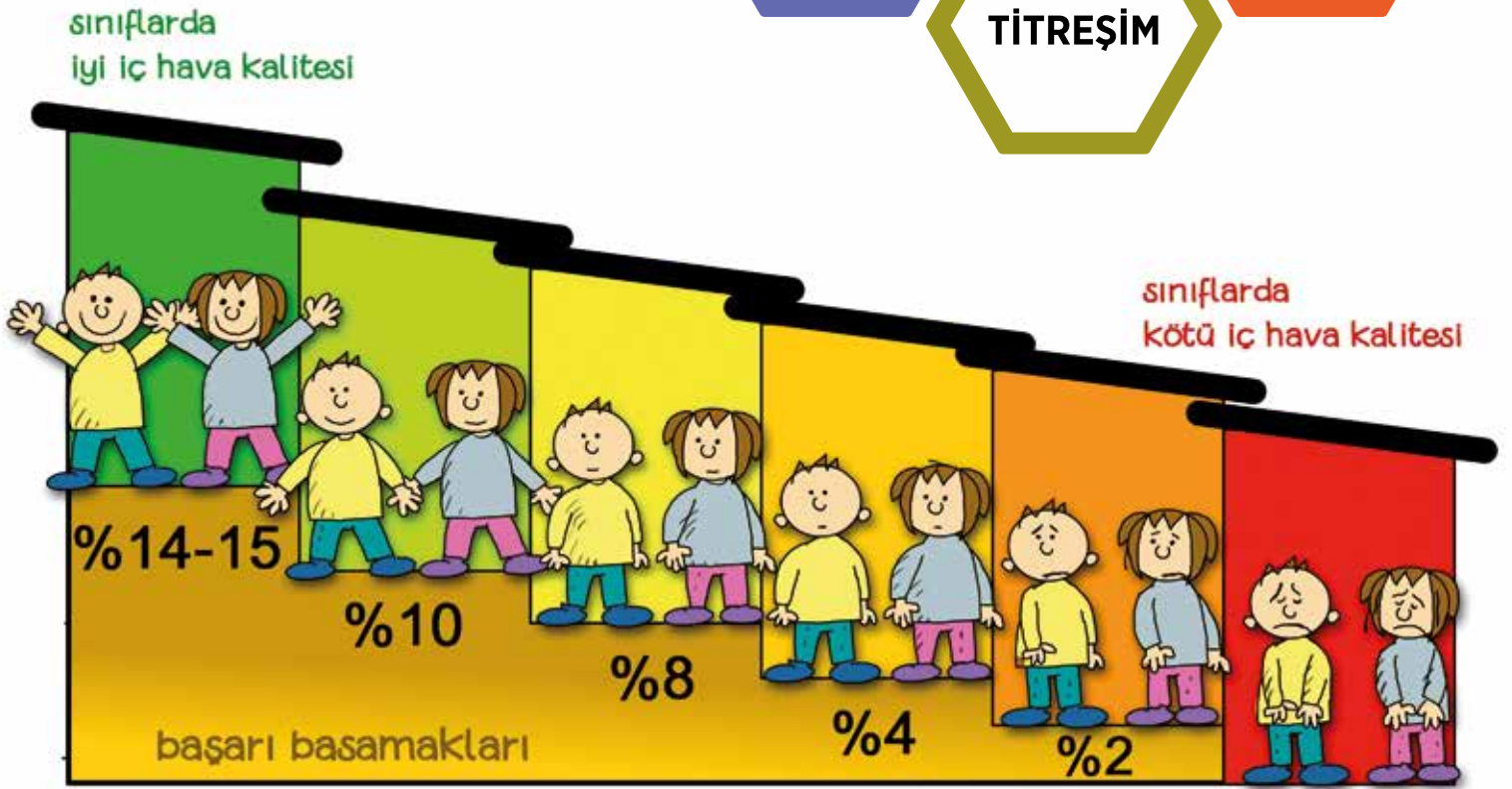


OKULLARDA İÇ ÇEVRE KALİTESİ REHBERİ



İZMİR 2015



tmmob
makina mühendisleri odası
izmir şubesi



tmmob
makina mühendisleri odası
izmir şubesi

Anadolu Cad. No:40 Kat:M2 Bayraklı/İZMİR
Tel: (0232) 462 33 33 - Faks: (0232) 486 20 60
izmir@mmo.org.tr
www.mmo.org.tr

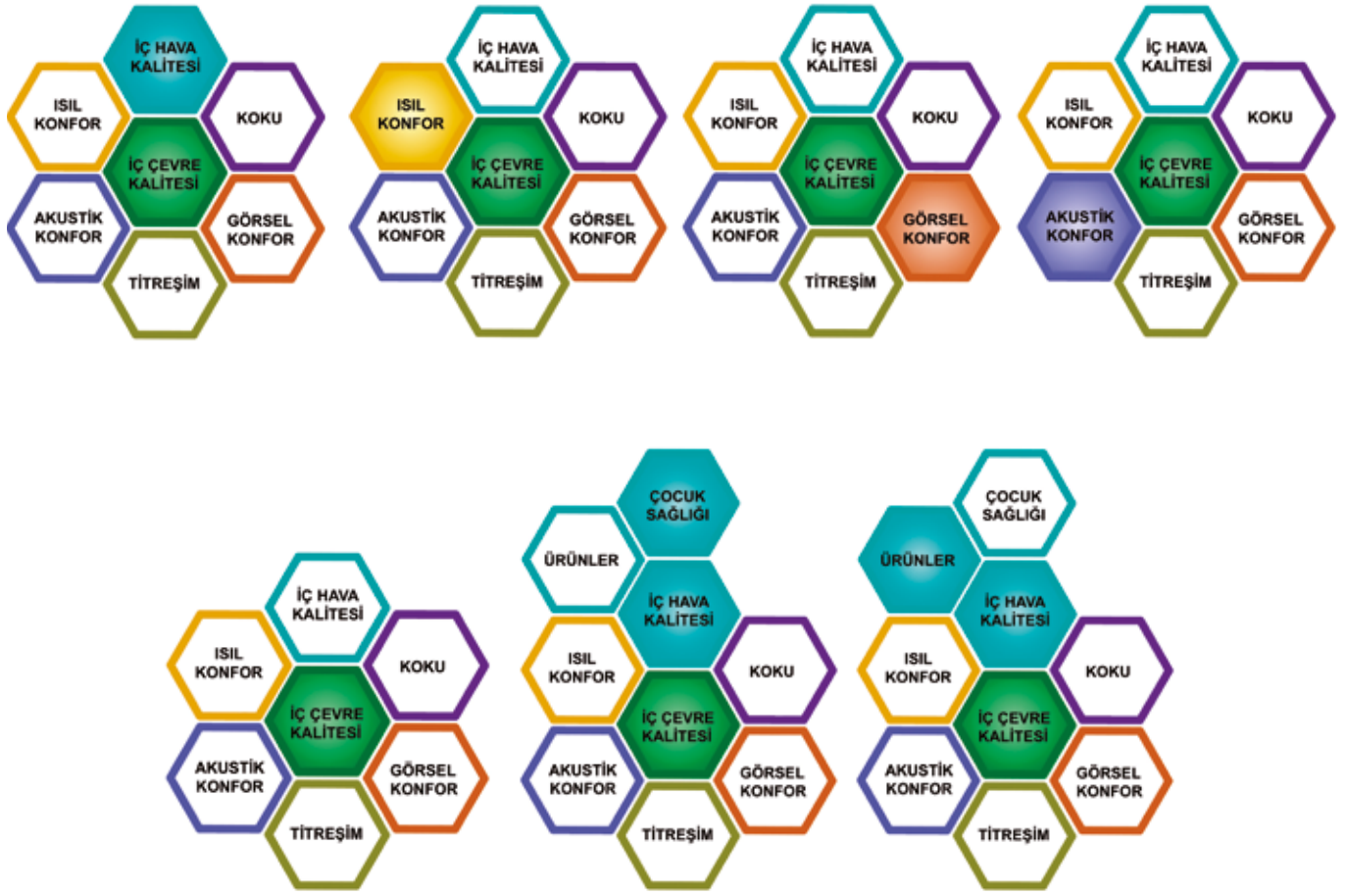
izmir - 2015

ISBN: 978-605-01-0688-6

Bu yapının yayın hakkı TMMOB Makina Mühendisleri Odası'na aittir. MMO'nun izni olmadan kitabın hiçbir bölümü elektronik, mekanik vb. yollarla kopya edilip kullanılamaz. Kaynak gösterilmek kaydı ile alıntı yapılabilir. Bu kitapta yer alan bilgilerin sorumluluğu yazarlara aittir.

Mart 2015

Baskı: Altındağ Matbaacılık - İzmir / Tel: 0 232 457 58 33



OKULLARDA İÇ ÇEVRE KALİTESİ REHBERİ V0.0

Bu doküman, Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'nin İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü işbirliğiyle oluşturduğu ilk ve ortaokullarda İç Çevre Kalitesi Eğitimi projesi çerçevesi içinde Proje Çalışma Grubu üyeleri (*) tarafından hazırlanmıştır.

Doküman ilk ve ortaokul öğretmenleri ile öğrenci ebeveynleri için hazırlanmıştır. Bu dokümanın hazırlanmasında Çalışma Grubu üyelerinin iç çevre kalitesi bileşenleri için hazırlamış oldukları aşağıda belirtilen rehberler göz önüne alınmıştır:

MMO İÇ ÇEVRE KALİTESİ REHBERLERİ

- Okullarda İç Hava Kalitesi
- Okullarda Isıl Konfor
- Okullarda Akustik Konfor
- Okullarda 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. Rehber içindeki bilgiler kısmen veya tümüyle değiştirilebilir.

(*) Makina Mühendisleri Odası Okullarda İç Çevre Kalitesi Eğitim Çalışma Grubu Üyeleri (Alfabetik sırada):

İbrahim Atmaca, Orhan Ekren, Melik Kara, Ziya Haktan Karadeniz, Tuğçe Kazanasmaz, İrfan Sayar, Aysun Sofuoğlu, Sait Sofuoğlu, Macit Toksoy, Hasan Yüksel, Necmi Varlık.

Sunuş

Makina Mühendisleri Odası olarak meslektaşlarımızın yararına, meslek alanlarının gelişimine katkıda bulunmanın yanı sıra can ve mal güvenliğini ilgilendiren konularda halkımızı bilinçlendirme amacıyla birçok yayının basımını gerçekleştirmek için çalışmalar yapmaktayız. Bunun yanında çalışmalarımızı, Odamızın temel ilkelerinden hareketle toplumun sorunlarını meslektaş sorunlarından ayırmadan, meslek alanımızla ilişkili sorunlara çözüm bulmak doğrultusunda da devam ettirmekteyiz.

Yaşamımızın büyük bir kısmını geçirdiğimiz çevreler olan kapalı alanlarda iç hava kalitesine ilişkin yurttaşlarımızın bilinçlendirilmesi şüphesiz bir gereklilik. İç hava kalitesinin etkileri, vücut savunma mekanizmaları yeni yeni gelişmeye başlayan çocuklarımız üzerinde yetişkinlerden daha fazla görülmekte. Çocuklarımızın, günlerinin büyük kısmını geçirdikleri mekânlar ise okullar. İç çevre kalitesini, çocukların okul başarılarını etkileyen önemli etkenler arasında sayabiliriz. Oda olarak, bu noktadan hareketle hem öğretmenlerimizi, hem velilerimizi, hem de çocuklarımızı bilinçlendirmek doğrultusunda “Okullarda İç Çevre Kalitesi Rehberi” isimli bu çalışmayı yayınlarımız arasına katma gerekliliğini hissettik.

Bu doğrultuda, oluşturacağımız rehberin toplum yararına sunulması için çalışmalar başlatılmış, konusunda uzman üniversite öğretim üyelerimizin ve meslektaşlarımızın Odamız bünyesinde oluşturduğu Okullarda İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubu’nun çabaları ile çalışma başarı ile tamamlanmıştır.

Rehber; iç çevre kalitesinin doğrudan ilişkili olduğu İç Hava Kalitesi, Isıl Konfor, Görsel Konfor, Akustik Konfor ve Koku başlıklarında detaylı bilgiler içermekte, bu başlıklarda maksimum konforun nasıl sağlanacağına dair yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

Okullarda iç çevre kalitesinin arttırılmasına yönelik çalışmalarımızı yürüten ve bu rehberin ortaya çıkmasında katkı sunan Filiz Aktakka, Sinan Aktakka, İbrahim Atmaca, Orhan Ekren, Güniz Gacaner, Melik Kara, Ziya Haktan Karadeniz, Tuğçe Kazanasmaz, Aysun Sofuoğlu, C. Sait Sofuoğlu, Macit Toksoy, Necmi Varlık, Birol Yavuz, Hasan Yüksel’e ve rehberin içerisinde yer alan karikatür ve diğer çizimleri yapan İrfan Sayar’a Odamız adına teşekkür ederiz.

Kitabın öğretmenlerimiz, velilerimiz ve çocuklarımızın yanı sıra meslek ve meslektaşlarımıza katkı sağlaması, çalışmalarında rehber olması dileğimizle saygılar sunarız.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası

Yönetim Kurulu

İZMİR / 2015

Değerli Öğretmenler ve Ebeveynler

Bu rehber çocuklarımızın, öğrencilerimizin yaşamlarının önemli bir parçasını geçirdikleri okullardaki (ve evlerimizdeki) iç çevre şartlarının (iç hava kalitesi, ısı konfor, akustik konfor, görsel konfor, koku ve titreşim) onların sağlıklarını ve başarılarını negatif yönde etkileyebileceği konusunda farkındalık yaratmak amacıyla hazırlanmıştır.

Tüm dünyada hemen her ülkede, okullardaki iç çevre şartlarının ne olduğu ve bu şartların öğrencilerin sağlığını ve öğrenme başarısını nasıl etkilediği konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları okulların (evlerimizin de) iç çevre şartlarının genellikle çocukların ve öğretmenlerin sağlığı açısından riskler yarattığını, çocukların öğrenme, öğretmenlerin öğretme başarısını etkilediğini göstermektedir. Uygun olmayan iç ortam şartları büyüklerin de sağlıklarını ve üretkenliklerini etkilemektedir. Ancak çocuklar uygun olmayan iç ortam şartlarından, henüz gelişmelerini tamamlamadıkları için, yetişkinlerden daha fazla etkilenmektedirler.

Artık ülkeler, okullardaki iç çevre kalitesinin geliştirilmesi için özel tedbirler almakta ve okul iç çevre kalitesini geliştirme programları uygulamaya sokmaktadırlar. Okulların çocuklar ve öğretmenler için, daha sağlıklı ve yüksek başarılı ortamlar olması için yapılması gereken ilk şey iç çevre kalitesi hakkında bilgi edinmektir. Bu rehberin amacı da İç Çevre Kalitesi hakkında temel bilgilerin verilmesidir.

Bu rehber ve okullarda iç çevre kalitesinin bileşenleri için ayrı ayrı geliştirilen diğer rehberler, Makina Mühendisleri Odası ile İzmir Milli Eğitim Müdürlüğü'nün işbirliği ile gerçekleştirilen ilk ve ortaokullarında İç Çevre Kalitesi Eğitimi Projesi kapsamında oluşturulan Çalışma Grubu üyeleri tarafından geliştirilmiştir. Dokümanların tamamı Makina Mühendisleri Odası www.iccevrekalitesi.net adresli web sitesinde yer almaktadır.

Çalışma Grubu üyeleri olarak bu rehberlerin geliştirilmesi ve ilgili eğitimlerin verilmesi düşüncesi bizleri çok heyecanlandırmıştır. Öğrencilerimizin daha sağlıklı ve başarılı ortamlarda öğrenim hayatını sürdürmelerine katkı koymak şüphesiz hepimizin en önemli hedeflerinden biridir. Bu hedefe ulaşmada küçük de olsa bir katkımız olursa kendimizi çok mutlu hissedeceğiz.

Makina Mühendisleri Odası
Okullarda İç Çevre Kalitesi Çalışma Grubu

GİRİŞ

İnsanların büyük bir kısmı hayatlarının %90'ını kapalı ortamlarda geçiriyorlar. Bu kapalı ortamlar, atmosferin değişen şartlarından insanları koruması gerekirken dıştan içeriye giren ve içerde üretilen kirlleticilerle, insan sağlığını ve üretkenliğini negatif olarak etkileyen bir iç çevreye dönüşüyorlar.

Temiz olduğunu düşündüğümüz dış ortam gün geçtikçe kirleniyor. Yapılan çalışmalara göre 1860'larda, endüstri devriminin başlangıcında dış havadaki karbondioksit (CO_2) konsantrasyonu 270 ppm iken günümüzde 400 ppm olmuştur¹. Küresel ısınmayı etkileyen bir sera gazı olan karbondioksit insan sağlığını da etkiliyor. Sınıflar gibi kalabalık ortamlarda insanlar tarafından üretilen karbondioksit kısa zamanda sağlık sorunları yaratabilecek seviyelere çıkabiliyor. Yapılan bir araştırmaya göre, karbondioksit konsantrasyonunun 1000 ppm'den fazla olması, devamsızlığı %10 ile %20 arasında artırıyor². Öğretmenlerin devamsızlığı da karbondioksit konsantrasyonunun artması ile artıyor. Sınıflardaki iç hava kirliliğinin astımı tetiklediği ve geliştirdiği bir bilimsel gerçektir. Uluslararası Çocuklarda Astım ve Alerji Çalışmaları (ISAAC) programında yapılan araştırmalara göre ülkeden ülkeye değişmekle birlikte çocukların %25'inde astım şikâyetleri, %12'sinde ise ciddi astım problemleri vardır. Astım şikâyeti olanların önemli bir bölümünde ise alerji şikâyeti de söz konusudur³.

İnsan sağlığı için maden ocaklarında olduğu gibi çok yüksek değerlere çıkmadıkça, bazı kirleticiler yanında karbondioksit çok masum kalıyor. Her türlü üründen soluduğumuz havaya geçen bazı gaz ve parçacıklarından oluşan kimyasal maddeler karbondioksitten çok daha tehlikeli sağlık problemleri yaratıyor. Üstelik günlük hayatımızda isimleriyle bile tanışmadığımız bu gaz ve parçacıkların, soluduğumuz ortamda olduklarını çoğu zaman fark etmiyoruz.

İç havanın kalitesi yanında yaşadığımız ortamlardaki sıcaklık ve nem değerleri, gürültü ve aydınlatma seviyesi, kokular ve titreşimler de sağlığımızı ve üretkenliğimizi etkiliyorlar. Bu etkiler çocuklar için daha fazla oluyor. Çünkü çocuklar yetişkin oluncaya kadar gelişmelerini sürdürürken fizyolojik olarak yetişkinlerden farklı tepkiler gösteriyorlar. **Çocuklar, küçük yetişkinler değildir.** Aşağıdaki nedenlerden ötürü de çevresel tehlikelere karşı, yetişkinlerden daha fazla risk altındadırlar.

- Çocuklar yere yakın konumda hareket ederler ve oynarlar. Bu onları kir ve toz ile temas haline getirir. Çocuklar genellikle ellerini, oyuncaklarını, kalemleri ve diğer şeyleri ağızlarına sokarlar.
- Çocuklar, kg ağırlıkları başına yetişkinlere göre daha fazla yer, içer ve daha fazla hava tüketirler³. Bu yüzden yetişkinlerden daha fazla risk altındadırlar.
- Çocukların doğal savunması yeterince gelişmemiştir.
- Havanın burun ve geniz geçişlerinde filtrelenebilirliği daha azdır.
- Çocukların derisi daha geçirgendir.
- Sindirim sistemi, metabolizma süreci, böbrek aktiviteleri ve diğer önemli organları gelişme halindedir.
- Okullardaki birim alan başına düşen çocuk sayısı, yetişkinlerin çalışma alanlarından çok daha fazladır.
- En önemlisi de çocuklar, çevrelerinin güvenliğinden emin olma konusunda yetişkinlere güvenirlir. Kendilerini korumak için yetişkinler kadar çevrelerine dikkat etmezler.

Bu rehber genel olarak, çocukların günlük hayatlarının bir kısmını geçirdikleri okullardaki iç çevre kalitesi bileşenlerinin (fiziksel ve kimyasal çevrenin), onların ve öğretmenlerin sağlığı üzerine etkilerini ve iyi bir iç çevre kalitesinin geliştirilmesi için alınması gereken tedbirleri içermektedir. İç çevre kalitesinin bileşenleri ile ilgili daha geniş bilgi için iç çevre kalitesinin bileşenleri hakkında yazılmış diğer rehberlere⁴ ve literatüre başvurulmalıdır. İç Çevre Kalitesi konusunda gerekirse Makina Mühendisleri Odası'na da başvurulabilir. Gönüllü uzmanlar, sorunların çözümünde yardımcı olacaklardır.

¹ NASA, NASA Computer Model Provides a New Portrait of Carbon Dioxide, News, November 17, 2014.

² Indoor Environment and Energy Efficiency in Schools. REHVA Guidebook No 13 Part 1. (Ed. By F.R.d'Ambrosio Alfano), 2010.

³ Parents Guide to school indoor air quality

⁴ www.iccevrekalitesi.net

GELECEĞE YATIRIM: Denizleri hallettik. Akarsularda da iş kalmadı. Hava sinyali veriyor. Hepimizin aklından geçen bu konuyu yatırıma yönelik olarak procelendireyim dedim.

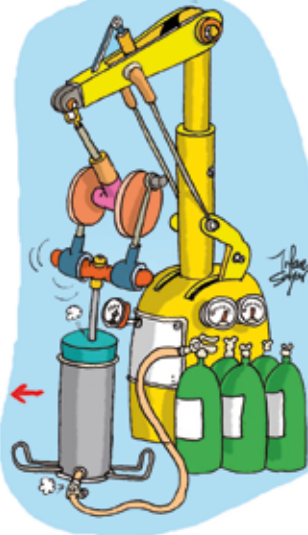
TÜP HAVA TESİSLERİ processi

Bu sayede: a) Karada yaşayan balık adamlar gibi hayatımızı idame ettirme şansımız olabilir. b) Bu yeni sektör yeni iş imkanları demek olacağından bir sürü insan HAVADAN EKMEK YER.

İşte çam havası pompalama tesislerinin kurulacağı uygun bir tepe



bu da temiz hava pompalama tesisimiz



daha sonra ürün isteğe göre çeşitlendirilebilir.



TÜKETİCİNİN KULLANIM ŞEKLİ

Buruna montajı sırasında hava kaçışını anlamak için bir kibrit çakılır. Kibrit sönerse (!) kaçak yok demektir.



HAVA SEBİLİ processi

Kirli havadan boğulan vatandaşlara ücretsiz temiz hava takviyesi sağlar. Su sebillerinde olduğu gibi bu su sebilleri de yardımsever varlıklı aileler veya belediyeler tarafından finanse edilebilir.



ÇEVRE SAĞLIĞI İÇİN HEM HALI DÖVEN HEM DE KALDIRIM KENARLARINI SÜPÜREN TEMİZLİK ARABALARI processi



Yaşadığımız çevredeki havayı,
çevremizi temiz tutarak kirilik kaynaklarını kontrol ederek kaliteli hale getirebiliriz.

İÇ ÇEVRE KALİTESİ

Okula gitmeyen çocukların, öğrencilerin ve diğer yetişkinler gibi öğretmenlerin yaşamlarının büyük bir kısmını geçirdikleri iç ortamların, onların sağlığını öğrenme ve öğretme başarılarını, üretkenliklerini etkileyen 6 bileşeni vardır:

1. İÇ HAVA KALİTESİ

2. ISIL KONFOR

3. AKUSTİK KONFOR

4. AYDINLATMA VE GÖRSEL KONFOR

5. KOKU

6. TİTREŞİM



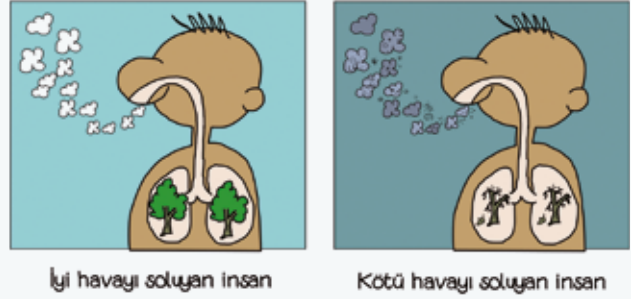
Bu dokümanda iç hava kalitesini etkileyen 6 bileşenden 5'i ile ilgili (İç Hava Kalitesi, Isıl Konfor, Akustik Konfor, Aydınlatma ve Görsel Konfor, İç Çevre Bileşeni olarak Koku) bilgiler yer almaktadır. Titreşimlerin kaynakları, etkileri, giderilmesi uzmanlık gerektiren karmaşık bir bilgi alanıdır. Konfor bileşeni olarak titreşimler hakkında, genellikle gürültü ile birlikte geliştiklerinden, Akustik Konfor bölümünde kısaca bilgi verilmiştir.

1. OKULLARDA İÇ HAVA KALİTESİ¹



İç ortam havasındaki kirletici düzeyleri dışarıya göre genel olarak 2 ile 5 kat, bazı özel durumlarda ise 100 katından fazla, daha yüksek olabilmektedir. Buna ek olarak, zamanımızın %80-90'ını iç ortamlarda geçirdiğimizden iç hava kalitesi daha da büyük bir önem arz etmektedir. Dolayısıyla, yapılan çalışmalar halk sağlığı açısından iç hava kirliliğini en önemli ilk beş etmenden biri olarak göstermektedir.

İç hava kalitesi, okullar da dâhil olmak üzere çeşitli iç ortamlardaki havada bulunan kirleticilerin düzeyleri ile ilgili bir kavramdır. İç havadaki kirleticilerin düzeyleri ne kadar düşük olursa hava o kadar yüksek - iyi kaliteli, kirletici düzeyleri ne kadar yüksek olursa hava o kadar düşük - kötü kalitelidir. İç hava kalitesi, öğretmenler gibi yetişkin insanların sağlığına ve üretkenliğine olduğu gibi öğrencilerin de sağlığına ve okul başarılarına etki eder.



Evlerimizde de iç hava kalitesi dış ortamlara göre daha kirlidir. Aşağıdaki tabloda ev içindeki havanın dış havadan kaç defa daha kirli olduğunu gösteren bir araştırmanın sonuçları verilmiştir.

Evlerde iç hava kalitesi ve sağlık sorunları ²	
%200	İyi izole edilmiş, havalandırılmayan evlerde ve benzeri yerlerde alerji yapan maddelerin miktarı havalandırılmayan yerlere göre %200 fazladır.
%160	Geçen 20 yılda astım oranı %160 artmıştır.
2X-5X-100X	İç havada kirletici düzeyleri dışarıya göre genel olarak 2 ile 5 kat, bazı özel durumlarda ise 100 katından fazla, daha yüksek olabilmektedir.
6/10	Amerika'da yapılan araştırmalara göre 10 evden 6'sındaki hava, içinde yaşayanlar için tehlikelidir.

Düşük iç hava kalitesi; geçici bir sebebe bağlanamayan baş ağrısı, gözler ve deride kızarıklık, öksürme ve nezle benzeri semptomlardan, astımın tetiklenmesi, kötüleşmesi ve diğer solunum yolu hastalıklarına kadar sağlık etkilerine sebep olabileceği gibi öğrenci ve öğretmen performansını da olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Semptomların belirli kirleticilere bağlanmamasının sebebi olarak iç hava kirletici düzeylerinin doğrudan ilişkiyi kuracak düzeyde yüksek olmaması ancak kolektif bir şekilde etki yarattığı düşünülmektedir.

¹ Daha fazla bilgi için http://www.iccevrekalitesi.net/adresindeki_rehberlere

(Okullarda İç Hava Kalitesi ve Okul ve Evlerde İç Ortam Hava Kalitesi ve Çocuk Sağlığına Etkisi) başvurunuz.

² (Indoor Air Quality. UL New Science: <http://newscience.ul.com/indoorairquality>)(*)

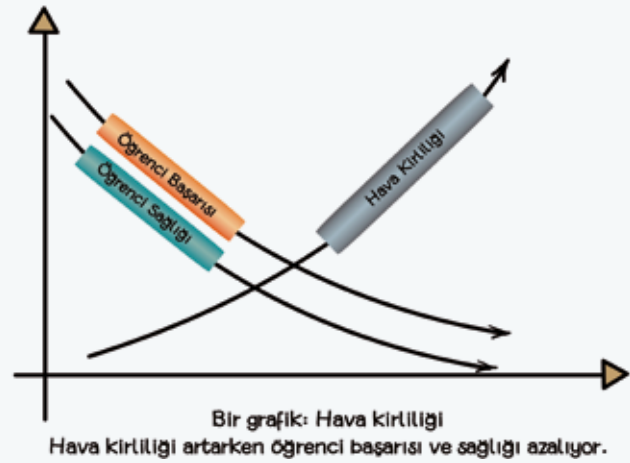
1- OKULLARDA İÇ HAVA KALİTESİ

İç hava kalitesine ek olarak ısı konfor, ışıklandırma, gürültü, koku gibi etmenler de bu tip semptomların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Semptomlar ve muhtemel ilişkili kirleticiler aşağıda listelenmiştir.

Semptomlar	Muhtemel Sebepler	Numaralandırma Anahtarı
SOLUNUM İLE İLGİLİ		
Burun tıkanıklığı, nezle	1, 2, 3, 4, 6	1. Sorunlu bina (nem hasarlı, havalandırması uygun olmayan veya aşırı kalabalık binalar) 2. Yanma kaynaklı kirleticiler 3. Biyolojik kirleticiler (küf, toz akarı, hayvan kepeği) 4. Uçucu organik bileşikler (formaldehit, pestisitler, organik çözücüler, temizlik maddeleri) 5. Ağır metaller (uçuşan tozda kurşun ve civa buharı) 6. Çevresel tütün dumanı
Burun kanaması	4	
Öksürük	1, 2, 3, 4, 6	
Hırıltılı soluma, kötüleşen astım	2, 6	
Nefes daralması	1, 3, 6	
Ciddi göğüs hastalıkları	1	
DİĞER		
Gözlerde kızarma, sulanma	1, 2, 3, 4, 6	
Baş ağrısı veya baş dönmesi	1, 2, 3, 4, 5, 6	
Yorgunluk, kırgınlık, uyuşukluk	1, 2, 3, 4, 5	
Bulantı, kusma, iştah kaybı	2, 3, 4, 5	
Kızarıklıklar	3, 4, 5	

Çocuklar, yetişkinlere göre birim vücut ağırlıkları başına daha fazla hava solumakta ve gelişimleri devam etmekte olduğu için kirleticilerin etkilerine karşı daha hassas ve açıktırlar. Hassasiyet yaratan diğer etmenler alerjisi veya astımı olmak, solunum yolu hastalığı olmak, baskılanmış bağışıklık sistemi olmak, kontak lens kullanmak olarak sıralanabilir.

Okullar, çeşitli iç hava kirleticisi kaynaklarının bulunması, parasal kaynakların sınırlılığı sebebiyle yüksek kaliteli bina/döşeme/mobilya malzemelerinin kullanılamaması, bakım/onarımın düzenli bir şekilde yapılamaması, enerji tasarrufu gerekleri sebebiyle binaların dış hava girişine karşı sıkı bir şekilde izole edilmesi, etkin havalandırma yapılamaması, öğrenci sayıları sebebiyle birim alana düşen kişi sayısının yüksek olması gibi nedenlerle iç hava kalitesinin düşük-kötü olduğu ortamlar olmaktadır.



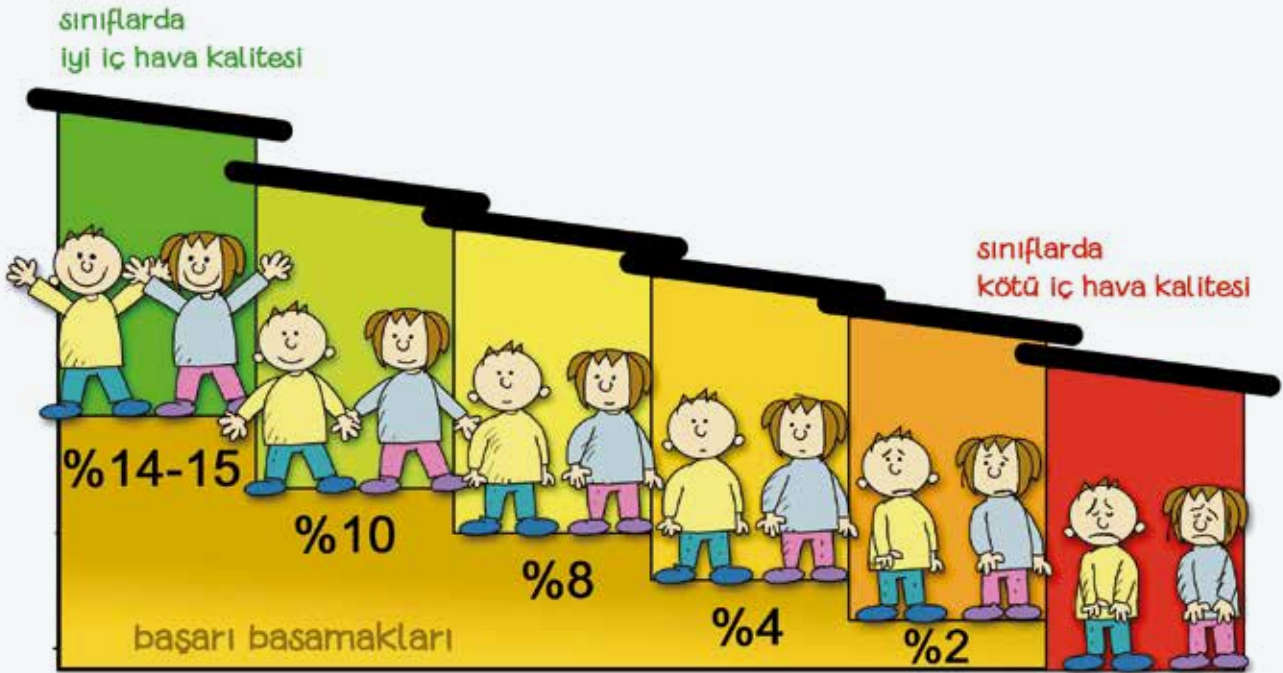
Bilimsel veriler iç hava kalitesi ile astım da dahil olmak üzere solunum yolu hastalıkları arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Ülkemizde astımın yaygınlığı her geçen yıl artan bir eğilim göstermektedir. Astım ve diğer solunum yolu hastalıkları okula devamsızlığın en önemli sebeplerinden biri olabilmektedir. Devamsızlığa ek olarak, hastalık sebebiyle de performans kaybı olabilmektedir.

Ev, ofis ve okullarda rutubet ve küf, solunum ve astım ile ilgili sorunların önemli derecede artmasına neden olmaktadır. Rutubet ve küf oluşumunun bulunduğu bina sakinlerinde görülen semptomlar arasında öksürme, boğazda tahriş, yorgunluk, baş ağrısı ve hırıltılı solumda artış bulunmaktadır.



Sınıftaki kötü iç hava kalitesi astımı tetikler.

Yapılan bilimsel çalışmalar iç hava kalitesinin iyileştirilmesiyle hem yetişkinler hem de öğrencilerin verimliliklerinin, odaklanma ve hatırlama gibi mental işlerde başarılarının arttığını göstermektedir. Örneğin sınıflara yeterli taze hava sağlanmasıyla bulaşıcı hastalık yayılmasının ve devamsızlığın azaltılabildiği; öğretmenlerin genel sağlık durumları ve verimliliklerinde iyileştirme sağlanabildiği; öğrencilerin sınav notlarında ve mental işlerdeki performanslarında artış sağlanabildiği görülmüştür. Bir çalışmada daha fazla taze hava verilen sınıflarda okuyan çocukların notlarının, düşük taze hava verilen sınıflarda okuyanlara göre % 14-15 düzeyinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Sınıflar gibi kalabalık iç ortamlarda oluşan iç hava kalitesi sorunlarından birisi de kişilerin nefesleriyle havaya bıraktıkları karbondioksittir. Karbondioksitin sağlık etkileri sınıflarda pek karşılaşılmayan yüksek düzeylerde ortaya çıksa da, konsantrasyonunun sınıflarda sıklıkla karşılaşılan belirli eşik değerlerin üzerine çıktığında kişilerin karar verme performanslarında hatırı sayılır düşüşe yol açtığı bulunmuştur.

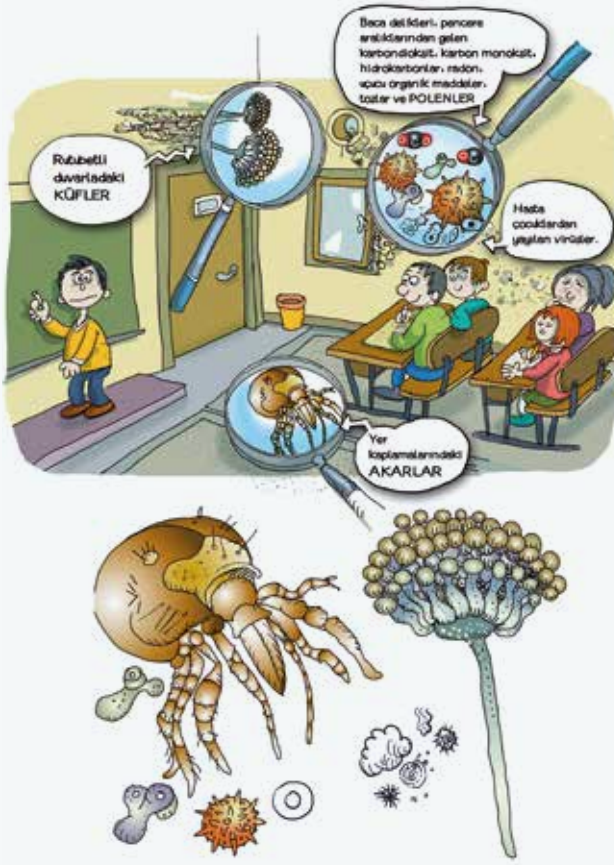
Öğrenci kaynaklı karbondioksit ile birlikte diğer tipik iç hava kirleticileri, aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Biyo-aerosoller (küf, toz akarı)	Uçuşan toz
Biyo-aerosoller (hayvan kepeği, polen, vs.)	Kurşun
Karbondioksit (CO ₂)	Azot oksitler (NO, NO ₂)
Karbonmonoksit (CO)	Pestisitler
Toz	Radon
Çevresel tütün dumanı veya pasif içicilik	Uçucu organik bileşikler

Kirleticiler, içerideki kaynaklardan iç havaya salınabilecekleri gibi içeriye alınan dış hava kaynaklı da olabilirler. İç ve dış kirlenici kaynaklar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Güçlü iç kaynaklar bulunması durumunda iyi bir havalandırma bile yeterli olamayabileceğinden kaynak kontrolü önem taşımaktadır.

TİPİK İÇ HAVA KİRLETİCİ KAYNAKLARI										
DIŞ KAYNAKLAR			İÇ KAYNAKLAR							
Kirli Dış Hava - Polen, toz, küf sporları - Endüstriyel emisyonlar - Motorlu araç egsoz emisyonları Yakınlardaki Kaynaklar - Rölantide çalışan motorlu araçlar - Çöplerden kokular - Baca gazlarının geri içeriye girmesi Yeraltındaki Kaynaklar - Radon - Pestisitler - Yeraltı depolama tanklarından sızıntılar			EKİPMAN		MALZEME VE DEKORASYON			DİĞER		
			Isıtma, Soğutma, Havalandırma Teçhizatı - Sistemde küf üremesi - Yanma ürünlerinin uzaklaştırılmaması - Tesisat borularında biriken toz Diğer Teçhizat - Ofis aletleri - Atölye, laboratuvar, temizlik teçhizatı		Malzemeler - Aşınan veya su hasarlı yüzeylerde küf üremesi - Giderlerden kanalizasyon gazı girmesi - Yapısında kirlenici içeren malzemeler - Toz üreten malzemeler Dekorasyon - Yeni dekorasyonlar ve yer döşemeleri - Aşınan veya su hasarlı yüzeylerde küf üremesi			- Laboratuvar malzemeleri - Görsel sanatlar malzemeleri - Fotokopi, yazıcı ve yiyecek hazırlama alanları - Sigara - Temizlik maddeleri - Çöpler - Pestisitler - Boya, mastik ve yapıştırıcılar - Bulaşıcı hastalığı olan kişiler - Kalıcı kalem, beyaz tahta kalem - Haşereler - Kişisel bakım ürünleri - Depolanan yakıtlar		
KİRLETİCİLER										
Karbon monoksit	Karbon dioksit	Aromatik hidrokarbonlar	Tozlar	Uçucu organik bileşenler	Radon	Polenler	Küf	Akarlar	Biyolojik kirlenitler	
Dış kaynaklardan gelen kirlenitler										
İç kaynaklardan gelen kirlenitler						İç kaynaklardan gelen kirlenitler				

İç hava kirliliğine neden olan kişisel bakım ve temizlik malzemeleri hakkında bilgiye **Okullarda Kırtasiye, Temizlik ve Kişisel Bakım Ürünlerinden Oluşabilecek Riskler** rehberinde⁷ geniş olarak yer verilmektedir.



Sınıflardaki bazı iç hava kirlilik kaynakları.

Okullarda iç hava kalitesinden kaynaklanan sorunların belirlenmesi dikkatli gözlemleri gerektirmektedir.

İç hava kalitesi ile ilintili semptomlar, soğuk algınlığı, nezle, alerji, yorgunluk semptomları ile benzer olduğu için tanı konması zor olan semptomlardır. Ancak aşağıdaki ipuçları kullanılarak semptomlar iç hava kalitesi ile ilişkilendirilebilir.

→ Semptomlar okul çapında ya da sınıf çapındaysa

→ Öğrenci veya öğretmenler bir gün ya da daha uzun zaman dilimleri boyunca okul binasından uzak kaldıktan sonra semptomlar ortadan kayboluyorsa

→ Semptomlar okulda boya-badana veya pestisit uygulaması gibi yapılan bir değişiklikten sonra ortaya çıkmışsa

→ Semptomlar iç ortamda görülüyor ancak dışarıda görülüyorsa

→ Semptomlar bir doktor tarafından iç hava kalitesi ile ilgili şekilde tanımlanmışsa

Semptomların gözlenmemesi okulda iç hava kalitesi sorunu

olmadığını göstermez. Semptom(lar) ile sonuçlanmasa bile bazı iç hava kirlleticileri uzun vadede sağlık etkilerine sebebiyet verebilir. Dolayısıyla, bulunduğumuz çevrelerin bilinçli gözlemlenmesi önem taşır.

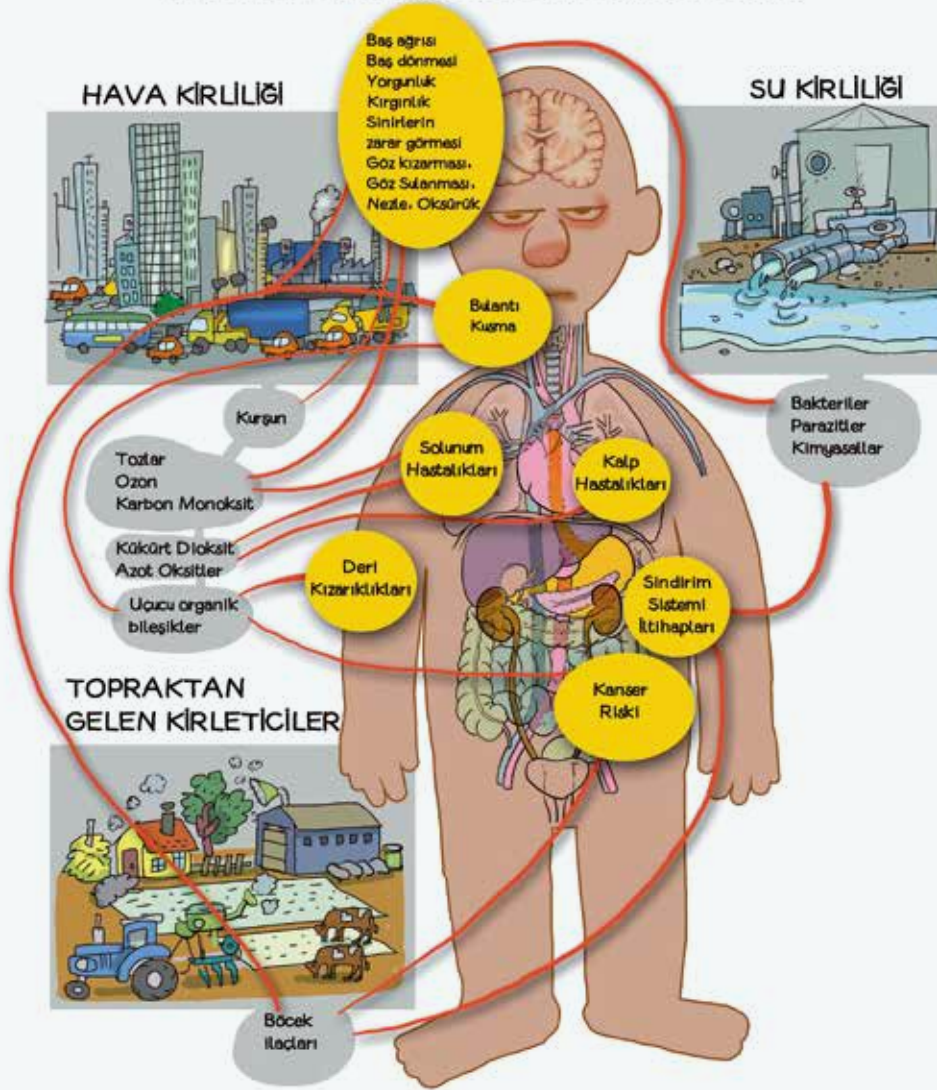
Okul iç havasındaki kirlitici düzeylerini düşürmek için uygulanabilecek altı temel strateji vardır. Bu stratejiler aşağıda açıklanmıştır. Havalandırma zorunlu olmak şartıyla bu stratejilerden bir veya birkaç tanesi sınıflardaki kirliliğin önlenmesi amacıyla kullanılmalıdır.

Kaynak Yönetimi: Kaynak yönetiminde uygulanan yöntemlerden biri kaynakların uzaklaştırılması, yani kirlitici yayan kaynakların iç ortamdan uzaklaştırılması ya da okula girişinin engellenmesidir. Örnek olarak, üzerinde küf üremiş malzemelerin değiştirilmesi, okul bahçesinde öğrenci servis araçlarının bahçeye alınmaması ya da rölantide çalışır durumda bulunmalarına izin verilmemesi verilebilir.

Kaynak yönetiminde uygulanan yöntemlerden ikincisi kirlitici yayan kaynakların yaymayanlar ile değiştirilmesi anlamında olan kaynak değişimidir. Örnek olarak, toksik gaz salan duvar boyalarının, tahta kalemlemlerinin ve görsel sanatlar malzemelerinin, toksik madde içermeyenler ile değiştirilmesi verilebilir.

Kaynak yönetiminde uygulanan yöntemlerden üçüncüsü ise kaynakların, yaydıkları kirleticilerin havaya salınmasını engellemek amacıyla muhafaza içine alınmasıdır. Örnek olarak tamirat sırasında plastik örtü kullanılarak çıkan tozların havaya karışmasını engellemek verilebilir.

Hava içindeki kirleticilerin sağlığa etkisi



İç ve dış kirleticileri tanımlamak
İç Hava Kalitesi açısından önemli adımlardan biridir.

cilerin ortalama yaş ve ağırlıkları, ders ve teneffüs uzunlukları dikkate alınarak sınıf içindeki karbondioksit seviyesi 1000-1500 ppm'i aşmayacak şekilde hesaplanmalıdır. Bu hesap için Makina Mühendisleri Odası'ndan yardım istenebilir veya Odanın okullarda iç çevre kalitesi ile ilgili sitesindeki Okullarda Havalandırma Miktarı Hesaplayıcısı kullanılabilir.

Yerel Uzaklaştırma: Nokta kaynaklardan salınan kirleticilerin okul içinde yayılmasını engellemek hedefiyle kaynağın bulunduğu yerlerde egzoz fanları yardımıyla kirli havanın dışarı atılması yerel uzaklaştırma stratejisidir. Tuvaletlerin kendi egzoz sistemleri, laboratuvarlarda çeker ocaklar ve ışık ile mutfaklardaki davlumbazlar örnek olarak gösterilebilir.

Mekanik Havalandırma: İç hava kirletici düzeylerinin daha temiz dış hava yardımıyla seyreltilerek düşürülmesi ve uzaklaştırılmasıdır. Okulların sınıf, kütüphane, laboratuvar gibi çeşitli iç çevrelerinde kişi başına ve/veya birim alan başına sağlanması gerekli taze hava debileri (bina sakinlerinin havaya saldıkları karbondioksit temel alınarak) standartlar ile belirlenmektedir. Bu taze hava miktarları kişi başı saniyede 7,5 ile 10 litre arasında değişmektedir. Bir sınıf havalandırma sisteminin tasarımında kullanılacak havalandırma debisi için standartlarda verilen değerler minimum değerlerdir. Havalandırma debisinin doğru değeri, sınıf büyüklüğü, öğren-

Maruziyet Kontrolü: Kirlenici yayan tamirat, yenileme gibi işlerin yapılacağı saatlerin çocukların okulda bulunmadıkları saatlere zamanlanması yoluyla çocukların kirleneticilere maruziyetinin engellenmesi ya da azaltılmasıdır. Örnek olarak, ülkemizde de uygulanan boya-badana işlerinin yaz ve dönem ara tatili zaman dilimlerinde yapılması, temizlik maddeleri kullanılarak yapılan temizlik işlerinin okul saatlerinden sonra yapılması gibi uygulamalar verilebilir. Alerjisi veya astımı olan çocukların yazıcı/fotokopiasına en uzak sınıflara yerleştirilmesi ya da sadece belirli zaman aralıklarında kullanılabilmesi de bu strateji altındayearılır.

Hava Temizleme: Mekanik havalandırması olan okul binalarında uçuşan tozun dış havadan içeriye girişini en aza indirmek için filtre kullanılması gibi mühendislik uygulamaları bu strateji dâhilindedir. Sınıflardaki kirli havanın dışarıya atılması ve içeriye temiz dış havanın verilmesi için kullanılan ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarında, hem dışa atılan havanın enerjisi geri kazanılır hem de dışarıdan içeriye verilen hava filtrelendir.

Eğitim: İyi olmayan bir iç ortam havasının öğrencilere ve öğretmenlere olan etkilerinin önlenmesi ya da azaltılması için ilk atılacak adım, iç hava kalitesi, etkileri ve kötü iç hava kalitesinin sağlık ve başarı üzerindeki negatif etkilerinin önlenmesi yöntemleri konularında eğitmektir. İç hava kalitesi alanında okulda sürekli bir İç Hava Kalitesi Yönetimi kurulması ile okula gelen her öğrenciye iç hava kalitesi eğitimi verilmesi bu alandaki sorunların giderilmesinin başlangıcı olacaktır.

*insanlar temiz havada,
balıklar temiz suda yaşarlar.*



2. OKULLARDA ISIL KONFOR¹



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

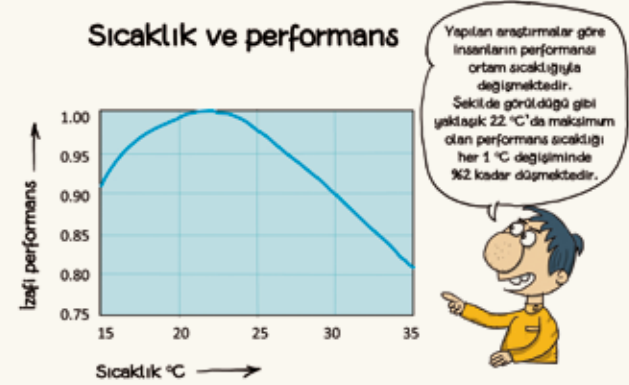
Dış ortamın ve iç ortamın (sınıfın) sıcaklıklarına bağlı olarak içeriden dışarıya veya dışarıdan içeriye doğru ısı enerjisi akışı olur. Söz konusu enerji – ısı akışı ya duvarlar, pencereler gibi katı maddelerin içinden olur ya da kapı ve pencere aralıklarından giren ve çıkan hava ile gerçekleşir.

İçeriden dışarı veya dışarıdan içeriye olan bu ısı – enerji akışının sonucunda oda havası belli bir denge sıcaklığına ve neme, oda içindeki eşyalar ve odanın sınırlarını 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 hala kendimizi konforlu hissetmiyorsak çeşitli araçlarla odaya ısı enerjisi aktararak sıcaklıkların yükselmesini sağlarız. Terliyorsak, iç ortam bizde “içerisi sıcak” düşüncesi yaratıyorsa çeşitli araçlarla soğuturuz. Yetirince soğutamıyorsak giysilerimizi değiştirerek daha hafif yazlık giysiler giyeriz.

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 denge sıcaklığında tutar. Sağlıklı bir insanda ortalama vücut (denge) sıcaklığı 37 °C dir.

Isıl konfor güncel hayatta çok kullandığımız ısı ve konfor kelimesinin bir arada söylenmesiyle, yaşadığımız iç çevrenin bizim için soğuk mu, sıcak mı ya da uygun mu sorularının cevaplarıyla ilintili bir düşüncüyü ifade eder. İnsanın bulunduğu çevre ile ilgili memnuniyetini sorguladığı alanlardan biridir. Isıl konfor “Isıl çevreden memnun olunan düşünce hali^{2,3}” olarak tanımlanmaktadır.

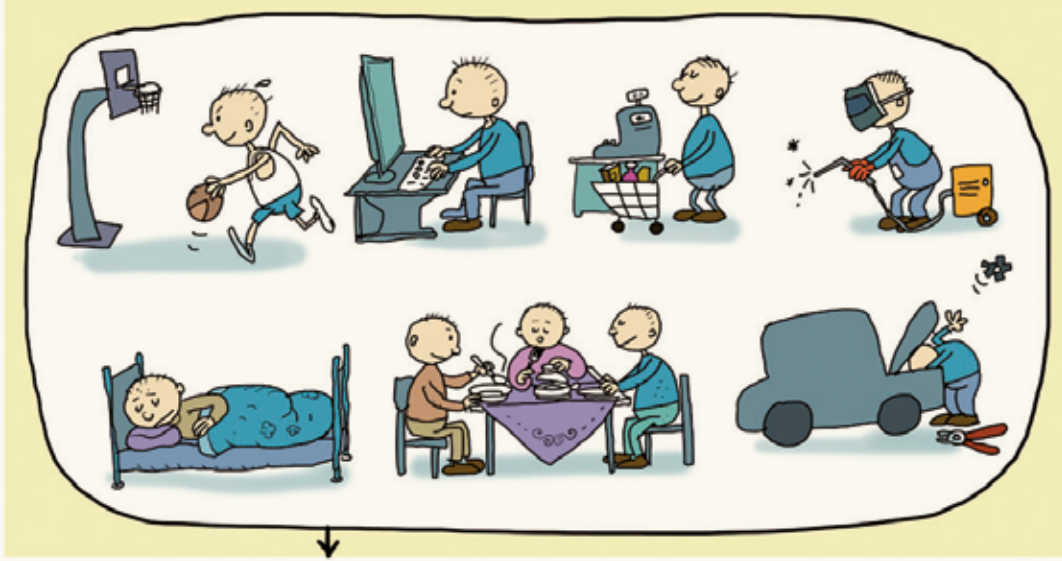
Sınıflar, çocuklar ve öğretmenler için bir iç ortamdır (iç hacimdir). Sınıflardaki ısı konfor, okulun mimari (şekli, ölçüleri, yönlendirilmesi vs) ve fiziki yapısıyla (duvarlarının malzemele-ri vs), ısıtma sistemi, öğrenci sayıları ve okulun bulunduğu dış ortamın iklim koşullarıyla yakından ilgilidir. Sınıflardaki uygun olmayan ısı konfor öğrencilerin hem sağlıklarını hem de okul başarılarını etkiler.



¹ Isıl Konfor konusunda daha fazla bilgi için www.iccevrekalitesi.net adresindeki rehber başvurunuz.

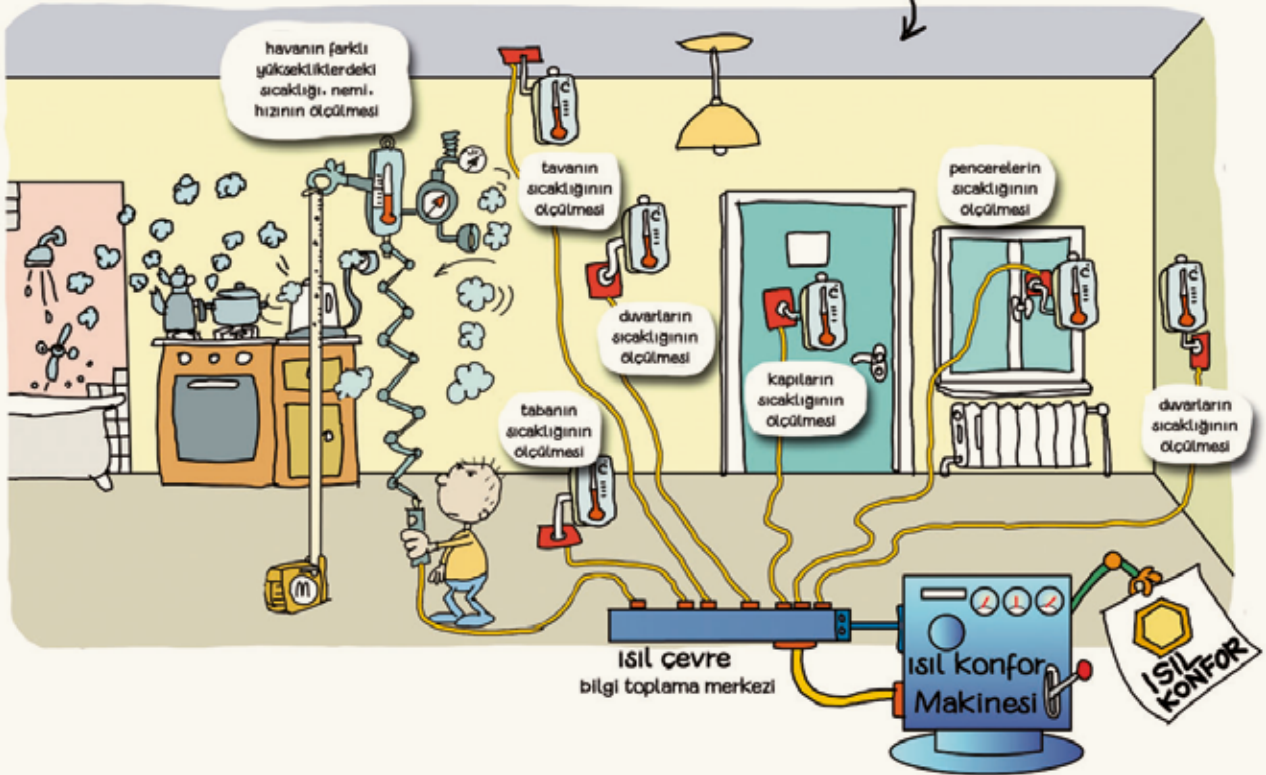
² British Standard BS EN ISO 7730

³ ASHRAE Standard 55



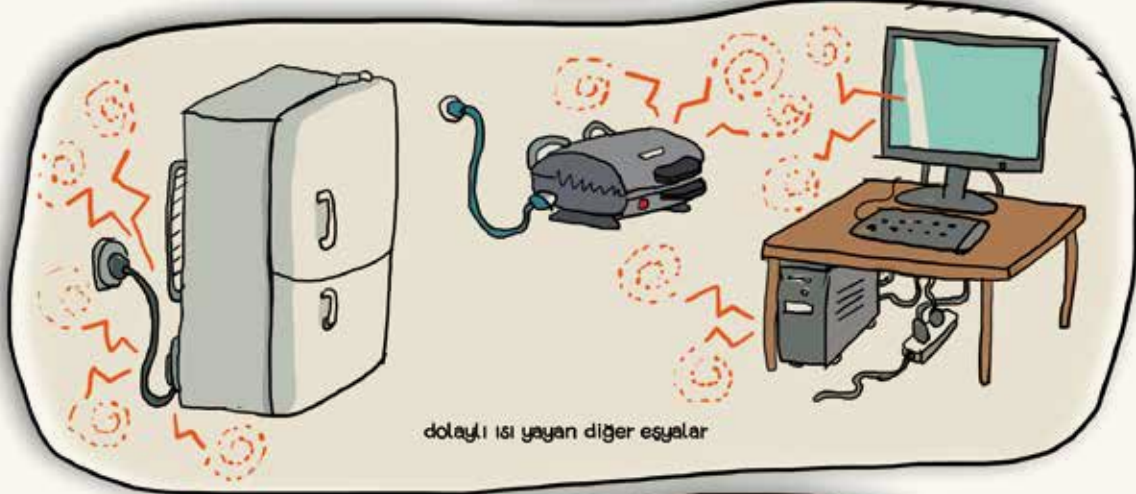
Günlük Aktivitelerimiz

Bu aktivitelerimizi sürdürdüğümüz ortamlar



Günlük aktivitelerimizi sürdürdüğümüz ortamlarda değişik yüksekliklerdeki hava sıcaklığı ve nemi, duvarların, tavanın, tabanın, pencerelerin ve kapıların sıcaklıkları ısıl konforumuzu belirleyen ısıl çevreyi oluşturur.

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

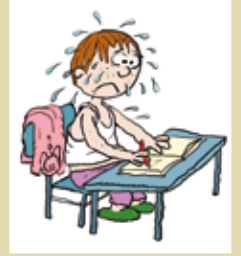


2- OKULLARDA ISIL KONFOR

Çevre sıcaklığı, vücut denge sıcaklığından büyük ise, ortamdan vücuda ısı enerjisi transfer olur ve 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 dolaşmasını 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.



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:

- 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 ısı kaybını yeterince engellemiyorsa, beyin titreme yoluyla üşüyen vücuda ek ısı enerjisi sağlamaya çalışır.



Vücut bulunduğu çevre ile ne kadar kolay bir şekilde enerji dengesini kurabiliyorsa, yani fizyolojik denetim mekanizmaları (kan akışı değişimi, terleme, titreme gibi) ne kadar az devreye giriyorsa, bulunduğu ortamı o denli ısıl olarak konforlu hisseder.

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

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.

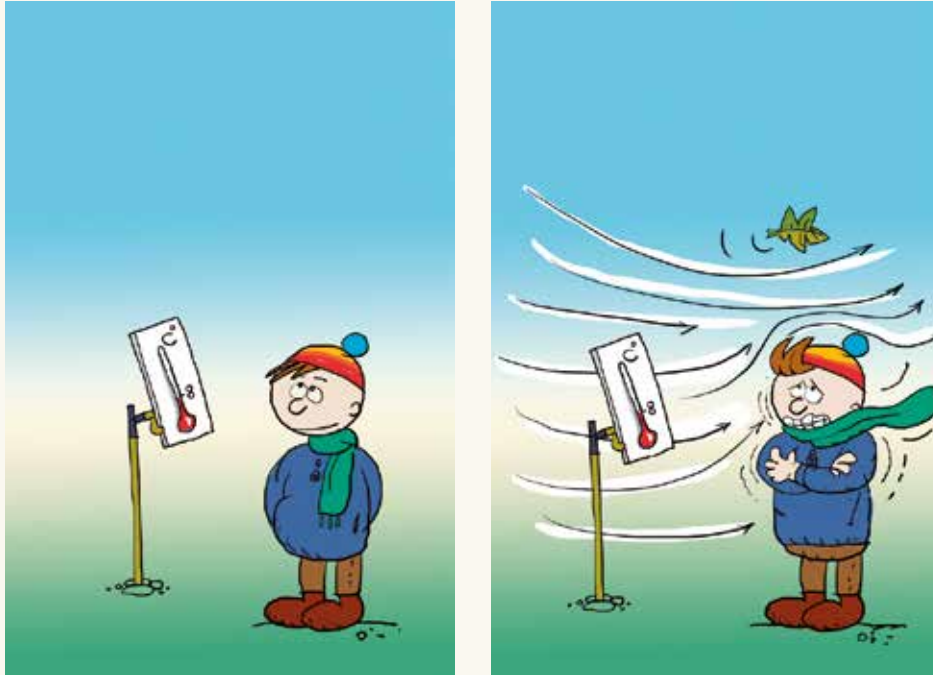
Beynimizin bir ortamın ısı konforunu (*sıcak, soğuk, uygun, vs gibi*) değerlendirmesinde etkili olan altı temel faktör vardır. Bunların dördü bulunduğumuz ortamın özellikleriyle, ikisi ortamda bulunan insanlarla ilgilidir.

ORTAMLA İLGİLİ FAKTÖRLER	İNSANLARLA İLGİLİ FAKTÖRLER
i. Hava sıcaklığı ii. Yüzey sıcaklıkları iii. Hava hızı iv. Havanın nemi	v. Giysiler vi. Metabolizma hızı – hareketlilik

Vücudumuzun yüzeyinden 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.

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

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



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

Giysilerimizin kalınlığı ve sayısı bulunduğumuz ortamı ısı konfor 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. Bulunduğumuz ortamdan ısı konfor 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.

Giysilerimiz gibi ısı konforumuzu etkileyen bir başka faktör, içinde bulunduğumuz hareketliliğidir, yaptığımız işidir. Yaptığımız işte kullandığımız güç ve hız arttıkça vücutta ürettiğimiz ısı ve bu nedenle çevreye verdiğimiz enerji artar. İnsanların ürettikleri ve çevrelerine birim yüzeylerinden yaydıkları enerjinin (*metabolizma hızı*) ölçüsü met'dir. İnsanlar hareketsiz oturma halinde vücutlarının metrekaresinden yaklaşık 58.2 Watt'lık enerji yayarlar. Bu değere 1 met (=58.2 W/m²) denir.

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



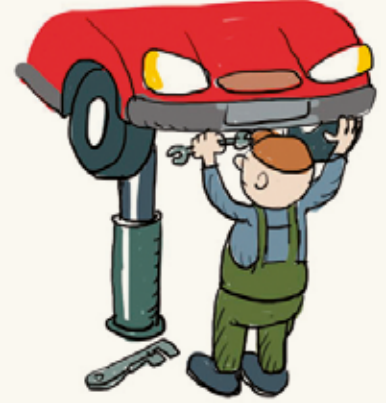
koşmak (10km/Saat)
10,0 met



Saat Tamiri
1,1 met



Bilgisayar kullanmak
1.2 met



Araba tamiri yapmak
2.2 met



Bulaşık Yıkamak
2.5 met

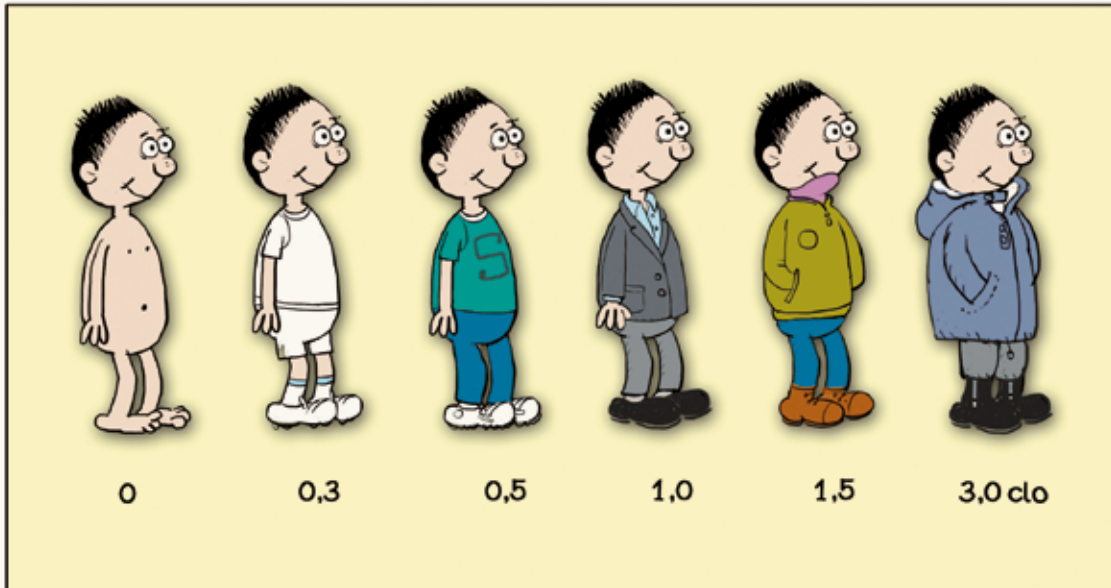


Kasaplık
2.5 met



Tarlada çalışmak
6.5 met

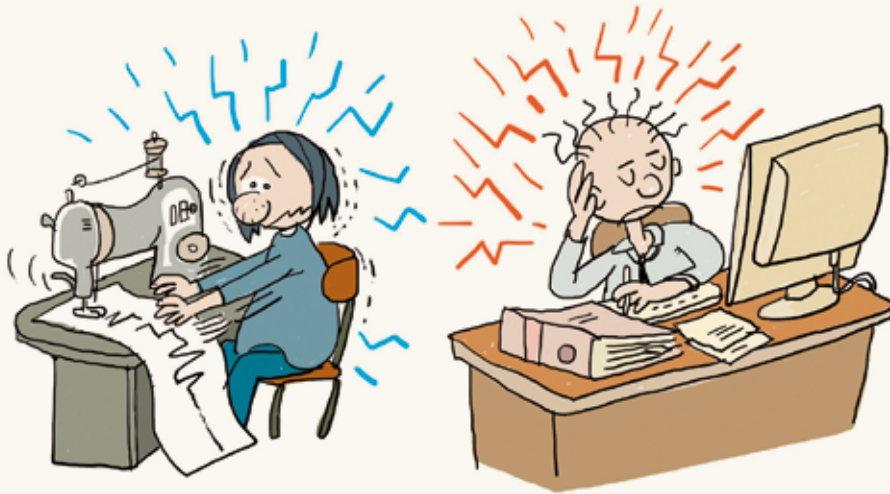
Aşağıdaki resimde, tipik kıyafetler içindeki insanların toplam giysi dirençleri verilmiştir.



İçinde bulunduğumuz ortamın ısı şartlarından şikayetçi olmuyorsak;

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

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



İnsanı titreten bir ortamda dikiş makinasını kullanmak, çok sıcak bir ortamda muhasebe işlemleri yapmak çok zordur.

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

Bulduğumuz ortamdaki ısı konforu, şikâyetçi olmadığımız nötr konumdan soğuk veya sıcak yönde 7 dereceli bir cetvelle ölçülmektedir. Bu cetvele PMV⁴ (Ortalama Isıl Duyum) indeksi denilmektedir.

Bir ortamın nötr (ya da sıcak vs.) olarak değerlendirilmesi o ortamda bulunan insanların hepsi tarafından nötr (ya da sıcak vs.) değerlendirilmesi anlamına gelmez. Bazen bir ortamda bulunan insanların bazılarının ortamı sıcak, bazılarının uygun, bazılarının da soğuk bulduğu gözlemlenebilir. Bu normal bir durumdur.

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 konforu hissi verecek ısı çevrenin yaratılması öngörülür.

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 ısı konforu için yeterlidir. Yine de bulunduğunuz ortam neminin bu aralığın altına inmesine ve üstüne yükselmesine izin verilmemelidir. Sınıflara konulabilecek nem ölçerlerle bu aralığın korunup korunmadığı denetlenebilir. Aralık dışına çıktığında da nemlendirme veya nem kaynaklarının azaltılması gibi tedbirler alınabilir.

Düşük veya yüksek nemin ısı konforu 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 ısı konforu harici etkiler görülebilir. Mesela ciltte kuruma, burun içinde tahriş, gözlerde kuruma başlayabilir veya saçlarda elektriklenme hissedilebilir. Bu nedenle her ne kadar ısı konforu için %30–%70 aralığı normal görünse de sözü geçen konfor dışı etkilerin oluşmaması için ortam bağıl neminin %40 – %60 aralığında tutulması uygun olacaktır.

⁴ Predicted Mean Vote : Ortalama Isıl Duyum

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 ölçülüp değerlendirilemez. Mekanik havalandırma tesisatının olmadığı sınıflarda çocukların baş seviyesinde hızların 0.15 m/s değerini geçmediği yeni yapılan havalandırma tesisatlarında 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 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 perdelemeler ile kişi ile pencere yüzeyi arasındaki ışınlama ısı transferi ve dolayısıyla bunun negatif etkisi yok edilebilir.

İnsan vücudunun düşey olarak farklı sıcaklıkların etkisi altında olması yerel konforsuzluklar yaratır.

KONFORLU OLMAYAN BİR ORTAMIN İNSAN (ÖĞRENCİ) SAĞLIĞINA ETKİSİ

Öğrenciler, okuldan okula değişmekle 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, öğrenci sağlığı ve öğrenme performansı etkilenir.

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 daha önce verilen değerlerde olması gerekir. Sıcığa tepki ve dayanıklılık bakımından kişiden kişiye farklılıklar olmakla birlikte genelde performansın 27 °C sıcaklıktan itibaren azaldığı, ortam sıcaklığı 29 °C ye çıktığında iş veriminin %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 kaslar 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.

Yapılan bilimsel çalışmalar, uygun olmayan ortam ısı koşullarının sadece yukarıda açıklanan rahatsızlıklara yol açmadığını ayrıca baş ve boyun hareket açıklıkları üzerinde 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.

ISIL KONFORSUZLUĞA KARŞI ÖNLEMLER

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

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 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 ısıtımla 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.

Öğrencilerin giysi tercihlerinin doğru olup olmadığı tekrar kontrol edilmelidir. Kış şartlarında gereğinden ince 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 sistemi gibi havanın doğal olarak hareketinin olduğu ısıtma sistemlerinde bu etkinin oluşması mümkün gözükmemekle birlikte, mekanik havalandırma (*klima*) tesisatının olduğu sınıflarda görülme 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 sağlamanın yanında duvar iç yüzey sıcaklıklarını arttıracığı için ısı konfor hissini artmasına yardımcı olacaktır.

2- OKULLARDA ISIL KONFOR

Unutulmamalıdır ki alınacak tüm önlemlere, yapılacak tüm düzenlemelere rağmen, sınıf iç ortamı istenilen ısı 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 ısı olarak konforsuzluktan bahsedecek öğrencilerin olabileceği de unutulmamalıdır. Zira ısı konfor bir düşünce halidir ve kişiden kişiye önemli farklılıkların söz konusu olması tabiidir. Yapılan araştırmalar kişilerin bulundukları ortamın ısı 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 öğrencisini ısı konfor açısından mutlu edecektir. Bu durumdan hoşnut olmayan öğrenciler için yer değiştirme, giysilerini değiştirme gibi tedbirlere başvurularak onların da uygun ısı konfor şartlarına ulaşması sağlanmalıdır.

Sıcaklık	20 °C ⇔ 24 °C
Nem	% 40 ⇔ % 60
Esinti	Yok
Soğuk yüzey	Yok
Giysi	Uygun



% 80 için Isıl Konfor
%20 için özel tedbir

3. OKULLARDA AKUSTİK KONFOR¹



İç çevre kalitesinin (İÇK) altı bileşeninden bir tanesi akustik (bulunulan ortamdaki seslerle ilgili) konfordur. **Akustik konfor** konuşmaların anlaşılabilir olduğu, gerektiğinde konuşmanın kişiselliği korunabilen, seslerden ötürü sıkıntı yaratmayan ve zihni oyalamayan, uygun bir konsantrasyona imkân veren çevre özelliğidir².

Uygun olmayan bir akustik çevreye sahip okullar, pek çok çocuk için negatif bir öğrenme çevresidir. Gürültü, çocukların geçici veya kalıcı olarak sağlığını etkiler, okul başarısını düşürür. Okullar öğrenme ve öğretme etkinliğinin gerçekleştirildiği ortamlardır. Çocuklar duymadıklarını öğrenemezler, öğretmenler çocukların öğrenme ile ilgili gereksinimlerini onları duyarak anlayabilirler.

Öğrencilerin gürültü içinde anlayabilme yetenekleri, yetişkin oluncaya kadar sürekli gelişir. Bu yüzden akustik konfor öğrenciler için yetişkinlerden daha fazla önemlidir. Sınıfta öğretmeni tarafından sözlü olarak ifade edilen bilgileri tümüyle duyamayan–anlayamayan öğrenciden normal bir hızda öğrenmesi beklenemez³.

Öğrenmeye uygun iyi bir akustik konfor için düşük seviyeli gürültüye ve ortam gürültüsünün artmaması için az yankıya gereksinim vardır.



Yeterince aydınlatmanın olmadığı okullarda aydınlatmanın artırılması gibi yeterince duyulamayan ortamlarda akustik şartların iyileştirilmesine çalışılmalıdır.

Bir araştırmaya göre, aşırı gürültü ve yankı nedeniyle sınıflardaki konuşmaların anlaşılabilirliği indeksi %75'dir⁴. Bir başka deyişle öğrenciler öğretmenlerin söylediklerinin %75'ini anlamakta, %25'ini anlamamaktadırlar.

¹ Akustik Konfor konusunda daha fazla bilgi için www.iccevrekalitesi.net adresindeki rehbera başvurunuz.

² ROY, K. P. "Acoustics Codes, Standards, and Design Guidelines: A Primer Track. Codes and Standards in the HVAC&R Industry". ASHRAE Winter Conference, 2nd February, 2011.

³ NELSON, P.B., SOLI, S. "Acoustical Barriers to Learning: Children at Risk in Every Classroom, Clinical Forum, Language, Speech, and Hearing Services in Schools". Vol. 31, 356-361. doi:10.1044/0161-1461.3104.356, October 2000.

⁴ CHESMAN, M. *School Acoustic: A brief Guide MC(1)*. <https://bso.bradford.gov.uk/>.

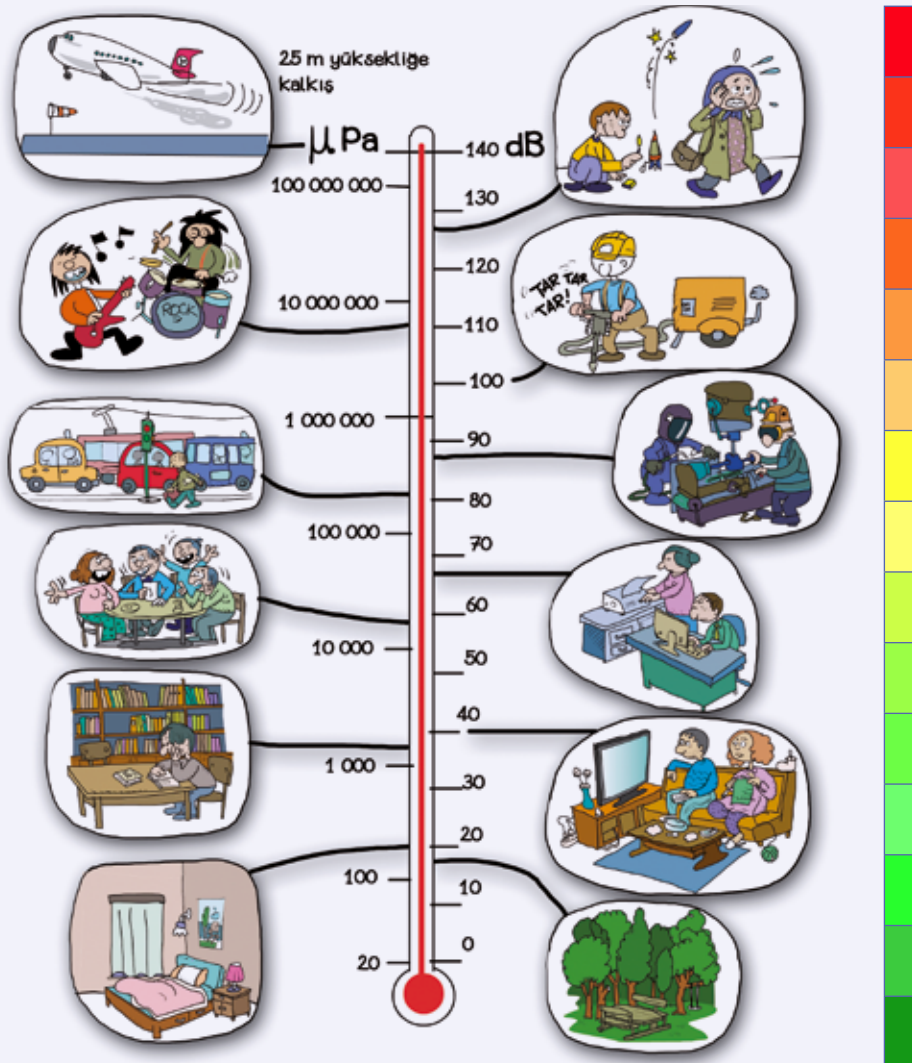
Gürültü, uygun olmayan veya istenilmeyen sestir. Ses ve gürültünün ikisi de akustik açıdan, ortalama atmosfer basıncı etrafında atmosfer basıncının değişimi olayıdır. Bir ses bazen bir kişi için ses, bir başkası için gürültü olarak algılanabilir. Yüksek sesli müzik bazıları için uygun ses, bazıları için de gürültüdür. Müziğin bir türü bazıları tarafından beğenilir, bazıları tarafından gürültü olarak kabul edilebilir.

Herhangi bir kaynaktan çıkan sesin yoğunluğu (şiddeti), o sesin havada yarattığı basıncın bir referans basınca oranının logaritmik değeri olarak tanımlanan desibell (dB) birimi ile ölçülür.



İnsan kulağı soluk alırken çıkan çok düşük yoğunluklu sestən (işitilebilir en küçük sestən) bir trilyon defa daha güçlü jet uçağı gürültüsünü de duymaktadır. Bu denli geniş bir aralıktas sesleri pratik olarak ifade edebilmek için logaritmik değers göz önüne alınmıştır.

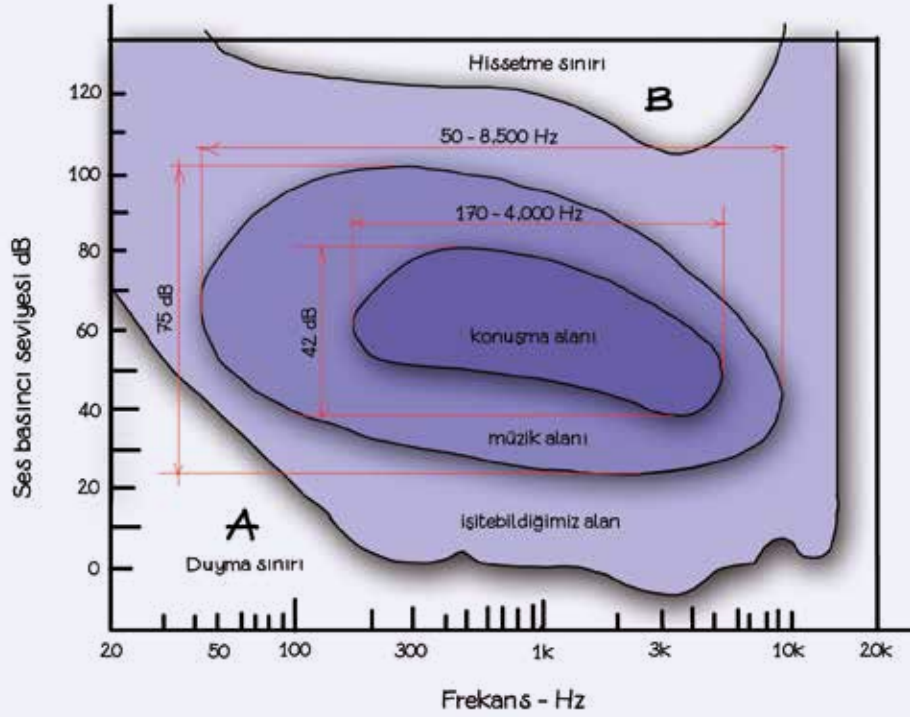
Desibel (dB) birimiyle duyulabilir en düşük sesin yoğunluğu yaklaşık 0 dB'dir. Bu sestən 10 defa daha güçlü olan ses 10 dB, 100 defa daha güçlü olan bir ses 20 dB, 1000 defa daha güçlü olan ses 30 desibeldir. Aşağıdaki şekilde bazı seslerin mikropascal olarak basıncı desibel olarak değersleri verilmiştir⁵.



⁵ Basics on Noise and Vibration Control. Silent Line Group.

Şekildeki bazı değerler ses kaynağının yanındaki ortalama değerlerdir. Ses kaynağından uzaklaştıkça yoğunluğu azalır. 85 dB üzerindeki sesler işitme kaybına sebep olur. Kayıp, yüksek sese maruz kalma süresiyle ilgilidir. 120 desibel acı sınırdır. 140 dB sese maruz kalmak hemen kulaklarda kalıcı hasarlar yaratır.

Sağlıklı bir insan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri duyabilmektedir. Anlaşılabilir bir konuşmada frekans aralığı 200 Hz ile 5000 Hz arasındadır. İnsan kulağının en hassas olduğu frekans aralığı 2000 Hz ile 4000 Hz arasındadır. İnsanlar yaşlandıkça kulak zarının sertleşmesinden dolayı duyma frekans aralığı küçülür.

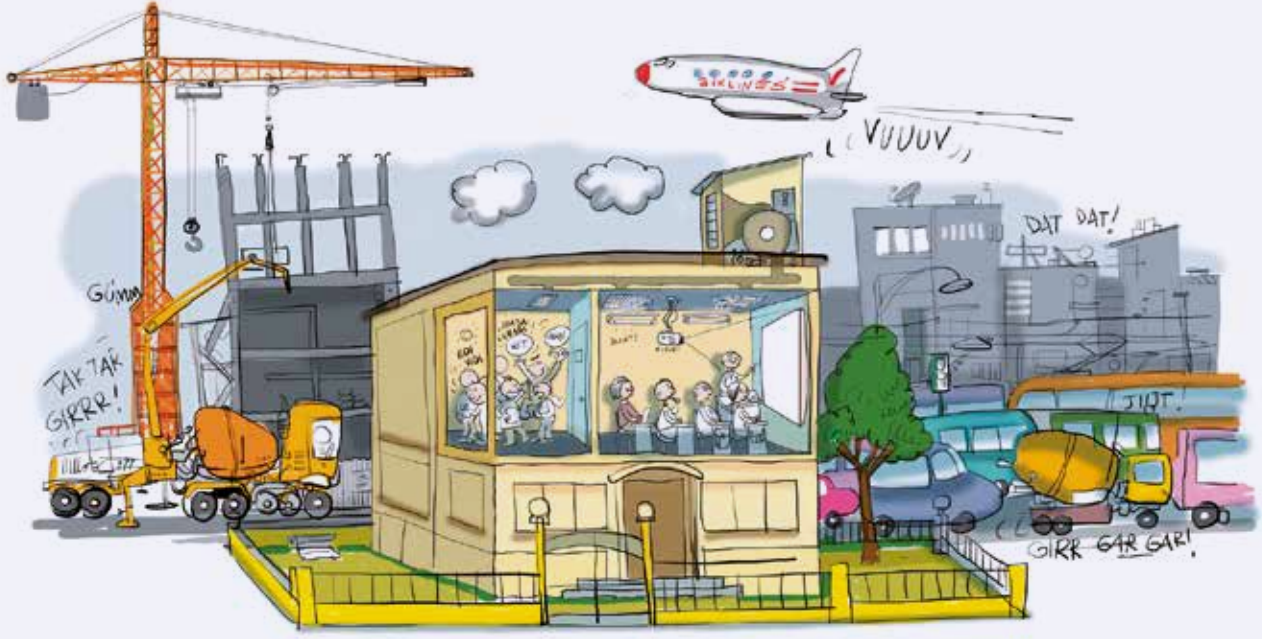


Bir sınıftaki gürültünün seviyesi, iç ve dış kaynaklar tarafından yaratılan ve sınıf ortamına ulaşan sesler tarafından oluşturulur. Dış kaynaklar yoldaki trafik, yakından geçen uçak ve trenler, civardaki inşaat makinaları gibi ekipmanlardır. Bunların çıkardığı sesler hava içinde yayılır ve sınıf ortamına kadar gelir.

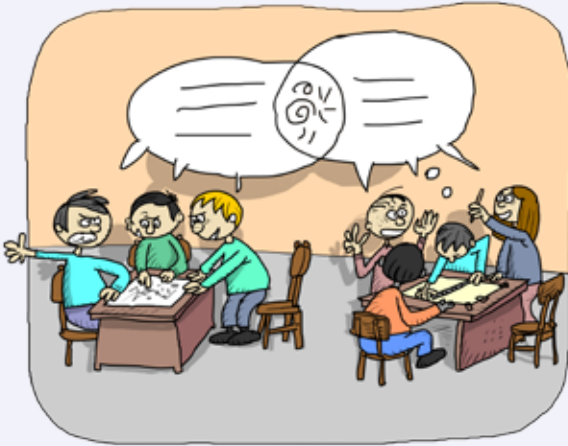
Öğrenci aktiviteleri, sınıflarda kullanılan araçlar (*data show cihazları vs*), ısıtma, havalandırma ve klima sistemleri de iç gürültü kaynaklarıdır. Dış ortamdan sınıfa gelen sesler, iç ortamdaki sesler ile birleşip ortam gürültüsünü oluşturur ancak bu birleşim bir toplam değildir. Genel olarak yüksek olan ses ortam gürültüsünün belirleyicisidir denilebilir.

Pek çok ülkede, bir sınıfta olması gereken ortam ses seviyesi maksimum 35 dB–45 dB arasında standartlaştırılmıştır. Hemen hemen tüm dünyada yapılan araştırmalar sınıflarda ses seviyesinin bu aralığın çok üzerinde olduğunu göstermektedir. Günümüzde binaların tasarım ve üretimindeki yaklaşım, onu kullanacakların akustik ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır².

Bir ortamdaki, ortama dıştan gelen veya ortam içinde üretilen istem dışı seslerin tümü ortam sesini, bir başka terimle ortam (*arkaplan*) gürültüsünü oluşturur. Ortam (arkaplan) gürültüsü, bulunduğumuz yerde, istediğimiz sesi işitmemizi engelleyen seslerdir. Bu sesler okul çevresindeki trafikten, inşaat makinalarından vs. gelebileceği gibi, koridordan, ısıtma-havalandırma sistemlerinden, görüntü cihazlarından ve sınıf içindeki diğer çocuklardan gelebilir. Açık pencereler, dıştan gelen seslerle ortam gürültüsünün artmasına neden olur.



Çok disiplinli okullarda bile sandalyelerin hareketinden, ayakkabıların sürtünmesinden, kalem vs. düşürülmesinden, birbirleri arasındaki eşya değişiminden, hatta yan yana oturan öğrencilerin fısıltı ile konuşmasından dolayı ortam gürültüsü artmaktadır. Bir öğrenciden kaynaklanacak bu aktivitelerin çok büyük bir etki yaratmayacağı düşünülebilir. Ama bunları 30 öğrenci yaparsa öğretmenin sesinin duyulmaması durumu ortaya çıkar.



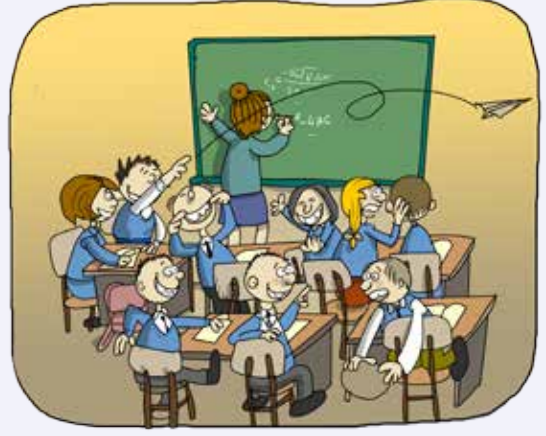
Farklı grupların çıkardıkları sesler birbirleri için gürültü kaynağı oluşturur.



Öğrencilerin çıkardıkları sesler ortam gürültüsünün önemli bir parçasıdır.



Koridorda gürültülü aktiviteler.



Öğretmeni dinlememe.

Sınıftaki akustik çevrenin ikinci bileşeni yankıdır. Boş bir odada iken söylediğimiz sözlerin odanın duvarlarından, pencere ve kapılardan yansıtılmasından ötürü yankısını işitiriz. Yankı süresi, ortamda üretilen sesin, ortamı çevreleyen yüzeyler (duvarlar, tavan, taban, pencereler) tarafından yutularak işitilemez hale gelmesinin zaman (saniye) olarak bir ölçüsüdür. Akustik ile ilgili standartlara göre sınıflarda yankı süresinin genellikle 0.6 sn-0.7 sn altında olması istenir. Seslerin yankılanması ortam gürültüsünü artırır.

Yankı süresi yüksek tavanlı ve çıplak tabanlı sınıflarda yüksektir. Yankı süresi arttıkça konuşmaların anlaşılabilirliği giderek azalır, işitme kayıpları oluşur. Yankı süresinin yüksek olduğu durumlarda işitme sorunu olan çocuklar için etkiler daha fazladır. Bir öğrenci sınıfta hem kendisine doğrudan gelen sesleri hem de yankılanan sesleri işitir. Yankı süresi uzunsa öğrencinin sesleri ayırabilme yeteneği azalır.

Yankı süresini etkileyen faktörler, sınıf büyüklüğü ile içinde bulunan yutucu yüzeylerdir. Sınıf ölçülerini küçültmek veya sınıftaki yüzeyleri (taban, duvarlar, tavan) yüksek ses yutucu yüzeyler haline getirerek yankılanma zamanı kısaltılabilir. Özellikle sınıfın arka duvarının ses yutucu malzemeler ile kaplanması, tabanda halı gibi malzemeler kullanılması yankı süresini azaltır⁶.

Ortam gürültüsü ve yankı süresinden sonra, akustik konforun üçüncü bileşeni 'Sinyal-Gürültü Oranı'dır (SGO). (Duyulması) İstenilen ses (sinyal) ile ortam gürültüsü seviyeleri arasındaki fark Sinyal-Gürültü Oranı'dır. Örnek olarak, eğer ortamda 50 dB gürültü varsa ve öğretmen 60 desibel seviyesinde konuşuyorsa sinyal-gürültü oranı +10 dB'dir. Sinyal-gürültü oranı ortam gürültüsünün ve onu etkileyen yankı süresinin bir fonksiyonudur.

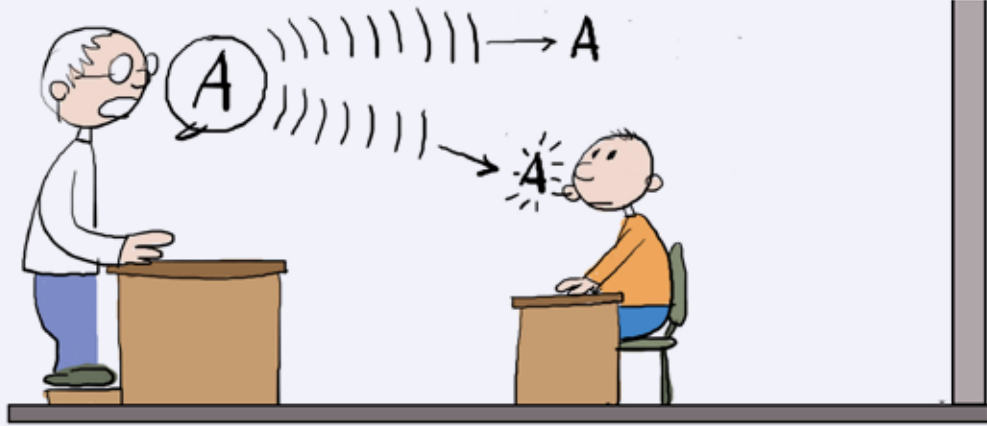
İşitme yeteneği normal olan çocuklar için +15 desibel SGO gerekir⁷. Yetişkin insanlarda +4 ile +6 desibel arasındadır. Görülüyor ki, çocukların konuşmaları anlamaları için konuşma yoğunluğunun ortam gürültüsünden yetişkinlere göre 9 desibel daha fazla olması gerekir. Bir başka deyişle çocukların eğitildiği yerdeki ortam gürültüsü, yetişkinlerin (üniversite) eğitildiği yerden daha az olmalıdır. Aksi halde eğitimciler (öğretmenler) daha yüksek sesle konuşmak zorundadırlar; bu da onların sağlığını ve öğretme başarısını etkiler.

⁶ Zeminde halı gibi malzemeler kullanılması nem ve bakteri birikimi sorunlarını, dolayısı ile bunların getirdiği sağlık sorunlarını artırmaktadır.

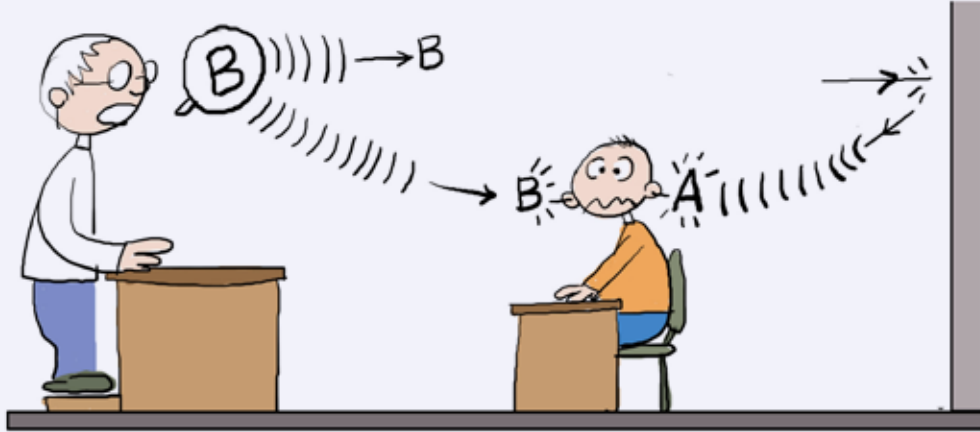
Bu yüzden halı gibi nem tutucu kaplamaların, uygun temizliğin ve bakımın yapılmadığı yerlerde kullanılması, farklı iç çevre kalitesi problemleri yaratmaktadır.

⁷ Dipnot 4

Bir öğrenci sınıfta hem kendisine doğrudan gelen sesleri hem de yankılanan sesleri işitir. Yankı süresi uzunsa öğrencinin sesleri ayırabilme yeteneği azalır.



Öğretmen "A" sesini çıkarıyor. Doğrudan gelen "A" sesi kulağa ulaşıyor. Sesin bir bölümü odada yoluna devam ediyor.



Öğretmen "B" sesini çıkardığında duvardan yansıyan bir önceki "A" sesi de aynı anda kulağa ulaşıyor.

Yapılan araştırmalarla sınıf akustiği için aşağıdaki ilkesel sonuçlara ulaşılmıştır.⁸

1. Her sınıfta iyi duyamayan ve /veya iyi konuşmayan çocuklar vardır.
2. İyi duyamamak ve/veya konuşamamak çocukların dinleme ve öğrenme, özellikle okuma performansını etkiler.
3. Öğretmenin ses seviyesinin düşük, ortam gürültüsünün yüksek olması ve yankı, dinleme ve öğrenme problemlerini artırır.
4. Sınıf akustiğini geliştirme, mimari tasarım çözümlerini ve/veya akustik düzenlemeleri gerektirir. Özel hallerde de yardımcı işitme teknolojilerine ihtiyaç duyulur.

Son yıllarda bazı ülkelerde okulların ve sınıfların akustik tasarımı için özel standartlar ve rehberler hazırlanmıştır⁹. Çeşitli ülkelerde okullardaki maksimum ortam gürültüsü ile maksimum yankı zamanı süresi için öngörülen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

⁸ Classroom - Acoustics . The American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). <http://www.asha.org/public/hearing/Classroom-Acoustics>.

Sınıf Hacmi (m³)	Maksimum Ortam Gürültüsü (dbA)	Maksimum Yankı Süresi (sn)	Dipnot
ABD			
Vs <283	35	0.6	10a
283 < Vs ≤566	35	0.7	
Vs ≥ 566	40	-	
Koridor	45	-	
AB			
	45		11
ALMANYA			
	30 – 44	0.8 – 1.0	10a
BELÇİKA			
	35 – 40		10a
BREZİLYA			
150 < Vs ≤ 300	40 – 50	0,5 – 0,7	10a
İNGİLTERE			
İlk okul	35	<0.6	10b
Ortaokul ve lise	35	<0.8	
FRANSA			
Vs <250	38	0.6 – 1.2	12
Vs ≥ 250	38	0.4 – 0.8	
TÜRKİYE			
	45	-	10a

Ses şiddeti, ses kaynağından uzaklaştıkça hızla azalır. Sıranın başındaki öğrenciler için öğretmenin sesi ortam gürültüsünden yüksektir. Ancak arka sıralara doğru gittikçe şiddeti azalır. Yani arka sıralarda oturan bir öğrenci için gürültü daha baskın hale gelir ve öğretmenin konuşmasının anlaşılabilirliği azalır. Sonuçta ortam gürültüsü yüksek olduğunda arka sıralarda oturan öğrencilerin, dinleyemedikleri için, öğrenme başarısı azalır. Sınıf duvarlarının, özellikle arka duvarın uygun ses yutucu malzemelerle kaplanması ortam gürültüsünü azaltır. Böylelikle arka sıralarda konuşulanların anlaşılabilirliği indeksi yükselir.

Gürültüye maruz kalan insanlardaki etkiler basitçe aşağıdaki üç grupta sınıflandırılmıştır¹³.

1. Fizyolojik etkiler

- İşitsel etkiler: akustik travma, kulak çınlaması, geçici işitme kaybı, kalıcı işitme kaybı.
- İşitsel olmayan etkiler: hipertansiyon, kan dolaşımında değişme, kalp rahatsızlığı, uyku problemi.

2. Fiziksel etkiler

Konuşmaların anlaşılabilirliğinin kötüleşmesi (sözlü iletişim etkinliğinin azalması).

⁹ Sayfa 8 - Tablo

¹⁰ a: ABD: ANSI/ASA Standard S12.60 Acoustical performance criteria, design requirements and guidelines for schools;

b: İNGİLTERE: Buildin Bulletin 93_BB93 Acoustic design of schools in the UK

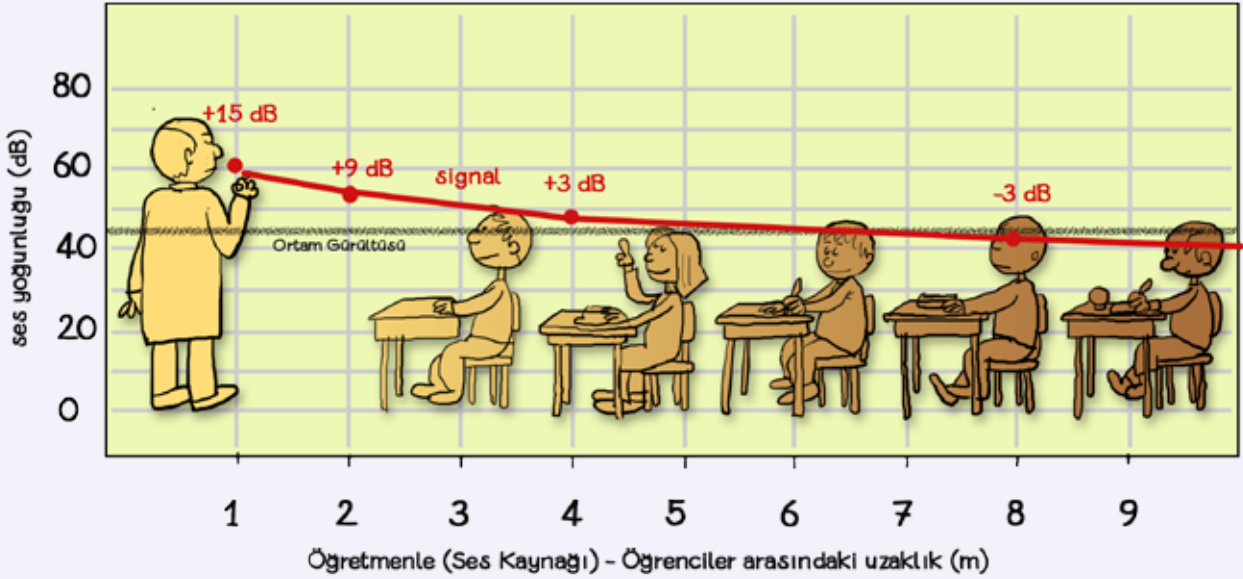
¹¹ ÖZBİÇAKÇI, Ş., ÇAPIK, C., AYDOĞDU, N.G., ERSİN, F., KISSAL, A. "Bir Okul Toplumunda Gürültü Düzeyi Tanımlaması ve Duyarlılık Eğitimi". Eğitim ve Bilim, Cilt 37, Sayı 165, 2012.

¹² Paulo Henrique Trombetta Zannin_, Carolina Reich Marcon Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms Applied Ergonomics 38 (2007) 675–680

¹³ Indoor Environment and Energy Efficiency in Scahools. REHVA Guidebook No 13 Part 1. (Ed. By F.R.d'Ambrosio Alfano), 2010.

3. Psikolojik etkiler

Gürültünün sıkıntı yaratarak yapılan işte performans düşüklüğüne sebep olması, bulunulan ortamın terkedilmesi.



Araştırmalar, öğrencilerin öğrenme (düşünme, kavrama) performansı ile gürültü seviyesi arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Gürültü, konuşmaların anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. Böylelikle öğrenciler ile öğretmen, öğrencilerin kendi aralarında sözlü iletişim şartları ve öğrenme performansı etkilenmektedir. İşitme sorunu olan çocuklar gürültüden, işitme sorunu olmayan çocuklardan daha fazla etkilenmektedirler.

Kronik gürültü ortamındaki çocuklara olan etkiler ise aşağıda şekilde sıralanmaktadır¹⁴.

- Süregelen katılımda ve görsel ilgide azalma
- İşitsel ayırmıcılıkta ve konuşmaların anlaşılabilmesinde azalma
- Uzun erimli hafıza işlemlerinde azalma
- Konuşma ve heceleme yeteneğinde azalma
- Standart testlerde daha düşük performans
- Konsantrasyonda azalma
- Sınıfta davranış değişikliği

Bu etkilerin sonucunda öğrencinin akademik başarısı düşer.

Kronik gürültüden bütün çocuklar etkilenmesine karşın, aşağıdaki özelliklere sahip çocuklar daha fazla etkilenmektedirler.¹⁵

- Özellikle bir kulağında işitme kaybı olanlar.
(enfeksiyon veya orta kulak sıvısında ki bir rahatsızlık nedeniyle)
- Bir veya iki kulağında geçici işitme kaybı olanlar.
- Öğrenme yeteneği daha az olanlar.
- İşitsel işlem sorunu olanlar.
- Bir başka dili konuşanlar.
- Konuşma gecikmesi olanlar.
- Dikkat eksikliği olanlar.

¹⁴ Dipnot 9

¹⁵ Dipnot 4

Sözlü iletişime uygun akustik konforun sağlandığı okulların ve sınıfların tasarımı, yapılması ve işletilmesi, eğitim yöneticilerinin en önemli görevlerinden biri olmalıdır. Çünkü akustik konfor kötüleştikçe, hem öğrenci sağlığı ve başarısı, hem de öğretmen sağlığı ve başarısı kötüleşir.

“Ortam gürültüsünün yüksek olduğu durumlarda öğretmenler konuşmaların anlaşılabilirliği etkinliğini yükseltmek için ses seviyelerini yükseltmek durumunda kalmaktadırlar. Böyle durumlarda konuşmanın sürdürülmesi kolay değildir. Ses seviyesinin yükseltildiği hallerin devamlılığı ve tekrarı, yorgunluk ve iş rahatsızlıklarına neden olmaktadır”¹⁵. Benzer işlerde çalışanlara göre öğretmenler 32 defa daha fazla ses sorunu yaşamaktadırlar.²¹

Yapılan bir araştırmaya katılan öğretmenlerin gürültü nedeniyle karşılaştıkları sağlık sorunları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.¹⁶

- Konsantrasyon zorluğu
- Baş ağrısı
- Genel bir yorgunluk
- Sinirlenme
- Kulaklarda çınlama
- Ses tonunun yükselmesi
- Ses yorgunluğu

Sonuç olarak uygun olmayan akustik koşullar öğrencilerin ve öğretmenlerin hem sağlığını hem de öğrenme ve öğretme performanslarını etkilemektedir.

Okullarda akustik konforun geliştirilmesi için önce mevcut akustik çevrenin (gürültü kaynaklarının, öğrenci davranışlarının vs.) sistematik anlamda değerlendirilmesi gerekir. Böyle bir değerlendirme için aşağıdaki öneriler getirilmiştir.¹⁷

- Gürültünün önlenmesinde dikkatli planlama ve okuldaki gürültü yaratan etmenlerin belirlenerek gerekli önlemlerin alınması,
- Okullarda gürültü haritalarının çıkarılması,
- Okulda etkili öğrenme ve en uygun akustik çevrenin oluşturulması için dersliklerde birçok kişinin spontan iletişime geçtiği durumlar için uygun koşullar oluşturulması,
- Okula uygun kapı ve cam sistemlerinin oluşturulması, duvarlarda ses izolasyon önlemleri alınması,
- Aşırı maruziyete bağlı geçici-kalıcı işitme kayıpları taramalarının yapılması, (Evoc otoakustik Emüsyon Testleri).
- Toplumun, duymanın korunmasına yönelik eğitimler ile gürültü maruziyetine bağlı duyma kayıplarına ilişkin farkındalığının artırılması,
- Eğitimciler ve okul yöneticilerinin bu konuda bilgilendirilmesi ve programların sürekliliğinin sağlanması,
- Okulun ilk günlerinden itibaren sınıflarda öğrencilerin katılımı ile kuralların belirlenip uygulanması ve yönetim tarafından titizlikle izlenmesi önerilmektedir. Bunun yönetimi için gerekli sistemler oluşturulmalıdır.

¹⁶ Dipnot 9

¹⁷ HENRIQUE, P., Et Al. “Assessment of Acoustic Quality in Classrooms Based on Measurements, Perception and Noise Control”. *Noise Control, Reduction and Cancellation Solutions in Engineering* Edited by Dr Daniela Siano 2012.

¹⁸ Dipnot 12



Okullarda ve sınıflarda akustik çevrenin değerlendirilmesinden sonra akustik konforun geliştirilmesi için aşağıdaki tedbirler önerilmektedir.¹⁸

- Zemine yoksa halı konulması
- Pencerelelere perde-güneşlik takılması
- Duvarların (özellikle arka duvarın) keçe veya mantar gibi yumuşak malzemelerle kaplanması
- Sesin yayılma yolunu engelleyecek açılı yüzeylerin konulması
- Tavandan aşağıya bayrakların, öğrenci çalışmalarının asılması
- Gürültülü ekipmanların gereksinim olmadığı zaman kapatılması
- Mümkün olduğunca kapıların ve pencerelerin kapalı tutulması
- Gürültü yapan aydınlatma ekipmanlarının değiştirilmesi
- Çok sayıda öğrencinin olduğu büyük hacimli sınıflardan kaçınmak
- Öğrencileri gürültü konusunda eğitmek ve birçok öğrenci aynı anda konuştuğu zaman neler olduğunu göstermek
- Öğrencileri farklı gruplara bölerek birbirleri için ortam gürültüsü olabilecek faaliyet yapmalarından kaçınmak
- Sınıfa giren misafirleri, öğretmen konuşurken konuşmamaları konusunda uyarmak
- Sandalya masa ayaklarına sürtünerek gürültü çıkarmamaları için kauçuk içermeyen tapalar takmak
- Ders yapılırken koridorlarda gürültü yapılmasını önlemek

¹⁸ Creating a Good Listening Environment in the Classroom. <http://www.asha.org/public/hearing/Creating-a-Good-Listening-Environment-in-the-Classroom/>

“Bir sınıftaki akustik sorunlar fiziksel olarak çözüle bile davranışsal ve psikolojik etkiler akustik sorunların uzamasına neden olabilir. Bu uzun zamanlı patolojik durumu minimize etmek için söz konusu sınıf ortamında çocuklar için aşağıdaki listede yer alan bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Söz konusu liste sınıflardaki fiziksel düzenlemelerin dinleme ve öğrenme için söz konusu engelleri kaldırmaya yeterli olmayacağını, akustik problemlere ilgili konuda eğitimi de içeren bütüncül bir yaklaşımla çözüm aranması gerektiğini göstermektedir.”¹⁹

1. Sınıfta dinleme eğitimi
2. Evde dinleme eğitimi
3. Konuşma eğitimi
4. Fonolojik farkındalık eğitimi (sözcükleri oluşturan sesleri tanıma, birbirinden ayırma, sözlü dil becerisinin geliştirilmesi)
5. İyi dinleme için öğretmenlere, öğrencilere, ebeveynlere danışmanlık
6. Görsel iletişim eğitimi
7. İletişim (sorunlarını giderme) onarma stratejisi eğitimi
8. Sözlü işitme eğitimi
9. Sınıf gürültüsü yönetiminin gözlenmesi
10. Sınıf içinde sessiz alanların etkin şekilde kullanımı

İÇ ÇEVRE KALİTESİ BİLEŞENİ OLARAK TİTREŞİMLER

Endüstriyel tesisler hariç yaşadığımız hacimlerde maruz kaldığımız titreşimler bina dışındaki araç trafiğinden, yol ve kazı çalışmalarından, bina içinde çalışan ekipman ve cihazlardan (pomplar, kompresörler vs) gelen titreşimlerdir. Maruz kaldığımız titreşimlerin bir kısmı sürekli, bir kısmı süresizdir.

Ağır yüklü araçların sebep olduğu titreşimler, yoğunluğu değişmekle birlikte sürekli olarak sınıf ortamındaki konforu ve sağlığı etkiler.

Bina içindeki sürekli ve süresiz titreşim kaynaklarının yarattığı titreşimler, titreşim kontrolü açısından uygun tasarlanmamış bina sistemlerinden ve uygun zemin bağlantısı olmadan kullanılan çeşitli ekipmanlardan kaynaklanır.

Titreşimlerin bir mekanik ve biyolojik sistem olan insan vücuduna etkisi çok karmaşıktır. Titreşimlerin insan vücuduna etkisi titreşimin genliğine, frekansına ve titreşime maruz kalınan zaman dilimine bağlıdır. Bu etkiler genel olarak mekanik ve psikolojik olmak üzere iki grupta toplanabilir. Mekanik etkilerin en önemlisi maruz kalınan titreşimlerin vücuttaki organ sistemlerinde rezonans yaratmasıdır. Rezonans, organlara ciddi zararlar verebilir.

Yol ve kazı çalışmaları gibi dış kaynaklı titreşimler konfor açısından geçici sorunlar yaratır. Bu türlü titreşimlerden öğrencileri korumak, öğrenme ve öğretme performansının etkilenmemesini sağlamak için titreşime sebep olan geçici faaliyetlerin ders saatleri dışında yapılması sağlanmalıdır.

Trafikten kaynaklanan sürekli titreşimler ile bina içindeki sistemlerden kaynaklanan titreşimlerin giderilmesi için ilgili uzmanlara veya yardım almak üzere Makina Mühendisleri Odası'na başvurulmalıdır.



²⁰ Dipnot 9

²¹ Dipnot 13

4. OKULLARDA AYDINLATMA VE GÖRSEL KONFOR¹



Eğitim yapılarında (*okullarda*) aydınlatma tasarımının özel bir yeri vardır. Okullarda gerçekleşen en temel eylem “öğrenme”dir. Bu eylemin iç çevrenin aydınlatılmasıyla (*doğal ve yapay aydınlatma*) doğrudan ilişkili olduğu, doğru ve uygun bir aydınlatma ile öğrencilerin bilgiyi edinmeleri ve akılda tutmalarına yardımcı olduğu bilinir^{2,3}.

Ayrıca, öğrencilerin motivasyonu ve derse dikkatlerini vererek odaklanma süreleri artar. İç çevrenin kullanım biçimiyle ilişkili olarak dengeli ve düzgün yayılmış bir aydınlık ile gerekli görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Doğru tasarlanmayan bir aydınlatma, eylemlerin gerçekleştirilmesini engelleyebilir, hatta insan sağlığını (*göz ve ruh sağlığı vb.*) olumsuz etkileyebilir.

Aydınlatma tasarımı, görsel konforun sağlanması için gereken teknik ölçütler ve enerji tüketiminin azaltılması için gereken enerji verimliliği ölçütleri dışında ayrıca insan odaklı olmalıdır. İç çevreyi kullanan kişilerin görsel gereksinimleri düşünülmelidir. Modern eğitim anlayışı, öğrenciyi cesaretlendirme, teşvik etme ve konuları tartışmayı benimsemektedir. Bu da öğrenmenin eskiye oranla daha fazla görsel olmasını gerektirir. Konsantrasyon ihtiyacı daha fazla olmakta ve göz yorgunluğu da artmaktadır^{3,4}.

Sabit oturma düzeni ve ders tahtası başında konunun anlatımı şeklinde bir ders işleyiş düzeni olduğu gibi, serbest bir oturma düzeni ile hem ders tahtasına hem de sınıf çalışması için çalışma grubuna doğru bir yönelme olabilir. Bu şekilde, değişken olan masa ve oturma düzenine göre esnek ve değişken bir aydınlatma tasarımı planlanabilir. Dersliklerde gerçekleşen okuma-yazma eylemi aydınlatmanın planlanması sırasında düşünülmeli gerekli en önemli durumdur. Yazma eylemi yakın mesafeden yatay düzlemin aydınlık düzeyi ile doğrudan ilişkiliyken ders tahtası üzerindeki yazı ve şekilleri okuma ve algılama düşey aydınlık düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Göz her iki duruma da, başka bir deyişle, yatay düzlemde düşey düzleme geçiş durumuna uyum sağlamalıdır. Aydınlatma bu uyumu destekler nitelikte olmalıdır.

Aydınlatma yönetim/kontrol sistemleri ile aydınlatma armatürlerinin çalışması düzenlenebilir. İç hacimlerin mümkün oldukça günışığı ile aydınlatılması esastır. Yapay aydınlatma, dimleme özelliği ile doğal aydınlatmayı desteklemelidir. Kamaşma olmaması için aydınlatma armatürlerinin optik özelliklerinin uygun olması gerekir. Güneşin konumuna, yönelmeye ve havanın açık veya kapalılık durumuna göre kamaşma olmaması için de perde ve gölgeleme elemanları, hatta günışığından en verimli şekilde faydalanabilmek için günışığı yönlendirme sistemleri uygulanmalıdır^{3,5}.

¹ Daha fazla bilgi için www.mmoizmir.org/ick... adresindeki rehbera başvurunuz.

² Erlalelitepe, İ., Aral, D. ve Kazanasma T.(2011), Eğitim yapılarının Doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi, Megaron, Cilt 6, sayı: 1, 39-51.

³ Light.wissen 02(2014), Good Lighting for a beter learning environment, Light.de, Frankfurt.

⁴ Building Bulletin 90, Lighting Design for Schools, (first edition) London: the Stationary Office, 1999

⁵ Yener, A.K., Güvenkaya, R.K., Şener, F. (2009), İlköğretim Dersliklerinin görsel konfor açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi, itüdergisi/a mimarlık, planlama,tasarım, cilt:8, sayı:1, 105-116.

1. Sınıftaki öğrenme ve öğretme eylemlerinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için gereken minimum aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Bu sayısal değerler çeşitli standartlarda belirtilir. DIN EN 12464-1 standardına göre, derslikler için önerilen minimum aydınlık düzeyi 300 lux' tür (DIN standardı). Bu değer minimum olmakla beraber, 500 lux' lük yüksek bir aydınlık düzeyinin sınıf çalışmaları için daha iyi olduğu söylenebilir³.
2. Ders tahtası (beyaz ya da siyah yazı tahtası) üzerinde (düşey düzlemde) düzgün yayılmış 500 lux' lük bir aydınlık düzeyi olmalıdır. Beyaz tahta daha parlak bir yüzeyden oluştuğu için daha az miktarda ışık yeterli olurken, yüzey yansımaları karşı daha duyarlıdır [2]. Beyaz yazı tahtası üzerinde kamaşmayı engellemek için aşırı parlak olmamalıdır. Tahtanın çevresi çok karanlık olmamalıdır. Kamaşmaya karşı ışık kaynaklarının düzeni ve tipi önemlidir. Projeksiyonlu sunumlar için genel aydınlatmadan ayrı kontrol edilebilir, gerektiğinde tamamen kapatılabilir ve dimlenebilir bir aydınlatma düzeni kurulmalıdır⁴.
3. Okullarda iyi bir aydınlatma oluşturma temelini, düşey sunum yüzeylerinin iyi aydınlatılmasına dayanır. Düşey yüzeyde yazılı olan her şey iç hacmin tüm açılarından okunabilir olmalıdır. Yazı tahtasının yaklaşık 0,85-1,35m önüne ışığı tamamen duvar yüzeyine yönlendiren aydınlatma aygıtları yerleştirilebilir. Böylece düşey düzlemde yeterli düzeyde parlak ve düzgün bir aydınlatma sağlanabilir. Uzaktan tahtadaki yazıların görünürlüğü artar^{3,4}.
4. Düzgünlük faktörü - minimum aydınlık düzeyinin ortalama aydınlık düzeyine oranı - 0,7 olmalıdır (DIN standardı). Eylemlerin gerçekleştiği alan içerisinde aydınlık düzeyindeki aşırı değişkenlik görsel performansı azaltan ve dikkatin dağılmasına neden olan bir etki yaratır. Düzgünlük faktörü, böyle bir durumda oluşacak aşırı kontrast ve dikkatin dağılması durumunu engellemek için olması gereken minimum değeri gösterir³.
5. Yapay aydınlatma armatürlerindeki lambaların Renksel Geriverim İndeksi (R_a) en az 80 olmalıdır. Renksel geriverim, renklerin doğru ve gerçek renginde algılandığının bir göstergesidir. Bu değer ne kadar yüksekse (ne kadar 100'e yakınsa) renkler o kadar gerçeğe yakın görünür. Renklerin en doğru algılandığı koşul günışığı ile sağlanır. Bu değer, kullanılacak ışık kaynağının (lambanın) minimum renksel geriverim değerini ifade eder^{3,6}.
6. Kamaşma indeksi, yapay aydınlatma armatürleri için geçerlidir. Bu oran, görüş alanı içerisinde parlak ışık kaynaklarından kaçınmak için izin verilen maksimum değeri ifade eder. Derslikler için kamaşma indeksi minimum 19 olmalıdır^{3,6}.
7. Günışığı ile dersliklerin gün boyunca aydınlatılması esastır^{3,4}.

Ders tahtası ve düşey yüzeyler üzerindeki aydınlık düzeyi, yukarıda bahsedilen faktörlerden etkilenir. Kullanılan armatürün ders tahtasından ve düşey yüzeylerden olan uzaklığı da etkilidir. Ders tahtasının malzemesi ve yüzey kaplama malzemesi, yüzeyden yansıyan ışık miktarını etkileyeceğinden parlaltı değerini değiştirir.

Renksel Geriverim İndeksi (R_a), seçilen ışık kaynağına, yani lambaya bağlıdır. Kamaşma indeksi de seçilen ışık kaynağına bağlıdır.

Yetersiz olan aydınlık düzeyi eylemlerin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesine engel olur. Örneğin, okumanın yavaşlaması, konsantrasyon kaybı, uzun vadede görmenin zayıflaması gibi sonuçlara neden olur. Aydınlık düzeyinin gereğinden fazla olduğu veya dengesiz olduğu durumlarda kamaşma oluşabilir. Bu aynı zamanda aydınlık düzeyinin dağılımını da olumsuz etkileyip düzgünlük faktörünü azaltır. Görüş alanı içerisinde çok parlak bir yüzey, obje veya ışık kaynağından doğrudan göze ulaşan ışık nedeniyle de kamaşma olabilir; bir yüzeyden veya objeden yansıyan ışık nedeniyle de olabilir. Güneş ışığının iyi kontrol edilemediği durumlarda aşırı ısınma problemleri oluşabilir. "Sun patch" denilen güneşin izinin yatay düzlem üzerinde oluşması da kamaşma ve aşırı ısınma problemine neden olur. Kamaşma, görmeyi engeller ya da görüş alanı içerisinde görmeyi zorlaştırır. Örneğin, parlak bir yüzey üzerindeki yazılar okunamaz. Göz ve baş ağrısına neden olur. Uzun vadeli olarak konsantrasyon kaybına neden olur ve üretkenliği azaltır. Epilepsi, düşük frekanslı ışık altında tetiklenebilir. İçerisinde lambanın görüldüğü aydınlatma armatürleri tercih edilmez. Kamaşma indeksi uygun seçilmeyen aydınlatma aygıtları nedeniyle ışık kaynağı kamaşma kaynağı olur.

⁶ Standard Specifications, Layouts and Dimensions: Lighting Systems and Schools, Department for Children, School and Families, Nottingham, 2007.

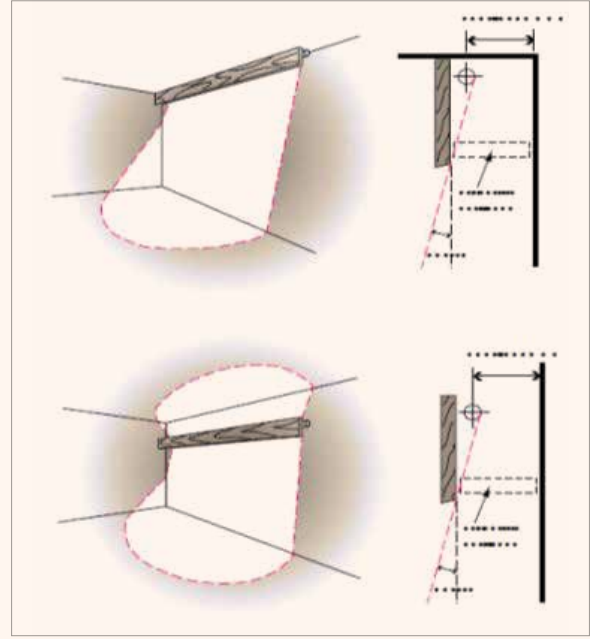
Işık kaynağının titreyerek yanması bazı kişilerde rahatsızlık ve kızgınlık belirtilerine neden olur. Ayrıca hareketli objelerin görülmesinde stroboskopik etkilere yol açar. Örneğin hareketli bir makine parçası sabitmiş gibi görülür. Kompakt floresan lambanın kontak yapıp yanması veya boşalmalı lambaların lamba ömrünün sonuna doğru bu tür durumlar olabilir. Denge ile ilgili problemleri, beyin rahatsızlıklarını artırıp kötüleştirebilir. Bunlar yüksek frekanslı kontrol donanımları (*elektrik akımının lambaya gelmesini başlatan ve kontrol eden aparatlar*) ile engellenebilir³. Sabit ve sürekli uyum sağlama ihtiyacı gözlerin gerilerek zorlanmasına ve bir süre sonra da yorgunluğa neden olur.

Ayrıca günışığının yetersizliği ve dış ortam ile görsel ilişki kurulmaması psikolojik olarak rahatsızlık oluşturur. Dış ortam ile görsel ilişki kurulmasını sağlayacak şekilde pencereler düzenlenebilir. Bahçe ve iç avluya bakan camlı yüzeyler tasarlanabilir. Mahremiyeti sağlamak ve konsantrasyonu devam ettirmek için perde ve jaluzili sistemler kullanılabilir.

Günışığından yıl içerisinde ve gün içerisinde yeteri kadar faydalanabilmek, dolayısıyla yeterli bir aydınlık düzeyini sağlamak için mimari tasarım aşamasında standartlar ve tasarım kurallarına dikkat edilmelidir.

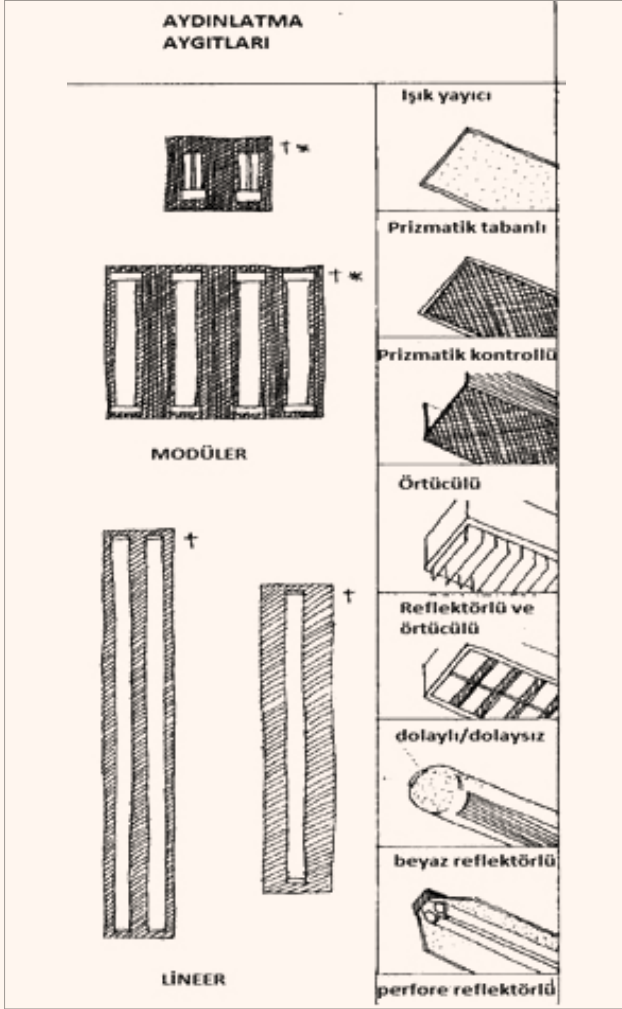
Yapay aydınlatma, standartlarda önerilen minimum aydınlık düzeyini düzgün dağılımla sağlayacak şekilde uygulanmalıdır. Aydınlatma aygıtlarının sıra halinde bir düzen içinde dizilmeleri genel aydınlatmayı sağlar ve rahatsız edici gölgelerin oluşmasını da engeller.

Beyaz yazı tahtası üzerinde kamaşmayı engellemek için aşırı parlak olmamalıdır. Tahtanın çevresi çok karanlık olmamalıdır. Dersliğin genel aydınlatması dışında ders tahtasının yüzeyi ayrı bir aydınlatma aygıtı ile aydınlatılmalıdır. Bölgesel aydınlatma yapılmalıdır. Düşeyde görsel olarak algılanması gerekli çeşitli yüzey veya objeler bölgesel aydınlatma ile aydınlatılabilir. (Şekil 1).



Şekil 1. Bölgesel aydınlatma ile düşey yüzeylerin aydınlatılması⁴.

Işık dağılımının düzgün olması için dikkat edilmesi gereken birkaç husus vardır. Duvarların ve tavanın hem doğrudan ışık kaynağından hem de yansıyan yüzeylerden ışık alması önemlidir. Aydınlatma aygıtlarının seçimine dikkat edilmelidir. Şekil 2'de, kullanılabilecek aydınlatma aygıtlarından örnekler sunulmaktadır.



Şekil 2. Dersliklerin aydınlatılmasında kullanılabilecek çeşitli aydınlatma aygıtları⁴.

Modern eğitim kurumları en yeni teknolojik gelişmeler dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Böylece iç çevre kalitesi eğitimi destekleyecek seviyede sağlanabilir. Aydınlatma da bu bağlamda bir iç çevre bileşeni olarak ele alınmalıdır. İç çevrede gerçekleştirilecek eylemlerin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için görsel konfor koşulları sağlanmalıdır. Öncelikle amaç günışığından faydalanarak yeterli aydınlık düzeyini elde etmektir. Günışığının yetersiz kaldığı zamanlarda yapay aydınlatmaya gereksinim olmalıdır. Kontrol sistemleri kullanılarak yapay aydınlatma ile doğal aydınlatma sistemleri bütünleşik olarak tasarlanmalıdır. Böylece hem görsel konfor koşullarının sağlanması hem de enerjiden tasarruf edilmesi mümkün olabilir.

Bir sınıfta iyi bir aydınlatma ve görsel konforun sağlanması uzmanlık gerektiren bir çalışmadır. Bu anlamda herhangi bir sınıftaki aydınlatmanın değerlendirilmesi ve görsel konforun geliştirilmesi çalışmaları konunun uzmanları tarafından yapılmalıdır. İlgili uzmanlara ulaşmak için Makina Mühendisleri Odası'ndan yardım istenebilir.

5. OKULLARDA İÇ ÇEVRE KALİTESİ BİLEŞENİ KOKU¹



Koku, burnumuz ile hissedilen, genelde farklı miktarlarda havada çözülmüş olarak bulunan bazı moleküllerin verdiği histir. Kokuların çoğu organik bileşikler tarafından oluşsa da hidrojen sülfid ve amonyak gibi inorganik maddeler de koku oluşumuna neden olmaktadır.

Koku alma duyusu en önemli duyularımızdan biridir ve beynimizin duygu, hafıza ve yaratıcılığı etkileyen kısmında yer alır. Koku alma duyusu 24 saat boyunca çalışır ve hiçbir zaman “kapatılamayan” tek duydur.

Kokuların hissedilmesi nesneldir; insanların duygusal, fiziksel ve kültürel yapısına göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca cinsiyet, yaş ve sağlık durumu gibi nedenlere bağlı olarak da bir insanın koku algısı değişebilir. Örneğin; insanın kendi vücut kokusu gibi alışık olduğu kokular, dışardan gelen ve alışık olmadıkları diğer kokulara göre daha az algılanırlar.

İnsanın kokuları duyma hissi zaman içerisinde değişiklik gösterir ve hem kötü hem iyi kokuları, çok güçlü olmadıkları durumlarda ayırt etmekte zorlanır. Buna “kokusal adaptasyon” veya “kokuya alışma” adı verilir ve bir kokuya adapte olmak için genellikle bir saat gibi bir süre yeterlidir.

Kokular genelde organik ve inorganik bileşiklerden kaynaklanmakta ve rahatsız eden veya etmeyen olarak ayrılmaktadır. Bazı kokular sağlık açısından tehlikeli ve zehirleyici olabilmektedirler. Okullarda, evlerde ve diğer yaşam hacimlerindeki iç ve dış ortamdaki koku kaynakları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

İÇ ORTAMDA KOKU KAYNAKLARI		DIŞ ORTAM KOKU KAYNAKLARI
Temizlik maddeleri ve deterjanlar	Bakteri ve mantarların oluşturduğu mikrobiyal uçucu organik bileşikler	Genel hava kirletici gazlar (kükürt dioksit, azot oksitler, ozon)
Yapıştırıcılar	Ofis malzemelerinden yayılan kokular (UOB, ozon)	Araç egzoz gazları (karbon monoksit, azot oksitler)
Boyalar ve cilalar	Tüm bina içi yalıtım, döşeme ve mobilya malzemeleri	Sanayi ve konutlardan gelen baca gazları (kükürt dioksit, karbon monoksit, Uçucu organik bileşikler)
Leke çıkartıcılar	Bina içindeki farklı amaçlar için tasarlanmış bölümlerden (laboratuvar, resim odası, kırtasiye bölümü vb.) yayılan kokular	Binaların yakınındaki sağlığa zararlı moloz yığınları
Duvar kaplamaları ve kâğıtları	Binalardaki mekanik sistemlerden (asansör, yürüyen merdiven vb.) yayılan kokular	Çöp konteynerlerinden gelen kokular
Halılar ve yer döşemeleri	Tuvalet ve banyo gibi kişisel temizlik alanlarından ve atık su tahliye hatlarından yayılan kokular	
Silikon ve derz dolgular	Binalarda kullanılan böcek ve sinek öldürücü ilaçlar ve zehirler	
Yakıt ürünleri (benzin, gaz vb.)	Odalarda kullanılan çöp sepetleri ve bırakılan çöpler	
Marley zemin kaplamaları	Ortamda bulunan kişilerden yayılan vücut kokuları	
Kumaş malzeme ve mobilyalar		
Hava temizleyici ve oda parfümleri		
Kişisel bakım ürünleri (parfüm, şampuan, krem vb.)		

¹ Daha fazla bilgi için www.iccevrekalitesi.net adresindeki rehber başvurunuz.

En temel koku oluşturan maddeler olan uçucu organik bileşikler (UOB), havalandırmanın sınırlı ve kaynakların daha fazla olduğu iç ortamlarda daha yüksek miktarlarda bulunabilirler ve bunun sonucunda toksik etkiler oluşturabilirler. Genel olarak, kokunun sağlık açısından etkileri koku maddesinin kendisi veya koku hissi ile belirlenir. İç ortamda kokuların sağlık etkileri, gözlerde kaşıntı, sulanma ve yanma hissi, burun veya boğazda tahriş, iğrenme, bulantı ve kusma, baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk hissi ve ruh hali değişikliği dâhil olmak üzere değişkenlik gösterebilmektedir ve belirtilen etkilerin çoğu koku kayboldukça azalır veya kaybolur. Ayrıca, kişilerin motivasyon eksikliğine bağlı olarak çalışma becerileri ve anlama kapasiteleri azalabilir veya sosyal davranışlarında değişiklikler meydana gelebilir.

İç ortamdaki koku miktarını etkileyen, farklı sağlık etkilerine yol açan ve genellikle belirli bir ortam için aşırı rahatsızlık oluşturan kokulara karşı iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla alınabilecek tedbirler aşağıda verilmiştir.

✓	Kokuya bağlı tüm şikâyetler değerlendirilmeli
✓	Ortam havalandırması düzgün ve yeterli olarak yapılmalı
✓	Kokuya neden olan maddeler ortamdan uzaklaştırılmalı
✓	Bozuk olabilecek atık su sistemi tamir edilmeli
✓	Düşük uçucu organik madde içeriğine sahip ürünler kullanılmalı ya da mümkünse su bazlı kimyasallar tercih edilmeli
✓	Eski ve kirlenmiş döşemeler değiştirilmeli ve düzenli temizlikleri yapılmalı
✓	Ortamda bakteri, mantar ve küf gibi biyolojik oluşumların önüne geçilmeli
✓	Temizlik işlemlerinin ardından ortam havalandırması iyi yapılmalı
✓	Kimyasal ve temizlik maddesi kapları özel dolaplarda saklanmalı ve kapakları sıkıca kapatılmalı
✓	Böcek ilacı kullanımı bina da kimse yokken uygulanmalı ve ortam tamamen temizlenmeden binaya girilmemeli
✓	Koku yayan bölümlerin (<i>mutfak, banyo ve tuvalet</i>) kapıları kapalı tutulmalı ve havalandırma sistemleri ayrı ve düzgün çalıştırılmalı
✓	Ortamda biriken çöpler bozuşmadan uzaklaştırılmalı
✓	Kişisel temizlik kurallarına uyulmalıdır.



t m m o b
m a k i n a
mühendisleri
o d a s ı
i z m i r
ş u b e s i

Tepekule Kongre - Sergi ve İş Merkezi

Anadolu Cad. No:40 Kat:M2 Bayraklı/İZMİR

Tel: (0232) 462 33 33 - Faks: (0232) 486 20 60

izmir@mmo.org.tr

www.mmo.org.tr