

KAPALI MAHALLERDE TERMAL KONFOR, HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE YENİ NESİL MENFEZLER VE SEÇİM KRİTERLERİ

Kemal ÇAKIR, Ersin SAĞIR

Özet - Bu makalede genel hatlarıyla değinilecek olan konu, kapalı mahallerde insanların konforlu ve sağlıklı bir ortamda bulunmalarını sağlamaya yönelik çalışmalar yapan tesisat mühendisliğinin sistemlerini tasarlayın ederken uymak zorunda olduğu bazı standartlar ve kullanılan yeni nesil sistem elemanları olacaktır.

Anahtar Kelimeler – Termal konfor, havalandırma, difüzör.

Abstract – We have mentioned about hvac engineering that it works for thermal comfort indoor places of humans and some criteria to design hvac systems in this study.

Keywords – Thermal comfort, air conditioning, diffuser

I. GİRİŞ

İnsanlar zamanının % 85' lik bölümünü kapalı mekanlarda çalışarak, dinlenerek, eğlenerek ve uyuyarak geçirir. Bu nedenle kapalı mahallerde iyi bir havalandırma ve şartlandırma sistemine sahip olmak çok önemlidir. Bu sadece insanların vücut sağlığı için değil, aynı zamanda çalışma performansları içinde çok önemlidir. Bu noktada önemli bir problem, aynı mahal hava şartlarında farklı hisler algılamasıdır. Bir kişi ortam şartlarını hoş ve yeterli bulurken, diğer bir kişi gereğinden fazla sıcak yada soğuk hissedebilir.

II. TERMAL KONFOR

Mahalde ısı dengesini etkileyen dış faktörler;

- Hava sıcaklığı,
- Isı radyasyonu,
- Hava hızı,

K. Çakır, SAÜ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, SAKARYA
E. Sağır, SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, SAKARYA

- Havanın nemi,
 - Giydiğimiz kıyafetler,
 - Aktivitelerimiz,
- olarak sıralanır.

Yukarıda yazılı bütün faktörler birbirini etkiler ve vücuttaki ısı dengesinin istenen memnun edici noktaya ulaşması için birbirlerine bağlı olarak ayarlanmalıdır. Buna termal konfor denir. Konforu formülize edebilmek amacıyla vücudun ısı dengesini gösteren denklemi oluşturan konforlu vücut sıcaklığı ve ter üretim denklemleri birleştirilebilir. [1]

Vücut için ısı dengesi formülü; $M-W = H+E+C_{res}+E_{res}$ ' dir. Bu formülde deriden buharlaşma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ($E, W/m^2$) değerini kişinin kendisini ısı olarak nötr hissettiği ortamda gerçekleşen ısı kaybı değeri ile değiştirilirse ($E_c, W/m^2$) konfor denklemi elde edilir. [1]

$$M-W = H+E_c+C_{res}+E_{res} \quad (\text{Konfor denklemi})$$

M: Metabolizma tarafından üretilen ısı (W/m^2)

W: Yapılan iş (W/m^2)

C_{res} : Solunum yoluyla ısı kaybı (W/m^2)

p_a : Nem. Havadaki su buharı kısmi basıncı (Pa)

t_a : hava sıcaklığı C

Bu formüllerdeki diğer değerler aşağıdaki formüllerden hesaplanabilir.

$$E_c = 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99(M - W - p_a)] + 0,42 \cdot (M - W - 58,15)$$

$$C_{res} = 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a)$$

$$E_{res} = 1,72 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a)$$

Kapalı mahallerin insanlar tarafından kullanılan bölümlerinde hava hızı 0.2 m/s' yi geçmemelidir. İnsan vücudu, kendi çevresini saran ve dış ortamla olan ısı alış-verişini sağlayan bir hava zırhına sahiptir. Bu ılık hava zırhı ancak çevre havası durgun olduğunda işlev görebilir. Hava hareketleri nedeniyle hava hızı yükseldiğinde bu izolasyon tabakası yırtılır ve insan vücudu çevre sıcaklığına karşı korumasız kalır. Bu durum özellikle soğutmada oldukça büyük rahatsızlık oluşturur. [2]

α : Çıkış ağzının serbest alanının brüt alanına oranı. Az daraltılmış hava çıkışlarında genellikle $\mu \alpha = 0.8$ alınabilir.[5]

Eşsıcakta olmayan hava kalıbı söz konusu ise, jet havası ile oda havası arasında yoğunluk ve sıcaklık farkı vardır ve hava üflenen memenin yapılış tarzı ve şekli aynı olsa da, durum şimdiye kadar anlatılanlara uymayacaktır.

Konuyu daha iyi izah edebilmek için iki sınır halini örnek alınmalıdır. Hava ile dolu odaya bir enjektörden su püskürtülsün. Su ile havanın yoğunlukları arasında büyük fark olduğundan su jetsine hava karışması söz konusu olamaz. Dolayısıyla jet hemen hemen hiç değişikliğe uğramaz. İkinci halde su dolu bir tanka hava enjekte edilir. Jet hemen karışıma uğrar ve parçalanır. Bu yüzden odaya nazaran sıcak jetler daha kısa mesafelerde karışıma uğrarlar. Ayrıca, özellikle havalandırma tekniği bakımından önemli bir problem vardır. Üflenen hava sıcaklığı ile oda sıcaklığı farkı fazla ise (jetin daha sıcak veya daha soğuk oluşuna göre) jet yükselir veya alçalır. Şekil 2' de odaya üflenen bir jet görülmektedir. Püskürtülen havanın sıcaklığı, oda sıcaklığından düşüktür. Yükselen jet içinde durum aynıdır.

Genel olarak;

$$\frac{y}{d} = \frac{0,065}{Fr} \left(\frac{x}{d} \right)^3$$

Formülde y (m), jet eğrisel ekseninin, meme eksenine olan uzaklığıdır ki buna düşme veya yükselme mesafesi denir. d (m) ise çıkış ağzı çapıdır. Froude sayısı (Fr), Re sayısı gibi boyutsuz bir sayıdır ve jetin düşüp düşmeyeceğinin tespitine yarar. İzoterm olmayan jetlerde düşmeyi önlemek için aşağıda verilen kritik değer üstünde kalınmalıdır.[5]

$$Fr_{krit} = 10(L/H)^2, \frac{L}{H} = \frac{\text{odaboyu}}{\text{odayüksekliği}}$$

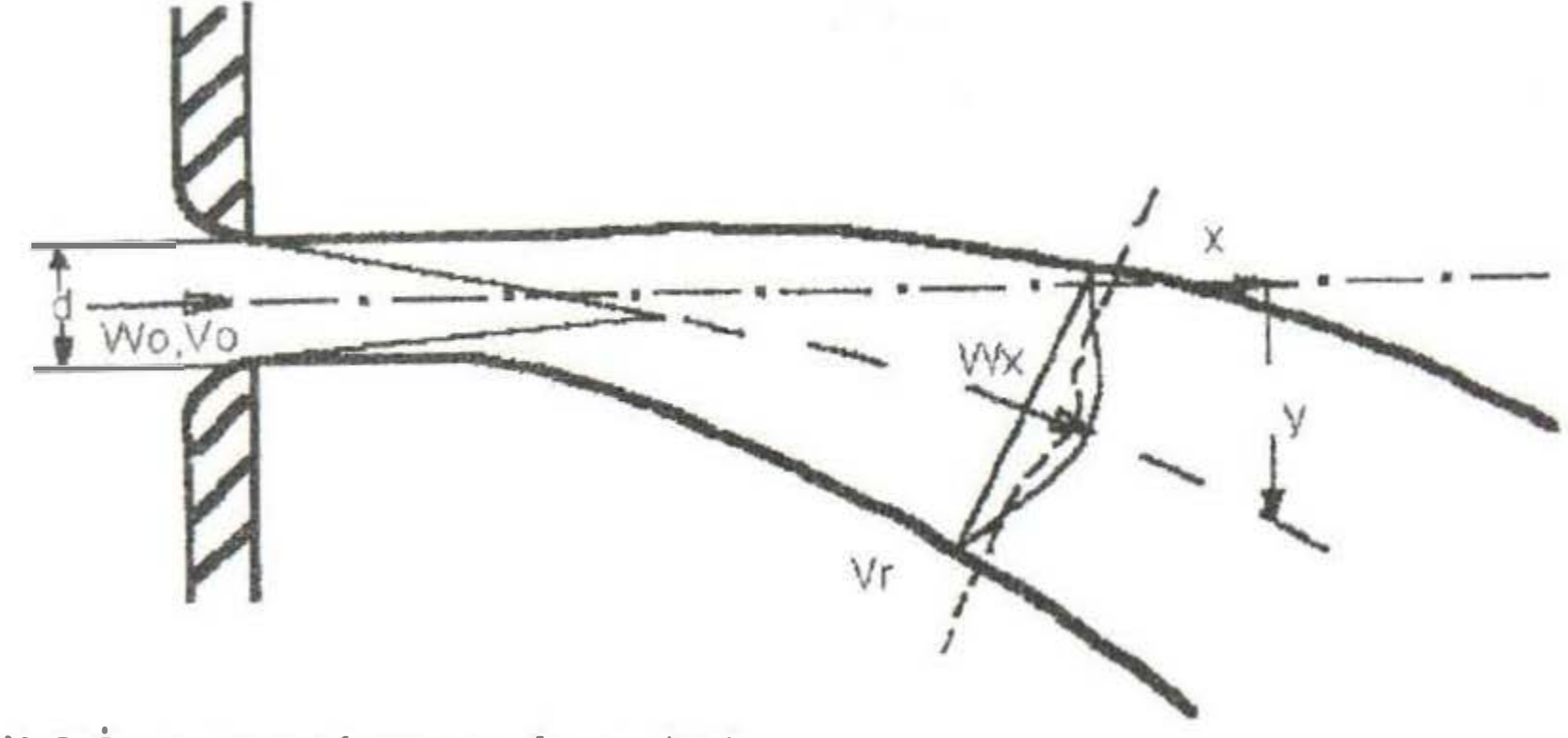
$$Fr = \frac{w_0^2}{g \cdot d \cdot \beta \cdot (\vartheta_R - \vartheta_0)}$$

$$Fr = \frac{273 \cdot w_0^2}{9,81 \cdot d \cdot (\vartheta_R - \vartheta_0)}, Fr = 27,8 \cdot \frac{w_0^2}{d \cdot \Delta t}$$

Burada $\Delta t = \vartheta_R - \vartheta_0$ jet havası ile oda havası sıcaklıkları farkı C , $\beta = 1/273$ gazlar için hacimsel genişleme katsayısıdır.[5]

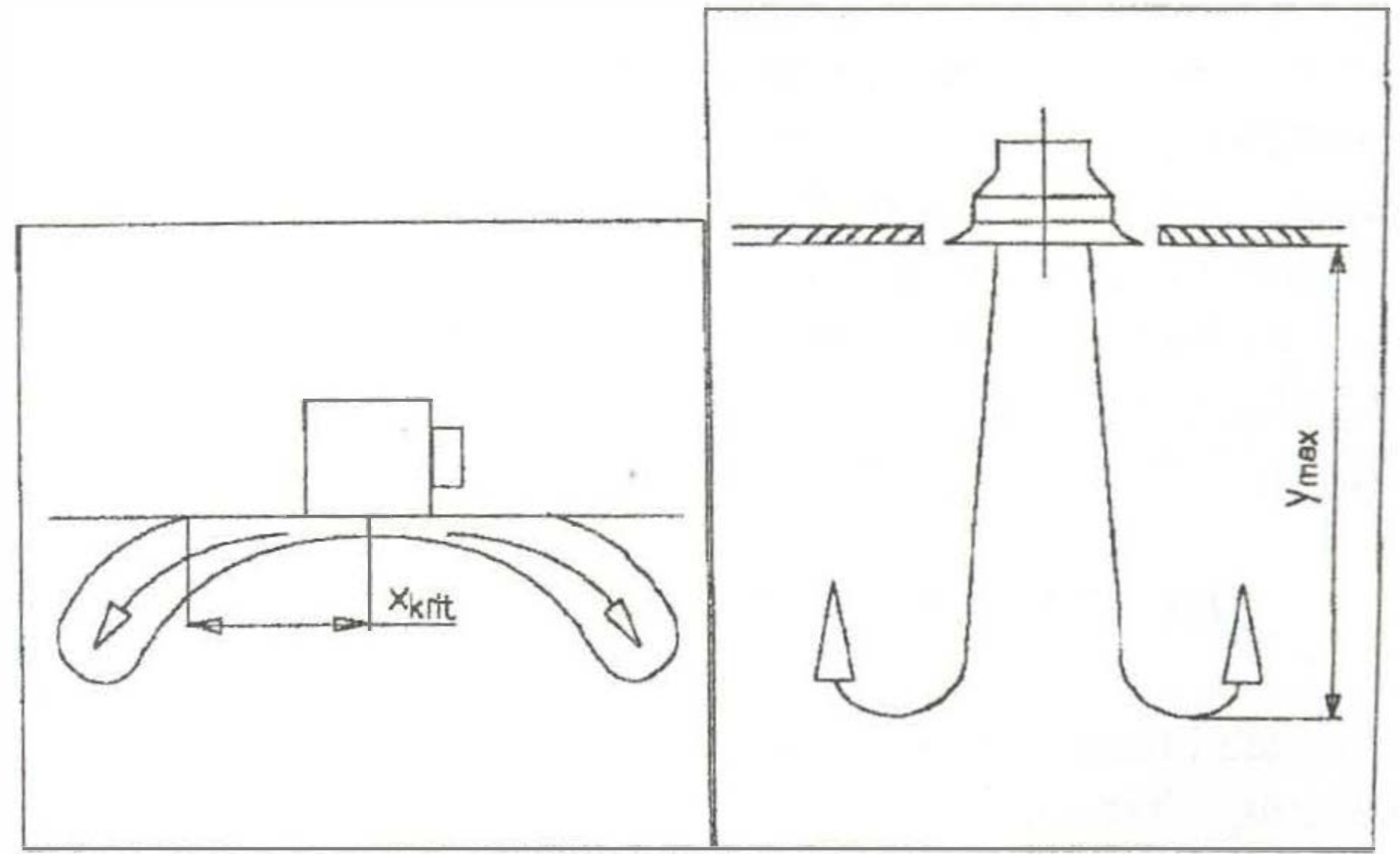
$$\frac{y}{d} = \pm 0,00234 \cdot \frac{\Delta t \cdot d}{w_0^2} \left(\frac{x}{d} \right)^3$$

Kaldırma kuvvetlerinin etkisindeki yatay olarak püskürtülen ısıtma ve serinletme hava kalıplarının kabul edilen yörüngeleri, duvar çıkışlarıyla ısıtma ve serinletmede önemlidir.



Şekil 2 İzoterm olmayan hava jeti

Şekil 3' de soğutma için, Şekil 4' de ise ısıtma için besleme havasının davranışı görülmektedir. [7]



Şekil 3. Soğuk hava

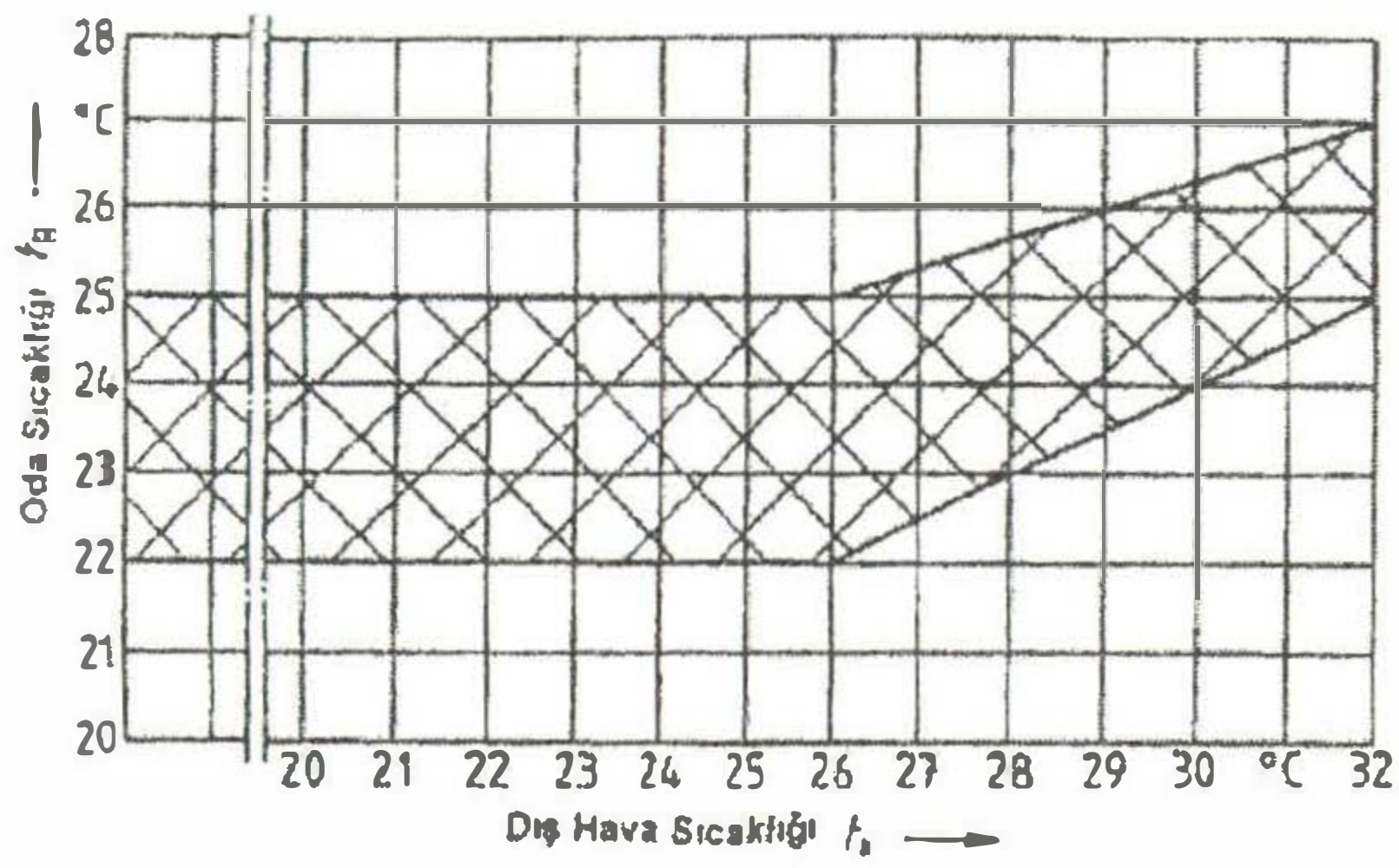
Şekil 4. Sıcak hava

Bir Avrupa standardı olan prENV 1752:1996 iklimlendirilen kapalı mahaller için konfor şartlarını belirlemektedir. Bu standarttan konu ile ilgili sınır değerleri şu üç ana grupta toplanabilir; Sıcaklık/sıcaklık dağılımı, hava hızları ve ses.

IV.1. Sıcaklık/Sıcaklık Dağılımı

Bir alanın insanlar tarafından kullanılan bölgesinin (occupied zone) tüm noktalarında etkin sıcaklık her zaman izin verilen aralıklar içerisinde olmalıdır. İnsanların dış hava sıcaklığına bağlı olarak kendilerini konforda hissettikleri sıcaklık aralığı Şekil 5' deki grafikte verilmiştir. Buradaki "operatif oda sıcaklığı" mahallin hava sıcaklığı ile mahalli çevreleyen duvarların sıcaklığının aritmetik ortalaması ile bulunur.

Bunların yanı sıra mahaldeki sıcaklık dağılımı (gradient) da önemlidir. 3 C' lik fark, ISO 7730 tarafından, oturarak yapılan aktiviteleri uygulayan bir insan için kabul edilebilir seviye olarak seçilmiştir. Bahsedilen kavram Dikey Hava Sıcaklık Farkı' dır ve ayak bileği seviyesindeki hava sıcaklığı ile boyun seviyesindeki hava sıcaklığının farkıdır. [8]



Şekil 5: DIN 1946 ya göre konfor sıcaklığı aralığı

IV.2. Hava Hızı

Kapalı bir mahaldeki konfor şartlarını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Mahalde istenmeyen yüksek hava hızları Draft adı verilen, hava hareketinin ve sıcaklığın sebep olduğu, vücudun belli bir bölgesinin istenmeyen lokal soğumasına neden olur. Draft nedeniyle şikayette bulunan insanların ön görülen yüzdesi draft oranı olarak tanımlanabilir. Draft oranı (draft rating) aşağıda verilen eşitlikle hesaplanır (draft modeli):

$$DR=(34-t_a)(V-0,005)^{0,62} (0,37.V.Tu+3,14)$$

burada:

DR draft oranı, yani draft nedeniyle kendini konforda hissetmeyen insanların yüzdesi

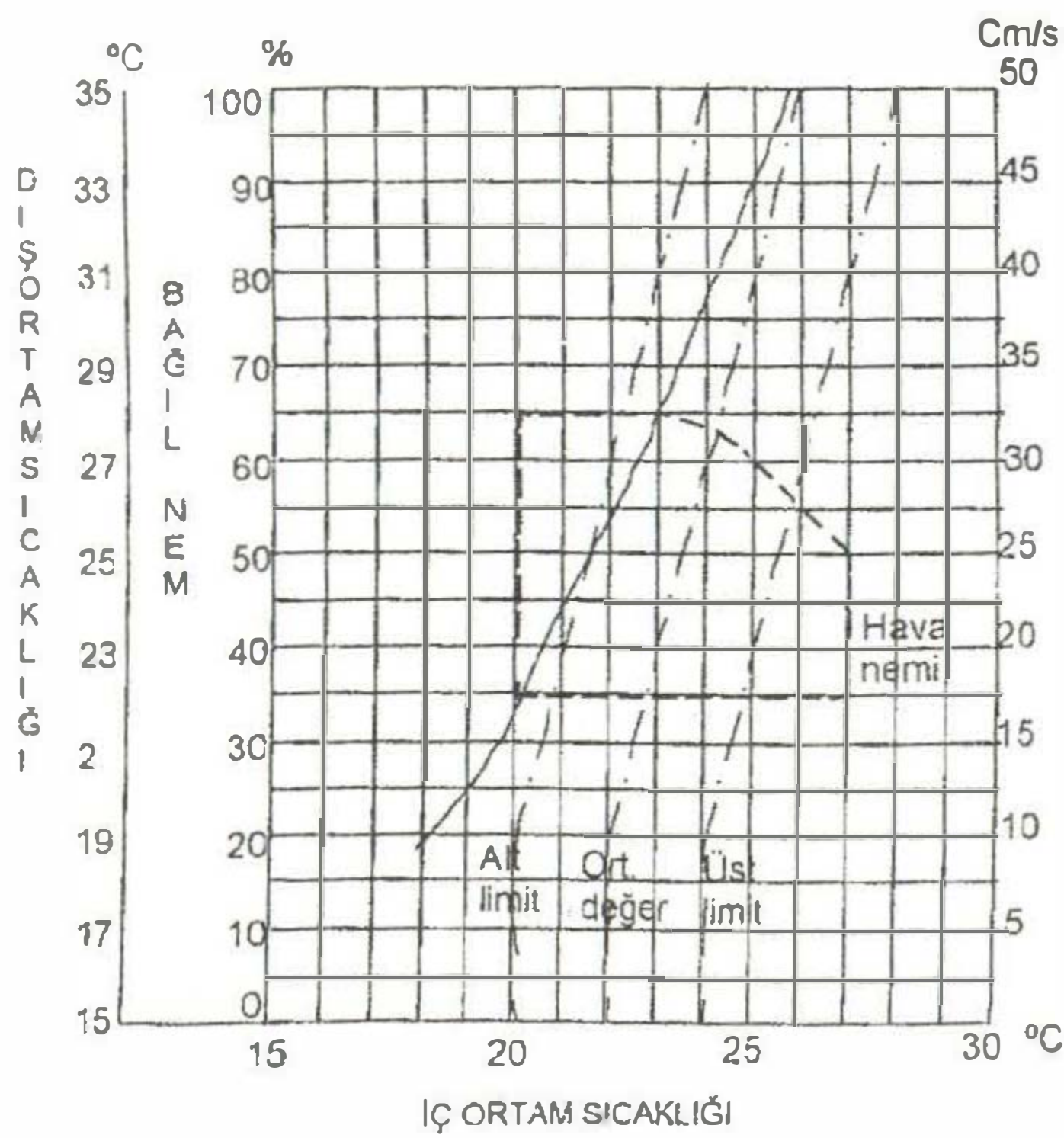
t_a lokal hava sıcaklığı, derece celsius;

V lokal ortalama hava hızı metre bölü saniye

Tu lokal türbülans yoğunluğu, yüzde olmaktadır.

En genel olarak mahalde insanların meşgul ettiği bölgede (occupied zone) hava hızı 0.2 m/s' yi geçmemelidir. [8]

Bir mahalde meşgul bölgenin geometrik sınırları, dış duvarlardan 1 m, iç duvarlardan 0,5 m ve yerden 2 m yükseklikteki hacimdir. [9]



Şekil 6. Hava akım hızı, hava sıcaklığı ve nem ilişkisi [10]

Şekil 6' da ortam sıcaklığına bağlı olarak hava hızlarının değişimi verilmiştir. Kapalı hacimlerde esintisiz ve etkin bir havalandırmanın sağlanabilmesi için bu değerlere sağdık kalınmalıdır.

IV.3. Ses

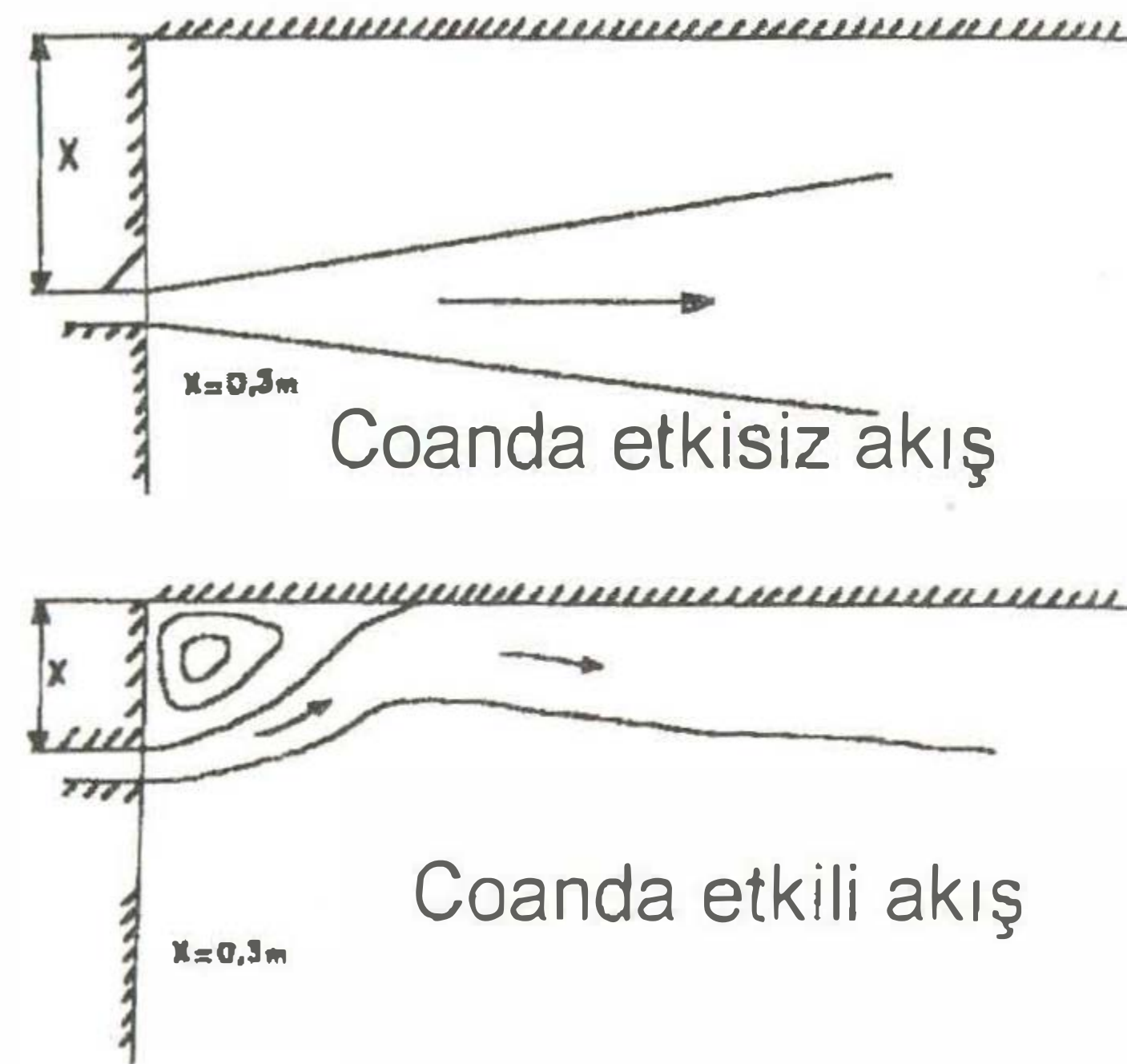
Havalandırma sistemleri, mekanik parçalarının ve ilettikleri havanın sistem içinde oluşturduğu bir gürültüye yol açar. Bu gürültünün önemli bir kısmı havanın mahalle aktarıldığı açıklık olan menfez ve difüzörler tarafından üretilir.

Akustik değerlerin temel birimi Desibel (dB) dir. numerik olarak birbirle ilişkili iki büyüklüğün birbirine oranının logaritmasının 10 katıdır. Bir ses kaynağının yaydığı ses enerjisinin gücüne ses gücü (W), bu gücün referans bir değere göre düzeyine ses güç seviyesi (L_w) adı verilir. Üreticiler tarafından difüzör kataloglarında verilen değerler genellikle L_w cinsindedir. Doğru bir seçim için oda susturmasının (room attenuation) dikkate alınması gereklidir. Bu normal bir ofis için 8 dB mertebelerindedir. [11]

V. MENFEZ SEÇİMİ

Bu kriterleri genel hatları ile inceledikten sonra difüzör tiplerine geçmeden önce konu ile ilgili bazı hususlara değinilecektir.

Sıcak havayı aşağıya indirmek kritik iken, soğuk havada tersine bir durum vardır. Soğuk hava düşmeye (draft) meyillidir. Üflendikten hemen sonra yüksek sıcaklık farkı ve hızda düşerse, ortamda bulunan kişileri rahatsız eder. Dolayısıyla soğuk havanın mümkün olduğu kadar yukarıda tutulup, iç hava ile karışarak hızı ve sıcaklığı sınır değerlere yaklaştıktan sonra aşağıya inmesini sağlamak gereklidir. Burada "Coanda Effect" olarak tanımlanan havanın tavana belirli bir mesafede yatay veya tavandan belirli bir açıdan üflendiğinde, tavana yapışma özelliğinden yararlanır (Şekil 7). [12]



Şekil 7. Soğuk havanın mahalle değişik üflenme şekilleri

Havanın tavandan kopacağı mesafe aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir. [12]

$$(X_{kr}/h^{1/2}) = C(1/A_r)$$

X_{kr}: Tavandan kopma mesafesi.

h: Slotun eni.

g: Yer çekimi kuvveti

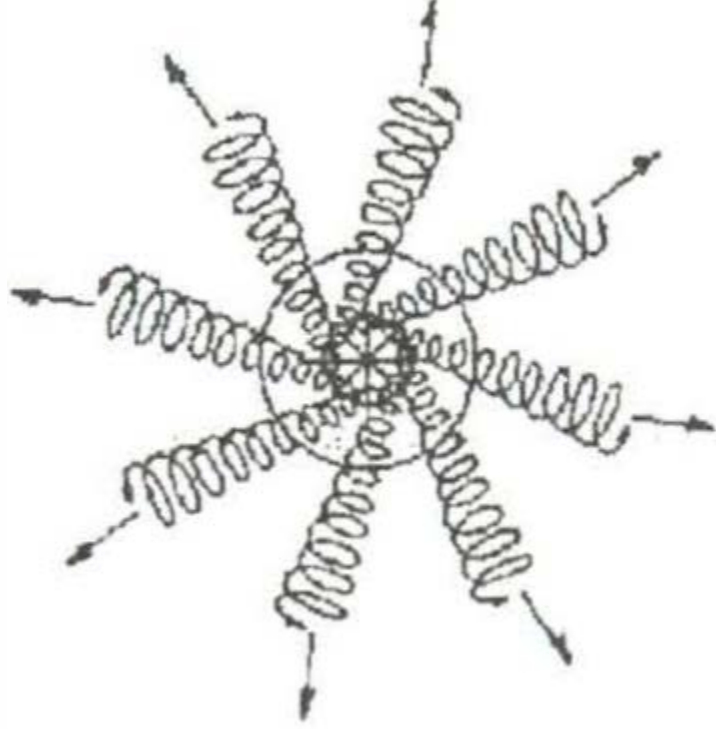
T_r: Oda sıcaklığı.

t: Üfleme sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasındaki fark.

V_{eff}: Efektif hız.

C: Difüzörün yapısının belirlediği katsayı.

Bu konuda son olarak bahsedilecek husus "Swirling Effect" adı verilen girdap etkisidir. Şu ana kadar tek bir hava akışı incelendi. Ancak hava akımları birbirini etkiler, bu etkiden yararlanarak difüzörden tek tek kanatçıklardan pasajlar halinde çıkan hava akımları o şekilde konumlandırılabilir ki, bir dönme, girdap oluşturulabilir (Şekil 8). Havanın bu şekilde girdap halinde üflenmesi, yüksek mertebede iç hava indüksiyonu ile hava hızının ve sıcaklık farkının süratle düşmesini sağlar.



Şekil 8. Girdap etkisi

Teknik ve mimari özellikleri verilen tüm menfez ve difüzörlerin kullanım amaçları, yerleri ve niteliklerine bağlı olarak bir takım kullanım sınırlamaları vardır.

Prensipde aynı mahalde kullanılacak iki farklı cihaz içinden seçim ancak bazı özel istekler belirlendikten sonra yapılabilir.

Tablo 1 böyle bir seçim için yardımcı olmak amacıyla oluşturulmuştur. Şekil 11' deki diyagram ise teknik bilgilerine sahip olduğumuz cihazların seçim sürecinin genel olarak nasıl yapılabileceği gösterilmek üzere hazırlanmıştır. Burada sorulan soruların amacı hangi tip cihaz kullanımının uygun olduğunun bulunmasıdır. Bundan sonraki aşamada cihaz ölçülerinin ve buna bağlı olarak elde edilecek sonuçların (ses seviyesi, hava hızı, atış mesafesi) bulunmasıdır.

VI. HAVA AKIŞ PRENSİPLERİNE GÖRE DİFÜZÖR TİPLERİ

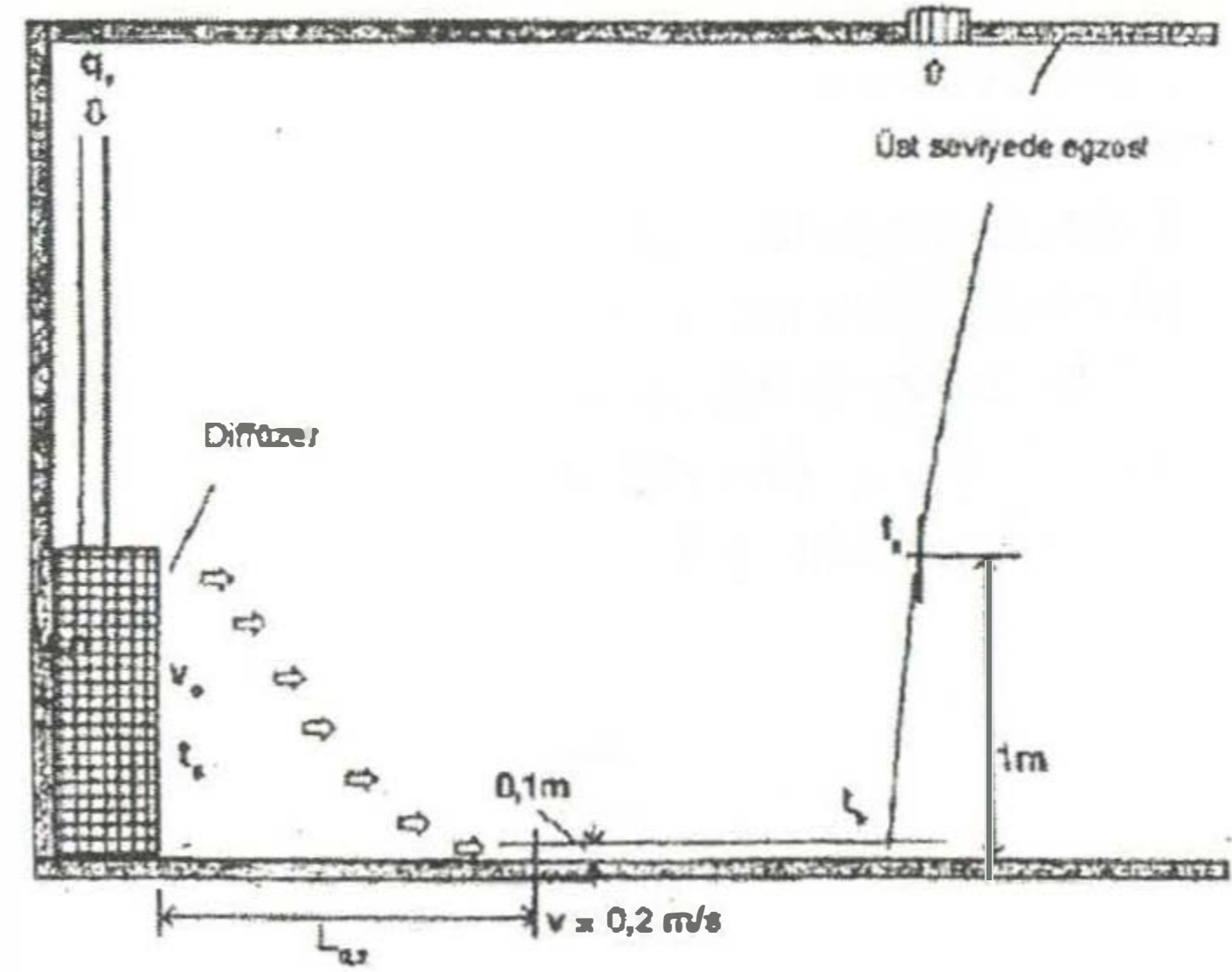
Bu bölümde difüzörlerin yapıları ve hava dağıtım prensiplerine göre çeşitleri incelenecektir. Ancak difüzörlerin yapısal ve teknik detaylarına geçmeden önce, havayı mahalle besleme şekline göre iki ana grupta toplanabilir. Bütün havalandırma sistemleri

şartlandırılmış havayı mahalle atarken şu iki teknikten birini kullanırlar;

- Karışık akım (mixed air),
- Deplasmanlı akım (displacement air flow).

Normal olarak şartlandırılmış hava, çıkış ağızlarından, salonlarda kullanılan bölgelerde kabul edilen hava hızlarından daha büyük hızlarda gönderilir. Isıtma veya soğutma yüküne bağlı olarak şartlandırılmış hava sıcaklığı, salonun kullanılan bölgesindeki hava sıcaklığının üstünde, altında veya aynısı olabilir. Katma (entrainment) işlemi sayesinde yayıcı (difüzör) jetleri, salon havasıyla karışıp hava hızının düşmesine ve hava sıcaklığının salon havası sıcaklığına eşitlenmesine neden olurlar. Salonlarda kullanılan bölgeler ya parçalanmış hava jetleri ile doğrudan doğruya veya jetler tarafından meydana getirilen ters akımlar ile havalandırılırlar.

Deplasmanlı akımda ise, salonda kullanılan bölgede, istenen salon sıcaklığından biraz daha düşük sıcaklıktaki şartlandırılmış hava, küçük hava hızlarında (0.5 m/s veya daha az, hava çıkış ağızlarından sağlanır. Çıkış ağızları döşemede veya döşeme yanında bulunur ve bu ağızlardan besleme havası salonda kullanılan bölgeye doğrudan doğruya gönderilir. Salondan ılık havanın alındığı emme (egzoz) ağızları ise, tavana veya tavan yakınına yerleştirilir. Besleme havası döşeme boyunca yayılır ve salonda kullanılan bölgelerdeki ısı kaynağıyla ısındıkça yukarı doğru yükselir.



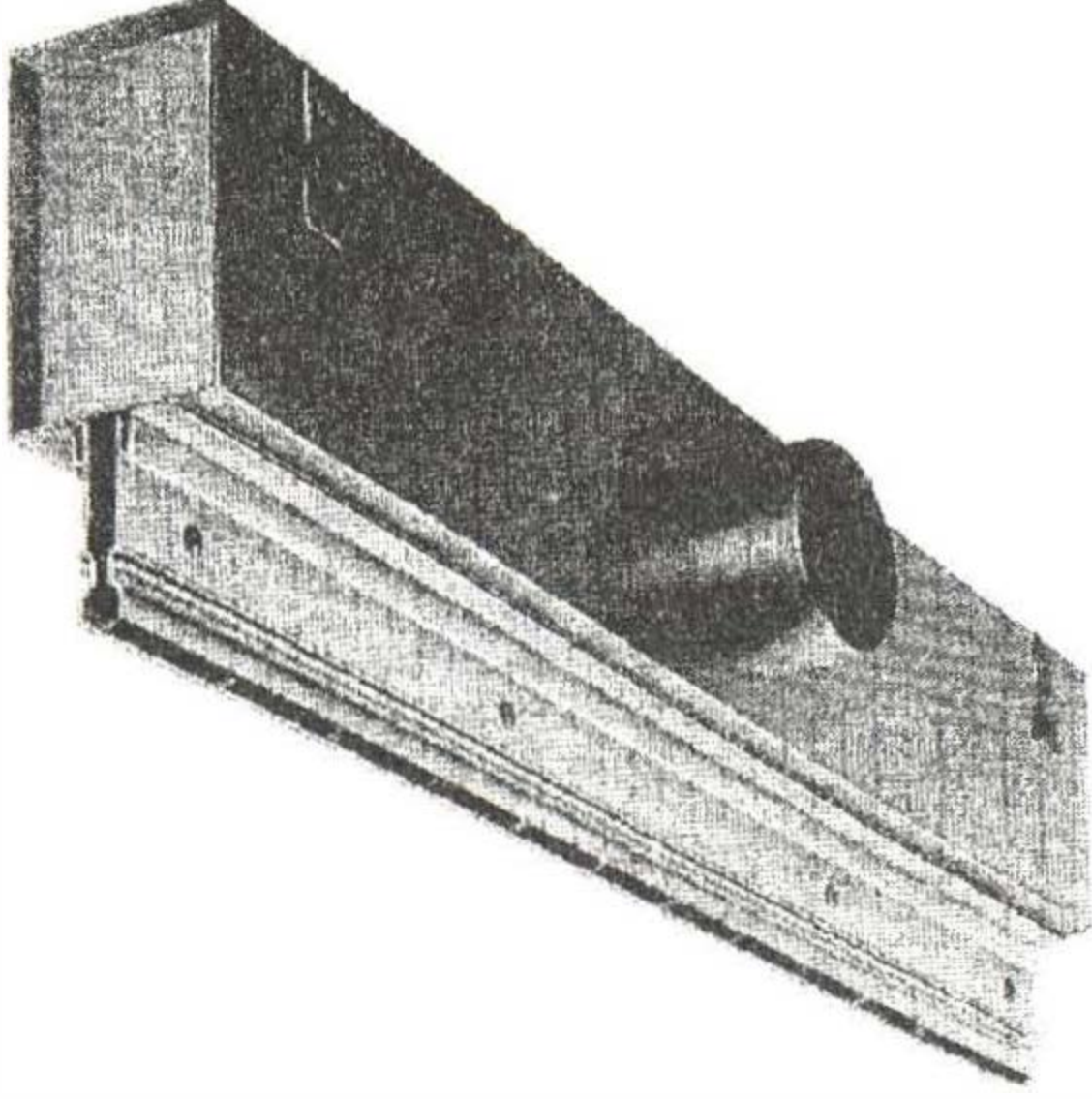
Şekil 9. Deplasmanlı akış

Kullanılan bölgelerdeki insanlar ve bilgisayarlar gibi ısı kaynakları, yukarı doğru ısı hava akımları oluştururlar; bunların yoğunlukları kullanılan bölgedeki havanın yoğunluğundan daha az olduğundan, hava akımları bu bölgeden ısıyı ve kirleticileri uzaklaştırırlar (Şekil 9). [13] Karıştırmalı havalandırma sisteminin tersine yer değiştirmeli havalandırma, kullanılan bölgede havanın karışmasını azaltacak şekilde tasarlanır. Yer değiştirmeli havalandırmanın amacı, kullanılan bölgede, besleme havası özelliklerine yakın bir durum elde etmektir.

VI.1. Karışık Akım Difüzörleri

VI.1. 1. Slot Difüzör

İnce görüntüleri ile mimarlarında çok sevdiği bir difüzör çeşididir. Yüksek hava çıkış hızlarına rağmen düşük ses seviyeleri vardır (Şekil 10).



Şekil 10. Slot Difüzör

Slotların tavana paralel üfleme şekliyle ayarlanması ile Coanda Etkisi oluşturmaya çok uygun olduklarından, soğutma uygulamalarına çok uygundur.

Isıtma için slotların düşey üfleme yönüne yönlendirilmesi gerekir. Ancak soğutmadaki gibi özellikleri yoktur. Birden çok sıra slot mevcut ise ısıtmada slotlar tavana paralel ve şaşırtmalı olarak ayarlanarak girdap etkisi oluşturulabilir.

VI.1. 2. Swirl Difüzör

Sabit kanatçıklı swirl difüzörler havayı ortama sabit bir açıyla üflerler. Bu nedenle 3,8 m' den yüksek yerlerde ısıtmada uygun sonuç vermezler. 3,8 m' den yüksek mahallerde ayarlanabilir kanatçıklı swirl difüzörler kullanılması gerekir.

Bu tip difüzörlerin üfleme açıları manuel olarak veya motor aracılığı ile değiştirilir. Üfleme açısı t' ye bağlı olarak konumlandırılır. Sabah ısıtması, yükün değişmesi gibi durumlara çok uygundur. Şekil 8' de bir swirl difüzörün hava atış şekli görülmektedir.

VI.2. Deplasmanlı Akım Difüzörler

Bu mantıkla çalışan birkaç difüzör tipi mevcuttur. Bu tarz bir sistemde soğuk besleme havası, düşük partikül konsantrasyonu ile, döşeme boyunca çok düşük bir hava hızı ile yayılır. Bu "Taze hava gölü"nden, ısı kaynaklarının (makinalar, insanlar) yaydığı ısı ile ısınan hava, yukarı doğru hareket eder. Dikey bir sıcaklık gradyanı oluşturur. Sıcaklık döşemeden tavana doğru

artar. Benzer şekilde partikül konsantrasyonu da döşemeden tavana doğru artar.

Bu tip difüzörler yalnız soğutma uygulamalarında kullanılırlar. Bunun nedeni ise cihazın dizaynı nedeniyle döşeme yüzeyinde çok düşük hava hızlarında bir hava gölü oluşturmalarıdır (Şekil 9). Bu soğuk hava gölü ısınarak yükselir ve mahallin herhangi bir noktasından egzost edilebilir. Egzost noktasının çok fazla bir önemi olmaması dolayısıyla asma tavana gerek yoktur ve bu da yatırımcıları önemli bir maliyetten kurtarmaktadır.

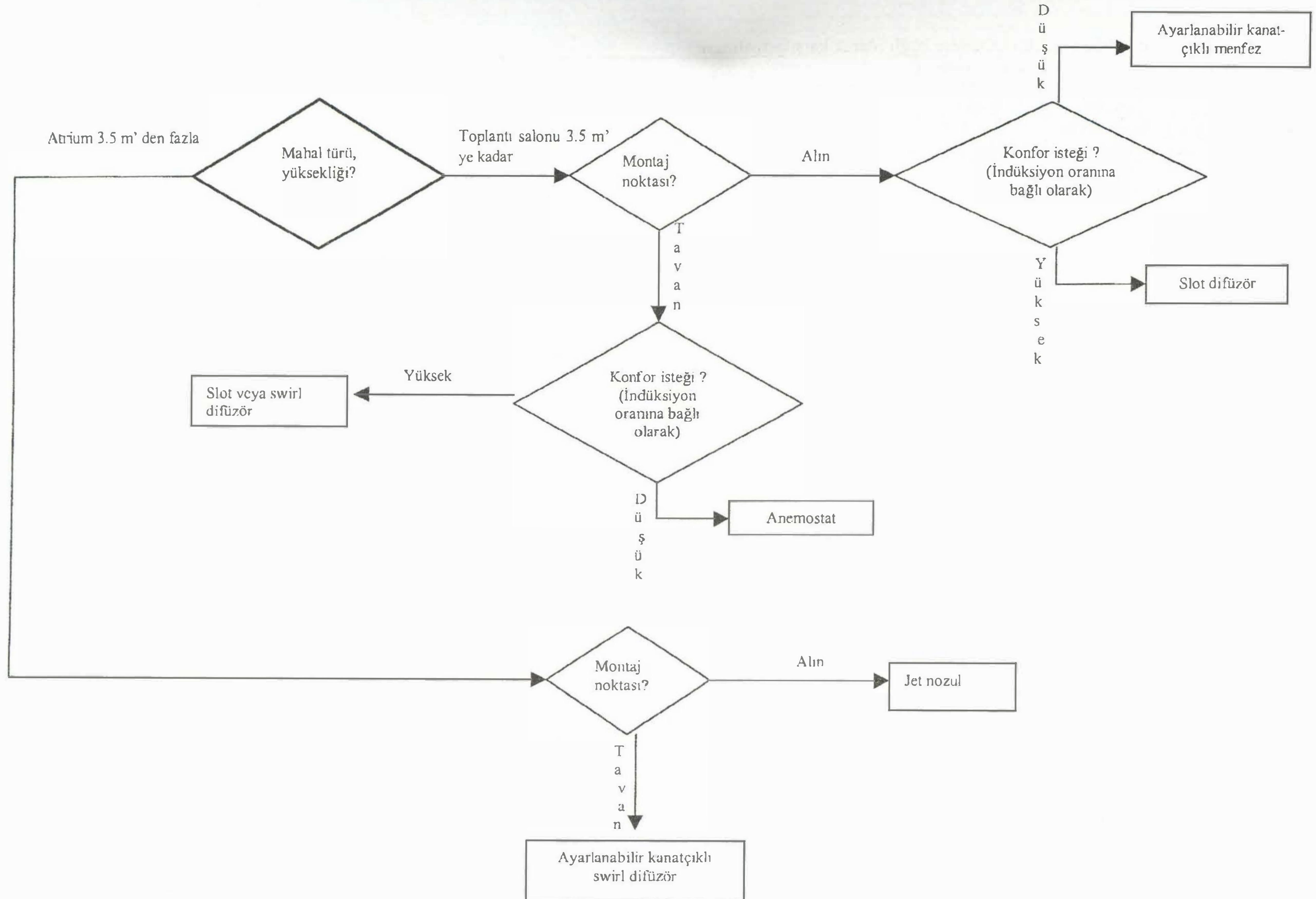
Az önce anlatıldığı ve Şekil 9' da da görülen düşük hızlara sahip bir hava kalıbının ısıtma modunda oluşturulması halinde by-pass yapma ihtimali çok yüksek olduğundan kullanımı soğutma modu ile sınırlıdır. Bu tip difüzörlerde döşeme seviyesindeki havanın sıcaklığının, besleme havası sıcaklığından 1 K daha yüksek olduğu deneylerde görülmüştür. Dolayısıyla besleme havası sıcaklığının 1,2 m yüksekliğindeki mahal sıcaklığından en fazla 4 K düşük olması gerekmektedir. Bu karışık akımdaki (mixed air) 10 K' e göre oldukça düşüktür, sınırlı bir ısı yükü söz konusudur. Bu değer 30-50 W/m² ile sınırlıdır.

VII. KAYNAKLAR

- [1] ISO 8996, Ergonomics – Determination of Metabolic Heat Production
- [2] ISO/DIS 13731, Ergonomics of Thermal Environment – Definition and Units, 1996.1
- [3] Deucsthe Institute für Normung 1946 Part 2
- [4] TUVE, G.I., Air Velocities in Ventilating Jets. ASHVAE Reserch Report No: 1476, ASHVAE Transactions 59:261, 1953.
- [5] BRANDİ, O.H., Hava Kanalları Hesabı ve Konstrüksiyonu, 1972
- [6] BATURIN, V.V., Fundamentals of Industrial Ventilation, 3rd England Edition. Pergamon Press, Newyork, 1972.
- [7] EMCO KLIMA GmbH Teknik Yayınları, 2000 Lingen
- [8] ISO 1984. Moderate Thermal Environments Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. ISO Standart 7730.
- [9] Deucsthe Institute für Normung 1946 Part 7
- [10] DAĞSÖZ, A. K., ÇAKIR, K., GÜNEY, B., Raylı Taşımacılıkta Hava Kontrol Sistemleri. Mühendis ve Makine Dergisi. Yayın No: 404
- [11] TA HVAC SYSTEMS CONTROL HANDBOOK, 1994 Tour & Andersson AB Sweden
- [12] Method of Testing for Air Diffusion. ASHRAE Standart 113-1990
- [13] STRULIK GmbH Teknik Yayınları, 1999 Hünfelden

Tablo 1 Menfez ve difüzörlerin çeşitli kriterlere bağlı olarak karşılaştırılması

Kriter	Sabit kanatçıklı menfez	Ayarlanabilir kanatçıklı menfez	Anemostat	Sabit kanatçıklı swirl difüzör	Ayarlanabilir kanatçıklı swirl difüzör	Slot Difüzör	Deplasmanlı akış menfezleri	Jet nozul
Montaj imkanı	Tavan, duvar, döşeme	Tavan, duvar, döşeme	Tavan	Tavan	Tavan	Tavan, duvar	Tavan, duvar	Tavan, duvar
Hava debisi kapasitesi (m ³ /h)	~ 8000-13000 (m ² başına)	~ 8000-13000 (m ² başına)	~ 200-3000 (Cihaz başına)	~200-2000 (Cihaz başına)	~ 100-3000 (Cihaz başına)	~ 30-800 (birim metre başına)	~ 200-4000 (Cihaz başına)	~ 350-2500 (Cihaz başına)
Debi ayar imkanı	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Yok	Yok
Kullanım alanı	Her türlü konfor mahalli	Her türlü konfor mahalli	Her türlü konfor mahalli	Her türlü konfor mahalli	Konferans, tiyatro salonları gibi geniş hacimler	Her türlü konfor mahalli	Spor salonları, otellerin lobileri, restaurantlar	Atrium, hol, kapalı havuzlar gibi geniş mahaller
Optimum atış mesafeleri (m)	~ 2,7-15	~ 2,7-15	~ 0,7-3	~ 0,8-2,2	~ 6-10	~ 1,2-1,5	~ 1	~ 5-30
Ait olduğu sistem	Karıştırmalı Sistem	Karıştırmalı Sistem	Karıştırmalı Sistem	Karıştırmalı Sistem	Karıştırmalı Sistem	Karıştırmalı Sistem	Yerdeğiştirmeli Sistem	Karıştırmalı Sistem
Bakım gerekliliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Motorlu cihazların periyodik bakımı gereklidir.	Yok	Yok	Motorlu cihazların periyodik bakımı gereklidir.
Ekonomik yönü	Düşük fiyatlıdır.	Düşük fiyatlıdır.	Düşük fiyatlıdır.	Nispeten yüksek fiyatlıdır.	Özellikle motolu seçenekleri yüksek fiyatlıdır.	Nispeten yüksek fiyatlıdır.	Nispeten yüksek fiyatlıdır.	Özellikle motolu seçenekleri yüksek fiyatlıdır.
Isıtmada kullanılabilirlik	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel ayar gerektirir)	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel veya motor ile ayar gerektirir)	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel ayar gerektirir)	Uygun değil	Uygun
Soğutmada kullanılabilirlik	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel ayar gerektirir)	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel veya motor ile ayar gerektirir)	Uygun (Mevsim geçişlerinde manuel ayar gerektirir)	Uygun	Uygun
İndüksiyon oranı	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Çok düşük	Düşük
Avantajları	Ekonomiktir, montajı kolaydır, çok çeşitli mahallerde kullanılabilir.	Ekonomiktir, montajı kolaydır, çok çeşitli mahallerde kullanılabilir	Ekonomiktir.	İndüksiyon ve besleme havasının mahal havası içine nüfuziyet oranı yüksektir, soğutma uygulamalarında çok iyi sonuç verir.	İndüksiyon ve besleme havasının mahal havası içine nüfuziyet oranı yüksektir, hem ısıtma hem soğutma uygulamalarında çok iyi sonuç verir.	İndüksiyon ve besleme havasının mahal havası içine nüfuziyet oranı yüksektir, görünüşü çok estetikdir, konfor uygulamalarında hen ısıtma hem soğutmada çok etkilidir.	Çok düşük hava hızlarında, gürültüsüz ve hava cereyanı yaratmadan çalışırlar, estetikler.	Çok uzun atış mesafelerine sahiptirler, hem ısıtma hem soğutmada etkilidirler.
Dezavantajları	Havayı yönlendirme imkanı yoktur, indüksiyonu oranı düşüktür.	Havayı yönlendirme imkanı azdır, indüksiyon oranı düşüktür.	İndüksiyon ve besleme havasının mahal havası içine nüfuziyet oranı düşüktür.	Fiyatları nispeten yüksektir, ısıtma uygulamalarında yetersiz kalabilir.	Fiyatları nispeten yüksektir, motorlu tipleri için servis ve enerji ihtiyacı vardır.	Fiyatları nispeten yüksektir, ısıtma soğutma modu geçişinde yönlendirme elemanlarının ayarlarının değiştirilmesi gerekir.	Fiyatları nispeten yüksektir, yalnızca soğutma uygulamalarında kullanılırlar.	Fiyatları nispeten yüksektir, motorlu tipleri için servis ve enerji ihtiyacı vardır.



Şekil 11 Difüzör seçim diyagramı