

Büyük Hacimlerde Hava Dağıtım Sistemleri

Seyfullah HALU

ÖZET

Bu bildiride büyük hacimlerde hava dağıtım sistemleri araştırılacaktır. Başlıca hava dağıtım sistemleri kısaca hatırlatılacak, büyük hacimlerde bu sistemlerin nasıl tasarlanacağı, ne şekilde uygulamalar olacağı, çeşitli disiplinlerle nasıl ortak çalışmalar yapılması gerektiği incelenecek, bu konuda örnekler verilecektir. Sonuç olarak, uygun bir hava dağıtım sisteminin, konfor, ekonomi ve görüntü yönünden ne denli önemli olduğu vurgulanacaktır.

***Anahtar Kelimeler:** Havalandırma, mimar, mühendis, tasarım, uygulama, karışım, deplasman, döşeme*

1. GİRİŞ

Hava dağıtım sistemlerini aşağıda inceleyeceğiz.

A. Teğetsel (Tangential) Hava Üfleme Sistemleri

Teğetsel hava üfleme sistemlerinde, hava lülesi (jet) doğrusal (lineer) hava üfleyicilerde düzlemsel olarak, dairesel (radial) hava üfleyicilerinde ise dairesel duvar lülesi olarak, odanın duvarına çarpar. Odanın tümü, doğrusal hava dağıtıcılarıyla iki boyutlu dönel bir hava hareket sistemiyle (vortex), dairesel hava yayıcıları ile üç boyutlu bir sistem ile dolar.

B. Yayılım (Diffusional) Türü Hava Üfleme Sistemleri

Yayılım türü hava üfleme sistemlerinde, belirli bir kullanma bölgesinde, dönel bir hareket (vortex) oluşumu yoktur. Odadaki hız dalgalarının büyüklüğü en düşük düzeydedir. Yayılım türü hava üfleme sistemlerinde, yüksek endüksiyonlu hava lüleleri üreten dağıtıcılara gerek vardır. Bu lüleler, oda havasının, yoğun bir şekilde karışımını sağlayarak, kullanılan bölgeye (occupied zone) ulaştırıldığında, hızının kabul edilebilir bir düzeye ulaşmasını sağlar. Girdapsal (swirl) hava dağıtıcıları bu sistemlere örnektir.

Abstract:

Air distribution in large spaces is a very important function and it requires very careful design and application. Generally, wrong design and application of air distribution creates considerable complaints. A team made of experts from air distribution firms, architects, HVAC designers, contractors, operators and owners should convene, at the very early design stage, in order to achieve the best aesthetic, functional and economic solutions. In large spaces, there are very high ceilings and wide openings. Therefore, it is virtually impossible to find solutions with conventional and standard device, hence, in most cases it is necessary to design and manufacture special devices to meet specific requirements. In such cases, it should be required to ask for the help of companies specialized in this field. In this paper, mixing, displacement and floor ventilating systems applied to large spaces are to be studied and some special application samples are to be given.

Key Words:

Ventilating, architect, engineer, design, application, mixing, displacement, floor

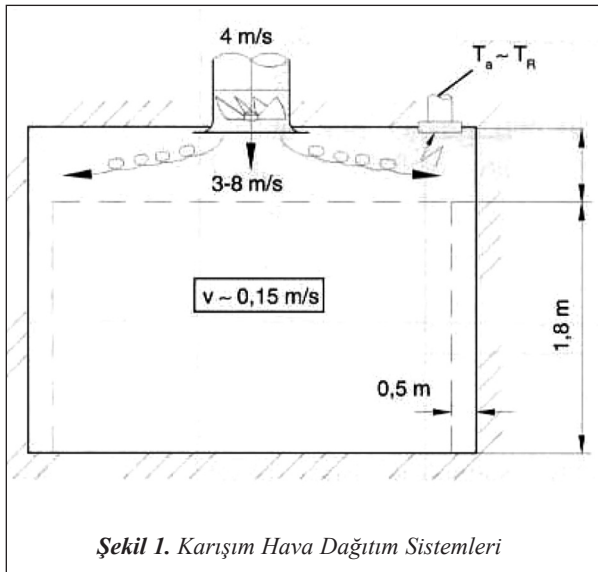
Makale

B1. Karışım Hava Dağıtım (mixing) Sistemleri: Bu sistemlerde, birincil (primer) hava, dağıtıcıdan 3-15 m/s gibi yüksek bir hızla, çok sıcak (kışın) veya çok soğuk (yazın) olarak ve çok büyük bir gürültüyle, dağıtıcı (diffuser) ağzından fırlatılır. Birincil hava, hızla ortamdaki havayla karışarak, kullanılan bölgede (occupied zone) istenen hava sıcaklığı, son (terminal) hız ve ses düzeyine ulaşır. Kullanılan bölge (occupied zone), karışım hava dağıtım sisteminde yerden 1,8 m yükseklikteki katman olarak tanımlanmaktadır. Son hız ise karışım hava sisteminde 0,15 m/s dir. Karışım sistemlerinde sıcaklık farkları (dağıtıcıdan çıkış sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark) soğutma 14 K, ısıtmada ise 20 K'ye kadar çıkarılmaktadır. Bu sistemde kullanılan hava dağıtıcılarına örnek olarak, yuvarlak ve kare teğetsel (tangential) dağıtıcılar, girdapsal (swirl) dağıtıcılar, yarık (slot) dağıtıcılar, lüle (nozzle) dağıtıcılar gösterilebilir. Hava değişim sayısının göreceli olarak düşük (15 ve altı) olması durumlarında, bu tür hava dağıtıcılar kullanılır.

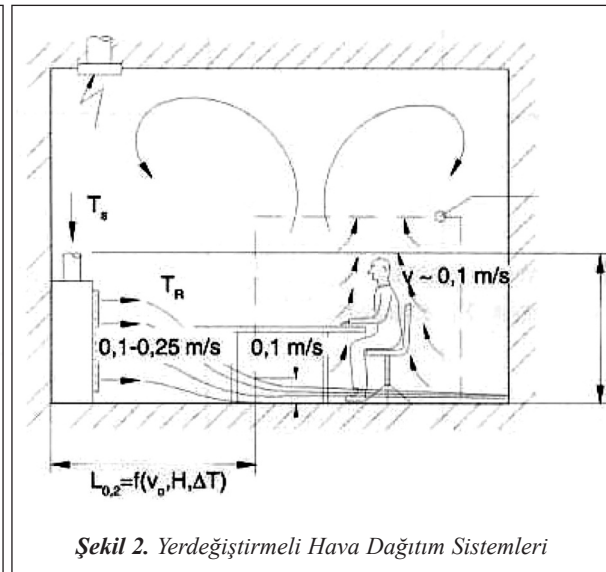
B2. Yerdeğiştirmeli (displacement) Hava Dağıtım Sistemleri: Bu sistemlerde, soğutma uygulamasında, hava dağıtıcıdaki delikli bir yüzeyden, 0,1 – 0,2 m/s gibi, çok düşük bir hızla ortama yayılır. Bu durumda kullanılan bölge, dağıtıcıdan yatay olarak belli bir uzaklıkta ve yerden 1,3 m yükseklikte bir bölge ola-

rak tanımlanmıştır. Yatay uzaklık, kritik bölge olarak tanımlanmıştır. Kritik bölge, dağıtıcının yüksekliği, üfleme hızı ve üfleme sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farka göre değişir. Kullanılan bölgede son hız 0,1 m/s. olmalıdır. Yer Değiştirmeli Hava Dağıtım Sistemleri soğutma uygulamalarına veya eşsıcaklıklı (isothermal) uygulamalara daha uygundur. Soğutma uygulaması yanı sıra, ısıtma uygulaması da istenirse, dağıtıcıya lüleler (nozzle) eklenir. Bu sistemlerde, soğutma uygulamalarında sıcaklık farkı sınırlı olup en fazla 6 K olabilmekte, dağıtıcılara lüleler eklenerek sıcaklık farkı 15 K'ye kadar çıkarılabilmektedir. Bu dağıtıcılara örnek olarak, duvar ve döşeme tipi yer değiştirmeli dağıtıcıları verilebilir. Isıtmada bu sistem daha çok ilk ısıtma (warm-up) uygulamaları için uygundur.

Isınan ve kirlenen hava yukarı doğru yükselir ve yukardan dışarı atılır. Yükselen havaya, ortam havası da katıldığından hava hacmi giderek artar. Ortamda iki farklı tabaka oluşur. Alt bölge yerdeğiştirmeli havalandırma bölgesi, diğer bölge ise çevrimli üst bölgedir (Şekil 2). Karıştırmalı havalandırma sistemlerinden farklı olarak, yerdeğiştirmeli havalandırma sistemlerinde kullanılan bölgede havanın karışmasının az olması istenir. Başka bir deyişle, kullanılan bölgedeki sıcaklık, hız gibi koşullar besleme havası koşullarına yakındır. Bu tür hava dağıtım



Şekil 1. Karışım Hava Dağıtım Sistemleri

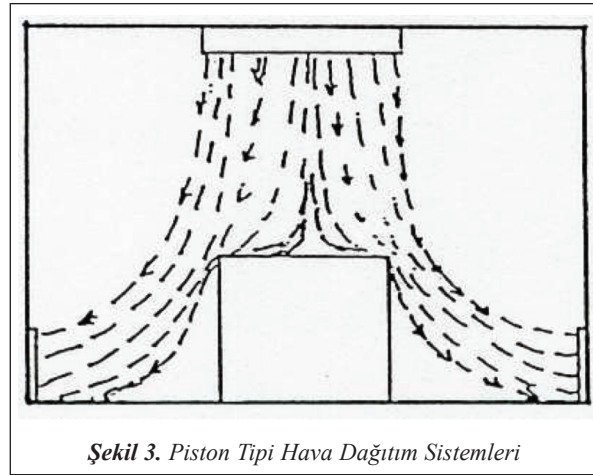


Şekil 2. Yerdeğiştirmeli Hava Dağıtım Sistemleri

sistemleri geçmişte endüstride kirlenmiş havayı dışarı atmakta yaygın bir şekilde kullanılmaktaydı. Günümüzde, konfor iklimlendirmesinde kullanılması da giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak, üfleme ve ortam havası sıcaklık farkının düşük olması ve düşey sıcaklık farkları nedeniyle oluşan hava akımlarından, zaman zaman yakınmalar olabilmektedir. Bu tür hava dağıtım sistemlerinde, en büyük hava taşınım (conduction) yükünün 25 W/m^2 'yi aşmaması öneriliyor. Bu durumda, düşey sıcaklık gradyanı 3 dereceyi geçmez. Bu sistemlerle serinletme kapasitesini arttırmanın diğer bir yolu, oturlan bölgedeki havanın bir kısmını besleme havası içine endükleme yoluyla, üflemeden önce havayı, dağıtıcı içinde karıştırmaktır. Böylece, kullanılan bölge düşey sıcaklık gradyanını azalır, soğutma yükü ise 50 W/m^2 'ye kadar artabilir.

C. Piston Tipi Hava Dağıtım Sistemleri: Bu tür sistemlerle, çok büyük ısı yükleri ve yüksek kirlilik düzeyleri, çok düşük bir endüksiyonla yok edilir. Hava yukardan veya üst yandan fırlatılır. Temiz hava kirliliği havayı bir piston gibi aşağıya iter ve dışarı atar. Hava değişim sayısı yüksektir (60 ve üstü). Türbülans düşüktür. Ameliyathane, ilaç fabrikalarının değişik bölümleri, laboratuvarlar gibi göreceli olarak küçük hacimlerde veya endüstride uygulama alanları bulunduğu konumuz dışındadır.

Türbülans söz ettik. Bilindiği gibi türbülans standart sapmanın ortalama hava hızına oranı olarak tanımlanmaktadır. Halk arasında hava cereyanı veya uçak yolculuğunda hava boşluğu denen şey aslında türbülansdır. Türbülans arttıkça konfor düzeyi düşer ve havadaki parçacık yoğunluğu artar. Bu ise iç hava kalitesinin düşmesi demektir. Karıştırmalı hava dağıtım sistemlerinde türbülans yoğunluğu % 15-40, yer değiştirmeli hava dağıtım sistemlerinde ise % 5 – 10 civarındadır. Piston tipi hava dağıtım sistemlerinde ise daha da düşüktür. Endüksiyon oranı; dağıtıcı çıkışında, yatayda 1,5 m uzakta bir noktadaki hava debisinin, dağıtıcının toplam debisine oranı olarak tanımlanır. Endüksiyon oranı, teğetsel dağıtıcılarda düşük (%5), girdapsal (swirl) dağıtıcılarda ise yüksektir (% 25).



Şekil 3. Piston Tipi Hava Dağıtım Sistemleri

Şimdi de karıştırmalı hava dağıtım sistemleri ile yerdeğiştirmeli hava dağıtım sistemlerini karşılaştıralım.

DEĞER	(PARAMETRE)	KARIŞTIRMALI	YERDEĞİŞTİRMELİ
Oda hava hızı	(Normal)	0,15 - 0,18 m/s	0,15 - 0,18 m/s
Ses düzeyi	(Normal)	35 - 45 dB(A)	35 - 45 dB(A)
	(Özel)	25 dB(A) dan küçük	22 dB(A) dan küçük
Sıcaklık gradyanı	(Normal)	K/m den küçük	2 K/m den küçük
	(Özel)	0,2 K/m den küçük	0,3 K/m'den küçük
Türbülans		20 – 30 %	10 – 15 %
Sıcaklık farkı (üfleme-oda)	(Normal)	Soğ. 10 K'den küçük Isıt. 12 K den küçük	Soğ. 6 K'den küçük
	(Özel)	Soğ. 20 K den küçük Isıt. 14 K den küçük	Soğ. 10 K'den küçük Isıt. 12 K'den küçük
Hava değişim sayısı	(Normal)	3,5 – 12	3,5 – 12
	(Özel)	3,5 tan küçük	12 – 60

Makale

Ayrıca, teğetsel dağıtıcılarda, sıcaklık düşüşü göreceli olarak daha düşük (% 75), girdapsal dağıtıcılarda daha yüksektir (% 95). Hız düşüşü de teğetsel dağıtıcılarda düşük (% 40), girdapsal dağıtıcılarda yüksektir (% 70). En fazla hava değişim sayısı, teğetsel dağıtıcılarda 8, girdapsal dağıtıcılarda 14 olabilir. Dağıtıcı çıkışındaki sıcaklık ile ortam sıcaklığı arasındaki fark, teğetsel dağıtıcılarda 8, girdapsal dağıtıcılarda 14 olabilir.

Sonuçta, girdapsal dağıtıcılar, teğetsel dağıtıcılara göre daha konforlu bir dağıtım ve daha fazla soğutma kapasitesi sağlayabilmektedir.

Tablonun incelemesinden de görüleceği gibi, özel tasarlanmış yerdeğiştirmeli dağıtıcılar, karıştırmalı dağıtıcılara göre daha sessiz çalışmakta, daha az türbülansa neden olmakta; buna karşın, daha küçük sıcaklık farklarına karşı çalışmakta, düşeyde biraz daha büyük sıcaklık gradyanları oluşmakta, aynı zamanda, ya çok büyük, ya da çok küçük hava değişim sayıları söz konusu olabilmektedir.

HAVA DAĞITIM SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Hava dağıtım sistemlerini inceledikten sonra, hava dağıtım sistemlerinin gerçekleşme aşamalarına bakalım.

- 1- *Ön Planlama:* Bu aşamada ana öneri irdelenir.
- 2- *Tasarım Aşaması:* Bu aşamada, ısıtma ve soğutma yüklerine göre, hava akış karakteristikleri (simulation) çıkarılır, cihazlarının seçimi, boyutlandırılması ve konuşlandırılması yapılır. Tasarım mimar ve mühendisleri ortaklaşa çalışırlar. Kullanılan bölgedeki, sıcaklık ve hız dağılımı incelenir.
- 3- *Üretim Aşaması:* Bu aşamada, gerekirse, önce prototipler yapılır, örnek oda (mock up) donatılır. Daha sonra hava dağıtım aygıtları (terminal) üretilerek iş yerine, götürülür.
- 4- *Yerleştirme ve çalıştırma:* Son aşamada, aygıtlar

yerleştirilir, çalıştırılır, denemeler (test) yapıldıktan sonra işletmeciye teslim edilir.

Hava ve demiryol terminalleri (concourse), opera ve konser salonları, toplantı merkezleri, (auditorium), spor merkezleri (gymnasium) vb. büyük yapıların havalandırılması, tasarım mühendis ve mimarlarını epeyce uğraştırmaktadır. Bu tür yapılarda, kullanılan bölgeler (occupied zone) ile hava çıkışları (outlet) arasında genellikle büyük açıklıklar bulunmaktadır. Bu ise ya havanın kullanılan bölgede uygun bir şekilde dağıtılmasını güçleştirmekte ya da bölgede, yüksek hızlara veya istenmeyen hava akımlarına (draught) yol açmaktadır. Büyük binalarda, uygun hava dağıtım gereksinimlerini karşılayacak çok az sayıda standart ürün bulunmaktadır. Bu nedenle, çoğu kez, gereksinimleri karşılayacak özel cihazların tasarım ve üretimi söz konusu olmaktadır. Yerdeğiştirmeli havalandırma sistemleri, bir ölçüde, bu gereksinimlere yanıt verebilmektedir. Bu sistemlerdeki ana sorun, düşük hızlı geniş alanlı dağıtıcıları bölgeye yerleştirmek ve içyapı tasarımına uyumlu kılmaktır.

Şimdilerde, büyük ve çağdaş yapıların hava dağıtım sistemlerinin gerçekleştirilmesinde giderek yeni bir yaklaşım benimsenmektedir. Tasarımın çok erken aşamalarında, yapı sahibi veya işleticisinin istekleri doğrultusunda hava dağıtım sistemini gerçekleştirecek bir firma seçilmekte, bu firmanın uzmanları, tasarım mimar ve mühendisleri ile bir takım oluşturmaktadır. Seçilen bu firmaya, tasarım mimar ve mühendisleri ile birlikte, uygulayıcı firmalarla da işbirliği yaparak, çözüm bulma sorumluluğu da yüklenmektedir. Bu firmadan beklenen, gereksinimleri sağlayacak ürünlerin tasarım ve üretimini gerçekleştirmek, bu ürünleri deneyerek (test) ve garantili olarak iş yerine göndermektir. Bu nedenle, seçilen firmanın uzman mühendisi, zamanının büyük bir bölümünü inşaat sahasında geçirmek zorunda kalmaktadır. Hava dağıtım aygıtları (terminal) yerlerine takılırken, diğer yapı ürünleri ile karşılaşma durumu ola-

bilir. Tam bir uyum gerçekleştirmek için, seçilen firma, hava dağıtım sistemi ile ilgili tüm firmalarla işbirliği ve doğrudan ilişki kurma konusunda yetkilendirilmelidir.

Aşağıdaki örnekte, Londra'da yeni yapılan T5 Terminali'ndeki hava dağıtım sistemi uygulamalarını bulacaksınız.

Ön giriş alanlarında, yerdeğiştirmeli havalandırma uygulanmaktadır. Tasarımı gerçekleştirmek için, dağıtıcıların (diffuser) ön yüzleri, sadece içyapı tasarımına uyum sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda uygun havalandırma gereksinimlerini de karşılamaktadır.

6 m genişliğindeki koridorları havalandırmak için, önce, 2 m yüksekliğinde paneller önerilmişti. Bu durumda, bu ön panelleri, diğer ağır ızgaraların (grill) neden olacağı olası zararlara karşı da korumak gerekecekti. Bunun yerine, daha sonra, ön dış cam

ile iç duvar arasına yerleştirilecek olan, girdapsal (swirl) elemanlarla desteklenmiş, doğrusal (linear) duvar türü hava dağıtım sistemleri geliştirildi. Böylece, çok önemli işletme gereksinimlerini karşılamak için, cam yüzeyler, delikli sac yüzeylerle bölünmeyecekti.

Duvar türü yerdeğiştirmeli havalandırma uygulamalarında, büyük debilerde, geniş alanlara gereksinim duyulmakta, böyle geniş alanlar da çoğu kez kıt bulunmaktadır.

Üstelik çok geniş ve yüksek yapılar (concourse), yakın alan (near zone) ve etki derinliği (penetration depth) ile sorunlar yaratır. Aynı zamanda, büyük ön yüzeyleri, olası hasarlara karşı korumak da ayrı bir sorundur. Bu nedenle, duvar dağıtıcıları (diffuser) daha çok koridor gibi geçiş alanlarında ve genellikle değişiklik yapılarak (modified) kullanılır.

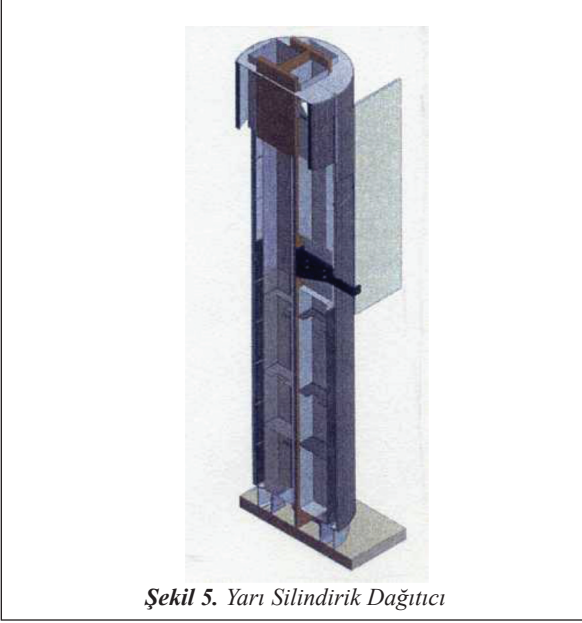
Bir yerdeğiştirmeli uygulama örneğinde, kesintisiz (continuous) dar bir besleme kutusu (plenum) ile birlikte 500 – 600 mm yüksekliğinde kesintisiz bir duvar dağıtıcısı kullanılmıştır. Bu dağıtıcının ön yüzü, darbelere dayanıklı LSE paslanmaz çelik bir ızgaradır. Burada, yerdeğiştirmeli dağıtıcı, dağıtım kanalları, ön ızgarayı tutan çerçeve, arasında aleve dayanıklı köpük yalıtıcı içeren, iki kat delikli sac ön yüzey, bağlaç (clip) ve vidalarla sıkıca tutturulmuştur. 200 mm yüksekliğinde, arkasında girdapsal (swirl) üfleyiciler olan ve delikli sacdan oluşan kesintisiz bir dağıtıcı ile hava ortama verilmektedir.

Apron ve yolcu geliş katında uygulanan diğer bir özel yerdeğiştirmeli dağıtım sistemini inceleyelim. Bu uygulamada da, yarı silindirik biçimindeki dağıtıcı, silindirik yapısal kolonun çevresine giydirilmiştir. Şekil 5'te, darbeye dayanıklı, özel LSE paslanmaz çelikten yapılmış iki yarı silindirik bölüm ve içindeki hava kanalı görülmektedir. Şekil 6'da ise, duvar yapımcısı çerçeve ile yapısal çelik kolon ağına uyum sağlayan, diğer bir çeyrek silindirik dağıtıcı görülmektedir.

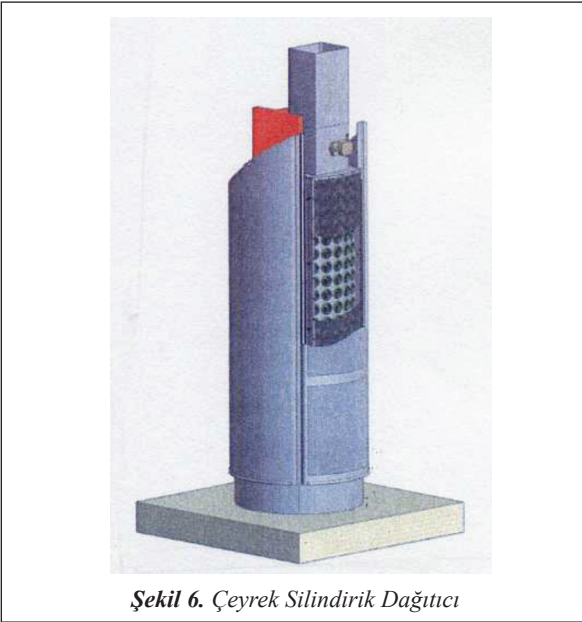


Şekil 4. Kesintisiz Duvar Dağıtıcısı

Makale



Şekil 5. Yarı Silindirik Dağıtıcı



Şekil 6. Çeyrek Silindirik Dağıtıcı

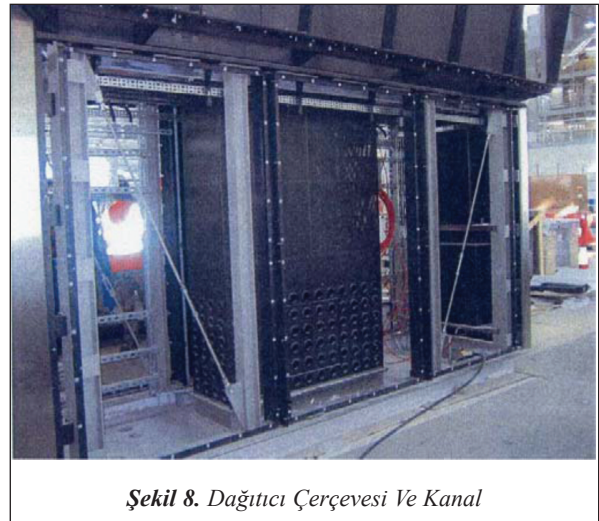
Yolcu gidiş ve kapıların (gate) bulunduğu kat, çok geniş bir alan olup, bu bölümde iyi bir yolcu akışı sağlanması gerekmektedir. Buralarda, yeterli duvar yüzeylerinin olmaması ve geniş açıklıkların olması nedeniyle, havanın duvar ve kolonlardan verilmesi olanaksız olmaktadır. Bu durumda havanın üflenmesi, yolcu bilgilendirme ve güvenlik sistemleri ile uyumlu olan ve döşemeye oturan dik dağıtıcılar aracılığı ile yapılmaktadır. Dağıtıcı yapımcısı firma, ürününü, başka bir firmanın yaptığı çelik bir profil



Şekil 7. Dikey Yerdeğiştirmeli Dağıtıcı

çerçeve içine, hava kanallarına ve bağlantı elemanlarına uyumlu olacak şekilde yerleştirmiştir (Şekil 8).

Döşeme altlarının üfleme boşluğu (plenum) olarak kullanılması veya yükseltilmiş döşeme uygulaması olması durumlarında, döşeme dağıtıcıları kullanılır. Bunlar yerdeğiştirmeli dağıtıcılar olup, 95 m³/h hava debilerine ve 6 K sıcaklık farklarına kadar kullanılabilirler. Görünen üst yüzeyleri genellikle paslanmaz çeliktir. Döşeme dağıtıcıları, doğası gereği, soğutmaya uygundur. Isıtmanın başka bir şekilde çözülmesi gerekir. İnce bir üfleme boşluğu katmanı (plenum) veya yükseltilmiş döşeme uygulamalarında bazen dağıtıcı, küçük bir üfleme kutusu (plenum) ile birlikte kullanılır. Ayrıca, yerdeğiştirmeli döşeme dağıtıcılarında, baskı güçlendiricisi (reinforce), pislik tutucu, susturucu gibi ek parçalar (accessory) da olabilir.



Şekil 8. Dağıtıcı Çerçevesi Ve Kanal

Tiyatro, konser salonu, opera veya çok amaçlı büyük hacimlerde (atrium), oturma bölgelerinde, bu tür yer-değiştirmeli havalandırma uygulamaları çok yaygındır. Buna bir örnek, Paris Olympia Müzik Salonu'dur. Buradaki hava dağıtım sisteminde, 72500 m³/h toplam hava debisi için, herbiri 60 m³/h hava veren, 1028 döşeme dağıtıcısı kullanılmıştır. Ses düzeyi 25 dB(A) nın altındadır. Salonun altındaki bodrum, hava üfeme boşluğu (plenum) olarak kullanılmıştır (Şekil 9 ve 10).



Şekil 9. Döşeme Dağıtıcıları

Buradaki sorun, döşemenin çok kalın olması nedeniyle, çok uzun bir toz tutucusu kullanılması zorunluluğu idi. Uzunluk / çap oranı, tınlama (resonance) etkisi yaratarak, ses düzeyinin yaklaşık 7 dB(A) artmasına neden olmaktaydı. Bu sorun, uzun pislik tutucuya uyumlu, uzun bir susturucu takılarak giderildi ve 60 m³/h debide, 33 dB(A) olan ses düzeyi 24 dB(A) ya düşürüldü.

Bazı büyük hacimlerde, tavandan üfleme istenir. Böyle bir hava dağıtımına örnek, İngiltere'de Liverpool St. George Hall'da (konser salonu) uygulanan sistemdir. Bina 1856'da yapılmış, o zamanki ilkel havalandırma tekniğine göre, hava aşağıdan verilmiş, yukarıdaki çok sayıda küçük delikten dışarı

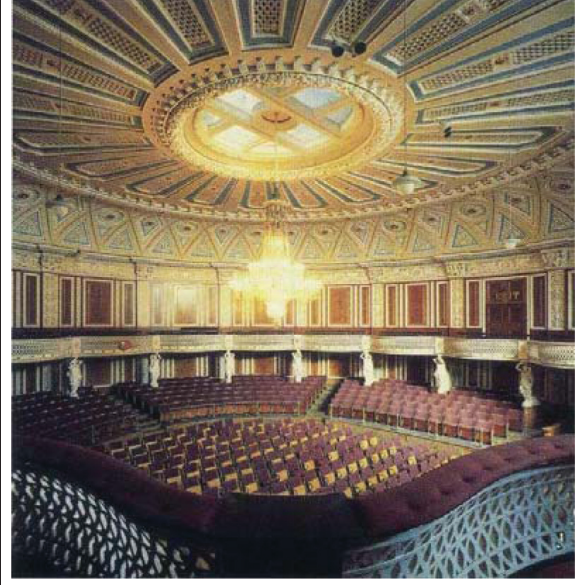


Şekil 10. Döşeme Dağıtıcılarının Yerleştirilmesi

atılmıştı. Özgün mimari yapımına uyumlu olarak yapılan yenileme çalışmalarında, modern bir teknik uygulanmış, koşullandırılmış (conditioned) hava, yuvarlak tavandaki, çok sayıda baklava şeklindeki lülelerden (nozzle) oluşan, 8 adet dağıtıcıyla ortama üflenmiş, aşağıdaki eski özgün (original) açıklıklardan dışarı atılmıştır (Şekil 11). Baklava şeklindeki lülelerden (nozzle) bir bölümü, dağıtıcı yanlamasına ve 45 derece aşağıya, diğer bir bölümü ise, dağıtıcı uzunlamasına ve 45 derece aşağıya hava üfleyecek şekilde yönlendirilmiştir (Şekil 11 ve 12).

Bu uygulamada, 650 kişi için toplam 21600 m³/h hava verilmektedir. Yaz çalışması için, üfleme havası ile ortam havası arasındaki sıcaklık farkı 9 K alınmış olup, kullanılan bölgede, ses düzeyi 30 dB(A) (yaklaşık 25 NC)'yi geçmemektedir.

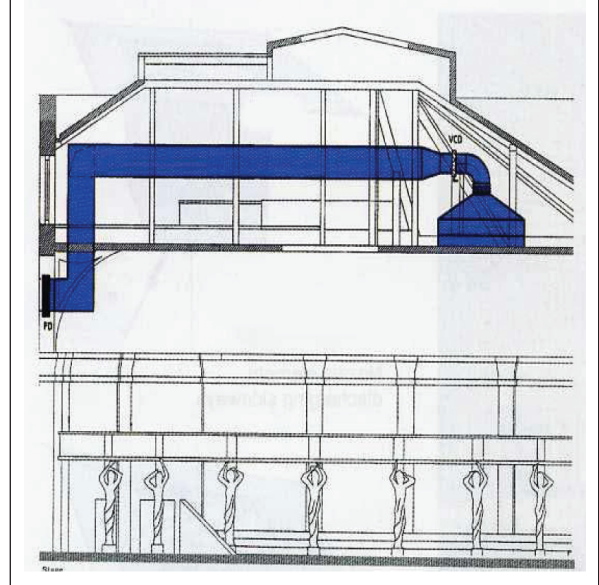
İnceleyeceğimiz son uygulama, üstten yatay üfleme

Makale**Şekil 11. Tavandan Dağıtım**

uygulamasıdır. Bu uygulamada hava, bir balkonun altından, çok çıkışlı (multi-outlet) bir dağıtıcı ile hafif yukarı yönde ve yatay olarak üflenmiştir. 50 m uzunluğunda, 11 m derinliğinde bu alanın dış yüzeyi ve tavanı cam olup, hava iç duvar boyunca ve 4 m yüksekten yatay olarak üflenmektedir (Şekil 13).

Bu uygulamadaki sorun, havayı hem ısıtmada hem de soğutmada, dengesiz bölgeler ve aşırı hızlar yaratmadan bir lüle (nozzle) sistemi ile 10 m uzağa atmaktır. Bu sorun, 2 girdapsal (swirl), 1 uzun atımlı

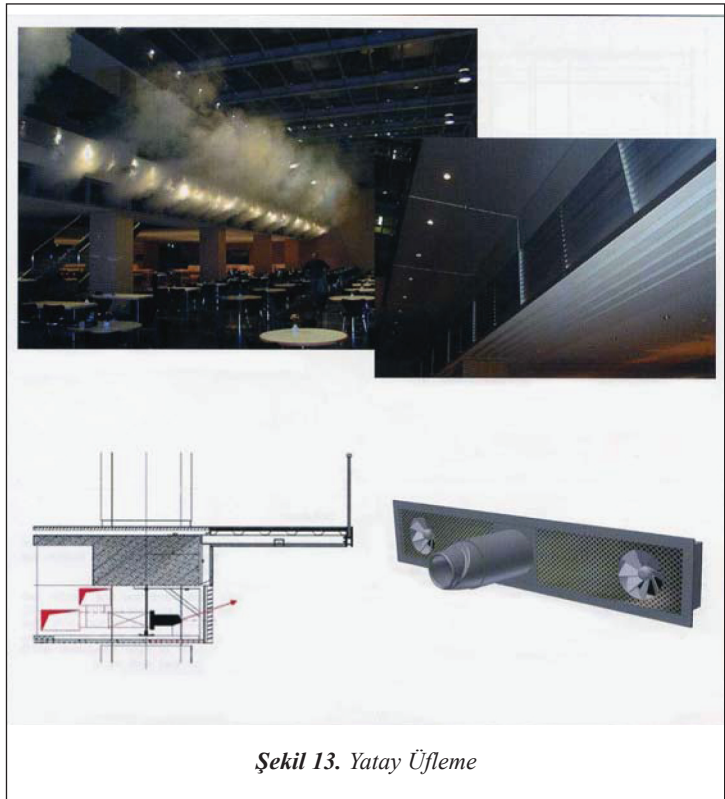
(long range) lüle (nozzle) ve bunları örten delikli sac yerdeğiştirmeli (displacement) elemanlardan meydana gelmiş, 500 m³/h debili kombi tipi hava dağıtıcılar kullanılmasıyla çözülmüştür. Hava dağıtımının uygunluğu, BAD Bilgisayarlı Akışkan Dinamiği (CFD Computational Fluid Dynamic), yöntemi ve akış modellemesi ile gerçekleştirilmiştir. Hava dağılımının gerçekleşmesi, %24'lülelerden (nozzle), %36 girdapsal (swirl) elemanlardan, %40 da yerdeğiştirme (displacement) yüzeyle-

**Şekil 12. Kesit**

rinden olmuştur. Ses düzeyi 35 dB(A), dağıtıcıdaki basınç kaybı 32 Pa'dır.

SONUÇ

Havalandırma ve iklimlendirmede istenen konfor koşullarının sağlanamaması genellikle hava dağıtım

**Şekil 13. Yatay Üfleme**

sisteminin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Yaşanan alanlarda, istenmeyen hava akımları (draft), aşırı ses düzeylerinin oluşmaması için, yapı sahipleri, işleticiler, mimarlar, mühendisler, uzman firmaların yetkilileriyle bir takım oluşturarak, hava dağıtım sistemlerini özenle tasarlamalı, cihazları titizlikle seçmelidir. Yerleştirmeden sonra ayarların dikkatle yapılarak, istenen koşulların sağlandığı kesin olarak saptandıktan sonra işleticiye teslim edilmelidir. Sistem zaman zaman kontrol edilmeli, cihazların

düzenli bakımları yapılmalı, zaman zaman ayarları gözden geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE FUNDAMENTALS TC 5,3, “Room Air Distribution”, Çeviren: Prof.Dr. Osman F. Genceli, TTMD Teknik Yayınlar 2, Eylül 1997.
- [2] DR. JAEGER R., “Displacement Activity”, Passenger Terminal World Annual, 2008.
- [3] DR JAEGER R., Seminer Notları.