



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

ergonomi

9. HAFTA ÇEVRE FAKTÖRLERİ / İKLİMLENDİRME

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



FİZİKSEL ÇEVRE FAKTÖRLERİ İŞ YAŞAMINA ETKİSİ

- Gerek bedensel ve gerekse zihinsel her türlü çalışmada işgörenin performansı;
 - bir taraftan yaş, cinsiyet, sağlık durumu, iş alışkanlığı, iş deneyimi gibi kişinin kendinden kaynaklanan içsel (endojen) faktörlerin,
 - diğer taraftan da işyerinde iklim, gürültü, aydınlatma, titreşim, basınç, ortamdaki buhar, gaz, radyasyon ve işyerinin düzenleniş biçimi gibi çevreye bağlı, dışsal (eksojen) faktörlerin etkisi altındadır.
- İşgörenin yapısal özelliği olan içsel faktörleri değiştirebilmek mümkün olmaz; ancak, işe yatkınlığı, alışkanlığı zaman içinde deneyim kazanacağı için geliştirilebilir.
- Buna karşılık, çalışma hayatı ile ilgili olarak değiştirilebilecek faktörler dışsal faktörlerdir.



FİZİKSEL ÇEVRE FAKTÖRLERİ İŞ YAŞAMINA ETKİSİ

- Çevre faktörleri ve organizma arasındaki etki-tepki ilişkisi bilinirse, işgören için yükün ve zorlanmanın sınırları da belirlenebilir ve bu sınırların aşılmamasını sağlayacak önlemler alınabilir.
- Bu önlemler üç başlık altında toplanabilir;
 - gürültüyü söndürme, işyerinde klima cihazı kullanma gibi **teknik önlemler**,
 - sessiz ortamda dinlenme, ek molalar verme gibi **organizasyonel önlemler**
 - soğuktan ya da sıcaktan korunmak için özel elbise giymek gibi **kişisel önlemler**.



FİZİKSEL ÇEVRE FAKTÖRLERİ İŞ YAŞAMINA ETKİSİ

İşyerinde çevresel faktörlerin birden fazlası bir arada işgöreni zorladığında birikimli bir etki yaratır.

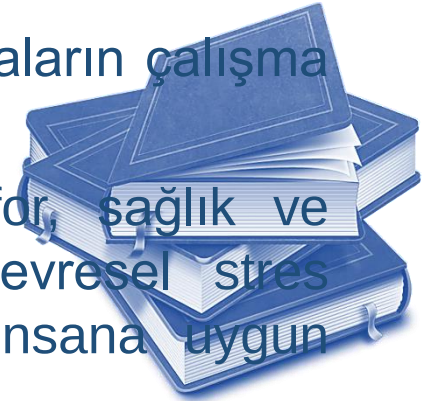
İşyeri düzenlenirken, çevre koşulları açısından seçilen hedef aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- İş yüzünden sağlığın tehlikeye girmesini önlemek
- Bilgi algılamayı ve anlamayı kolaylaştırmak
- Yanlış iş yapmayı önlemek
- İş huzurunu artırmak
- İş i işgörenden beklenebilir düzeyde tutmak



FİZİKSEL ÇEVRE FAKTÖRLERİ İŞ YAŞAMINA ETKİSİ

- Çevre koşulları insanla iş arasındaki ilişkiyi doğrudan etkiler.
- Örneğin, ani bir gürültü işitme organını sakatlamasa dahi insanı daha yorgun hale sokar.
 - ✓ Bu nedenle ergonomist, yapılan işin özelliğine göre çevre şartlarını optimal sınırlar içinde tutmaya çaba sarfetmelidir.
- Diğer taraftan fiziksel çevre koşulları çalışan işçiye yaptığı iş hakkında bazı gerekli bilgiler sağlanmasına da yardımcı olur.
- Örneğin, anormal bir sıcaklık ya da ses, makinaların çalışma durumu hakkında işçiye uyarır.
- ✓ Verimliliği artıran ve performansı geliştiren konfor, sağlık ve güvenlik gibi insanın performansı üzerindeki çevresel stres faktörlerini minimize etmek için; fiziksel çevre insana uygun tasarlanmalıdır.



FİZİKSEL ÇEVRE FAKTÖRLERİ İŞ YAŞAMINA ETKİSİ

➤ İşyerinde fiziksel çevre faktörleri aşağıda sınıflandırılmıştır:

- İklim
 - Aydınlatma
 - Gürültü
 - Mekanik titreşimler
 - Zararlı maddeler
 - Basınç
 - Radyasyon
- Fiziksel ergonomi,
 - bu etmenlerin insan üzerindeki zararlı etkilerini inceler;
 - insanın hoşnut olacağı bir fiziksel ortam tasarlar.



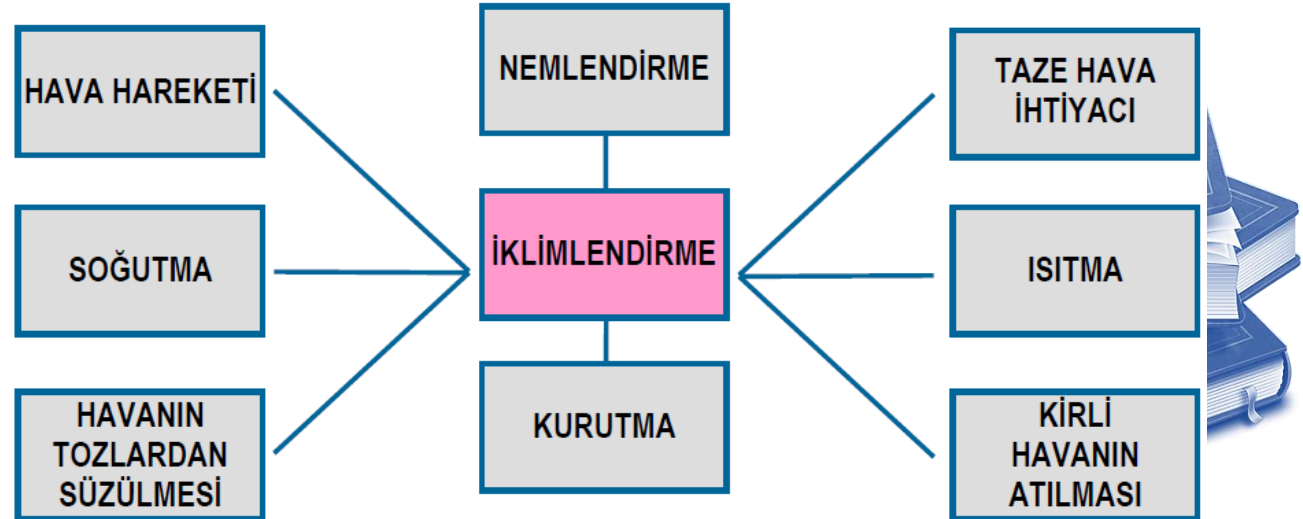
İklimlendirme Kavramı

- İş hayatında işin gereği olarak çok önemli sıcaklık şartlarına maruz kalan pek çok işyeri mevcuttur.
- Dış ortamda çalışma, çok sıcak veya soğuk coğrafi kuşaklardaki (kutuplar veya ekvator) işler, ısı düzenlenmesi olmayan ya da işin gereği (soğuk hava deposu veya ocak) aşırı sıcaklık şartlarında çalışma zorunluluğu gibi olaylara sıkça rastlanmaktadır.
- Çevre şartlarının çalışan insana etkileri yönünden ergonomistin yapması gereken iki önemli iş vardır:
 - birincisi, toleransı belirlemek ve onu geçmemek,
 - ikincisi ise, işyeri konfor şartlarını düzenlemektir.
- Çalışılan ortamın belirli ve yapılan işlere uygun koşullara getirilmesi gerekmektedir.



İklimlendirme Kavramı

- Kapalı bir ortam havasının sıcaklık, nem, hava hareketi ve hijyen koşullarını insanların sağlık ve konforuna veya yapılan endüstriyel işleme uygun seviyelerde tutmak üzere şartlandırılmasına **iklimlendirme/klima** denir.
- İklimlendirme, kapalı mekanın havasının istenen sıcaklık, nem, hava dolaşımı, temizlik ve tazelikte tutulmasıdır. Bunların birkaçının kontrol altında tutulması da, iklimlendirme kapsamına girer.



İklimlendirme işlemleri

İç Hava Kalitesi

- İç ortamda insan sağlığını olumsuz etkileyen aşağıdaki kimyasal buharlar ve gazlar bulunur:
 - 1) Karbonmonoksit
 - 2) Azotdioksit
 - 3) Hidrokarbonlar ve karbondioksit
 - 4) Formaldehitler
 - 5) Radon gazı
 - 6) Asbest, boya, cila, sentetik kumaş v.b.
 - 7) Havada asılı toz ve zerreler
 - 8) Alerjen maddeler (Polen, mantar v.b.)
 - 9) Patojenler (Bakteri, virüs ve mikroorganizmalar)



İç Hava Kalitesi

- İnsan da iç hava kirleticisidir.
- Örneğin,
 - insanın solunum yolu ile CO₂ ve H₂O yayması,
 - vücut kokusu,
 - hastalık mikropları,
 - sigara içme ve
 - evde yapılan boya-cila-temizlik, yemek pişirme gibi işler insanın neden olduğu hava kirlilikleridir.

Hava, içerisinde tutulan zararlı maddelere göre farklı özellikler taşır.

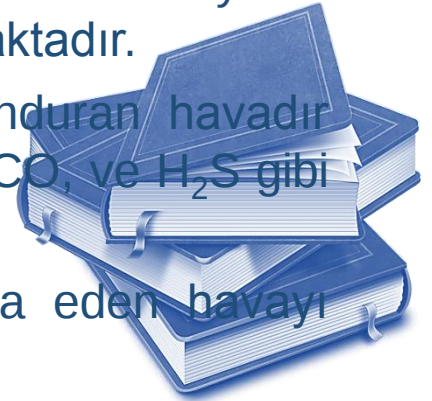


İç Hava Kalitesi

- **Temiz hava**, normal şartlarda (ofis ortamında), karbondioksit miktarının binde birin (%0,1) üstüne çıkmayan havaya temiz hava denir.

Kirli hava bayat hava, zehirli hava, patlayıcı hava ve tozlu hava olarak dört grupta incelenir.

- **Bayat hava**, durgun, $O_2 < \%20$, $CO_2 > \%0,1$, negatif ve pozitif iyon sayısı normal havaya oranla çok azalmış hava bayat/pis havadır.
- **Durgun hava** 0,075–0,125 m/s'lik bir hava durgun kabul edilir.
- **Zehirli hava**, insan hayatını tehlikeye düşüren zararlı gazlardan oluşan havadır (CO_2 , NO_x , H_2S , SO_2 ve radon). İnsan organizmasına kimyasal etkisinden dolayı zararlı olmakta ve hatta ölüme yol açmaktadır.
- **Patlayıcı hava**, bütün yanıcı gazları bileşiminde bulunduran havadır (başta CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} gibi hidrokarbonlar ve H , CO , ve H_2S gibi gazlar).
- **Tozlu hava**, içerisinde belli konsantrasyonda toz ihtiva eden havayı belirtir.



İç Hava Kalitesi

- İç hava kirliliğinden etkilenme derecesi ve şekli insanların genetik yapısı, genel sağlık durumu, yaşı, cinsiyeti ve başkaca etkenlere bağlı olarak değişmektedir.
- İç hava kirliliği insan sağlığını ve konforunu; rahatsız edici, sıkıntı verici; kısa süreli rahatsızlıklar, solunum zorlukları, alerjik reaksiyonlar, gözlerde yanma ve kaşıntı, dikkat dağınıklığı ve düşünme zorlaşması; uzun süreli kronik hastalıklar şeklinde etkiler.
- İç hava kalitesi üretim tesislerinde ürünün kalitesini de etkiler.
 - ✓ Bu nedenlerle, iç ortam istenilen düzeyde şartlandırılmalı ve havası temiz tutulmalıdır.



İklimlendirme Elemanları

- İşyeri açısından iklim, işin yapıldığı ortamda aşağıda sıralanan faktörlerin sahip olduğu değerlerden oluşan hava koşulları anlamına gelir.
 - Havanın nemi
 - Havanın sıcaklığı
 - Hava hareketi
 - Oksijen ihtiyacı
 - Temizlik



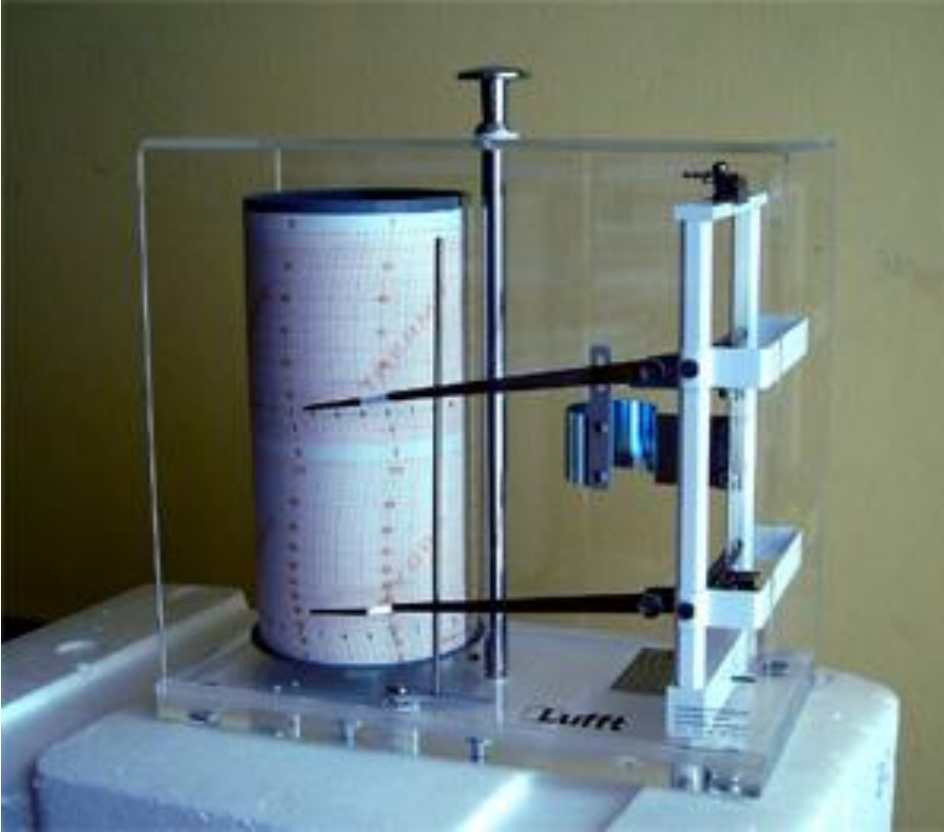
İklimlendirme Elemanları

- **Havanın iklimlendirme işlemindeki görevleri:** Isı ve nemi taşır; oksijeni taze havadan sağlar; koku, toz, duman vb. dışarıya taşır.
- **Nemli hava,** kuru hava ile su buharının belli oranlardaki bir karışımıdır.
- **Nem,** nemli hava içerisinde bulunan su buharının bir fonksiyonudur (özgül nem, mutlak nem, doyma derecesi ve bağıl nem).
- **Bağıl nem,** belli bir sıcaklıkta havada bulunan su buharı miktarının, aynı sıcaklıktaki doymuş havada bulunması gereken su buharı miktarına oranıdır (φ).
- Bağıl nem, doyma halinde %100, kuru halde %0'dır.
- Nemli hava sıcaklığında azalma olduğu zaman, belli bir süre sonra su buharının bir miktarı yoğunlaşmaya başlar (çiğ noktası).

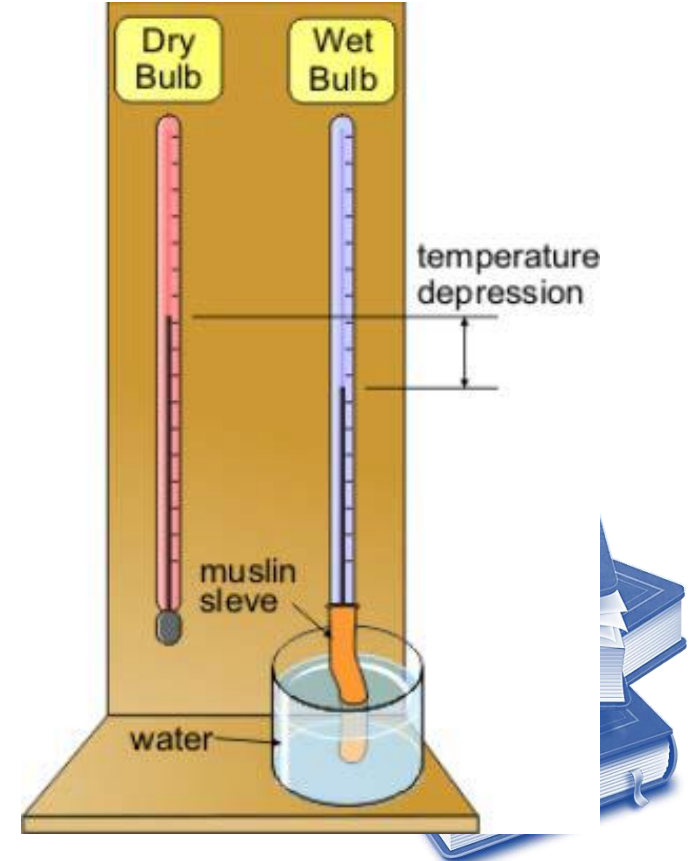


İklimlendirme Elemanları

- Bağıl nem, higrometre veya psikrometre ile ölçülür



Termohigrometre



Psikrometre

İklimlendirme Elemanları

- **Sıcaklık:** İklimlendirilen hacmin ısı kaybı (kış konumu) veya ısı kazancı (yaz konumu) durumuna göre ısıtma veya soğutma işlemleri ile sıcaklık seviyesi korunmalı ve kontrol edilmelidir.
- **Efektif sıcaklık,** havadaki nem oranı, hava hareketi ve ortam sıcaklığının etkisi altında bir kişinin hissettiği sıcaklık etkisidir.

Eşdeğer efektif sıcaklık değerleri (25°C için)

Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Hava hızı (m/sn)	Efektif sıcaklık (°C)
25	100	0,1	25
26	100	0,5	
28	100	2	
30	100	5,5	
27	75	0,1	
29	50	0,1	
32	25	0,1	
28	80	0,1	
32	45	2	
37	10	3	

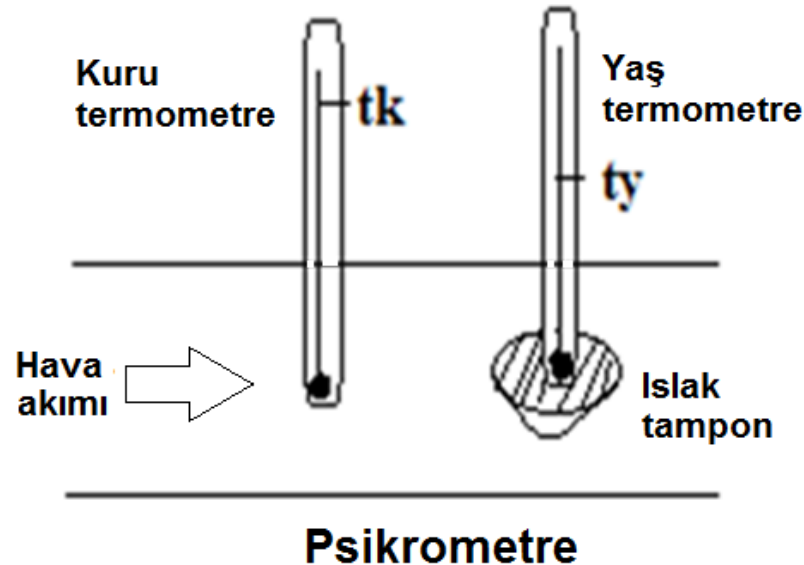


İklimlendirme Elemanları

Kuru termometre sıcaklığı (t_k), Normal bir termometre ile ölçülen hava sıcaklığına kuru termometre sıcaklığı denir.

Yaş termometre sıcaklığı (t_y), haznesinin etrafı ıslak pamuklu bez/ keçe ile örtülü termometre ile ölçülen termometre sıcaklığıdır.

Psikrometrik fark: $\Delta t = t_k - t_y$



İklimlendirme Elemanları



Radyant Isı, ısı kaynaklarından ışıma yolu ile yayılan ısı olup, glob termometre ile ölçülür.

- **Hava hareketi:** İşyerinde ısı konforu sağlamak ve sağlığa zararlı olan gaz ve tozları işyeri ortamından uzaklaştırmak için uygun bir hava akım hızı temin edilmesi gerekir.
- Konfor için yaz aylarında daha fazla, kış aylarında nispeten daha düşük hava hareketi gereklidir.
- Hava hızı ısı transferini hızlandırır.
- Isı transferindeki artış, vücuttaki ısı dengeyi bozarak ısı stresine yol açar.



İklimlendirme Elemanları



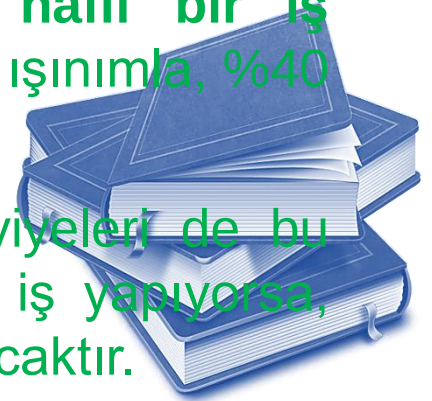
- Hava hızı anemometrelerle ölçülür; pervaneli veya ısı duyarlı elemanlı çeşitleri vardır.
- **Oksijen ihtiyacı:** İklimlendirilen ortamda ihtiyaç duyulan oksijen miktarı belirlenerek, havalandırma sistemleri ile dış ortam havasından sağlanır.
- **Temizlik:** Havanın içindeki partikül madde (PM), zararlı gazların (SO_2 , CO_2 vb.) ve toz, duman ve kokuların filtrelenmesi gerekir.



İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

Isı geçişi, farklı sıcaklıktaki cisimler arasında sıcaklık farklarına bağlı olarak, ısıнын sıcak cisimden soğuk cisme doğru aktarımına ısı geçişi / transferi denir.

- İnsan organizması ısı üretir ve bunun belirli bir düzeyde kalması için çaba sarfeder; bu nedenle, işçi işyeri çevre şartları ile devamlı ısı alışverişi içinde bulunur.
- Isı kaybı da, ısı kazancı da çalışanı olumsuz etkiler.
- Bir kimse şartlandırılan ortamda kalıyor veya **hafif bir iş yapıyorsa**; %30 oranında taşınım, %30 oranında ışıınım, %40 oranında terleme + solunumla ısı dağıtır.
- Çevre şartları olduğu kadar, aktivite değişim seviyeleri de bu yüzdeleri değiştirebilir; örneğin, bir kimse zor bir iş yapıyorsa, birincil ısı dağıtma mekanizması buharlaşma ile olacaktır.



İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

ISI TRANSFERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Hava özellikleri
 - havanın bağıl nemi
 - havanın sıcaklığı
 - hava hızı
- Yüzey sıcaklıkları
 - duvar
 - tavan
 - taban
 - makina ve alet
- Giysi özellikleri
 - kalınlık
 - tip
 - ısı iletkenlik
- işin zorluk derecesi
 - hafif iş
 - orta iş
 - ağır iş



İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

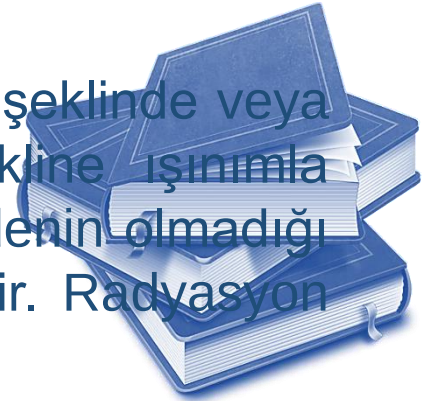
➤ İnsan ve çevresi arasında ısı geçişi aşağıdaki şekillerde oluşur:

- Isı iletimi (Kondüksiyon) ➡ Isı alır - verir
- Isı taşınımı (Konveksiyon) ➡ Isı alır - verir
- Isı ışıınımı (Radyasyon) ➡ Isı alır - verir
- Terleme ➡ Isı verir
- Soluma ➡ Isı verir



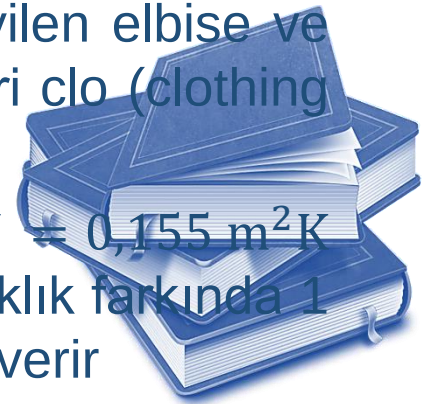
İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

- a) Kondüksiyon (Isı iletimi);** bir maddenin içinde veya temas ettiği maddeler arasında moleküler tesir ile ısı enerjisini iletmelerine ısı iletimi (kondüksiyon) denir. Derinin katılara temas yüzeyi derinin ısı iletim katsayısı ($k = 0,16 \text{ W/mK}$) küçük olduğu için iletimle ısı geçişi düşüktür, ancak rahatsız edicidir.
- b) Konveksiyon (Isı taşınımı);** molekülleri serbestçe hareket edebilen akışkanların içinde ısının bir noktadan başka bir noktaya geçişine **konveksiyon** ile ısı geçişi denir. Taşınım ile ısı transferi öncelikle havanın hızına bağlıdır.
- c) Radyasyon (Isı ışınlama);** Elektromanyetik dalgalar şeklinde veya fotonlar vasıtasıyla gerçekleşen ısı transferi şekline ışınlama (radyasyonla) ısı transferi denir. Radyasyon, maddenin olmadığı ortamda meydana gelebilen bir ısı transfer şeklidir. Radyasyon etkisinden perdelerle korunur.



İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

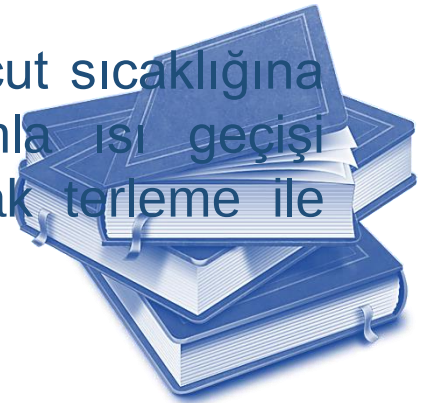
- Sıcak yaz günleri dışında insan ısıtım yoluyla çevresine, çevre sıcaklığına da bağlı olarak yaklaşık 4500-7000 kJ enerji verir.
- Bu, eylem seviyesine göre, insanın dışa verdiği enerjinin %40-60'ı arasında değişir.
- Hava ve katı çevre sıcaklığı 15,5 °C ve bağıl nemin %50 olduğu bir odada, normal giyinmiş sağlıklı ve yetişkin insan, oturduğu zaman ortaya çıkardığı ısıtımın %45'ini radyasyon yolu ile çevreye verir.
- Çevre ile ısı alış verişinde önemli bir faktör de giyilen elbise ve elbisenin yalıtım değeridir. Elbiselerin yalıtım değeri clo (clothing unit) ile ifade edilir.
- Elbiselerin yalıtım değeri: $1 \text{ clo} = 0,043 \text{ m}^2\text{Kh/kJ} \approx 0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$ şeklinde ifade edilir; 1 clo'luk yalıtım 1 °C sıcaklık farkında 1 saatte $1/0,043 = 23 \text{ kJ}$ değerinde ısı geçişine izin verir



İnsan ve Çevresi Arasında Isı Geçişi

d) Terleme; insan vücudunun ısı bilançosunu dengede tutan en önemli olaydır. Isı iletimi, deri yüzeyinde suyun buharlaşması yoluyla gerçekleşir. Dışa verilen ısıнын yaklaşık %60'ına kadarı bu yolla gerçekleşebilir. 1 kg ter ile 2500 kJ ısı vücuttan uzaklaşır.

- **Terleme; çevre sıcaklığına, bağıl nemine ve hava akımı hızına bağlıdır.**
- Rüzgar hızı ısı transferini artırarak derinin soğumasına yol açtığından buharlaşmayı yavaşlatır.
- Çevre sıcaklığının 25 °C'nin üzerine çıktığı ve vücut sıcaklığına yaklaştığı durumlarda ısı taşınım ve radyasyonla ısı geçişi azalacağından, bu durumda vücut sıcaklığı ancak terleme ile dengelenebilir.
- Yapılan iş ağırlaştıkça terleme artar.



Vücut Isıl Dengesi

Isıl denge, vücut ısı tutumu ile çevresel ısı alışverişi arasında oluşan dengedir.

$$S = M - W \mp C \mp R \mp K - E_s - C_r - E_r$$

- Burada, S ısı tutumu, depolama, M metabolizma, W iş, C konveksiyon, R: radyasyon, K: ısı iletimi (zemin, sandalye, masa vb.), Es: ciltte buharlaşma, Cr: solunumla konveksiyon, Er: solunumla buharlaşma ısısı.
- S = 0 durumunda enerji dengesi sağlanarak vücut sıcaklığı sabit tutulabilir; ısı tutumunda 225 kJ'lük artış vücut sıcaklığında 1 °C'lik artışa yol açar.
- İnsan, ısını çok küçük sınırlar içerisinde kendi kendine kontrol edebilir.

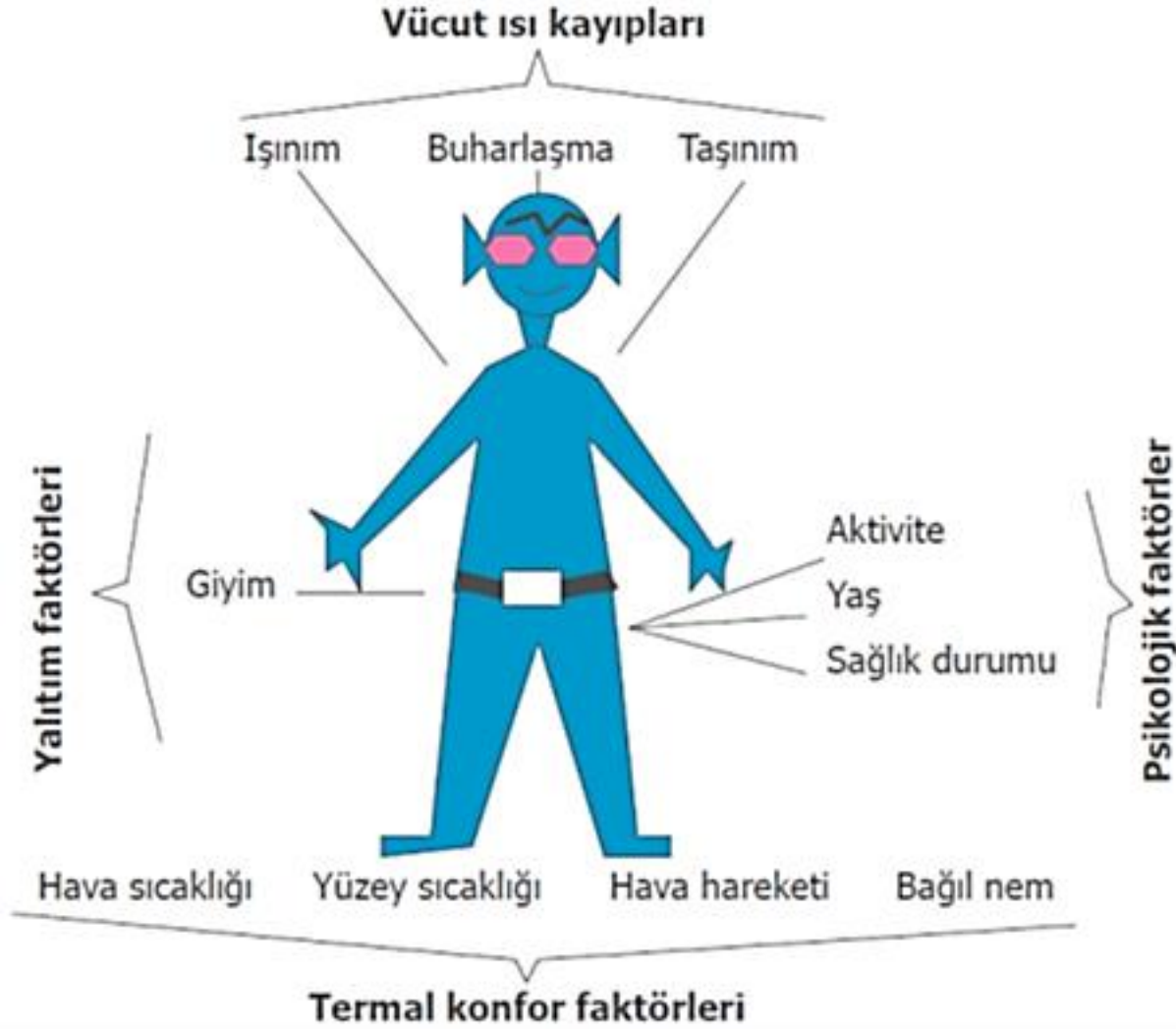


Isıl Konfor

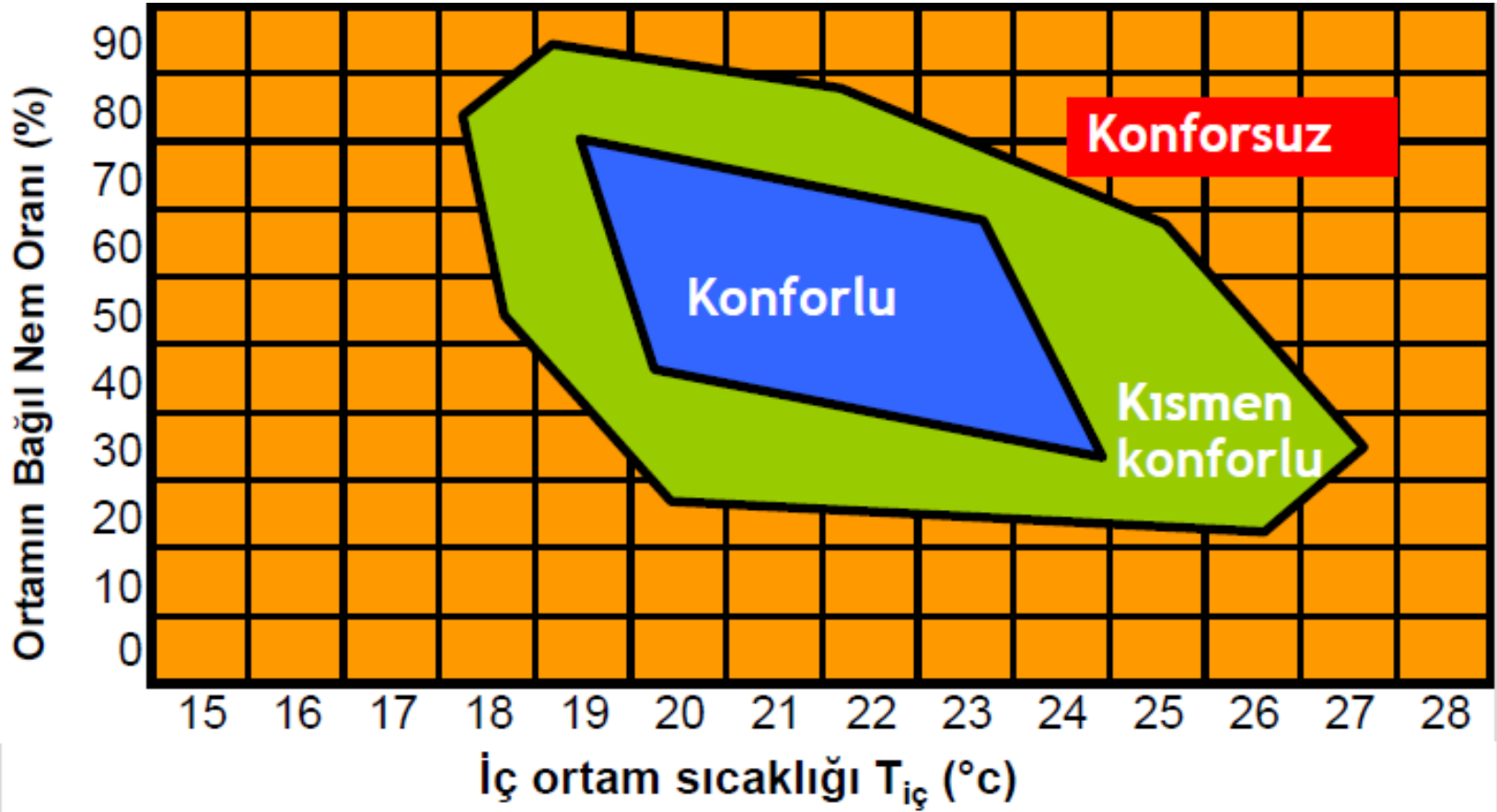
- Çalışanların sıcaklık, nem, hava akımı gibi iklim koşulları bakımından fiziksel ve zihinsel faaliyetlerini yerine getirirken rahatlık içinde olmalarına **ısı konfor** denir.
- Havanın sıcaklığı, nemi, hareketi, temizliği, kokusu, ısı radyasyon, duvar, döşeme ve tavan gibi yüzeylerin ortalama sıcaklığı, çalışma düzeni ve insanların hareketi ile birbirleriyle etkileşimleri ısı konforu etkileyen faktörlerdir.
- Konfor etkisi kişiden kişiye değişir; yaşlılar ve zayıf insanlar şişmanlara oranla daha sıcak bir havayı tercih ederler.
- Bu şartlar cinsiyete, yetiştirme ortamına vb. göre değişebilir.
- Kışın, yaza oranla daha düşük bir sıcaklık insan için konfor bölgesini oluşturabilir.



Isıl Konfor



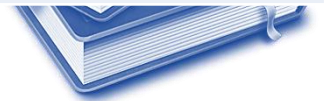
Isıl Konfor



Isıl Konfor

Isıl konfor tasarımında etkili faktörler

Çevresel faktörler	Hava sıcaklığı	Kişiyi çevreleyen havanın sıcaklığı
	Radyant sıcaklık	Kişiyi çevreleyen yüzeylerden gelen tüm ısıнын ağırlıklı ortalaması
	Havanın bağıl nemi	Hava içerisindeki su buharı yüzdesi
	Hava hızı	Havanın hareket hızı
Kişisel faktörler	Metabolik ısı	İnsan vücudu tarafından üretilen ısı
	Giysi yalıtımı	Kişinin giydiği giysinin ısı yalıtım değeri
	Beslenme durumu	Yapılan işe uygun veya uygun olmayan beslenme düzeyi
	Kişisel özellikler: fiziki ve ruhi yapısı	Zayıf, şişman, sakin, heyecanlı ve yetiştirme ortamı
İşle ilgili faktörler	Kişinin sağlık durumu	Kişinin hasta ya da iyi olması hali
	Yapılan işin niteliği	Ağır veya hafif iş



Isıl Konfor

- Dinlenme ya da aktivite düzeyine bağlı olarak **ısı konfor koşulları**:
 - hava sıcaklığı $T = 20 \pm 7$ °C,
 - bağıl nem $\varphi = \% 50 \pm 20$,
 - hava hızı $u < 0,2$ m/s
 - ılımlı radyasyon
 - temiz hava.
- Aktif hareketlerin az olduğu yerlerde rahatlığın hissedildiği efektif sıcaklık 22 ES°'dir.
- Kış konforu, yaz konfor derecesinden yaklaşık 2,5 efektif sıcaklık derecesi (ES°) daha aşağıdadır. Kış konfor derecesi, kısa süreli kalınan ortamlar için 16 - 17 ES°'dir.



Isıl Konfor

Yapılan iş	Hava sıcaklığı °C			Hava nemi %			Maksimum Rüzgar hızı m/s
	Min	Opt	Maks	Min	Opt	Maks	
Büro	18	21	24	40	50	70	0,1
Oturarak hafif iş	18	20	24	40	50	70	0,1
Ayakta hafif iş	17	18	22	40	50	70	0,2
Ağır iş	15	17	21	30	50	70	0,4
Çok ağır iş	14	16	20	30	50	70	0,5
Sıcakta iş (Işınım da var)	12	15	18	20	35	60	1,0-1,5

İdeal iklimatik ortam için, çeşitli işlerde önerilen minimum, optimum ve maksimum klima değerleri

Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Sıcak Ortam Etkileri ve Önlemler

- İnsan vücudunun işlevini yapabilmesi için dışarıdan aldığı, kendi ürettiği ve dışarıya verdiği ısı enerjisi arasında bir dengenin oluşması ve bu denge halinde vücut çekirdek sıcaklığının $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında ve sabit olması gerekir.
- Vücudun kabuk (dış) bölgesi çekirdek (iç) bölgesinin ısı dengesini korumda tampon görevi görür.
- Vücut sıcaklıklarının tanımı>..
 - Normal vücut sıcaklığı: $36.8 \pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Hipotermi: $< 34\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Normotermi: $36-38\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Ateş: $38-40\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Hipertermi: $42-44\text{ }^{\circ}\text{C}$



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Yüksek sıcaklığın etkileri:

- Nabız ve terleme artışı
- Bıkkınlık, sinirlilik, dikkatsizlik
- Moral ve konsantrasyon bozukluğu
- Aşırı duyarlılık ve endişe
- Hataların yoğunlaşması
- Fiziksel ve zihinsel verim düşüklüğü
- Yetenek ve becerilerin azalması
- İş kazalarının fazlalaşması
- Vücutta su ve asit-tuz dengesinin bozulması
- Isı krampları, susuzluk duygusu
- Isı çarpması, ısı dengenin bozulması
- Kan dolaşımının hızlanması, zorlaşması
- Aşırı uyku hali, yorgunluk.
- Tansiyon düşmesi, baş dönmesi
- Vücut direncinin düşmesi



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Soğuk ortamdan sıcak ortama geçildiğinde; deri ısınır, kalp atışı hızlanır ve kan vücut yüzeyine yayılır, vücudun iç ısısı düşer, titreme görülebilir, terleme başlar.

- Sürekli terleme, kanın vücut yüzeyine olan akışının ve deri sıcaklığının artışı ile ortamda vücudun ısı dengesi sağlanır.
- Fiziki çalışma, organizmanın ısı üretimini arttırır.
- Kısaca, sıcak ortamda çalışma durumunda;
 - kalp atışları ve buna bağlı olarak vücuda pompalanan kan miktarı artar,
 - terleme artar, dolayısıyla kilo kaybı meydana gelir.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Uzun süre sıcak ortamda yapılan çalışma sonunda; kas gücü azalır, iş verimi düşer, zihinsel faaliyetler bozulur, istemli hareketler yavaşlar, dikkat azalır, karar verme süresi uzar.
- Vücut sıcaklığı 39,5 °C civarında bulunursa, insan tamamen bitkin duruma düşme tehlikesiyle karşı karşıya kalır.
 - Fakat bu dereceye varılmadan önce sıcaklık verimi azaltmaya başlar.
- Yüksek sıcaklıkta (41 °C'ye çıkması) **ısı çarpması**, aşırı terlemeden dolayı kaslarda ani kasılmalar şeklinde **ısı krampları**, deri bozuklukları, moral bozuklukları, aşırı duyarlık, endişe ve uyum bozuklukları meydana gelebilir.
- **Isı çarpmasının belirtileri:** Baş dönmesi, karın ağrısı, kusma, bilinç kaybı, dolaşım şoku vb.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Aşırı sıcak bir ortamda vücudun ısını sabit tutmak için gösterdiği çaba olarak tanımlayabileceğimiz **ısı stresi (sıcak ortam stresi)** kalp damar sistemini yorarak işyeri çalışanlarında sıcak çarpması, sıcak bitkinliği, sıcak döküntüleri ve ısı kramplarına neden olabilir.
- **Termoregülasyon**, sıcak bir ortamda, kan deri yüzeyine yayılarak içerideki sıcaklığı ısı iletimi (kondüksiyon) yolu ile dış kısma doğru taşır.
- Soğuk havalarda titreme, sıcak ortamda terleme, konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon ısı düzenleme araçlarıdır.
- Sıcaklık 27 °C değerinden yukarıda ve 13 °C değerinden aşağıda olduğu zamanlarda kazalarda önemli artış gözlenmiştir.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Aşırı sıcakta çalışanlarda dolaşım bozuklukları, cilt bozuklukları, kanamalar, sıcak çarpmasından dolayı termik doku bozuklukları, özellikle merkezi sinir sisteminde tahribat ve çok yüksek vücut sıcaklığı meydana gelir.

➤ **Aşırı sıcaktan korunmak için uygulanacak yöntemler:**

- Çalışma yerlerinde alınacak teknik önlemler.
- İş organizasyonunda yapılacak düzenlemeler (çalışma ve dinlenme zamanlarının düzenlenmesi vb.).
- Fizyolojik koruyucu önlemler (insanın iç yapısı ile ilgili).
- İnsanın üzerinde alınabilecek önlemler (kişisel koruyucu giysilerin giyilmesi vb.).

Bu yöntemler, aşırı soğuktan korunmak için de geçerlidir.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

➤ Aşırı sıcaktan korunmak için bazı kurallar:

- İş gereği çalışma ortamında ısı yayan kaynak işyerinin ortasına yerleştirilmelidir.
- Isı kaynağı çalışma ortamından ayrılacak şekilde yalıtılmalıdır.
- Işınım yolu ile gelen ısıya karşı, parlak metal paravanlar yerleştirilmelidir.
- Açığa çıkan ısı en kısa yoldan vantilatörler ve benzeri sistemlerle dışarı atılmalıdır.
- Aşırı sıcak için, bina yüksek olmalı ve çatıları havalandırma bacalı olmalıdır.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Bina içerisinde hava akımı oluşturulmalı ya da soğuk hava verilmelidir.
- Güneş ışınlarının etkisiyle meydana gelen ısıyı azaltmak için pencerelerde panjur ya da perde kullanılmalı, çatı ve duvarlar da yalıtılmalıdır.
- Yaz günlerinde organizasyonel tedbir olarak mesai saatleri sıcaklığa göre düzenlenmelidir.
- Aşırı sıcakta çalışanlar için koruyucu elbise, eldiven, gözlük veya maske verilmelidir.



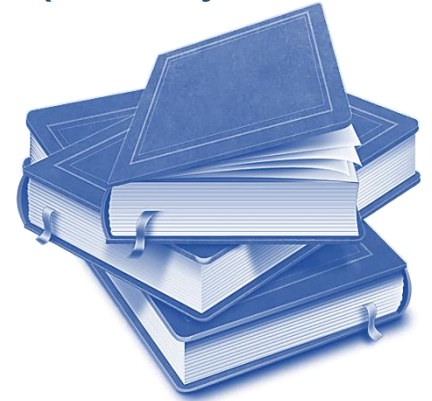
Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Soğuk Ortam Etkileri ve Önlemler

- Duvarlar ve iç sıcaklık arasındaki fark ± 2 °C'den fazla olmamalıdır.

Isı etkilerinden korunma aşağıdaki özelliklere bağlıdır:

- Hacmi sınırlandıran ve koruyan yapı elemanlarının (duvar, vb.) ısı iletim katsayıları.
- Hacmi dış havadan ayıran yapı elemanlarının (derz, yarık, porozite) hava geçirgenliği.
- Yapı elemanlarının ısı depolama yeteneği.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Yapı elemanının ısı yalıtma yeteneği kalınlığın büyümesi veya ısı iletkenliği katsayısının küçölmesiyle artar.
- Rutubet kuru havaya nazaran daha çok ısı iletme özelliğine sahiptir; malzemenin rutubetlenmesi halinde ısı geçirgenliği de o nispette artar.
- Yapılarda ısı yalıtım malzemesi olarak, amaca göre; cam yünü, perlit, plastik köpük, mantar levhalar, sentetik elyaf, odun lifi levhaları, yongalevha, ahşap rende talaşı levhaları, gaz betonu, boşluklu beton, delikli tuğla vb. kullanılır.



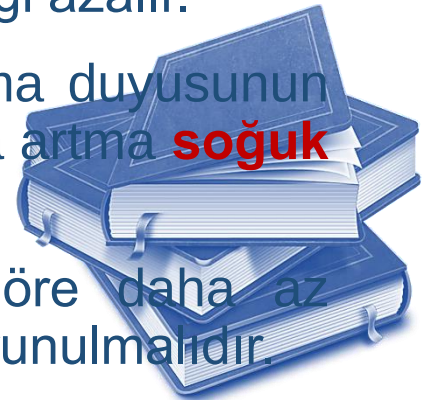
Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- **Düşük sıcaklığın etkileri;**

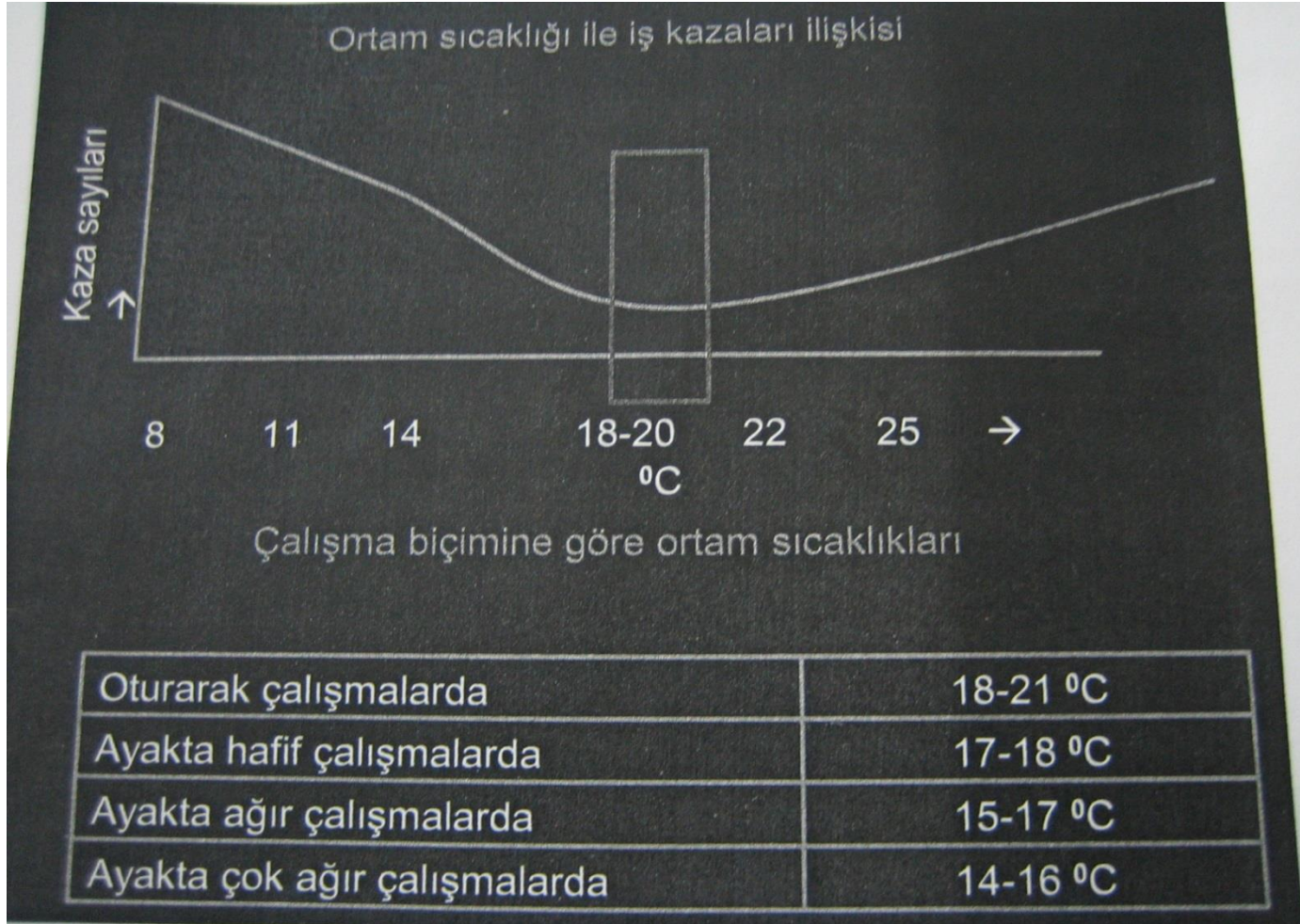
- Soğuk algınlıkları
- Donma
- Soğuk yanıkları
- Dikkat azalması; hata artışı, iş kaza riski artışı
- El ayak parmaklarındaki donma.

Bu etkilere bağlı olarak verim düşer ve tepki yeteneği azalır.

- Aşırı soğuk etkisinde iş kazalarında artış, dokunma duyusunun kaybolması, iş veriminde düşme, iş kazaları oranda artma **soğuk ortam stresinin** sonuçlarıdır.
- Soğuk ortam sorunları, aşırı sıcak ortamlara göre daha az problemli ortamlardır. Uygun giysilerle soğuktan korunulmalıdır.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Normal şartlardan soğuk ortama geçildiğinde;

- Deri soğur.
- Kan vücut yüzeyinden çekilerek vücudun iç kısımlarında toplanır.
- Derinin vücudu çevresel şartlardan izole etme özelliği artar.
- Vücudun iç ısı hafifçe yükselir.
- Titreme baş gösterir.
- Vücudun yüzeyinde soğuyan kan vücudun iç kısımlarında taze kan ile ısıtılır.
- Kanın soğumasını önlemek için kan basıncı ve vücut yüzeyine taşınan kan miktarı azalır.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Soğukta çalışma sırasında insanlar çeşitli soğuk algınlıkları, sürekli çalışmalarda kalıcı solunum ve dolaşım yolu rahatsızlıkları, romatizma, kalp ve ciğer hastalıkları gibi çeşitli hastalıklara maruz kalabilirler.
- Parmak uçları ve vücudun bazı diğer bölgelerinde donmalar, soğuk yanıkları, gözlem ve reaksiyon yeteneğinde azalmalar meydana gelir.
- Düşük sıcaklıkta; uyuşukluk, uyku hali, organlarda hissizlik ve donma tehlikesi gibi durumlar meydana gelebilir.

Aşırı soğuktan korunmak için uygulanacak yöntemler, aşırı sıcaktan korunmadaki gibidir.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

Soğuk etkilerinden korunmak için alınabilecek önlemler:

- İşyerindeki hava cereyanı ve akımının önüne geçilmelidir.
- Çalışılan ortama soğuk hava girişi önlenmelidir.
- Dışarıya açılan kapılar açık unutulduğundan büyük ısı kayıplarına neden olurlar. Bu kapılara otomatik kapı kapayıcıları takılmalıdır.
- Çatı, duvarlar ve pencereler iyi bir şekilde yalıtılmalıdır.
- Çalışılan yerin taban kısmı masif malzeme ile döşenmelidir.
- Binaların ısıtılması, yapılan işe ve amaca göre değişmektedir; homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanmalıdır.
- İşgörenlere eldiven, kalın giysiler, kulaklıklar ve uygun ayakkabılar verilmelidir.
- İşgörenlerin beslenmelerine dikkat edilmelidir.



Hava Sıcaklığı ve Etkileri

- Soğuk ortamda incelikli işler yapan ellerin iş yapabilme yeteneği azalır.
- Ellerin çalıştığı bölgenin hemen üst kısmına lamba yerleştirilerek bu kısmın hem aydınlatılması hem de ısıtılması sağlanabilir; akkor lambalar bu amaç için uygundur.
- Bazı işyerlerinde hem ağır işler hem de hafif kas çalışmaları birlikte yapılmaktadır.
- Örneğin, kereste fabrikalarında tam otomatik biçme makinasını kumanda eden operatörün işi, keresteyi tasnif eden, taşıyan ve ayıranlara göre daha az kasal ve daha fazla zihni çalışma gerektirir.
- Az hareket eden işgören soğuktan daha çok etkilenir. Bu amaçla koruyucu giysi, yerel ısıtma uygulanabilir.

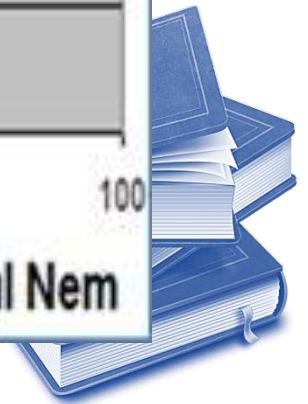
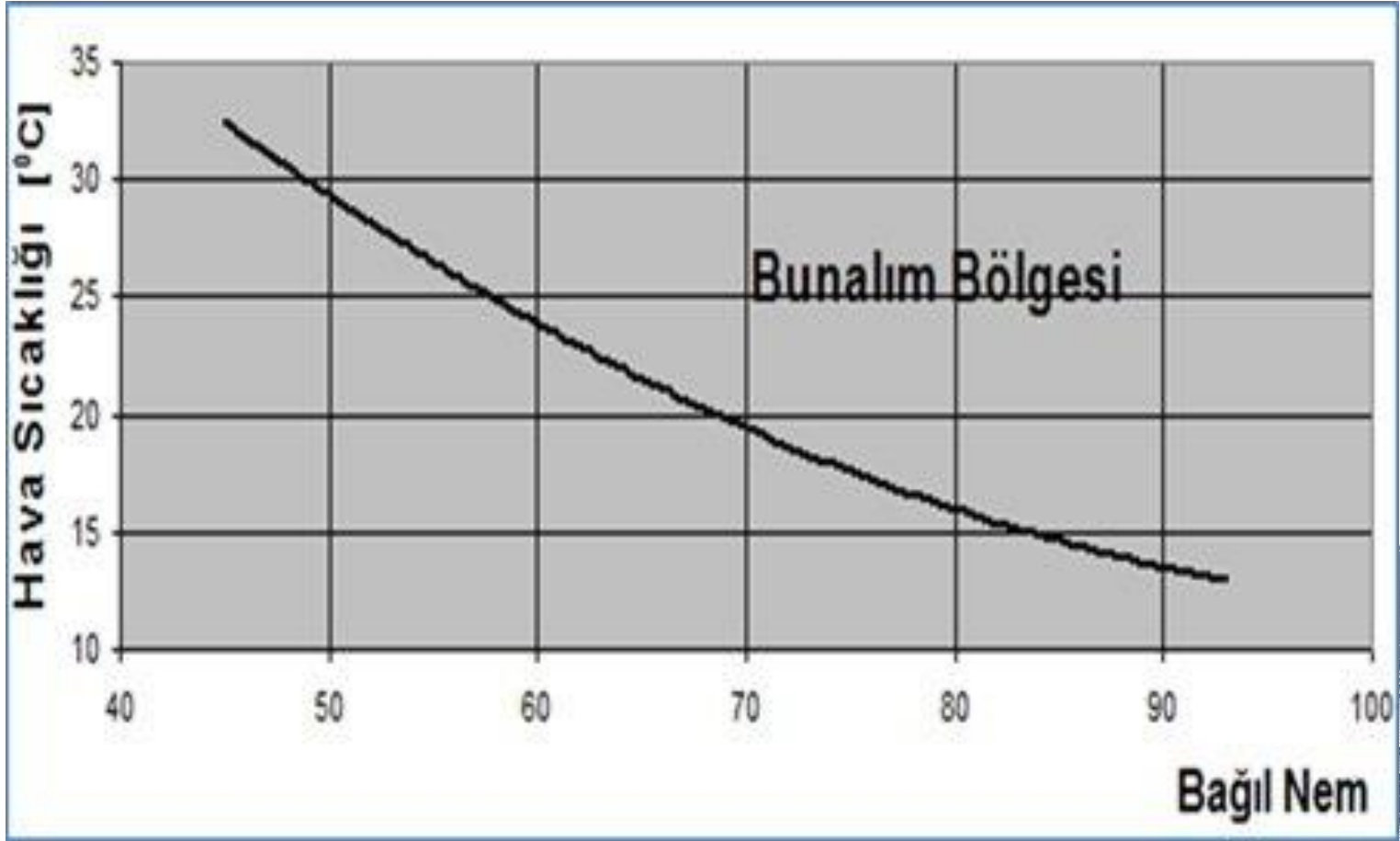


Havanın Nemi ve Etkileri

- Düşük nem boğaz kuruluğu, gözlerde yanma gibi rahatsızlıklara, fazla nem terlemeye ve bunalıcı bir sıcaklık hissine neden olur.
- Çalışılan ortamda aşırı düşük ve aşırı yüksek bağıl nemden kaçınılmalıdır.
- Terleyen ve giysileri terle ıslanan işçilerin çok başarılı olmaları beklenmemelidir.
- Çalışma ortamının bağıl neminin %40–60 arasında olması gerekmektedir, bazı hafif iş kollarında $\%50 \pm 20$ sınırlarına kadar genişletilebilmektedir.
- Çevre sıcaklığı yükseldikçe bağıl nemin düşük tutulması gerekir.
- Bağıl nem ve ortam sıcaklığının yüksek olması çalışanlarda bunalma hissine neden olur ve verimi azaltır.



Havanın Nemi ve Etkileri



Havanın Nemi ve Etkileri

- Bağıl nemin yüksek, ortam sıcaklığının düşük olması halinde ise, çalışanlarda ürperme ve üşüme hissi meydana gelir.
- Çok kuru hava, solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olur; burnun içini, ağız boşluğunu ve yollarını, gözün dış tabakasını kurutur.
 - Bu etki ortam sıcaklığı yükseldikçe artar.
- Yüksek düzeydeki nemlilik ise, kapalı bir ortamda çalışan insanların burun ve boğazlarında bir dolgunluk ve tıkanıklık duygusu yaratır.
- Çalışılan iş nedeniyle, çalışma boyunca nemli ortam oluşumu önlenemiyorsa, işçi az çalıştırılmalı ve dinlenme süreleri uzun ve sık olmalıdır.



Havanın Nemi ve Etkileri

- Sıcak ve nemli ortamda havalandırma, teri buharlaştırıp rahatlık vermesi açısından yararlıdır.
- Ortamdaki fazla nem hem mikroorganizmaların kolayca faaliyet gösterebilecekleri ortam bulmaları hem de soğuk ve sıcak etkisini daha kolay ilettiği için oldukça zararlıdır.
- Havanın, çalışma koşullarına uygun bağıl neme sahip olmasını sağlamak üzere, havanın nemlendirilmesi ya da kurutulması gerekebilir.
- Nem düzeyinin istenen değerlerin dışında olması halinde, klima cihazları ve vantilatörler kullanılarak nemin istenen değerlerde tutulması sağlanmalıdır.
- Ofislerde, dükkanlarda, fabrikalarda, hastanelerde, laboratuvarlarda çalışan herkes, sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturmak için minimum standart hava gerektirir.



Havalandırma

- Çalışma ortamında hem ısıl konforu sağlamak hem de sağlığa zararlı olan gaz ve tozları uzaklaştırmak için uygun hızda bir hava akımı oluşturulmalıdır.
- Konfor için yaz aylarında 0,125 m/s, yaz aylarında ise 0,5 m/s hava hızı uygulanır. 0,510 m/s'den yüksek hızlarda hava esintili kabul edilebilir; rahatsız edicidir.
- Zararlı maddelerin uzaklaştırılması için hava hızı 0,3-0,5 m/s arasında olmalıdır.
- Ortamdaki havanın sıcaklığı veya hareketli havanın sıcaklığı düşük olunca hızın fazla olmasından şikayet edilebilir. Isıl konfor için ortam havası sıcak ise hava hızı artırılmalıdır.



Havalandırma

İş yerinde ihtiyaç duyulan hava miktarı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- İş ortamının hacmi
- İş ortamındaki işgören sayısı
- Enerji tüketimine bağlı harcanan oksijen ve verilen CO₂ miktarı
- İşte uygulanan yöntemlerin oluşturdukları havayı kirletici zararlı maddelerin cinsi ve miktarı
- İşte uygulanan yöntemlerin neden olduğu sıcaklık ve nem artışı
- İş dışı faktörlerden kaynaklanan kirleticiler (sigara, ter vb.)



Havalandırma

- Tabloda işin ağırlığına bağlı olarak kişi başına saatlik hava ihtiyacı ve hacmi verilmiştir.
- Hava yenileme katsayısı, bürolarda ve oturarak çalışına yerlerde saatte 4 – 8, atölyelerde 8 – 12, hava kirliliğinin ve neminin yüksek olduğu ortamlarda 15 – 30 kez olması gerekir.

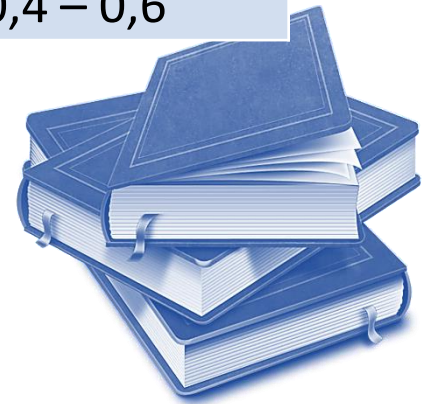
İş tipi	Kişi başı gerekli hacim (m ³)		Kişi başı gerekli hava ihtiyacı (m ³ /h)	
	Min.	Öneri	Min.	Öneri
Çok hafif bedensel iş (büro elemanı, saatçi)	10	15	30	45
Hafif bedensel iş (çizim, laboratuvar çalışması, ince mekanik işler, vb.)	12	18	35	53
Orta ağır bedeni iş (Tornacılık, kaynakçılık, marangozluk)	15	23	50	75
Ağır bedeni iş (Kalıp, döküm, temizleme, tamir, tesfiye işleri)	18	27	60	90



Havalandırma

- Ortam sıcaklığı ve işin ağırlık derecesine bağlı olarak hava hızı sınırları

Ortam sıcaklığı (°C)	Hava hızı (m/s)		
	Ofis çalışması	Hafif bedensel iş	Ağır bedensel iş
18	< 0,1	0,1	< 0.2
20	0,10 – 0,15	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3
22	0,15 – 0,20	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4
24	0,20 – 0,25	0,3 – 0,4	0,4 – 0,6



Koruyucu Önlemler

- Faaliyet türüne göre, atölyelerde aşağıdaki sınırlar içinde iklim koşulları oluşturulmalıdır:
 - Ortam sıcaklığı kış mevsiminde sıcaklık 8 – 22 °C arasında, yaz mevsiminde sıcaklık 23 – 26 °C arasında olmalıdır.
 - Zeminden 1,1 m ve 0,1 m yükseklikte (oturma konumunda ayak bilekleri ile baş arasındaki seviye farkı) sıcaklık farkı 3 °C'yi aşmamalıdır.
 - Hava cereyanlarını önlemek için havanın ortalama hızı 0,25 m/s değerini geçmemelidir.
 - Fizyolojik bakımdan, %40-65 arasında nem oranı olması tercih edilir.



Koruyucu Önlemler

- Isıl koşullar değiştirilemiyorsa işe uygun bir düzen geliştirmek veya kişisel koruyucu malzeme kullanmak. Bu önlem;
 - uygun bir hava sirkülasyonu sağlayarak sıcaklığı ayarlamak,
 - sıcak malzeme ile temas halinde ısı geçirmeyen eldiven veya ayakkabı kullanmak
 - işi kısa dinlenmelerle yapmak
 - ısı düzeni sağlanmış dinlenme salonlarından yararlanmak,
 - iş yükünü ve temposunu azaltmak,
 - işçiye bol sulu gıda ve meşrubat vermek şeklinde olabilir.



Koruyucu Önlemler

- Isıl koşullar değiştirilebiliyorsa,
 - ısı kaynaklarını yalıtmak,
 - mevcut durumu uygun hale getirmeksuretiyle iş düzeni sağlanabilir.
- Havalandırma ile ilgili;
 - Hava çıkış ve girişi arasında denge sağlanmalıdır.
 - Hava cereyanlarından ve rahatsızlık veren sıcaklıklardan sakınılmalıdır.
 - Kirlenen veya işlenen hava, temiz hava girişi bölgelerinin dışına atılmalıdır.



İKLİMLENDİRME BÖLÜM SONU

Varsa soru(n)larınızı;
kucuncu@ktu.edu.tr
adresine iletebilirsiniz.



