



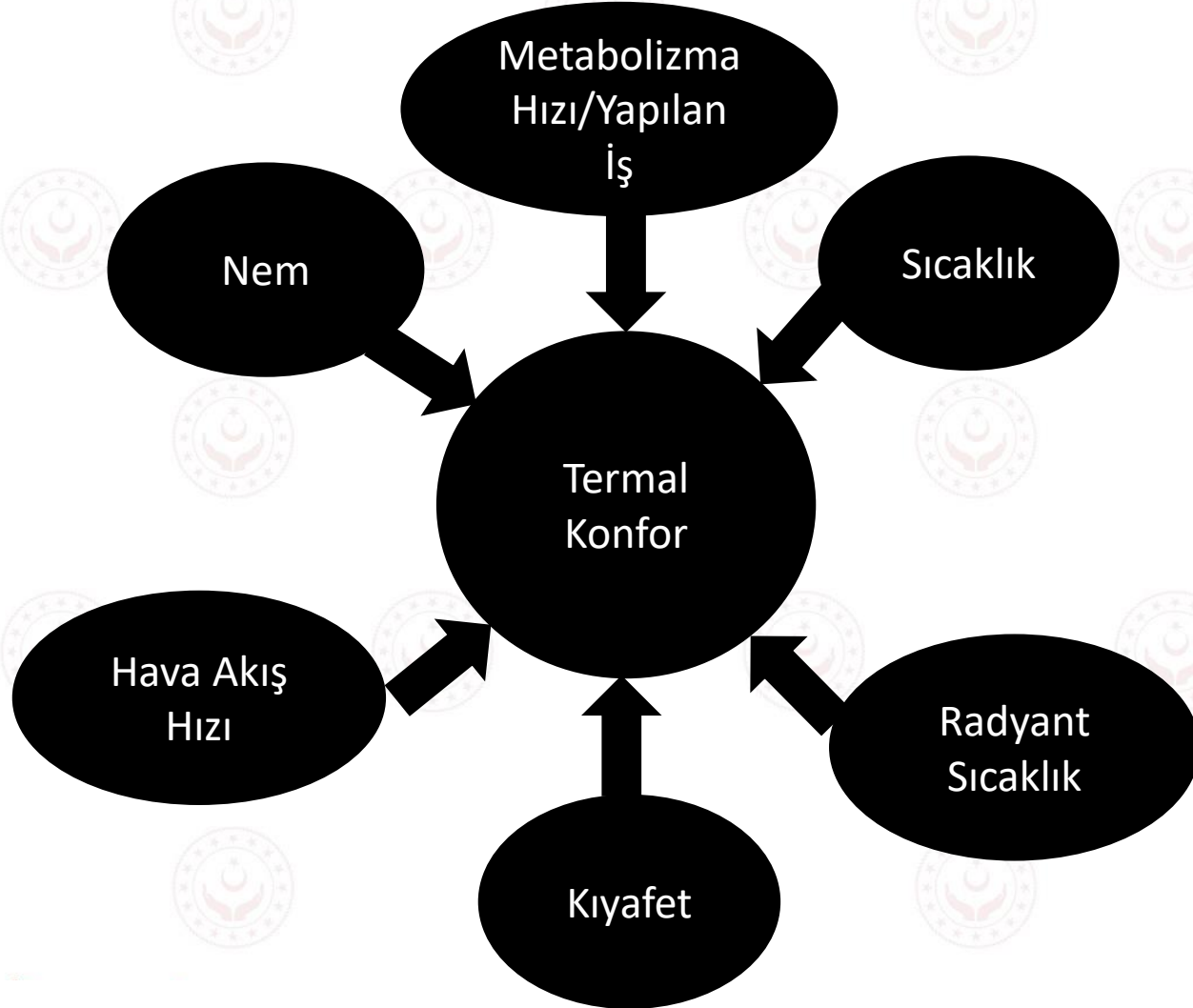
**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME ENSTİTÜSÜ BAŞKANLIĞI (İSGÜM)**

Termal Konfor

**Kadir KADİRĞULLARI-Barış KONUKLAR
Çalışma Uzmanı
Haziran 2021**



Termal Konfor





Termal Konfor



Termal Konfor



Standards About us News Tak



TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

ICS > 13 > 13.180

ISO 9920:2007

Ergonomics of the thermal environment -
thermal insulation and water vapour resist:
clothing ensemble

TS EN ISO 9920

ICS 13.180; 61.020

ISIL ÇEVRENİN ERGONOMİSİ - BİR GİYECEK TAKIMININ
ISIL YALITIMININ VE BUHARLAŞMA DİRENCİNİN TAHMİN
EDİLMESİ

Ergonomics of the thermal environment - Estimation of
thermal insulation and water vapour resistance of a clothing
ensemble

Standards About us News Ta



ICS > 13 > 13.180

ISO 8996:2004

Ergonomics of the thermal environment
of metabolic rate

THIS STANDARD WAS LAST REVIEWED AND
CONFIRMED IN 2014. THEREFORE THIS VERSION
REMAINS CURRENT.

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA



Termal Konfor

Local Thermal Discomfort

Draughts



Radiation
Asymmetry

Vertical air
Temperature
difference



Floor
temperature

TS EN ISO 7730

Bir bütün olarak
vücudun termal
durumu

PMV

$PMV < -2$

$-2 < PMV < 2$

$PMV > 2$

TS EN ISO
11079

TS EN ISO
7730

TS EN ISO
7243

Bölgesel
memnuniyetsizlik

Cereyan

Memnuniyetsizlik
yüzdesi

Dikey sıcaklık
farkı

Sıcak/Soğuk
zemin

Isısal Asimetri



Termal Konfor

Ön inceleme

- Organizasyon şeması
- Çalışan sayısı/vardiya grupları /vardiya gruplarının; çalışma, dinlenme, yemek süreleri,
- Çalışanların görevleri/alt görevleri ve bu görevlerdeki çalışma süreleri,
- Bölümlerde kullanılan alet/makina/tezgâh ile ilgili bilgiler,
- Bölümlerde kullanılan iklimlendirici/ısıtıcı-soğutucu bilgileri.





TS EN ISO 7730

Ölçüm

- Cihaz ölçüm yapılacak çalışanın normal çalışma alanına yerleştirilir,
- Eğer bu mümkün değilse ortamdan yaklaşık olarak aynı etkilenmeye maruz kalacağı yere yerleştirilir,
- Metabolik oran ve kıyafet katsayısı değerleri cihaza girilir,
- Sensörlerin uyum sağlaması için cihaz açık şekilde 20 dakika beklenir,
- Cihaz dakikada bir ölçüm almak üzere ayarlanmalıdır,
- Ölçümler;
 - Ayakta çalışan için zeminden 1,1 m yükseklikte yapılır,
 - Oturan çalışan için zeminden 0,6 m yükseklikte yapılır.
- Ölçüm süresi en az 1 saat olmalıdır.





TS EN ISO 7730

İndeks sadece -2 ve +2 PMV değerleri arasında ve altı ana parametre aşağıdaki aralıkları sağladığında kullanılabilir.

Metabolik Oran	M	46 W/m² ile 232 W/m² (0,8 met - 4 met)
Kıyafet Katsayısı	I_{cl}	0 m².K/W ile 0,310 m².K/W (0 clo - 2 clo)
Kuru Sıcaklık	t_a	10° C ile 30° C
Radyan Sıcaklık	t_r	10° C ile 40° C
Hava Akım Hızı	v_{ar}	0 m/s ile 1 m/s
Hava Basıncı	p_a	0 Pa - 2 700 Pa



TS EN ISO 7730

PMV aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases}$$

M metabolik oran (W/m^2)

W etkin mekanik güç (W/m^2)

I_{cl} kıyafet yalıtımı ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$)

F_{cl} kıyafet yüzey alan faktörü

t_a sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

v_{ar} görelî hava hızı (m/s)

\bar{t}_r : ortalama radyan sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

p_a su buharı kısmî basıncı (Pa)

h_c konvektif ısı transfer katsayısı [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

t_{cl} giysi yüzeyi sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

1 metabolik birim = 1 met = 58,2 W/m^2

1 kıyafet birimi = 1 clo = 0,155 $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$



TS EN ISO 7730

Orta Dereceli Termal Ortamlar- Pmv Ve Ppd İndislerinin Tayini Termal Rahatlık İçin Şartların Belirlenmesi

PMV (Predicted Mean Vote) (Tahmin Edilen Ortalama Oy)

PMV geniş bir insan grubunun insan vücudunun ısı dengesine dayalı 7 noktalı termal his skalasına göre oylarının ortalamasını tahmin eden bir indekstir. PMV indeksi; **hava sıcaklığı, radyal ısı, nem, hava akım hızı, giysi ve aktivite** değişkenleri dikkate alınarak hesaplanan ve bireyin ortamın termal koşullarından etkilenme düzeyini belirleyen bir indekstir. 3 ile +3 arasında değer alabilen PMV indeksi, termal koşulların uygun olduğu yerlerde -0,5 ile +0,5 arasında değerler alır.

PMV	Evaluation	Anlam
+3	Hot	Sıcak
+2	Warm	Ilık
+1	Slightly warm	Hafif ılık
0	Neutral	Nötr
-1	Slightly cool	Hafif serin
-2	Cool	Serin
-3	Cold	Soğuk

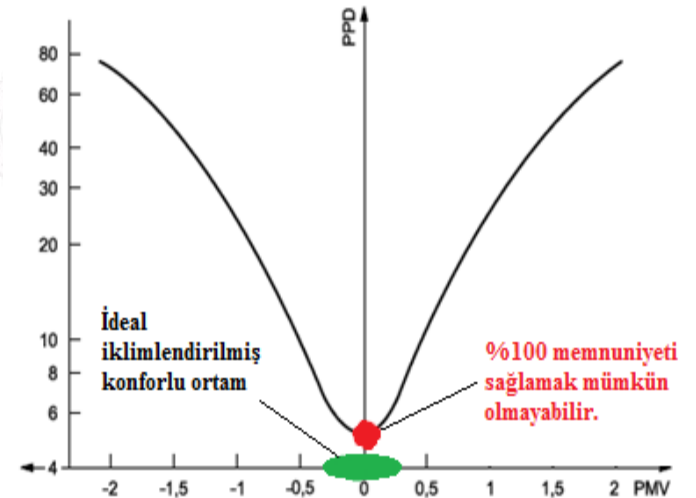


TS EN ISO 7730

PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) (Tahmin Edilen Yüzde Memnuniyetsizlik)

- PPD değeri, PMV'de türetilen ve bir ortamda bulunan termal açıdan memnuniyetsiz kişilerin sayısal yüzdesini veren bir indekstir.
- PMV ± 0.5 , olduğu ortamda bulunan memnuniyetsiz kişilerin oranının % 10'u geçmez.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2)$$





TS EN ISO 7243

Sıcak Ortamlar-WBGT(Yaş-hazne Küre Sıcaklığı) İndeksine Göre Isının Çalışan Üzerindeki Baskısının Tahmini

Bu standart, Wet Bulb Globe Temperature (WBGT - Islak Hazne Küre Sıcaklığı) indeksine göre ısının çalışan üzerindeki baskısının tahmini için kullanılır ve sıcak termal şartların değerlendirilmesinde kullanılan deneysel bir indekstir.





TS EN ISO 7243

WBGT İndeksi Hesaplanırken;

- Islak Termometre Sıcaklığı (T_{nw}),
- Radyal(küre) Sıcaklığı (T_g)
- Kuru Termometre Sıcaklığı (T_a) Kullanılır.

•Wbgt İndeksi;

- Güneş yükü olan ortamlar:

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,2T_g + 0,1T_a$$

- Güneş yükü olmayan ortamlar:

$$WBGT = 0,7T_{nw} + 0,3T_g$$





TS EN ISO 7243

Cihaz

B.1'de anlatılan 5-40 C arasında 0,5 C doğruluk ile ölçüm yapabilen yaş hazne probu*,

B.2'de anlatılan 20-120 C arasında 20-50 0,5 C, 50-120 1 C doğruluk ile ölçüm yapabilen küre probu*,

B.3'te anlatılan 10-60 C arasında 0,5 C doğruluk ile ölçüm yapabilen sıcaklık probu,

*Ek C ve D' de anlatılan alternatif cihaz ve hesaplamalar kullanılabilir.

Ek C Alternatif küre problemleri

$$t_{g150} = t_a + \frac{1 + 1,13 v_a^{0,6} d^{-0,4}}{1 + 2,41 v_a^{0,6}} (t_{gd} - t_a) \quad (C.4)$$

Globe diameter d mm	Globe temperature t_g °C	Air temperature t_a °C	Air velocity v_a ms ⁻¹	Predicted 150 mm diameter black globe temperature °C
50	22	20	0,5	22,5
100	25	20	0,5	25,5

Ek D yaş hazne sıcaklığının tahmini (D.1)

$$4,18 \cdot v_a^{0,444} (t_a - t_{nw}) + 10^{-8} \cdot \left[(t_r + 273)^4 - (t_{nw} + 273)^4 \right] - 77,1 \cdot v_a^{0,421} [p_{as}(t_{nw}) - RH \cdot p_{as}(t_a)] = 0$$

Air temperature t_a °C	150 mm diameter globe temperature t_g °C	Air velocity v_a ms ⁻¹	Relative humidity RH %	Predicted natural wet bulb temperature t_{nw} °C	Predicted WBGT WBGT °C
25,0	40,0	0,3	20	17,3	24,1
25,0	55,0	0,3	20	21,1	31,3



TS EN ISO 7243

Ölçüm Metodu

Ölçüm Süresi: 8 saatlik maruziyetin hesaplanabilmesi için en az 1 saatlik ölçüm yapılması gereklidir. Birden fazla görev olan maruziyet ölçümlerinde ölçüm süreleri görevlerin maruziyet süreleri ile orantılı olarak belirlenir. Görevlerin gerçekleştirildiği ortam şartları değiştiğinde cihaz problemlerinin kararlı duruma gelmesi için gereken sürenin dikkate alınarak ölçümlerin yapılması gerekmektedir.

Ölçüm Noktası: Ortam homojen ise karın bölgesinden ölçüm yapılır. Ortam heterojen ise maruziyetin yüksek olduğu noktadan ölçüm yapılır.





TS EN ISO 7243

$$\bar{p} = \frac{(p_1 \times t_1) + (p_2 + p_3) + \dots + (p_n + t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$$t_1 + t_2 + \dots + t_n = T = 1 \text{ saat}$$

Yukarıdaki formül kullanılarak met, clo ve wbgt parametrelerinin zaman ağırlıklı ortalama değerleri hesaplanabilir.

Isıya alıştırmış kişi: 1 hafta çalışan kişi olarak tanımlanmıştır.

WBGT_{eff}: Ek F'deki kıyafet etkisinin(CAV) WBGT değerine eklenmesiyle bulunan raporlanacak değer.

Referans değerler: Metabolik oranlara dikkat edilerek ek A'daki tablodan raporlanacak referans değerler belirlenir.

TS EN ISO 7243

Table F.1 — WBGT CAVs for different clothing ensembles, in °C-WBGT

Ensemble	Comment	CAV [°C-WBGT]
Work clothes	Work clothes made from a woven fabric is the reference ensemble.	0
Cloth coveralls	Woven fabric that includes treated cotton.	0
Non-woven SMS coveralls as a single layer	A non-proprietary process to make non-woven fabrics from polypropylene.	0
Non-woven polyolefin Coveralls as a single layer	A proprietary fabric made from polyethylene.	2
Vapour-barrier apron with long sleeves and long length over cloth coveralls	The wrap-around apron configuration was designed to protect the front and sides of the body against spills from chemical agents.	4
Double layer of woven clothing	Generally taken to be coveralls over work clothes.	3
Vapour-barrier coveralls as a single layer, without hood	The real effect depends on the level of humidity and in many cases the effect is less.	10
Vapour-barrier coveralls with hood as a single layer	The real effect depends on the level of humidity and in many cases the effect is less.	11
Vapour-barrier over cloth coveralls, without hood	—	12
Hood^a	Wearing a hood of any fabric with any clothing ensemble.	+1
The CAVs are added to the measured WBGT to obtain WBGT _{eff} .		
NOTE For high vapour resistance clothing there is a dependence on relative humidity. The CAVs represent the likely high value.		
^a This value is added to the CAV of the ensemble without hood or respirator.		



TS EN ISO 7243



	1	2	3
Görev	Ofiste planlama (2 Saat)	Ayakta parça kesimi (4 saat)	Parça birleştirme (2 saat)
Yapılan İş	Masabaşı ofis işleri	Elektrikli makine ile parça kesimi	Çekiç ve makine ile parça birleştirme
Kıyafet	Pantolon, gömlek, çorap, ayakkabı	Çalışma tulumu, gömlek, eldiven, şapka, çorap, ayakkabı	Çalışma tulumu, gömlek, eldiven, şapka, çorap, ayakkabı
Ölçüm Süresi	15 dk	30 dk	15 dk
CLO	0,50	0,80	0,80
CLO _{twa}		0,72	
CAV	0	1	1
MET	125	180	250
MET _{twa}		183,75	
WBGT Sonuçları	32 °C	27 °C	29 °C
WBGT _{eff}	32 °C	28 °C	30 °C
WBGT _{twa}		29,5 °C	
WBGT _{ref}		30 °C	





TS EN ISO 7243



Adı Soyadı	Ölçüm Yapılan Bölüm	Çalışanın Görevi	Çalışma Süresi (Saat)	Hava Hızı (m/s)	Küre Sıcaklığı (°C)	Hava Sıcaklığı (°C)	Nem (%)	Yaş Hazne Sıcaklığı (°C)	Metabolik Oran (W/m ²)	Kıyafet Katsayısı (clo)	Sonuçlar				Referans Değer
											MET _{TWA} (W/m ²)	PMV	PPD(%)	WBGT (°C)	WBGT (°C)
	Ofis	Planlama/ masabaşı ofis işleri	2						125	0,5	183,75	0,5	29,5	30,6	
	Atölye	Elektrikli makine ile ayakta parça kesimi	4						180	0,8					
	Atölye	Çekiç ve makine ile parça birleştirme	2						250	0,8					





TS EN ISO 7243

Annex A (informative)

Reference values of the WBGT heat stress index

The time-weighted average (TWA) effective WBGT ($TWA-WBGT_{eff}$) is the time-weighted measured value adjusted for clothing.

Table A.1 — $WBGT_{eff}$ reference values for acclimatized and unacclimatized people for five classes of metabolic rate

Metabolic rate (class) (see Table E.1 for description)	Metabolic rate W	WBGT reference limit for persons acclimatized to heat °C	WBGT reference limit for persons unacclimatized to heat °C
Class 0 Resting metabolic rate	115	33	32
Class 1 Low metabolic rate	180	30	29
Class 2 Moderate metabolic rate	300	28	26
Class 3 High metabolic rate	415	26	23
Class 4 Very high metabolic rate	520	25	20

The values for $WBGT_{eff}$ given here are provided for harmonization with existing national standards. As those standards are revisited in the future, the values from [Figure A.1](#) or the related equations may be considered. The newer values will generally differ by ± 1 °C.

Referans değerler TS EN 27243

$$WBGT_{ref} = 56,7 - 11,5 \log_{10} (M) \text{ } ^\circ\text{C}$$



TS EN ISO 7730

Table A.1 — Categories of thermal environment

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD %		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	<6	$-0,2 < PMV < +0,2$	<10	<3	<10	<5
B	<10	$-0,5 < PMV < +0,5$	<20	<5	<10	<5
C	<15	$-0,7 < PMV < +0,7$	<30	<10	<15	<10

Table 1 — Seven-point thermal sensation scale

+3	Hot
+2	Warm
+1	Slightly warm
0	Neutral
-1	Slightly cool
-2	Cool
-3	Cold



TS EN ISO 7730

Tekrarlanabilirlik:

- ✓ Ölçüm süresi en az 1 saat
- ✓ Her personel için en az 5'er PMV ölçüm sonucu
- ✓ İstatistiksel test ile doğrulama

Tekrarüretilebilirlik:

- ✓ Ölçüm süresi 1 saat
- ✓ En az 2 farklı gün
- ✓ Her personel için için 3'er ölçüm sonucu

	Personel 1	Personel 2	Personel 3	Personel 4
gg.aa.yy	PMV	PMV	PMV	PMV
	PMV	PMV	PMV	PMV
	PMV	PMV	PMV	PMV
	PMV	PMV	PMV	PMV
	PMV	PMV	PMV	PMV





TS EN ISO 7243

- $WBGT_{in}$ (yüneş yükü olmayan) ve $WBGT_{out}$ (güneş yükü olan) için ayrı validasyon çalışması

Tekrarlanabilirlik:

- ✓ Ölçüm süresi en az 1 saat
- ✓ Her personel için en az 5'er $WBGT$ ölçüm sonucu
- ✓ İstatistiksel test ile doğrulama

Tekrarüretilebilirlik:

- ✓ Ölçüm süresi 1 saat
- ✓ En az 2 farklı gün
- ✓ Her personel için 3'er ölçüm sonucu

	Personel 1	Personel 2	Personel 3	Personel 4
gg.aa.YY 1. Gün	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$
	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$
	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$
gg.aa.YY 2. Gün	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$
	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$
	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$	$WBGT_{in}$



TS EN ISO 7730

Tekrarlanabilirlik (yapılabilirlik) belirsizliği	U_1
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U_2
Kalibrasyon sertifikasından(Hava akış hızı) gelen belirsizlik	U_3
Kalibrasyon sertifikasından(Küre) gelen belirsizlik	U_4
Kalibrasyon sertifikasından(Kuru sıcaklık) gelen belirsizlik	U_5
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U_6

$$\text{Toplam Belirsizlik : } u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}$$

$$\text{Genişletilmiş Belirsizlik : } U = u * 2$$





TS EN ISO 7243

WBGT_{in}(güneş yükü olmayan)

Tekrarlanabilirlik (yapılabilirlik) belirsizliği	U_1
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U_2
Kalibrasyon sertifikasından (yaş hazne) gelen belirsizlik	U_3
Kalibrasyon sertifikasından (küre) gelen belirsizlik	U_4
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U_5

$$\begin{aligned} \diamond U_3 &= 0,7 * U_{\text{sertifika}} \\ \diamond U_4 &= 0,3 * U_{\text{sertifika}} \end{aligned}$$

$$\text{Toplam Belirsizlik : } u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}$$

$$\text{Genişletilmiş Belirsizlik : } U = u * 2$$





TS EN ISO 7243

WBGT_{out}(güneş yükü olan)

Tekrarlanabilirlik (yapılabiliyorsa) belirsizliği	U_1
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U_2
Kalibrasyon sertifikasından (yaş hazne) gelen belirsizlik	U_3
Kalibrasyon sertifikasından(küre) gelen belirsizlik	U_4
Kalibrasyon sertifikasından(kuru Sıcaklık) gelen belirsizlik	U_5
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U_6

- ❖ $U_3 = 0,7 * U_{\text{sertifika}}$
- ❖ $U_4 = 0,2 * U_{\text{sertifika}}$
- ❖ $U_5 = 0,1 * U_{\text{sertifika}}$

$$\text{Toplam Belirsizlik : } u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}$$

$$\text{Genişletilmiş Belirsizlik : } U = u * 2$$





Kalibrasyon

Tg	
°C	Hata(°C)
20-35	0,5
35-50	0,5
50-60	1
60-80	1
80-120	1

Tnw	
°C	Hata(°C)
10-20 °C	0.5
20-30 °C	0.5
30-40 °C	0.5

Ta	
°C	Hata(°C)
10-20 °C	0.5
20-30 °C	0.5
30-40 °C	0.5

Va	
m/sn	Hata(%)
0,05-0,2	55
0,2-0,5	30
0,5-1	15
1-5	10

*TS EN ISO7730,TS EN 7243 ve TS EN ISO 7726 Standartları baz alınarak hazırlanmıştır.



TS EN ISO 11079

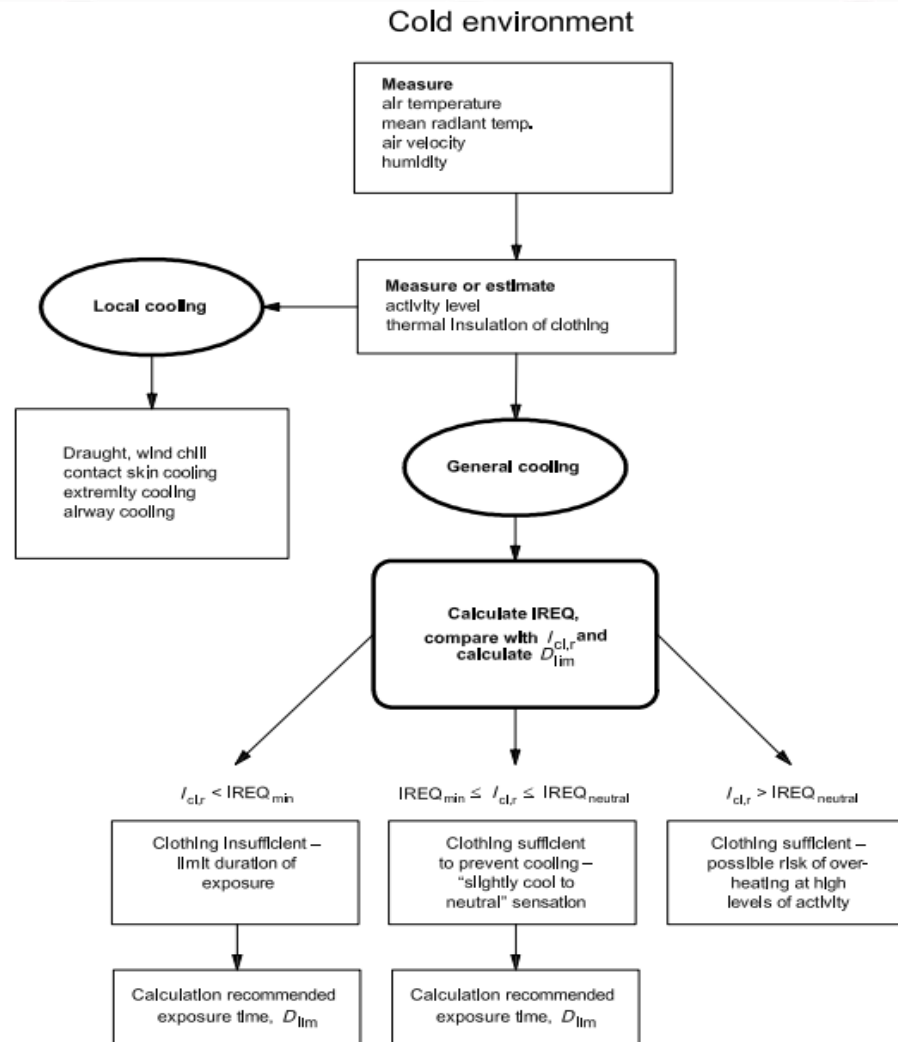


Figure 1 — Procedure for evaluation of cold environments





TS EN ISO 11079

Table F.1 — Calculation examples

Air temperature	Input values				Calculated values		
	Mean radiant temperature	Wind	Metabolic rate	Basic thermal insulation of used clothing	$I_{REQ,neutral}$	Required basic thermal insulation	Duration limited exposure D_{lim}
°C	°C	$m \cdot s^{-1}$	$W \cdot m^{-2}$	clo	clo	clo	h
0	0	2	90	2,5	2,6	3,1	2,3
0	0	2	145	2,5	1,5	1,8	>8
-10	-10	2	90	2,5	3,5	4,4	0,7
-10	0	2	145	2,4	1,9	2,4	>8
-20	-20	2	115	4,2	3,4	4,2	>8
-20	-20	7	115	4,2	3,5	5,9	1,1
-30	-30	2	115	4,2	4,0	5,0	2,2
-30	-30	5	175	4,2	2,6	4,0	>8

Rate of mechanical work, $W = 0$
 Relative humidity in all examples: 85 %
 Air permeability of clothing: $8 l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$



TS EN ISO 11079

CALCULATION OF REQUIRED INSULATION, IREQ AND DURATION LIMITED EXPOSURE, Dlim

116	M (W/m ²), Metabolic energy production (58 to 400 W/m ²)
0	W (W/m ²), Rate of mechanical work, (normally 0)
-10	Ta (C), Ambient air temperature (< +10 C)
-15	Tr (C), Mean radiant temperature (often close to ambient air temperature)
8	p (l/m ² s), Air permeability (low < 5, medium 50, high > 100 l/m ² s)
0.3	w (m/s), Walking speed (or calculated work created air movements)
0.4	v (m/s), Relative air velocity (0.4 to 18 m/s)
85	rh (%), Relative humidity
1	Icl (clo), AVAILABLE basic clothing insulation (1 clo = 0.155 W/m ² K)

IREQ & Dlim RESULTS (minimal to neutral)

Insulation Required, IREQ to (clo)

REQUIRED basic clothing insulation (ISO 9920), Icl to (clo)

Duration limited exposure, Dlim to (hours)

CALCULATION OF REQUIRED RECOVERY TIME, RT

90	M (W/m ²), Metabolic energy production, (normally lower!)
0	W (W/m ²), Rate of mechanical work, (normally 0)
25	Ta (C), Ambient air temperature, (normally warmer!)
25	Tr (C), Mean radiant temperature, (normally warmer!)
8	p (l/m ² s), Air permeability
0.2	w (m/s), Walking speed (normally lower)
0.4	v (m/s), Relative air velocity (normally lower!)
50	rh (%), Relative humidity
1.5	Icl (clo), Available basic clothing insulation, (normally lower!)

RT RESULTS (neutral)

Required recovery time (hours)



TEŞEKKÜRLER

www.csgeb.gov.tr