

FİZİKSEL İŞYERİ DÜZENLEME: İKLİMLENDİRME



İÇİNDEKİLER

- Genel Kavramlar
 - Sıcaklık, nem, hava akımı, termal konfor
- İklimlendirmenin Etkileri
- Isı Yalıtımı
- Hava Kalitesi
- İklimlendirme Sistemleri
- İklimlendirme Uygulamaları



HEDEFLER

- Bu üniteyi çalıştıktan sonra;
 - Sıcaklık, nem, hava akımı ve termal konfor gibi iklimlendirme kavramlarını tanımlayabilecek,
 - İklimlendirmenin sağlık üzerindeki etkilerini anlayabilecek,
 - Hava kalitesi, ısı yalıtımı ve iklimlendirme sistemleri hakkında bilgi sahibi olabileceksiniz.



ATATÜRK
ÜNİVERSİTESİ

ATA-AÜF

ERGONOMİ
Dr. H. Ali AYGÖR

ÜNİTE

9

GİRİŞ

Dış hava, sanayi çok gelişmeden önce, birçok bölge de hemen hemen aynı derecede temiz idi. Günümüzde ise, özellikle büyük şehirlerde ki CO₂ yüzdesi kırsal kesime oranla çok daha fazla miktarlarda yüksektir.

Diğer taraftan, binalarda, fabrikalarda, atölyelerde insanların bedensel fonksiyonları ve çalışmaları hava bileşimini etkiler. Ciğerlerden çıkan havada CO₂ ile su buharı vardır. Solunum, aksırık ya da öksürük sırasında, havaya bakteriler yayılabilir.

İnsan vücudundan çıkan organik menşeli kirli ürünlerin miktarı bedenin temizlik durumuna bağlıdır. Endüstriyel işlemler sonunda ortaya çıkan dumanlar, gazlar veya tozlarda havanın kirlenmesine yol açar.

Çalışanlar arasında, oksijen yetersizliğine yorulan birtakım rahatsızlıkların görülmesinin nedeni oksijen eksikliği değil, hareketsizlik dolayısıyla havanın cilt üzerinde canlandırıcı bir etkiye bulunmayışındır.

Mekân içerisindeki hava, hissedilir şekilde kirli ve bunaltıcı derecede sıcak olmasa bile, bazen ağır görünebilir. Böyle bir durum, hava hareketlerinde herhangi bir değişme olmayışı nedeniyle meydana gelebilir. Serinlik duygusu cilt dokusundaki duyu organları tarafından yaratılır. Bu organlar sıcaklık değişikliklerine karşı tepkide bulunur.

Hava hareketinin cilt sıcaklığını düşürdüğü aşîkârdır. Sıcaklık derecesindeki azalma serinlik duygusunu artırır. Havanın hareketi hep aynı kalır, sıcaklık değişmezse, ortam içinde, insanın fiziksel tepkilerini canlandıran değişmeler meydana gelmez. Fakat hava hareketinde değişmeler olursa, cilt sıcaklığı da ani değişmelere uğrar, insan bir serinlik duygusu hisseder. Bu etki psikolojik olabildiği gibi fizyolojik de olabilir. Aynı şekilde, hava hareketinde değişme görülmesi, ortamın daha serin olduğu intibasını uyandırabilir.

Ne olursa olsun, havalandırma ve iklimlendirme işlemi, uzunca bir zaman sürebilecek en sıcak şartlara cevap verebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Ilıman iklime sahip bölgelerde, ortalama yaz ısısı dikkate alınmalı; daha soğuk mevsimlerde mahalle sokulan hava miktarı ayarlanmalıdır. Hava hareketlerinde bir değişme oluşturan havalandırma işlemi, bu değişme ne ölçüde daha fazla hissedilirse, o ölçüde daha etkili olur. Değişimin daha az hissedilmesi hâlinde, ortamın daha fazla havalandırılması gerekir.

Ortamdaki aşırı sıcak ya da soğuk, rutubetli ya da kuru havanın ısı stres yarattığı, çeşitli hastalıklara hatta psikolojik sıkıntılara neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle herhangi ortamın tasarımında havalandırma, diğer faktörler kadar hatta daha fazla önem kazanmaktadır.

Hava, insanlar için her şey demek olduğundan, çalışanların veya o ortamı kullananların verimini düşürmemek, sağlıklı, rahat, ferah bir ortam yaratabilmek için havanın sıcaklığı, nemliliği, hareketi kriterlerinin çok dikkatli bir biçimde uygun



Hareketsizlik, havanın cilt üzerindeki etkisini azaltır.



Havalandırma, ortam havasını değiştirmektedir.

bir kombinasyonu, yapılmalıdır. Yaptıklarımızın karşılığını almak, insanlara güvenli ve rahat bir ortam vermek istiyorsak, havalandırma konusuna gereken önem verilmelidir.

Bu dersin amacı, insani çalışma koşullarından olan iklimlendirme ve havalandırma konusunda ergonomik normların öğrenilmesidir.

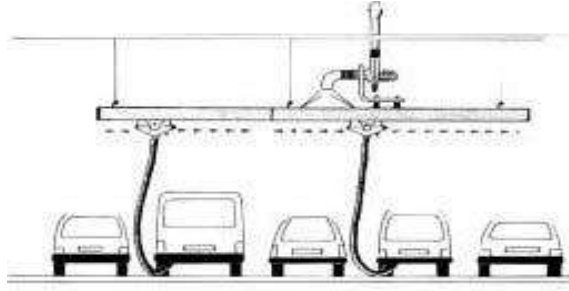
Bu ünitemizde önerilen bazı iç hava ve iklim koşulları, ANSI / ASHRAE Standart 55-1981 adı altında (ANSI: American National Standards Institute, ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) , hava sıcaklığının, nemliliğinin, hareketinin ve giyinmenin insan konforu üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmalardan geliştirilmiştir.

SICAKLIK, NEM, HAVA AKIMI ve TERMAL KONFOR

Kapalı bir ortamdan kirli havayı boşaltmaya, bir mekânın havasını doğal yolla veya mekanik yollarla değiştirmeye, orada hava dolaşımını sağlamaya *havalandırma* denir.

Havalandırma işleminin asıl amacı ortam içinde bulunan aşırı derecede ısınmış ve kirlenmiş hava yerine dışarıdan temiz hava alınması ve nemlilik derecesinden ileri gelen rahatsızlık duygusunun önlenmesidir.

Hava iklimlendirme kavramı ile havalandırma kavramı bazen birbirlerine karıştırılmaktadır. Hava *iklimlendirme* kavramının anlamı şudur; belli bir yer içine gönderilen havanın temizlenmesi, soğutulması, ısıtılması, nemlendirilmesi veya kurutulması suretiyle bu yer içinde istenen şartların oluşturulması faaliyetleridir.



Şekil 9.1. İç havalandırmada kirli hava dışarı atılır.

Havalandırma tesisleri ile tam iklimlendirme tesisleri arasında kesin bir sınır çizilmesi imkânı yoktur. Bazı iklimlendirme metotları bir havalandırma tesisi ile ortaklaşa uygulanırsa daha ekonomik bir çözüm yoluna ulaşılabilir. Mesela ortama gönderilen havanın ısıtılması veya soğutulması ve bu havada bulunan tozların filitreleme yolu ile tutulması imkân dâhilindedir.

İnsan vücudunda ısı, tuz, asit, baz, şeker vs. bazı fiziksel ve kimyasal değerlerin belli sınırlar içinde kalması gerekmektedir. İnsan vücudunda, yapısında, bu değerlerin belli aralıklarda kalmasını sağlayan, ayarlayan mekanizmalar mevcuttur. İnsan bu mekanizmalar ile olumsuz çevre şartlarına karşı kendini savunur ve olumsuz şartlarda dahi hayatini devam ettirme imkânını sağlar.



Sıcaklık yükseldikçe
çalışanın performansı
düşecektir.

İnsan vücudunda mevcut olan bu dengelerden biri de ısıdır. Hasta olmayan normal bir insan vücudunun sıcaklığı 36 santigrat derecedir.

Hâlbuki insan çevresi ile devamlı iletişim hâlinde. Çevresindeki şartlardan devamlı etkilenmektedir. İnsanın çevre şartlarından biri de, hava sıcaklığıdır.

Çalışanların, sıkılmaması, rahatsız olmaması, hastalanmaması, vücut kimyalarının bozulmaması için ortam şartlarını ve konumuz olan ısıyı uygun hâle getirmek gerekmektedir.

Yapılan bir araştırmaya göre,

- Sıcaklık 29 derece olursa performans % 5 düşer.
- Sıcaklık 30 derece olursa performans % 10 düşer.
- Sıcaklık 31 derece olursa performans % 17 düşer.
- Sıcaklık 32 derece olursa performans % 30 düşer.

Havalandırma sorunu ile sıcaklık sorunu birbirilerine ayrılmaz bir şekilde bağlıdır. İçinde oturan bir yerin konforu, sıcaklık faktörüyle hangi ölçüde değişirse, serinlik faktörüyle de aynı ölçüde değişir.

Dışarıdan yapı içine sokulan serin hava, mahal içi sıcaklığını, dışarıdaki gölge sıcaklığına indirebilecek miktarda olmalı, ayrıca, beden sıcaklığının düşürülmesi bakımından, mahal havasına yeter ölçüde bir hareket verilmelidir.

İnsan ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi en iyi anlatan kavram ısı konfor kavramıdır.

Isıl konfor; insanın, bulunduğu ortamın ısı şartlarından hoşnut olma hâlidir. İnsan ile ortam arasındaki ısı alışverişini etkileyen büyüklükler *ortamın ısı şartlarını* oluşturur. Bunlar; ortam havasının termometre sıcaklığı, bağıl nemi ve hızı ile ortamın ısı yalıtım sıcaklığıdır.

Nem, havada bulunan su buharı miktarıdır. Nemlilik, mevcut ortam ısı koşullarında, iş yeri havasını doymuşluk düzeyine getirecek kadar su buharı değerine göre, yüzde oranı şeklinde ifade edilir.

Havadaki nem miktarı "*mutlak*" ve "*bağıl nem*" olarak ifade edilir. Mutlak nem, birim (1 kg) havadaki su buharı miktarıdır. Bağıl (rölatif) nem ise, birim hacim havada bulunan su buharı miktarının, o sıcaklıktaki doymuş havada bulunması gereken su buharı miktarına oranıdır. Çalışma şekillerine göre bağıl nemin % 30-70 olması gerekir.

Bir ortamı oluşturan yüzeylerin sıcaklığı, önemli ölçüde yapı bileşenlerinin ısı yalıtım ve ısı depolama özelliklerine bağlıdır. Bu sebeple, mevzuata da uygun inşa edilmiş yapılarda ısı konforun sağlanması daha kolay ve ucuzdur.

Çalışma yerinin sıcaklığında tekdüzelik sağlanmalıdır. Vantilatörler kullanılarak sıcaklığın etkisi azaltılmalıdır. Düşük sıcaklıkta hava akımı azaltılmalıdır. Hava sıcaklığı çalışma biçimine göre saptanmalıdır.

Tablo 9.1. Çalışma şekli ile olması gereken ortam sıcaklığı

Çalışma şekli	Oda sıcaklıkları (°C)
Oturarak zihinsel çalışma	21-23
Oturarak hafif bir çalışma	19
Ayakta hafif bir iş	18
Ayakta ağır bir iş	17
Çok ağır iş	15-16

Sıcaklığın cinsiyete ve yaşa göre ayarlanması gerekir. Kadınlar ve 40 yaşından yaşlı erkekler için sıcaklık konforu 1°C daha yüksek uygulanmalıdır. Bir fırın veya ocaktan yayılan sıcaklığa karşı ekranlar ve ısı geçirmez elbiseler aracılığıyla korunmak gerekir. Fırın veya ocağın iş yerini kızdirmasına olanak vermeden sıcaklık davlumbaz sistemiyle dışarıya atılmalıdır.

Bürolardaki ortalama sıcaklık 21-23 °C civarındadır. Bu değerler de gayet normal değerlerdir.

İnsanların sağlık ve konforu için, ticari malların işlem ve korunmasında kalitelerinin bozulmaması için ve statik elektrik toplanmasını önlemek için *nem seviyesinin belirli bir düzeyde olması gerekmektedir*. Nemlilik özellikle kış mevsiminde (soğuk iklimlerde) dış havanın fazla miktarda kullanıldığı uygulamalarda mutlaka gereklidir.

Havada daima su buharı bulunur. Havanın nemlilik derecesi deyimiyle tanımladığımız kavram, bu su buharının yüzde oranı cinsinden ifade edilir. Hava içindeki bu su buharı yüzdesi insanın konfor şartlarını etkiler.

Termal konfor bölgesi, çalışanın, faaliyetini sürdürmesi esnasında en rahat durumda olabilmek için gerekli termal konfor şartlarının üst ve alt sınırlar arasında olan bölgedir. Termal konfor bölgesini etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir:

- Ortam sıcaklığı
- Ortamın nem durumu
- Hava akım hızı
- Yapılan işin niteliği
- Çalışanın giyim durumu
- Çalışanın yaşı ve cinsiyeti
- Çalışanın beslenmesi
- Çalışanın fiziki durumu
- Çalışanın sağlık durumu

Konfor bölgeleri için bazı kısıtlamalar söz konusudur:

- Konfor bölgeleri, sadece oturarak veya az enerji sarf ederek aktivitede bulunan kişilere uygulanır.
- Konfor bölgeleri, sadece yaz kıyafetleri için ince ve kısa kollu gömlek ve benzerleri (0,5 clo) , kış kıyafetleri için de kalın ve uzun kollu gömlek, kazak,



Ortam sıcaklığı, çalışma şekline göre ayarlanmalıdır.

ceket ve benzerleri (0,9 clo) kullanıldığı zaman uygulanabilir. ("clo", bir giysi takımının termal izolasyonunu temsil eden bir nümerik birimdir.)

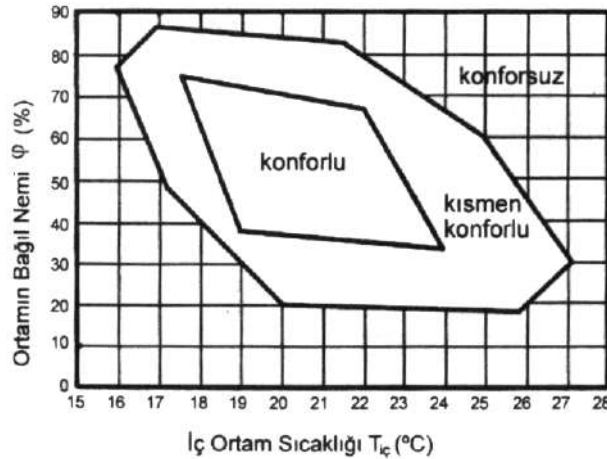
- Konfor bölgeleri, belirlenmiş ortamda, hava hareketi kışın 30 feet/dakika (FPM) ve yazın 50 FPM'yi geçmediği zamanlarda uygulanabilir.
- Konfor bölgeleri, sadece radyasyon ile ortamdaki kişi ve çevredeki odanın yüzeyleri arasındaki belirli koşullar altında uygulanabilir.

Bu kısıtlar, grafiğin kullanılabilirliğini azaltıyormuş gibi görünmesine rağmen, sonuç hiç de bu şekilde değildir. Öncelikle bu belirlenmiş durumlar çok genelleme olmakla birlikte çeşitli koşullardaki değişiklikler için konfor bölgeleri bu değişiklikleri yansıtacak şekilde ayarlanabilmektedir (Şekil 9.2).

Havadaki nem miktarı ağırlık cinsinden ifade edilir. 30°C sıcaklığında bulunan hava, bir kilogramında kuru hava başına yaklaşık 28 gram su buharını bileşiminde bulundurursa doyma haline geçer.

Nem düzeyinin düşük olduğu işyerlerinde klima gereçleri aracılığıyla nem düzeyi artırılmalıdır. Nem düzeyinin yüksek olduğu işyerlerinde vantilatör kullanarak nemin etkisi azaltılmalıdır.

Nemlilik oranı arttıkça, nemliliği iyi bulanların oranı artacağı gibi ve nemlilik % 40-45 civarına geldiğinde nemliliği normal bulanlarla kuru bulanların oranı eşit çıktığı da olmuştur. Bununla beraber nem miktarının genel olarak % 50 olması beklenir.



Şekil 9.2. Nem ve sıcaklığa bağlı konfor bölgeleri

Genelde bağıl nem %30 ila %70 arasında iken yoğuşmanın olmadığı farz edilir ve çok az problem ortaya çıkar. Havadaki nemle ilgili rahatsızlıklar şu şekilde sıralanabilir:

- Havadaki yüksek orandaki nem alerji ve kötü kokulara neden olabilen küf ve diğer mantarların büyümesini hızlandırabilir.
- Düşük nem ise insan mukoza ve derisinde tahriş yapar.
- Yüksek bağıl nem özellikle evlerde yüksek alerji riski gösteren ev tozu haşerelerinin (kene vb. gibi) büyümeleri için iyi bir ortam hazırlar.



Ortamın nem oranı
% 50 civarında
olmalıdır.

- Sulu klima ortamlarında mantar ve diğer mikroorganizmaların büyüme riski vardır.

Hava akımı, havanın belli bir zaman birimi içerisinde katettiği mesafe cinsinden ifade edilir. Hava akımının düzenlenmesi sayesinde sıcaklığın ve nemin etkisi azaltılabilir. Hava akımı çalışma biçimine göre düzenlenmelidir.

Hava akımı, oturarak çalışma için en çok 12 m/min, çok ince işler için 6 m/min olmalıdır.

Hava hızının 0,075 m/s'den 0,3 m/s değerine yükselmesiyle vücudun çıplak kısımlarında oluşan ısı kayıpları yaklaşık iki kat artmakta bu hızın yine 0,075 m/s değerinden 0,75 m/s değerine kadar yükselmesi hâlinde ise ısı kayıplarındaki artış üç katına erişmektedir.

Sıcaklık derecesinin yüksek olması durumunda bir hava hareketi oluşturulursa insanda hissedilir bir ferahlık duygusu meydana gelebilir ve insanın iş yapabilme kapasitesi ile çalışmaya olan eğilimi belirli bir şekilde artabilir.

Bir bina içinde, havanın durgun hâlde kalmasına imkân yoktur. Durgun hava deyimi takriben 0,075 m / s dolaylarında ya da bundan daha düşük değerde bir hıza sahip olan hava akımları için kullanılmaktadır.

Sıcaklığı 18°C olan yerlerde, normal bir şekilde giyimli insanlar, bu 0,075 m/s değerinin üç katı mertebesinde bir hava akımını bile ancak istisnai hâllerde hissederler. 21° C sıcaklığa sahip bir yerde, havanın hızı 0,3 m / s değerine eriştiği zaman, hava akımı ancak fark edilebilir.

Sadece 1 km / saat'lik bir hızla gezinti yapmak bile, vücut üzerinde 0,3 m / s hızında bir hava hareketinin oluşmasını sağlar.

Genellikle kabul edildiğine göre, 21° C ile 24° C arasında bulunan ortam sıcaklıkları için, 0,5 ile 1 m / s içinde bir hız değerine sahip olan hava hareketleri, oturdukları yerde sadece ufak tefek uğraşlarla vakit geçiren insanlarda rahatlık verici bir serinlik duygusunun meydana gelmesine yol açar.

Buna karşılık sıcak ortamlarda, bedensel bir kas gücünün sarf edilmesi hâlinde, insanda bir ferahlık duygusunun sağlanması için 1,25 ile 2,5 m / s değerinde bir hava hızı gereklidir. İnsanların kısa süreler zarfında, yoğun bir radyasyon etkisine maruz kalması durumunda, bazen daha yüksek hız değerleri oluşturur.

Serinlik duygusu oluşturması için hava hareketinin nasıl bir hıza sahip olması gerektiği, dış hava hızlarının insanlar üzerinde bıraktığı kişisel tecrübelerle bir ölçüde tahmin edilebilir ve hava hızının değeri hakkında, bir dereceye kadar, gerçeğe uygun bir değerlendirme yapılabilir.



Sıcak ortamda, serinlik duygusu için hava hareketi gerekir.

İKLİMLENDİRMENİN ETKİLERİ

Soğuk zamanlarda, üşüme duygusunun önlenmesi için, havalandırma işleminin yanı sıra yeter derecede bir ısıtma işleminin de yapılması gerekir. Yüksek sıcaklıklarda ise, yapılan havalandırma işleminin aşırı bir ısınma duygusuna engel olması gerekir.

Soğukta çalışmanın en genel etkileri şunlardır:

- Soğuk algınlığı,
- Vücudun belirli yerlerinin donması,
- Gözleme ve reaksiyon yeteneğinin azalması,
- Hassas işlerde soğuk etkisiyle parmak ve vücut hareketlerindeki becerinin azalması.

Aşırı sıcakta çalışmanın en genel etkileri şunlardır:

- Nabız frekansının yükselmesi,
- Deri sıcaklığının yükselmesi,
- Terlemenin artması,
- Tuz eksiklikleri, aşırı yorgunluk, sıcaktan baygınlık vb.

Sıcak bir ortam içerisinde bulunduğu zaman, insan niçin rahatsızlık duygusu hisseder? Rüzgâr niçin serinletici bir etki yapar? Sıcaklığın ve hava hareketinin insanın hayati fonksiyonları üzerindeki tesirinin anlaşılması önemlidir.

İnsan vücudu devamlı şekilde ısı üretiminde bulunur. İnsan bu ısıyı, yediği besin maddelerinden alır. Üretilen ısı miktarı sarf edilen gayretlerle birlikte artar. Dinlenme hâlinde bulunan bir insan, takriben 100 kcal/saat değerinde ısı yayınımlarında bulunur. 6, 5 km/saatlik bir hızla yürüyüş hâlinde olan bir insanın etrafa yaydığı ısı miktarı, yaklaşık 350 kcal/saat civarındadır. Fakat, insan vücudu ısı depolama yeteneğine sahip değildir. Vücudun iç sıcaklığı yaklaşık 37 °C dolaylarında sabit kalmak zorundadır. Bu sıcaklığın ötesinde hafif bir yükselme bile tehlike işareti sayılır. 5 °C'lık bir artış genellikle ölümle sonuçlanır.

İnsan vücudu, üretimde gösterdiği çabuklukla ısı yayınımlarında bulunmak zorundadır. Bu ısı yayınımları, cilt yoluyla oluşan ısı kayıplarını ayarlayan fizyolojik bir prosesle gerçekleşir. Soğuk ortamlarda, ısı kaybı bir hayli çabuklukla oluşur; fakat, sıcak ortamlarda, vücut dışarıdan ısı alabilir. Bundan dolayı, insan vücudunun, sadece kendi ürettiği ısıdan değil, dışarıdan aldığı ısıdan da kurtulması gerekir. Bu işte, cilt yoluyla oluşan ısı kayıplarını hızlandırmak suretiyle, hava hareketleri kendisine yardımcı olur.

Ortam şartları nedeniyle, vücut dışarıya ısı yayınımlarında bulunamazsa, zararlı birtakım etkiler meydana gelir. Sıcak bir ortamda, bir ferahlama sağlanmaksızın uzun süre gösterilen bir gayret, tıp dilinde “congestion” denilen ve kanın damarlarda birikmesi şeklinde meydana gelen hastalıklara yol açabilir. Hatta ılıman iklimlerdeki normal yaz sıcaklığı bile, insanın işe olan dayanıklılığını azaltır, isteksizlik doğurur.



Sıcaklık, insanda rahatsızlığı tetikler.

Tropikal iklimlerde, hava hareketlerinin yardımıyla sıcaklık etkisinden kurtulmak ihtiyacı daha belirli hâldedir. Çünkü sıcaklık dereceleri, bir parça uzun bir süre iyi bir verimle çalışmayı mümkün kılacak sınıra erişebilmektedir. İnsan, her türlü şarta bir hayli kolay alışılabilir de, sıcaklık aşırı derecede yüksek olduğu zaman, kişinin çalışma eğiliminde azalma görülür.

Sıcaklığa fizyolojik intibakın kişinin sıcakta çalışma kapasitesini artırması onun sıcak bir ortamın tehlike yahut sakıncalarını tamamen ortadan kaldırması anlamına gelmez. Hatta sıcaklığa uyum sağlamış kişinin tansiyonu çok fazla ise yıkılmış duruma gelebilecektir. İklimle intibak sağlamış bir insan için hoşgörüyü karşılanabilecek en üst seviyeler, kuru ve ıslak termometre derecelerinin karşılaştırılmasına, hava hareketi ile ışıın süresine ve gerçekleştirilen bedeni çalışmanın miktarına bağlıdır.



Radyasyon, konveksiyon ve buharlaşma sıcaklığı ayarlar.

Vücut hareketi 39, 5 derece civarında bulunsa, insan tamamen bitkin duruma düşme tehlikesiyle karşı karşıya kalır. Fakat bu dereceye varılmadan önce sıcaklığın verimi azaltmaya başladığı görülecektir.

Sıcaklığın iş sırasında meydana getirdiği sonuçlar konusunda söylenecek söz, kişinin doğuştan bir emniyet mekanizması olma eğilimi gösterdiğidir. Isınmaya başlayıp vücudunun harareti yükseldiğinde kendini fena hisseder ve içgüdüünün dürtüsüyle çalışma hızını yavaşlatır. Sıcak ülkelerde meydana gelen yavaş iş görme tembellikten kaynaklanmamaktadır. Durum tamamen fizyolojik bir mantığın sonucudur. Eğer iş ağırsa ve sıcaklıktan doğan tansiyon başka yollarla düşürülemezse, dinlenmeler oldukça uzun tutulmalıdır.

Hafif bir beden işine nazaran uzmanlık gerektiren ağır işlerle dikkat ve zihni güç isteyen işler sıcaklıktan doğan tansiyon yükselmeleri için çok daha elverişlidir. Ekseriyetle, kötü bir duruma yol açan şartlar işi de bozar, hataları da çoğaltır. Sıcakta verim düşüklüğüne yol açan bir diğer sebep de sıkça rastlanan hastalık belirtileri, özellikle de çeşitli tipteki cilt rahatsızlıklarıdır.

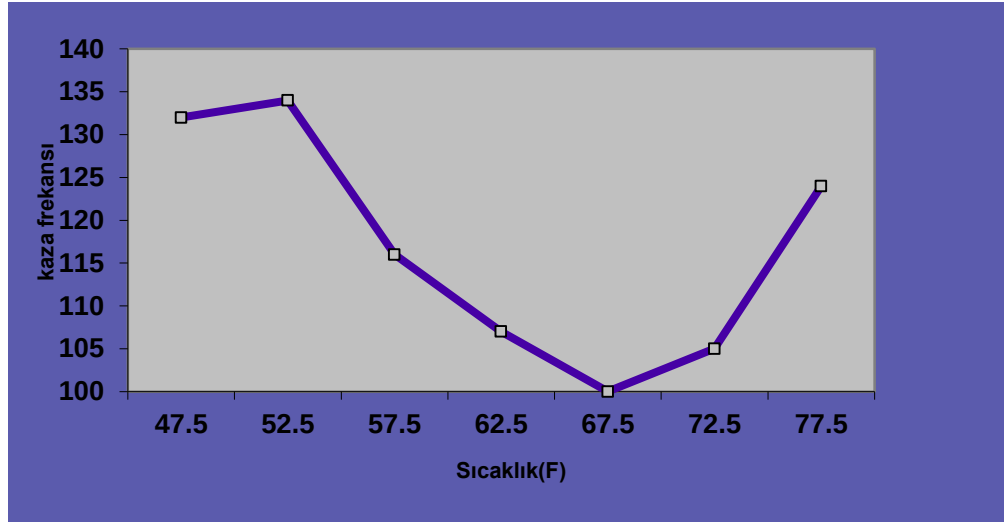


İnsan iç ısı 37 dereceye ayarlanmıştır

Kişinin sıcakta çalışma kabiliyetini değiştiren ve yeniden düzenleyen iklimle uyum gösterme tarzı, Aden'in güç iklim şartlarında hizmet gören askerler üzerinde yapılmış bir araştırmada açıkça belli olmaktadır. Burada iki insan grubu mevcuttur: Biri hiçbir şekilde sıcaklığa alıştırılmamıştı, diğeri ise Basra Körfezi'ndeki garnizonda bir yıl hizmet görmüş olup bu suretle sıcağa karşı tam bir uyum içindeydi. Her iki grup, yaş, boy, fizik kondisyon, askerlik süresi gibi hususlarda birbirinin benzeriydi. Her ikisi de Aden'e güç bir askerî görevi icra etmeleri için gönderilmişti. İklimle uyum sağlamış grupta kayda değer ancak tek bir sıcaktan oluşmuş kaza meydana gelmişti; diğeri ise bu miktar 20 idi. Bu fark vücut sıcaklığı, kalp atışı vb. ölçülmesinden önce kendini açık şekilde gösteriyordu (Şekil 9.3).

Vücudun sıcaklığı farklı üç fenomenle ayarlanır. Bunlar, radyasyon, konveksiyon ve buharlaşma olaylarıdır. Bu son iki olayın sebep olduğu ısı kayıpları üzerinde hava hareketlerinin büyük etkisi vardır.

Şekil 9.3'te de görüleceği gibi sıcaklık 62, 5 °F civarında iken kaza frekansı sabitlenmiş ve fazla sıcak veya soğuğa bağlı olarak herhangi bir kaza meydana gelmemiştir.



Şekil 9.3. Sıcaklığın kaza sıklığı (frekansı) üzerine etkileri

İnsan vücudunun bazı azı sıcaklıklara göstermiş olduğu tepkiler;

- 120° F: 1 saat kadar tolere edilebilir.
- 85° F: Zihinsel aktiviteler yavaşlar, hatalar başlar.
- 75° F : Fiziksel yorgunluk başlar.
- 65° F: Optimum şartlar
- 50° F: Fiziksel soğukluğun uç kısmı başlar.

ISI YAYIMI

İnsanlara ilişkin temel fizyolojik gereklerden biri, normal koşullarda beden sıcaklığının yaklaşık 37 ° C'ye eşit olan sabit bir düzeyde tutulmasıdır.

İnsan daima gereksiniminden daha fazla miktarda ısı üretiminde bulunduğu için beden aracılığı ile oluşan ısı yayınının sürekli bir şekilde gerçekleşmesi gerekir. Bu *ısı yayını konveksiyon, kondüksiyon, radyasyon ve buharlaşma yöntemleri* uyarınca birbirlerinden farklı dört biçimde oluşur.

Konveksiyon, hareket halindeki bir akışkana ısı iletmek yoluyla ısıyı dışarı atmaktır. Hava sıcaklığı cilt sıcaklığından düşük olduğu zaman, konveksiyon yolu ile ısı kaybı oluşur. Bu akışkan genellikle hava veya sudur. Bu yolla ısı atımı ısı alışverişinin %30'udur. Yalıtım ne kadar fazla ise, yayılım yolu ile ısı alış-veriş o kadar az olacaktır.

Bir kişi ve onu kuşatan çevre arasındaki net ısı alış-verişi şu şekilde tanımlanabilir:

$$H = M + R + C - E - D$$

Burada:

H = Vücut ısı depolama yükü

M = Metabolik ısı kazancı

R = Radyant veya enfraruj (kızılötesi ışın) ısı yükü

C = Konvektif ısı yükü

E = Evaporatif (buharlaşma - terleme) ısı kaybı

D = Kondaktif ısı yükünün (direk temas) (yüzme ve dalma vb.) ifade eder.

Hava sıcaklığı cilt sıcaklığından daha düşük olduğu zaman konveksiyon yolu ile ısı kaybı olur. Havanın hareketi arttıkça vücudun bu yolla ısı kaybetmesi olayı hızlanır.

Örneğin bir otomobilin radyatörü düşünüldüğünde, bu radyatörün görevi ısıyı dışarı atmaktan ibarettir. Eğer motor vantilatör olmaksızın çalışsa ve araba yol almasa radyatördeki soğutma suyu kaynayabilir. Motor ısının daha süratle dışarıya atılması için radyatör üzerinde bir hava hareketi oluşturulması zorunludur. İnsan vücudu da benzer şekilde çalışır.

Havası son derece durgun bir ortam içinde insan vücudu havasız kalırsa hemen vücutla temas hâlinde olan hava kütlesi cilt sıcaklığına kadar ısınacak bu takdirde havaya karşı oluşan ısı transferi yavaşlayacaktır.

Fakat buna karşılık cilt ile temas hâlinde bulunduğu için ısınan hava kütlesi hava akımı aracılığı ile uzaklaştırılırsa konveksiyon olayının hızlandığı görülecek ve bu durumda vücut sıcaklığı azalacaktır. Bir vantilatör tarafından oluşturulan hava akımının insan vücudu üzerinde serinlik duygusu meydana getirmesinin nedeni budur.

Sıcaklığı cilt sıcaklığını aşmadığı sürece hava hareketi insan vücudundan konveksiyon yolu ile oluşan ısı kayıplarını artırır. Eğer havanın sıcaklığı cilt sıcaklığından hissedilir şekilde daha yüksek olursa beden sıcaklığı konveksiyon olayının etkisiyle artar.

Gerek radyasyon ve gerekse konveksiyon yoluyla oluşan ısı alış verişlerinde, insan bedeninin “duyulur veya kuru ısı” aracılığıyla serinlediği veya ısındığı söylenir.

Kondüksiyon ise bir katı cisme temas ederek ısıyı ona iletmektir. İki maddenin etkileşmesi sonucu oluşan enerji transferidir. Bu etkileşmenin yönü, enerjisi yüksek olan (sıcaklık) maddenin molekülünden enerjisi düşük olan komşu moleküle doğrudur.

Kondüksiyon yoluyla elbiselerden havaya ısı kaybı vücudun soğuma kaynaklarından biridir. Bu genellikle önemli bir soğuma yolu değildir.



Sıcaklığın yükseği de düşüğü de insanı olumsuz etkiler.

Çünkü elbiselerin iletim ve havanın ısı kapasitesi genellikle düşüktür. Kondüksiyon ve konveksiyon (deri yoluyla vücut ısısının havaya iletilmesi) , vücut iyi bir soğutma maddesi (su gibi) ile temasa geldiği zaman önemli bir ısı kaybı yolu olur. Bu nedenle insanlar soğuk suya maruz kaldıkları zaman aynı sıcaklıktaki havaya maruz kalmaktan daha çabuk ve daha etkin üşürler.

Yüksek sıcaklık gibi düşük sıcaklığın da çalışma başarısı üzerine olumsuz etkileri vardır. Düşük sıcaklıkta algılama ve reaksiyon süresi azalır. Ellerin becerisi azalır. Ancak, düşük sıcaklığın başarıya olan etkisi yüksek sıcaklığın etkisi kadar önemli olmamaktadır. Düşük sıcaklığın kötü etkileri daha fazla giyinmekle önemli ölçüde azaltılabilir.

Radyasyon, vücudun çevre ile olan termal dengesini birazcık açıklar. Çevrede herhangi bir obje, vücut sıcaklığından çok farklı sıcaklıktaysa örneğin; sıcaklığın sıfırın altında olduğu bir günde, çok büyük bir cam, insandan çok büyük bir miktar ısı radyasyonu yayılımına neden olur ve kişinin bulunduğu çevrede hava oldukça ılık olsa bile kişi üşüdüğünü hisseder. Eğer çevrede bir obje, fırın, duvar gibi vücut sıcaklığının çok üstündeyse insan radyasyon yoluyla çok miktarda ısı alır ve kişiyi diğer yollarla serin tutmak ve vücut sıcaklığını sabit tutmak çok zordur.

Radyasyon ısı, bir elektromanyetik enerjidir, insan gibi bir objeye çarpıp da orada absorblanmadıkça sıcaklık yaratmaz. Yani hava akımının, (hava esmesinin) yararı olmaz.

Her madde gibi, insan vücudu da radyasyon yolu ile ısı alışverişinde bulunur. Yüzeyleri soğuk olan bir salon içinde, vücuttan radyasyon yolu ile yayılan ısı miktarı, vücuda aynı yolla giren ısı miktarından daha fazladır. Ortam yüzeyleri sıcaklığının cilt sıcaklığı ile aynı olması hâlinde, vücuttan radyasyon yolu ile yayılan ve vücuda yine bu yolla giren ısı miktarları aşağı yukarı denkleştir; bundan dolayı da, vücutta radyasyon etkisiyle bir ısı kaybı meydana gelmez. Çevre yüzeylerinin sıcaklığı cilt sıcaklığından daha yüksek olursa, radyasyon etkisiyle vücudun sıcaklığı artar.

Isıl radyasyon bir çeşit radyasyondur. Diğer radyasyon tiplerinden farklıdır çünkü diğer radyasyon tipleri sıcaklıkla alakalı değildir. Oluşumu madde sıcaklığına bağlıdır. Fakat yukarıda belirtilen diğer yayılım şekillerinden farklıdır. Radyasyonun yayılımı çok hızlı olmaktadır (ışık hızında) . Bu da bize tam olarak güneşteki enerjinin dünyaya nasıl ulaştığını açıklar.

Radyasyon yolu ile oluşan ısı yayılımı, insan bedeni ile onu çevreleyen nesneler arasında gerçekleşir. Hava ve katı çevre sıcaklığı 15. 5° C veya bağıl nemin %50 olduğu bir odada, normal giyinmiş sağlıklı ve yetişkin insan, oturduğu zaman ortaya çıkardığı ısının % 45'ini radyasyon yolu ile çevreye verir.

Her madde gibi, insan vücudu da radyasyon yolu ile ısı alışverişinde bulunur. Yüzeyleri soğuk olan bir salon içinde, vücuttan radyasyon yolu ile yayılan ısı miktarı, vücuda aynı yolla giren ısı miktarından daha fazladır (Tablo 9.2 ve 9.3). Ortam yüzeyleri sıcaklığının cilt sıcaklığı ile aynı olması hâlinde, vücuttan radyasyon yolu ile yayılan ve vücuda yine bu yolla giren ısı miktarları aşağı yukarı



İnsan vücudu
radyasyon yolu ile de
ısı alışverişinde bulunur.

denkleştir. Bundan dolayı da vücutta radyasyon etkisiyle bir ısı kaybı meydana gelmez. Çevre yüzeylerinin sıcaklığı cilt sıcaklığında daha yüksek olursa radyasyon etkisiyle vücudun sıcaklığı artar.

Tablo 9.2. İnsandan yayılan ısı miktarı

Faaliyet	Yayılan Isı (kcal/saat)
Oturarak dinlenme	100
Hafif işler yapma	150
5 km/saat'lik bir hızla yürüyüş yapma	250
7 km/saat'lik bir hızla yürüyüş yapma	350

Elektrikli cihazlardan yayılan ısı miktarı

Tüketilen Güç	Yayılan Isı (kcal/saat)
1 kW	860 kcal/saat

Buharlaştırma, deri ve akciğerler yolu ile vücuttaki suyun buharlaşıp dışarıya verilmesi ile atılan ısıdır. 1 lt su, buharlaşmak için 580 kcal ısı emer. Dış sıcaklık 25° C'den yüksek olunca konveksiyon ve radyasyonla iletim olmaz.



Buharlaştırma vücuttaki suyun deriden dışarı verilmesidir.

Nemin su buharı hâline dönüşmesi sırasında enerji tüketimi yapılır. Bu enerjiyi, üzerinde bulunan nemliliğin buharlaştırma olayına maruz kaldığı cilt yüzeyi verir. Isı şeklinde bedenden dışarı atılan bu enerji “buharlaştırma gizli ısı veya ıslak ısı” deyimleriyle anılır. İşte terleme denilen olay budur. Buharlaştırma yolu ile dışarı atılan ısı miktarı, buharlaşan 1 g su için yaklaşık ½ kcal civarındadır. İnsan vücudu, kendisine fazla gelen ısıyı dışarı atmak için, durumun gereklerine göre, ter şeklinde, değişik miktarlarda su salgılar. Bu şekilde salgılanan su miktarı saatte 3 kg'a yaklaşabilir. Hatta bu değeri bile aşabilir.

Hava hareketinin etkisi araştırmalarla da ispatlanmıştır. Yapılan bir seri denemede, çıplak bir insanın terleme yolu ile kaybettiği sıcaklık kaybının sınırı, durgun hava içinde 32 C'ye erişmiştir. Durgun hava içinde, daha yüksek sıcaklık derecelerine çıkıldığı zaman, vücudun iç sıcaklığı artmaya başlamış, fakat sadece 0, 5 m/s hızında bir hava hareketi yaratıldığı zaman, terleme yolu ile oluşan sıcaklık kaybının sınırı 35 C'ye yükselmiştir.

Tablo 9.3. Bağıl neme göre hissedilen sıcaklık

Hissedilen Sıcaklık	Bağıl Nem (%)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
25	22	23	24	25	25	26	26	27	27
26	22	24	25	26	26	27	27	28	29
27	24	25	26	26	27	28	29	30	31
28	25	26	27	27	29	30	32	33	35
29	27	28	29	30	31	32	34	36	39
30	27	29	29	31	32	33	36	38	43
31	28	30	31	32	34	35	38	41	46
32	29	31	32	33	36	38	41	46	50
33	31	32	33	36	38	41	46	50	
34	32	34	35	38	41	44	50		
35	32	34	36	38	42	46	51		
36	33	35	37	40	42	49	53		
37	34	36	38	41	43	52			
38	35	37	40	43	49				
39	36	38	41	47	52				

Hava hareketi, yalnız buharlaşma yolu ile oluşan ısı kaybına yardımcı olmak bakımından değil, aynı zamanda, terleme hızının azaltılması açısından da gereklidir. Aşırı terleme, özellikle tuz kaybı nedeniyle, insan organizmasını zayıflatır. Vücuttan konveksiyon yolu ile oluşan ısı kayıplarının hızlandırılması ve böylece terlemenin azaltılması için, orta derecedeki sıcaklıklarda bile bir hava hareketinden yararlanılması uygun olur.

Hissedilen (efektif) sıcaklık, hava sıcaklığı, havanın nem oranı ve hava akım hızının beraberce kişi üzerinde oluşturduğu sıcaklık etkisidir. Diğer bir anlatımla, efektif sıcaklık, sıcaklık, nem ve hava akımına (hareketi) bağlı olmakla beraber, büyük ölçüde hava hareketine bağlıdır. Kişi üzerinde eşit sıcaklık etkisi yapan, hava sıcaklığı, hava nemi ve hava akım hızının çeşitli bileşimlerine de *eşdeğer efektif ısı değerleri* denilmektedir (Tablo 9.3).

HAVA KALİTESİ



Havadaki en hayati bileşen kuşkusuz oksijendir.

Havanın kalitesi, havalandırma ve filtrasyonla sağlanmaktadır. Gereken dış hava miktarı, kullanıma tipine bağlıdır ve insan başına 5 kübik feet/dakikadan 50 kübik feet/dakikaya (CPM) kadar değişebilmektedir.

Temiz havanın bileşiminde yaklaşık olarak hacimce % 21 oranında oksijen ve % 79 oranında azot bulunur. Ayrıca az miktarlarda karbondioksit, argon, neon ve helyum gazları da vardır.

Binalarda insanların bedensel fonksiyonları ve çalışmaları hava bileşimini etkiler. Ciğerlerden çıkan havada karbondioksit ile su buharı vardır.

Mahal içi havasında bulunan CO₂ gazının oranı, genellikle dış havadan daha fazladır. Böyle olmakla beraber, bu hâl nadiren zararlı sonuçlar doğurur. Gerçekten de, CO₂ gazı zehirli değildir. CO₂ oranı istisnai hâllerde % 1 değerini aşar. Oysa bu oranın %2 civarında bulunması bile zararlı etkiler meydana getirmez. CO₂ miktarının yüksek oluşunun tek sakıncası havadaki oksijen oranında azalma olmasıdır.



Uygun havalandırma, havadaki bakteri sayısını azaltmaktadır.

Meskun bir yapıda bulunan CO₂ oranı, eskiden, havalandırma şartlarının hesabında esas faktör olarak göz önüne alınmakta ve fabrikalar için %2 oranı maksimum sınır olarak kabul edilmekteydi. Bu kural artık kullanılmamaktadır.

Havanın birleşiminde bulunan en hayati bileşen oksijen olmasına rağmen, oksijen oranının bir hayli azaltılması bile zararlı etkiler yapmaz. Oksijen oranı %17'ye indiği zaman, yanmakta olan bir mumun alevi söner. Halbuki, bu oran sadece %13 civarında bulunsu bile, insanın yaşamı devam eder. Yalnız, havanın hareket hâlinde bulunması, vücudun ise dinlenme durumunda olması şarttır.

Normal yapılarda bu derece düşük oksijen oranlarına hiçbir zaman rastlanmaz. Bir mahal içinde, CO₂ oranı %1 değerini aşar ve aynı zamanda oksijen oranı aynı miktarda azalırsa, havalandırma çok kötü sayılır.

Endüstriyel işlemler sonucunda ortaya çıkan duman, gaz ve tozların yoğunluğu sağlık için zararlıdır. Hava içinde kabul edilen yüzde oranları genellikle çok düşük değerdedir. Bir ortam içine, bu tür zararlı ürünlerin girmemesi gerekir. Bu gibi ürünlerin, çıktıkları kaynaktan alınarak dışarı atılması uygun olur. Çıkış yerlerinin üzerinde davlumbaz tesisleri öngörülmelidir.

Kirli havanın insanlarda baş ağrısı, mide bulantısı, boğaz ve akciğerlerde tahriş, bitkinlik ve alerjik reaksiyonlar gibi rahatsızlık ve hastalıklara yol açtığı belirlenmiştir.

Temiz hava, insan sağlığı ve konforu bakımından olduğu kadar ortamda bulunan eşyaların, hassas cihazların ve iklimlendirme cihazlarının verimli ve uzun süre kullanılabilmesi bakımından da önemlidir. Ortam havasının kalitesi kirletici kaynakların yok edilmesi veya kontrol edilmesi, temizleyici cihazlar kullanılması ve ortama taze (dış) hava gönderilmesi ile iyileştirilir (Şekil 9.3).



Havalandırmada, vücut kokusunun duyulmaması esastır.

Görülebilir boyuttaki katı kirleticiler klasik filtreleme yöntemleri ile % 75–85 oranında temizlenebilir. Mikroskobik boyuttaki kirleticiler için elektrostatik filtreler gerekir. Koku ve bakteriler ise uygun kimyasal maddeler ile yok edilebilir.

Çeşitli ortamlar için taze hava gereksinimi farklıdır. Taze hava doğal veya güçlendirilmiş havalandırma sistemleri kullanılarak karşılanır. Konutlardaki oturma ve dinlenme ortamlarında oluşan koku, nem ve karbondioksitin olumsuz etkilerini yok etmek için gerekli taze hava; kişi başına 1936 yılında 5 L/s iken, 1973 ‘teki enerji krizinden sonra tasarruf amacıyla 2, 5 L/s olarak belirlenmiştir. 1980’li yıllarda şikâyetler üzerine, ortam havasının kalitesi yeniden gündeme gelmiş ve söz konusu değer 7 L/s’ye yükseltilmiştir. Bu değerdeki hava debisi, ortama olan hava sızıntısı ve doğal havalandırma ile karşılanabilir.

Bir ortamdaki hava yenilenmesi hiçbir şekilde vücut kokusu duyulmayacak ölçüde olmalıdır. Bu amaçla gereken hava hareketinin çabukluğu mahal içindeki insanların sayısına ve temizliğine bağlıdır. Zaman zaman muhtelif standartlar tavsiye edilmiştir. Mesela, İngiliz Silahlı Kuvvetleri kışalarında, vücut kokularının ortadan kaldırılması amacıyla, kişi başına dakikada 50 ayak-küp (saatte 85 metre-küp) miktarında hava yenilenmesi yapılması önerilmiştir. Londra belediyesi, içinde sigara içilmesi yasak olan sinema ve tiyatrolar için, kişi başına saatte 1000 ayak-küp yani yaklaşık olarak 28 metre-küp miktarında hava yenilemesi yapılmasını şart koşmuştur ki bunlar minimum değerlerdir.

Erişilmesi gereken standart, ekonomik bir maliyet bedeliyle konforu sağlayacak olan maksimum bir havalandırma gerçekleştirilmesidir.

Hava yenilemesi ve değişimi oranında esas alınan kriterlerden biri bina içindeki kirli havanın temiz hava ile saatte kaç defa yenilenmesi veya değiştirilmesi gerektiği konusudur. Bu metodun esası metre-küp olarak binanın toplam iç hacminin hesaplanması ve bu hacmin arzu edilen hava değişimi sayısı ile çarpılmasıdır. Bu duruma göre saatteki hava değişimi sayısından hareket edilirse bina için gerekli hava debisi m^3 /saat cinsinden aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Uzunluk} \times \text{Genişlik} \times \text{Yükseklik} \times \text{Saatteki Hava Değişimi Sayısı}$$

Hava yenilenme ile ilgili küçük bir örnek verirse: 40 m uzunluğunda 20 m genişliğinde ve ortalama olarak 7 m yüksekliğinde bulunan ve içindeki havanın saatte 10 defa yenilenmesine ihtiyaç duyulan bir fabrika binasının havalandırılması için gerekli hava debisinin miktarı şu şekilde bulunur:

$$\text{Gerekli hava debisi: } 40 \times 20 \times 7 \times 10 = 56000 \text{ m}^3 / \text{saat.}$$

Bireyin yaptığı solunum işlemi, esas olarak havanın bileşiminde bulunan oksijen ve karbondioksit gazı oranlarına bağlıdır. Dinlenme halinde bulunan yetişkin bir insanın yaptığı solunum için gerekli olan normal hava miktarı günde 10 m^3 ’tür. Bu durumun sonucu olarak, 25 l/saat miktarında bir oksijen gazı tüketimi ve 20 l/saat miktarında bir karbondioksit gazı üretimi gerçekleşir. Bireylerin uğraşı ve çabaları ağırlaştıkça bu değerler de hızla yükselir. Bundan dolayı içinde insanların bulunduğu kapalı bir ortamda havanın bileşiminde bulunan oksijen oranının azaldığı; buna karşılık karbondioksit oranının hızla arttığı görülür.

Karbondioksit gazı oranının yüksek düzeylere ulaşması, ancak, bu oranın % 7 sınırını aşması halinde gerçekten tehlikeli etkiler oluşturur.

Bununla birlikte konfor ve rahatlık duygusunun sağlanması amacı ile gerçekleşmesi öngörülen iklimlendirme tesislerinde, kabul edilen maksimum karbondioksit oranı % 0,5 değerine eşittir.

Taze ve pis havanın yönlendirilmesi için odanın şekline ve iç düzenine göre çok farklı şekillerde oluşturulabilecek çözümler vardır. Havanın yönlendirilmesinde kullanılan yöntemler:

- Aşağıdan yukarıya doğru
- Yukarıdan aşağıya doğru
- Yatay havalandırmadır.



Soğuk zamanlarda içeri sokulan hava miktarı azalır.

İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Soğuk iklimlerde, binanın kış aylarında ısıtılması gerektiği için, binadaki sıcak havanın durmaksızın dışarıdaki soğuk hava ile yenilenmesi önemli miktarlarda ısı kayıplarının meydana gelmesine yol açar. Ekonomi ile ilgili nedenler bakımından, binanın ısıtılmasının gerekli olduğu mevsimlerde, içeri sokulan dış hava miktarının azaltılması zorunludur.

Bir tesisatta dolaştırılacak olan toplam hava debisi havalandırma sorunu açısından gerekli görülen toplam dış hava debisinden bir hayli büyük olduğu için bina havasının dış hava ile karıştırılması zorunludur. Bu işleme *bina havasının yeniden çevrime sokulması* adını veriyoruz.

İklimlendirme, kapalı bir ortamdaki havanın belirli sınırlar içerisinde, istenilen şartlarda tutulması işlemidir. İklimlendirme, endüstriyel veya konfor amaçlı olabilir.

Endüstriyel iklimlendirme üretim, ürün depolama, araştırma ve geliştirme vb. endüstriyel faaliyetleri gerçekleştirmek için gerekli olan havanın şartlandırılmasıdır.

Konfor iklimlendirmesi ise insanların ısı konfor, temiz ve taze hava gereksinimlerini karşılamak amacını taşır.

Yaz iklimlendirmesinin karakteristik işlemleri, ortam havasından ısı ve nem çekilmesidir. Hava, iklimlendirme sisteminde bulunan soğutucu eleman ile temas ettiğinde soğur, içindeki nem (su buharı) yoğunlaşarak ayrılır.

Kış iklimlendirmesinde, ortam havasına ısı ve nem verilmesi karakteristik işlemlerdir. Ortam havasının istenilen sıcaklıkta tutulması, bir santralde ısıtılan havanın kanallardan geçirilerek ortama gönderilmesi ve ortama ısıtıcı cihazlar konulması ile gerçekleştirilir. Nem kontrolü için, havanın ısıtıldığı santralde veya ortamda nemlendirici bulunur.

Bir iklimlendirme tesisatının ana elemanı vantilatördür. Çünkü dağıtım şebekelerinde hava debisinin sürekli bir şekilde akış hâlinde bulundurulması ancak vantilatörler aracılığı ile sağlanabilir. Bir vantilatör, her şeyden önce havanın veya gaz cinsinden başka herhangi bir akışkanın hareketini sağlayan ve bu işi yaparken yararlı bir mekanik enerji tüketiminde bulunan bir makinedir.

Belirli bir halde, gerekli havalandırma işleminin ve hava hareketinin önem derecesinin ne olması gerektiği öğrenilmek isteniyorsa, bu takdirde, aşağıda sıralanan faktörlerin dikkate alınmalıdır:

- Ortamın veya yapının boyutları,
- Ortamda veya yapıda bulunanların cinsleri, sayıları ve yaptıkları faaliyetler,
- Ortam veya yapıda bulunan tesislerden ve güneş radyasyonundan alınan ısı miktarları,
- Ortam havasının bağıl nemlilik derecesi,
- Dış havanın sıcaklığı ve bu sıcaklıkta görülen değişimler bu etkenler arasındadır.

Binaların vantilatörler kullanılmadan doğal bir şekilde havalandırılması ancak dış hava şartlarının ideal olması şartı ile ender şekilde olumlu sonuçlar verebilir.

Havanın bina içinden emilerek tahliye edilmesi veya dışarı atılması yolu ile havalandırma sistemleri en yaygın şekilde uygulanmaktadır. *Havanın bina içine basılarak veya üflenerek gönderilmesi yolu ile gerçekleşen havalandırma sistemleri* bir önceki metodun tam anlamıyla karşıtıdır.

Havalandırma ve iklimlendirme işleminin en güvenilir bir şekilde kontrolü hem emme ve hem de basma vantilatörlerinin kullanılması yolu ile gerçekleşebilir. Bu tip ortak bir havalandırma sistemi birçok şekilde düzenlenebilir. Basma vantilatörlerinin, emme vantilatörlerine oranla takriben % 20 nispetinde daha büyük bir hava debisi sağlayacak şekilde seçilmesi gerekir.

İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

Okullarda İklimlendirme

Okullarda dış taze hava ihtiyacı, üç maksadı yerine getirecek şekilde hesaplanmalıdır.

- Oksijen ihtiyacı
- Hacimdeki karbon dioksit seviyesindeki % 0,6 'nın altında tutmak
- Vücut kokuları hissedilir seviyenin altında tutmak

Aşağıdaki Tablo 9.4'te bu üç değer ayrı ayrı ve toplam olarak, insan başına düşen sınıf hacmine göre verilmektedir. Bilhassa sınıflarda iyi bir hava hareketinin sağlanabilmesi için asgari saatte 6 hava değişiminin sağlanması ve bunun en az %25'inin dış taze hava olması tavsiye edilmektedir. Anfilerde, hava kalitesinin



Havalandırma ünitelerinin gürültüsü makul düzeyde olmalıdır.



Okullar gibi kapalı ortamlarda kişi başına hava hacmi önemlidir.

düşerek dinleyicilerin dikkatlerinin dağılmasının önlenmesi için havalandırma – klimatizasyon sistemi kullanılmalıdır. Sıcaklık 22-25 °C, nem %40-60 olmalıdır.

Pencereli salonlarda, pencerelerin önüne, radyatör, konvektör veya panel türü ısıtıcılar kullanılır. Bunlar sürekli olarak 10-15 °C'lik bir temel ısıtma sağlarlar. Havalandırma sistemi de ortamı 22 °C'ye ulaştıracak gerekli ek ısıtmayı yapar. Bu şekilde fazla ısınma problemi en iyi şekilde çözülmüş olur. Eğer penceresiz bir salon söz konusuysa, bahsedilen ısıtıcıları koymak şart değildir.

Seminer salonlarının özelliği, toplantının başlamasıyla birlikte, salonda dinleyicilerden kaynaklanan ve kişi başına 100 W değerinde olan, ani bir ısı kazancının oluşmasıdır. Bu salonlarda 1 kişi/m² yoğunluk alınabilir. Bu ısının yaklaşık % 50'si hava tarafından alınır. Besleme havasının sıcaklığı istenildiği kadar düşük tutulamayacağı ve hava debisi de ekonomik nedenlerle sınırlı olacağı için ortam sıcaklığı dersin sonuna doğru yaklaşık 1-3 °C artacaktır.

Tablo 9.4. Kişi başına hava hacmi ile oksijen ihtiyacı

Kişi Başına Hava Hacmi (m ³)	Oksijen İhtiyacı İçin (m ³ /h)	Kişi Başına Toplam Hava (m ³ /h)	Vücut Kokularının Atılması
2, 5	1, 7	60	54, 5
5	1, 7	44	38, 5
7, 5	1, 7	35	29, 5
10	1, 7	30	24, 5
12, 5	1, 7	26	20, 5
15	1, 7	24	18, 5

Konutlarda İklimlendirme

Yurtların egzoz ihtiyacı olan yerlerinde, banyo ve tuvaletlerde 60-85 m³/h ve mutfakta asgari 125 m³/h seviyesini muhafaza etmek şartıyla beher m² alan için 20-30 m³/h hesabıyla egzoz sağlanmalıdır.

Diğer taraftan bakım yurtları genel maksatlı olabileceği gibi yaşlı bakım yurtları, acizler bakım yurdu, hasta bakım yurtları gibi özel maksatlara da hizmet edebilir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 9.5) bu tip bakım yurtlarının değişik hacimlerinde muhafazası önerilen iç iklim şartları gösterilmektedir.



Toplu kalınan yerlerde sıcaklıkla beraber taze hava miktarı da önemlidir.

Tablo 9.5. Bakım yurtlarında olması gereken sıcaklık ve saatlik taze hava miktarı

Kullanım Sahası	Sıcaklık	Saatte Min. Taze Hava
Bakım yapılan insan odası	24	2
Koridorlar	24	2
Tuvaletler	24	-
Banyo	27	-
Dinlenme, yemek	24-27	4
Berber	24-27	4
Fizik tedavi	24	4
Çalışma	24	4



Ödev

- Bulunduğunuz çevrenin termal hava durumunu analiz ediniz.
- Bulunduğunuz ortamın termal konfor durumuna katkı için, neler yapabileceğinizi tartışınız.
- Hazırladığınız ödevi sistemde ilgili ünite başlığı altında yer alan “ödev” bölümüne yükleyebilirsiniz.



Özet

- Havalandırma işleminin amacı ortam içinde bulunan aşırı derecede ısınmış ve kirlenmiş hava yerine dışarıdan temiz hava alınması ve nemlilik derecesinden ileri gelen rahatsızlık duygusunun önlenmesidir. Havalandırma sorunu ile sıcaklık sorunu birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlıdır. İçinde oturulan bir yerin konforu, sıcaklık faktörüyle hangi ölçüde değişirse, serinlik faktörüyle de aynı ölçüde değişir.
- İnsanın, bulunduğu ortamın ısı şartlarından hoşnut olma hâline iklimlendirme denir. İnsan ile ortam arasındaki ısı alışverişini etkileyen büyüklükler ortamın ısı şartları oluşturur. Bunlar; ortam havasının termometre sıcaklığı, bağıl nemi ve hızı ile ortamın ısı ışıınım sıcaklığıdır. Nemlilik, mevcut ortam ısısı koşullarında, iş yeri havasını doymuşluk düzeyine getirecek kadar su buharı değerine göre, yüzde oranı şeklinde ifade edilir.
- Termal konfor bölgesi, çalışanın, faaliyetini sürdürmesi esnasında en rahat durumda olabilmek için gerekli termal konfor şartlarının üst ve alt sınırlar arasında olan bölgedir.
- Havanın belli bir zaman birimi içerisinde katettiği mesafe cinsinden ifade edilen hava akımının düzenlenmesi sayesinde sıcaklığın ve nemin etkisi azaltılabilir. Hava akımı çalışma biçimine göre düzenlenmelidir.
- Dinlenme hâlinde bulunan bir insan, takriben 100 kcal/saat değerinde ısı yayılımında bulunur. 6, 5 km/saatlik bir hızla yürüyüş halinde olan bir insanın etrafa yaydığı ısı miktarı, yaklaşık 350 kcal/saat civarındadır. Fakat, insan vücudu ısı depolama yeteneğine sahip değildir. Vücudun iç sıcaklığı yaklaşık 37 °C dolaylarında sabit kalmak zorundadır. Bu sıcaklığın ötesinde hafif bir yükselme bile tehlike işareti sayılır. 5 °C'lik bir artış genellikle ölümle sonuçlanır.

DEĞERLENDİRME SORULARI



Değerlendirme sorularını sistemde ilgili ünite başlığı altında yer alan “bölüm sonu testi” bölümünde etkileşimli olarak cevaplayabilirsiniz.

1. Yapılan araştırmalara göre, sıcaklık 32 derece olursa performans yüzde kaç düşer?
 - a) 30
 - b) 25
 - c) 20
 - d) 15
 - e) 10
2. Havada bulunan su buharı miktarı neyi ifade eder?
 - a) Buhar
 - b) Nem
 - c) Bağıl nem
 - d) Bağıl buhar
 - e) Su buharı yüzdesi
3. Birim havadaki su buharı miktarı neyi ifade eder?
 - a) Bağıl nem
 - b) Birim nem
 - c) Buharlı nem
 - d) Mutlak nem
 - e) Mutlak buhar oranı
4. Çalışma şekillerine göre, bağıl nem hangi yüzdeler oranlarda bulunmalıdır?
 - a) 60-80
 - b) 30-40
 - c) 10-20
 - d) 20-40
 - e) 30-70
5. Oturarak zihinsel çalışılan ortam sıcaklığının kaç derece olması gerekir?
 - a) 12-18
 - b) 34-38
 - c) 21-23
 - d) 15-18
 - e) 30-32

6. Çalışanın, faaliyetini sürdürmesi esnasında en rahat durumda olabilmek için gerekli termal konfor şartlarının üst ve alt sınırlar arasında olan bölgeye ne ad verilir?
 - a) Termal konfor bölgesi
 - b) Güvenli bölge
 - c) Konforlu bölge
 - d) Rahat bölge
 - e) Termal hava şartları
7. 30°C sıcaklığında bulunan hava, kilogram kuru hava başına yaklaşık kaç gram su buharını bileşiminde bulundurursa doyma hâline geçer?
 - a) 90
 - b) 18
 - c) 0
 - d) 10
 - e) 28
8. Havanın belli bir zaman birimi içerisinde katettiği mesafe cinsinden ifade edilmesine ne ad verilir?
 - a) Hava mesafesi
 - b) Hava hızı
 - c) Hava akımı
 - d) Birimsel hava hareketi
 - e) Birimsel hava zamanlaması
9. Dinlenme hâlinde bulunan bir insan, takriben kaç kcal/saat değerinde ısı yayılımında bulunur?
 - a) 90
 - b) 0
 - c) 50
 - d) 100
 - e) 40
10. İnsanların normal koşullarda beden sıcaklığının yaklaşık kaç ° C 'ye eşit olan sabit bir düzeyde tutulması gerekir?
 - a) 38
 - b) 37
 - c) 41
 - d) 36
 - e) 40

Cevap Anahtarı

1.A, 2.B, 3.D, 4.E, 5.C, 6.A, 7.E, 8.C, 9.D, 10.B

YARARLANILAN VE BAŞVURULABİLECEK DİĞER KAYNAKLAR

- Alexander, D. C., The Practice and Management of Industrial Ergonomics, Prentice Hall Inc., 1986.
- Bailey, R.W., Human Performance Engineering, Prentice Hall, 2006
- Bridger, R. S., Introduction to Ergonomics, McGraw-Hill, 2009.
- Brüel&Kjaer, Environmental Noise, Brüel&Kjær Sound & Vibration Measurement A/S., 2001.
- Chaffin D., Anderson G., Occupational Biomechanics, New York: John Wiley&Sons 2004.
- Chapanis, A., Introduction To Human Factors Considerations in System Design, (Eds. M. Mitchell, P. Van Balen, K. Moe), NASA Pub., Washington, USA, 1976.
- Charles, A., Ergonomics and Safety in Hand Tool Design, Lewis Publishers, 2009.
- Corlett, E. N., Clark, T. S., The Ergonomics of Workspaces and Machines-A Design Manual, Taylor and Francis, Bristol, 2005.
- Corlett, E., Wilson, J., Manenica, I., , The Ergonomics of Working Postures, Taylor & Francis, 2006.
- Cushman, H., Nielson, S., Weim, W., 1983, Ergonomic Design for People at Work Vol. 1, Kodak Human Factor, USA, 2003.
- Das, B., Sengupta, Arijit K., Industrial Workstation Design: A Systematic Ergonomics Approach, Applied Ergonomics, Vol 27 (3), Elsevier Science, 1996.
- Dizdar, E. N., Taşıt Ergonomisi, Z.K.Ü., Karabük Teknik Eğitim Fakültesi (Ders Notları), Karabük, Eylül, 2002.
- Dizdar, E. N., Antropometrik Optimizasyon, Z.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü (Ders Notları), Karabük, Şubat, 2003.
- Dizdar, E. N., Ergonomik İş İstasyonu Tasarımında İlk Adım: Antropometri, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, (14) s. 38-44, Haziran, 2003.
- Dizdar, E. N., İş Güvenliği, ZKÜ, Karabük TEF (Lisans Ders Kitabı), Alver Matbaası, Ankara, Ekim, 2000.
- Dizdar, E. N., İş Güvenliği, Murathan Yayınevi, (4. Baskı), 2008.
- Dizdar, E. N., Üretim Sistemlerinde Olası İş Kazaları İçin Bir Erken Uyarı Modeli, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği (Doktora Tezi), Ankara, 1998.
- Dul, J., Weerdmeester B. A., Ergonomics For Beginners: A Quick Reference Guide, Taylor & Francis; 2nd Ed., 2001.

- Eastman Kodak Company, Ergonomic Design for People at Work, Vol. 2, Van Nostrand Reinhold, New York, 1986.
- Fraser, T. M., Introduction to Industrial Ergonomics, Wall & Emerson, 1996.
- Helander M. G, Landauer T. K., Prabhu P.V. (Ed), Handbook Of Human-Computer Interaction, North-Holland, 1997
- Helander, M. G., The Human Factors Profession, Handbook of Human Factors and Ergonomics, (Ed. Salvendy G.) pp. 3-16, John Wiley&Sons Ltd., 1997.
- Helander, M., A Guide to the Ergonomics of Manufacturing, Taylor & Francis, 1997.
- Helander, M., Design For Manufacturability : A Systems Approach To Concurrent Engineering, Taylor & Francis, 2002
- ILO, Ergonomic Checkpoints, Geneva, 1996.
- James, H., The Dictionary for Human Factors/Ergonomics, CRC, 1992.
- Karwowski, W, Marras, S. W., The Occupational Ergonomics Handbook, C R C Press, 2008
- Karwowski, W., International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, Taylor & Francis, 2001.
- Kaya, M. D., Ergonomi: Antropometrik Verilerin Güncellenmesi Üzerine Bir Araştırma, Detay Yayıncılık, 2010.
- Kroemer, K. H. E., Kraemer A., Office Ergonomics, Taylor & Francis; 2nd Ed., 2001.
- Kroemer, K. H. E., Kroemer H. B., Kroemer – Elbet K. E., Ergonomics – How to Design for Ease and Efficiency, (2nd Edition), Prantice Hall, New Jersey, 2001.
- Lee, G. C., Advances in Occupational Ergonomics and Safety, IOS Press, 1999.
- Lehto, M.R., Buck, J. R., Introduction To Human Factors And Ergonomics For Engineers, (Ed: Salvendy, G.), Taylor & Francis, 2008.
- Marley, F., Applied Occupational Ergonomics : A Textbook, Kendall/Hunt Publishing Company, 2008
- Mccormick, Ernest J., Senders, Mark S., Human Factors in Engineering and Design, 5th Edition, Mcgraw- Hill International, 2008.
- Mital, A., Advances in Industrial Ergonomics and Safety, Taylor & Francis, 2009.
- Nebhard, D., A., Workplace Cross Trainigng, CRC Press, Taylor & Francis, Group 2007.
- Neumann, W. P., (Ed), Inventory of Human Factors Tools and Methods: A Work-System Design Perspective, Ryerson University, 2007
- Niebel, B., Freivalds, A., Methods, Standars and Work Design, Mcgraw Hill, 2003

- Osborne, D., Ergonomics at Work: Human Factors in Design and Development, 3rd Edition, John Wiley&Sons Ltd., 1995.
- OSHA, Easy Ergonomics, A Practical Approach for Improving the Workplace, (Education and Training Unit, Cal/OSHA Consultation Service, California Department of Industrial Relations), 1999
- Pheasant S., Ergonomics, Work and Health, Mac Millian Press, Australia, 2001.
- Pheasant, S., Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics And Design Of Work, Prentice Hall, 2002
- Phillips, C. A., Human Factors Engineering, John Wiley & Sons. 1999.
- Pulat, M. B., Fundamentals of Industrial Ergonomics, Waveland Press, 1997.
- Sabancı, A., 1999, Ergonomi, Baki Kitapevi, Adana, 1999.
- Salvendy, G., Handbook of Human Factors and Ergonomics, 2nd Edition, John Wiley&Sons Ltd., 1997.
- Salvendy, G., Handbook of Industrial Engineering, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- Salvendy, G., Karwowski, W., Design of Work and Development of Personnel in Advanced Manufacturing, John Wiley&Sons, 1994.
- Sanders, M. S., McCormick, E., Human Factors in Engineering and Design, McGraw-Hill Inc., Seventh Edition, Singapore, 1993.
- Şimşek, M., 1994, Mühendislikte Ergonomik Faktörler, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1994.
- Stelmach, G., (Ed)., Human Factors, Kees Michielsen of North-Holland, 2000.
- Tayyari, F., Smith, J. L., Occupational Ergonomics Principles and Application, Chapman & Hall, First Ed., London, 1997.
- Uslu, B. A., Ergonomi, Atılım Üniversitesi Yayınları, No: 5, Ankara, 2001.
- Virginia Tech, Workplace Ergonomics Program, Virginia Polytechnic Institute and State University, Environmental, Health And Safety Services, 2001.
- Wickens, D. C., Gordon, S., Liu, Y., An Introduction To Human Factors Engineering, Prentice Hall, 2007
- Zandin, K B., Maynard, H. B., Maynard's Industrial Engineering Handbook, McGraw-Hill, 2001.