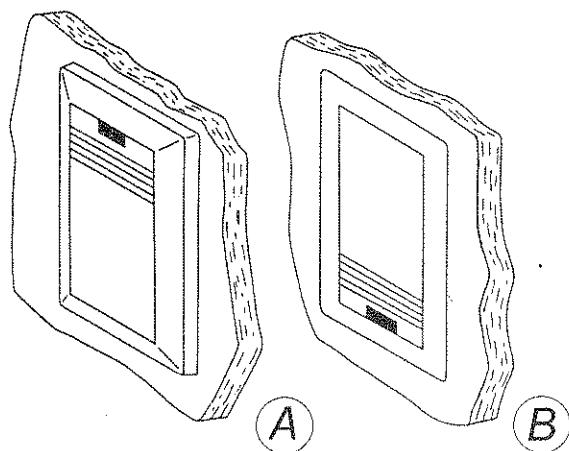
#### *Manyetik Starterin İşlevi:*

Tüm vakum prizleri 24 V zaif gerilim kumanda kablosu ile paralel bağlıdır. Hortumdaki kontakt fışi prizdeki yerine oturtulup magnet halka çevrildiğinde merkezi vakum sistemi emme durumuna geçer.

#### *Vakum Prizlerinin Montajında Dikkat Edilecek Noktalar:*

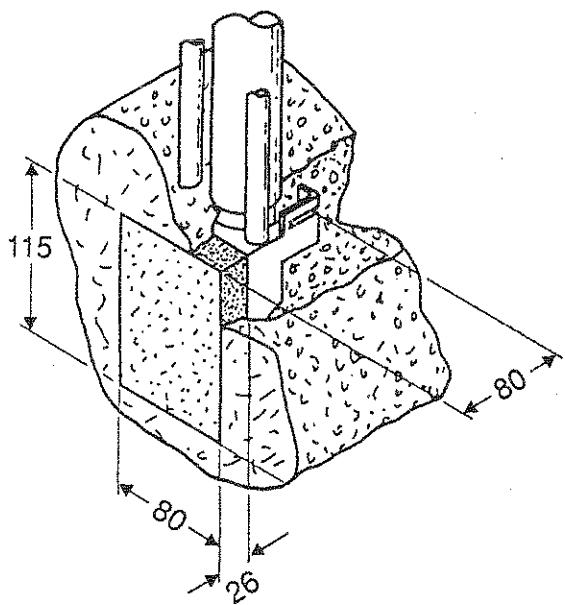
Vakum prizleri, döşeme tozluklarının yakınına konulduğunda yaylı kapak aşağı açılır durumda olmalıdır. Bu sayede vakumu kullanacak kimseye kolaylık sağlanmış olur. Vakum prizi ışık düğmesi hizasına konumlandırıldığında yaylı kapak yukarı açılır durumda olmalıdır.

Prize verilecek montaj derinliği, seçilenecek olan prizin A ve B garnitür çerçevelerinin pozisyonuna bağlıdır (Bkz. Şekil 2.6).

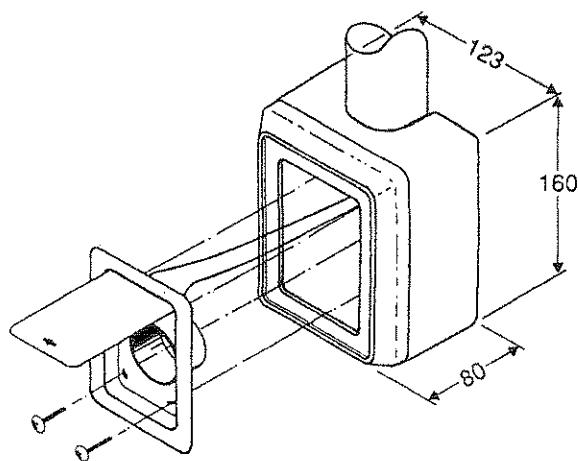


**Şekil 2.6.a** Dışa çıkkın garnitür çerçeveleri, döşeme tozluklarının üst kenar hizasında monte edilir.

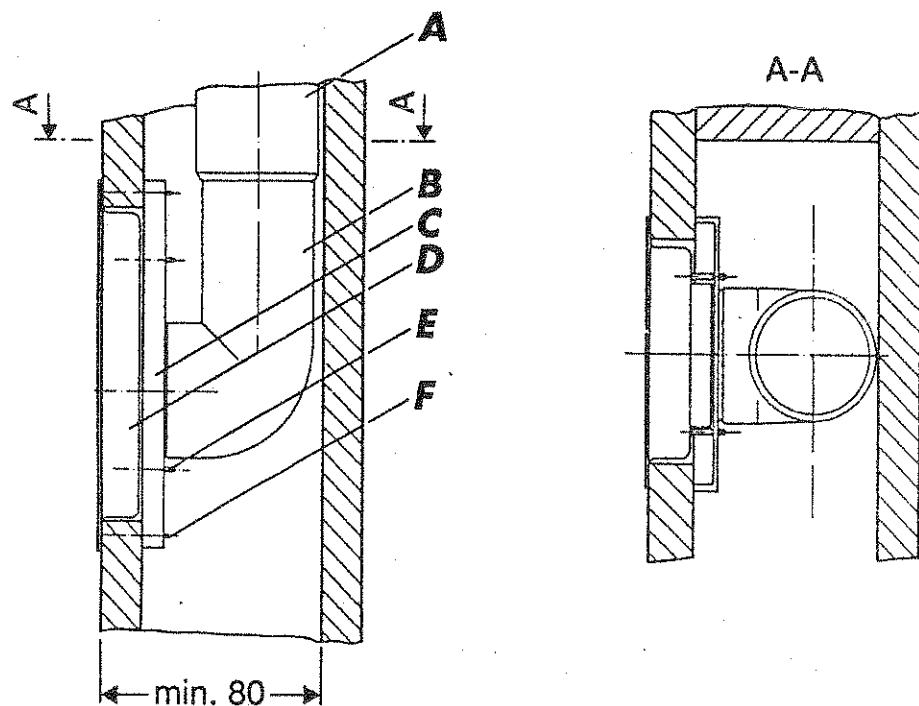
**Şekil 2.6.b** Duvara gömülü priz çerçeveleri elektrik düğmelerinin yüksekliğinde monte edilir.



1. Duvar yüzeyi ile aynı düzeyde, sıva altına yerleştirilen paslanmaz çelik vakum prizi örneği



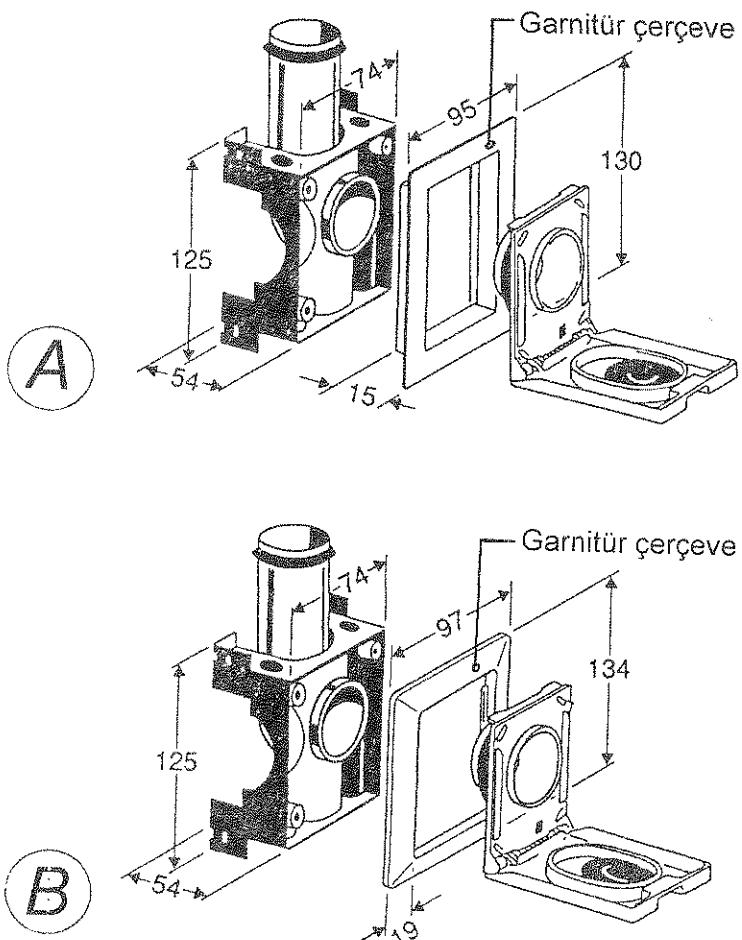
2) Sıva üstüne yerleştirilen paslanmaz çelik vakum prizi örneği



3. Duvar yüzeyi ile aynı düzeyde , sıva altına yerleştirilen paslanmaz çelik vakum prizi örneği:

- A Toz emme borusu  $\varnothing$  44 mm
- B Bağlantı dirseği
- C Tespit plakı
- D Bağlantı buatı
- E Vida  $\varnothing$  2,9 mm
- F Gömme başlı vida  $\varnothing$  2,9 mm

**Şekil 2.7. (1,2,3) Paslanmaz çelik vakum prizi ölçüler (Heinemann GmbH)**

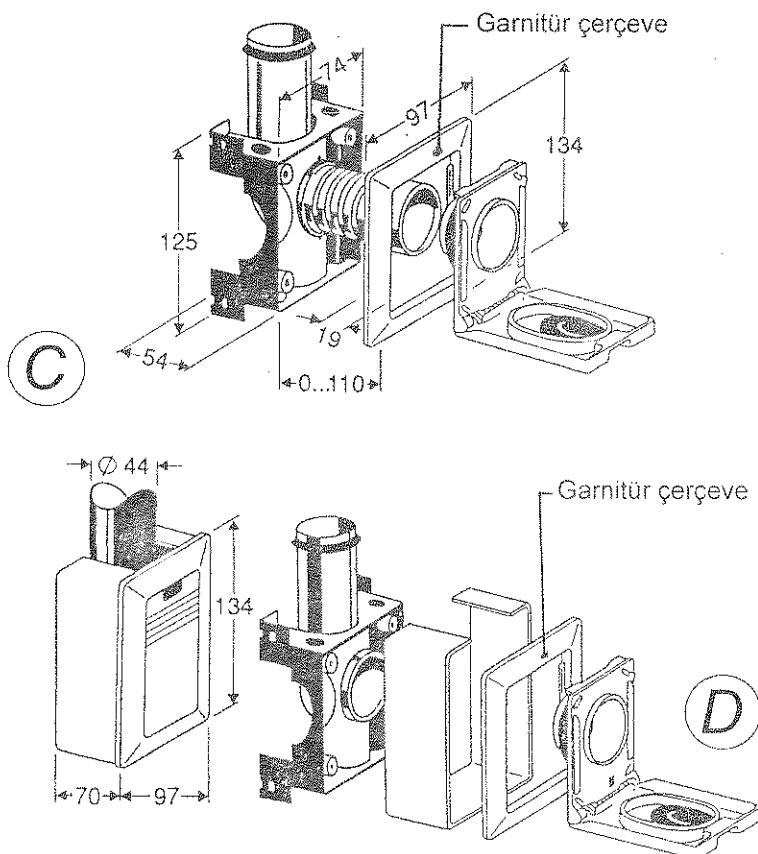


A) Garnitur çerçevesi sıva yüzeyi ile aynı düzeyde, sıva altına yerleştirilen bir vakum prizi örneği

Montaj parçaları toparlandığında yerleşim derinliği: 69 mm

B) Garnitur çerçevesi sırtı sıva yüzeyinden dışa çıkış, sıva altına yerleştirilen bir vakum prizi örneği

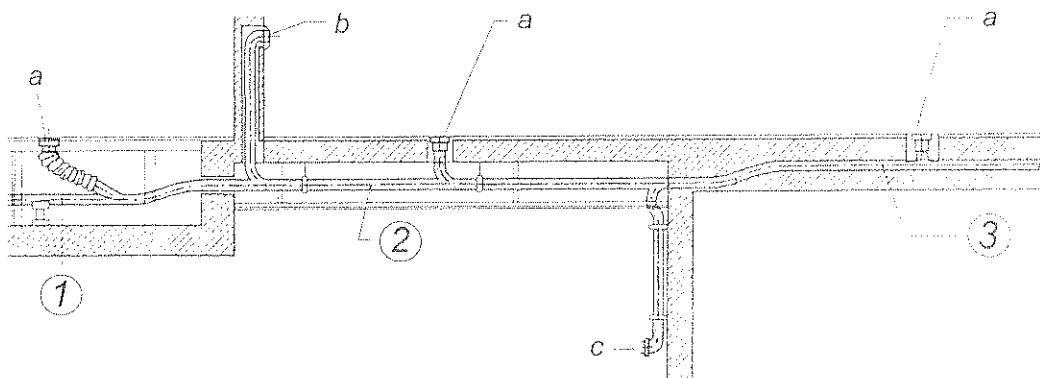
Montaj parçaları toparlandığında yerleşim derinliği: 54 mm



- C) Garnitür çerçevesi sırtı sıva yüzeyinden dışa çıkış, sıva altına yerleştirilen uzatma borulu bir vakum prizi örneği  
 D) Montaj parçaları muhafazaya alınarak sıva üstüne yerleştirilen ve garnitür çerçevesinin sırtı sıva yüzeyinden dışa çıkış bir vakum prizi örneği

**Şekil 2.7 – A, B, C, D** Plastik vakum prizi montaj ölçülerleri (Heinemann GmbH – Schondorf, Allaway ZSS Teknik 3/96)

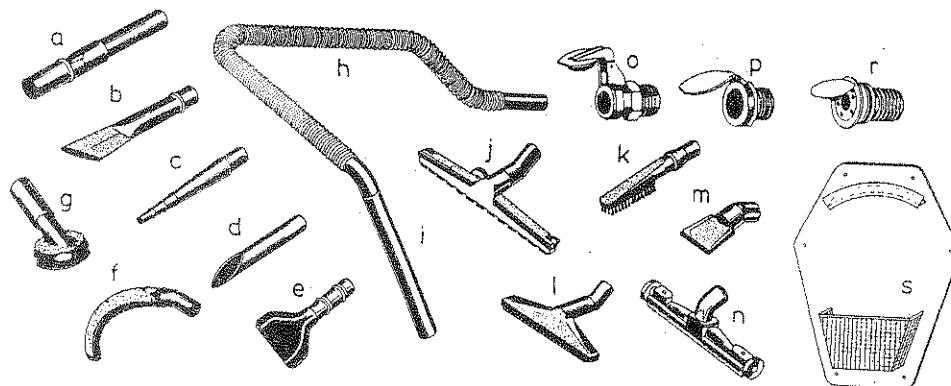
Vakum boru hattının döşenmesinde bir örnek uygulama Şekil 2.8'de görülmektedir. Burada vakum boruları 1. döşeme altından, 2. Kalkık döşeme altından, 3. Beton döşeme içinden geçmektedir. Bunlarla birlikte vakum prizleri (a) Döşeme üzerine, (b) Duvar içine, (c) Duvar dışına yerleştirilmiştir. Fabrika atelyeleri, kazan daireleri, kuvvet santralları gibi yerlere vakum boruları genellikle açıktan görünür tarzda döşenir.



**Şekil 2.8** Vakum borularının döşenmesi (H. Mürmann, Bielefeld – TAB 9/85)

### 2.1.3. Toz Emme Takımları

Şekil 2.9'da örneklemme olarak en çok uygulanan takımlar görülmektedir. Şekilde üst sağ tarafta (o, p, r) duvar ve döşeme tipi bağlantı prizleri yer almıştır.

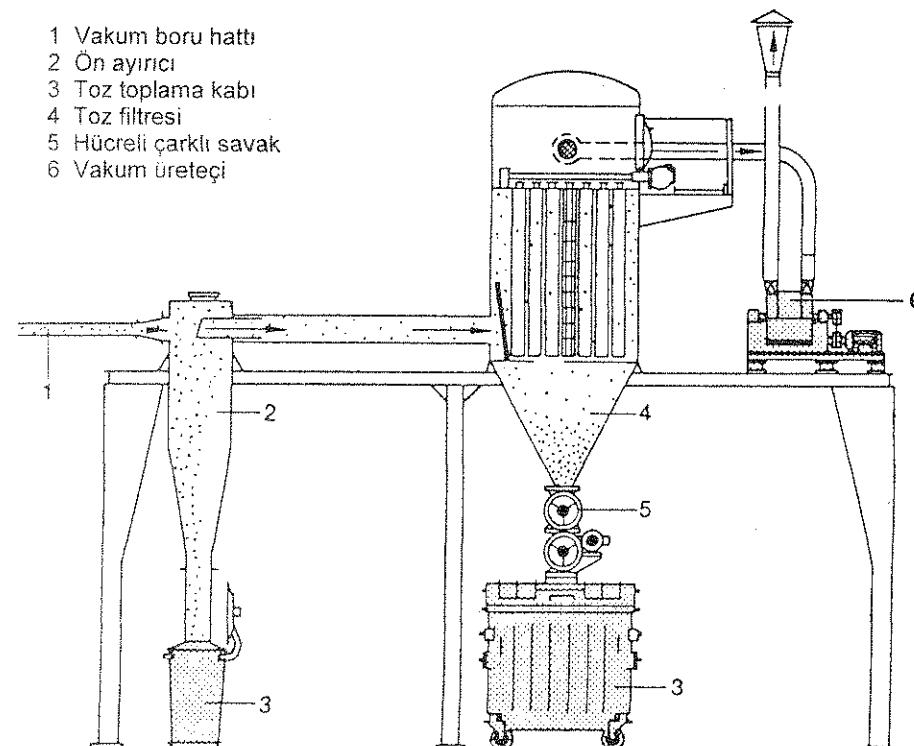


**Şekil 2.9** Merkezi vakum yöntemi ile toz süpürme tesisatında uygulanan takım çeşitleri (GEL – Verfahrenstechnik GmbH)

- |                         |                           |                           |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| a Düz emme ağızlığı     | g Yuvarlak fırça          | m Yassı emme ağızlığı     |
| b Yassı emme ağızlığı   | h Vakum hortumu           | n Döşeme süpürme ağızlığı |
| c Konik emme ağızlığı   | i Ağızlık borusu          | o Kapaklı priz            |
| d Lüle ağızlık          | j Döşeme emme ağızlığı    | p Kapaklı priz            |
| e Lastik emme ağızlığı  | k PVC emici fırça         | r Döşeme prizi            |
| f Boru süpürme ağızlığı | l Döşeme süpürme ağızlığı | s Takım askılığı          |

### 2.1.4. Ön Ayırıcı

Hortum ucuna geçen emme takımları ile emilen tozların bir kısmını oluşturan iri taneler boru hattının içerisinde geçerek ilkin (Bkz. Şekil 2.10) bir ön ayırıcıya varır. Burada iri taneler toz karışımından ayırtarak toz toplama deposunda birikir veya hafif bir boşaltma tertibatı ile sürekli dışarı taşınabilir.



**Şekil 2.10** Toz emme agregasının şematik görünümü (H. Mürmann, Bielefeld – TAB 9/85)

### 2.1.5. Toz Filtresi

Henüz tümü ile temizlenmemiş olan havadaki artık toz içeriklerinin ayırcıya bağlı (Bkz. Şekil 2.10) bir toz filtresinde ayırtılması gereklidir. Toz filtre elemanları olarak torba, paket veya özel plisel kartuş tipinde olanlar tercih edilir.

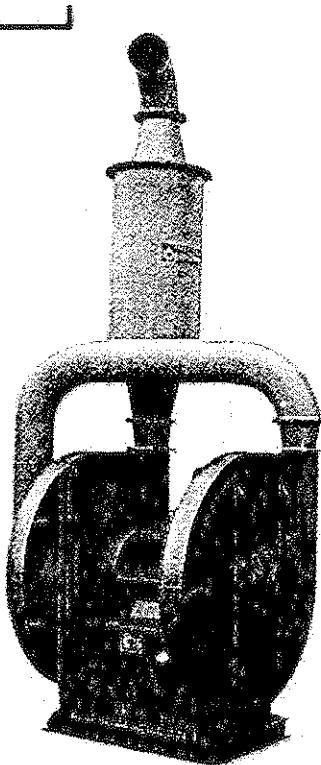
Bu elemanlar, basınçlı hava impulsları ile belli bir zaman aralığına göre (vakum süreci kesintiye uğratılmadan) temizlenir. Vakum yöntemli toz süpürme tesisatı böylece saat ayarına göre çalışmasını sürdürür. Bundan başka filtre elemanlarının sürekli temizlenmeleri esnasında toz filtresindeki basınç kaybı konstant olup toz emme ağızlıklarının (Bkz. Şekil 2.9) emme yeteneğine hiçbir olumsuz etkisi olmaz. Filtre ortamının (*Filtermedium*) seçiminde emilecek tozların niteliği dikkate alınır.

### 2.1.6. Vakum Üreteçleri

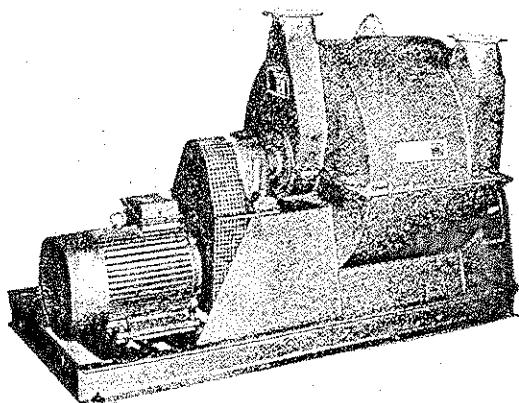
Merkezi vakum yöntemli toz süpürme tesisleri 0.5 bar düzeyine varan negatif basınçla çalışır. Bu tesislerin büyülüklük ve yaygınlığına en uygun olan vakum üreteç türü şunlardır:

1. Tek kademeli radyal vantilatörler,
2. Çok kademeli radyal vantilatörler (Şekil 2.11, 2.12),
3. Döner pistonlu körükler (Şekil 2.13),
4. Yandan kanallı körükler (Şekil 2.14)

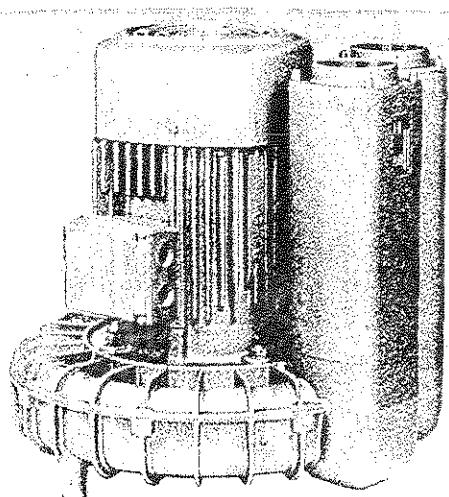
Vakum üretecinin seçimine karar verirken maliyetinden önce verim ve bu bağlamda enerji tüketim faktörlerine dikkat etmek gereklidir.



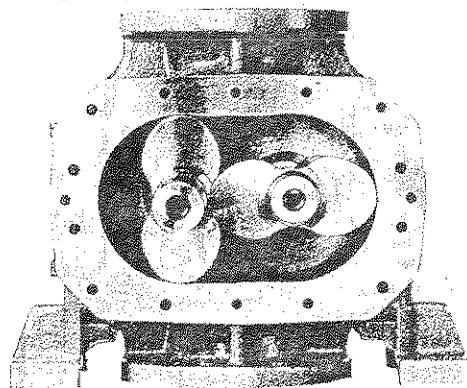
Şekil 2.12 Çok kademeli radyal vantilatör



Şekil 2.11 İki kademeli radyal vantilatör



Şekil 2.13 Döner pirtonlu körük



Şekil 2.14 Yandan kanallı körük

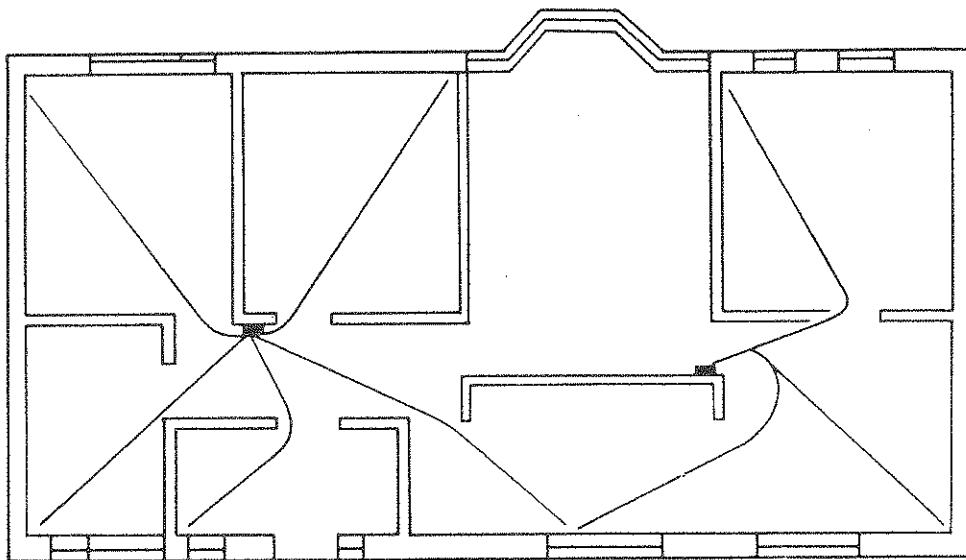
### 3. MERKEZİ VAKUM YÖNTEMLİ TOZ SÜPÜRME SİSTEMİNİN TASARIMI

#### 3.1. Lojman Binaları ve Aile Evleri

Sistemin tasarımı için önce 1:50 veya 1:100 ölçekli bir yatay kesit planı gerekir. 1:50 ölçekli plan 16 cm uzunlığında ince bir kablo alınır. Plan üzerinde vakum hortumu canlandırılmak üzere mekândaki vakum prizlerine çeşitli açılardan erişebilme durumu incelenir. 1:100 ölçekli plan için aynı pratik yoldan gidilerek 8 cm uzunlukta ince bir kablo veya sicim parçası ile vakum prizlerine olan erişime mesafesi prova edilir (Bkz. Şekil 3.1).

Vakum üretim merkezinden itibaren en uzak vakum prizine olan mesafe ile bu prizden egzost borusuna olan mesafe toplamının 30 m'den fazla olmaması önerilmektedir.

8~10 m uzunlığında bir hortum, genelde 2 vakum prizi ile  $100 \text{ m}^2$  yüzeyin temizliğine yetmektedir. Az sayıda vakum prizi sayesinde (Bkz. Şekil 3.1) mekânın her köşesine erişme olanağı vardır. Normalde vakum prizleri, elektrik prizleri seviyesinde veya hâlde ışık şalterlerinin yüksekliğinde enstale edilir. Vakum prizlerinin montajı, duvar aralıklarına, masif duvarların içine beton veya râbitâ dösemelerin içinde kolaylıkla gerçekleştirilebilir.



**Şekil 3.1** Vakum prizleri ile birleşen hortumun erişim alanı provası

Lojman binalarında dikey vakum borularını döşerken maksimum kot farkının 4 m olacağı bildirilmektedir (Allaway ZSS - Technik 3/96 – Heinemann GmbH, Schondorf).

Vakum agregasının çıkardığı gürültünün 60 dBA dolayına indirgenmesi için yalıtılmış bir hücre içerisinde yerleştirilmesi gereklidir. Vakum üretim birimleri, sıcaklığı 0°C'ın üstüne düşen mekânlara monte edilmemelidir. Bundan başka yerleşim alanı 5 m<sup>2</sup>'den az ve sıcaklığı 28°C'nin üzerinde olan mekânların bir havalandırma tertibatı ile donatılması gereklidir.

### 3.2. Büyük Tesisler

#### 3.2.1. Temizlik Personel Sayısının Saptanması

$$N = \frac{A}{125 \times T}$$

N Temizlik personel sayısı

A Temizleme alanı (m<sup>2</sup>)

T Temizleme zamanı (saat)

Bir temizlik işçisinin 1 saatte temizleyebileceği temizleme alanını veren deneysel değer

#### Örnek 1:

Mekân yüzeyi 6500 m<sup>2</sup> olan bir otel, bir temizlik postası tarafından günde 8 saat mesai ile temizlenecektir.

$$A = 6500 \text{ m}^2$$

$$T = 8 \text{ saat}$$

$$N = 6500 / 125 \times 8 = 6.5$$

Temizlik işçisinin gerçekleştirilebilmesi için gerekli personel sayısı 7 olarak kabul edilebilir.

#### Örnek 2:

Büro mekânlarının yüzey toplamı 2500 m<sup>2</sup> olan bir yüksek teknoloji kombinasında rutin temizlik işleri haftalık bir plan çerçevesinde ve güvenlik açısından gündüzleri yarı� gün ilkesine göre gerçekleştirilecektir (haftada 5 gün ve günde 4 saat mesai ile). Gerekli personel sayısı:

$$A = 2500 \text{ m}^2$$

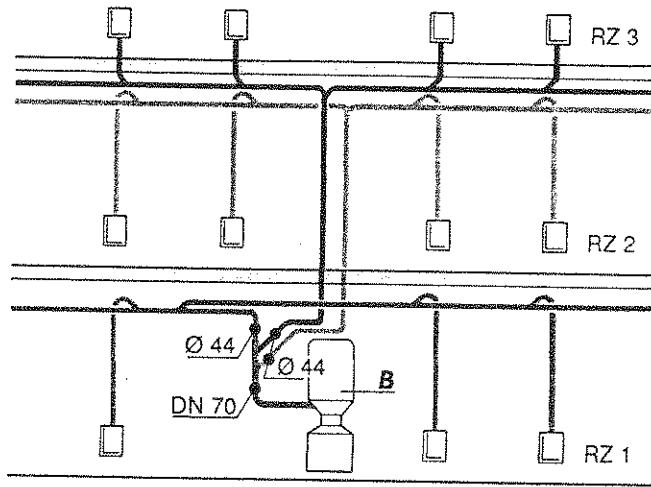
$$T = 5 \times 4 = 20 \text{ saat}$$

$$N = 2500 / 125 \times 20 = 1 \text{ kişi}$$

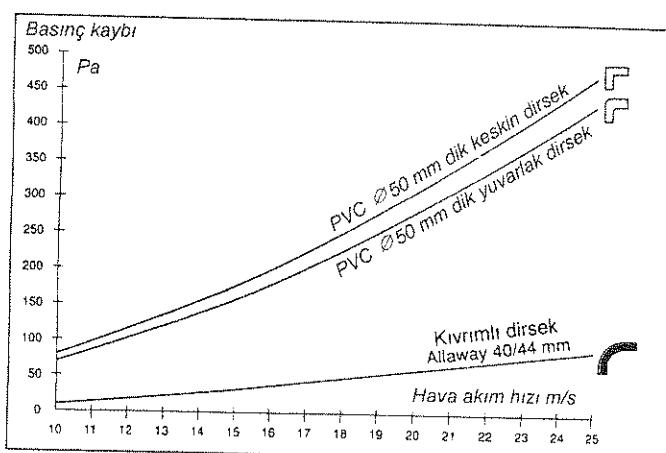
### 3.2.2. Çok Katlı Binalarda Sistemin Uygulanması

Vakum agregasından her bir kata çekilen boru hattı, vakum üretim merkezindeki (Bkz. Şekil 3.2, 3.4) kollektör borusundan ayrılan bir ana kol olarak düşünülmelidir. Çeşitli kollara ayrılan ana borular kesintilikle birbirleri ile birleştirilmez. Ana borular daima dikey biçimde enstalle edilmelidir.

Toz emme borusunun aerodinamik ilkelere uygun nitelikte ve mümkün olduğunda sade olarak döşenmesi sağlanmalıdır. Paragraf 2.1.1'de açıklandığı gibi borular, aerodinamik yönden uygun nitelikte Polipropilen'den özel olarak üretilmekteidir. Keskin köşeler bulunmaz ve aynı zamanda darbelere karşı dayanıklıdır. Et kalınlıkları aşınıyla maruz noktalarda takviyelidir ve kalınlıklar yeterli ölçüdedir. İç çeper yüzeyleri sonderece kaygan görünümdedir. Sistemdeki Polipropilen kıvrımlı dirsekler ile PVC dirseklerdeki basınç kayipları (örneğin 40/44 mmØ dirsek) Şekil 3.3'te karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

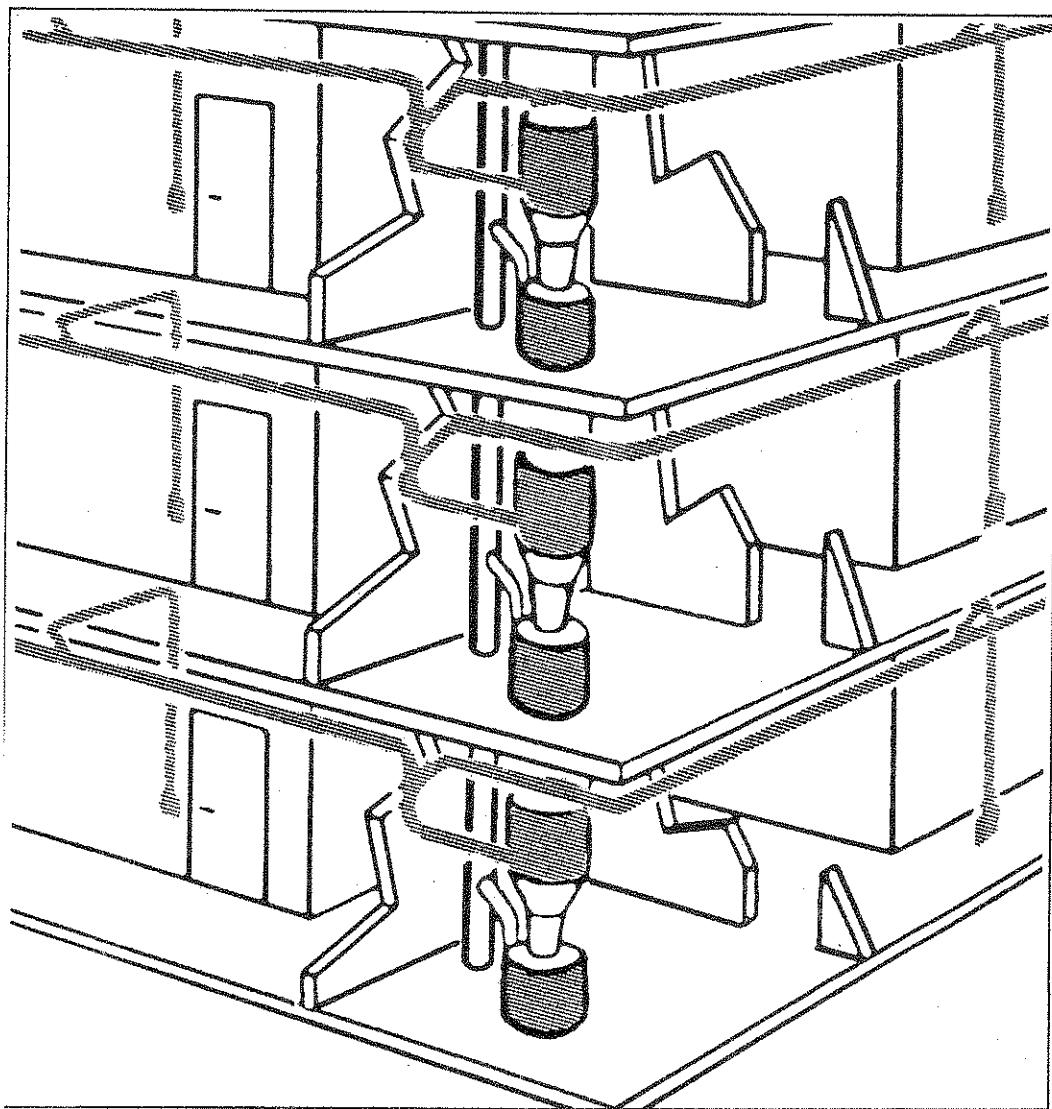


**Şekil 3.2** Vakum agregası B ile işaretlenmiştir. RZ1, RZ2, RZ3 katlara göre temizlenecek mekânlardır. (Heinemann GmbH Schondorf-Allaway ZSS Technik 3/96)

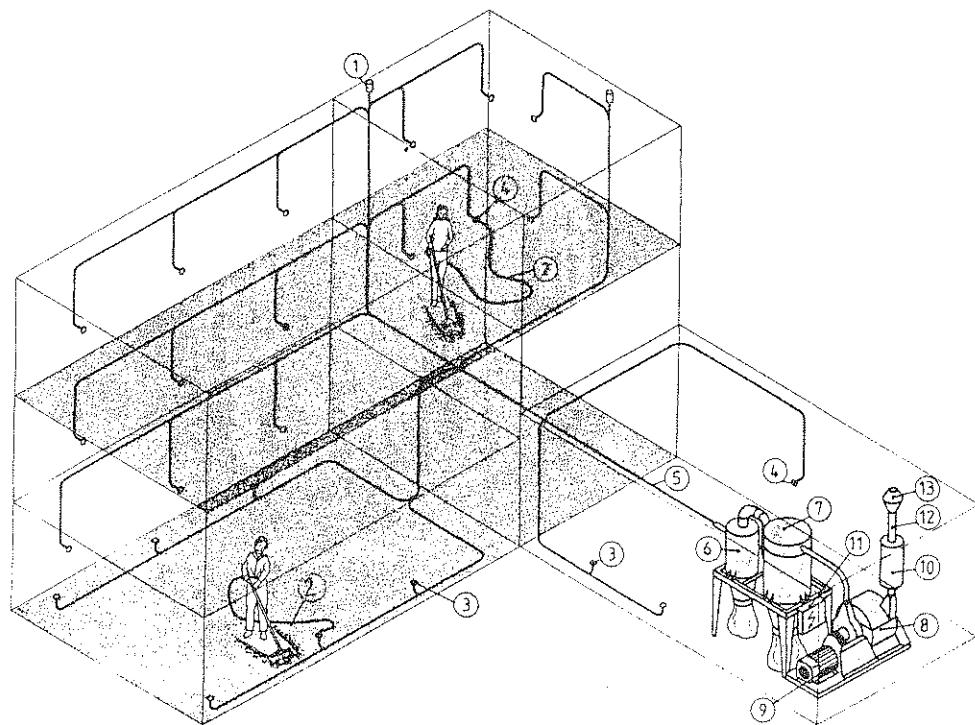


**Şekil 3.3** Polipropilen kıvrımlı dirsekte çeşitli hava hızlarında oluşan basınç kaybının PVC dik keskin ve dik yuvarlak dirseklerdeki basınç kayipları ile karşılaştırılması (Allaway ZSS Technik 3/96, Heinemann GmbH Schondorf).

### 3.2.3. Merkezi Vakum Yöntemli Tesislerde Şematik Çeşitli Uygulama ve Agrega Örnekleri

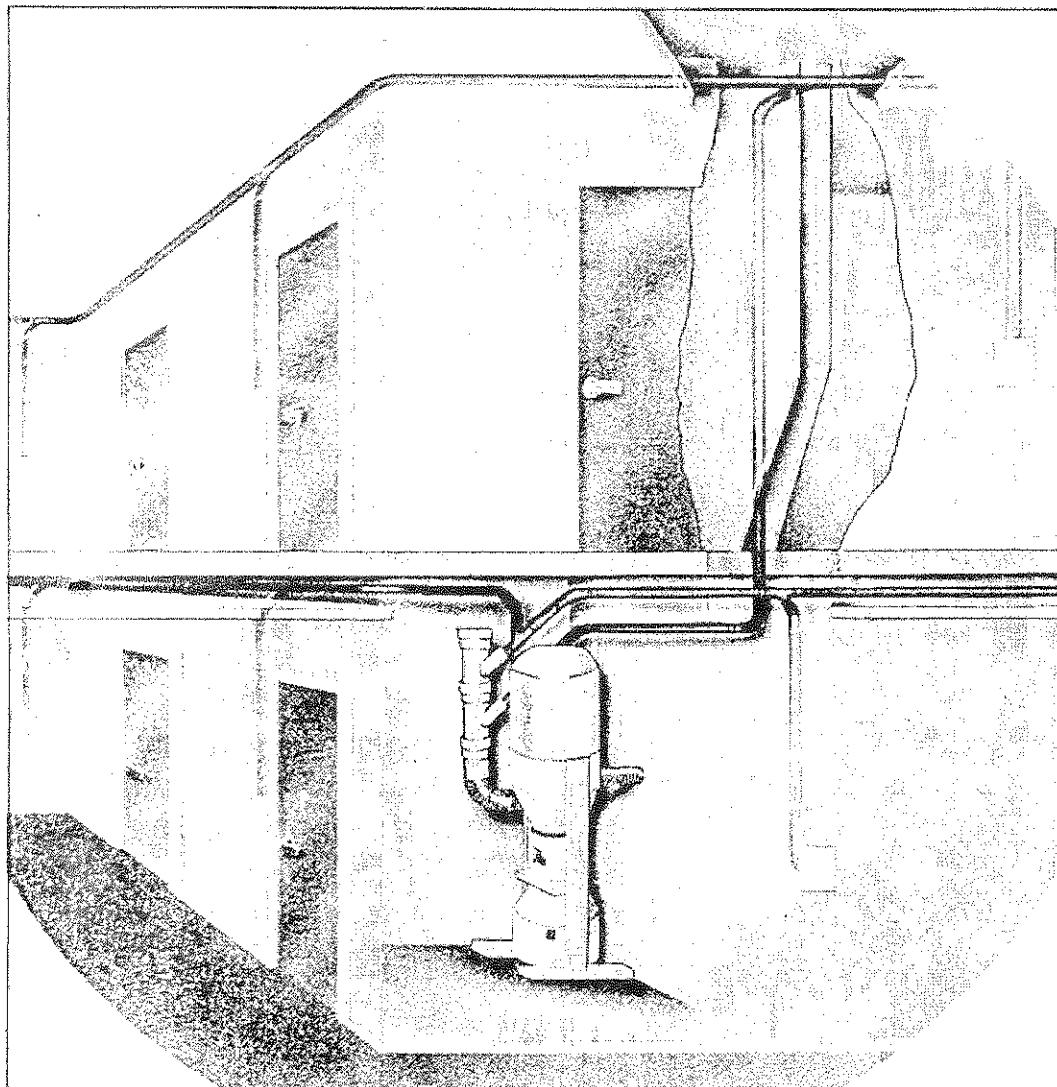


**Şekil 3.4** Büro, otel, okul, v.b. binalarda kat sistemi vakum yöntemi süpürge tesisatının perspektif şeması (Heinemann GmbH, Schondorf – Allaway ZSS Technik 3/96).

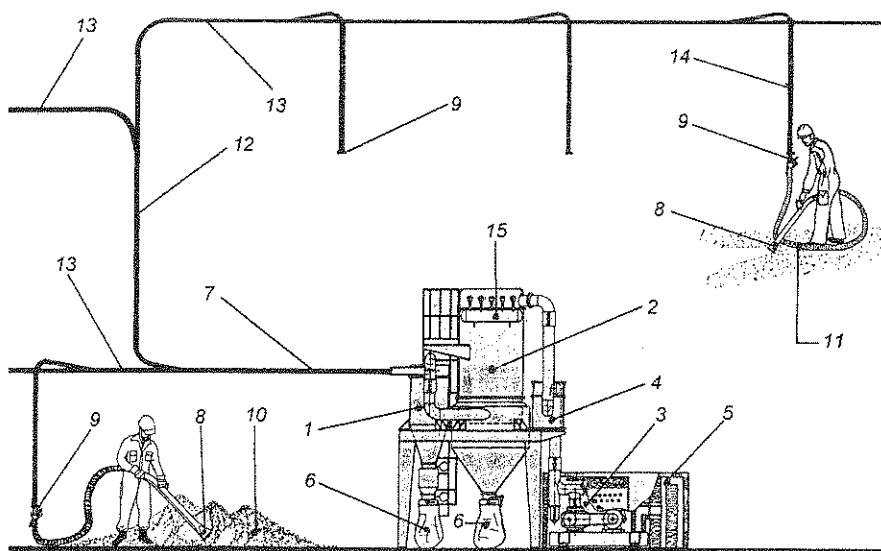


**Şekil 3.5** Çok katlı bir büro binasında merkezi vakum yöntemi süpürge tesisatının izometrik görünümü (GEL – Verfahrenstechnik GmbH / Detmold – Dahlbrede)

- |   |                    |    |                        |
|---|--------------------|----|------------------------|
| 1 | Vakum regleri      | 8  | Vakum vantilatörü      |
| 2 | Vakum hortumu      | 9  | Motor                  |
| 3 | Döşeme vakum prizi | 10 | Egzost susturucu       |
| 4 | Duvar vakum prizi  | 11 | Elektrik panosu        |
| 5 | Ana vakum borusu   | 12 | Egzost borusu          |
| 6 | Ön ayırcı          | 13 | Egzost borusu tepeliği |
| 7 | Toz filtresi       |    |                        |

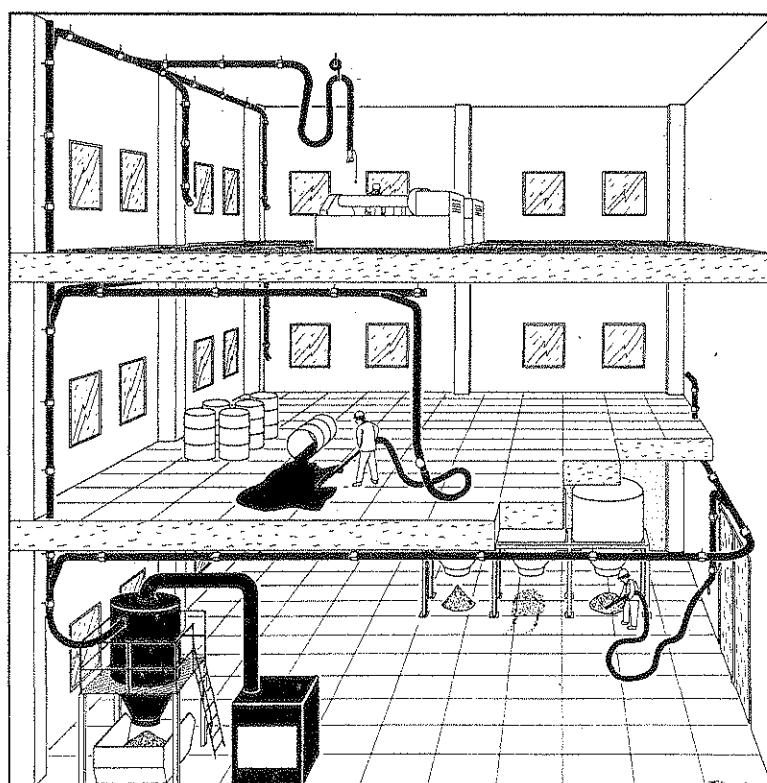


**Şekil 3.6** Büro, otel, okul, klinik, v.b. binalarda merkezi vakum yöntemi süpürge tesisatının kısmi perspektif görünümü (Heinemann GmbH, Schondorf Allaway ZSS Technik 3/36)

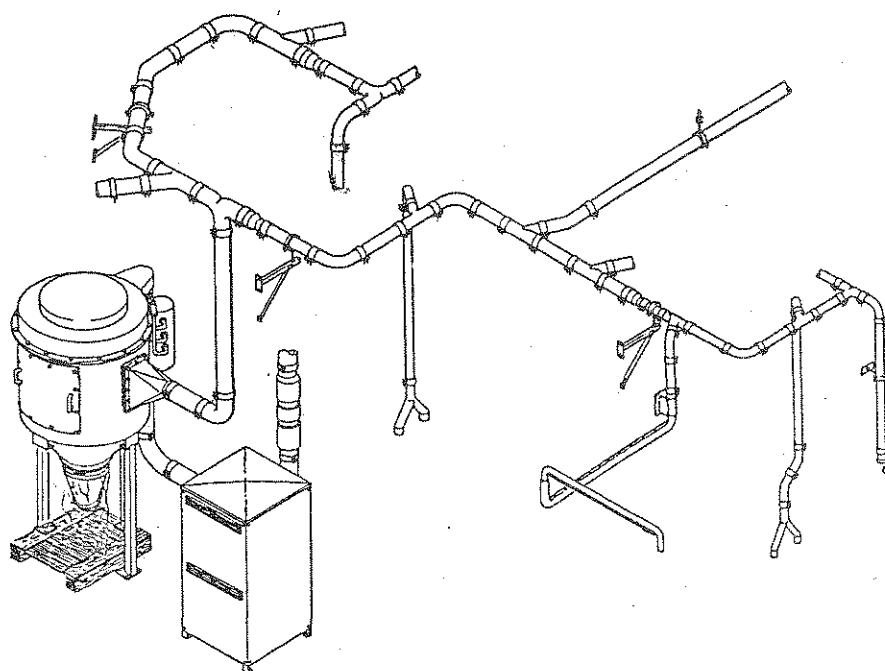


**Şekil 3.7** Merkezi vakum yöntemi bir toz süpürme tesisatının şeması (GEL-Verfahrenstechnik GmbH/Detmold)

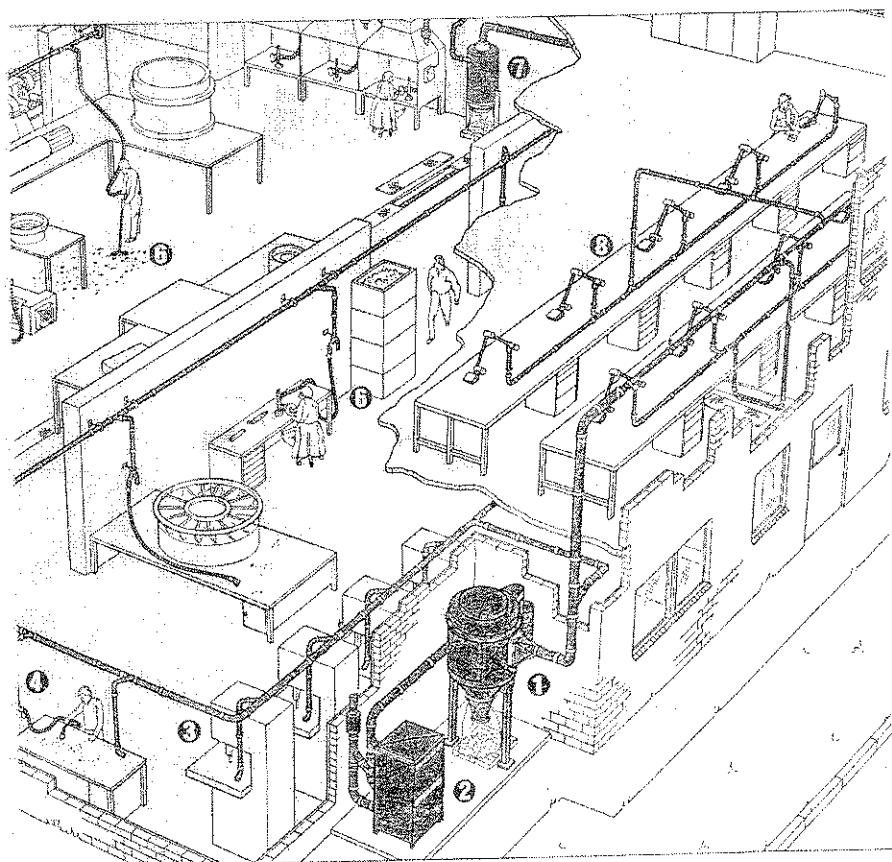
1 Ön ayırcı siklon	8 Toz emme ağızlığı
2 İnce filtre	9 Vakum prizi
3 Vakum üreticisi	10 Yiğin toz
4 Susturucu	11 Vakum hortumu
5 Ses yutma hücresi	12 Yukarı ana kol borusu
6 Toz toplama torbası	13 Kol ayırm boru hattı
7 Ana vakum borusu	14 Ayırm borusu
	15 Basınçlı püskürtme havası deposu



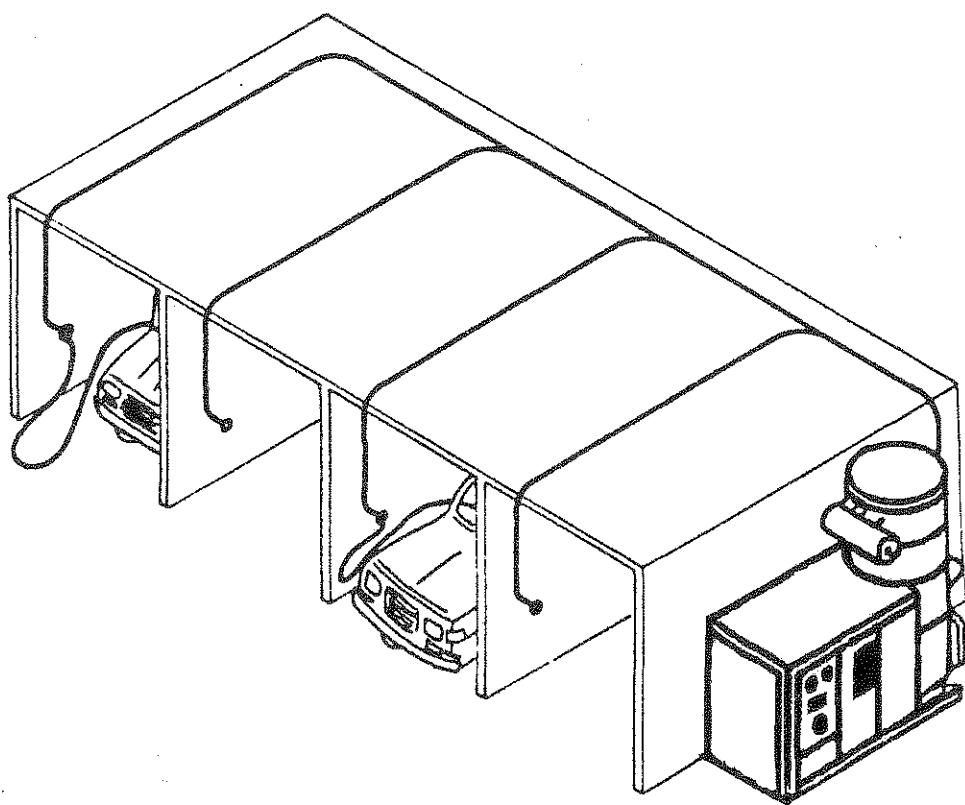
**Şekil 3.8** Merkezi vakum yöntemi bir tesisin perspektif şeması (Maschinenfabrik Karl Brieden GmbH - Bochum / DEBUS 90)



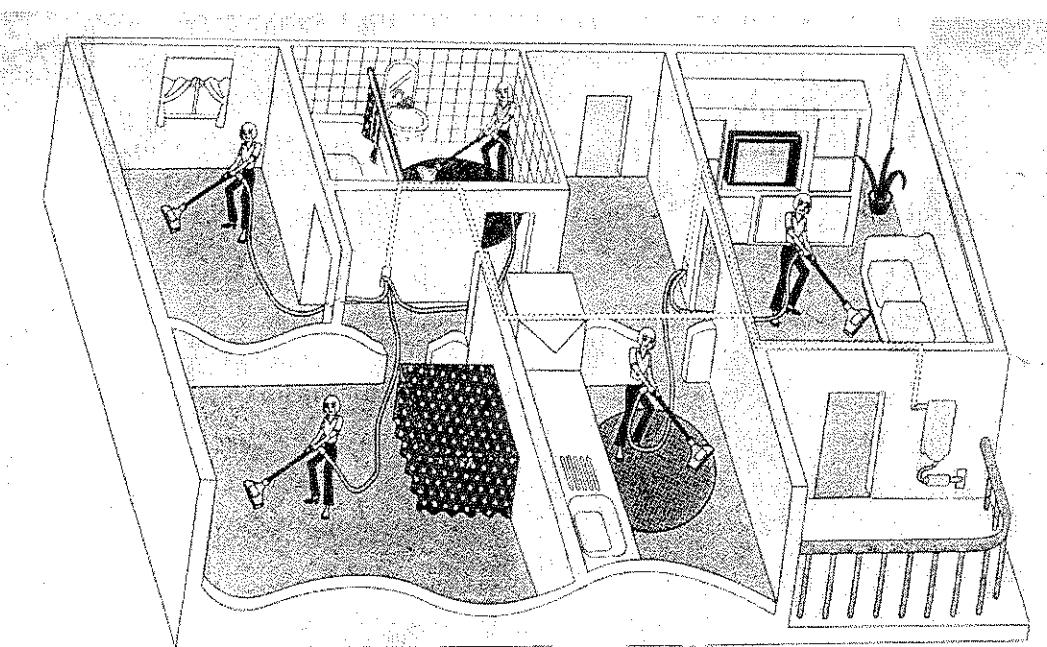
Şekil 3.9 Merkezi vakum yöntemi bir toz süpürme tesisatının perspektif şeması (Aircontroll Altmann GmbH – Barsbüttel / b. Hamburg)



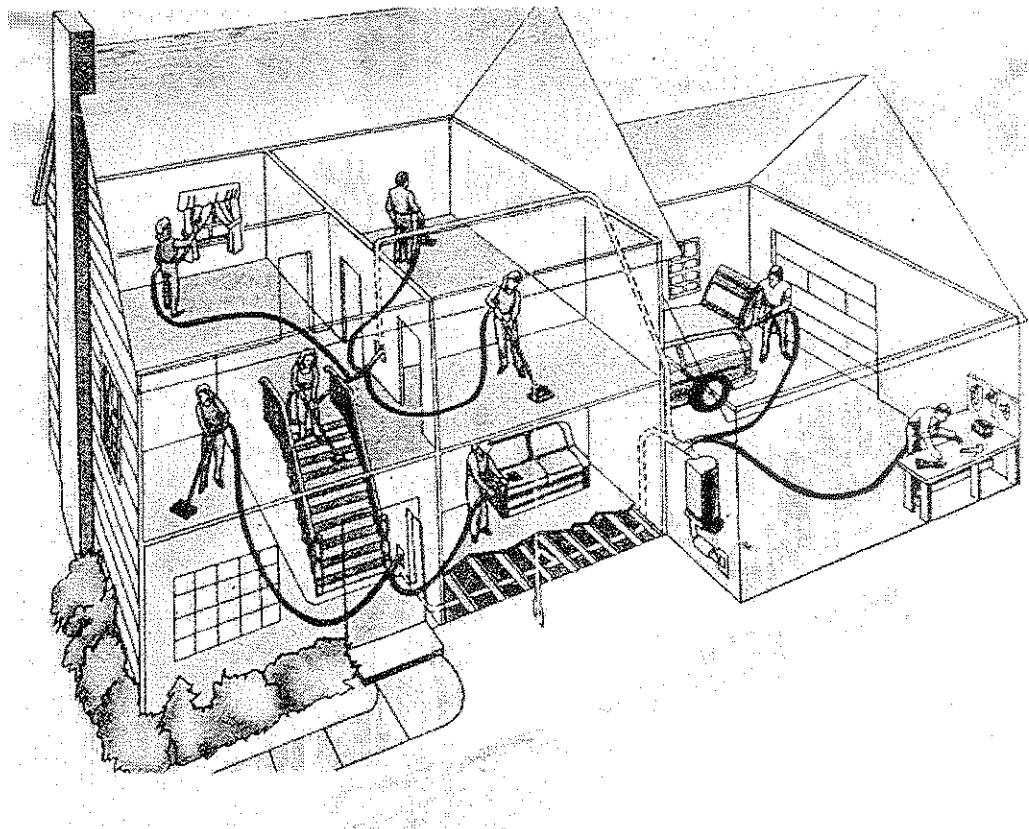
Şekil 3.10 Merkezi vakum yöntemi bir süpürme tesisatının perspektif şeması (Aircontroll Altmann GmbH – Barsbüttel / b. Hamburg)



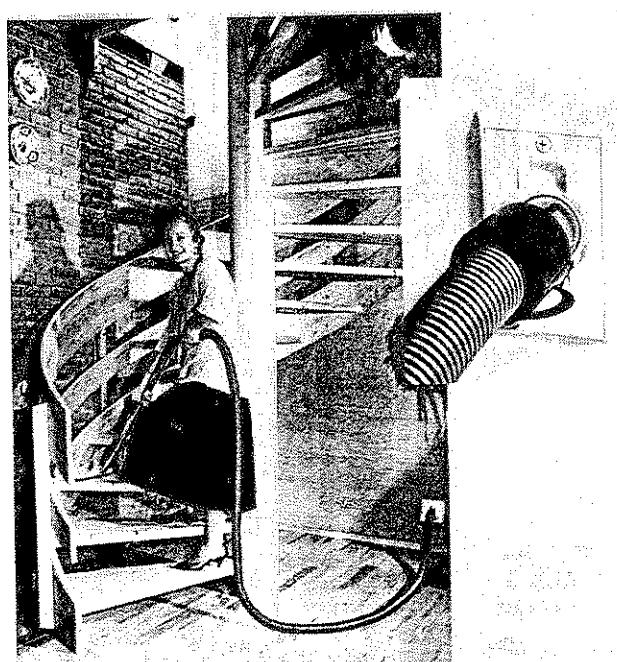
**Şekil 3.11** Merkezi vakum yöntemi süpürme tesisatının otomobil iç döşeme temizliği amacıyla bir servis istasyonuna uygulanmasını gösteren perspektif şema (GEL – Verfahrenstechnik GmbH, Detmold / Dahlbrede)



**Şekil 3.12** Merkezi vakum yöntemi toz süpürme tesisatının bir apartman katına uygulanması (VACU – QUEEN Central Vac USA)



**Şekil 3.13** Merkezi vakum yöntemli toz süpürme tesisatının bir kat ve bir hobi atelyesi ile bir garajdan oluşan müstakil bir eve uygulanması (VACU – QUEEN Central Vac USA)



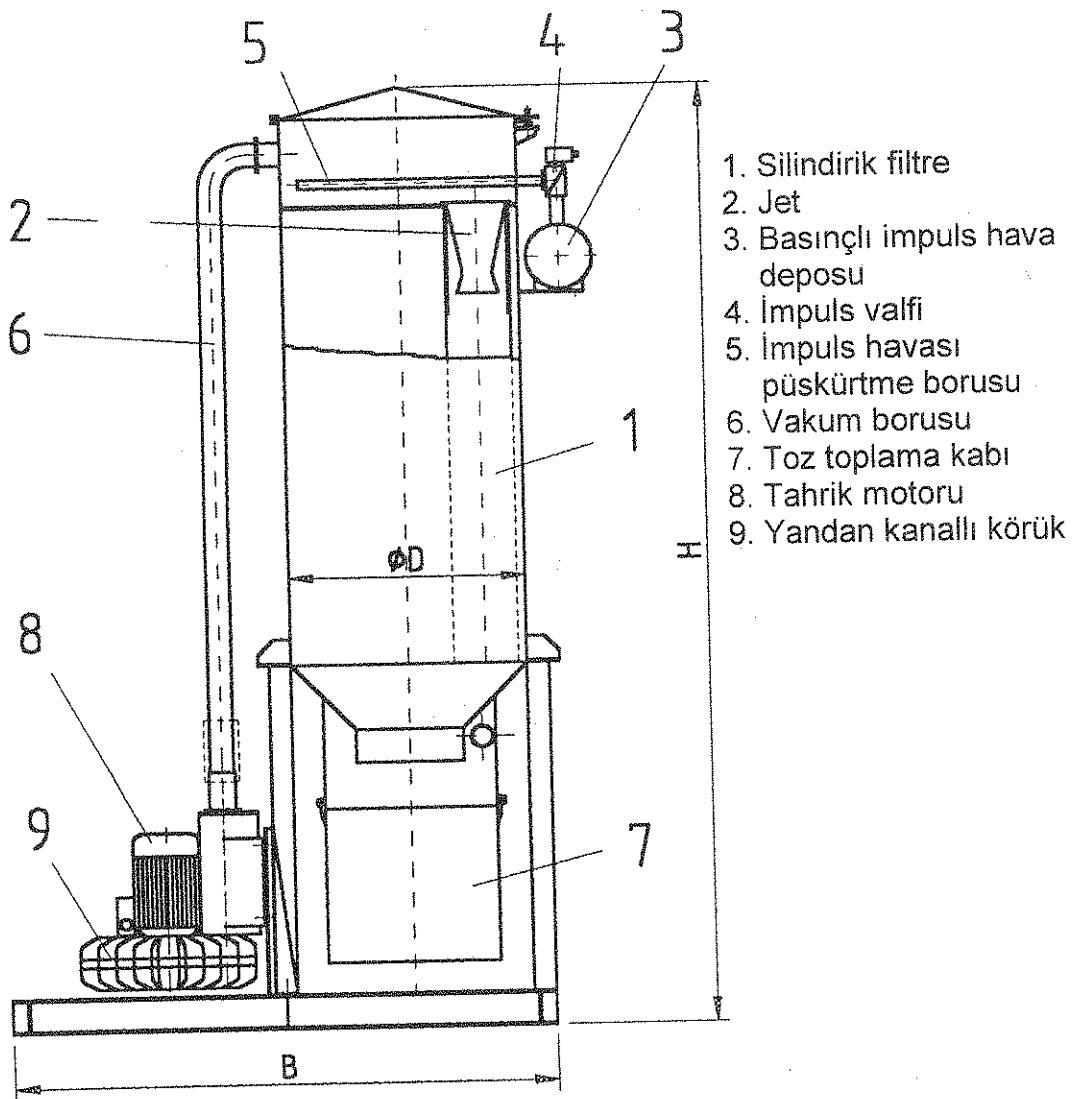
**Şekil 3.14** Merkezi vakum yöntemli toz süpürme tesisatı ile donatılan bir evde sağlanan konforlu temizleme olanağı (Zentral – Staubsauger Holger Bartels Buchholz i.d.N.)

Vakum teknliğinde basınç birimleri fiziksel anlamda çeşitli şekilde ifade edilmektedir. Endüstride vakum tekniği ile ilgilenenlerin çalışmalarında kolaylık sağlamak üzere Tablo 3.1 yararlı olmaktadır.

**Tablo 3.1** Basınç birimleri

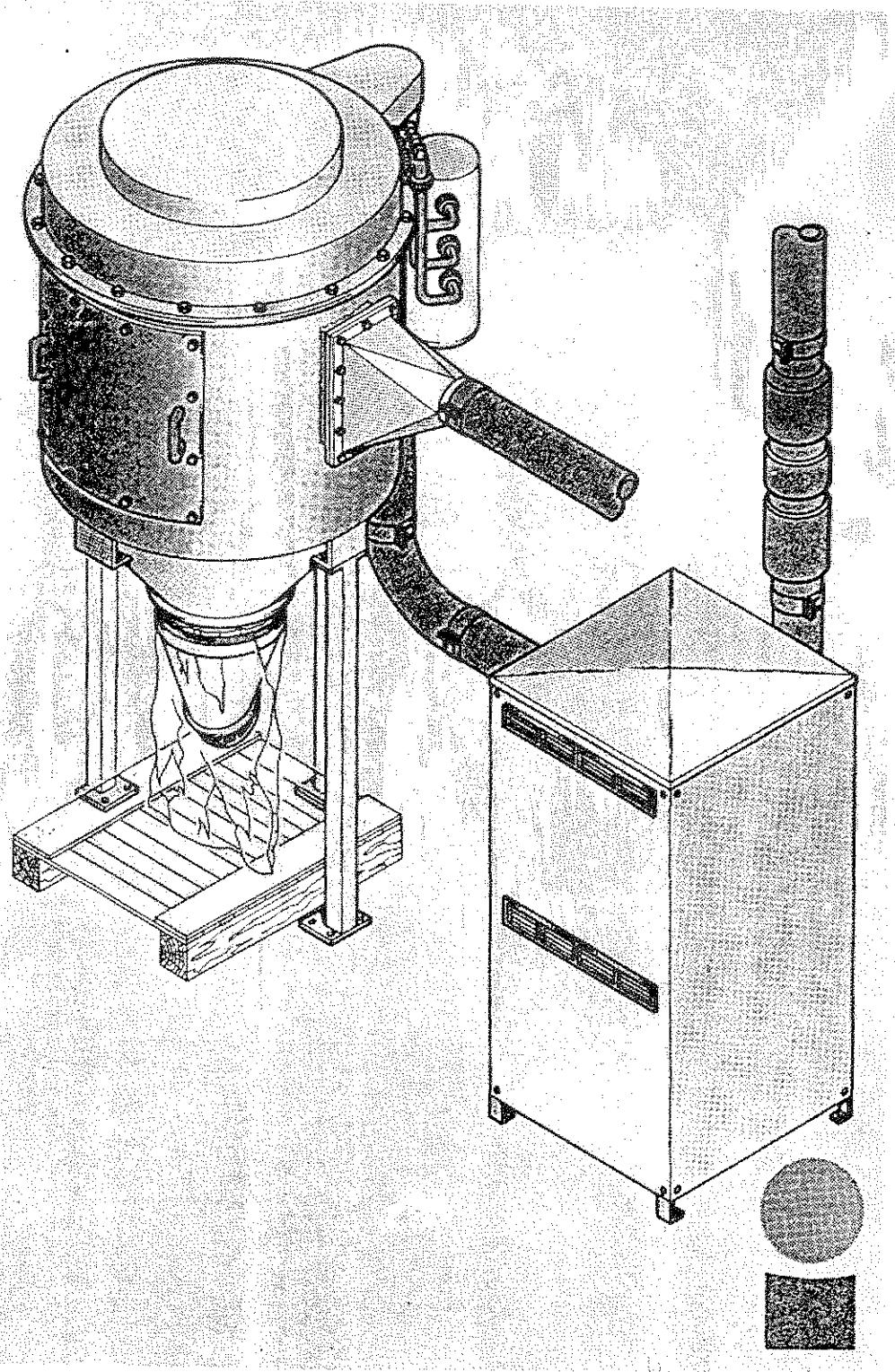
% Vakum	mmHg Vakum	mmH <sub>2</sub> O [dPa] Vakum	InchHg Vakum	Tor
10	100	1 [100]		760
20	200	2 [200]		700
30	300	3 [300]		600
40	400	4 [400]		500
50	500	5 [500]		400
60	400	6 [600]		300
70	500	7 [700]	20"	200
80	600	8 [800]		100
90	700	9 [900]		
100	760	10 [1000]	29,94"	0

10,33

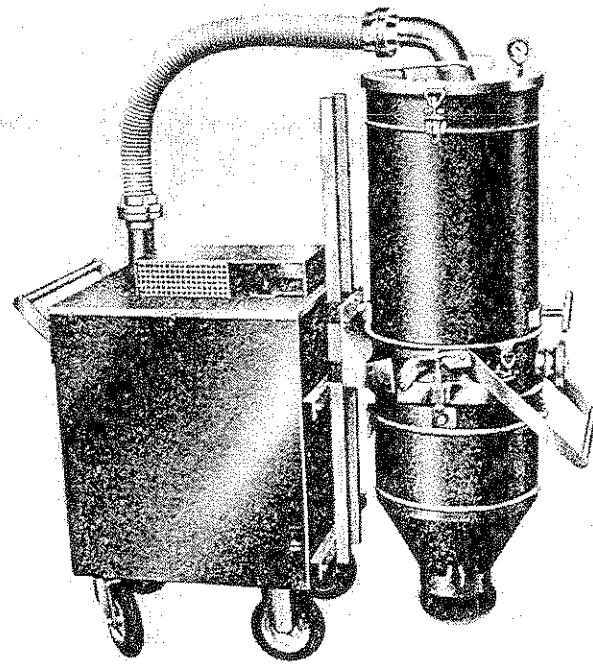


TIP	KW	V $m^3/h$	Vakum mmSS	$\phi D$ mm	H mm	B mm
RPJF7	2.25	140	1500	$\phi 540$	2150	1250
RPJF10	7.5	480	1800	$\phi 706$	2755	1500

Şekil 3.15 RPJ Tipi güçlü vakum yöntemli toz süpürme agregası



**Şekil 3.16** Sabit, güçlü vakum üreten kompakt bir toz filtre agregası (Aircontrol Altmann GmbH, Barsbüttel / b. Hamburg). Tip: AC-750, Filtre yüzeyi =  $7.5 \text{ m}^2$ ,  $V = 710 \text{ m}^3/\text{h}$ , Motor nominal gücü = 7.5 kW, Yaydığı gürültü düzeyi < 74 dBA.

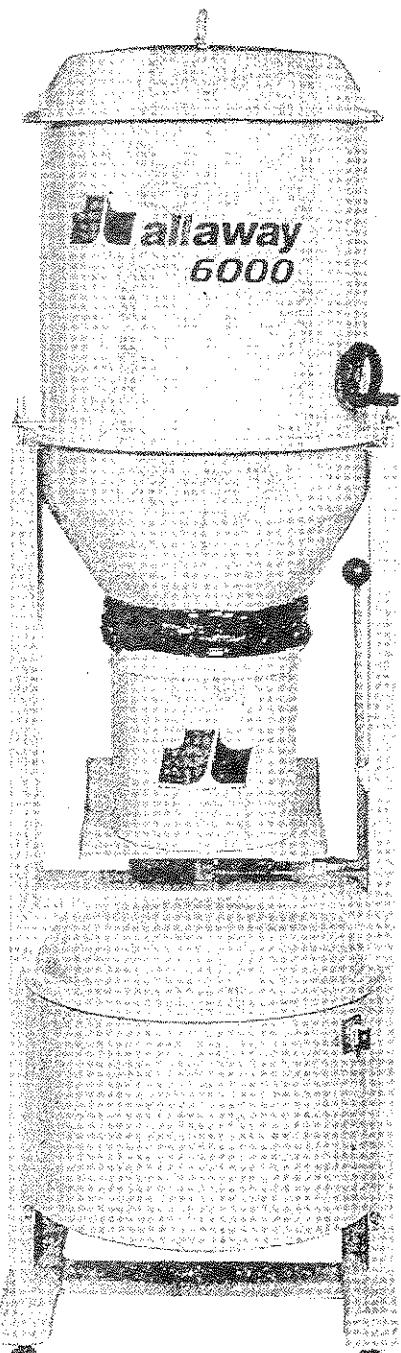


**Şekil 3.17** Gerektiğinde sabitleştirilebilen güçlü vakum üreten DEBUS tipi bir toz filtre agregası (Maschinenfabrik Karl Brieden GmbH / Bochum).

Tahrik sistemi: Direkt akuple trifaze motor, Vakum üretici: Yandan kanallı körük (290 d/dak), Filtre temizlemesi: Mekanik veya pnömatik (Özellikleri: Bkz. Altaki Tablo 3.2)

**Tablo 3.2**

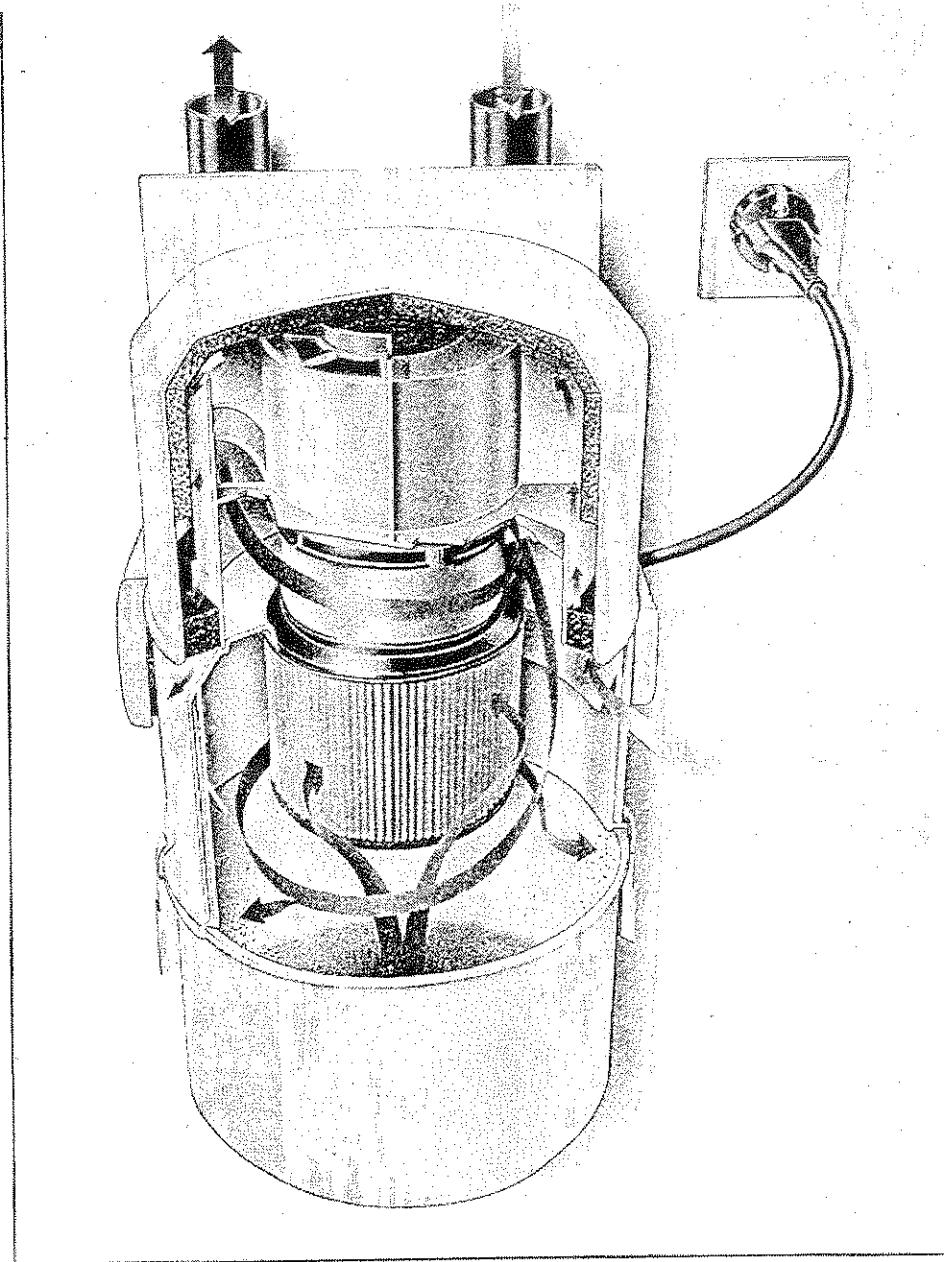
Tip	Hacim Litre	Motor gücü kW	Vakum mmH <sub>2</sub> O	Emdiği hava litre/dak.	Vakum borusu mm	Ağırlık kg	İsletme gürültüsü dB(A)
DES 700/ 710	57/210	1,0	1850	3500	50	65/ 95	75
DES 700/ 710	57/210	1,1	1900	3500	50	65/ 95	75
DES 700/ 710	57/210	1,5	2300	3500	50	66/ 95	75
DES 700/ 710	57/210	1,5	1800	5330	50	66/ 95	75
DES 700/ 710	57/210	1,1	2800	2500	50	65/ 95	75
DES 700/ 710	57/210	1,5	3000	2500	50	66/ 95	75
DES 800/ 810	57/210	2,2	1800	5330	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	2,2	3100	3000	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	3,0	2900	5330	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	4,0	1800	8650	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	3,0	4000	3500	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	4,0	4100	3500	63	70/100	76
DES 800/ 810	57/210	4,0	4100	5330	63	70/100	76
DES 900/ 910	57/210	5,5	2300	9000	75	85/115	76
DES 900/ 910	57/210	5,5	3000	8250	75	85/115	76
DES 900/ 910	57/210	5,5	2500	8350	75	85/115	76
DES 900/ 910	57/210	5,5	4300	5330	75	85/115	76
DES 900/ 910	57/210	6,0	3200	6500	75	85/115	76
DES 1000/1010	57/210	7,5	2600	8350	75	110/140	77
DES 1000/1010	57/210	7,5	2200	13000	75	110/140	77
DES 1000/1010	57/210	7,5	4400	5330	75	110/140	77
DES 1000/1010	57/210	7,5	4200	8000	75	110/140	77
DES 1000/1010	57/210	7,5	1600	16000	75	110/140	77
DES 1100/1110	57/210	11,0	2900	15500	75	130/160	76
DES 1100/1110	57/210	11,0	2400	20830	75	130/160	76
DES 1100/1110	57/210	11,0	5100	8000	75	130/160	76



Şekil 3.18 Allaway 6000 tipi, kompakt, güçlü, merkezi vakum yöntemi toz süpürme agregası (Heinemann GmbH / Schondorf)

**Teknik Özellikleri:**

Çektiği güç	6.0 kW
İşletme gerilimi	230/400 V
Kumanda gerilimi	24 V
Maksimum emme gücü	390 m <sup>3</sup> /h
Maksimum negatif basınç	39 kPa
Maksimum emme mesafesi:	
1 temizlik işçisi ile	100 m
2 temizlik işçisi ile	60 m
Yaydığı gürültü (1 m mesafeden)	76 dB(A)
Toz kabı hacmi	40 litre
Filtre elemanı iç yüzeyi	9000 cm <sup>2</sup>
Vakum hortumu	8/10 m
Yükseklik	2050 mm
Genişlik	600 mm
Ağırlık	148 kg



**Şekil 3.19** Allaway CV 1350 tipi merkezi vakum yöntemli, apartman ve müstakil aile evleri için toz süpürme agregası (Heinemann GmbH / Schondorf)

#### Teknik özellikleri

Çektiği güç	1.25 kW	Toz kabı hacmi	13 litre
İşletme gerilimi	230 V	Filtre elemanı yüzeyi	8000 cm <sup>2</sup>
Kumanda gerilimi	24 V	Vakum hortumu	8 m
Maksimum emme gücü	209 m <sup>3</sup> /h	Yükseklik	590 mm
Maksimum negatif basınç	25 kPa	Genişlik	310 mm
Maksimum emme mesafesi	30 m	Ağırlık	13.3 kg
Yaydığı gürültü (1 m mesafeden)	60 dB(A)		

## 4. MERKEZİ VAKUM YÖNTEMLİ TOZ SÜPÜRME SİSTEMİNİN TASARIMINDA PNÖMATİK İLETİM TEMEL İLKELERİNE KISA BİR GİRİŞ

### 4.1. Vakum Yöntemli Süpürme İlkeleri

#### 4.1.1. Süpürme Kavramı

Vakum olayı hava ile bağıntılı olduğundan süpürme ortamı olan hava, pnömatik iletim tekniğinin ana öğesini oluşturur.

Vakum boru hattı sürecinde oluşan basınç düşümüne genellikle basınç kaybı denir. Ancak bu, pnömatik iletimde önemsenmeyecek bir enerji kaybı anlamına gelmez. Bir pnömatik iletim tesisinde akışkanlar yasası (aerodinamik) geçerlidir. Emilen toz, hava içinde akışını sürdürür.

#### 4.1.2. Dinamik Basınç

Şekil 4.1 havanın bir *Prandtl tüpü* içinden nasıl akış yaptığı göstermektedir. Üç adet içlerinde su bulunan *U tüpü* vasıtıyla atmosfer ortamında aşağıdaki basınç farkları ölçülür:

- Toplam basınç  $\Delta p_t$ , tüpün ekseni boyunca, tüpteki akımın zıt yönünde,
- Statik basınç  $\Delta p_{st}$ , tüp ceperinin yönünde,
- Dinamik basınç  $\Delta p_{din}$ , yukarıdaki her iki basınç arasındaki fark.

Dinamik basınç için şu denklem geçerlidir:

$$\Delta p_{din} = \Delta p_t - \Delta p_{st} = \frac{\rho_H}{2} \times v_H^2 \quad (4.1)$$

Dinamik basınç salt hava akımı içindeki dirençler için bir kıyaslama değeri olup pnömatik iletimin hesaplanması ilke teşkil edecektir.

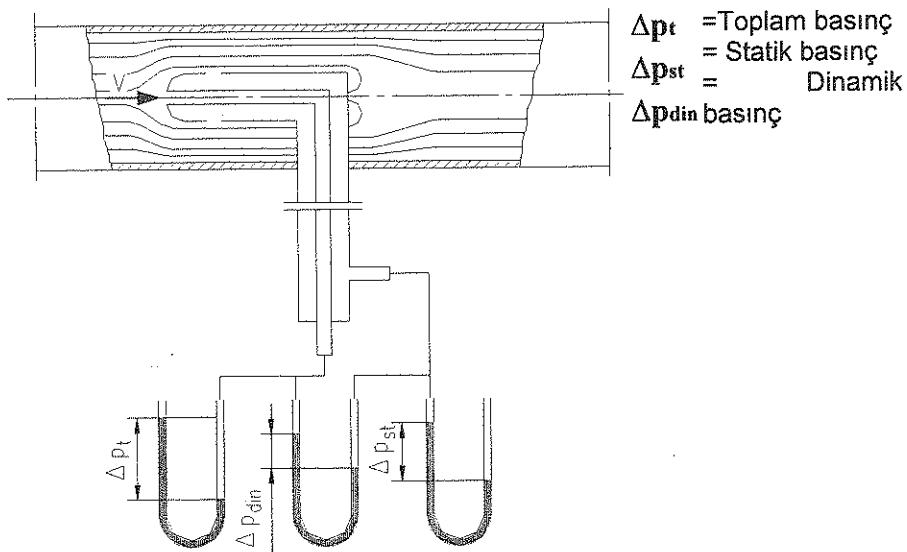
#### 4.1.3. Salt Hava Akımında Basınç Kaybı

Yuvarlak kesitli bir boru içindeki hava akımının neden olduğu basınç kaybı için şu denklem geçerlidir;

$$\Delta p_H = \lambda_H \times \frac{\Delta l}{d} \times \frac{\rho_H}{2} \times v_H^2 \quad (4.2)$$

Denklem (4.2)'ye göre  $\Delta p_H$ , dinamik basınç ile orantılıdır. Burada  $\lambda_H$ , basınç kaybı katsayısıdır. Tüm pnömatik iletim tesislerinin hesabında  $\lambda_H = 0.02$  yeterli görülmektedir. Burada:

- $\Delta p_H$  = İletim havasının akım sürecinde oluşan basınç kaybıdır (Pa)  
 $\Delta l$  = İletim hattı üzerindeki tüm dirençlerin iletim borusu uzunluğuna indirgenmiş olduğu halde toplam boru uzunluğu (m)  
 $d$  = İletim borusunun iç çapı (m)  
 $\rho_H$  = İletim havasının özgül ağırlığı ( $1.2 \text{ kg/m}^3$ )  
 $v_H$  = İletim havasının hızı (m/s)

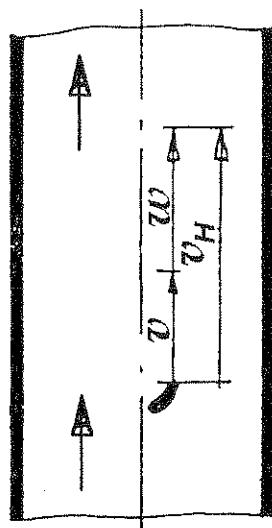


**Şekil 4.1** Dinamik basınç ölçen Prandtl tüpü

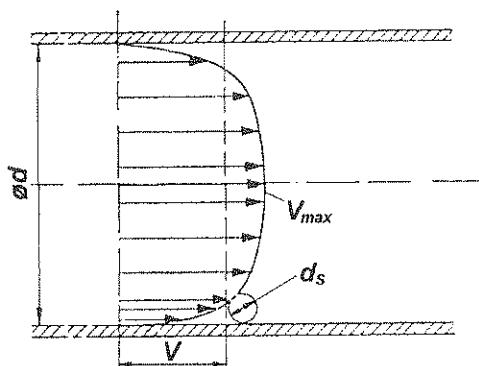
#### 4.1.4. Pnömatik İletimin Kısa Açıklaması

Taneciklerin dikey durumda iletilebilmesi, ancak belli bir hava hızının oluşmasıyla olanaklıdır. Bu hız Şekil 4.2'de görüldüğü gibi çökelme veya yüzme hızından daha büyük olmalıdır.

$v$ : Yüzme hızı  
 $w$ : Bağış hızı  
 $v_H$ : Hava hızı



**Şekil 4.2** Dikey bir iletişim borusu içindeki hızlar



Şekil 4.3 Hız profili

Kesit üzerinden bakıldığından her borunun içinde (Şekil 4.3) belli bir hız profili gerçekleşir. Hava hızı genel uygulamada hesaba alınan kesit üzerindeki ( $v$ ) ortalama hızdır.

Yatay boruda, toz taneleri bu hızın yarattığı sürtünme etkisiyle daha çok borunun iç çeperinde çöküş yapma eğilimindedir. Bununla birlikte hız profili de olumsuz etkilenmiş olur.

Yatay borulu sistemde, daha güçlü bir pnömatik iletim elde etmek için gerekli hava hızını dikey sistemdeki hava hızından daha yüksek tutmalıdır. Ancak pratik uygulamalarda çoklukla yatay ve dikey sistemler bileşimine yer verilir. Bu nedenle, dikey ve yatay iletim olgusunu birlikte gerçekleştirebilecek hızlarla çalışmak gereklidir.

İletim borularının eğik biçimde döşenmesinden mümkün olduğu kadar sakinmelidir. Çünkü tanelerin ağırlığı ile çeperlerdeki sürtünmeler birleşerek akışa karşı direncini artırır ve bu nedenle daha yüksek hava hızı gerektirir.

Hava hızı, tanelerin hareket halinde olmasını sağlamak için gereklidir.

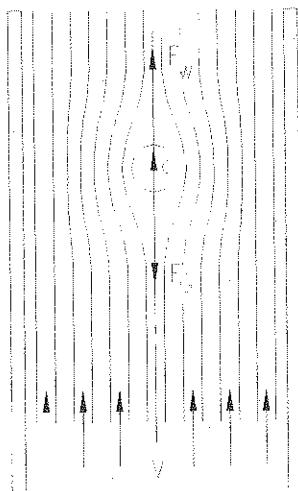
#### 4.1.4.1. Tanenin Yüzme Hızı

Toz tanesini yüzme durumuna getirebilmek için alttan üfuren bir hava akımına verilmesi gereken yüzme hızı  $v_Y$ , sürtünme v.b. kayıplar düşünülmezse serbest düşme hızına eşittir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi akış hızının direnci, statik yüzdürme dikkate alınmadığı varsayıldığında akım direnci  $F_w$ , tanenin ağırlığı  $F_g$ 'ye eşit olacaktır. Boru içinden akan havanın  $v$  ortalama hızı egemen olurken tanenin özgül ağırlığı  $\rho_s$ , havanın özgül ağırlığı  $\rho_H$ 'dan daha büyük ise<sup>[1]</sup>:

$$v = v_Y = \sqrt{\frac{4 \times g \times d_s \times \rho_s}{3 \times c_w \times \rho_H}} \quad (4.3)$$

$v_Y$	Tanenin yüzme hızı	m/s
$g$	Yer çekimi ivme hızı	9.81 m/s <sup>2</sup>
$d_s$	Tanenin irilik çapı	m
$\rho_s$	Tanenin özgül ağırlığı	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_H$	Havanın özgül ağırlığı	kg/m <sup>3</sup>
$c_w$	Direnç katsayısı :	
	küresel tanelerde	0.45
	taneler ovalleşikçe	0.65
	silindirikleşikçe	0.90

[1] Prof. Dr. Ing. W.Siegel Pneumatische Förderung / 1991 Vogel Vfg.



**Şekil 4.4** Dikey boru içerisinde tanenin simetrik akış şeması

#### 4.1.4.2. Yüzer Ortamda Tanelerin İletimi

Yüzer ortamda iletişim, pnömatik iletişimin klasik bir türüdür. Yüksek hava hızının etkisiyle taneler boru kesiti üzerinde yaklaşık tekdüzende hava akımının içine dağıılır.

Hava hızının 25 ila 38 m/s ve yüzme hızının genellikle 15 m/s'nin biraz üzerinde olması nedeni ile tanelerin dikey durumda geri düşmesi söz konusu olmaz.

Olanaklı karışım oranı  $\mu$ , yüzey ortamlı iletişim sınırlamaktadır. 20 yıl öncesine kadar teknik literatürlerde bu oran :

$$\mu = \frac{Q_s}{Q_h} = 10 \quad Q_s : \text{Mal kitle debisi} \quad \text{kg/s}$$

$$Q_h : \text{Hava kitle debisi} \quad \text{kg/s}$$

Bununla birlikte son sunulan teblighlerden bu sınırın aşıldığı bildirilmektedir. Pnömatik vakum yöntemi tahıl boşaltma tesislerinde karışım oranının  $\mu = 28$ 'e ulaşlığı ölçümlerle saptanmıştır.

#### 4.1.4.3. Tanelerin Hızlandırılması

Tanelerin hızlandırılmasından önce, ilkin emme ağızlığına kesin ulaşması gereklidir:  
Şöyleki;

- Akış kesiti mümkün olduğunda iyi saptanmalıdır.
- Tanelerin akış hızı düşük olmamalıdır.
- Emici ağızlıklarının, tanelerin emileceği mekânlardaki noktalara çok iyi intibak edebilmesi sağlanmalıdır.
- İletim borusunun yatay yönde döşenmiş olması tercih edilmelidir. Çünkü yatay uygulamada hızlanma daha çabuk gerçekleşmektedir. Bundan başka tanelerin aşağı yöne akıtılması gerektiğinde  $90^\circ$  kıvrımlı bir dirsekle gerçekleştirilmelidir.

Emme ağızlığından iletişim hattına ilk girişte gerçekleştirilebilecek debi:

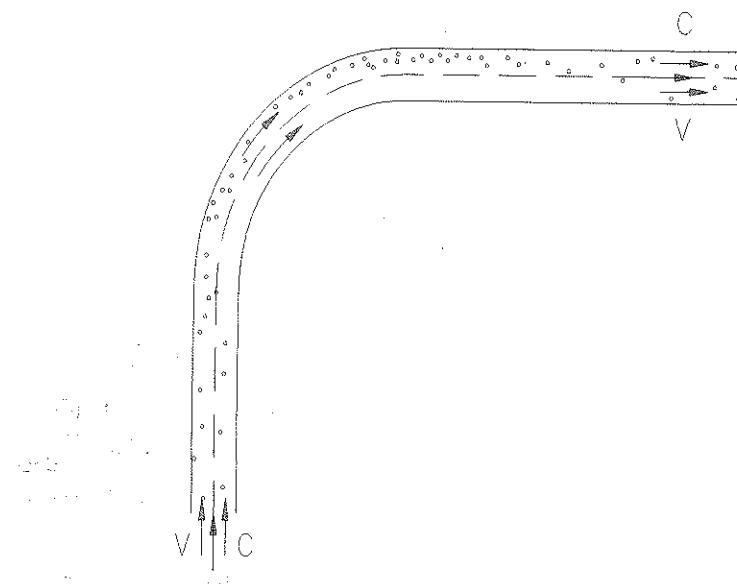
$$Q_s = \rho_{ss} \times c \times A \quad (4.4)$$

Bu denklemde:

$Q_s$ :	Tanelerin kitle debisi	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_{SS}$	Tane yiğininin özgül ağırlığı	(kg/m <sup>3</sup> )
$c$	Tane hızı (m/s); ( $c = v - v_y$ )	
$v$	İletim havasının hızı	(m/s)
$v_y$	Tanenin yüzme hızı	(m/s)
$A$	Boru kesiti	(m <sup>2</sup> )

#### 4.1.4.4. Kırımlı Dirsek İçerisinde Tanelerin Akış Yönüne Saptırılması

Pnömatik iletimde yön saptırılması kıırımlı dirsek ile kolay bir biçimde gerçekleştirilebilir. Bu esnada iletilen taneler yüzey ortamda hava akımından ayrılır (Bkz. Şekil 4.5)



Şekil 4.5 Kıırımlı dirsek içerisinde mal akış yönünün saptırılması

İletim havası kıırımlı dirseğe uyum sağlama konusunda beraber iletilen taneler eylemsizlik nedeni ile yön dönüşümüne uyum sağlamaz ve dirseğin çeperlerine çarpar. Taneler dirseğin sert iç çeperine çarptığında kinetik enerjisinin bir bölümünü kaybeder. Tanelerin bir bölümü dirsekten kurtuluncaya kadar kayar. Bunun ardından taneler hava akımı tarafından yakalanır ve yüzey ortama uyum sağlar.

#### 4.1.4.5. Kıırımlı Dirsek Geometrisi

Kıırımlı dirsek yarı çapı  $R$  ile boru çapı  $d$  arasında aşağıdaki orantı geçerlidir.

$$R/d = 6.07 \quad (2.6)$$

Bu orantıya dayanarak bazı pnömatik tesisat yapımcıları kıırımlı dirseklerde  $R/d = 6$  oranını baz kabul etmektedir. Yapısal nedenlerle  $R/d = 4$ 'ün biraz altına bile inilmekte olduğu bildirilmektedir<sup>[1]</sup>.

#### 4.2. Vakum Yöntemli İletim Tesisleri

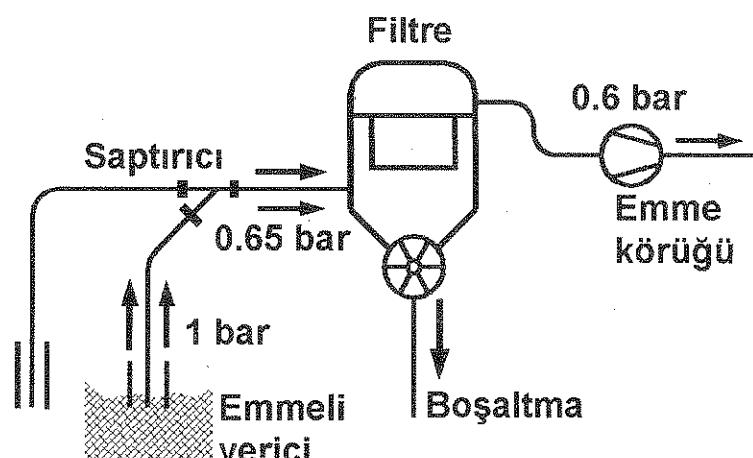
Vakum yöntemiyle pnömatik iletim tesisatında vakum üreten körük (Şekil 4.6) iletim hattının sonunda konumlandırılır. Böylelikle tüm iletim hattında negatif basınç egemendir.

[1] Prof. Dr. Ing. W. Siegel *Pneumatische Förderung / 1991 Vogel Vlg.*

Bir pnömatik vakum yöntemi tesisatı çalıştırabilecek maksimum basınç farkı teorik olarak  $\Delta p_{\max} = 1$  bar düzeyindedir. Ancak negatif basınç (vakum) üretimi için en ekonomik basınç farkı 0.5-0.6 bar olarak önerilmektedir<sup>[1]</sup>.

Vakum yöntemi ileticinin gerçekleştirilemesi Şekil 4.6'de şematik olarak görülmektedir. Taneler bir emici ağızlık yardımıyla emdirilerek ayrıcı filtreye iletilmektedir.

Havanın atmosfere yayılabilmesi için pnömatik iletim tesisatının sonunda tanelerin havadan ayrılması gereklidir. Çünkü böyle bir hava çevreye zararlar verir. Çevre sağlığı yönünden müsaade edilebilen maksimum toz konsantrasyonu  $150 \text{ mg/m}^3$  tehlikesiz sayılmaktadır<sup>[2]</sup>.



## 5. TOZ AYRIŞTIRMA SİSTEMLERİ

### 5.1. Siklonlar

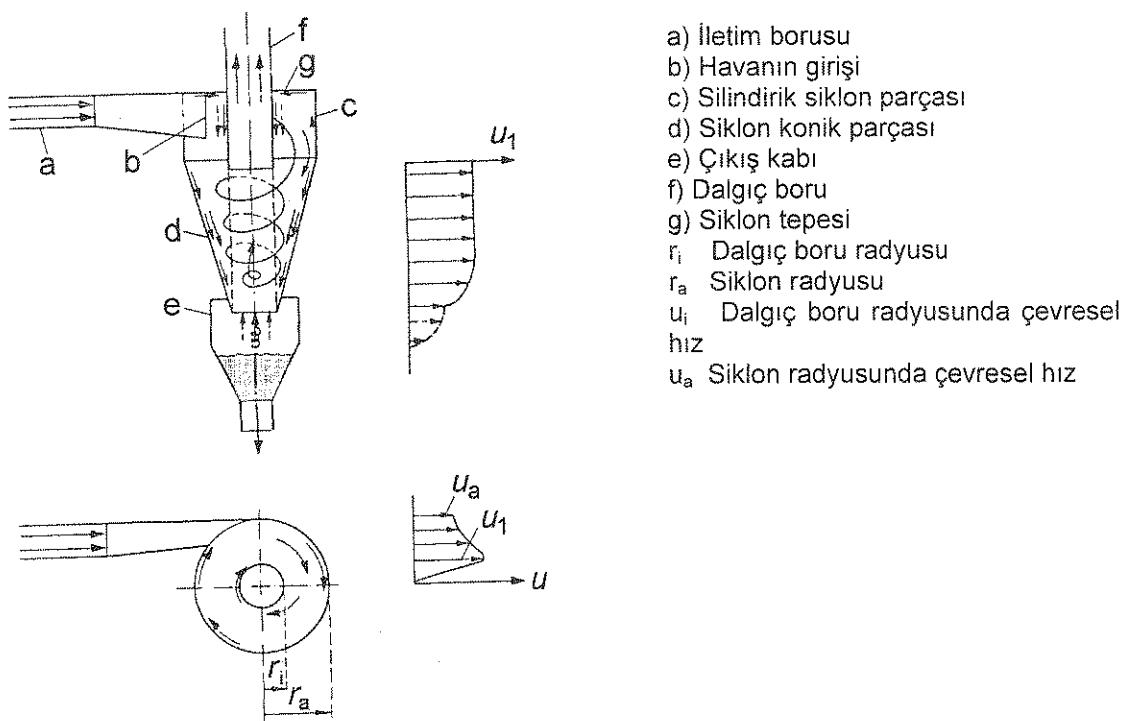
Ayırıcı siklonlar özellikle en çok uygulanan toz tutma aparatlarıdır. İşletme ve yatırım giderleri açısından en ucuz olan sistemlerden biridir. Genellikle 5 ila 200  $\mu\text{m}$  (mikron) iriliğinde partiküllerin ayırtılmasında uygulanır.

#### 5.1.1. İşlevi

İri partiküller siklonda merkezkaç kuvvetin etkisi ile hava akımından ayrılır. Merkezkaç kuvvet spiral akımla ortaya çıkar.

Şekil 5.1'de bir pnömatik iletim hattının sonundaki siklonun işlevi görülmektedir. Dairesel kesitli (a) iletim borusu dikdörtgen kesitli bir (b) giriş borusuyla eklenecek siklonun silindirik (c) kısmında ağızlanır. Buraya gelen iyi taneler, tümüyle螺旋 yörüngede yumakçıklar halinde siklonun (d) kısmının çeperinden kayarak (e) çıkış kabına akın eder. Hava (f) dalgıç boru içine spiral bir devinimle akarak buradan dışarı çıkar.

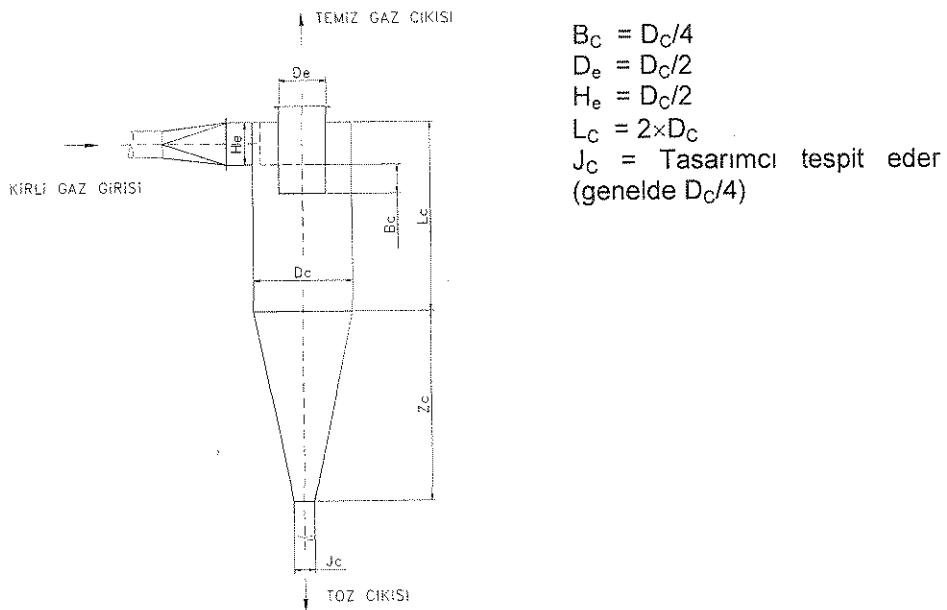
<sup>[1]</sup> TA Luft, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Carl-Heinemanns-Verlag, 1986.



**Şekil 5.1** Hava ve iletişim malının siklondan akışı

### 5.1.2. Standard Siklonlar

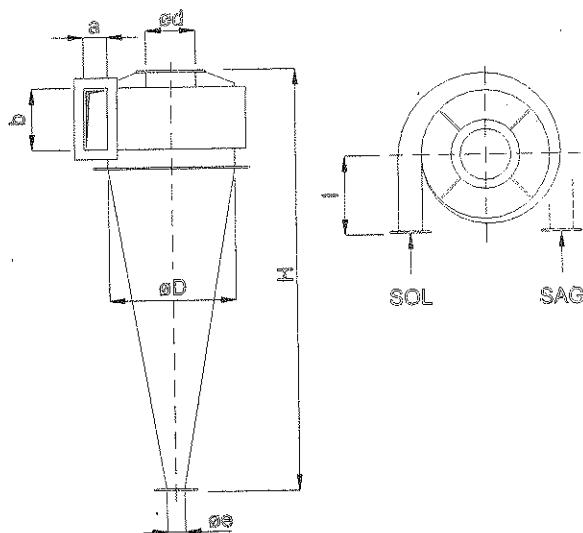
Şekil 5.2'de tüm boyutları, çap orantısı ile saptanan spiral akımlı bir siklonun konstrüksyonunu gerçekleştirebilir.



**Şekil 5.2** Spiral akımlı siklon boyutları

Siklon tasarımda genel anlamda bir standartizasyon henüz mevcut olmamakla birlikte tanınmış firmalar bu alanda kendi deneyimleri doğrultusunda kendi standartlarını gerçekleştirmiştir. Malzeme olarak genelde St 37 veya kaliteli paslanmaz çelik (Argon gazaltı kaynağı uygulayarak) kullanılmaktadır.

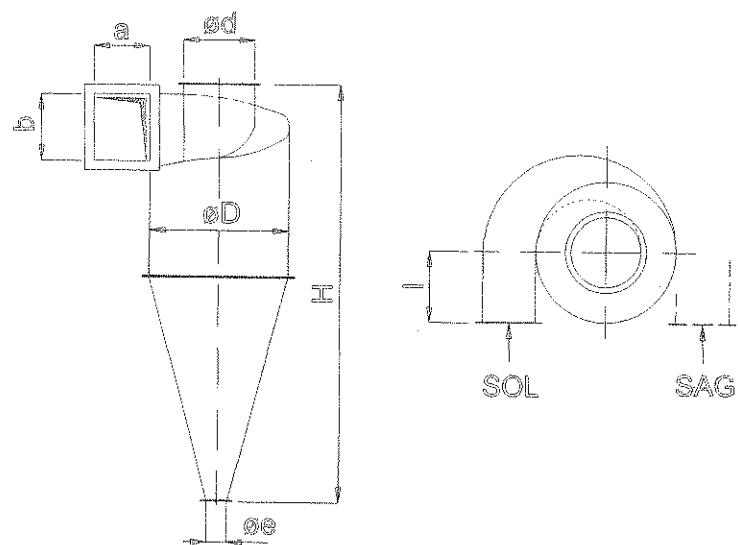
İki ayrı tipteki螺旋 akımlı siklonlar (Şekil 5.3-Tablo 5.1) ve (Şekil 5.4-Tablo 5.2)'de görülmektedir.



Şekil 5.3 Orta basınçlı siklon ebat tablosu

Tablo 5.1 Spiral akımlı orta basınçlı siklon ölçülerleri

TİP	$\varnothing D$	GİRİŞ AĞZI		$\varnothing d$	$\varnothing e$	I	H	DEBİ $m^3/h$	BASINÇ KAYBI mmSS
		a	b						
OBS 35	350	65	170	150	50	201	945	576	118
OBS 46	460	80	240	210	100	300	1370	1080	124
OBS 58	580	100	280	260	150	365	1620	1620	123
OBS 70	700	120	340	315	150	420	2050	2340	120
OBS 82	820	140	400	380	150	500	2450	3240	112
OBS 94	940	170	480	450	200	550	2700	4320	100
OBS 115	1150	200	570	530	250	650	3250	6480	117
OBS 137	1370	240	680	630	250	780	3970	9360	120
OBS 155	1550	275	700	710	300	880	4300	11160	120
OBS 185	1850	320	900	850	300	1050	5200	16560	118
OBS 204	2040	360	1000	960	400	1135	5800	20160	111
OBS 236	2360	410	1200	1120	400	1275	6800	27360	110
OBS 275	2750	480	1300	1250	450	1550	8100	36000	120



Şekil 5.4 Süper Siklon Ebat Tablosu

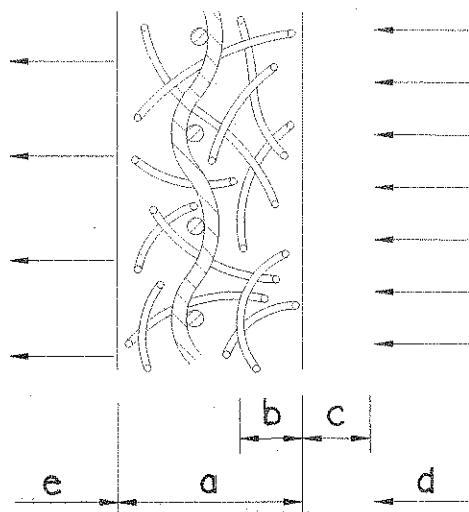
Tablo 5.2 Spiral akımlı yüksek basınçlı siklon ölçütleri

TİP	ØD	GİRİŞ AĞZI		Ød	Øe	l	H	DEBİ	BASINÇ KAYBI
		a	b						
ESS 55	550	180	220	250	145	275	1680	1200	60
ESS 60	600	200	245	300	145	300	1850	1800	76
ESS 70	700	250	320	330	145	350	2185	2700	94
ESS 82	820	310	390	400	145	410	2560	4200	100
ESS 100	1000	380	480	500	145	500	3190	6300	100
ESS 110	1100	400	500	550	145	550	3440	7300	93
ESS 120	1200	440	540	600	145	600	3790	9000	96
ESS 130	1300	460	600	650	145	650	4040	10000	88
ESS 140	1400	500	640	700	145	700	4380	11500	87
ESS 150	1500	560	700	750	145	750	4740	14000	90
ESS 164	1640	620	780	800	145	820	5120	17500	100
ESS 175	1750	650	850	880	145	875	5470	20000	96

## 5.2. İnce Tozun Filtre Ortamından (Filtermedium) Süzülmesi

Toz ile yüklü hava bir dokuma, yün veya iğneli keçeden geçer (Bkz. Şekil 5.5). Filtre ortamı henüz temiz iken toz partikülleri滤re ortamının doku aralıklarından süzülerek temiz tarafına ulaşır. Öteki partiküller kirli hava tarafında birikerek esas filtre tabakasını oluşturur. Bu tabaka ince toz partiküllerini alıkoyar. Burada tutunmuş olan tozlar düzenli olarak temizlenecektir.

- a. Filtre ortamı
- b. Birikmiş toz tabakası
- c. Tutunmuş toz tabakası (temizlenir)
- d. Kirli hava
- e. Temiz hava



**Şekil 5.5 Bir dokuma filtre ortamında toz ayrışması**

Filtrelerde toz ayrışımı üç ayrışim olgusu ile gerçekleşmektedir:

- a) İri taneler doku örgüsü nedeni ile (örneğin 75 ila 150 mikron) alıkonulduğundan %100 oranında elenmiş olur.
- b) İnce taneler porlar arasından hava akımını izleyerek doku içinden geçeceğinden ayrılmazlar. Tane çiftleri büyündükçe eylemsizlik nedeni ile dokular arasından geçişte, önce buralarda tutunup kalırlar.
- c) Çok ince toz taneleri statik elektrikle yüklü doku fazları tarafından kolaylıkla çekilerek orada birikirler.

Yukarıda açıklanan üç ayrı ayrışim olgusu, gerek iri vegerek ince toz tanelerinin yaklaşık %100 oranında ayrışmasını gerçekleştirmiştir.

Çevre sağlığını koruma tüzüklerine göre tehlikesiz toz içeren havada kalıcı toz içeriği için maksimum  $150 \text{ mg/m}^3$ 'e, tehlaklı toz içeren havada ise kalıcı toz içeriği için maksimum  $20 \text{ mg/m}^3$  olarak öngörülmüştür. Bu nedenle bir filtre üreticisi yapımladığı filrenin tane iriliğine göre süzme kabiliyetini açıklıklyabilmelidir.

### 5.2.1. Filtre Kapasitesi

Pnömatik iletimde bildirilen hava debisinin tozdan arındırılması için gerekli filtre yüzeyi, mevcut filrenin metrekaresinin süzme kabiliyetine ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ) bağlıdır. Bu değer filtre yüzeyine rastlayan hava kitlesinin hızı olup buna filrenin süzme hızı da denmektedir.

### 5.2.2. Filtre Ortamı (Filtermedium)

Filtre ortamı olarak poliester, poliakrilnitril, poliamid ve polipropilen gibi sentetik elyafından üretilen keçe türü dokumalar kullanılmaktadır.

En son gelişmelere göre yünden üretilen keçe filtre elemanlarının uygulanmakta olduğu bildirilmektedir.

### 5.2.3. Filtre Elemanları

Filtre elemanı olarak torba, paket veya çevresi plisel biçimde olan sert filtre elemanları uygulanmaktadır (Bkz. Şekil 5.6).

Torba filtreler eşit filtre yüzeyli paket filtrelerle karşılaştırıldığında, torba filtreler daha fazla yer gerektirmektedir. Bundan başka torbalar daha uzun boyda yapılabildiği halde, paket filtre boyları biraz kısadır.

Çevresi plisel filtre elemanları, paket filtre elemanlarında olduğu gibi geniş filtre yüzeyine sahiptir. Torba filtrenin içeriği boy ve kapladığı hacim içerisinde daha geniş süzme yüzeyli plisel filtre elemanları sağlama olağanıdır.

### 5.2.4. Filtrelerin temizlenmesi,

Temizlik işlevini gerçekleştirebilen manuel, yarı otomatik veya tam otomatik çalışan filtre çeşitleri vardır. Basınçlı hava ile temizlenen filtrelerde, mevcut filtre elemanlarından maksimum %25'lük bir kısmına zaman ayarları aralıkta 0.1 ila 1 saniye süren pulsularla ters yönde yaratılan basınçlı hava şoku verilerek temizlik işlevi gerçekleştirilir. Bu suretle tutulmuş olan tozlar çözüşür. Böyle bir filtre Şekil 5.7'de görülmektedir.

Giriş ağırlığı (a)'dan teğetsel olarak içeri giren hava ve tanelerin akımının büyük bir bölümü yumakçıklar halinde ayrışarak spiral hareketle (i) mal çıkışına akar. Toz içerikli hava yukarı yükselir, (b) filtre torbasından süzülerek filtre ortamında tutunur. Ayarlı zaman aralıklarında, buradaki beş torbadan oluşan her bir torba dizisi sıra ile temizlenir. Bu işlevde (d) diyaframlı ventil aniden açılarak (e) hava haznesindeki 6 bar basınçlı havayı (c) enjektör memelerine sevk eder. Memeler (b) torbalarına üfürür ve böylece temizleme işlevi tamamlanır. (d) diyaframlı ventil bir manyetik (f) ventilli üzerinden (g) kumanda aygıtı vasıtası ile açılır.

Basınçlı temizleme havasının yağ ve kondens suyundan arındırılmış olması gereklidir.

Burada ventilin açılmasında gerek impuls aralığı ve gerek impuls sigası 0.1 ila 1 saniye zaman süresine göre ayarlanabilmektedir.

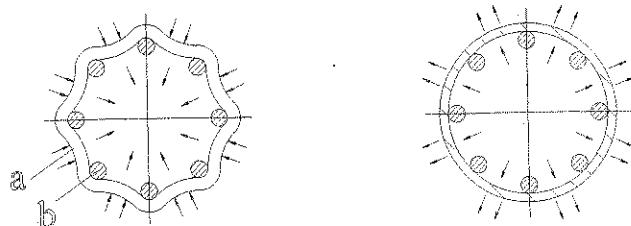
Genelde filtre ortamında oluşan filtre pastası, yumakçıklar halinde, yukarı yükselen hava akımına karşı çıkış konisine düşer. Bununla beraber ince toz tanelerinin yüzme hızı,filtredeki iletişim havasının yukarı yükseliş hızından küçük olunca torba filtre yüzeyindeki bu tozlar sürekli üfürülür ve tekrar emilir. İnce tozlar için kesintisiz çalışan filtreler uygun değildir.

Jet filtreler, (Şekil 5.8, Tablo 5.3) ve (Şekil 5.9, Tablo 5.4)'de görülmektedir. Bundan başka kam düzeni ile silkelenen (Şekil 5.10, Tablo 5.5) ve elle silkelenen toz filtreleri (Şekil 5.11, Tablo 5.6)'da gösterilmiştir.

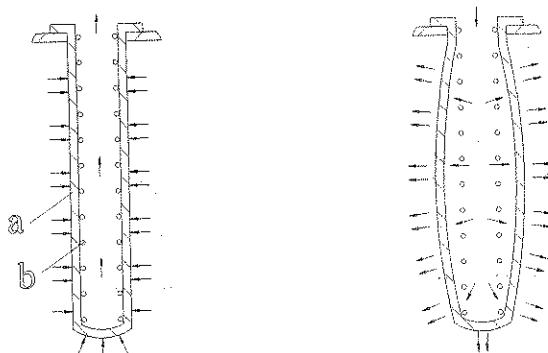
## SÜZME

## TEMİZLEME

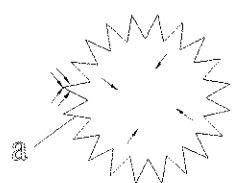
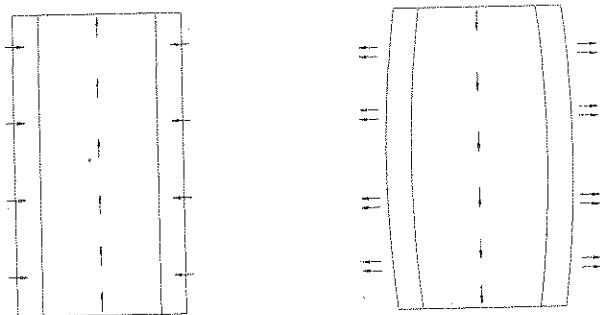
Torba filtre elemanı



Paket filtre elemanı

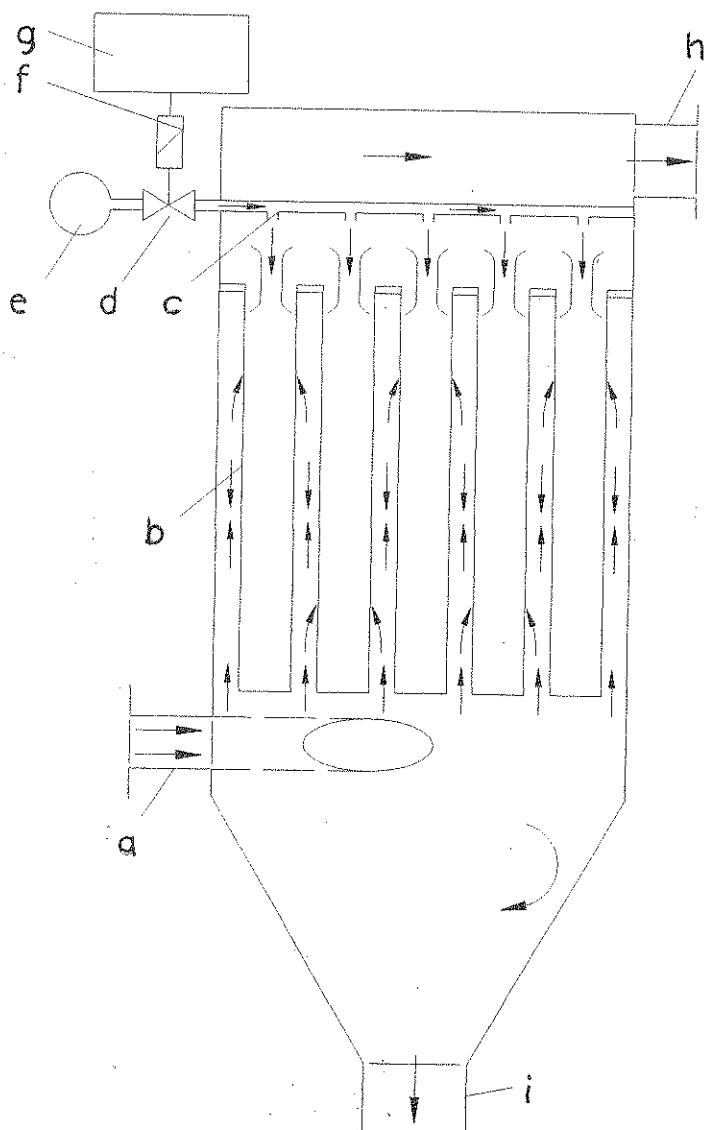


Pliselî filtre elemani

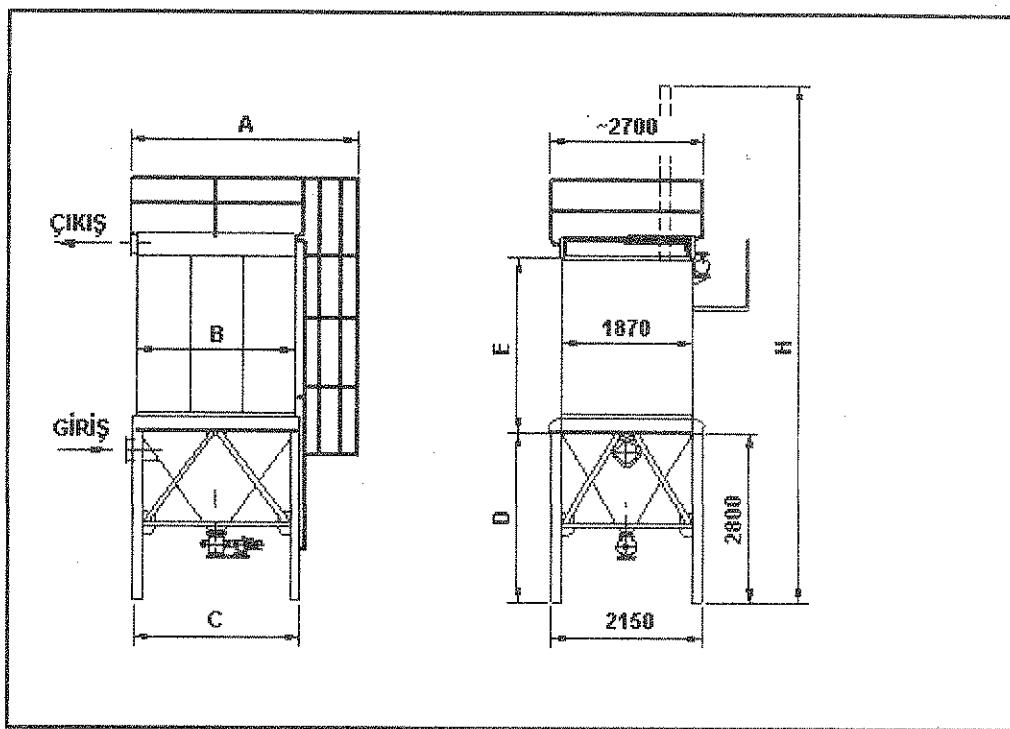


**Şekil 5.6 Filtre elemanı türleri:** a. Filtre ortamı b. Takviye kafesi

- a. Teğetsel girişli iletim borusu ağızlığı
- b. Torba filtre
- c. Enjektör memesi
- d. Diyaframlı ventil
- e. Basınçlı hava haznesi
- f. Manyetik ventil
- g. Kumanda aygıtı
- h. Temiz hava flanşı
- i. İletim malı çıkıştı.



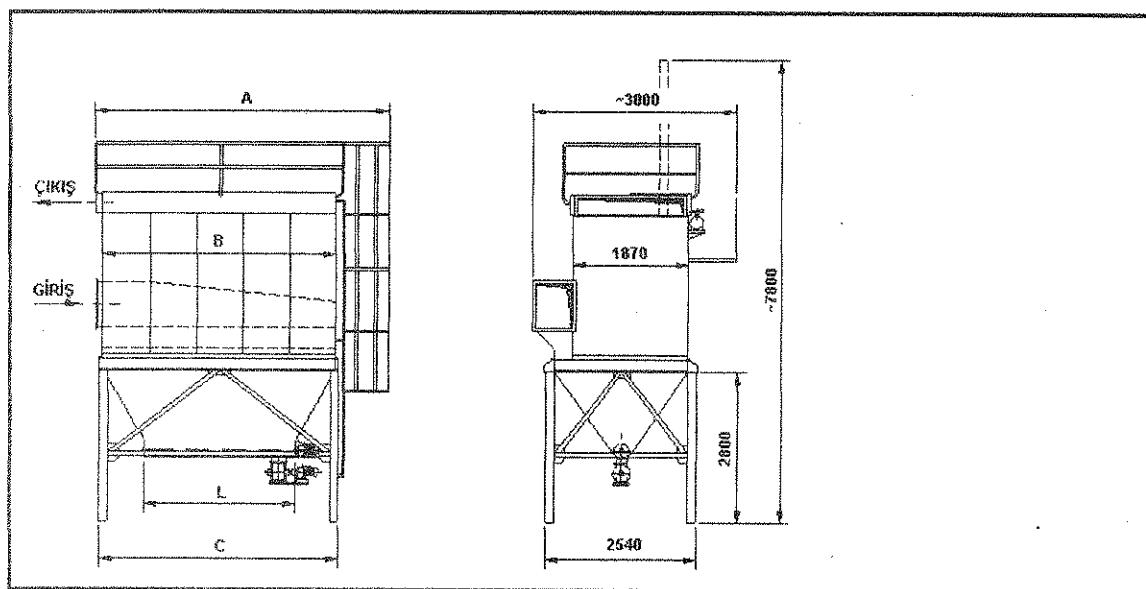
Şekil 5.7 Pnömatik bir iletim tesisiindeki basınçlı hava ile temizlenir torbalı filtre



Şekil 5.8 MPJF Jet filtre

Tablo 5.3 MPJF Jet filtre boyutları tablosu

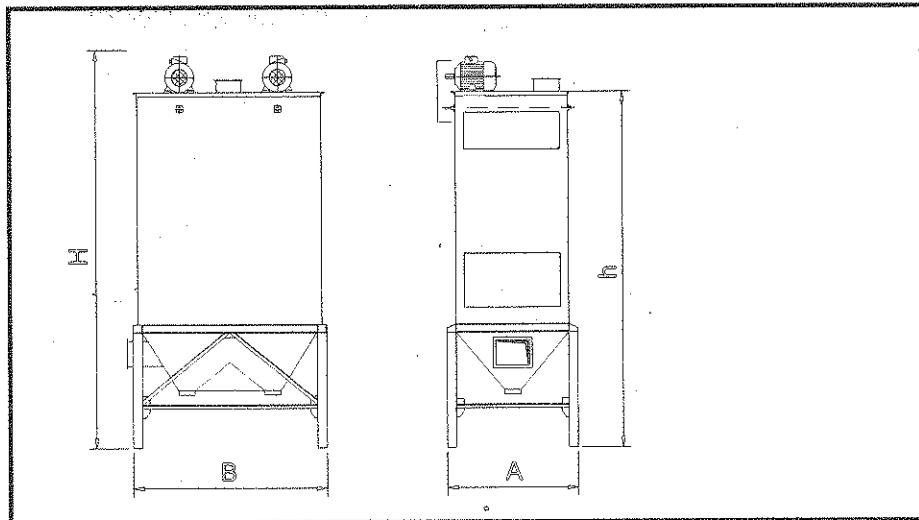
MPJF	DEBİ min.	m <sup>3</sup> /h max.	Filtreleme alanı m <sup>2</sup>	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	H mm
80/1800	4860	9900	54	2350	1500	1630	2150	1800	5750
80/2500	6750	8250	75	2350	1500	1630	2150	2500	7150
120/1800	7290	8910	81	8910	2250	2380	2400	1800	6000
120/2500	10170	12430	113	12430	2250	2380	2400	2500	7400
160/1800	9720	11880	108	11880	3000	3130	2800	1800	6400
160/2500	13500	16500	150	16500	3000	3130	2800	2500	7800



Şekil 5.9 MPJF jet filtre

Tablo 5.4 MPJF Jet filtre boyutları tablosu

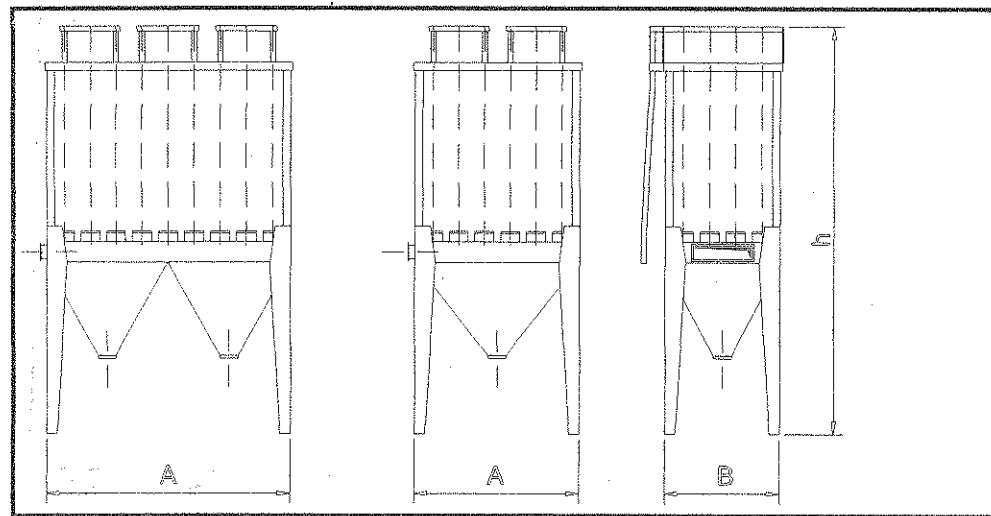
MPJF	DEBİ m <sup>3</sup> /h	Filtreleme alanı m <sup>2</sup>	A mm	B mm	C mm	L mm	Bunker sayısı	
160/2500	14130	17270	157	3800	3000	2950	1500	1
200/2500	17640	21560	196	4550	3750	3700	2250	1
240/2500	21150	25850	235	5300	4500	3950	3000	1
280/2500	24660	30140	274	6050	5250	5200	3750	1
320/2500	28170	34430	313	6800	6000	5950	2x1500	2
360/2500	31770	38830	353	7550	6750	6700	2x1875	2
400/2500	35280	43120	392	8300	7500	7450	2x2250	2
440/2500	38880	47520	432	9050	8250	8200	2x2625	2
480/2500	42390	51810	471	9800	9000	8950	2x3000	2
520/2500	45900	56100	510	10550	9750	9700	2x3750	2
560/2500	49320	60280	548	11300	10500	10450	3x2000	3
600/2500	52920	64680	588	12050	11250	11200	3x2250	3



Şekil 5.10 Kamla silkelemeli toz fitresi

Tablo 5.5. Kamla silkelemeli toz filtresi boyutları tablosu

KTF	DEBİ m <sup>3</sup> /h	Filtreleme alanı m <sup>2</sup>	A mm	B mm	~H mm	h mm	Bunker adedi
12/2000	1500	15.0	1240	900	3960	3710	1
12/2500	1880	18.8	1240	900	4460	4210	
16/2000	2000	20.0	1250	1240	3960	3710	
16/2500	2500	25.0	1250	1240	4460	4210	
25/2000	3100	31.0	1500	1400	3960	3710	
25/2500	3900	39.0	1500	1400	4460	4210	
30/2000	3760	37.6	1500	1650	3960	3710	
30/2500	4700	47.0	1500	1650	4460	4210	
36/2000	4500	45.0	1760	1650	3960	3710	
36/2500	5650	56.5	1760	1650	4460	4210	
50/2000	6200	62.0	1500	2700	3960	3710	2
50/2500	7800	78.0	1500	1700	4460	4210	
60/2000	7520	75.2	1500	3200	3960	3710	
60/2500	9400	94.0	1500	3200	4460	4210	
72/2000	9000	90.0	1760	3200	3960	3710	
72/2500	11300	113.0	1760	3200	4460	4210	



**Şekil 5.11** Elle silkelemeli toz filtersi

**Tablo 5.6** Elle silkelemeli toz filtersi boyutları

ETF	DEBİ m <sup>3</sup> /h	Filtreleme alanı m <sup>2</sup>	A mm	B mm	h mm	Bunker adedi	Silkeleme kol adedi
ETF12/20	1500	15.00	1096	846	4020	1	1
ETF 12/25	1875	18.75	1096	846	4520	1	1
ETF 16/20	2000	20.00	1096	1096	4020	1	1
ETF 16/25	2500	25.00	1096	1096	4520	1	1
ETF 18/20	2250	22.50	1596	846	4020	1	2
ETF 18/25	2800	28.00	1596	846	4520	1	2
ETF 24/20	3000	30.00	1596	1096	4020	1	2
ETF 24/25	3760	37.60	1596	1096	4520	1	2
ETF 32/20	4000	40.00	2096	1096	4020	2	2
ETF 32/25	5000	50.00	2096	1096	4520	2	2
ETF 36/20	4500	45.00	2346	1096	4020	2	3
ETF 36/25	5650	56.50	2346	1096	4520	2	3

### 5.3. Vakum Yöntemli Pnömatik İletim Tesisatının Hesabı

#### 5.3.1. Hava Hızı ( $v_0$ )

Pnömatik vakum yöntemi iletim tesisatında başlangıçta, yani emme ağızlığında hava hızı  $v_0$  olup iletim malının türüne göre Tablo 5.7'den aranır. İletim hattının sürecinde dinamik basınç havanın genleşmesi ile artacağından  $v_0$  ve boru çapı sağılıklı bir şekilde seçilmelidir. Taktirde iletim hattının hangi noktasında olursa olsun gerekli minimum dinamik basıncın altına düşülmemiş olur.

#### 5.3.2. Toplam Basınç Kaybı ( $\Delta p$ )

Vakum yöntemi bir pnömatik iletim tesisatında oluşan basınç kaybı aşağıdaki denklemle hesap edilir:

$$\Delta p = p_0 \times \left[ 1 - \sqrt{\left( K \times \frac{\rho_{H0} \times v_0^2}{p_0} \right)} \right] \quad (5.1)$$

Bu denklemde yer alan simgelerin açıklaması:

- $\Delta p$  = Toplam basınç kaybı (Pa veya N/m<sup>2</sup>)
- $p_0$  = Atmosferik hava basıncı (N/m<sup>2</sup>)
- $K$  = Toplam basınç kaybı katsayısı
- $\rho_{H0}$  = Atmosferik havanın özgül ağırlığı (kg/m<sup>3</sup>)
- $v_0$  = Gerekli iletim havasının hızı (m/sn) (Bkz. Tablo 5.7)

$$K = \lambda_H \times \frac{\Delta l}{d} + \mu \times \left[ \alpha \times \Delta l + \frac{2 \times \Delta h \times g}{\beta \times v_0^2} + 2 \times \beta \times \left( 1 + \frac{i}{2} \right) \right] \quad (5.2)$$

- $\lambda_H$  = İletim havası basınç kaybı katsayısı (0.02 ila 0.03)
- $\Delta l$  = Toplam iletim borusu uzunluğu (m)
- $d$  = İletim borusu çapı (m)
- $\mu$  = Karışım oranı
- $\alpha$  = İletim borusu çapına bağlı basınç kaybı katsayısı (Bkz. Tablo 5.7)
- $\Delta h$  = Dikey iletim borusu uzunluğu (m)
- $g$  = Yer çekimi ivmesi (m/s<sup>2</sup>)
- $\beta$  = İletim malı hızı c'nin iletim havası hızı v'ye oranı (c/v):
  - Tozsuz ve ırmiksi iletim malı için;  $\beta = c/v = 0.8$
  - Taneli iletim malı için;  $\beta = c/v = 0.7$
- $v_0$  = Gerekli iletim havasının hızı (m/sn) (Bkz. Tablo 5.7)
- $i$  = Kırımlı dirsek sayısı

İletim malı	$d_s$ (mm)	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{ss}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$v_0$ (m/s)	$\alpha$
Arpa	4.0	1420	690	20 - 25	0.04
Buğday	3.9	1380	730	22 - 27	0.04
Buğday kepeği	1.0	1470	300	20 - 25	0.06
Buğday unu	0.09	1470	540	18 - 23	0.08
Cam bilyacıklar	1.14	2990	1780	22 - 27	0.06
Çavdar	3.0	1180	620	22 - 25	0.04
Çelik bilyacıklar	1.08	7850	4420	25 - 35	0.12
Çimento	0.05	3100	1420	20 - 25	0.18
Çimento (farin)	0.05	3100	960	20 - 25	0.15
Çinko oksidi	0.1	4850	2000	25 - 30	0.15
Destere tozu	0.7	470	190	20 - 25	0.04
Hayvan yemi	0.86	1370	540	22 - 25	0.06
Kaya tuzu	1.6	2190	1200	22 - 27	0.08
Malt	3.7	1370	540	20 - 22	0.04
Mısır (kuru)	7.7	1300	680	22 - 25	0.04
Mısır irmiği	0.75	1440	450	23 - 25	0.06
Mısır unu	0.19	1400	460	23 - 25	0.1
Mika (Ham)	0.93	2550	830	25 - 30	0.09
Odun sellülozu	0.35	1230	370	22 - 25	0.06
Pirinç	2.7	1620	800	20 - 25	0.06
Pirinç kabuğu	2.5	1280	105	18 - 20	0.04
P.Propilen granülü	3.5	1000	500	20 - 25	0.04
PVC-Pulver	0.2	1320	570	20 - 25	0.1
P.Etilen granülü	3.5	1070	500	20 - 25	0.04
Prina (kuru)	0.96	680	260	20 - 22	0.04
Sellüloz-pulver	0.04	1380	230	20 - 25	0.04
Soya	6.3	1270	690	22 - 25	0.04
Toz şeker	0.52	1610	860	20 - 25	0.08
Yulaf	3.4	1340	510	22 - 25	0.04

 $d_s$  = Tane çapı $\rho_{ss}$  = Yiğin malın yoğunluğu $\rho_s$  = Tanenin özgül ağırlığı $\alpha$  = Boru çapına bağlı basınç kaybı katsayısı $v_0$  = İletim borusunda gerekli hava hızı (atmosferik havanın özgül ağırlığı  $\rho_0=1.2$  kg/m<sup>3</sup> ilkesine göre. Burada büyük değerler geniş çaplı borular içindir. Daha alt değerler küçük çaplı borular için geçerlidir.)

### 5.3.3. Boru Çapı

İletim borusu çapının tahminlemesinde (5.3) denklemi geçerlidir.

$$d = \sqrt{\frac{2 \times K_s \times Q_s \times v}{\pi \times \Delta p_s}} \quad (m) \quad 5.3$$

Bu denklemde  $K_s$ , (5.4) denklemi yardımıyla ve  $\Delta p_s$ , (5.5) denklemi ile bulunur:

$$K_s = \alpha \times \Delta l + \frac{2 \times \Delta h \times g}{\beta \times v_0^2} + 2 \times \beta \times \left(1 + \frac{i}{2}\right) \quad (5.4)$$

$$\Delta p_s = \mu \times K_s \times \frac{\rho_H}{2} \times v_0^2 \quad (\text{Pa}) \quad (5.5)$$

Burada  $K_s$ , iletim malı akımına bağlı bir basınç kaybı katsayısıdır. İletim malının kitle debisi  $Q_s$ , önceden verilir. Hava hızı  $v_0$ , Tablo 5.7'den alınır.  $\Delta p_s$  iletim malı akımında oluşan bir katma basınç kaybıdır. Döner pistonlu körük ile (basınç kapasitesi maksimum 1 bar) çalışan bir tesiste tahlük hesabı yapıılırken körük basınç kapasitesinin yaklaşık olarak %70 bölümünün  $\Delta p_s$  için dikkate alınması önerilmektedir<sup>[1]</sup>.

#### 5.3.4. Hava Debisi

Seçilen ( $d$ ) boru çapı ve daha önce saptanan ( $v_0$ ) hava hızı yardımcı ile hava debisi elde edilir:

$$V_H = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times v_0 \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5.6)$$

## ÖZGEÇMİŞ

### Hüseyin AKKOÇ

1967 yılında Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 1967 yılından 1976 yılına kadar geçen süre içinde ALARKO konstrüksiyon bürosu vantilatör seksiyonunda başmühendis olarak çalışmasını sürdürmüştür. 1976 yılında kendi özgirişimi ile endüstri tipi vantilatör ve filtre tesisleri inşa eden ED-VAN Vantilatör Sanayii ve Ticaret Ltd. Şti.'nin kurucu ortağı olarak Edremit-Çıraklıköy bölgesinde 5000 m<sup>2</sup> kapalı alan üzerinde bugünkü çelik konstrüksiyon atelyelerinin kurulmasını gerçekleştirmiştir. Halen yurdumuzdaki büyük endüstri teşkilerinin çevre sağlığı için öngörülen plan ve projelerin uygulama alanına geçirilmesinde ED-VAN'ın etkin katkıları devam etmektedir.

### Nuri ARUN

1938 yılında TCDD hesabına makina mühendisliği öğrenimi için Almanya'ya gönderilmiş ve 1943 yılında Berlin'de Beuth-Ingenieurakademie'den mezun olmuştur. 1943'te TCDD Cer Teşkilerinde görev'e başlamıştır. 1945-1947 Gölcük Deniz Fabrikaları Teknik Bürosunda yedek subay olarak yurt görevini yaptıktan sonra 1948-1958 İzmir 3. İşletme Motorlu Tren Ateliyesi müdürü, 1958-1960 Cer müfettişi, 1960-1967 Cer Makina ve İkmal Seksyonu müdürü, 1967-1972 Cer Dairesi Başkanlığı Motorlu Tren ve Dizelizasyon seksyonu Teknik müdürü ve 1973 Teknik Müşavir olarak görevini sürdürmüştür. 1973-1988 BİSAN Bisiklet Sanayii A.Ş.'de konstrüksiyon başmühendisi olarak çalışmıştır. Halen ED-VAN Vantilatör Sanayii ve Ticaret Ltd. Şti.'de fahri teknik danışman olarak çalışmalarına katılmaktadır.

<sup>[1]</sup> Prof. Dr. Ing. W.Siegel *Pneumatische Förderung / 1991 Vogel Vlg.*