

ISIL KONFOR

Prof. Dr. Macit TOKSOY

1949'da Ödemiş'de doğdu. 1972'de İ.T.Ü. Makina Fakültesi'nden mezun oldu. 1976 yılında, Ege Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. Dokuz Eylül Üniversitesinde, 1985 yılında doçent, 1991 yılında profesör oldu. Halen bu üniversitede çalışmakta ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Müdürlük yapmaktadır. 1978-1980 yıllarında North Carolina State University'de Misafir Asistan Profesör olarak çalıştı. Faz değişimli ısı transferi, endüstriyel enerji problemleri ve makina mühendisliği eğitimi akademik ilgi alanlarıdır. 50'den fazla bilimsel yayının yazarıdır.

III. Bölüm

6. ISIL KONFORUN DEĞERLENDİRİLMESİ: PSİKO-FİZİKSEL FAKTÖRLER

6.1. ORTALAMA ISIL DUYUM'UN TAHMİNİ (PMV-PREDİCTED MEAN VOTE)

Sıcaklık sayısal olarak ifade edilmesine rağmen, ısıl duyum diğer fizyolojik duyular gibi niteliksel olarak değerlendirilir. Isıl çevrenin bir grup tarafından fizyolojik değerlendirilmesini sayısallaştırmak amacıyla, PMV (Predicted Mean Vote) İndeksi olarak adlandırılan ve Türkçeye Ortalama Isıl Duyum olarak aktardığımız, aşağıda verilmiş yedi noktalı ASHRAE skalası kullanılmaktadır (22).

+ 3 Çok Sıcak	(Hot)
+ 2 Sıcak	(Warm)
+ 1 Hafif sıcak	(Slightly Warm)
0 Nötr	(Neutral)
- 1 Hafif Soğuk	(Slightly Cool)
- 2 Soğuk	(Cool)
- 3 Çok soğuk	(Cold)

Deneysel bilgilerden, PMV indeksinin ortam sıcaklığına metabolizma hızına ve vücutta üretilen ısı ile, vücut ile çevre arasındaki ısı transferi arasındaki fark olarak tanımlanan yüke göre değişimini veren bir eşitlik üretilmiş, bu eşitlikte analitik ısıl konfor denkleminde elde edilen yük yerine konularak, PMV indeksinin analitik ısıl konfor denkleminde (FANGER Denklemi) yer alan tüm parametrelere (kuru termometre sıcaklığı, hava hızı, hava nemi, ortalama ışınım sıcaklığı, aktivite, metabolizma hızı) bağlılığı analitik olarak ifade edilmiştir (23). Bu eşitliğe göre FANGER tarafından yapılmış parametrik çalışmanın tablo halindeki sonuçları EK 4'de orijinal haliyle verilmiştir.

PMV için verilen eşitlik kullanılarak, belli bir ısıl çevrenin, kullanıcıların çoğunluğu tarafından yukarıda verilen skalaya göre nasıl algılanacağını tahmin etmek mümkündür.

* Bu yazı, 15-17 Nisan 1993 tarihlerinde İzmir'de yapılan I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler kitabı'ndan alınmış olup I. bölümü Şubat-Mart sayısında, II. bölümü Nisan-Mayıs Sayısında yayınlanmıştır.

Örnek 6.1.

Örnek 5.1'de bulunan konfor sıcaklığına ve diğer ısı çevre parametrelerine göre, konferans salonu için PWV indeksinin bulunması.

Seçenekler	PMV (EK 4'den)
Konfor sıcaklığı, T_{db} : 23.9°C Aktivite : 1 met Hava hızı, v : 0.2 m/sn Giysi direnci : clo	0.02
Konfor sıcaklığı, T_{db} : 26.9°C Aktivite : 1 met Hava hızı, v : 0.2 m/sn Giysi direnci : 0.5 clo	0.09

Görüldüğü üzere her iki seçenek içinde PMV değeri sıfıra yakın bir değer olmaktadır. Katılanların tümü için her iki parametre grubunun nötral bölgede kaldığı söylenebilir.

ASHRAE Fundamentals (26)'da Ortalama Isıl Duyum (PMV) indeksinin yanında, bunun yerine ısıl duyumu tahmin etmek amacıyla, bir kısmı FANGER'in (23) çalışmalarında da kullanılmış deneysel çalışmalardan, istatistik analizler sonucunda türetilen eşitliklerin önerildiği görülmektedir (Tablo 6.1).

TABLO 6.1 Isıl duyumun tahmini için eşitlikler [22]		
Süre* (saat)	Cinsiyet	Eşitlikler
1.0	Erkek	$Y = 0.220 T_{db} + 0.233 P_v - 5.673$
	Kadın	$Y = 0.272 T_{db} + 0.248 P_v - 7.245$
	Birlikte	$Y = 0.254 T_{db} + 0.248 P_v - 6.475$
2.0	Erkek	$Y = 0.221 T_{db} + 0.270 P_v - 6.024$
	Kadın	$Y = 0.283 T_{db} + 0.210 P_v - 7.694$
	Birlikte	$Y = 0.252 T_{db} + 0.240 P_v - 6.859$
3.0	Erkek	$Y = 0.212 T_{db} + 0.293 P_v - 5.949$
	Kadın	$Y = 0.275 T_{db} + 0.255 P_v - 8.622$
	Birlikte	$Y = 0.243 T_{db} + 0.278 P_v - 6.802$

* : Ortam içinde bulunma zamanı

Bu eşitlikler, ortalama ışınım sıcaklığının hava sıcaklığına eşit olduğu bir hacimde, hafif (sedentary) aktivitelerdeki ve giysilerinin ısı direnci 0.5 clo olan genç yetişkin insanlar ile yapılan deneylere dayanmaktadır.

Eşitliklerden, ortamın kuru termometre sıcaklığının (T_{db}) ve buhar basıncının (P_v ; kPa) kullanılmasıyla elde edilen sayısal ısıl duyum (Y), -3 ile +3 arasında, yukarıda verilen PMV indeksinin kalitatif değerlendirilmesine benzer olarak değerlendirilmektedir (Örnek $Y = 2 \rightarrow$ sıcak).

Genç yetişkinler ile yapılan deney sonuçlarından türetilmesi ortam içinde bulunma

zamanlarının maksimum üç saat gibi kısa bir zaman olması nedeniyle, bu eşitliklerin her yaş grubu ve daha geniş zaman dilimleri için kullanılmaları, kanımızca tartışmaya açıktır.

6.2. ISIL TATMINSİZLİK YÜZDESİ'NİN TAHMİNİ (PPD-PREDICTED PERCENTAGE OF DISSATISFIED)

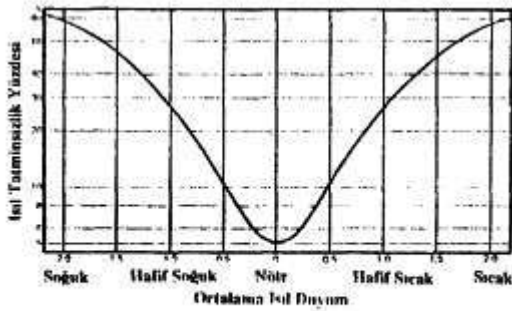
Ortalama Isıl Duyum İndeksi (PMV), belirli bir ısı çevrenin içinde yaşayan insanların tamamı tarafından fizyolojik değerlendirilmesinin ölçütüdür. Bu ortalama değere bakarak, söz konusu ortamdaki insanların hangi oranda bu ortamı ısı çevre açısından konforlu bulduklarını veya bulmadıklarını tahmin etmek mümkün değildir. İnsanlar birbirlerinden farklıdır ve aynı çevreyi farklı olarak algılayabilirler. Bir ortamda yaşayan insanlar içerisinde ortamı ısı açıdan konforlu bulmayanların yüzdesi Isıl Tatminsizlik Yüzdesi (PPD) olarak adlandırılmıştır. FANGER probit analiz yöntemini kullanarak, Ortalama Isıl Duyum indeksi ile Isıl Tatminsizlik Yüzdesi arasındaki ilişkiyi deneysel verilere bağlı olarak incelemiş ve grafik olarak (Şekil 6.1) ifade etmiştir (23).

Ortalama Isıl Duyum İndeksinin ısı konforun analitik teorisi ile ısı parametrelere göre tahminini veren eşitlik ve bu grafik kullanılarak Isıl Tatminsizlik Yüzdesinin bulunması mümkün olmaktadır.

Grafik incelendiğinde, FANGER'in değerlendirilmesine göre bir ortamda en az %5'lik bir grubun ısı açıdan tatmin olmadığı görülmektedir. Bu grafikte verilen PPD eğrisi simetriktir. Ancak, bu konuda yapılan diğer çalışmalarda simetri yoktur ve insanların soğuğu algılamalarının, sıcaklığı algılamalarından daha hızlı olduğu görülmüştür (22). ASHRAE Standard 55, bir ortam için

$$-0.5 < PMV < + 0.5$$

şartını getirmektedir. Şekil 6. 1'den görüleceği üzere bu limit en fazla %10'luk bir tatminsizliğe müsaade etmektedir.



Şekil 6.1: Ortalama Isıl Duyum (PMV) indeksi ile Isıl Tatminsizlik Yüzdesi (PPD) indeksi arasındaki ilişki

6.3. ISIL DUYUM İNDEKSİ: TSENS

Isıl Duyum (thermal sensation-TSENS) indeksi, kararsız analitik ısı konfor modeli ile birlikte verilen (26) iki indeksten biridir. Isıl duyum indeksi, esas olarak ortalama vücut sıcaklığına göre tanımlanmış bir konfor modeline göre hesaplanan iç bölge ve deri sıcaklıklarının ağırlıklı

ortalaması olan vücut sıcaklığı, nemli deri yüzeyi oranı ile deneysel bağıntıların kullanılmasıyla hesaplanmaktadır. Hesaplanan Isıl Duyum değeri, PMV için kullanılan ASHRAE skalasına eklenen +4/-4 (çok çok sıcak/soğuk) ve +5/-5 (kabul edilemez sıcak /soğuk) değeriyle oluşan 11 noktalı ölçüte göre değerlendirilerek, ısı çevrenin yaşayanlar tarafından nasıl algı/anacağı belirlenmektedir.

6.4. ISIL KONFORSUZLUK İNDEKSİ: DISC

Kararsız analitik model ile getirilen ikinci ısı çevre indeksi Isıl Konforsuzluk (DISC) indeksidir ve temel olarak nem transferine dayalı bir ısı konfor ölçütüdür. Isıl konforsuzluk indeksi ağırlıklı ortalama vücut sıcaklığı (T_b) aşağıda verilen eşitliklerle hesaplanan belli bir değerden (T_{bc}) küçük olduğunda, ısı duyum indeksine (TSENS) eşittir. $T_{bc} = (0.194/58.15) (M-W) + 36.301$ Bu değerden büyük olduğunda, deri yüzeyinden buharlaşma ve difüzyon yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ve bunlara ait ısı konfor limitlerini veren deneysel bağıntılar kullanılarak hesaplanmaktadır (26). Hesaplanan ısı konforsuzluk indeksi, TSENS indeksine benzer olarak, Tablo 6.2'de verilen 11 noktalı ölçüt ile değerlendirilmektedir.

Tablo 6.2. Isıl Konforsuzluk İndeksi (DISC) Değerlendirme Tablosu

TSENS DEĞERİ		DEĞERLİNDİRME
Soğuk taraf	Sıcak taraf	
-5	+5	Kabul edilmez
-4	+4	Sınır değer
-3	+3	Çok konforsuz
-2	+2	Konforsuz
-1	+1	Kabul edilebilir konforsuzluk
0		Konforlu

7. YEREL ISIL KONFORSUZLUK

5. ve 6. Bölümlerde ele alınan konfor modelleri ve kriterleri, vücudun bir bütün olarak ısı dengesini veya dengesizliğini ele alır. Vücut bir bütün olarak, ısı dengede veya bir geçiş sürecindeki kabul edilebilir bir dengesizlik içinde, konforlu kabul edilebilir. Ancak bu konumlarda vücudun bir parçası ısı konforsuzluk içinde bulunabilir. Yerel konforsuzluk olarak adlandırılan bu durum genellikle, ısı asimetri olarak anılan ve hava sıcaklığı, hava hızı, yüzey sıcaklığı gibi parametrelerin üniform olmayan dağılımları sonucu ortaya çıkar. Hatta üniform olmayan alanlar vücudun bir bütün olarak konforunu da etkiler. Bunun en iyi örneği hız alanının konfora olan etkisinde görülmektedir: Laboratuvarında üniform hız alanlarında yapılan konfor deneylerinde bulunan uygun hız değerlerinin, alan çalışmalarında elde edilen uygun hız değerlerinden daha büyük olduğu gösterilmiştir (28,29).

Vücudun bir parçasının istenilmeyen bir şekilde ısıtılması veya soğutulmasıyla ortaya çıkan ısı konforsuzluk, aşağıda verilen üç asimetrik alan ile basma yüzeyindeki iletim yoluyla aşırı ısı transferi nedenleriyle ortaya çıkmaktadır:

1. Asimetrik ışınım alanı: Farklı sıcaklıktaki yüzeyler.

2. Asimetrik hız alanı.

3. Asimetrik sıcaklık alanı: Düşey sıcaklık değişimi.

4. Aşırı soğuk/sıcak döşeme.

Aşağıda yerel konforsuzluk kaynakları kısaca tanımlanarak, standartları verilmeye çalışılmıştır. Daha geniş bilgi için okuyucunun ilgili literatüre (20,29,30) başvurması önerilir.

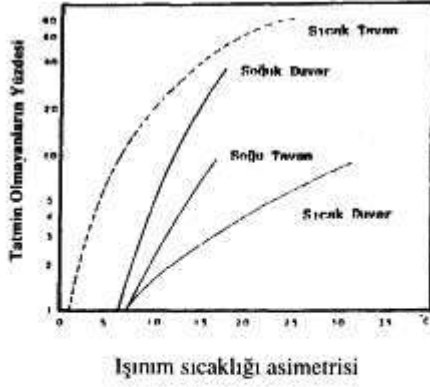
7.1. Asimetrik ışıınım alanı

Asimetrik veya üniform olmayan ışıınım alanı göz önüne alınan hacmi çevreleyen (duvarlar, taban, tavan, pençeler) veya hacimde bulunan cisimlerin (makinalar, ürünler) aşırı sıcak veya aşırı soğuk yüzeylerinden oluşabilir. Büyük pencereci hacimlerde (Restoranlar gibi), soğuk cam yüzeyleri ile insanlar arasındaki ışıınım yoluyla olan aşırı ısı transferinin yarattığı rahatsızlık-üşüme, asimetrik ışıınım alanlarının neden olduğu konforsuzluk için tipik bir örnektir.

Asimetrik ışıınım alanı dolayısıyla oluşan konforsuzluğun belirlenmesinde biri diğerine göre tanımlanan iki yapay parametre kullanılmaktadır (29): Düzlem ışıınım sıcaklığı ve ışıınım sıcaklığı asimetrisi.

Düzlem ışıınım sıcaklığı, üniform olmayan sıcaklığa kapalı hacimde küçük bir levhanın bir yüzüne gelen ışıınıma eşdeğer ışıınımı sağlayan üniform sıcaklıktaki kapalı hacmin sıcaklığı olarak tanımlanmıştır. ışıınım sıcaklığı asimetrisi ise küçük levhanın ters yarıkürelerden ışıınım alan iki yüzeyine ait levha ışıınım sıcaklıkları arasındaki farktır. ışıınım ile ısı transferinin doğal karakterinden (açı faktörü) dolayı, ışıınım sıcaklığı asimetrisinin hacim içerisindeki yere bağlı olacağı açıktır.

ışıınım sıcaklığı asimetrisi arttıkça o hacimde ısı konfordan tatmin olmayanların yüzdesi de artmaktadır. ASHRAE (26)dan alınan Şekil 7.1'de farklı yüzeyler için değişen asimetrik ışıınım sıcaklığı ile tatmin olmayanların yüzdesinin değişimi görülmektedir. Şekilden anlaşılacağı üzere yaratacağı asimetrik ışıınım alanı ile en fazla konforsuzluğa neden olan yüzey, sıcak tavadır.



Şekil 7.1. Çeşitli yüzeyler için, ısı konfordan tatmin olmayanların yüzdesinin ışınlama sıcaklığı asimetrisi ile değişimi [26].

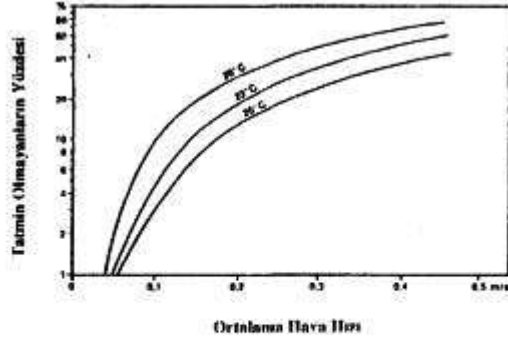
İşınlama sıcaklığı asimetrisi ile çeşitli standartların (ASHRAE 55-81, ISO 7730 ve NKB) yavaş aktiviteler için aşağıdaki limitleri önerdiği belirtilmektedir (20,29):

Döşemeden 0.6 m yükseklikteki düşey küçük bir yüzey için soğuk pencere ve soğuk duvarlardan olan ışınlama sıcaklığı asimetrisi 10°C'tan küçük olmalıdır.

Döşemeden 0.6 m yükseklikteki yatay küçük bir yüzey için sıcak tavadan olan ışınlama sıcaklığı asimetrisi 5°C'tan küçük olmalıdır.

7.2. Asimetrik hız alanı

Vücudun bir kısmının hava akımı ile istenilmeyen ısı kaybına maruz kalması, esinti (Draught) olarak tanımlanan, en önemli yerel konforsuzluk kaynaklarından biridir. Aşırı hava hızlarının doğan ısı konforsuzluk yapılarında olduğu gibi, ulaşım araçlarında da ortaya çıkmaktadır. Aşırı hava hızlarının, büro ve diğer çalışma yerlerinde karşılaşılan en önemli konforsuzluk kaynağı olduğu, bu hissedildiği zaman insanların ya hava sıcaklığını arttırmaya ya da havalandırmayı kapatmaya yöneldikleri belirtilmiştir (26,29). OLESEN'den (29) alınan aşağıdaki Şekil 7.2 de, normal giyimli ve yavaş aktiviteler içinde olan ısı konfordan tatmin olmayan insanların baş bölgesindeki (baş, boyun, omuz ve sırt) ortalama hava hızına ve ortalama hava sıcaklığına bağlı yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 7.2: Ortalama hava hızı ile tatmin olmayan insanların yüzdesinin değişimi [29].

W. L. MADSEN (30), Esintinin (hava akımından dolayı hissedilen konforsuzluk) hissedilmesinin

aşğıdaki dört faktöre bağı olduğunu belirtmiş ancak esintinin oluşturacağı ısı konforsuzluğu belirleyecek bir index olmadığını söylemiştir.

1. Ortalama hava hızı
2. Maksimum hava hızı
3. Hızdaki salınımların frekansı
4. Yerel hava sıcaklığı ile genel ısı konfora karşılık gelen hava sıcaklığı arasındaki fark.

Daha sonra FANGER'in çalışmaları sonucunda hemen hemen aynı parametrelerin kullanılmasıyla esintiden doğan konforsuzluğun tahmini için aşğıdaki eşitlik önerilmiştir (26):

$$PD = 3.143 (34 - T_a) (v - 0.05)^{0.622} + 0.3696 (34 - T_a) (v - 0.05)^{0.622} v T_u \quad (7.1a)$$

$$T_u = 100 (v_{sd}/v) \quad (7.1b)$$

$$v < 0.5 \text{ için } v + 0.5 \text{ m/sn} \quad (7.1c)$$

$$PD > \% 100 \text{ için } PD = \% 100 \quad (7.1d)$$

Bu eşitlikte T_a Hava sıcaklığı, T_u türbülans yoğunluğu, v hava hızı, V_{sd} zaman sabiti 0.2 sn olan "omnidirectional" anemometre ile ölçülen hızlara ait standard sapma ve PD tatmin olmayanların yüzdesi olup, eşitlik aşğıdaki aralıklarda geçerlidir:

$$20 < T_a < 26^\circ\text{C} * 0.05 < v < 0.5 \text{ m/sn} * \%0 < T_u < \%70$$

Çeşitli standartların (ASHRAE 55-81, ISO 7730 ve NKB) yavaş aktiviteleri için aşğıdaki limitleri önerdiği belirtilmektedir (20, 29):

Kışın (ısıtma sezonunda): Çalışma sıcaklığı 20 ile 24°C arasında olmak üzere ortalama hava hızı 0.15m/sn'den küçük olmalıdır.

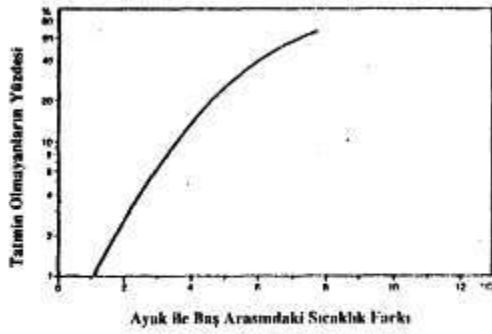
Yazın (soğutma sezonunda): Çalışma sıcaklığı 23 ile 26°C arasında olmak üzere ortalama hava hızı 0.25m/sn'den küçük olmalıdır.

7.3. Asimetrik sıcaklık alanı:

Düşey sıcaklık değişimi

Yerel konforsuzluk kaynaklarından bir diğeri de ayak bilekleri (0.1 m) ile Baş (1.1 m) arasındaki sıcaklık farkıdır. OLESEN (29)'den alınan konfor eğrisinde (Şekil 7.3.) ayak ile baş arasındaki sıcaklık farkına göre tatmin olmayan insanların yüzdesinin değişimi görülmektedir.

ISO 7730, ASHRAE 55-61 ve NKB standartlarına göre ayak ile baş arasındaki sıcaklık farkının, yavaş aktivite içinde olan insanlar için 3°C den az olması önerilmiştir (20-29).



Şekil 7.3.: Ayak ile baş arasındaki sıcaklık farkına göre tatmin olmayan insanların yüzdesinin değişimi [29].

7.4. Aşırı soğuk/sıcak döşeme

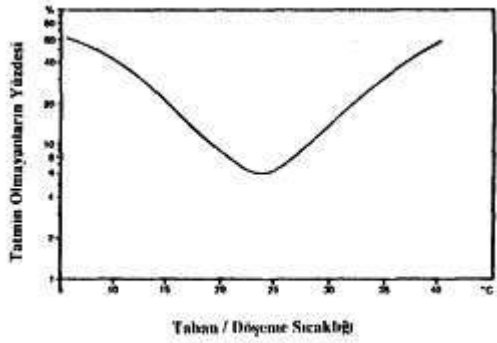
Hacim içerisindeki ortalama ışıınım sıcaklığını etkilediği gibi, yerel konforsuzluğa neden olan parametrelerden biri taban/döşeme sıcaklığıdır. Aşırı soğuk döşemeye basan insanlar ayaklarında hissettikleri yerel konforsuzluktan ötürü, diğerlerinde olduğu gibi, hava sıcaklığını arttırmaya yönelmektedirler.

Yüzme havuzları, spor salonları, banyolar, giyinme odaları ve yatak odaları gibi ayakla basılan yerlerde konforsuzluğun giderilmesi için taban kaplama malzemesine bağlı olarak aşağıdaki taban sıcaklıklarının sağlanması önerilmektedir (29).

Tablo 7.1: Çıplak ayakla basılan döşemeler için önerilen sıcaklık aralıkları[29]

Döşeme kaplama malzemesi	Tavsiye edilen sıcaklık (°C)
Tekstil ürünleri (halı vs)	21 - 28
Mantar	23 - 28
Çam parke	22.5 - 28
Meşe parke	24.5 - 28
PVC kaplama (beton üstünde)	25.5 - 28
Beton	26 - 28.5
Mermer	28 - 29.5

OLESEN (29)'dan alınan Şekil 7.4'deki eğriye göre hafif ev içi ayakkabı veya terlik giymiş insanlar için en uygun taban sıcaklığı 24-25 °C olmaktadır. ISO 7730 ve NKB standartlarında taban sıcaklığının, yavaş aktivitedeki insanlar için normal olarak 19-26 °C aralığında olması gerektiği ve yer kaloriferi sisteminde bunun 29 °C'a kadar çıkabileceği belirtilmektedir ki, bu taban sıcaklığında insanların %90'dan fazlası kendini konforlu hissetmektedir (20-29). ASHRAE 55-81 standardında ise konforlu taban sıcaklığı 18-29°C aralığında verilmiştir. (20,29)



Şekil 7.4: Taban / döşeme sıcaklığına göre tatmin olmayan insanların yüzdesi [29].

8. ISIL KONFORUN ÖLÇÜLMESİ

AHSRAE Fundamentals (26), ilgili parametrelerin ölçülmesi ve bu parametrelerin, ASHRAE konfor standartları ve konfor grafikleri ile karşılaştırılmasını, konforun belirlenmesi için önermektedir. Konfor parametrelerin ölçülmesi ile ilgili özetlenmiş bilgiler aşağıda verilmiştir.

ASHRAE Fundamentals (26) 'da verilen yöntemeye göre, bir hacimde

Hava sıcaklığı

Hava hızı

Işınım sıcaklığı

Hava nemi

olmak üzere dört parametre vardır. Konforun tanımlanması için üçü yerel (Hava sıcaklığı, Hava hızı, Işınım sıcaklığı), biri hacim içinde çok değişmediği için hacim içinde sabit olan (Hava nemi) bu dört parametrenin yanında, aktivite seviyesinin ve giysi cinsinin belirlenmesi gerekmektedir.

Hava sıcaklığının ölçülmesinde ışınım etkisi azaltılmış ve zaman sabiti küçük sıcaklık ölçme elemanlarının kullanılması tavsiye edilmektedir. Hava hızı için, uygun bir zaman aralığında (3-5) dakika, düşük ısı kapasiteli omnidirectional sensörlü ısı anemometre ile ölçülmüş ortalama hava hızlarının kullanılması uygun görülmektedir.

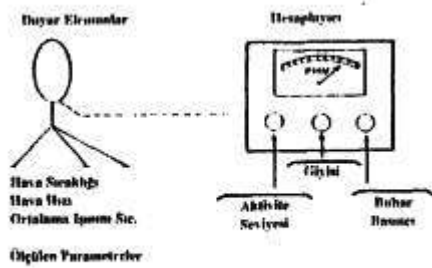
Işınım sıcaklığının ölçülmesinde en uygun yöntem, Vernon Globe termometresinin kullanılmasıdır. Globe termometre ile ölçülen sıcaklık (T_g ; K), yerel hava sıcaklığı (T_a ;K) ve yerel hava hızı (v ; m/sn) ile birlikte aşağıdaki eşitlikle kullanılarak yerel ortalama ışınım sıcaklığı (T_{mrt} ; K) hesaplanmaktadır:

$$T_{mrt} = T_g + 0.247 \cdot 10^9 \cdot v + 0.5 (T_g - T_a) \quad (8.1)$$

Hava nemi normal olarak hacim içerisinde üniformdur. Bu yüzden bir yerde ölçülen değer hacim içerisindeki tüm konumlar için kullanılabilir. Hassas olan herhangi bir ölçme yönteminin (ASHRAE Fund., 1981, Table 10,(22) kullanılabileceği belirtilmektedir.

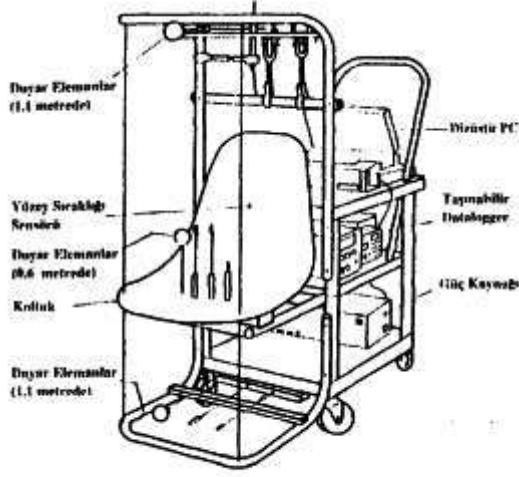
Gelişen bilgisayar teknolojisi ile konfor parametrelerinin ayrı ayrı ölçülüp daha sonra konfor indeksini hesaplayan ölçme sistemleri, konformetreler, yapılmıştır.

Bu sistemlerin bir örneği, MADSEN'in geliştirdiği konformetredir (27). Bu ölçme ve değerlendirme sisteminde, hava sıcaklığı, hava hızı ve ortalama ışınım sıcaklığı ölçülürken, değerlendirme sistemine aktivite seviyesi, giysi türü ve buhar basıncı dışarıdan girilmekle ve sistem ve PMV indeksini hesaplamaktadır (Şekil 8.1).



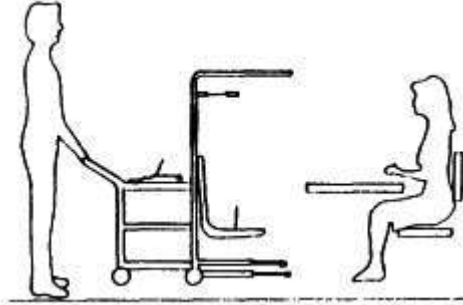
Şekil 8.1: Isıl konformetrenin, prensip şeması [27].

ASHRAE Standart 55-81 (1981) ve ISO (1984,1985) de verilen özelliklere göre parametrelerin ölçümü ve kayıt edilmesini sağlayan biri hareketli (Şekil 8.2) diğeri sabit iki ölçme sistemi ise BENTON, BAUMAN ve FOUNTAIN (16) tarafından geliştirilmiştir.



Şekil 8.2: Hareketli Isıl Konfor Ölçme İstasyonu [16].

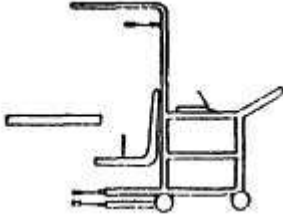
Bu sistemlerde, yukarıda verilen parametrelerin yanında, ışınım asimetrisinin ölçümü de yerel olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçme elemanı olarak kullanılan sensörlerin özellikleri ilgili makalede (16) verilmiştir. Yapılan çalışma sonunda geliştirilen sistemin ısı konfor çalışmalarında pratik ve faydalı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışma sonunda geliştirilen sistemin ısı konfor çalışmalarında pratik ve faydalı bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Şekil 8.3'de hareketli ölçme istasyonu ile alan çalışmasında kullanılan ölçme protokolü verilmiştir.



Araştırmacının iş istasyonuna gelmesi (Ölçme yapılacak yere geliş zamanı, bir önceki ölçme göz önüne alınarak, genellikle random seçilir.)



Çalışan izin veriyorsa, önce sistem hazırlanır (Araştırmacı bir önceki ölçmeyi göz önünde tutarak olağan dışı her şeyi -giyimdeki değişiklik, davranıştaki değişiklik, yakınında olan fan ısıtıcı ve pencerelerin durumları- not eder.)



Çalışan masasını 5 dakika için terk eder. Ölçme arabası çalışanın yerine konulur. 5 dakika içinde saniyede bir olmak üzere ölçmeler yapılır. Son üç dakika ortalamaları alınır ve ölçme kaydedilir.

Şekil 8.3: Çalışma yerinde ölçme protokolü (16)

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

9.1. İnsanlar tarafından herhangi bir amaçla kullanılan bir hacimde yaşayanların sağlıklı bir ortam içinde yaşamlarını sürdürebilmeleri için o hacmin ısı çevre parametreleri olarak tanımlanan özelliklerinin belirli sınırlar içinde olması gerekir. Bu özelliklerin en önemli olanları, ortalama parametreler olarak,

Hava sıcaklığı

Hava nemi

Hava hızı

Ortalama ışınım sıcaklığı

yerel parametreler olarak

Işınım sıcaklığı asimetrisi

Yerel hava hızı

Yerel hava sıcaklığı

Döşeme sıcaklığı

değerleridir. Bu parametrelerin değerlerinin belli limitler içinde olması gerekirken, limitler içinde seçilen değerlerin değişimi de yine belli aralıklarda olmalıdır. Bu parametrelerin uygun sayılan aralıklarından uzaklaştıkça, insan üzerindeki etkilerinin de büyüdüğü ve sonunda çok ciddi hastalıklara yol açtığı açıktır.

Isıtma havalandırma ve klima sistemlerinin tasarımına esas olan iç hacim-hava sıcaklığının belirlenmesinde, diğer parametreler ile hacim içinde yaşayanların metabolizma hızı ve giysi

türü göz önünde tutulmalıdır.

9.2. Bir gazete haberinde, "Türkün yaşı, Amerikalının yapısı baz alınarak saptanıyor. Yaş tayininde genetik, hormonal, irksal ve beslenmeyle ilgili faktörler belirleyici olduğundan Adli Tıp Kurumu'nca yapılan yaş tayinleri hatalı çıkıyor" denilmektedir (Cumhuriyet Gazetesi, 6.02.1993).

Isıl konfor parametrelerinin seçimi, insanların metabolizma hızları (aktivite seviyeleri) ve giysi cinslerine bağlı olduğundan yöresel beslenme ve giyim alışkanlıklarının belirlenmesi, yaş tayinine benzer bir yanılmanın ortaya çıkmaması için önemlidir.

9.3. Bu inceleme sonucunda ısı konfor konusunda son yıllarda, en başta enerji tasarrufu ve üretilen yeni bilgilerin kaynak kitaplara aktarıldığı görülmektedir. Bunun en güzel örneğini tasarım el kitabı olarak kullanılan ASHRAE Fundamentals'ın 1981 ve 1989 baskılarındaki farklılıklar oluşturmaktadır. 1981 baskısında temel olarak FANGER Denklemi ve buna bağlı olarak üretilen konfor diagramları verilirken, 1989 baskısında GAGGE'nin çalışması ve bu modelle geliştirilen Efektif Sıcaklık İndeksi ön plana çıkmaktadır.

9.4. Anlaşıldığı kadarıyla iç tasarım konfor sıcaklıklarının, ülkemizde olduğu gibi, sadece kurutermometre sıcaklığını içeren tablolara bakılarak seçilmesi terk edilmiştir. Bu konuda geliştirilmiş kullanımı kolay bilgisayar programları (NBSPMV Thermal Comfort Analysis Program gibi), pek çok parametreyi değiştirerek kullanıcı için en konforlu ortamları yaratma olanağı verirken, enerji tasarrufu gibi hedefleme tedbirleri almasına imkan tanımaktadır.

Bunun ötesinde, ısı konfor için geliştirilen algoritmalar, yapıların ısı analizi ve konfor sistemlerinin tasarımı için geliştirilen dinamik yöntemler içinde yer almıştır. Böylece geliştirilen bilgisayar programları (ESP, SUNCODE- OASIS, ENERPASS, TRNSYS) yapıların daha ekonomik ve daha bilimsel tasarımını mümkün kılmaktadır.

Bu yöntemlerin ülkemizde kullanılmaya başlaması gerekir. Bunun için geliştirilmiş yöntemlerin ve programların incelenmesi, uygun olanların belirlenmesi veya benzeri programların yapılması, bu programlarda kullanılacak yerel veri tabanlarının (Giyim alışkanlıkları, dış sıcaklık ve nem değerleri, ortalama ağırlıklar ve boylar vs.) oluşturulması bir an önce gerçekleştirilmelidir.

9.4. Enerji tasarrufu açısından ilk olarak söylenebilecek şey, hangi modele göre seçilirse seçilsin iç hacim tasarım-konfor sıcaklığı belirlenirken, ısıtma sezonu için ısı konforu sağlayacak en küçük sıcaklığın seçilmesi, soğutma sezonu için de en büyük sıcaklığın seçilmesidir. Bir araştırmada, ısıtmada konfor sıcaklığının 1°C artırılmasının enerji harcamasında % 10'luk bir artırıma neden olduğu belirtilmiştir (8).

9.5. Yapıların ısı konfor tasarımı mimari tasarımı ile birlikte yapılmalıdır. Her türlü mimari tasarımı yapılmış bir yapıda ısı çevre analizlerin uygulanması ancak seçilmiş mimari elemanların özelliklerinin el verdiği ölçüde mümkün olacaktır.

9.6. Son on yılda toplam toplu konut projeleri ile birlikte çok büyük sayıda konutlar yapılmaktadır. Ülkemizdeki nüfus artışı göz önüne alındığında bu tür yapılaşmaların devam edeceği açıktır. Bu projelerde, ısı konfor yine projelendirilmenin başında dikkate alınmalıdır. En başta yapıların yerleşim düzenleri ve yönleri, güneş enerjisini kullanarak enerji tasarrufuna imkan tanıyacak pasif tedbirleri göz önüne alarak seçilmeli ve bu özellikler konfor

tasarımında dikkate alınarak en uygun mekanların yaratılması sağlanmalıdır.

9.7. Ülkemizde, ısıl konfor açısından araştırma yapmayı gerektiren bir nokta ise, çoğu konutların kışın soba ile ısıtılması yazın ise hiç bir soğutma sisteminin kullanılmamasıdır. Bu türlü yapılarda günlük dış sıcaklık değişimi, yapının kütesine bağlı olarak yapı içinde de hissedilir. Sadece kışın soba ile ısıtılan veya hiç ısıtılmayan bu tür dinamik ısıl analizlerin yapılarak ısıl konfor açısından en uygun yapı formlarının araştırılması gerekir.

Yine ülkemizde pek çok küçük işyeri, özellikle sanayi siteleri olarak tanımlanan binlerce işyerinde çalışanlar, yapıların türleri ve kullanım şekilleri nedeni ile günlük dış sıcaklık ve nem değişimlerini hemen hemen iç hacimlerde de aynen yaşamaktadırlar. Bilindiği kadarı ile bu tür yapılar için, ısıl konfor ile dolaylı olarak ilintili ısı yalıtım analizleri de ciddi yapılmamaktadır. Hiç ısıtılmayan bu yapılar için ısıl konfor araştırmaları yapılmalı ve bulunan çözümler bu yapılar için standart hale getirilmiştir.

9.8. Tesisat elemanlarının üretiminde tasarıma esas olan özelliklerin de belirlenmesine önem verilmelidir. Örneğin bir menfezdeki üfleme konisi detayları (hız dağılımı gibi) bilinmeden, hacim içindeki konforu sağlayacak hızların tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak konfor sıcaklığının seçimi yapılamayacaktır.

9.9. HUMPHERY ve AUCILIEMS'in deneysel eşitliklerinin, kullanım kolaylığı sağlamaları nedeniyle, ülkemize uygulanabilirliği araştırılmalıdır. Ayrıca bu eşitliklerin sonucunun analitik modellere ait sonuçlar ile karşılaştırılması yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- (1) VITRIVIUS, Mimarlık Üzerine On Kitap, Çeviren: Dr. Suna Güven, Şevki Vanlı Vakfı, 1990
- (2) SZOKOLAY, S.V. "Thermal Comfort and Passive Design", Advances in Solar Energy, ASES, Edited by: Kari W.Böer and John A. Duffie, Plenum Press, 1985.
- (3) INTHOUT, D. "Low Temperature Air, Thermal Comfort and Indoor Air Quality", ASHRAE Journal April, 1992
- (4) WHEELER, A., E. "Energy Conservation and Acceptable Indoor Air Quality", ASHRAE Journal April, 1992.
- (5) BURCH, S.D. et Ali. "Experimental Study of Passenger Thermal Comfort in an Automobile Under Severe Winter Conditions", ASHRAE Transactions: Research, No: 3465
- (6) BURCH, S.D. et Ali. "Analysis of Passenger Thermal Comfort in an Automobile Under Severe Winter Conditions", ASHRAE Transactions: Research, No: 3466
- (7) ROSE, S. "Emerging Legal Concerns in Indoor Air Quality" ASHRAE Journal February, 1992.
- (8) MADSEN, T.L. "A New Thermostat For Increased Comfort and Energy Saving", XVI. International Congress of Refrigeration. Paris, 1983.

- (9) NELSON, L., W. "Residential Comfort", ASHRAE Journal January, 1989
- (10) BEGLINGER, V. and WERNER, W. "Intelligent Buildings, Innovations and Trends, Sulzer Technical Review, 1/1992.
- (11) FAHRNI, H. "Heating and Air Conditioning Test Facilities", Sulzer Technical Review, 4/1986
- (12) ZOLLINGER, H., J. "Energy -Relevant Air Flows in Building" Sulzer Technical Review, 2/1988
- (13) SCHACHENMANN, A. and WISS, D. "Numerical Calculations of Room Air Currents and Comparison with LDA Measurements Under Free and Forced Convection" Sulzer Technical Review, 1/1990.
- (14) TODT, W "Comfort im Auditorium" Sulzer Technical Review, 3/1987.
- (15) FOUNTAIN, M.,E. "Laboratory Studies of the Effect of Air Movement on Thermal Comfort: A Comparison and Discussion of Methods", ASHRAE Transactions, Part 1,1991.
- (16) BENTON, C., C et Ali. "A Field Measurement System For the Study of Thermal Comfort", ASHRAE Transactions, Part 1, 1990.
- (17) BRAGER, G., S. "Using Laboratory-Based Models to Predict Comfort in Buildings", ASHRAE Journal April, 1992.
- (18) OLESEN, B., W. et Ali" Thermal Comfort in a Room Heated by Different Methods", ASHRAE Paper No: 2556 (19) SAUER, H.J. and HOWELL, R. Environmental Control Principles, ASHRAE, 1982.
- (20) FANGER, O.P. "Thermal Environmental-Human Requirements", Sulzer Technical Review, 3/1985.
- (21) GUYTON, A., C. Tıbbi Fizyoloji, (Türkçe çevirisi), Nobel Tıp kitabevi, 1989.
- (22) ASHRAE Fundamentals, 1981.
- (23) FANGER, P.O. Thermal Comfort, Mc Gra-Hill, 1970.
- (24) PERNOT, C.E.E. "Thermal Comfort", The Passys Project Phase 1, Subgroup Model Validation and Development Final Report, Deidet by Thermal Insulation Laboratory Technical University of Denmark, 1986-1989
- (25) HODGSON, M.,J. and HESS, C., A. "Doctors, Lawyers and Building Associated Diseases", ASHRAE Journal February, 1992.
- (26) ASHRAE Fundamentals, 1989
- (27) MADSEN, T.L. "Thermal Comfort Measurement", ASHRAE Transactions, Vo182, Part 1, 1976.

(28) MADSEN, T.L. "Why Do Even Low Velocities Cause Thermal Discomfort", ASHRAE Transactions, Vol 82, Part 1, 1976.

(29) OLESEN, B.W. Local Discomfort, Brüel&Kjaer Technical Report, 1985.

(30) MADSEN, T.L. "Definition and Measurement of Local Thermal Discomfort Parameters", ASHRAE Transactions, Vol 186, Part 1, 1980

EK 1a: DEĞİŞİK AKTİVİTELERDE METABOLİZMA HIZLARI [23]

Aktivite	Metabolizma hızı M/A _{Du} kcal/h m ²	Mekanik verim n	Durgun havada göresel hız m/s
<i>Dinlenme</i>			
Uyuyarak		35	0
Uzanarak		40	0
Oturarak(Sessiz)		50	0
Ayakta(rahat)		60	0
<i>Yürüme</i>			
Düz yolda	Km/h		
3.2		100	0
4.0		120	0
4.8		130	0
5.6		160	0
6.4		190	0
8.0		290	0
<i>Yokuş yukarı</i>			
% Eğim	Km/h		
5	1.6	120	0.07
5	3.2	150	0.10
5	4.8	200	0.11
5	6.4	305	0.10
15	1.6	145	0.15
15	3.2	230	0.19
15	4.8	350	0.19
25	1.6	180	0.20
25	3.2	335	0.21
<i>Çeşitli uğraşlar</i>			
Fırın (temizlik paketleme vb)...		70-100	0-0.1
Fermente ürün imalatı (Şişeleme , yükleme vb)		60-120	0-0.2
<i>Marangozhane</i>			
Hızır.....		90	0
Elle kesme.....		200-240	0.1-0.2
Elle rendeleme.....		280-320	0.1-0.2
<i>Dökümhane</i>			
Sıvama(pnömatik çekiç)		160	0-0.1
Derece boşaltma		200	0-0.1
Kaba işler.....		270	0-0.2
Ocakilara nezaret.....		340	0-0.1
Curuf atma		380	0-0.1
Graj (lastik değiştirme- kriko kullanımı vb.).....		110-150	0-0.1
<i>Labaratuvar</i>			
Dia inceleme		70	0
Genel çalışma		80	0
Düzenek kurma.....		110	0
Tesviye		110	0-0.1

EK 1b: DEĞİŞİK AKTİVİTELERDE METABOLİZMA HIZLARI [23]

Aktivite	Metabolizma hızı M/A_{Du} kcal/h m ²	Mekanik verim η	Durgun havada göresel hız m/s
<i>Mekanik işler</i>			
Hafif (Örn. Elektrik Endüstrisi)	100-120	0-0.1	0-0.2
Makina montörü	140	0-0.1	0-0.9
Ağır (Örn. boya endüstrisi)	200	0-0.1	0.2
Teneke İmalatı	100-200	0-0.1	0-0.2
Oturarak yoğun kol,bacak hareketi	110	0.0.2	0.1-0.4
Ayakkabıcı	100	0.0.1	0-0.1
Atelye yardımcısı	100	0-0.1	0.2-0.5
Öğretmen	80	0	0
Saat tamircisi	55	0	0
<i>Araç kullanma</i>			
Otomobil (hafif trafik).....	50	0	0
Otomobil (Ağır trafik)	100	0	0
Ağır vasıta	160	0-0.1	0.05
Gece uçuşu	60	0	0
Otomotik pilotla iniş.....	90	0	0
Savaş uçuşu	120	0	0
<i>Ağır İş</i>			
El arabası itme.....	125	0.2	1.4
50kg torba taşıma	200	0.2	0.5
Kazma kürek kullanma.....	200-240	0.1-0.2	0.5
Çukur kazma	300	0.2	0.5
<i>Ev işi</i>			
Ev temizleme	100-170	0-0.1	0.1-0.3
Yemek pişirme	80-100	0	
Ayakta bulaşık yıkama.....	80	0	0-0.2
Elde çamaşır yıkama ve ütü.....	100-180	0-0.1	0-0.2
Tıraş olma, yıkanma giyinme	85	0	0-0.2
Alışveriş	80	0	0.2-1
<i>Büro işi wpm</i>			
Elektrikli daktilo30.....	45	0	0.05
40	50	0	0.05
Mekanik daktilo 30	55	0	0.05
40	60	0	0.05
Hesap makinası	60	0	0.05
Çeşitli büro işi (doldurma, kontrol vb)	50-60	0	0-0.1
Desinatör konstrüktör	60	0	0-0.1
<i>Hobi uğraşlar</i>			
Jimnastik	150-200	0-0.1	0.5-2
Dans	120-220	0	0.2-2
Tenis	230	0-0.1	0.5-2
Eskrim	350	0	0.5-2
Stnash	360	0-0.1	0.5-2
Basketbol	380	0-0.1	1-3
Güreş	435	0-0.1	0.2-0.3

EK 2: ÇEŞİTLİ GIYSİLERİN ISIL DİRENÇLERİ [23]

Giysi Türü	I_{cl} clo	f_{cl}
Çıplak	0	1.0
Şort	0.1	1.0
Tipik tropik giysi		
Şort, kısa kollu ve açık yakalı gömlek, ince çorap sandalet.....	0.3 -0.4	1.05
<i>Astronat giysisi</i>		
İnce pamuklu çamaşır, kısa kol , kısa paça, pamuk çorap.....	0.35	1.05
Uzun hafif pantolon	0.5	1.1
<i>Hafif iş giysisi</i>		
Şort yünlü çorap , pamuklu tişört, pamuklu pantolon gömlek dışarda	0.6	1.1
<i>Amerikan ordu giysisi</i>		
Hafif çamaşır pamuklu pantolon ve gömlek yumuşak tabanlı çorap , postal	0.7	1.1
<i>Tropik savaş giysisi</i>		
Yukarıdakilerin aynısı ancak gömlek ve pantolon rüzgar geçirmeyen bezden poplin	0.8	1.1
Takım elbise	1.0	1.15
Takım elbise ve pamuklu palto	1.5	1.15
<i>Hafif sokak giysisi</i>		
Pamuklu gömlek pantolon tişört şort, çorap ayakkabı poplin veya dacron ceket.....	1.5	1.15-1.2
<i>Ağır geleneksel Avrupalı iş giysisi</i>		
Pamuklu paçalı uzun kollu iç çamaşır, gömlek, yün çorap,	0.9	1.15
ayakkabı, takım elbise (yelekli)		
<i>Amerikan Ordu Standardı, Soğuk- Islak şartlar için üniforma</i>		
Pamuklu yünlü çamaşır yünlü ya da naylon flanel gömlek rüzgar ve su geçirmez pantolon ve ceket, moher ya da yünlü çorap	1.5-2.0	1.3-1.4
Ağır Yünlü giysi.....	3-4	1.3-1.5
(Kutup iklimi giysileri)		

EK 3: ÇEŞİTLİ GIYSİLERİN ISIL DİRENÇLERİ [2]

Ayakkabılar :		sandalet	0.02 clo
		normal , kapalı	0.04
		botlar	0.08
İç çamaşırı :		uzun, üst	0.10
		uzun, alt	0.10
Erkek		Kadın	
Atlet	0.06 clo	Sutyen+külot	0.05 clo
Tişört	0.09	Yarım kombinezon	0.13
Paçalı külot	0.05	Tam kombinezon	0.19
		Bluz, ince, kısa kollu	0.18
Gömlek, ince, kısa kollu	0.14	uzun kollu	0.22
uzun kollu	0.22	kalın, kısa kollu	0.26
kalın , kısa kollu	0.25	uzun kollu	0.29
uzun kollu	0.29		
Balıkçı yaka veya kravat için +%0.5		Elbise"ince, kısa kollu	0.20
		uzun kollu	0.22
		kalın, kısa kollu	0.63
		uzun kollu	0.70
Yelek, ince	0.15	Etek"ince	0.10
kalın	0.29	kalın	0.22
Pantolon, ince	0.26		
kalın	0.32	"Eğer dizden yukarı ise -% 05	
		aşağı ise -%05	
Ceket, ince	0.22	Kazak, ince kısa kollu	0.15
kalın	0.49	uzun kollu	0.17
		kalın, kısa kollu	0.33
Kazak, ince, kısa kollu	0.18	uzun kollu	0.37
uzun kollu	0.20		
kalın, kısa kollu	0.33	Ceket , ince	0.17
uzun kollu	0.37	kalın	0.37
Çorap, ince	0.04	Çorap veya külotlu çorap	0.01
kalın	0.10		

Bayanlar için: Toplam clo = 0.77 Σ clo + 0.05

Erkekler için : Toplam clo= 0.727 Σ clo + 0.113

EK 4: ORTALAMA ISIL DUYUM [23]

Aktivite düzeyi 50 kcal/m ²											
Giysi	clo	°C	Görecel hız								
			<0.10	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00	1.50
0	26.	-1.62	-1.62	-1.96	-2.34						
	27.	-1.00	-1.00	-1.36	-1.69						
	28.	-0.39	-0.42	-0.76	-1.05						
	29.	0.21	0.13	-0.15	-0.39						
	30.	0.80	0.68	0.45	0.26						
	31.	1.39	1.25	1.08	0.94						
	32.	1.96	1.83	1.71	1.61						
	33.	2.50	2.41	2.34	2.29						
0.25	24.	-1.52	-1.52	-1.80	-2.06	-2.47					
	25.	-1.05	-1.05	-1.33	-1.57	-1.94	-2.24	-2.48			
	26.	-0.58	-0.61	-0.87	-1.08	-1.41	-1.67	-1.89	-2.66		
	27.	-0.12	-0.17	-0.40	-0.58	-0.87	-1.10	-1.29	-1.97	-2.41	
	28.	0.34	0.27	0.07	-0.09	-0.34	-0.53	-0.70	-1.28	-1.66	
	29.	0.80	0.71	0.54	0.41	0.20	0.04	-0.10	-0.58	-0.90	
	30.	1.25	1.15	1.02	0.91	0.74	0.61	0.50	0.11	-0.14	
	31.	1.71	1.61	1.51	1.43	1.30	1.20	1.12	0.83	0.63	
0.50	23.	-1.10	-1.10	-1.33	-1.51	-1.78	-1.99	-2.16			
	24.	-0.72	-0.74	-0.95	-1.11	-1.36	-1.55	-1.70	-2.22		
	25.	-0.34	-0.38	-0.56	-0.71	-0.94	-1.11	-1.25	-1.71	-1.99	
	26.	0.04	-0.01	-0.18	-0.31	-0.51	-0.66	-0.79	-1.19	-1.44	
	27.	0.42	0.35	0.20	0.09	-0.08	-0.22	-0.33	-0.68	-0.90	
	28.	0.80	0.72	0.59	0.49	0.34	0.23	0.14	-0.17	-0.36	
	29.	1.17	1.08	0.98	0.90	0.77	0.68	0.60	0.34	0.19	
	30.	1.54	1.45	1.37	1.30	1.20	1.13	1.06	0.86	0.73	
0.75	21.	-1.11	-1.11	-1.30	-1.44	-1.66	-1.82	-1.95	-2.36	-2.60	
	22.	-0.79	-0.81	-0.98	-1.11	-1.31	-1.46	-1.58	-1.95	-2.17	
	23.	-0.47	-0.50	-0.66	-0.78	-0.96	-1.09	-1.20	-1.55	-1.75	
	24.	-0.15	-0.19	-0.33	-0.44	-0.61	-0.73	-0.83	-1.14	-1.33	
	25.	0.17	0.12	-0.01	-0.11	-0.26	-0.37	-0.46	-0.74	-0.90	
	26.	0.49	0.43	0.31	0.23	0.09	0.00	-0.08	-0.33	-0.48	
	27.	0.81	0.74	0.64	0.56	0.45	0.36	0.29	0.08	-0.05	
	28.	1.12	1.05	0.96	0.90	0.80	0.73	0.67	0.48	0.37	
1.00	20.	-0.85	-0.87	-1.02	-1.13	-1.29	-1.41	-1.51	-1.81	-1.98	
	21.	-0.57	-0.60	-0.74	-0.84	-0.99	-1.11	-1.19	-1.47	-1.63	
	22.	-0.30	-0.33	-0.46	-0.55	-0.69	-0.80	-0.88	-1.13	-1.28	
	23.	-0.02	-0.07	-0.18	-0.27	-0.39	-0.49	-0.56	-0.79	-0.93	
	24.	0.26	0.20	-0.10	0.02	-0.09	-0.18	-0.25	-0.46	-0.58	
	25.	0.53	0.48	0.38	0.31	0.21	0.13	0.07	-0.12	-0.23	
	26.	0.81	0.75	0.66	0.60	0.51	0.44	0.39	0.22	0.13	
	27.	1.08	1.02	0.95	0.89	0.81	0.75	0.71	0.56	0.48	
1.25	16.	-1.37	-1.37	-1.51	-1.62	-1.78	-1.89	-1.98	-2.26	-2.41	
	18.	-0.89	-0.91	-1.04	-1.14	-1.28	-1.38	-1.46	-1.70	-1.84	
	20.	-0.42	-0.46	-0.57	-0.65	-0.77	-0.86	-0.93	-1.14	-1.26	
	22.	0.07	0.02	-0.07	-0.14	-0.25	-0.32	-0.38	-0.56	-0.66	
	24.	0.56	0.50	-0.43	0.37	0.28	-0.22	0.17	0.02	-0.06	
	26.	1.04	0.99	0.93	0.88	0.81	0.76	0.72	0.61	0.54	
	28.	1.53	1.48	1.43	1.40	1.34	1.31	1.28	1.19	1.14	
	30.	2.01	1.97	1.93	1.91	1.88	1.85	1.83	1.77	1.74	
1.50	14.	-1.36	-1.36	-1.49	-1.58	-1.72	-1.82	-1.89	-2.12	-2.25	
	16.	-0.94	-0.95	-1.07	-1.15	-1.27	-1.36	-1.43	-1.63	-1.75	
	18.	-0.52	-0.54	-0.64	-0.72	-0.82	-0.90	-0.96	-1.14	-1.24	
	20.	0.09	-0.13	-0.22	-0.28	-0.37	-0.44	-0.49	-0.65	-0.74	
	22.	0.35	0.30	0.23	0.18	0.10	0.04	-0.00	-0.14	-0.21	
	24.	0.79	0.74	0.68	0.63	0.57	0.52	0.49	0.37	0.31	
	26.	1.23	1.18	1.13	1.09	1.04	1.01	0.98	0.89	0.84	
	28.	1.67	1.62	1.58	1.56	1.52	1.49	1.47	1.40	1.37	