

OKULLARDA ISIL KONFOR



İÇİNDEKİLER

OKULLARDA ISIL KONFOR

1. ISIL KONFOR
2. ISIL ÇEVRE ÖZELLİKLERİ
3. ISIL ÇEVRENİN OLUŞMASI
4. NEDEN SOĞUK, NEDEN SICAK?
5. İNSAN VÜCUDU İLE ÇEVRESİ ARASINDA ENERJİ ALIŞVERİŞİ
Deri Yüzeyinden Isı Transferi Yoluyla Enerji Transferi
 - İletimle ısı transferi
 - Taşınım ile ısı transferi
 - Işınım ile ısı transferiSolunum ve terleme sırasında madde transferi yoluyla enerji alışverişi.
6. ISIL AÇIDAN KONFORLU BİR ORTAM NASIL ALGILANIR?
 - a. Bulunduğumuz ortamdaki hava sıcaklığının ısı konforu nasıl etkiler?
 - b. Bulunduğumuz iç ortamı çevreleyen yüzey sıcaklıkları ısı konforu nasıl etkiler?
 - c. Hava hızı ısı konforu nasıl etkiler?
 - d. Giysiler ısı konforu nasıl etkiler?
 - e. İnsanların hareketliliği – yaptığı aktivite ısı konforu nasıl etkiler?
7. İÇ ORTAMDAKİ ISIL KONFORUN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ?
8. BİR ORTAMIN ISIL KONFORU HERKES TARAFINDAN AYNI ŞEKLİDE Mİ ALGILANIR?
9. OKULLARDA UYGUN ISIL KONFOR İÇİN ISIL ŞARTLAR NE OLMALI?
10. KONFORLU OLMAYAN BİR ORTAMIN İNSAN (ÖĞRENCİ) SAĞLIĞINA ETKİSİ?
11. UYGUN BİR ISIL KONFOR İÇİN ÖNERİLER?

Ocak 2015

Okullarda Isıl Konfor V1.0

Bu rehber Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'nin İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliğiyle İlk ve Orta Okullarda İç Çevre Kalitesi Eğitimi Projesi çerçevesi içinde Proje Çalışma Grubu¹ üyelerinden Macit Toksoy² ve İbrahim Atmaca² tarafından hazırlanmıştır.

Rehber, ilk ve ortaokul öğretmenleri ile öğrenci ebeveynleri için hazırlanmıştır. Çalışma grubu üyelerinin iç çevre kalitesi bileşenleri için hazırlamış oldukları diğer rehberler aşağıda verilmiştir.

MMO İç Çevre Kalitesi Rehberleri
Okullarda İç Hava Kalitesi
Okullarda Isıl Konfor
Okullarda Akustik Konfor
Okullarda Aydınlatma ve Görsel Konfor
Okullarda İç Çevre Kalitesi Bileşeni Olarak Koku
Okul ve Evlerde İç Ortam Hava Kalitesi ve Çocuk Sağlığına Etkisi
Okullarda Kırtasiye, Temizlik Ve Kişisel Bakım Ürünlerinden Oluşabilecek Riskler

Tüm rehberlerdeki çizimler Çalışma Grubu Üyesi Karikatürist İrfan Sayar'a aittir. Rehberlerdeki bilgilerin sorumluluğu rehberleri yazan Çalışma Grubu Üyesi yazarlara aittir. Tüm rehberlerin her türlü yayın hakkı Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Makina Mühendisleri Odası'nın izni olmadan tümüyle veya kısmen yayınlanamaz. Rehberlerde yer alan çizimler Makina Mühendisleri Odası'ndan izin alınmadan hiçbir ortamda kullanılamaz.

¹ (Alfabetik sırada) İbrahim Atmaca, Orhan Ekren, Melik Kara, Ziya Haktan Karadeniz, Tuğçe Kazanmaz, İrfan Sayar, Aysun Sofuoğlu, Sait Sofuoğlu, Macit Toksoy (İletişim), Hasan Yüksel, Necmi Varlık.

² Macit Toksoy; Eneko Havalandırma ve Isı Ekonomisi Sistem Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş.
Doç.Dr. İbrahim Atmaca; Akdeniz Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü.

OKULLARDA ISIL KONFOR

Isıl konfor, İç Çevre Kalitesinin altı bileşeninden biridir³. Isıl konfor, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin sağlığını ve başarılarını etkiler. Bir okul ortamındaki ısı konforunun uygun hale getirilmesi için gerekli olan ilk şey ısı konforunun ne olduğunu bilmektir.

Isıl konfor, dilimize İngilizce “Thermal Comfort” kelimelerinin karşılığı olarak kazandırılmış olan ve daha çok makina mühendislerince ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme alanlarında kullanılan bir terimdir.



Isıl konfor, bir teknik terim olarak güncel hayatta çok kullandığımız ısı ve konfor kelimesinin bir arada söylenmesiyle, yaşadığımız iç çevrenin bizim için soğuk mu, sıcak mı ya da uygun mu olduğu sorularının cevaplarıyla ilintili bir düşünceyi ifade eder, bir değerlendirmeyi belirtir. İnsanın bulunduğu çevre ile ilgili memnuniyetini sorguladığı alanlardan (Bknz: Bölüm 1) biridir. Isıl konfor “ısı çevreden memnun olunan düşünce hali^{4,5}” olarak tanımlanmaktadır.

Isıl konforu belirleyen ısı çevre özellikleri ölçülebilir özelliklerdir. Isıl konfor ise ölçülebilir bir değer değildir. İç ortamların ısı konforu, o ortamın ısı şartlarının insanlar tarafından uygun, sıcak, soğuk olarak ifade edilen halinin istatistiksel değerlendirilmesi ile belirlenir (Bknz: Bölüm 5). Kişilerin ortamı ısı olarak farklı algılamalarının temel nedeni ısı konforu algılama ve değerlendirme farklılıklarıdır. Isıl konfor, iç ortamın (sınıfların) ısı çevre özelliklerinin insan beyninde yarattığı karmaşık bir algıdır. Aynı ortamda bulunan insanların bir kısmı o ortamdaki ısı çevreden memnun oldukları halde bir kısmı o çevreye ılık, bir kısmı da serin diyebilir (Bknz: Bölüm 7).

Isıl konfor bir termometre ile basitçe ölçülemez. Bir termometre ile ölçülen sıcaklık 21 °C olabilir. Ancak o ortam, örneğin çok nemli ise, ya da ortamda bir şekilde esinti var ise, kendinizi ısı açıdan rahat, konforlu hissetmezsiniz. İnsanların bir ortamı ısı konfor açısından değerlendirmesinde sıcaklığının yanında en az 6 parametre etkili olur (Bknz: Bölüm 7).

Isıl konforun bir insan için uygun olması, vücudunda ürettiği ısı enerjisini, vücut denge sıcaklığını koruyarak kendi çevresine verebilmesi halinin söz konusu olmasıdır (Bknz: Bölüm 3).



Sınıflar, çocuklar ve öğretmenler için bir iç ortamdır (iç hacimdir).

Sınıflardaki ısı konforu, okulun mimari (şekli, ölçüleri, yönlendirilmesi vs) ve fiziki yapısıyla (duvarlarının malzemeleri vs), ısıtma sistemi, öğrenci sayıları ve okulun bulunduğu dış ortamın iklim koşullarıyla yakından ilgilidir. Sınıflardaki uygun olmayan ısı konforu öğrencilerin hem sağlıklarını hem de okul başarılarını etkiler.

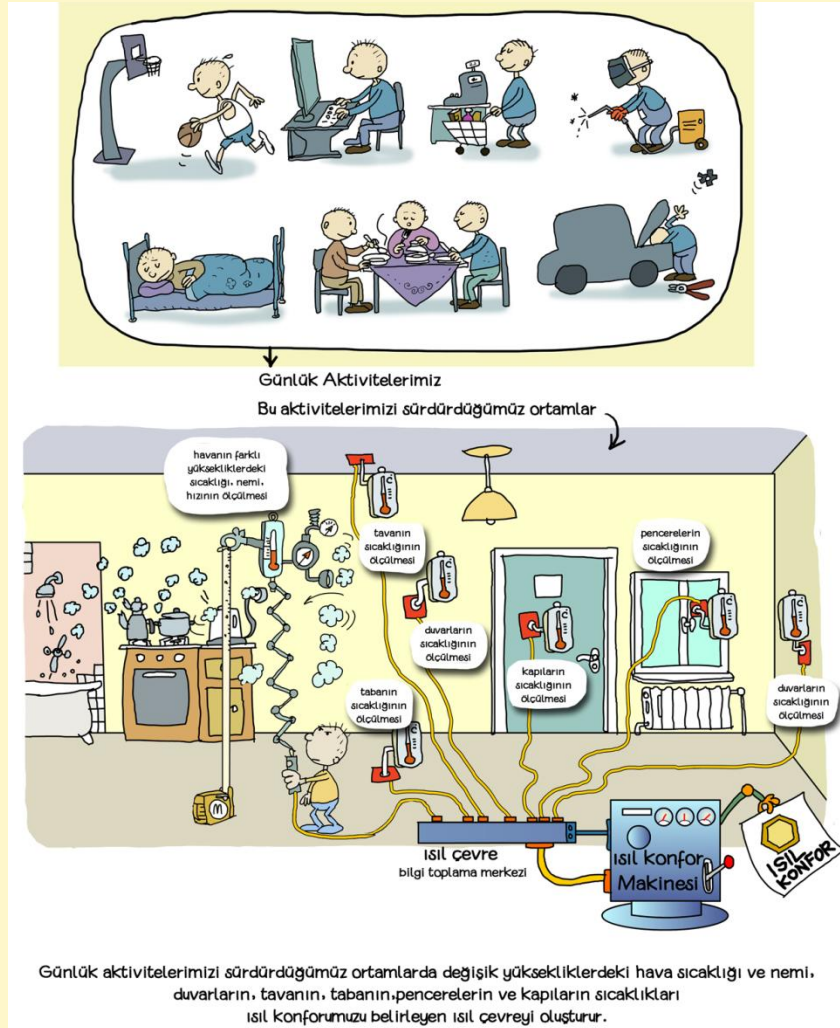
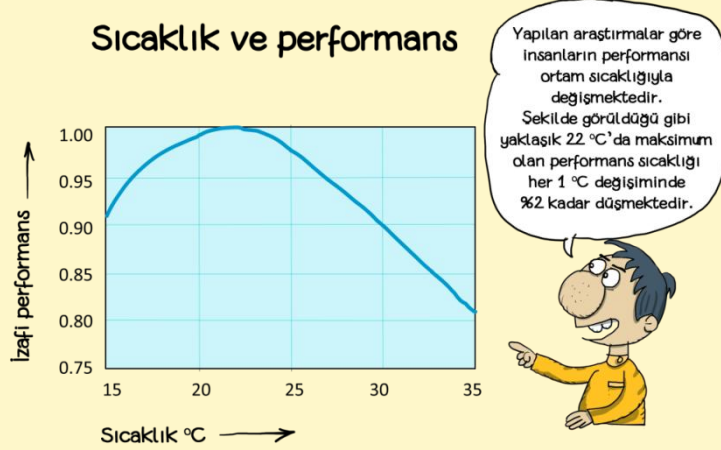
³ Okullarda İç Çevre Kalitesi Rehberi

⁴ British Standard BS EN ISO 7730

⁵ ASHRAE Standard 55

1. ISIL ÇEVRE ÖZELLİKLERİ

Günlük aktivitelerimiz için (uyuma, masa başında çalışma, yemek yeme, spor yapma, kaynak yapma, araba tamir etmek, alışveriş yapma gibi) içinde yaşadığımız iç ortamlarda bulunan havanın farklı yüksekliklerdeki sıcaklığı, nemi ve hızı, iç ortamı çevreleyen yüzeylerin (duvarlar, taban, tavan, pencere cam yüzeyleri, kapı yüzeyleri) sıcaklıkları gibi ölçülebilen özelliklerin toplamı iç ortamın (sınıfın) ısıl çevresini oluşturur.



2. ISIL ÇEVRENİN OLUŞMASI

Yaşadığımız kapalı hacimlerin dışındaki ortamın sıcaklığı, nemi ve hava hareketleri, dünyanın güneş etrafında dönmesi nedeniyle, bulunulan yerin coğrafi koordinatlarına bağlı olarak gün ve yıl periyotlarında sürekli değişir. İnsanlar değişen bu hava koşullarından kendilerini korumak ve aktivitelerini sürdürmek için, kapalı hacimleri (evleri, okulları, alışveriş yapılan binaları, ofisleri) oluşturmuşlardır. Bu yapılar içindeki hava şartlarını, kendilerini konforlu hissettikleri şartlarda tutmaya çalışırlar.

İnsanlar ısıtıcılarla, soğutucularla, havalandırma cihazlarıyla iç ortamın ısı çevre özelliklerini onlar için uygun kabul edilebilen değerlerde tutmaya çalışırlar. Böylelikle hem daha sağlıklı olmaya çalışırlar hem de uygun iklim şartlarında aktivitelerini sürdürürler.



Bir sınıfın ısıl çevresinin bileşenleri olan havanın ve tüm cisimlerin yüzeylerinin sıcaklıklarını, havanın hızını genel olarak aşağıdaki olaylar belirler:

- İnsanlardan yayılan ısı enerjisi
- Isıtma veya soğutma yapan makinalarla ortam arasındaki ısı alışverişi
- Odanın içinde yer alıp ısı yayan makinalar
- Dış hava sıcaklığı
- Dışardan duvarları ısıtan, pencereden içeriye girip üzerine düştüğü cisimleri ısıtan güneş

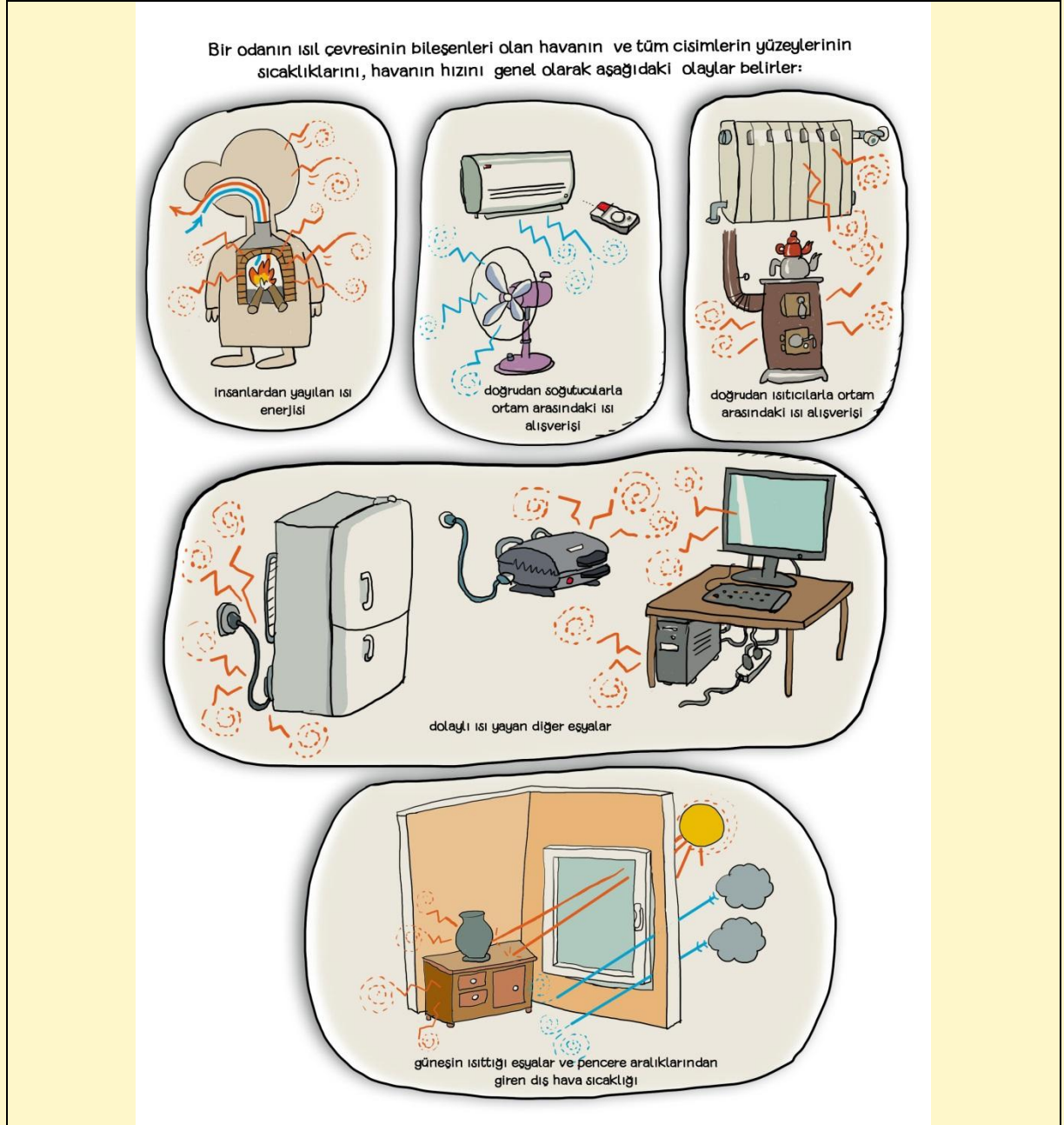
İnsanlar bulundukları odaya, yaptıkları işin cinsine göre değişen büyüklükte ısı enerjisi verirler, derileri ve solunum yoluyla da su buharı aktarırlar.

Yaşam hacimlerinde bulunan hemen her türlü elektrikli alet (bilgisayar, ampul, projektör, televizyon, fotokopi makinası, yazıcı, çamaşır-bulaşık makinası vs) ve yakıtla çalışan araç gereçler (mutfak ocakları vs) oda havasına ısı enerjisi yayarlar.

Pencereden giren güneş ışığı, üzerine düştüğü eşyaları ısıtır, bu eşyalar oda havasını ısıtır. Dış ortamın ve iç ortamın (sınıfın) sıcaklıklarına bağlı olarak içeriden dışarıya veya dışarıdan içeriye doğru ısı enerjisi akışı olur.

Söz konusu enerji – ısı akışı ya duvarlar, pencereler gibi katı maddelerin içinden olur ya da kapı ve pencere aralıklarından giren ve çıkan hava ile gerçekleşir (Bknz: Bölüm 4).

Bu ısı-enerji akışının sonucunda oda havası belli bir denge sıcaklığına ve neme, oda içindeki eşyalar ve odanın çeperlerini oluşturan duvarlar, camlar, kapılar da yine başka denge sıcaklıklarına ulaşırlar. Eğer bu denge sıcaklıklarının, havanın neminin ve hızının oluşturduğu ısıl çevrede üşüyorsak, oda bize soğuk geliyorsa daha kalın giysiler giyeriz. Eğer hâlâ kendimizi konforlu hissetmiyorsak çeşitli araçlarla odaya ısı enerjisi aktararak sıcaklıkların yükselmesini sağlarız. Terliyorsa, iç ortam bizde “içerisi sıcak” düşüncesi yaratıyorsa çeşitli araçlarla soğuturuz. Yetirince soğutamıyorsak giysilerimizi değiştirerek daha hafif yazlık giysiler giyeriz.



3. NEDEN SOĞUK, NEDEN SICAK?

İnsan vücudunu, kullandığı besin ve teneffüs edilen oksijen ile düşük sıcaklıklı enerji üreten, bu enerji ile mekanik iş üreten bir biyolojik makina olarak tanımlayabiliriz. Makinanın çalışabilmesi (iş

yapabilmesi) için enerjiye dönüşen (yakıt) besinler ve (yakıcı) oksijen alır. İnsan vücudu, yaşamını sürdürebilmesi için kendisini belli bir sıcaklıkta tutar. Sonuç olarak insan vücudunun ürettiği enerjinin bir kısmı yaptıkları iş için gerekli mekanik enerji (halter kaldırmak, bilgisayarın tuşlarına basıp onları hareket ettirmek, yürüyerek kendini bir yerden bir yere taşımak) için harcanır. Üretilen enerjinin bir kısmı da vücudu belli bir sıcaklıkta dengede tutmak için kullanılır. Bu denge sıcaklığı insanın fiziksel yapısına, yaşına, yaptığı aktiviteye, cinsine, gün içinde zamana ve sıcaklığın nerede ölçüldüğüne (kulak içi, dil altı, koltuk altı, kalp kapakçığı) değişir. Sağlıklı bir insanda ortalama vücut (denge) sıcaklığı 37 °C'dir. Ancak bu sıcaklık belirtildiği gibi duruma göre 0.6 °C daha düşük veya 0.6 °C daha yüksek olabilir. 37 °C, bir evrensel sabit gibidir. Bu sıcaklığın bir derece düştüğü veya yükseldiği hallerde insanın uzun müddet yaşaması mümkün değildir. Bu aralığın dışındaki sıcaklıklar kısa veya uzun vadeli rahatsızlık veya hastalık halleridir.

İnsanlar içindeki bulundukları aktiviteye (gerçekleştirdikleri mekanik işe) göre (yatarken gibi) az veya (halter kaldırırken gibi) çok enerji üretirler. Uyurken herhangi bir mekanik iş üretmiyor gibi gözükseler de mekanik olarak çalışan sistemleri (Kalp, mide, bağırsaklar vs) ve bu sistemleri kontrol eden organları da (beyin, sinir sistemi vardır) enerji tüketirler.

Vücudu denge sıcaklığında (37 ± 0.6 °C) tutabilmek için, bulunulan ortamın şartlarına (sıcaklıklar, hava hızı vs) ve giysilere göre belli miktarda ısı enerjisinin üretilmesi lazımdır. Söz konusu denge sıcaklığı bulunduğumuz yere ve zamana bağlı olarak çevre sıcaklığından çoğunlukla büyük, çok az hallerde ona eşit veya ondan küçüktür.

Çevre sıcaklığı, vücut denge sıcaklığına eşit veya ondan büyük ise, ortamdan vücuda ısı enerjisi transfer olur (Bknz Bölüm 4); vücut sıcaklığı yükselmeye başlar. Ya da çevre sıcaklığı vücut sıcaklığından küçük olduğu halde vücutta yüksek güç (ağır kaldırma) veya hız için (koşmak) aşırı ısı enerjisi üretilip de bu çevreye yeteri hızla verilemiyorsa yine vücut sıcaklığı yükselme eğilimine girer. Vücut sıcaklığının yükselme eğilimine girmesi beyin tarafından ortamın “sıcak” olarak algılanmasına sebep olur. Beyin, ortamı sıcak olarak algıladığında vücut sıcaklığını denge sıcaklığında tutmak için tedbirler almaya başlar:



- Damarları genişletir, derinin hemen altında daha fazla kan dolmasını sağlar. Bu yüzden derinin rengi kırmızılaşır; derinin sıcaklığı artar. Çevreye verdiğimiz ısı enerjisi miktarı deri yüzey sıcaklığının artmasıyla artar.
- Beyin terlemeyi başlatır. Derinin hemen altında bulunan ter bezleri, ürettikleri ter sıvısını deri yüzeyine basar. Bu terin yüzeyde buharlaşmasıyla da vücuttan atılan ısı kaybı artar (Bknz: Bölüm 4. Madde transferi yoluyla enerji alışverişi).



- Sıcak algısının tersine soğuk algıda damarları küçültür, daha az kanın derinin altına gitmesini sağlar. Kan azaldığı için de derinin rengi koyulaşır. Deri altında kanın azalması deri sıcaklığını düşürür ve böylelikle dışarıya verilen ısı da düşer.
- Damarların küçülmesi yeterli olmuyorsa, beyin titreme yoluyla üşüyen vücuda ek ısı enerjisi sağlamaya çalışır.

Vücut, tersine, bir aktivite esnasında (uyuma, ofiste çalışma, vs) içinde bulunduğu ortama kaybettiği ısıyı yerine koyamıyorsa, yani yeterince ısı üretemiyorsa, vücut sıcaklığı düşme eğilimi gösterir (bir buzdolabının içine konan bir bardak suyun soğumaya başlaması gibi). Bu durum çevrenin beyin tarafından “soğuk” olarak algılanmasıdır. Böyle bir durumda beyin yine tedbirler almaya başlar:

Beyin, denge sıcaklığının korunacağını hissedinceye kadar bu tedbirlere devam eder. Beynin denge sıcaklığını koruyamadığı yüksek ve düşük sıcaklıklı ortamlar vücudun ağır hasar alacağı veya ölümcül durumlardır.

Vücut, bulunduğu çevre ile ne kadar kolay bir şekilde enerji dengesini kurabiliyorsa, yani fizyolojik denetim mekanizmaları ne kadar az devreye giriyorsa, bulunduğu ortamı o denli ısıl olarak konforlu hisseder.

4. İNSAN VÜCUDU İLE ÇEVRESİ ARASINDA ENERJİ ALIŞVERİŞİ

İnsan vücudu, çevresi ile iki yolla enerji alışverişinde bulunur. Bunlar (1) deri yüzeyinden ısı transferi yoluyla enerji transferi ve (2) solunum ve terleme sırasında madde (su buharı ve hava) yoluyla enerji transferidir.

Deri Yüzeyinden Isı Transferi Yoluyla Enerji Transferi

Deri yüzeyinden ısı transferi yoluyla enerji transferi üç şekilde olur. Bunların ilki bastığımız ve oturduğumuz haller gibi çıplak veya giysili olarak derimizin temas ettiği katı maddelerle olan **iletimle** ısı transferidir. İkincisi çıplak derimize veya üzerimizdeki giysilerimize temas eden gazlarla (hava) veya sıvılarla (su) **taşıma** ile olan ısı transferidir. Üçüncüsü ise çıplak derimizin veya üzerimizdeki giysilerimizin yüzeyinin, bizi çevreleyen derimizin gördüğü yüzeylerle (pencere camı, duvarlar, eşya yüzeyleri), aramızda herhangi hava olmasa da (güneşten dünyaya enerji gelmesi gibi) gerçekleşen **ışınım** ısı transferidir.

İletimle Isı Transferi

İletimle ısı transferi; katılar arasında, birbirlerine temas eden yüzeyleri ile olan ısı transferidir. Vücudumuzun çıplak ya da giysili bir parçası ile bir katı yüzeye temas ettiğimizde (yere çıplak veya ayakkabı yoluyla bastığımızda, sandalyeye oturduğumuzda, bir tavanın sapını tuttuğumuzda) vücudumuzun temas eden yüzeyinden temas ettiğimiz cisme iletim yoluyla enerji kaybederiz veya o cisimden iletim yoluyla ısı enerjisi alırız. Temas ettiğimiz cisimler ile aramıza giren elbise, tencere tutacağı, minder gibi katı maddeler ısı alışverişini azaltır.

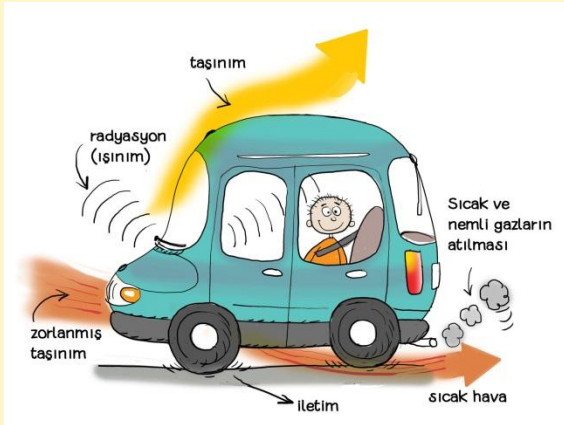
Arabanın motorunda havanın içindeki oksijen (O_2) ile yakılan yakıtlar ısı enerjisine dönüşür.

Bu enerjinin bir kısmı pistonları iterek tekerlekleri döndürür ve arabayı hareket ettirir.

Geriye kalan enerjinin bir kısmı ısı taşınımı yoluyla arabanın sıcak radyatöründen geçen radyatörden daha soğuk havaya verilir.

Enerjinin bir kısmı, sıcaklığı olan her cismin yaydığı gibi sıcak olan motordan ısınım ile motor çevresine yayılır. Kediler, sıcak motorun yaydığı bu enerjiden faydalanmak için soğuk günlerde arabanın altında yatarlar.

Sıcak olan tekerleklerden bir kısım enerji iletimle yola verilir. Motorda ortaya açığa çıkan enerjinin bir kısmı da sıcak gazlarla (CO_2 , H_2O , vs) arabanın egzozundan atmosfere taşınır.



Vücudumuzun hücrelerinde yediğimiz besinler oksijen ile yakılır ve ısı enerjisi açığa çıkar.

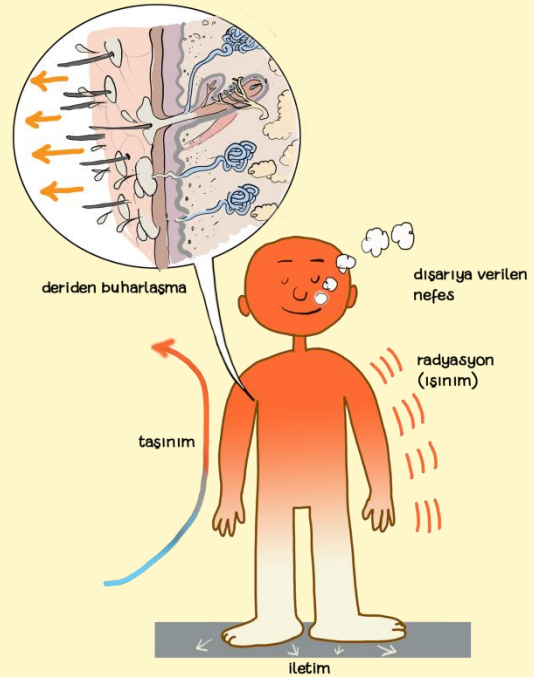
Bu enerjinin bir kısmı hareket etmemiz, işlerimizi yapmamız ve beynimizin faaliyet göstermesi için kullanılır.

Geriye kalan enerjinin bir kısmı çıplak deri yüzeyimizden çevresindeki daha soğuk havaya ısı taşınımı ile aktarılır.

Enerjinin bir kısmı, sıcaklığı olan her cismin yaydığı gibi, deri yüzeyinden, giysilerimizin yüzeyinden ısınımla etrafa yayılır.

Bir kısım enerji vücudumuzun temas ettiği yüzeylere ısı iletimiyle aktarılır.

Hücrelerimizde ortaya çıkan enerjinin bir kısmı da solunum esnasında sıcak gazlarla (CO_2 , H_2O , vs) ağızımızdan ve burnumuzdan havaya verilir.



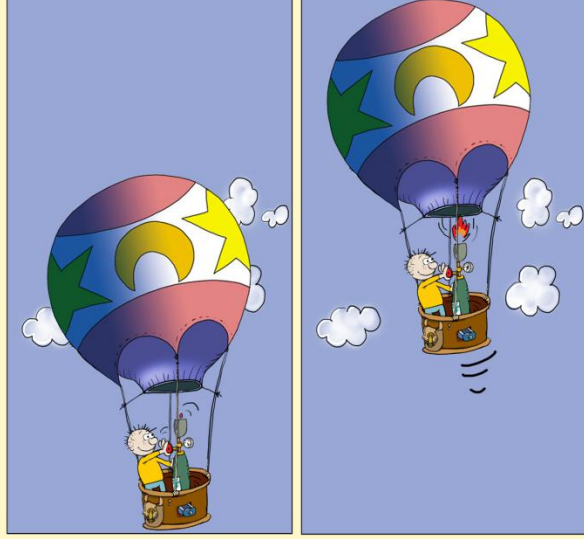
Taşınım İle Isı Transferi

Gazlar ve sıvılar, çevrelerinden sıcak olduklarında yükselirler, soğuk olduklarında aşağıya doğru hareket ederler.

Balon, içindeki gaz (hava ve yanma gazları) evresinden sıcak olduğu için yükselir. Soğuduka aşağıya doğru hareket eder.

Bir gazın (havanın) veya bir sıvının (tencere içindeki suyun) kendisinden daha sıcak bir yüzey ile temas etmesi halinde yüzeyden ısı enerjisi alır, sıcaklığı artar ve bulunduğu yerden yükselmeye başlar. Eğer gazın veya sıvının sıcaklığı temas ettiği yüzeyden küçük ise, yüzeye ısı enerjisi kaybederler, sıcaklıkları düşer ve bulundukları yerden aşağı doğru hareket etmeye başlarlar.

Gazlar ve sıvılar çevrelerinden sıcak olduklarında yükselirler, soğuk olduklarında aşağıya doğru hareket ederler.

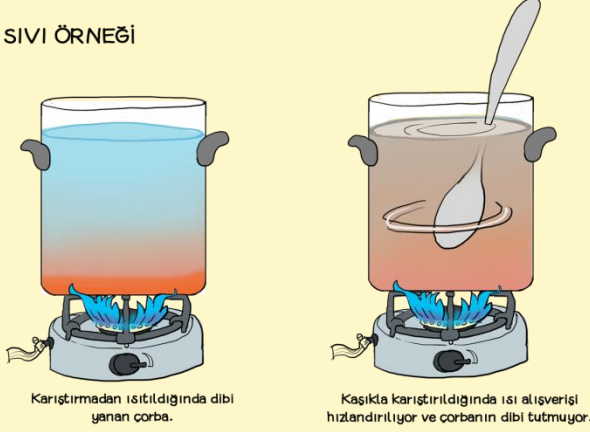


Balon, içindeki gaz (hava ve yanma gazları) evresinden sıcak olduğu için yükselir. Soğuduka aşağıya doğru hareket eder.

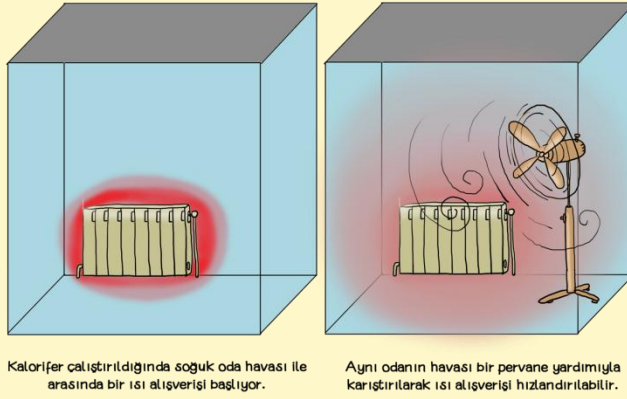
Gaz veya sıvı, yüzeyden ısı alarak veya yüzeye ısı vererek yer değiştirirken, yerine yine yüzeyden farklı sıcaklıktaki gaz veya sıvı akışkan parçacıkları gelir, ısı alış veya veriş devâm eder. Böylelikle ısı enerjisi yüzeyden gaza veya sıvıya ya da gazdan ve sıvıdan yüzeye geçmiş olur. Bu tür ısı alışverişine taşınım denir.

Gazlardan (havadan) veya sıvılardan (sudan) yüzeylere veya yüzeylerden gazlara veya sıvılara ısı alışverişini, gazı veya sıvıyı bir pervane, bir pompa, bir karıştırıcı ile hareket ettirerek hızlandırabilirsiniz.

SIVI ÖRNEĞİ

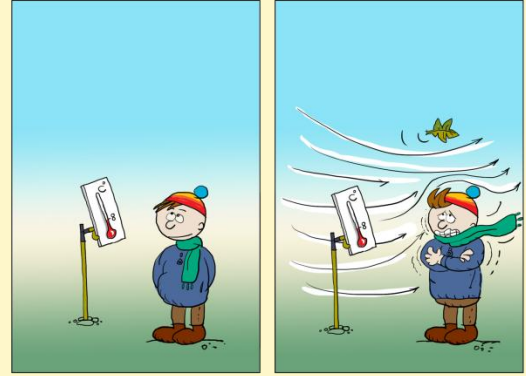


GAZ ÖRNEĞİ



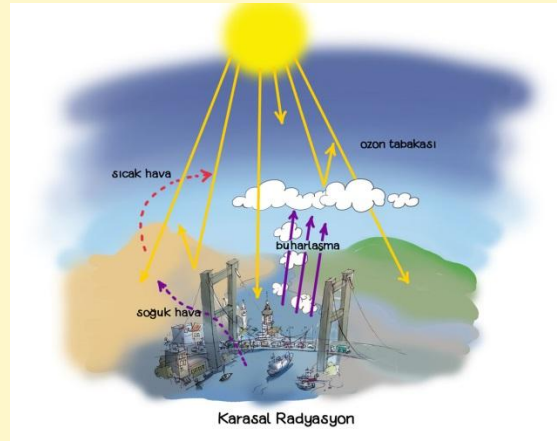
Gazlardan (havadan) veya sıvılardan (sudan) yüzeylere veya yüzeylerden gazlara veya sıvılara ısı alışverişini, gazı veya sıvıyı bir pervane, bir pompa, bir karıştırıcı ile hareket ettirerek hızlandırabilirsiniz.

Soğuk bir havada esen rüzgâr, insan vücudundan soğuk havaya olan ısı geçişini artırır. Bu yüzden aynı sıcaklıktaki durgun havadakinden daha çok üşürüz. Yazın ise yeterince ısı kaybedemediğimiz için çok sıcak hissettiğimiz bir ortamda, rüzgâr eserse ya da bir vantilatörün önüne geçsek yine daha fazla ısı kaybederiz ve kendimizi daha konforlu hissederiz.



Isınım (Radyasyon) İle Isı Transferi

Sıcaklığı olan her cisim, yüzeyinden radyo dalgaları gibi elektromagnetik dalgalarla enerji yayar. Bu dalgalara ısınım (radyasyon) denir. Sıcaklığı çok yüksekse çok, sıcaklığı az ise az ısınım yayınımlı olur. Güneş, dünya için yaklaşık 6000°C santigrat derecede (°C) çok yüksek sıcaklıkta ısınım yayan bir gök cisimidir. Güneş ile dünya arasında boşluk olsa da bu dalgalar boşlukta da yayılırlar.



İnsanlar ise yüzey-deri sıcaklıkları ortalama olarak 33.2 santigrat derece olan, güneşe göre çok soğuk varlıklardır ama onlar da güneş gibi enerji yayarlar. Çevrenizdeki her şey, pencereler, kapılar, koltuklar, sandalyeler ısınım yayar. Yüksek sıcaklıklı cisimlerin (Güneş, elektrik sobası, ocağın alevi) yaydığı ısınımın bir kısmı görünürdür. İnsanlar gibi düşük sıcaklıklı cisimlerin yaydığı ısınımlar gözle görülmez.

Işınım ile ısı transferi, bir ısı enerjisi alışverişidir. Siz pencere camına, pencere camı da size ışınlama ısı enerjisi gönderir. Cam yüzeyi çok soğuksa siz pencereye daha fazla enerji gönderirsiniz. Bu yüzden soğuk kış günlerinde pencereleri perde ile kapatarak pencereye olan ısı kaybınızı azaltabilirsiniz.

Cisimler birbirlerine ne kadar çok yakınsalar birbirlerine o kadar çok ısınlama gönderirler. Dünya ile güneş arasındaki mesafe şimdikiinden daha yakın olsaydı, dünya çok sıcak olacaktı. Hatta yakınlığa bağlı olarak hiç hayat olmayacaktı. Elektrik sobasına ne kadar çok yaklaşırsanız o kadar çok fazla enerji alırsınız.

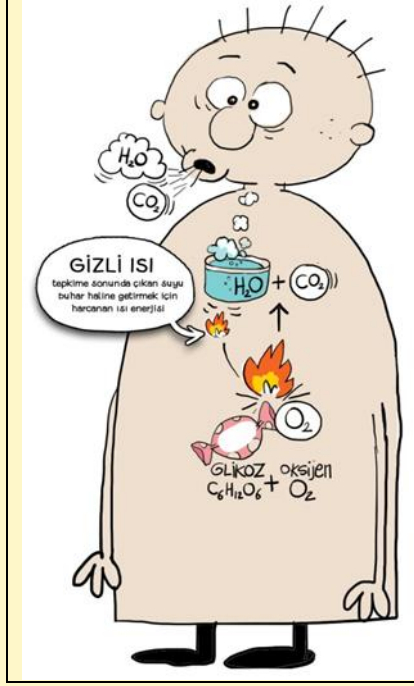
Solunum ve Terleme Sırasında Madde Transferi Yoluyla Enerji Alışverişi

Her soluk alış ve verişte bir miktar havayı içimize çeker, içindeki oksijeni bir miktar tüketip, içindeki karbondioksit ve su buharı miktarı artmış olarak geriye veririz. Dışarıdaki hava vücut denge sıcaklığından daha düşük ise ciğerlerimize çektiğimiz havayı sıcaklığını artırarak dışarıya veririz. Böylelikle havayı dış ortam sıcaklığından üfleme sıcaklığına kadar ısıtarak dışarıya verdiğimiz için bir miktar “**duyulur ısı**” kaybederiz. Vücut denge sıcaklığından yüksek sıcaklıktaki ortamlarda ciğerlerimize çektiğimizde havaya duyulur ısı verilemez. Tersine havadan ciğerlerimiz yoluyla vücuda duyulur ısı transferi olur.

Duyulur ısı maddelerin (gaz, sıvı, katı) sıcaklığını artıran ısı, duyulur ısı enerjisidir.

Gizli ısı maddelerin sıcaklığını değıştirmeden onları eriten, buharlaştıran enerjidir.

Nefes alıp verirken dışarıya verdiğimiz havanın içindeki nem, içimize aldığımız nemden daha fazladır. Yani ciğerlerimiz kanalıyla havaya nem (su) veririz. Bu nem, vücudumuzda şekerin oksijen ile birleşmesiyle enerjinin ve karbondioksitin yanında ortaya çıkan sıkı suyun buhar halidir. Sıvıların buharlaşması ek bir ısı enerjisi almaları ile mümkün olur. Buharlaşma esnasında sıcaklık artmaz bu yüzden buharlaşma için harcanan ısı enerjisine “**gizli ısı**” denir. Sonuçta nefes ile dışarıya atılan ek nem, hem sıcaklığının artmasına neden olan bir duyulur ısıyı, hem de buharlaşması için verilmesi gereken gizli ısıyı içinde bulundurur ve bu enerjileri dışarıya taşır.



5. ISIL AÇIDAN KONFORLU BİR ORTAM NASIL ALGILANIR

Bir ortamın ısı olarak algılanması kişinin hareketliliğine, giysilerine, havanın nemine, basılan yerin sıcaklığına, ayak bileği hizası (10 cm), oturma halinde bel (60 cm) ve baş hizasındaki (110 cm) oda havasının kuru termometre sıcaklığına, oda havasının nemine, duvarların sıcaklığına, baş hizasındaki hava hızına bağlı olarak değişir.

Deride, omurilikte, bağırsaklarda, ana damarlarda bulunan sıcaklık alıcıları, insan beynindeki soğuk ve sıcak algılayıcı neronları tetikler. Bunun sonucunda soğuk, sıcak, ılık, gibi ısı konfor düşüncesi oluşur. Bu neronların bulunduğu merkezler aynı zamanda beynin sıcaklık kontrol (termostat) merkezleridir.

Beynimizin, bir ortamın ısı konforunu (sıcak, soğuk, uygun, vs gibi) değerlendirmesinde etkili olan altı temel faktör vardır. Bunların dördü bulunduğumuz ortamın özellikleriyle, ikisi ortamda bulunan insanlarla ilgilidir.

Ortamla ilgili faktörler	İnsanlarla ilgili faktörler
ii. Hava sıcaklığı	vi. Giysiler
iii. Yüzey sıcaklıkları	vii. Metabolizma hızı – hareketlilik
iv. Hava hızı	
v. Havanın nemi	

a. Bulunduğumuz ortamdaki hava sıcaklığı ısı konforu nasıl etkiler?

Vücudumuzun yüzeylerinde içinde bulunduğumuz havaya verilen ısı, deri ile hava arasındaki sıcaklık farkıyla orantılıdır. Eğer bu sıcaklık farkı pozitif ise ısı kaybederiz, negatifse ısı alırız. Kaybettiğimiz ısı ürettiğimiz ısıdan fazla ise ortamı soğuk olarak algılarız; az ise ortamı sıcak olarak algılarız. Dengede ise ortam ısı konfor açısından uygundur, “nötr” olarak adlandırılır.

b. Bulunduğumuz iç ortamı çevreleyen yüzey sıcaklıkları ısı konforu nasıl etkiler?

İçinde bulunduğumuz ortamdaki yüzeylerle vücudumuz ışıyım ile enerji alışverişinde bulunur (Bknz: Bölüm 4). Etrafımızı çevreleyen yüzeyler (kışın pencere camları, dış duvarlar) düşük sıcaklıklara eriştiğinde, bu yüzeylere ışıyım ile olan ısı kaybı artar. Bu artış bizi m ortamdaki ısı konforu serin ya da soğuk olarak algılamamıza neden olabilir. Duvarları yalıtımak, pencereleri çift, çok soğuk iklimlerde üç camlı yapmak, iç yüzey sıcaklıklarını ve ısı konfor seviyesini yükseltir.

c. Hava hızı, ısı konforu nasıl etkiler?

Yaşam hacimlerimizi oluşturan iç ortamlarda bulunan hava (doğal veya yapay) çeşitli nedenlerle hareketlenir.

Havanın doğal hareketliliği:

Kendinden sıcak veya soğuk yüzeylerle temas eden hava hareketlenir (Bknz. Bölüm 4). Sıcak hava yükselir, yerine soğuk hava gelir. Kışın dışarıdaki soğuk hava, kapı ve açılır kapanır pencere açıklarından iç ortama girer. İç ortamdaki sıcak havada yine benzer şekilde ama daha üst yükseklikteki açıklıklardan dışarıya çıkar. Böylece iç ortamdaki hava hareketlenir.

Benzeri doğal hava hareketliliği; iç ortamın soğuk, dış ortamın sıcak olduğu hallerde de söz konusudur.

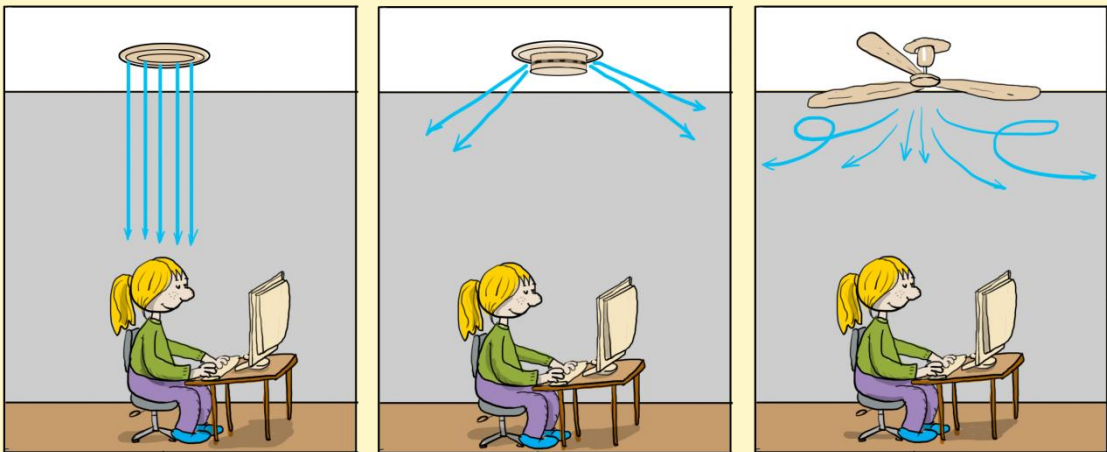


Kapı altından giren soğuk havanın ısı fotoğrafı

Doğal olarak havası hareketlendirilmiş ortamlarda, hava hızının belli seviyelerin üzerine çıkması durumunda ısı konfor kötüleşebilir. Ayaklarımızda, boynumuz, başımızda yerel üşümeler hissedebiliriz.

Havanın yapay hareketlendirilmesi

İç ortamlarda bulunan hava, ısıtma, soğutma ve havalandırma cihazlarının fanlarıyla, pervane gibi araçla, enerji (elektrik) kullanılarak yapay olarak hareketlendirilir. Endüstriyel olarak standartlara uygun üretilmiş ve uygun yerleştirilmiş ısıtma ve soğutma araçlarının yaşam bölgesinde (iç ortamda insanın bulunabileceği hacimler) sebep olduğu hava hızlarının kışın 0.15 m/sn.'den, yazın da 0.25 m/sn'den yüksek olması istenmez. Hava sıcaklığı çok yüksek de olsa hızlar çok artarsa, boyunda geçici veya kalıcı hareket kısıtlamalar (sağa sola döndürme açısında küçülme gibi) oluşabilir.



Uygun hava sıcaklıklarında pervane gibi cihazlarda yukarıda belirtilen hız sınırlarını aşmamak kaydıyla vantilatör kullanımı ısı konfor seviyesini yükseltebilir. Bu tür uygulamalarda hız sınırlarına mutlaka dikkat edilmelidir.

Vücut etrafında doğal veya yapay olarak hareketlenmiş hava nedeniyle çevreye daha fazla enerji veririz. Bu nedenle hava sıcaklığı vücut tarafından, olduğundan daha düşük olarak algılanır. Bu sıcaklığa “**hissedilir sıcaklık**” denir. Hava raporlarında rüzgâr hızına göre hissedilir sıcaklıklar da verilmektedir. Aşağıdaki tabloda, rüzgâr hızına ve hava sıcaklığına göre hesaplanan hissedilir sıcaklıklar yer almaktadır.

Rüzgar Hızı (km/saat)	Dış Hava Sıcaklığı °C										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
5.0	9.8	8.6	7.5	6.4	5.2	4.1	2.9	1.8	0.7	-0.5	-1.6
10.0	8.6	7.4	6.2	5.0	3.9	2.7	1.5	0.3	-0.9	-2.1	-3.3
15.0	7.9	6.7	5.4	4.2	3.0	1.7	0.5	-0.7	-2.0	-3.2	-4.4
20.0	7.4	6.1	4.9	3.6	2.3	1.1	-0.2	-1.5	-2.7	-4.0	-5.2
25.0	6.9	5.7	4.4	3.1	1.8	0.5	-0.8	-2.1	-3.3	-4.6	-5.9
30.0	6.6	5.3	4.0	2.7	1.4	0.1	-1.3	-2.6	-3.9	-5.2	-6.5
35.0	6.3	4.9	3.6	2.3	1.0	-0.4	-1.7	-3.0	-4.3	-5.6	-7.0
40.0	6.0	4.6	3.3	2.0	0.6	-0.7	-2.0	-3.4	-4.7	-6.1	-7.4
45.0	5.7	4.4	3.0	1.7	0.3	-1.0	-2.4	-3.7	-5.1	-6.4	-7.8
50.0	5.5	4.1	2.8	1.4	0.0	-1.3	-2.7	-4.1	-5.4	-6.8	-8.1
55.0	5.3	3.9	2.5	1.2	-0.2	-1.6	-3.0	-4.3	-5.7	-7.1	-8.5
60.0	5.1	3.7	2.3	0.9	-0.5	-1.8	-3.2	-4.6	-6.0	-7.4	-8.8

Hava sıcaklığının 5°C düştüğü bir ortamda rüzgar hızı 15 km/saat ise insanlar hava sıcaklığını 1.7°C gibi hissederler.



Rüzgar Hızı (km/saat)	Dış Hava Sıcaklığı °C																			
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
5.0	-2.7	-3.9	-5.0	-6.1	-7.3	-8.4	-9.5	-10.7	-11.8	-12.9	-14.1	-15.2	-16.3	-17.5	-18.6	-19.7	-20.9	-22.0	-23.1	-24.3
10.0	-4.5	-5.7	-6.9	-8.1	-9.3	-10.5	-11.7	-12.9	-14.1	-15.3	-16.5	-17.7	-18.8	-20.0	-21.2	-22.4	-23.6	-24.8	-26.0	-27.2
15.0	-5.6	-6.9	-8.1	-9.3	-10.6	-11.8	-13.0	-14.3	-15.5	-16.7	-18.0	-19.2	-20.4	-21.7	-22.9	-24.1	-25.4	-26.6	-27.8	-29.1
20.0	-6.5	-7.8	-9.0	-10.3	-11.6	-12.8	-14.1	-15.3	-16.6	-17.9	-19.1	-20.4	-21.6	-22.9	-24.2	-25.4	-26.7	-28.0	-29.2	-30.5
25.0	-7.2	-8.5	-9.8	-11.1	-12.3	-13.6	-14.9	-16.2	-17.5	-18.8	-20.0	-21.3	-22.6	-23.9	-25.2	-26.5	-27.8	-29.0	-30.3	-31.6
30.0	-7.8	-9.1	-10.4	-11.7	-13.0	-14.3	-15.6	-16.9	-18.2	-19.5	-20.8	-22.1	-23.4	-24.7	-26.0	-27.3	-28.7	-30.0	-31.3	-32.6
35.0	-8.3	-9.6	-10.9	-12.2	-13.6	-14.9	-16.2	-17.5	-18.9	-20.2	-21.5	-22.8	-24.1	-25.5	-26.8	-28.1	-29.4	-30.8	-32.1	-33.4
40.0	-8.7	-10.1	-11.4	-12.7	-14.1	-15.4	-16.8	-18.1	-19.4	-20.8	-22.1	-23.4	-24.8	-26.1	-27.4	-28.8	-30.1	-31.5	-32.8	-34.1
45.0	-9.1	-10.5	-11.8	-13.2	-14.5	-15.9	-17.2	-18.6	-19.9	-21.3	-22.6	-24.0	-25.3	-26.7	-28.0	-29.4	-30.7	-32.1	-33.4	-34.8
50.0	-9.5	-10.9	-12.2	-13.6	-15.0	-16.3	-17.7	-19.0	-20.4	-21.8	-23.1	-24.5	-25.9	-27.2	-28.6	-29.9	-31.3	-32.7	-34.0	-35.4
55.0	-9.8	-11.2	-12.6	-14.0	-15.3	-16.7	-18.1	-19.5	-20.8	-22.2	-23.6	-25.0	-26.3	-27.7	-29.1	-30.5	-31.8	-33.2	-34.6	-36.0
60.0	-10.2	-11.5	-12.9	-14.3	-15.7	-17.1	-18.5	-19.9	-21.2	-22.6	-24.0	-25.4	-26.8	-28.2	-29.5	-30.9	-32.3	-33.7	-35.1	-36.5



Serinlemek için vantilatörün kullanılmasının nedeni havanın hızını artırarak daha fazla ısı (enerji) kaybetmeyi sağlamaktır. Böylelikle kendimizi daha serin bir ortamda buluyor gibi hissederiz.

d. Havanın nemi, ısı konforu nasıl etkiler?

Bulduğumuz ortamlardaki havanın nemi (havanın içinde bulunan su buharı miktarı) dış havanın nemine ve iç ortamdaki nem kaynaklarına bağlıdır. Okullarda iç kaynaklar olarak, sınıflarda bulunan öğrenciler (solunumla verdikleri nem) ile havalandırılmayan ıslak hacimlerdir (tuvaletler vs.).

İç ortam bağıl neminin genel olarak % 30 ile %70 aralığının dışında olduğu durumlarda hem ısı konforu hem de sağlık, doğrudan veya dolaylı olarak etkilenir. Uygun olmayan nem değerlerinin doğrudan etkileri gözlerde rahatsızlığa, deri kuruluğuna, astımın tetiklenmesine ve uygun olmayan ısı konforu algılanmasına neden olur. Doğrudan olmayan etkileriyle uygun olmayan nem değerleri küfün gelişmesi gibi biyolojik ve bazı kimyasal gelişmelere neden olarak insan sağlığını etkileyebilir.

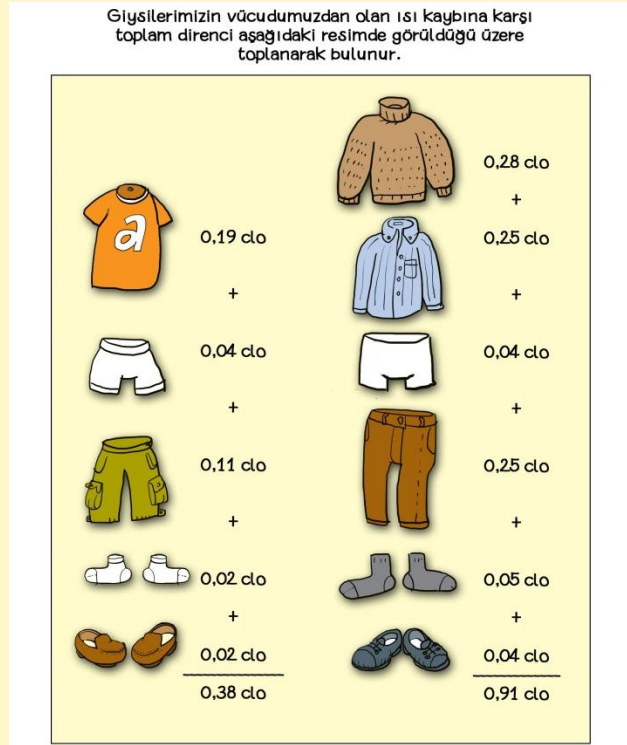
e. Giysiler ısı konforu nasıl etkiler?

Giysilerimizin kalınlığı ve sayısı bulduğumuz ortamı ısı konforu açısından değerlendirmemizi etkiler. Soğuk ortamlar için kalın giyinmemizin sebebi, soğuk çevre ile deri arasındaki ısı alışverişini azaltmak için derimiz ile soğuk hava arasında ısı transferini zorlaştıran giysi tabakaları koymaktır. Bulduğumuz ortamdan ısı konforu açısından şikâyet etmezken, üzerimizdeki giysilerin bir kısmını çıkardığımızda ısı çevreyi serin veya soğuk, tersine daha

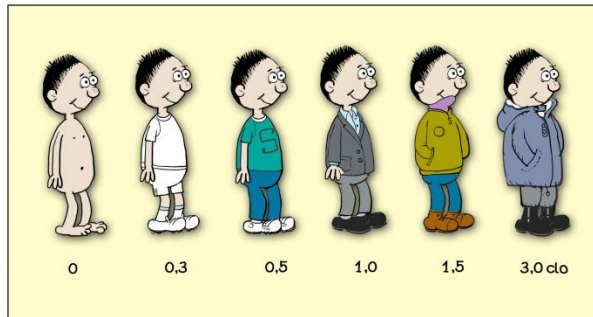
fazla giyindiğimizde aynı ısı çevreyi ılık veya sıcak olarak değerlendirebiliriz. Isıl Konfor bilgisinde giysilerimizin kalınlığı clo birimi ile ölçülür⁶. Aşağıdaki resimde farklı giysilerin do birimi cinsinden değerleri verilmiştir.

Giysiler insanın ısı kaybını azaltır. Giysilerin ısı enerjisinin geçişine karşı gösterdikleri direnç clo birimiyle ölçülür. do birimi İngilizce “clothing” kelimesinden gelmektedir. Bir giysinin clo değeri ne kadar yüksek ise ısı geçişi o kadar zorlaşır. Çıplak insan vücudunun do değeri sıfırdır. Bir ceketin direnci 0.35 clo bi paltonun ise 0.6 clo’ dur. Mühendislikte kullanılan birimler cinsinden ise 1 clo = 0.155 m².°C/W değerindedir.

Giysilerimizin vücudumuzdan olan ısı kaybına karşı toplam direnci aşağıdaki resimde görüldüğü üzere toplanarak bulunur.



Aşağıdaki resimde, tipik kıyafetler içindeki insanların toplam giysi dirençleri verilmiştir.



⁶ Giysiler insanın ısı kaybını azaltır. Giysilerin ısı enerjisinin geçişine karşı gösterdikleri direnç clo birimiyle ölçülür. clo birimi İngilizce “clothing” kelimesinden gelmektedir. Bir giysinin clo değeri ne kadar yüksek ise ısı geçişi o kadar zorlaşır. Çıplak insan vücudunun clo değeri sıfırdır. Bir ceketin direnci 0.35 clo bi paltonun ise 0.6 clo’ dur. Mühendislikte kullanılan birimler cinsinden ise 1 clo = 0.155 m².°C/W değerindedir.

f. İnsanların hareketliliği–yaptığı aktivite ısı konforu nasıl etkiler?

Giysilerimiz gibi ısı konforumuzu etkileyen bir başka faktör, içinde bulunduğumuz hareketliliktir, yaptığımız iştir.

Bir kapalı salonda basketbol maçı yapan insanları kenardan izlerken, tribünde oturduğumuz için kendimizi ısı açıdan konforlu hissedebiliriz. Ancak üzerimizdeki giysilerle basketbol oynamaya başlarsak kısa bir zaman sonra ortamı sıcak hissederek, üzerimizdeki giysileri çıkarmaya başlarız. Çünkü giysilerimizin kalınlığı ürettiğimiz fazla enerjiyi çevremize vermemize engel olurlar.

Hâlbuki oturur halden basketbol oynadığımız zamana geçerken hava sıcaklığı hiç değişmemiştir. Değişen, birim zamanda ürettiğimiz ve (çevremize) yaydığımız enerjidir ki buna **metabolizma hızı** denir.

İnsanların ürettikleri ve çevrelerine birim yüzeylerinden yaydıkları enerjinin ölçüsü **met'** dir. İnsanlar hareketsiz oturma halinde vücutlarının metrekaresinden yaklaşık 58.2 Wattlık enerji yayarlar. Bu değere 1 met ($=58.2 \text{ W/m}^2$) denir.

Kadınlar ve erkekler için farklı olmasına rağmen yetişkin insanların vücut yüzeyleri yaklaşık 1.8 metrekaaredir. Ortalama bir yetişkinin çevreye verdiği ısı enerjisinin 105 Watt ($= 58.2 \times 1.8$) olduğunu söyleyebiliriz. Yatan bir insanın ürettiği ve yaydığı enerji değeri 0.8 met'dir. Aşağıdaki resimlerde çeşitli aktivitelerdeki insanların metabolizma hızları görülmektedir.

6. İÇ ORTAMDAKİ ISIL KONFORUN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ

İçinde bulunduğumuz ortamın ısı şartlarından şikâyetçi olmuyorsak;

- bize sıcak veya soğuk gelmiyorsa,
- bizi etkileyen bir hava akımı yoksa,
- terlemiyorsak,
- ya da üşümüyorsak

o ortamdaki şikâyetçi değiliz (memnunuz) demektir. Böyle bir durum 0 (sıfır) değeriyle “nötr” olarak temsil edilmektedir.

Bulunduğumuz ortamdaki ısı konfor, şikâyetçi olmadığımız nötr konumdan soğuk veya sıcak yönde aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi 7 dereceli bir cetvelle ölçülmektedir. Bu cetvelle PMV⁷ (Ortalama Isıl Duyum) indeksi denilmektedir.

Bir ortamın PVM indeksi, o ortamda bulunan çok sayıda insanın, ortamdaki ısı şartları nasıl hissettikleri üzerine yapılan anketlerle belirlenmektedir. Ayrıca ısı konforu etkileyen parametreler (Bknz. Bölüm 5) vasıtasıyla da hesaplanmaktadır.

Bir ortamın nötr (ya da sıcak vs) olarak değerlendirilmesi, o ortamda bulunan insanların hepsi tarafından nötr (ya da sıcak vs) değerlendirilmesi anlamına gelmez (Bknz. Bölüm 7).

⁷ Predicted Mean Vote: Ortalama Isıl Duyum

PMV Değeri	Örnek Ortamlar	Sıcaklık	Bağıl Nem	Hava hızı
3	Genellikle terlediğimiz, yüzümüzün kızardığı ortamlar	Çok Sıcak	Çok Kuru	Çok az
2	Sıcaklığından çok rahatsız olduğumuz terlemenin başladığı ortamlar	Sıcak	Kuru	Az
1	Sıcaklığından çok fazla rahatsız olmadığımız ortamlar	Hafif Ilık	Hafif Kuru	Hafif
0	Vücudumuzun hiçbir parçasında sıcak veya soğuktan şikâyet etmediğimiz ortamlar	Uygun - Nötr	Uygun - Nötr	Uygun
-1	Soğukluğundan çok fazla rahatsız olmadığımız ortamlar	Hafif Serin	Hafif Nemli	Biraz fazla
-2	Soğukluğundan çok rahatsız olduğumuz titremenin olduğu ortamlar	Soğuk	Nemli	Fazla
-3	Bazı organlarımızın donma noktasına geldiği ortamlar	Çok Soğuk	Çok Nemli	Çok fazla

İnsanların hareketliliği – yaptığı aktivite ısı konforu nasıl etkiler?



yatmak
0,8 met



oturmak
1,0 met



ayakta durmak
1,4 met



yavaş yürümek (2km/Saat)
2,0 met



hızlı yürümek (5km/Saat)
3,0 met



koşmak (10km/Saat)
10,0 met



Saat Tamiri
1.1 met



Bilgisayar kullanmak
1.2 met



Araba tamiri yapmak
2.2 met



Bulaşık Yıkamak
2.5 met



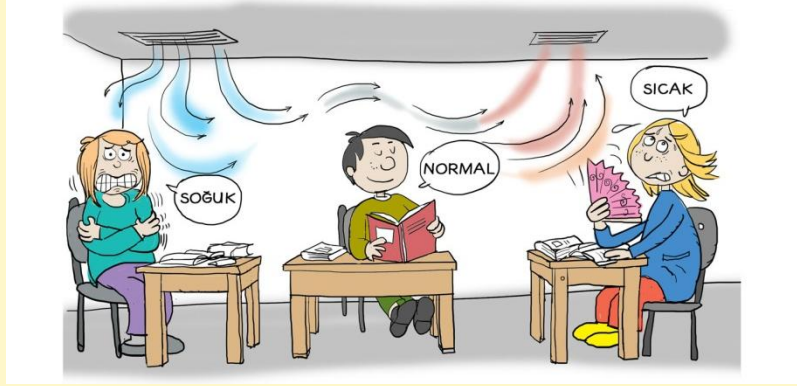
Kasaplık
2.5 met



Tarlada çalışmak
6.5 met

7. BİR ORTAMIN ISIL KONFORU HERKES TARAFINDAN AYNI ŞEKİLDE Mİ ALGILANIR?

Bazen bir ortamda bulunan insanların bazılarının ortamı sıcak, bazılarının uygun, bazılarının da soğuk bulduğu gözlemlenebilir. Bu normal bir durumdur.



Bir iç ortamın ısı konfor açısından uygun (nötr) olmasını sağlayan iç ortam ısı şartlarını belirlemek için çok sayıda insanla sıcaklıkları, nemi, hava hızı istenilen değerlerde ayarlanabilen özel odalarda deneyler yapılır. Bu deney odalarında yeterince kalan insanlara içerideki ortamı nasıl bulduğu (sıcak, soğuk, ılık vs) sorulur ve cevapları değerlendirilir. Bu insanların %80'i tarafından **paylaşılan** ısı konfor hissi o ortamın ısı konfor durumunu ifade eder.

Bazen bu deney odalarında insansı mankenler (Manikin) kullanılarak çeşitli büyüklükler (sıcaklıklar vs) ölçülerek o ortamların insanlar tarafından nasıl algılanacağı belirlenmeye çalışılır.



iklim odası⁸



Bir iklim odasında ısı konfor deneyleri için insansı manken (manikin)⁹



Isıl konfor test odası ve insansı test modelleri¹⁰

Uluslararası standartlara göre bir ortamın, bir binanın, bir okulun ısıtma, soğutma, klima ve havalandırma sistemlerinin projelendirilmesinde, orada yaşayacak insanların %80'i tarafından uygun bir ısı konfor hissi verecek ısı çevrenin yaratılması öngörülmüştür.

⁸ <http://aaa.uoregon.edu/news/climate-chamber-debuts-may-29>

⁹ <http://archiwum.ciop.pl/7287.html>

¹⁰ <http://www.iciee.byg.dtu.dk/Facilities/Climate-Chambers>

8. OKULLARDA UYGUN ISIL KONFOR İÇİN ISIL ŞARTLAR NE OLMALI?

Yazın soğutulan ortamlarda hafif giysiler, kışın ısıtılan ortamlarda ise kalın giysiler tercih etmek şartıyla neme bağlı olarak ortamın sıcaklığı kışın ısıtılan mekânlarda 20 °C–24 °C, yazın soğutulan ortamlarda ise 23 °C–27 °C arasında olmalıdır.

Ortam ister ısıtılıyor ister soğutuluyor olsun, iç ortam bağıl nemi %30-%70 aralığında olmalıdır. Isıtılan veya soğutulan ortamlarda sıcaklık artışı veya azalışı çok çabuk hissedilir ancak nem değişimini hissetmek o kadar kolay değildir. Eğer sıcaklık ısıtma ve soğutma durumu için en uygun değerler aralığında ise nemin %30-%70 aralığında olması ısıl konfor için yeterlidir. Yine de bulunduğunuz ortam neminin bu aralığın altına inmesine ve üstüne yükselmesine izin verilmemelidir. Sınıflara konulabilecek nemölçerlerle bu aralığın korunup korunmadığı denetlenebilir. Aralık dışına çıktığında da nemlendirme veya nem kaynaklarının azaltılması gibi tedbirler alınabilir.

	İçinde su buharı bulunmayan havaya kuru hava denir. Kuru havanın hacimsel olarak %78'i azot, %21'i oksijen ve geriye kalan %1'i karbondioksit ve diğer gazlardan oluşur. İçinde su buharı olan ve atmosferimizi oluşturan havaya nemli hava denir. Yerel şartlara ve sıcaklığa bağlı olarak atmosfer havasının içinde %5'e kadar su buharı bulunabilir. Hava içindeki nemin ölçümü çok farklı sistemlerle yapılabilir. En çok uygulanan fiziksel prensip, boyu nem ile değişen malzemelerin kullanıldığı nemölçerlerdir. Nemölçerler higrometre olarak adlandırılmıştır. Günlük hayatta hava içindeki nem miktarı bağıl nem olarak ifade edilir ve %0 ile %100 arasında değişir.
--	---

Düşük veya yüksek nemin ısıl konfor dışında da etkileri söz konusudur. Yüksek nemdeki havanın teneffüs edilmesi rahatsızlık verici olabilir. Dahası yüksek iç ortam havası nemi nedeniyle bulunduğumuz ortamın duvarlarında küf oluşumu başlayabilir ki, bu da ortamda mantar veya diğer mikroorganizmaların oluşmasına sebebiyet verebilir. Düşük nemli ortamlarda da ısıl konfor harici etkiler görülebilir. Mesela ciltte kuruma, burun içinde tahriş, gözlerde kuruma başlayabilir veya saçlarda elektriklenme hissedilebilir. Bu nedenle her ne kadar ısıl konfor için %30-%70 aralığı normal görünse de sözü geçen konfor dışı etkilerin oluşmaması için ortam bağıl neminin %40 - %60 aralığında tutulması uygun olacaktır.

Gerek ısıtılan gerekse soğutulan mekânlarda insan çevresindeki hava hızları 0.2 m/s civarında olmalıdır. Genel olarak ısıtılan ortamlarda 0.15 m/s, soğutulan ortamlarda ise 0.25 m/s'den daha yüksek hava hızları istenmeyen bir durumdur. Hava hızlarının ölçümü sıcaklık ve nem ölçümü gibi pratik olarak basit bir cihazla yapıp değerlendirilemez. Mekanik havalandırma tesisatının olmadığı sınıflarda çocukların baş seviyesinde hızların 0.15 m/s değerini geçmediği yeni yapılan havalandırma tesisatlarında, bu tesisatlar işletmeye alınırken denetlenmelidir. Var olan sınıflarda hava hızlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi konusunda Makina Mühendisleri Odası'ndan yardım istenebilir.

Ortamda bulunan pencereler ve yalıtımsız duvarlar, kışın çok soğuk olduklarında, yazın çok sıcak olduklarında ışınlama ısı transferi nedeniyle (Bknz. Bölüm 4) vücudumuzdan olan ısı kaybını etkilerler. Bu nedenle duvarların yalıtılarak sıcaklıklarının artması veya azalmasının önlenmesi son derece önemlidir. Pencereler ise kışın soğuk yazın ise sıcaktır. Çift camlı yapılarak, pencere ile ortam arasında

uygun perdelemelerle,kişi ile pencere yüzeyi arasındaki ışınlama ısı transferi ve dolayısıyla bunun negatif etkisi yok edilebilir.

Giyim durumumuz da konfor algımızda son derece önemlidir. Ortam şartları yukarıda açıklanan değerlerde olmasına rağmen konfor hissi hâlâ olumsuz ise giyim durumu mutlaka kontrol edilmelidir. Mesela kışın ısıtılan bir ortamda ortam sıcaklığı 22 °C iken hâlâ üşüme söz konusu ise, belki de kıyafetler olması gerekenden incedir ve tekrar değerlendirilmelidir.

Yerel Isıl Konforsuzluk

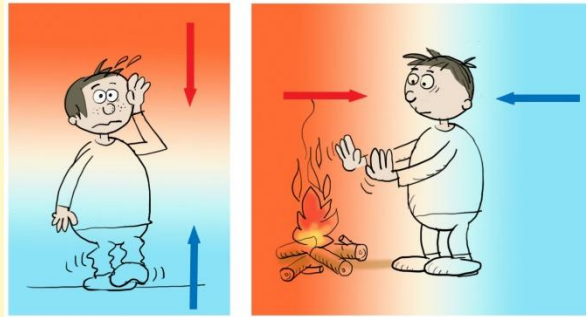
İnsan vücudunun düşey olarak farklı sıcaklıkların etkisi altında olması yerel konforsuzluklar yaratır. Çok düşük seviyeli bir aktivite halinde (oturma gibi) ısı konforsuzluk yaratan durumlar aşağıda verilmiştir.

Bastığımız **taban sıcaklığının** etkilememesi için sıcaklığının 19°C ile 29 °C arasında olması gerekir. Ayağımızda olan ayakkabı, terlik gibi giysiler ve cinsleri etkiyi değiştirir.

Ayak bileği ile baş arasındaki sıcaklık farkının 3°C'dan fazla olması yine ısı konforsuzluk yaratır.

Vücudunuzun bir parçasının soğuk bir yüzeye (pencereye) bakması, aksi tarafının da sıcak bir yüzeye bakması **ışınım ile ısı transferinde simetrik olmayan** bir durum yaratır. Bu durumda vücudunuzun farklı bölgelerinde yerel ısı konforsuzluk söz konusu olur.

Simetrik olmayan ışınlama ile ısı transferinin yarattığı ısı konforsuzluğun hissedildiği yerlerden biri de bir ateşe doğru dönmeniz halidir. Bu durumda bir müddet sonra arkanızdan çok üşüdüğünüzü hissedersiniz. Ateşe daha yaklaşmanız bu konforsuzluğu gidermez.



9. KONFORLU OLMAYAN BİR ORTAMIN İNSAN (ÖĞRENCİ) SAĞLIĞINA ETKİSİ

Öğrenciler, okuldan okula geçişle birlikte günlük yaşamlarının yaklaşık üçte birlik bölümünü okullarda yani sınıflarında geçirirler. Bu nedenle öğrencilerin gerek bedensel gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken belirli bir rahatlık içerisinde olabilmesi için bulundukları sınıfların, ısı konfor şartları açısından uygun olması gereklidir. Eğer sınıf ortamında uygun ısı konfor şartları sağlanamaz ise, önce sıkıntı hissedileceği, daha sonra ise rahatsızlık duyulmaya başlanacağı açıktır. Hava sıcaklığı, nem, hava hızı, ışınlama ile ısı kaybı, sınıf ortamında ısı konforu etkileyen sebeplerdir. Bu faktörlerin öğrencinin bünyesine uygun halde olmaması, öğrenci sağlığını ve öğrenme performansını etkiler. Sağlıklarının bozulması en başta okula devamsızlıklarını, dolayısıyla başarısızlıklarını artırır. İnsanın çalışma verimi beyin ile eller arasındaki uyuma bağlıdır. Bunun için gerek soğuk gerekse sıcak ortamda yapılan çalışmalarda vücut sıcaklığının ortalama 37 °C civarında olması çalışmanın rahat

sürdürülebilmesi için zorunludur. Bu sıcaklık 33 °C'ye düştüğünde bilinç kaybı başlar, 42 °C'ye çıktığında ise merkezi sinir sistemi çöker.

Okullar gibi çalışma ortamındaki düşük veya yüksek sıcaklıklar, vücut sıcaklığını ve dolayısıyla öğrencinin psikolojik direncini azaltır, çalışma güdüsünü ve verimini düşürür. Kişilerin verimli bir biçimde çalışabilmeleri için ortam sıcaklığının 8. bölümde açıklanan uygun değerlerde olması gerekir. Sıcağa tepki ve dayanıklılık bakımından kişiden kişiye farklılıklar olmakla birlikte genelde performansın 27 °C sıcaklıktan itibaren azaldığı, ortam sıcaklığı 29 °C'ye çıktığında iş verimin %5 düştüğü, sıcaklık 32 °C'ye çıktığında ise iş verimindeki düşüşün %30 civarında olduğu bilinmektedir.

Isıl konfor için gerekli sıcaklıkların altında bir sıcaklığa sahip sınıf ortamında bulunan bir öğrencide kısa dönemde, öncelikle kanın deriden çekilmesi ile deri ürpermesi başlayacak, daha sonra kaslarda soğuyarak titreme baş gösterecektir. Bu soğuk etkinin devamı uzun dönemde kan dolaşımını yavaşlatacak, kan ve dolayısıyla ısı takviyesi yeterli olmayacak ve dış ortamda soğuğa maruz kalınma ile aynı doğrultuda hastalıklar oluşabilecektir.

Sıcaklığın ısı konfor için gerekli sıcaklıkların üzerinde olduğu bir sınıf ortamında da yine öğrencide bazı olumsuzluklar oluşacaktır. Eğer ortam hafif sıcak ise kan deriye doğru daha fazla akacağından temel organlarda kan dolaşımı normalden daha az olur. Bu da öğrencide bitkinliğe sebep olabilecektir. Eğer ortam hafif sıcak değil de sıcak olarak nitelendiriliyor ise öğrenci terlemeye ve vücut buharlaşma ile ısı kaybetmeye başlayacak, bu da vücutta tuz kaybına neden olacaktır. Sıcak ortamın daha da uzun sürmesi veya ortamın çok sıcak olması durumunda sıvı kaybı artacak, ter bezleri yorulacak, zamanla terleme azalacak, buharlaşma ile ısı kaybı düşecek, vücut sıcaklık dengesi bozulacak ve ısı çarpması denilen durum ortaya çıkacaktır. Yüksek sıcaklığa bağlı tipik hastalıklar, belirtileri ve tedavileri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Yüksek Sıcaklığa Bağlı Hastalık	Tipik Belirtileri	Tedavi
Isı Krampları	Isı krampları genellikle karın, kol ve bacaklarda kas ağrısı ve spazmı şeklindedir. Sıcak bir ortamda yorucu bir aktivite sonrası vücudun su ve tuz kaybına başlaması ile meydana gelebilir.	Tedavi şunları içerir: • Aktivite durdurulur ve serin bir yerde sakince oturulur, • Sıvı alımı artırılır, • Aktiviteye geri dönülmeden önce birkaç saat dinlenilir, • Kramplar devam ediyorsa tıbbi destek alınır.
İsilik	Yoğun kaşıntılı kırmızı deri döküntüsü olur. Bu, derinin uzun süreli ıslak kalmasından ter bezlerinin kapanması neticesinde ortaya çıkar.	Tedavi şunları içerir: • Deri serin ve kuru tutulmalı, uygun elbiseler giyilmeli ve sıcak işlerden kaçınılmalı.
Bayılma	Kan damarları (özellikle bacaklardaki) deriden ısı transferini arttırmak için genişler ve kalbe dönen kan akışının azalmasına sebep olduğunda bayılma meydana gelir. Bu tepki geçici olarak beyne olan kan akışını azaltır ki, bu da kişinin bayılmasına neden olur.	Tedavi şunları içerir: • Eğer bir kişi bayılırsa, kişi gölgeye yatırılır, dış giysileri çıkartılır, soğuk su verilir ve buharlaşma ile ısı kaybını arttırmak için fan kullanılır.
Isı Bitkinliği	Isı bitkinliği, sıcak çarpmasına doğru gelişebilecek ciddi bir durumdur.	Tedavi şunları içerir: • Kişi serin bir yere götürülür

	Uyarıcı sinyaller şunlardan oluşabilir: • Solgunluk ve terleme, • Hızlı kalp atışı, • Kas krampları, güçsüzlük, • Baş dönmesi, baş ağrısı, • Mide bulantısı, kusma, • Bayılma.	ve uzanması sağlanır, • Dış giysiler çıkartılır, • Deri serin su veya ıslak giysiler ile ıslatılır, • Tıbbi destek alınır.
Sıcak Çarpması	Sıcak çarpması hayatı tehdit eden acil bir durumdur. Vücudun ani sıcaklık yükselmesini önleyemediği durumlarda meydana gelir. Belirtileri ısı bitkinliği ile aynı olabilir fakat deride terleme yoktur, kurudur ve kişinin zihinsel durumu kötüleşir. Kişi sendeler, sersemleşir, nöbet hali oluşur, çöküntü görülür ve bilinçsizlik oluşur.	Tedavi şunları içerir: • Ambulans çağrılır, • Kişi serin bir yere götürülür ve uzanması sağlanır, • Elbiseler çıkartılır ve su ile deri ıslatılır, sürekli hava sağlanır, • Bilinçsiz insan pozisyonu sağlanır ve solunum yolu açılır.

Yapılan bilimsel çalışmalar uygun olmayan ortam ısı koşullarının sadece yukarıda açıklanan rahatsızlıklara yol açmadığını, ayrıca baş ve boyun hareket açıklıkları üzerine de son derece etken olduğunu açıkça göstermiştir. Özellikle yaz şartlarında soğutulan ortamlarda 0.2 m/s'yi aşan hava hızı değerlerinin hüküm sürdüğü ortamlarda bulunan insanlarda baş ve boyun açıklıkları kısıtlanmakta, daha açık deyimle boyun tutulmaları baş göstermektedir. Soğutulan ortama terli vücut ile girilmesi durumunda bu tutulmaların arttığı da bilinen bir gerçektir. Özellikle terli vücut hali için 0.4 m/s ve 0.6 m/s gibi yüksek hızlar ve yaz şartlarında 23 °C'nin altındaki düşük sıcaklıklar bu riski arttırmaktadır.

10. UYGUN BİR ISIL KONFOR YARATILMASI İÇİN ÖNERİLER

Bu rehberin en başında belirtildiği üzere, okulu oluşturan iç ortamların ısı şartlarının, çocukların ve öğretmenlerin sağlığını ve başarısını etkilememesi için yapılması gereken ilk şey ısı konforunun ne olduğu konusunda bilgi sahibi olmaktır. Bundan sonraki adımlar ise (A) okuldaki ısı konforu ile ilgili durumu belirlemek için ölçme yapmak ve değerlendirmektir. (B) Sonraki adım ise yapılan ölçüm sonuçlarına göre gerekli önlemlerin alınmasıdır.

(A) ISIL KONFORUN BELİRLENMESİ

Bir sınıfta ısı konforunun belirlenmesi oldukça pahalı bir donanımın kullanılması ve bu donanım ile yapılan ölçme sonuçlarının bir uzman tarafından değerlendirilmesi ile mümkündür. Pratik olarak araştırmalar dışında bu çalışmanın yapılması beklenilmez. Ancak basit bir termometre ve bir higrometre ile yapılacak sıcaklık ve nem ölçümleri ısı konforu hakkında pek çok bilgi verir. Bu nedenle ısı konforu yönetimi açısından ilk yapılacak çalışma sıcaklık ve nemi ölçmektir.

Basit bir alkollü termometre ile yine basit bir higrometre, sınıfların dışı bakmayan bir duvarına 110 cm. yüksekliğe asılarak, her gün okul ders saatlerinde, her saat başında bir ölçüm yapılarak kaydedilmelidir.

(B) ISIL KONFORSUZLUĞA KARŞI ÖNLEMLER

Eğer sınıflardaki sıcaklık değişimi uzun zamanlar boyunca 20 °C-24 °C aralığının dışına çıkıyorsa, öğrenciler ısı konfor konusunda şikâyet ediyorsa, soğuk algınlığı gibi nedenlerle sınıfta devamsızlıklar artmışsa ısı konforun sağlanması için aşağıdaki kontrol listesinin gözden geçirilmesinde ve ilgili tedbirlerin alınmasında yarar vardır.



Isıl konfor parametrelerinin ölçülmesi¹¹

- Eğer sıcaklık istenilen aralığın dışında ise ısıtma tesisatının yeterli kapasitede olup olmadığı, kapasite uygun olsa da kullanımı sırasında hata yapıp yapılmadığı konusunda Makina Mühendisleri Odası'ndan bir uzmandan görüş alınmalıdır. Bu kapsamda doğru bir ısıtma sisteminin kullanılıp kullanılmadığı da tekrar değerlendirilmelidir. Unutulmamalıdır ki, soba ya da elektrikli ısıtıcılar gibi ısıtma cihazları ortamı ısıtmadan ziyade cihaza yakın kişileri ısıtım ile ısıtmaya yarayan ve genel konfordan öte sadece cihaza yakın ve cihazı gören vücut kısımlarımızı ısıtan cihazlardır ve bu tip cihazların olduğu yerlerde ısı konfor beklemek son derece güçtür. Sınıflarımızda güncel teknolojiye uygun kalorifer veya klima sistemleri ile ısıtma sağlanması halinde de sınıf içerisinde sıcaklığın homojen dağılımlı (eş dağılımlı) olması son derece önemlidir. Bu sistemlerin varlığında da hâlâ konforsuzluk söz konusu ise kalorifer tesisatı bulunan bir sınıfta radyatörlerin doğru yerleştirilip yerleştirilmediği, klima ile ısıtılan bir sınıfta ise hava dağıtım kanallarının tasarımı konusunun değerlendirilmesi hususunda uzman görüşüne ihtiyaç duyulabilir.
- Sıcaklıklar istenilen aralıkta ise öğrencilerin giysi tercihlerinin doğru olup olmadığı tekrar kontrol edilmelidir. Kış şartlarından dolayı gereğinden kalın giysi ve yanlış kumaş tercihleri söz konusu ise bu konuda gerekli uyarılar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır. Unutulmamalıdır ki, kış şartlarında ince kıyafetler tercih edilerek ortamın sıcaklığını arttırarak yapılacak bir konfor düzenlemesi gereksiz enerji sarfiyatına da neden olacaktır.
- Sınıftaki nem düzeyi ölçülerek kontrol edilmelidir. Unutulmamalıdır ki, sıcaklık arzu edilen alt değer olan 20 °C iken nem %30 değerinin altında ise serin hissine, sıcaklık 24 °C iken %60 değerinin üzerindeki nem değeri ılık hissine neden olabilecektir. Nem kolay ölçülebilir bir parametre olduğundan, tespit edilebilir ve önlemler alınabilir. Sınıflarda basit nemlendirici ve nem alıcı cihazların bulundurulması nemi %40-60 aralığında tutmak için tavsiye edilebilecek basit teknolojilerdir.
- “Cereyan” olarak isimlendirilen istenmeyen mertebelerdeki yüksek hava hızları da özellikle yerel ısı konforsuzluğa sebep olabilecek bir etkidir. Hava hızlarının ölçülerek tespiti daha önce de belirtildiği üzere ancak bir uzman tarafından yapılabilecek çalışmadır. Kalorifer

¹¹ <http://www.testo.hu/ter-mekek/komforterzet-es-bel-ter-i-legallapot-merok/>

sistemi gibi havanın doğal olarak hareketinin oluştuğu ısıtma sistemlerinde bu etkinin oluşması mümkün gözükmemekle birlikte, mekanik havalandırma (klima) tesisatının olduğu sınıflarda görölme olasılığı da son derece yüksektir. Sınıflarda yapılabilecek oturma düzenindeki değişiklikler ile, özellikle havanın sınıfa basıldığı kanal ağızlarından yeterince uzak oturma düzenleri sağlamak, uygulanabilecek basit bir önlemdir. Bunun dışında alınabilecek önlemler ise bir uzman görüşü gerektirmektedir. Özellikle havanın basıldığı kanal ağız (menfez) tiplerinin değiştirilmesi ile havanın sınıf içerisine eş olarak (homojen) dağıtılması mümkün olacağı gibi öğrencilerde oluşabilecek cereyan etkisi de yok olacaktır. Bütün bunların yanı sıra sınıflardaki pencere doğramalarında hava sızıntısı olmaması da oldukça önemlidir. Bu sızıntılar da cereyan etkisine sebep olabileceği gibi vücudun belirli bir bölgesinde soğuk etkisi oluşturarak yerel konforsuzluğa da sebebiyet verebilir.

- Sınıf ortam sıcaklığı istenilen aralıkta ve eş dağılımlı, nem değeri uygun, hava hızları düşük olsa bile sınıfta bulunabilecek herhangi bir soğuk yüzey özellikle o yüzeye yakın oturan kişilerde soğuk algısı oluşturup, yerel konforsuzluğa sebep olabilecektir. Sınıflarda özellikle çift camlı pencere sistemlerinin tercih edilmesi, düşük pencere yüzey sıcaklığı nedeniyle oluşabilecek konforsuzluğun önüne geçebilecek basit bir önlemdir. Bu kapsamda duvarların yalıtımı da son derece önemlidir. Yalıtımlı duvarlar ısı kayıplarını azaltarak enerji tasarrufu sağlayanın yanında duvar iç yüzey sıcaklıklarını arttıracacağı için ısıl konfor hissinin artmasına yardımcı olacaktır.

Unutulmamalıdır ki, alınacak tüm önlemlere, yapılacak tüm düzenlemelere rağmen, sınıf iç ortamı istenilen konfor değerlerinde olsa bile hâlâ bir kısım öğrenci aynı ortamda konforsuzluk hissedebilir. Belirlenen tüm konfor değerleri %80 insanın memnuniyetine dayanan ölçütlerdir. Yaş, cinsiyet, kilo, metabolizmanın farklı çalışması gibi kişiye özel birçok parametre de konforu etkilemektedir. Ortam şartları istenilen en iyi değerlerde iken yukarıda sıralanan önlemler de alınmış olsa bile hâlâ ısıl olarak konforsuzluktan bahsedecek öğrencilerin olabileceği de unutulmamalıdır. Zira ısıl konfor bir düşünce halidir ve kişiden kişiye önemli farklılıklar söz konusu olması tabiidir. Yapılan araştırmalar, kişilerin bulundukları ortamın ısıl şartlarını kendilerine göre ayarlamak istediğini, yani kumandanın kendilerinde olmasını talep ettiğini açıkça göstermiştir. Ancak sınıf gibi topluluğun bulunduğu bir ortamda herkesin kendine göre bir düzenleme yapması mümkün değildir. Bu nedenle sınıflarda öğretmenlerimizin yukarıda açıklanan önlemler de alınmak kaydıyla, basit sıcaklık ve nem ölçüm değerlerini değerlendirerek sınıf ortamını uygun değerlerde tutmaları büyük çoğunluktaki öğrencilerini ısıl konfor açısından mutlu edecektir. Bu durumdan hoşnut olmayan öğrenciler için yer değiştirme, giysilerini değiştirme gibi tedbirlere başvurularak onların da uygun ısıl konfor şartlarına ulaşması sağlanır.