

Özet

Yapı havalandırmasında değişen konfor ihtiyaçları da gözönüne alınarak hazırlanan prENV:1996 Avrupa standardı uygulamalarda birçok yenilikler ve kavramlar getirmektedir. Bu standard iç mahallerde bulunanlar için sağlıklarının bozulma risklerini azaltacak konforlu bir iç hava sağlamak amaçlı en az enerji tüketimi ile sağlanacak olan havalandırma sistemini tanımlamaktadır. Bu nedenle, taze hava miktarının artırılmasından ziyade iç kirlilik kaynaklarının azaltılmasına öncelik verilmesi ve tercihen havalandırma miktarının gerçek ihtiyaca göre adapte edilmesi amaçlanmaktadır.

İç hava kalitesi ısı, hava kalitesi ve akustik şartlardan oluşmaktadır. İç hava kalitesi insan ihtiyaçlarının ne derece karşılandığı ile tanımlanır. Ancak bireylerin ihtiyaçları arasında oldukça farklılıklar vardır. Bazı insanların bir çevre parametresine karşı oldukça hassas ve memnun olması daha zor olmasına karşın bazıları daha az hassas ve memnun olması daha kolaydır. Bu amaçla iç mahal kalitesi, bir mahal parametresini kabul edilemez bulan insan yüzdesi ile (= % dissatisfied) tanımlanmıştır.

Dizayn Kriterleri

Tablo-1'de iç mahaller için belli varsayımlara göre dizayn kriterleri verilmiştir. Bu tablo da ısı çevre için etkin sıcaklık değerleri kışın 1.0 clo ve yazın 0.5 clo giyim şartlarında tipik aktivite seviyelerinde verilmiştir. Ortalama hava hızı değerleri yaklaşık % 40 türbülans yoğunluğu olan karışık havalandırma sistemleri için verilmiştir. Gerekli havalandırma miktarı sadece içerideki insanların sebep olduğu kirliliğin giderilmesini sağlayacak minimum havalandırma miktarı ile binanın (binanın yapımında kullanılan malzemeler, mobilyalar ve ısıtma/havalandırma/klima cihazları dahil) sebep olduğu kirliliğin giderilmesini sağlayacak ilave havalandırma miktarlarının toplamı ile belirlenir. Binaların düşük seviyede kirlilik yayan binalar olarak dizayn edilmesi tavsiye edilmektedir.

Düşük seviyede kirlilik yayan binalar M1, M2 ve M3 olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. M1 kategorisi emisyon açısından güvenli olduğu bilinen tuğla, doğal taş, doğal mermer, seramik, cam, metal

yüzeyle gibi doğal maddelerde, toplam uçucu organik bileşik, formaldehit, amonyak ve carcinogenic bileşik emisyonlarının belli sınırların altında olduğu emisyon testinden geçirilmiş maddeleri kapsar.

M2 kategorisi yine toplam uçucu organik bileşik, formaldehit, amonyak ve carcinogenic bileşik emisyonlarının belli sınırların altında olduğu emisyon testinden geçirilmiş maddeleri kapsar. M3 kategorisi ise emisyon verileri olmayan veya emisyon miktarları M2 kategorisindeki malzemeler için belirlenmiş değerleri aşan malzemeleri içerir.

Düşük seviyede kirlilik yayan bir bina için yüzey malzemelerinin çoğunluğu M1 kategorisinden, alanın %20 'sinden azı M2 kategorisinden olmalı ve ancak önemli sayılabilecek miktarda hiçbir alan M3 kategorisinden olmamalıdır. Sadece önemsiz miktarda kirlilik yükü olan ofis makineleri kullanılmalıdır.

Yukarıdaki şartları sağlamayan binalar düşük seviyede kirlilik yayan bina sınıfında olmayan binalardır.

Tablo 1'deki havalandırma miktarları, havalandırma etkinliğinin bire eşit olduğu ve dış hava kalitesinin mükemmel kalitede olduğu varsayımlara verilmiştir. Pratikte, insanların mahalleri işgal ettiği normal kullanım saatlerinde sık sık kısmi yük şartları hüküm sürer. Bu durumlarda havalandırma tercihen, gerçek talebe uygun bir hale getirilmelidir.

Binadan hiçbir şekilde kirlilik yayılmayacağı ve tek kirlilik kaynağının mahali kullanan insanlar olduğu durumlarda gerekli havalandırma miktarı Tablo-1'den minimum havalandırma miktarı olarak alınabilir ya da Tablo-2'den tesbit edilebilir. İnsan yoğunluğu (kişi sayısı/m² döşeme alanı) cinsinden biliniyorsa gerekli havalandırma miktarı lt/s (m² döşeme alanı) bulunabilir.

Binalar Tablo-1 ve Tablo-2'de kullanılan varsayımlardan sapabilirler. Bu durumlarda dizayn kriterleri tesbit edilebilir.

Tablo 1:Değişik tip binalar için mahallerin dizayn kriterleri. Bu tablo, belirtilen insan yoğunlukları ve havalandırma etkinliğinin bir olduğu durumlara uygulanır.

Binanın/Alanın tipi	Aktivite met	İnsan yoğunluğu kişi/(m2 döşeme alanı)	Kategori	Operatif Sıcaklık C		Maksimum ort. hava hızı m/sn		Ses basıncı dB(A)	Minimum havalandırma oranı sadece insanlar için l/s m2	Bina için havalandırma (sadece birisi eklenecektir)		Sigara içmeye izin verildiğinde gerekli ilave havalandırma l/s (m2 döşeme alanı)	
				Yaz	Kış	Yaz	Kış			düşük kirlilik yayan binalar l/s m2	düşük kirlilik yayan sınıfta olmayan binalar l/s m2		
Tek ofis (ofis odaları)	1,2	0,1	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	1,0	1,0	2,0		
				B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	0,7	0,7	1,4	
				C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	0,4	0,4	0,8	
Açık ofisler	1,2	0,07	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	0,7	1,0	2,0	0,7	
				B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	40	0,5	0,7	1,4	0,5
				C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	45	0,3	0,4	0,8	0,3
Konferans odaları	1,2	0,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	5,0	1,0	2,0	5,0	
				B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	3,5	0,7	1,4	3,6
				C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,0	0,4	0,8	2,0
Auditorium	1,2	1,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	15	1,0	2,0		
				B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	33	10,5	0,7	1,4	
				C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	35	6,0	0,4	0,8	
Kafeterya/ Restoran	1,2	0,7	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	7,0	1,0	2,0		
				B	24,5±2,0	22,0±2,5	0,22	0,18	45	4,9	0,7	1,4	5,0
				C	24,5±2,5	22,0±3,5	0,25	0,21	50	2,8	0,4	0,8	2,8
Sınıflar	1,2	0,5	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	30	5,0	1,0	2,0		
				B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	3,5	0,7	1,4	
				C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,0	0,4	0,4	
Yuvalar	1,4	0,5	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,16	0,13	30	6,0	1,0	2,0		
				B	23,5±2,0	20,0±2,5	0,20	0,16	40	4,2	0,7	1,4	
				C	23,5±2,5	20,0±3,5	0,24	0,19	45	2,4	0,4	0,8	
Alışveriş Merkezleri	1,6	0,15	A	23,0±1,0	19,0±1,5	0,16	0,13	40	1,5	2,0	3,0		
				B	23,0±2,0	19,0±3,0	0,20	0,15	45	1,1	1,4	2,1	
				C	23,0±3,0	19,0±4,0	0,23	0,18	50	0,6	0,8	1,2	

1)Kategori A'nın draft kriterlerini sağlamak zor olabilir.

2)Konfor için gerekli havalandırma, insanların % 20'sinin sigara içtiği durum için verilmiştir. Pasif içiciler için sağlık riski ayrıca gözönüne alınmalıdır.

3)Orta seviyede ısıtma soğutma yükleri olan birçok tip bina veya alan için hava sıcaklığı yaklaşık olarak operatif sıcaklığa eşittir. Dizayn için sıcaklık aralığının üst ucu yaz için, alt ucu ise kış için kullanılabilir.

4)Düşük kirlilik yayan malzemeler kullanılarak düşük kirlilik yayan bir bina dizayn etmek tavsiye edilir.

Tablo 2: İnsanların tek kirlilik kaynağı olduğu varsayıldığındaki kişi başına düşen gerekli havalandırma miktarları. Bu tablo sigara içilmeyen ve değişik seviyelerde sigara içilen mahallere uygulanır.

Katogori	Gerekli havalandırma miktarı l/saniye. insan			
	Sigara içilmeyen yerler	Sigara içenlerin oranı %20	Sigara içenlerin oranı %40	Sigara içenlerin oranı %100
A	10	20	30	30
B	7	14	21	21
C	4	8	12	12

Dizayn Kriterlerinin Tesbit Edilmesi

İç mahal kalitesinin ısı, iç hava kalitesi ve akustik açılarından tanımlanması gereklidir.

Isıl Çevre

Isıl çevre için dizayn kriterleri ISO7730'a dayanmaktadır. Isıl çevre için insanın verdiği tepki PMV ve PPD indisleri ile tanımlanır. PMV çok sayıda bir grup insanın 7 notlu bir skalada (çok sıcaklık-ılık-çok az ılık-nötr- çok az serin-serin-soğuk) kendilerini nasıl hissettiklerinin ortalama değerini öngörür. PPD ise çok sayıda bir grup insanın içerisinde, kendini konforda hissetmeyenlerin muhtemel oranını öngörür.

İnsan tepkisi aynı zamanda değişik tip lokal ısıl konforsuzluklardan dolayı kendini konforda hissetmediği öngörülenlerin yüzdesi ile de tanımlanır. Lokal ısıl konforsuzlukların nedenlerinden başlıcaları: hava hareketinin ve sıcaklığın sebebiyet verdiği vücudun herhangi bir yerinin lokal olarak istenmeyen soğuması olarak tanımlanan draftlar (hava ceryanları), dikey yöndeki yüksek sıcaklık farklılıkları, çok soğuk veya çok sıcak döşemeler ve çok yüksek ışınım sıcaklık asimetrisidir.

Termal İndisler

PMV'nin hesaplanmasında kullanılan 7 skala şunlardır;
+3 sıcak, +2 ılık, +1 çok az ılık, 0 nötr, -1 çok az serin, -2 serin, -3 soğuk.

PMV 6 parametreye dayanır;

1. Aktivite (metabolik oran)
2. Elbiselerin ısı direnci
3. Hava sıcaklığı
4. Ortalama ışınım sıcaklığı
5. Hava hızı
6. Kısmi buhar basıncı

Tablo 3

Katogori	Bir bütün olarak vücudun ısı durumu		Lokal konforsuzluk			
	PPD%	PMV	Draft'tan dolayı memnun olmayanlar DR %	Dikey hava sıcaklığı farklarından dolayı memnun olmayanlar %	Sıcak veya soğuk döşemeden dolayı memnun olmayanlar %	İşınım asimetrisinden dolayı memnun olmayanlar %
A	< 6	-0.2 < PMV < 0.2	< 15	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0.5 < PMV < 0.5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0.7 < PMV < 0.7	< 25	< 10	< 15	< 10

Bu parametrelerle PMV arasındaki matematiksel ilişkiler ISO 7730'da verilmiştir. PPD ile PMV arasında ise Şekil 1'de verilen bir fonksiyon vardır.

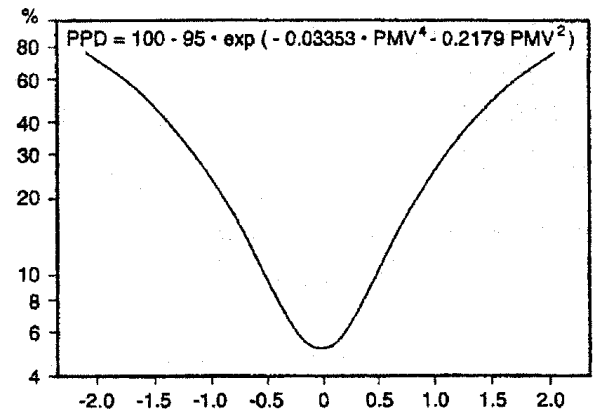
İlgili alan için önce belli bir kalite (izin verilen bir PPD değeriyle tanımlanır) seçilir. Sonra buna karşılık gelen PMV aralığı Şekil 1'den bulunur. Daha sonra da buna karşılık gelen olması gereken etkin sıcaklık aralıkları PMV tablolarından bulunur.

Isıl Çevre Kategorileri

Bir alan için istenilen ısıl çevre şartları Tablo.3'de liste halinde verilen A,B ve C kategorileri arasından seçilebilir. Her bir kategori için tüm kriterler aynı anda sağlanmalıdır. "A" yüksek seviyede, "B" orta seviyede ve "C" kabul edilebilir seviyede beklentilere karşılık gelir.

Lokal hava sıcaklığının, ortalama ışınım sıcaklığının ya da hava hızının bireysel olarak kontrol edilebileceği bir ortam sağlanabilirse bu, bireylerin ihtiyaçları arasındaki oldukça büyük farklılıkları dengeleyebilir ve böylece konfordan memnun olmayan insan sayısının daha az olmasını sağlar.

Şekil 1



Etkin Sıcaklık Aralığı

Verilen bir alan için insanların yaptığı iş ve giysilerine bağlı olarak $PMV=0$ 'a karşılık gelen bir optimum etkin sıcaklık mevcuttur.

Şekil 2'de üç kategorinin hiçbirisi için giyim ve aktivitelerin bir fonksiyonu olarak optimum etkin sıcaklık ve izin verilen sıcaklık aralığı görülmektedir.

Optimum etkin sıcaklık her üç kategori için de aynı olup, optimum etkin sıcaklık etrafındaki izin verilen aralık değişmektedir.

Bir alanın insanlar tarafından kullanılan bölgesinin (occupied zone) tüm noktalarında etkin sıcaklık her zaman izin verilen aralıklar içerisinde olmalıdır. Şekil 2 %50 nisbi nem için uygulanır.

En çok karşılaşılan ve lokal konforsuzluğa da en duyarlı olunan uygulamalar, içindeki insanların hafif iş yaptıkları genellikle oturdukları yerde iş yaptıkları ofis ve benzeri yerlerdir.

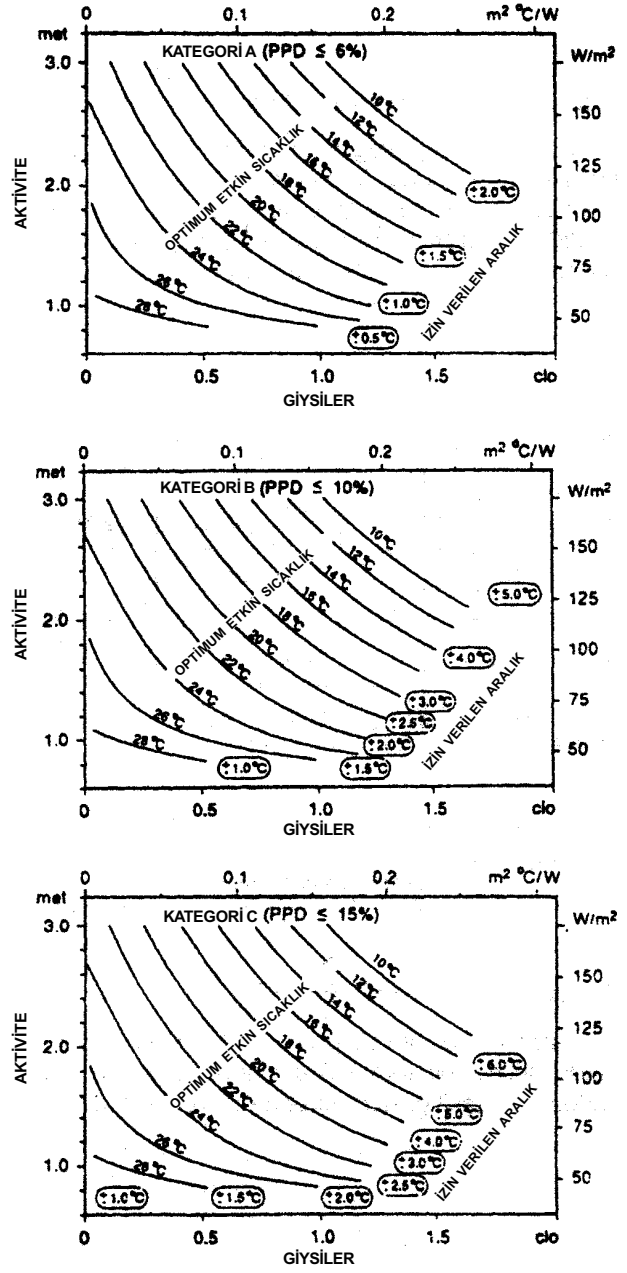
Bu tür uygulamalar için metabolik oran 1.2 met civarında olup giysilerinin izolasyonunun tipik ısı direnci kışın 1 clo, yazın ise 0.5 clo civarındadır.

Bu üç diyagram aynı zamanda her üç kategori için de optimum sıcaklık etrafındaki izin verilen aralığı gösterir.

Mahaldeki hava hızı < 0.1 m/s olduğu varsayılmıştır. Vücut hareketinin sebep olduğu relatif hava hızı, V ar, M metabolik oranının 1'den küçük değerleri için sıfır ve $M > 1$ met değerleri için $Var = 0.3(M-1)$ olduğu öngörülmüştür.

Yukarıdaki diyagramlar nisbi nem = %50 için tesbit edilmiştir. Ancak nisbi nemin optimum ve izin verilen sıcaklık aralıklarında sadece küçük bir etkisi vardır.

Şekil 2: Isıl çevrenin üç kategorisi için giysi ve aktivitelerin bir fonksiyonu olarak optimum etkin sıcaklık.



Draft (Hava Cereyanı)

Draft nedeniyle şikayette bulunan insanların öngörülen yüzdesi draft oranı (DR) olarak tanımlanır. Draft oranı aşağıda verilen eşitlikle hesaplanır.

$$DR = (34 - t_a) (V - 0,05)^{0,62} (0,37 \times V \times T_u + 3,14)$$

Burada;

DR= Draft oranı; draft nedeniyle kendini konforda hissetmeyen insanların yüzdesi

t_a = Lokal hava sıcaklığı, °C

V= Lokal ortalama hava hızı, m/s

T_u = Lokal türbülans yoğunluğu, %

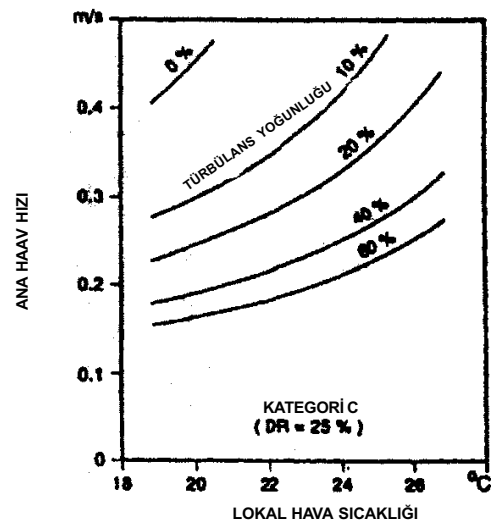
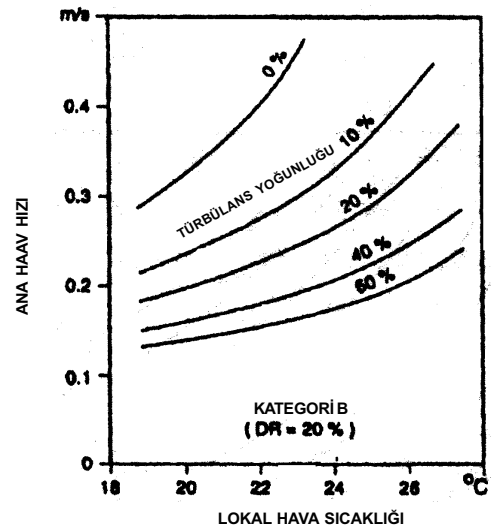
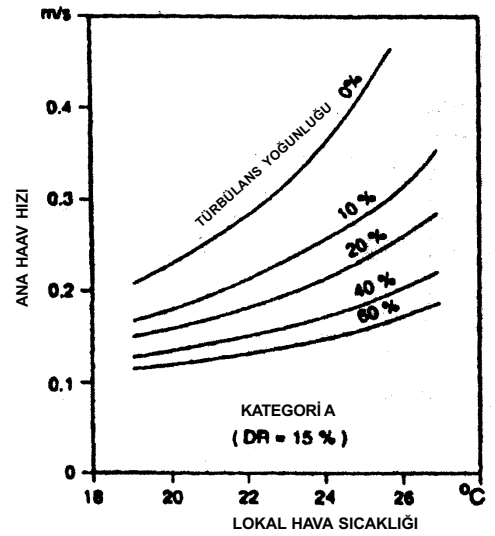
Bu draft modeli tüm bir vücut olarak nötre yakın bir ısı hissetki insanlara uygulanır.

İzin verilen ortalama hava hızı Şekil 3'te üç kategori için verilmiştir.

Ortalama hava hızı lokal hava sıcaklığı ve türbülans yoğunluğunun bir fonksiyonudur. Türbülans yoğunluğu bir noktadaki hava hızının standard sapmasının ortalama hava hızına oranı olarak tanımlanır.

Türbülans yoğunluğu konvansiyonel olarak havalandırılan ortamlarda %30 ve %60 arasında değişebilir.

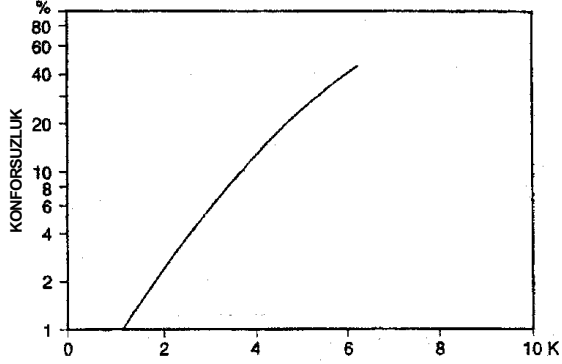
Displacement havalandırmalı (yer değiştirme akımlı) veya mekanik olmayan havalandırma sistemlerinde türbülans yoğunluğu daha düşük olabilir.



Şekil 3: Isıl çevrenin her üç kategorisi için lokal hava sıcaklığı ve türbülans yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak izin verilen ortalama hava hızı

Dikey Yöndeki Hava Sıcaklığı Farkı

İnsanın başı ile ayak bilekleri arasında (oturan bir insan için döşeme seviyesinden itibaren 1,1m ve 0,1m) dikey yöndeki hava sıcaklık farkının bir fonksiyonu olarak konfordan memnun olmayan insanların yüzdesi Şekil-4'te görülmektedir. Bu şekil yerden yükseldikçe sıcaklığın arttığı durumlara uygulanır.



Şekil 4: Dikey yöndeki hava sıcaklık farkının neden olduğu lokal konforsuzluk.

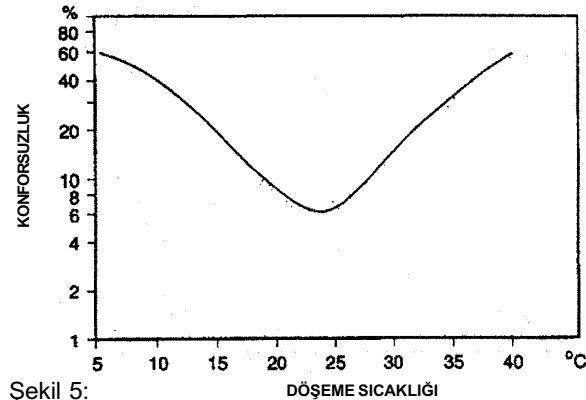
Her üç kategori için izin verilen dikey yöndeki sıcaklık farkları Tablo-4'de verilmiştir.

Tablo 4: Isıl çevrenin her üç kategorisi için baş ve ayak bilekleri arasında (döşemeden itibaren 1,1 ve 0,1 m) düşey yöndeki izin verilen sıcaklık farkları.

Kategori	Dikey yöndeki hava sıcaklık farkları
A	< 2
B	< 3
C	< 4

Sıcak ve Soğuk Döşemeler

Şekil-5'te döşeme sıcaklığının bir fonksiyonu olarak kendini konforlu hissetmeyen insanların yüzdesi görülmektedir. Soğuk döşemeler, hacimlerde yer değiştirmeli akımlı (displacement flow) havalandırma sistemleri kullanıldığında ortaya çıkarken, iklimlendirilen hacimlerde sıcak döşemeler nadiren bir problem olarak ortaya çıkarlar. 26 °C 'den daha yüksek döşeme sıcaklıklarında kaçınılması genel olarak tavsiye edilir.



Şekil 5:

DÖŞEME SICAKLIĞI

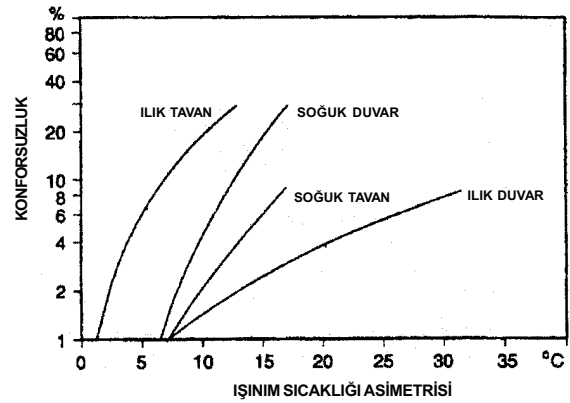
Üç kategori için izin verilen döşeme sıcaklık aralığı Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Isıl çevrenin 3 kategorisi için izin verilen döşeme sıcaklık aralığı.

Kategori	Döşeme yüzey sıcaklık aralığı °C
A	19 - 29
B	19 - 29
C	17 - 31

Işınım Asimetrisi

Şekil-6'da sıcak tavanın, soğuk duvarın, soğuk tavanın ve sıcak duvarın neden olduğu ışınım sıcaklığı asimetrisinin neden olduğu, kendini konforlu hissetmeyenlerin yüzdesi görülmektedir.



Şekil 6: Işınım sıcaklığı asimetrisinin neden olduğu lokal konforsuzluk.

Tablo-6'te her üç kategori için izin verilen ışınım sıcaklığı asimetrisi verilmiştir.

Tablo 6: Isıl çevrenin üç kategorisi için izin verilen ışınım sıcaklık asimetrisi

Kategori	Işınım sıcaklık asimetrisi °C			
	Sıcak tavan	Soğuk duvar	Soğuk tavan	Sıcak duvar
A	< 5	< 10	< 14	< 23
B	< 5	< 10	< 14	< 23
C	< 7	< 13	< 18	< 35

İç Hava Kalitesi

İnsanların bir mahaldeki havadan iki istekleri vardır. Birincisi nefes alınan havanın sağlığı bozma riski ihmal edilebilir olmalıdır. İkinci olarak da hava bayat, eski, yıpranmış, sinirlendirici, tahriş edici değil taze ve hoş, ferahlık verici olmalıdır.

Havalandırma miktarı hesaplanırken iki ayrı hesap yapılır. Bunlardan birincisi istenilen bir hava kalitesi algılaması (konforu) elde etmek için gereken havalan-

dırma miktarı, ikincisi ise havanın içindeki kirli maddelerden oluşabilecek sağlık riskini kontrol etmek için gereken havalandırma miktarıdır.

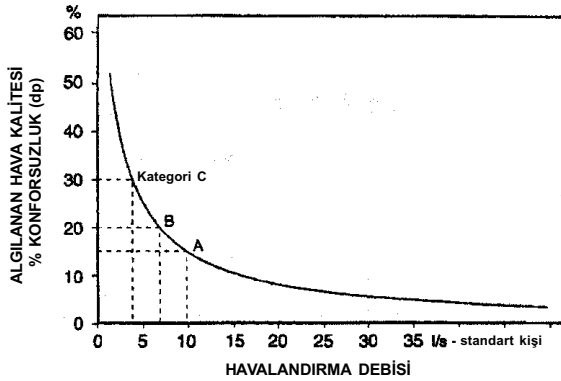
Dizayn için bu değerlerin en büyüğü kullanılır. Pratikte gerekli havalandırma miktarını konfor için yapılan hesap belirler.

İnsanlar havayı olfactory (koku) duyusu ve genel kimyasal duyunun bileşik tepkisi ile taze, hoş, ferahlatıcı yada bayat, eski, yıpranmış, sinirlendirici, tahriş edici olarak algırlarlar.

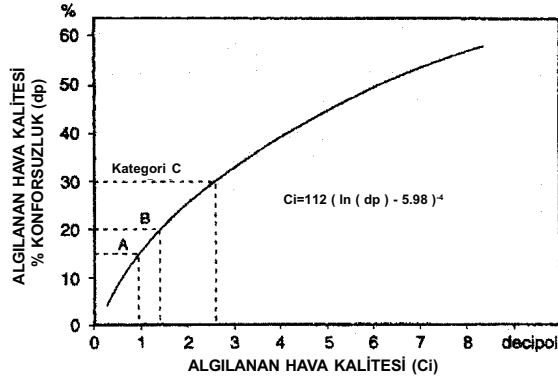
Algılanan hava kalitesi, mahale girer girmez, algılandıkları havayı kabul edilemez bulan denek insanların yüzdesi ile tanımlanır.

Isıl olarak kendisini nötr hisseden, yetişkin, oturan ortalama bir ofis çalışanı olarak tanımlanan standard bir insanın biyolojik salgılamaları ile üretilen kirliliğe bir of denir. Algılanan hava kalitesi ise decipol (dp) cinsinden tanımlanır.

Burada 1 dp, 1 ofl gücünde kirlilik kaynağı olan ve 10 lt/s'lik bir temiz hava ile havalandırılan bir mahaldeki hava kalitesidir. 1dp=0,1 ofl/lt/s'dir.



Şekil 7: Değişik havalandırma miktarlarında standard bir kişinin (bir ofl) sebep olduğu konforsuzluk.



Şekil 8: Hava kalitesini kabul edilemez bulan insanların yüzdesi ile belirlenen algılanan hava kalitesi ile dp arasındaki ilişki A, B ve C kategorileri görülmektedir.

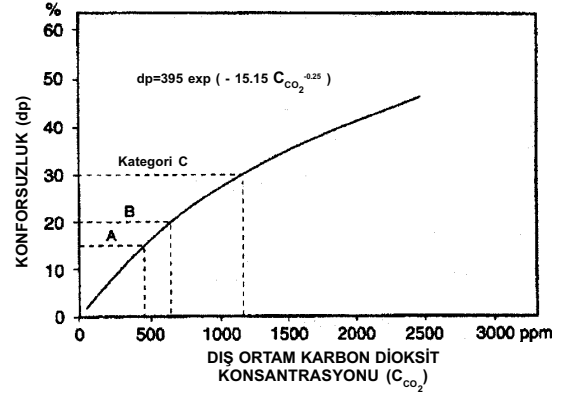
Algılanan İç Hava Kalitesi Kategorileri

Oturan insanların tek kirlilik kaynağı olduğu kabul edilirse, dış havadaki CO₂ oranının üzerinde kalan CO₂ konsantrasyonu üç kategori için sırasıyla; A: 460 ppm, B: 660 ppm ve C: 1190 ppm olmalıdır.

Tablo 7: Algılanan iç hava kalitesinin üç kategorisi

Kategori	Algılanan hava kalitesi		Gerekli havalandırma miktarı lt/s.olf
	Kabul edilemez bulanların %'si	dp	
A	15	1.0	10
B	20	1.4	7
C	30	2.5	4

Verilen havalandırma miktarları sadece algılanan hava kalitesi için verilmiş örneklerdir. Bu miktarlar sadece temiz dış hava ve havalandırma etkinliğinin bire eşit olduğu durumlar için uygulanır.



Şekil 9: İnsanlardan yayılan kirlilik yaratan maddelerin bir göstergesi olarak CO₂ Dış havadaki CO₂ konsantrasyonu tipik olarak 700 mg/m³ (350 ppm) civarındadır.

Hava Kirlilik Kaynakları

Sigara dumanı, insanlar ve aktiviteleri, bina yapımında kullanılan malzemeler, mobilyalar, halılar, ev eşyaları olarak kullanılan kimyasallar, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri gibi kirlilik kaynakları kimyasal yük ve duysal yük olmak üzere iki tür kirlilik yükü sağlarlar.

Tablo-8'de sigara içen ve içmeyen insanların neden olduğu kimyasal yük CO ve CO₂ olarak tanımlanmış ve liste halinde verilmiştir.

Sigara içmeyen standard bir şahıs 1 ofl üretirken ortalama sigara içen bir şahıs 6 ofl üretir.

Tablo 9'da değişik alanlarda beher döşeme m²'si için insan sayısını veren bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 10'da değişik tip binalarda beher döşeme m²'si için tüm kirlilik yükünün değerleri verilmiştir.

Tablo 8: İnsanların Sebep Olduğu Kirlilik Yükü

	Duyusal kirlilik yükü olf/kişi	CO ₂ l/h.kişi	CO ¹⁾ l/h.kişi	Su buhanı ²⁾ g/h.kişi
Oturan, 1-1.2m				
%0 sigara içen	1	19		50
%20 sigara içen ³⁾	2	19	11.10 ⁻³	50
%40 sigara içen ³⁾	3	19	21.10 ⁻³	50
Fiziksel egzersiz				
Düşük, 3m	4	50		
Orta, 6m	10	100		
Yüksek (atletler), 10m	20	170		
Çocuklar				
Yuva, 3-6 yaş, 2.7m	1.2	18		90
Okul, 14-16 yaş, 1-1.2m	1.3	19		90

¹⁾ Sigara dumanından

²⁾ Isıl olarak nötr'e yakın insanlara uygulanır

³⁾ Her sigara içici için ortalama sigara içme oranı 1.2 sigara/saat, yama oranı ise 44 ml CO/sigara.

Tablo 9: Mahallerde İnsan Yoğunluğuna Örnekler

Mahal	Kişi/m ² döşeme
Ofisler	0.07
Konferans salonları	0.5
Genel kurul salonları, tiyatrolar, amfiter, oditoryumlar	1.5
Çocuk yuvaları	0.5
Okullar (sınıflar)	0.5

Tablo 10: Mobilyalar, halılar ve havalandırma sistemleri dahil binanın neden olduğu kirlilik yükü

	Duyusal kirlilik yükü olf/m ² .döşeme	
	Ortalama	Aralık
Mevcut binalar		
Ofisler ¹⁾	0.3 ⁴⁾	0.02 - 0.95
Ofisler ²⁾	0.6 ³⁾	0 - 3
Okullar (sınıflar) ¹⁾	0.3	0.12 - 0.54
Çocuk yuvaları ¹⁾	0.4	0.20 - 0.74
Genel kurul holleri ¹⁾	0.3 ⁴⁾	0.13 - 1.32
Yeni binalar (sigara içilmeyen)		
Düşük seviyede kirlilik yayan	0.1	
Düşük seviyede kirlilik yaymayan	0.2	

¹⁾ Veriler, Danimarka'da mekanik olarak havalandırılan 40'dan fazla binaya dayandırılmıştır.

²⁾ Veriler iç hava kalitesini ve ofis binalarında enerji tüketimini optimize etmek için Avrupa hesapların kontrolü projesi, 1992-95'e dayandırılmıştır.

³⁾ Şimdiki ve daha önceki sigara içenlerin neden olduğu yük dahildir.

⁴⁾ Daha önce sigara içenlerin neden olduğu yük dahildir.

Dış Hava Kalitesi

Tablo-11 'da dış havanın algılanan hava kalitesinin karakteristik seviyelerine ve dış havadaki tipik kirlilik faktörlerine örnekler verilmiştir. Hesaba giren dış hava, taze hava alış noktasındaki havanın kalitesi olduğundan hava alış yerinin seçimi çok önemlidir.

Tablo 11: Dış Hava Kalitesinin Seviyelerine Örnekler

	Algılanan hava kalitesi dp	Havadaki kirlilik yaratan maddeler				
		CO ₂ mg/m ³	CO mg/m ³	NO ₂ mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	Parça. mg/m ³
Mükemmel şehirlerde, iyi hava kalitesi	0 < 0.1	680 1 - 2	0-0.2 1-2	2 5-20	1 5-20	< 30 40-70
Şehirlerde kötü hava kalitesi	> 0.5	700 800	4-6	50-80	50 100	> 100

Algılanan hava kalitesi ile bu tabloda verilen kirliletiç maddeler arasında doğrudan bir ilişki yoktur. Algılanan hava kalitesinin değerleri tipik günlük ortalama değerlerdir. Bu kirlilik yaratan dört maddenin değerleri yıllık ortalama konsantrasyonlardır.

Havalandırma Etkinliği

Havalandırılan bir mahalde hava kalitesi homojen olmayabilir. İnsanlar için gerçekte hesaba katılması gereken nefes alma bölgesindeki hava kalitesidir.

$$v = \frac{C_e - C_s}{C_i - C_s}$$

Buradan

w havalandırma etkinliği

C_e egzost havasındaki kirlilik konsantrasyonu

C_s besleme havasındaki kirlilik konsantrasyonu

C_i nefes alınan bölgedeki kirlilik konsantrasyonu

Hava ve kirlilik yaratan maddelerin tam anlamıyla bir karışımı varsa havalandırma etkinliği bire eşittir. Nefes alınan bölgedeki hava kalitesi egzost kısmındaki hava kalitesinden daha iyi ise havalandırma etkinliği birden büyüktür ve nefes alınan bölgede istenen hava kalitesine daha düşük havalandırma miktarlarıyla ulaşılabilir. Nefes alınan bölgedeki hava kalitesi egzosttakinden daha kötü ise havalandırma etkinliği birden düşüktür ve bu durumda daha fazla havalandırma gereklidir (Bakınız Tablo 12).

Gerekli Havalandırma Miktarı

İç hava kalitesi için konfor ve sağlık açısından gerekli havalandırma miktarı ayrı ayrı hesaplanır ve daha yüksek olan değer kullanılır.

Konfor için gerekli havalandırma miktarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_c = 10 \times \frac{G_c}{C_{c,i} - C_{c,o}} \times \frac{1}{v} [A \times 2]$$

Buradan;

Q_c = Konfor için gerekli havalandırma miktarı, lt/s

G_c = Duyusal kirlilik yükü, olf

C_{c,i} = İstenen algılanan iç hava kalitesi, decipol

C_{c,o} = Taze hava emiş ağzındaki algılanan dış hava kalitesi, decipol

w = Havalandırma etkinliği

Sağlık açısından gerekli havalandırma miktarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_h = \frac{G_c}{C_{h,1} - C_{h,0}} \times \frac{1}{v} \quad [A \times 3]$$

Burada;

Q_h : Sağlık açısından gerekli havalandırma miktarı, lt/s

G_c : Bir kimyasalın kirlilik yükü, mikrogram/sn.

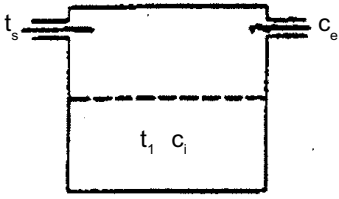
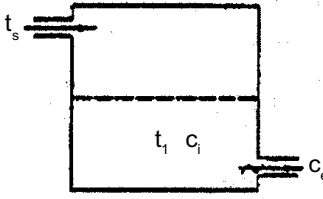
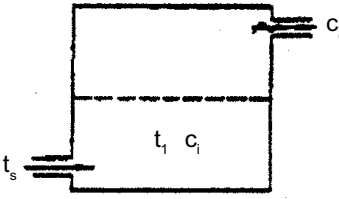
$C_{h,i}$: Bir kimyasalın yol göstergesi değeri, mg/lt

$C_{h,o}$: Hava alış ağzındaki dış havada bulunan bir kimyasal maddenin konsantrasyonu, mg/lt

Akustik Çevre

Gürültüye karşı korumaya göre akustik çevrenin istenen kategorisi Tablo-13'dan seçilir.

Tablo 12: Değişik yollarla havalandırılan mahallerin nefes alma zonundaki havalandırma etkinliğine örnekler.

Havalandırmayı karıştırma		Havalandırmayı karıştırma		Havalandırmanın yerini değiştirme	
					
Besleme havası ile nefes alma zone'u arasındaki sıcaklık farkı $t_2 - t_1$	Havalandırma etkinliği	Besleme havası ile nefes alma zone'u arasındaki sıcaklık farkı $t_2 - t_1$	Havalandırma etkinliği	Besleme havası ile nefes alma zone'u arasındaki sıcaklık farkı $t_2 - t_1$	Havalandırma etkinliği
< 0	0.9 - 1.0	< -5	0.9	< 0	1.2 - 1.4
0 - 2	0.9	-5 0	0.9 - 1.0	0 - 2	0.7 - 0.9
2 - 5	0.9	> 0	1.0	> 2	0.2 - 0.7
> 5	0.4 - 0.7				

Tablo 13: Üç kategori için değişik tip mahallerde havalandırma veya iklimlendirme sistemi tarafından üretilen ve/veya iletilen izin verilen A-ağırlıklı ses basınç seviyesi

Bina tipi	Mahal tipi	Kategori ¹⁾ dB(A)		
		A	B	C
Çocuk bakım enstitüleri	Bakım okulları	30	40	45
	Gündüz bakımevleri	30	40	45
Kurul salonları	Oditoryumlar, kütüphaneler	30	33	35
	Sinemalar	30	33	35
	Mahkeme odaları	30	33	35
		30	35	40
Ticari	Perakende dükkanları	35	40	50
	Toptancı marketler	40	45	50
	Süpermarketler	40	45	50
	Büyük bilgisayar odaları	40	50	60
	Küçük bilgisayar odaları	40	45	50
Hastaneler	Koridorlar	35	40	45
	Ameliyathaneler	35	40	45
	Koğuşlar	25	30	35
Hoteller	Lobiler	35	40	45
	Resepsiyon odaları	35	40	45
	Otel odaları (gece boyunca)	25	30	35
	Otel odaları (Gündüz)	30	35	40
Ofisler	Küçük ofisler	30	35	40
	Konferans odaları	30	35	40
	Açık ofisler	35	40	45
	Ofis odaları	35	40	45
Restoranlar	Kafeteryalar	35	40	50
	Restoranlar	35	45	50
	Mutfaklar	40	55	60
Okullar	Sınıflar	30	35	40
	Koridorlar	40	45	50
	Spor salonları	35	40	45
	Öğretmen odaları	30	35	40
Spor	Kapalı spor salonları	35	45	50
	Yüzme havuzları	40	45	50
Genel	Tuvaletler	40	45	50
	Emanet odaları	40	45	50

Örnek: Ofis Binası

Binanın içindeki tipik mahaller: ofis odası, açık bir ofis alanı, konferans salonu.

Genel Dizayn Varsayımları

- Kullanım saatleri: Hafta içi 8:00-18:00 arası
- Kullanılan bölge (occupied zone): duvarlarla ısıtma ve hava terminal cihazlarından 0.60 m , döşemeden itibaren 1.80 m yükseklik.
- Aktivite 1.2 met, giyilen elbiselerin izolasyon değeri kışın 1.0 clo, yazın 0.5 clo
- Pencere alanı dış duvar alanının %50'si olup çif kanat ve jaluzili, duvar döşeme ve tavanların ısı geçirgenlik katsayısı 0.4 W/m²C
- Hava Sıcaklığı= etkin sıcaklık
- Havalandırma sistemi : karışık akımlı
Havalandırma etkinliği : 1.0
Türbülans yoğunluğu : %40
- Düşük seviyede kirlilik yayan inşa malzemeleri ve mobilyaları sistematik olarak seçilmiş olup, A,B ve C kategorilerine karşılık gelecek şekilde sırasıyla 1.0, 0.7 ve 0.4 lt/s (m²-döşeme) olan 0.1 olf/m² döşeme büyüklüğünde bir kirlilik yükü mevcuttur.
- Sigara içmek yasaktır.
- Dış hava kalitesi = mükemmel (0 dp)

Tek Ofis Odası

İnsan yoğunluğu : 0.1 kişi/m² döşeme
Soğutma yükü : 50 W/m² döşeme

Isıl Dizayn Kriterleri

YAZ

Etkin Sıcaklık (Şekil 2)
Kategori A 24,5±1,0 C
Kategori B 24,5±1,5 C
Kategori C 24,5±2,5 C
Ortalama Hava Hızı (Şekil 3)
Kategori A 0,18 m/s
Kategori B 0,22 m/s
Kategori C 0,25 m/s

KIŞ

Etkin Sıcaklık (Şekil 2)
Kategori A 22+1,0 C
Kategori B 22+2,0 C
Kategori C 22+3,0 C
Ortalama Hava Hızı (Şekil 3)
Kategori A 0,15 m/s
Kategori B 0,18 m/s
Kategori C 0,21 m/s

Alternatif 1:

Konfor İçin Gerekli Havalandırma Miktarı (Tablo 1)

Kategori A: Q_c= 1,0+1,0=2,0 lt/s (m² döşeme)

Kategori B: Q_c= 0,7+0,7=1,4 lt/s (m² döşeme)

Kategori C: Q_c= 0,4+0,4=0,8 lt/s (m² döşeme)

Alternatif 2:

Duyusal Kirlilik Yükü (Tablo 6 ve Tablo 8)

İnsanlardan 1x0,1 = 0,1 olf/(m² - döşeme)
Binadan 0,1 olf/ (m² - döşeme)

Toplam Duyusal Kirlilik Yükü 0,2 olf/ (m² - döşeme)

Konfor için gerekli havalandırma miktarı (Eşitlik A-2 ve Tablo 5)

Kategori A: Q_c = 10 x 0,2 / (1,0 - 0) x 1 / 1
= 2,0 lt/s (m² döşeme)

Kategori B: Q_c = 10 x 0,2 / (1,4 - 0) x 1 / 1
= 1,4 lt/s (m² döşeme)

Kategori C: Q_c = 10 x 0,2 / (2,5 - 0) x 1 / 1
= 0,8 lt/s (m² döşeme)

Isıl dizayn için gerekli besleme havası debisi:
Eğer tamamen havalı iklimlendirme sistemi 14 °C besleme havası sıcaklığında kullanılmışsa ve soğutma yükü 50 W/m² döşeme ise, ısı dizayn için kategori A'da gereken besleme hava debisi yaz şartları boyunca 4 lt /s (m² döşemedir)

Akustik Dizayn Kriterleri

Ses basıncı (Tablo 11)

Kategori A: 30 dB (A)

Kategori B: 35 dB (A)

kategori C: 40 dB (A)