

FABRİKA VE BİNA YARDIMCI TESİSLER İÇİN SARS-COV-2 (COVID-19) REHBERİ

İçindekiler

BÖLÜM	Sayfa
Özet _____	2
1-Giriş _____	3
2-Yardımcı Tesislerin İşletilmesi _____	5
i. Genel Endüstriyel Havalandırma (Diluting Ventilation) _____	6
ii. İklimlendirme _____	8
iii. Isı Geri Kazanımı (Eşanjörler) _____	11
iv. Havalandırma Kanalları _____	13
v. Filtreler _____	14
vi. Hava Temizleyicileri _____	16
3-Domestik Kullanımlar _____	20
4-Bulaşıcı Hastalıklar İçin Tehlike Kontrolü _____	22
5-Referanslar _____	24

ÖZET

Bu çalışma, koronavirüs hastalığı (COVID-19) salgını yaşanan bölgelerde salgın hastalığın yayılmasını önlemek üzere ,salgın bölgesinde yer alan fabrika ve binalar için, yardımcı tesislerin işletilmesi ve kullanımı ile ilgili tavsiyeleri içermektedir. Yardımcı tesis ekipmanları işletmelerde hayati öneme sahiptirler ve işletmenin kesintisiz çalışmasını taahhüt eden A+ ekipmanlardır. HVAC (ısıtma,havalandırma,iklimlendirme) sistemleri kritik yardımcı tesis ekipmanlarının başında gelir ve mevcut salgın hastalık(Covid-19) bulaşma yollarından hava ile yayılım HVAC sistemleri ekipmanları ve çalışma prensipleri ile doğrudan ilişkilidir. Aşağıdaki tavsiyeler öncelikle fabrika yöneticileri ,bakım müdürleri ,HVAC uzmanları, bina veya hastane sorumlu yöneticileri için hazırlanmıştır. Ayrıca iş sağlığı uzmanları ve halk sağlığı uzmanları için de faydalı bilgiler içermektedir. Bu çalışma yaygın salgın hastalık (Sars-CoV-2) ile ilişkili tehlikeli durumların saptanması ve kontrolü faaliyetleri ile ilgili tavsiyeleri de içermekte olup sektör uzmanları ,İSG birimi sorumlu ve yöneticileri için faydalı bilgiler barındırmaktadır.

Yardımcı tesisler ile ilgili kritik bileşenler ve önlemler ele alınmakta ve bazı iyi uygulama örnekleri açıklanmaktadır. Kapsam, enfekte kişilerin sadece nadiren kullanılmasının beklendiği fabrikalar, üretim alanları, ticari ve kamu binaları (örneğin ofisler, okullar, alışveriş alanları, spor tesisleri vb.) ve ayrıca hastane ve sağlık tesislerini de (genellikle daha fazla enfekte insan yoğunluğu olan) içerir.

Yasal Uyarı:

Bu çalışma mevcut en iyi kanıt ve bilgilere ve ilgili bölümde verilen referans yayınlara dayanmaktadır, ancak birçok açıdan korona virüsü (SARS-CoV-2) bilgileri sınırlıdır. Bu açıdan en iyi uygulama (best practice) önerileri için önceki SARS-CoV-1, influenza, hava yolu ile yayılan viral, bakteriyel hastalıklara dair çalışmaların kanıtları baz alınmıştır. Lean Institute Turkey doğrudan veya dolaylı, bu belgede sunulan bilgilerin kullanımından doğacak veya bunlarla bağlantılı olabilecek herhangi bir zarar için herhangi bir sorumluluk kabul etmez.

1. GİRİŞ

Her salgın için önemli olan, enfekte edici ajanın bulaşma yollarıdır. COVID-19 ile ilgili olarak, standart varsayım iki bulaşım yolunun baskın olduğudur: (1) büyük damlacıklar (hapşırma, öksürme veya konuşma sırasında yayılan damlacıklar/partiküller) ve (2) yüzey teması (el-el, el-yüzey vb). Bilim topluluğunun dikkat çektiği üçüncü bir bulaşım yolu fekal-oral (dışkısal) yoldur.(3)

SARS-CoV-2 enfeksiyonları için fekal-oral bulaşım yolu DSÖ tarafından tam olarak tanınır. En son 2 Mart 2020 teknik brifinginde sifon çekmeden evvel tuvalet kapağının kapalı tutulması ihtiyati önlem olarak önerilmektedir. Ayrıca, su sızdırmazlığının düzgün çalışması için düzenli olarak su ekleyerek (iklime bağlı olarak her 3 haftada bir) zeminlerde ve diğer sıhhi tesisatlarda kurumuş kanalizasyon giderlerinden kaçınılmasını öneriyorlar. Tuvalet kapağı açık iken çekilen sifon damlacıklar ve damlacık kalıntısı içeren tüpler oluşturduğu bilinmektedir. Ve dışkı örneklerinde SARS-CoV-2 virüslerinin tespit edildiğini biliyoruz (son bilimsel makalelerde ve Çinli yetkililer tarafından bildirilmiştir).(3)

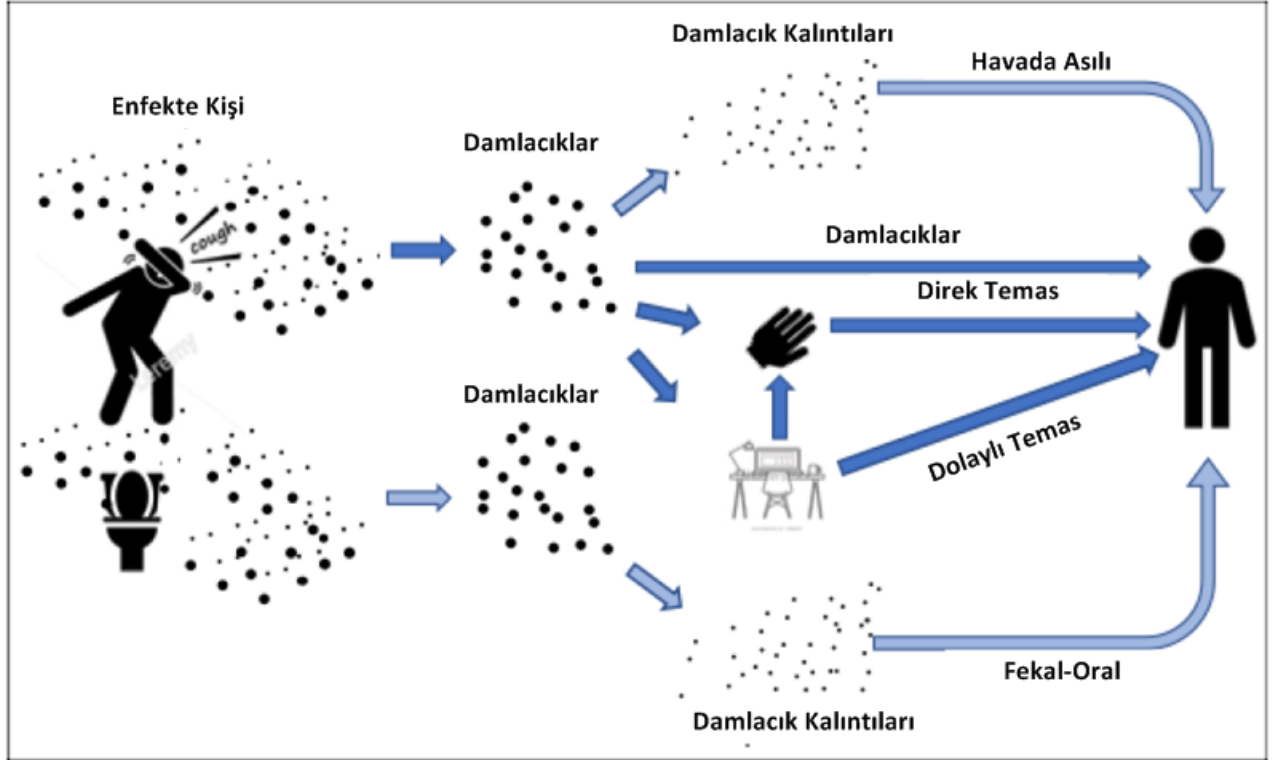
Hava yoluyla virüs bulaşım yolları 2 çeşittir:

1. Enfekte olmuş kişiden yayılan ve yaklaşık 1-2 m mesafedeki yüzeylere düşen büyük damlacıklar (> 10 mikron) ile yakın temas sonucu enfeksiyon kapmak mümkündür. Damlacıklar öksürme ve hapşırma ile oluşur (hapşırma tipik olarak daha fazla parçacık oluşturur). Bu büyük damlacıkların çoğu, masa ve yakındaki diğer yüzeylere, nesnelere düşer. İnsanlar bu kontamine yüzeylere, nesnelere dokunarak ve sonra gözlerine, burnuna veya ağızına dokunarak enfeksiyona yakalanabiliyorlar. İnsanlar enfekte olmuş bir kişinin 1-2 metre yakınında durursa, hapşırma, öksürme veya soluk verme ile yayılmış olan damlacıkları nefes alma yolu ile yakalayabilirler. (3)

2. Saatlerce havada kalabilen ve uzun mesafelere taşınabilen küçük parçacıklar (<5 mikron) yoluyla enfeksiyon kapmak mümkündür. Bu partiküller öksürme, hapşırma veya konuşma ile oluşur. Küçük parçacıklar (damlacık çekirdekleri veya kalıntıları) büyük (>10 mikron) damlacıkların buharlaşması (~ms) ve kuru yapıya dönüşmesi ile oluşurlar. Bir koronavirüs parçacığının boyutu 80-160 nanometre²'dir ve iç mekan havasında 3 saate kadar ve oda yüzeylerinde 2-3 güne kadar aktif kalır (özel temizlik yoksa). Bu tür küçük virüs parçacıkları havada asılı kalabilir ve odalardaki veya havalandırma sistemlerinin egzoz hava kanallarındaki hava akımları ile taşınarak uzun mesafeleri kat edebilir. Havadaki bulaşım geçmişte SARS-CoV-1* enfeksiyonlarına neden olmuştur; şu anda spesifik olarak bu yolla Corona hastalığı (COVID-19) enfeksiyonu için rapor edilmiş bir olay yoktur. Havadaki asılı partikül olasılığını göz ardı

eden rapor edilmiş veriler veya çalışmalar bulunmamaktadır. (3)

*1 Son yirmi yılda üç koronavirüs hastalığı salgını ile karşı karşıya kalındı: (i) 2003-2004'te SARS (SARS-CoV-1), (ii) 2012'de MERS (MERS-CoV) ve 2019-2020'de Covid-19 (SARS CoV-2). Mevcut belgede odak noktamız SARS-CoV-2 salgının son durumudur. 2003-2004 yıllarında SARS salgınına atıfta bulunulduğunda, o zaman SARS-CoV-1 virüsünün adını kullanacağız.



Şekil 1 Bulaşma Mekanizmaları (WHO)

DSÖ, COVID-19 SARS-CoV-2 damlacıklarının (koyu mavi renk) bulaşma mekanizmalarını bildirmiştir. Açık mavi renk: SARS-CoV-1 ve diğer gripden bilinen havada asılı kalma mekanizması, şu anda SARS-CoV-2 için özel olarak rapor edilmiş bir kanıt yoktur.(Rehva,2020)

1. YARDIMCI TESİSLERİN İŞLETİLMESİ

Yardımcı tesis ekipmanları işletmelerde hayati öneme sahiptirler ve işletmenin kesintisiz çalışmasını taahhüt eden A+ ekipmanlardır.HVAC (ısıtma,havalandırma,iklimlendirme) sistemleri kritik yardımcı tesis ekipmanlarının başında gelir ve mevcut salgın hastalık(Covid-19) bulaşma yollarından hava ile yayılım HVAC sistemleri ekipmanları ve çalışma prensipleri ile doğrudan ilişkilidir.

Bulaşıcı hastalıklar yukarıda da belirtildiği üzere birkaç farklı yolla yayılır. Tüberküloz ve bazı durumlarda grip ,soğuk algınlığı ve bugünlerde yaşanan COVID-19 salgını hava yoluyla bulaşabilmektedir. Bu tip salgınlar ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri yolu ile ivme kazanabilir veya bu durum doğru tedbirler ile kontrol altında tutulabilir.(PD, ASHRAE,2014)

Güncel bilgi ve araştırmalar spesifik birtakım tavsiyeler ile HVAC sistemlerinde hava akış rejimi, havalandırma oranları, filtrasyonların kontrolü aracılığı ile enfekte hastalıkların yayılmasının kontrol dahilinde tutulabileceğini belirtmektedir. (PD, ASHRAE,2014)

Tablo 1 Havada Bulaşıcı Hastalıklar İçin Mühendislik Kontrol Stratejileri (PD, ASHRAE,2014)

Strateji	Mevcut Kategoriler*	Uygulama Önceliği	Araştırma Önceliği
Genel Havalandırma	TÜM	Yüksek	Orta
Sıcaklık ve Nem	7 VE 11 HARİÇ TÜMÜ	Orta	Yüksek
Spesifik Havalandırma	1,4,6,9,10,14	Orta	Yüksek
Lokal Egzos Havalandırma	1,2,8,14	Orta	Orta
Merkezi Sistem Filtrasyon	TÜM	Yüksek	Yüksek
Lokal Hava Filtrasyon	1,4,6,7,8,10	Orta	Yüksek
Oda Üstü UVĐİ	1,2,3,5,6,8,9,14	Yüksek	En Yüksek
Kanal ve Ekipman UVĐİ	1,2,3,4,5,6,8,9,14	Orta	En Yüksek
Oda İçi Akış Rejimi	1,6,8,9,10,14	Yüksek	Yüksek
Fark Basınçlaştırma	1,2,7,8,11,14	Yüksek	Yüksek

Tablo 1 Havada Bulaşıcı Hastalıklar İçin Mühendislik Kontrol Stratejileri (PD, ASHRAE,2014)

Strateji	Mevcut Kategoriler*	Uygulama Önceliği	Araştırma Önceliği
Genel Havalandırma	TÜM	Yüksek	Orta
Sıcaklık ve Nem	7 VE 11 HARIÇ TÜMÜ	Orta	Yüksek
Spesifik Havalandırma	1,4,6,9,10,14	Orta	Yüksek
Lokal Egzos Havalandırma	1,2,8,14	Orta	Orta
Merkezi Sistem Filtrasyon	TÜM	Yüksek	Yüksek
Lokal Hava Filtrasyon	1,4,6,7,8,10	Orta	Yüksek
Oda Üstü UVGİ	1,2,3,5,6,8,9,14	Yüksek	En Yüksek
Kanal ve Ekipman UVGI	1,2,3,4,5,6,8,9,14	Orta	En Yüksek
Oda İçi Akış Rejimi	1,6,8,9,10,14	Yüksek	Yüksek
Fark Basınçlaştırma	1,2,7,8,11,14	Yüksek	Yüksek

*Mevcut Kategoriler:

1. Hasta Bakımı
2. Düzeltici Servis İşletmeleri
3. Eğitim > 8 yaş
4. Eğitim < 8 yaş
5. Gıda ve İçecek
6. Oyun Yerleri
7. Hotel vb.
8. Konut
9. Halka Açık yerler
10. Ulaşım
11. Konut Çok aileli
12. Perakende
13. Spor
14. Bulaşıcı Hastalık Çalışan Laboratuvarlar

Yöneticiler, operatörler ve mühendisler, enfeksiyon önleme, işyerinde enfeksiyon bulaşması

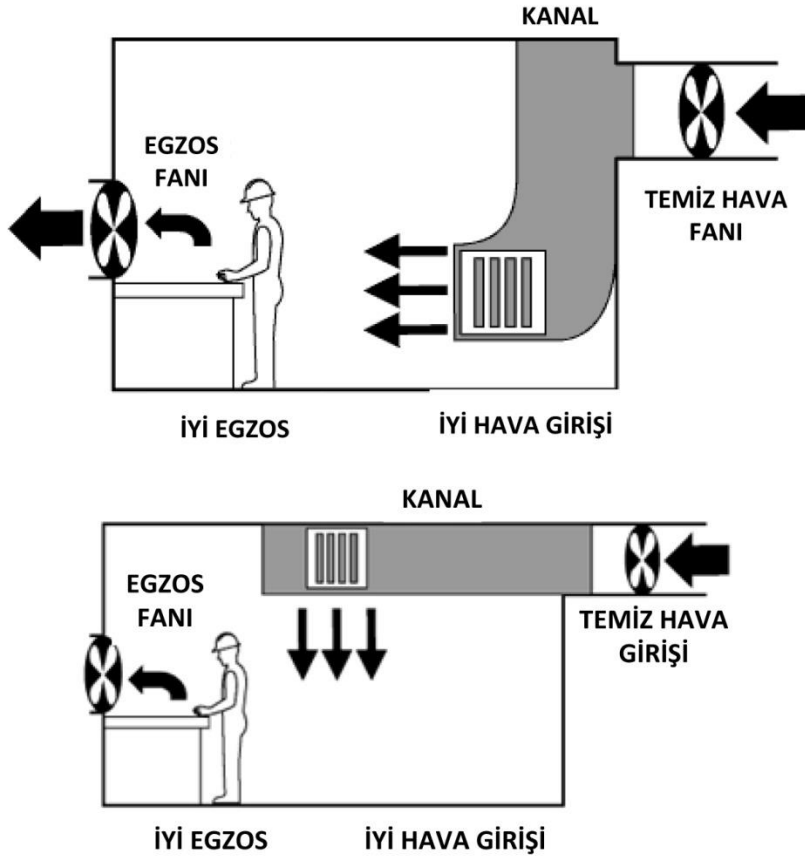
konularında önleyici ve risk azaltıcı stratejileri belirlemelidirler. Tüm stratejilerin bir ön koşulu iyi tasarlanmış, kurulmuş, devreye alınmış ve bakımları yapılmış bir HVAC sistemidir. (Memarzadeh 2010:NIOSH). Mühendisler sorumlu oldukları makina, ekipman ve tesislerin bakım yeterliğini sağlayabilir. Bunlar üzerinde risk azaltım çalışmaları yaparak emniyet açıklarını kabul edilebilir seviyeye çekebilirler. Tüm bu çalışmalar ile acil durum planlamasını desteklemelidirler. Aksiyonlar, enfeksiyon kontrol uzmanları veya konuya hakim danışmanlar ile işbirliği içinde yapılmalıdır.

1. Genel Endüstriyel Havalandırma (Diluting Ventilation)

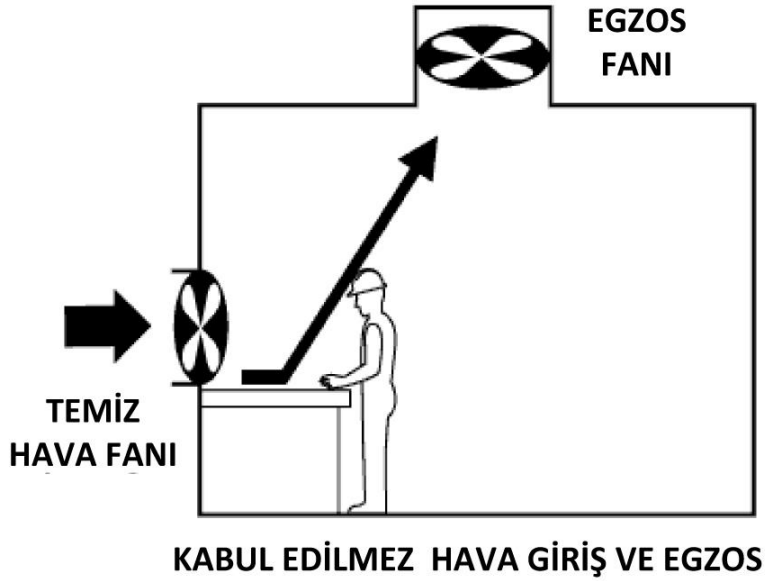
Genel endüstriyel havalandırma, kirlenmiş havayı taze, temiz, kirlenmemiş hava ile karıştırarak (seyrelterek) hava kirleticilerinin konsantrasyonunu azaltır veya sıcak endüstriyel ortamlarda biriken ısı miktarını kontrol eder. Bu havalandırma sistemi aynı zamanda seyreltme havalandırması (diluting ventilation) olarak da bilinir. (26)

Seyreltme havalandırması bir alana veya binaya büyük miktarda hava sağlar ve bu havayı dışarı atar. Genellikle bir fabrikanın duvarlarına veya çatısına yerleştirilen büyük egzoz fanları içerir. Egzoz fanı kirlilik kaynağına maruz kalan işçilere yakın konumlandırılır ve kontamine hava

işçinin solunum bölgesinden çekilebilir. Ayrıca giriş havası da iş bölgesinin arkasına yerleştirilebilir bu şekilde bir uygulama ile havalandırma daha etkili hale getirilebilir.(26)
Verimli havalandırma yerleşimi için aşağıda verilen layout referans alınabilir:



Şekil 2 Önerilen Havalandırma Yerleşimi (26)



Şekil 3 Uygun Olmayan Havalandırma Yerleşimi (26)

Mekanik havalandırma sistemleri olan fabrika ve binalarda havalandırma sistemlerinin çalışma sürelerinin artırılması tavsiye edilir. Havalandırmayı birkaç saat önce başlatmak ve normalden daha sonra kapatmak amacı ile sistem zamanlayıcılarının ayarları revize edilmelidir. Daha iyi çözüm,havalandırmayı 7/24 açık tutmaktır, insanlar yokken havalandırma miktarları düşürülebilir(tümüyle kapatmak yanlış olur). (Rehva,2020)

Daha az ısıtma ve soğutma ihtiyaçları olan bahar ayları düşünüldüğünde, yukarıdaki öneriler sınırlı enerji yüklerine sahipken, virüs parçacıklarını binadan uzaklaştırmaya ve yüzeyden salınan virüs parçacıklarını temizlemeye yardımcı olurlar. Genel tavsiye, mümkün olduğunca taze hava sağlamaktır. Kilit nokta, kişi başına sağlanan temiz hava miktarıdır. Akıllı iş yeri kullanımı nedeniyle, çalışan sayısı azalır, kalan çalışanları daha küçük alanlara toplamayın, havalandırmanın temizleme etkisini arttırmak için aralarındaki mesafeyi koruyun veya genişletin. Tuvaletlerin egzoz havalandırma sistemleri her zaman 7/24 açık tutulmalı ve özellikle fekal yayılımdan kaçınmak için düşük basınç oluşturulduğundan emin olunmalıdır. (Rehva,2020)

Daha fazla pencere havalandırması kullanın.

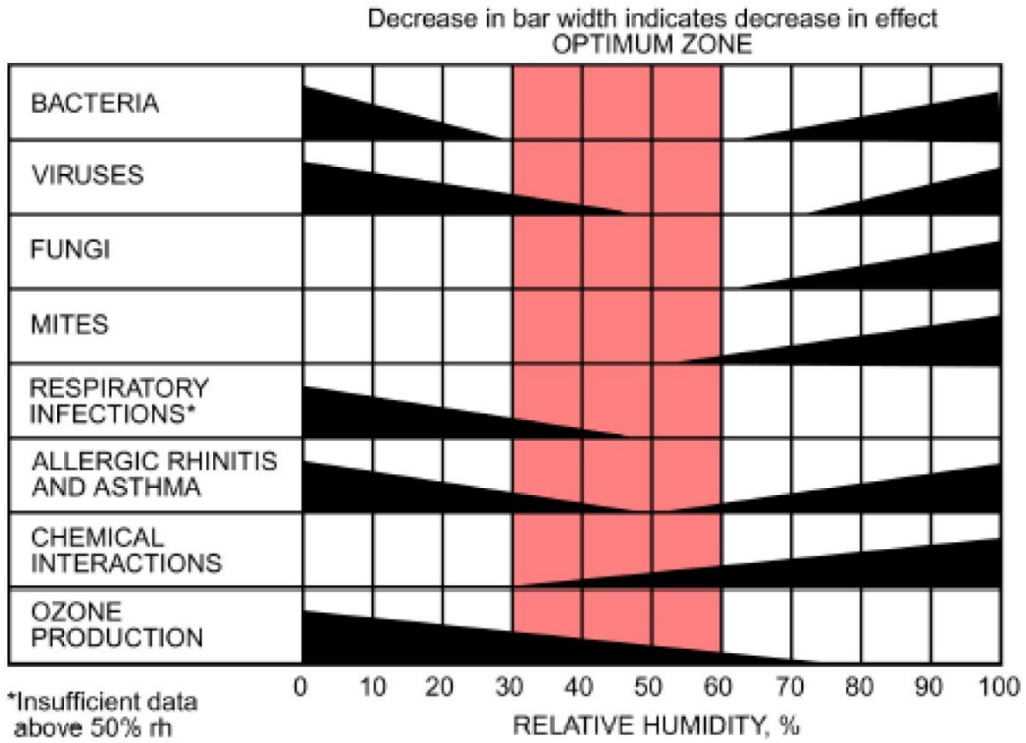
Genel öneri kalabalık ve kötü havalandırılan alanlardan uzak durmaktır. Mekanik havalandırma sistemi olmayan binalarda, aktif olarak pencerelerin kullanılması önerilir (bu, bazı ısıtma konforsuzluklara neden olsa bile normalden çok daha fazla süre açın). Pencere havalandırması hava değişim miktarını artırmanın tek yoludur. Bir odaya girerken (özellikle oda önceden başkaları tarafından kullanılmışsa) 15 dakika kadar pencere açılabilir. Ayrıca, mekanik havalandırmalı binalarda, havalandırmayı daha da arttırmak için pencere havalandırması kullanılabilir. Ortam havasını sirküle eden fancoil üniteleri virüs partiküllerinin oda seviyesinde yeniden asılı kalmasını önlemek için kapatılmalıdır (özellikle odalar normal olarak birden fazla kişi tarafından kullanıldığında). Fancoil cihazlarında pratik olarak virüslü parçacıkları filtrelemeyen kaba filtreler bulunur. Kapatılması mümkün değilse, bu üniteler dezenfeksiyona dahil edilmelidir, çünkü odadaki diğer yüzeyler gibi parçacıklar toplayabilirler.(Rehva,2020)

ii. İklimlendirme

Bağıl nemin insan konforu üzerindeki etkisi tüm yönleri henüz saptanmamıştır. Termal konfor için daha yüksek Sıcaklık artışının genellikle düşük bağıl nem ofseti için gerekli olduğu düşünülür.

Düşük bağıl nem burun ve boğaz membranlarından buharlaşmayı artırır ve solunumdaki mukoza membranlarını kurutur. Kış aylarında artan solunum şikayetleri genellikle düşük bağıl nem ile bağlantılıdır. Epidemiyolojik çalışmalar orta bağıl nem içeren binalarda bulunanlar arasında düşük bağıl neme sahip binalarda yaşayanlara göre daha az solunum hastalıkları bulmuştur.

(Ch.22,ASHARE,2016)

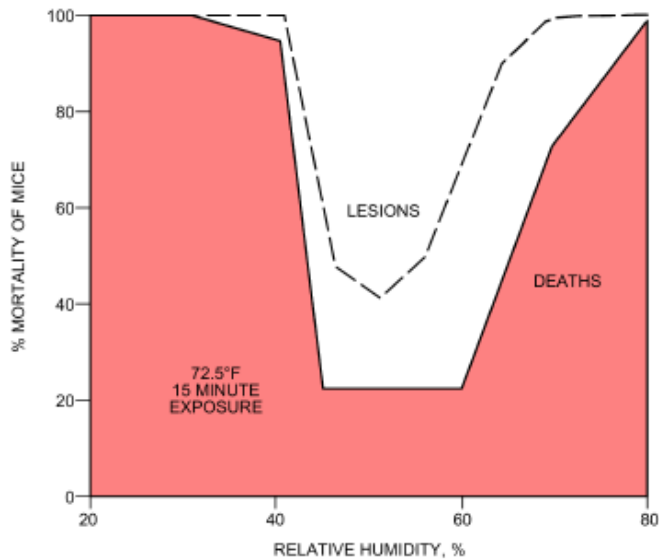


Şekil 4 İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Optimum Nem (Sterling et al. 1985)

Bulaşıcı Hastalığın Önlenmesi ve Tedavisi

Bağıl nemin havadaki enfeksiyonun kontrolü üzerinde önemli bir etkisi vardır. % 50 bağıl nemde, bazı organizmaların ölüm oranı çok yüksektir ve bu bağıl nemde grip virüsü virülansının çoğunu kaybeder. Bu organizmaların ölüm oranları, %50 bağıl nem oranının üstünde ve altındaki değerlerde, azalır. Yüksek nem patojenik veya alerjenik organizmaların büyümesini destekleyebilir.(Brundrett 1990). Benzer etkiler ciddi sağlık sorunlarına neden olan Sars-CoV-2 ve diğer mikroorganizmalarda görülebilir. Sonuç olarak, yaşanabilir alanlarda bağıl nem % 30 ila 60 arasında muhafaza edilmelidir. (Ch.22,ASHARE,2016)

Şekil 5, değişen derecelerde bağıl nem altında influenzaya maruz kalan farelerin ölüm oranını göstermektedir (Brundrett 1990).



Şekil 5 Influenza Maruz Kalan Farelerin Ölümü (Brundrett,1990)

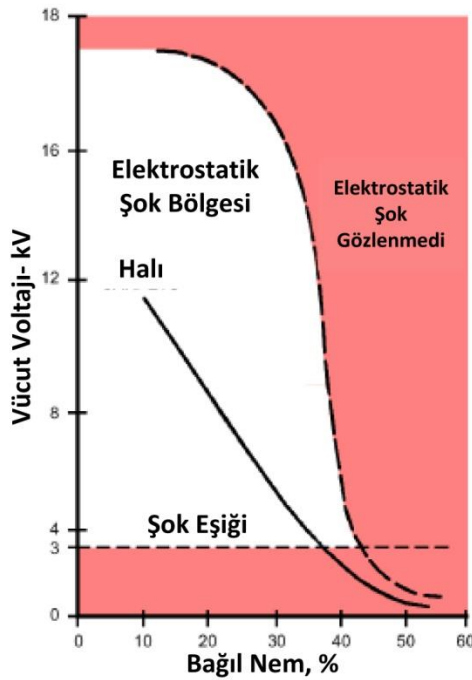
Binalarda bazı virüslerin yayılması, değişen hava sıcaklıkları ve nem seviyeleri ile sınırlandırılabilir. SARS-CoV-2 virüsünün çevresel değişikliklere karşı ne derece dirençli olduğu yapılacak yeni araştırmalar ile ve önümüzdeki bahar aylarındaki virüs yayılımının incelenmesi ile daha net ortaya konulacağını tahmin ediyorum.

Statik Elektrik-Nem İlişkisi

Elektrostatik yükler, yüksek elektrik direncine sahip malzemeler birbirlerine karşı hareket ettiğinde üretilir. Bu tarz yüklerin birikiminin çeşitli sonuçları olabilir:

- (1) İki malzeme arasındaki sürtünme ile (ör. fiberler metal) ortaya çıkabilen kıvılcımların oluşumu;
- (2) Kağıt, elyaf ve kumaş tabakalarının işlenmesinde zorluk;
- (3) Manyetik disk depolama ekipmanlarındaki verilerin hasar görmesi(özel olarak nem kontrollü ortamlar gerektirir).
- (4) Patlayıcı gazların bulunduğu hastaneler, araştırma laboratuvarları veya endüstriyel temiz odalarda vb. tehlikeli durumlar oluşabilir.

Ortamın bağıl nemini artırmak elektrostatik yük birikimi azaltır. Ancak optimum seviye nem belirli bir oranda ilgili malzeme tipine bağlıdır. (Ch.22,ASHARE,2016)



Şekil 6 Bağıl Nemin Halıda Statik Elektrik Oluşumuna Etkisi (Ch.22,ASHARE,2016)

Şekil 4, insan vücudunda farklı nem seviyelerinde birikebilecek voltajı göstermektedir. % 45 bağıl nem birçok malzemede elektrostatik etkileri ortadan kaldırır, ancak yün ve bazı sentetik malzemeler daha yüksek bağıl nem gerektirebilir. (Ch.22,ASHARE,2016)

Ses Dalgalarına Etkisi

Ses dalgalarının hava emilimi ses mukavemet kaybına neden olur, bu durum % 15 ila 20 bağıl nemde'de en kötü seviyelerdedir ve frekans arttıkça kayıp artar. (Harris 1963). Ses absorpsiyesi %40-50 arası bağıl nemde ihmal edilebilecek bir seviyededir. Gürültülü fabrika ortamlarında bu ses kayıpları önem arz edebilir.

Bazı mikroorganizmalar nadiren bakımsız nemlendiricilerde bulunur. Bu zararlı mikroorganizmaların yayılmasını azaltmak için, nemlendiricinin periyodik olarak temizlenmesi ve rezervuarın boşaltılması (özellikle nemlendirmenin sonunda) gereklidir. (Ch.22,ASHARE,2016)

Buhar Hatları

Buhar hatlarını nemlendiriciyi buhar dağıtıcılarına bağlayan önemli bir nemlendirme sistemi ekipmanıdır. Buhar hatları doğru şekilde boyutlandırılmalıdır.yönlendirilmiş, doğru malzemeden yapılmış, yeterli drenaja sahip ve yalıtılmış olmalıdır.

- Atmosferik buhar hatlarını mümkün olduğunca kısa tutun
- Uzun yatay hareketlerden kaçının
- Yukarı doğru hatlar için minimum% 15 eğimde kalın
- Aşağı doğru hatlar için minimum% 4 eğimi koruyun
- Kasıtsız düşüklüğü önlemek için hatların yeterince desteklendiğinden emin olun
- Dirsek ve t -bağlantılarının sayısını en aza indirin

Virüs yayılımında kritik olan küçük damlacıklar (0,5 – 10 mikron) herhangi bir bağıl nem (RH) seviyesinde hızlı bir şekilde buharlaşacaktır. Nazal (burun) sistemler ve mukoza membranları % 10-20 çok düşük bağıl nemde enfeksiyonlara karşı daha duyarlıdır ve bu da kışın nemlendirmenin önerilmesinin sebebidir . (Ch.22,ASHARE,2016)

Isıtma ve soğutma sistemleri, COVID-19 yayılımı üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı için normal şekilde çalıştırılabilir. Isıtma veya soğutma sistemleri için ayar noktalarının değiştirilmesine gerek yoktur.(Rehva,2020)

iii. Isı Geri Kazanımı (Eşanjörler)

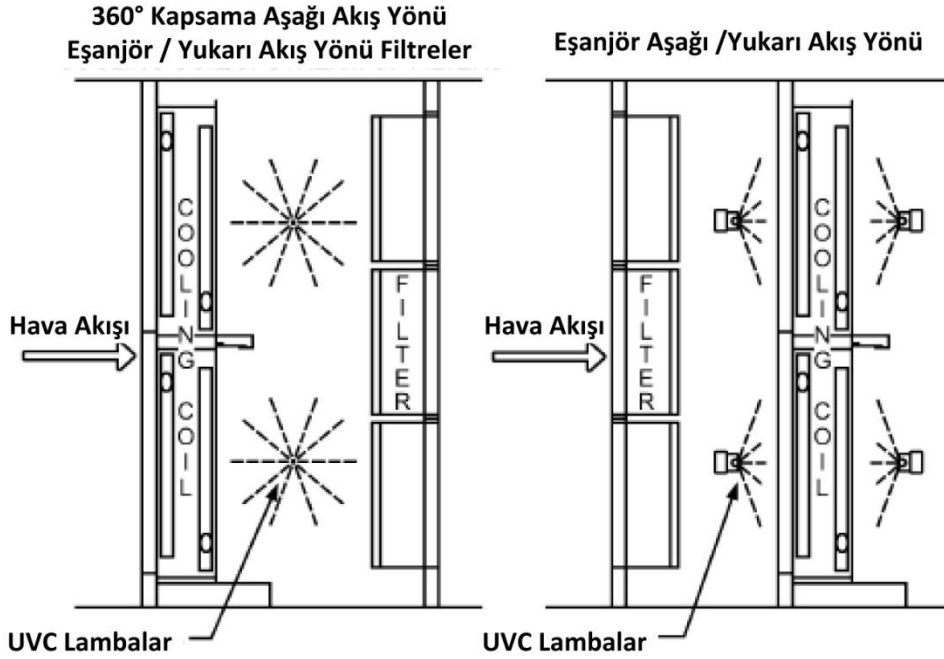
HVAC sistemlerindeki koşullar soğutma bobinleri, tahliye tavaları ,plenum duvarları, nemlendiriciler, fanlar, enerji geri kazanım bölümleri ve filtreler gibi nemli veya ıslak yüzeylerde bakteri ve küf içeren biyofilmlerin büyümesini teşvik edebilir. Soğutma serpantin bölümünün içindeki ve altındaki yerler, serpantin kanatçıklarından nem yoğunlaşması ve taşınması nedeniyle özellikle hassastır. Biyofilmlerin soğutma yüzyelerini kirletmesi basınç düşüşünü artırabilir ve hava akışını ve ısı kazanım verimliliğini azaltabilir. Filtreler, nemli filtre ortamında mikrobik büyümeye yol açabilecek bakteri, küf ve tozu yakalar. Büyüme arttıkça, bir filtrenin hava akışına direnci artabilir. Bu, daha sık filtre değişimine ve bakım işçileri ve çalışanlar için mikroplara daha fazla maruz kalmaya neden olabilir. Hava akışı ve ısı geri kazanım performansı düştükçe, ilgili alanlarda hava kalitesi de düşer (Kowalski 2006).

Klima santrali bileşenlerinin bakımı için geleneksel yöntemler olan kimyasal ve mekanik temizlik masraflı, bakım personeli için gerçekleştirilmesi zor ve tehlikeli olabilmektedir. Temizlik maddelerinden çıkan buharlar kötü hava kalitesine, kimyasal akış ise yeraltı suyu kirlenmesine sebep olu.Bazı durumlarda mekanik temizlik parça ömrünü de kısaltabilir.Ayrıca temizlikten kısa bir süre sonra, mikrobiyal büyüme yeniden ortaya çıktığı veya yeniden aktif hale geldiği için sistem performansı tekrar düşmeye başlayabilir. (Ch.62,ASHARE,2019)

UVC, geleneksel sistem bakım prosedürlerini (Bahnfleth 2011) tamamlamak için HVAC sistemlerine, tipik olarak klima santrallerinde uygulanabilir .UVC kullanımının hava basınç düşüşünü azaltmada ve soğutma eşanjörlerinde ısı transfer katsayısını artırmada etkili olduğu gösterilmiştir. (Bahnfleth 2017). UVC yüzey işleminin potansiyel avantajları ;kirli yüzeyleri periyodik olarak temizlemek yerine yüzeyleri sürekli temiz tutmayı sağlar, kimyasal madde ihtiyacını ortadan kaldırır, daha düşük bakım maliyeti ve potansiyel olarak daha iyi HVAC sistem performansı sağlar.

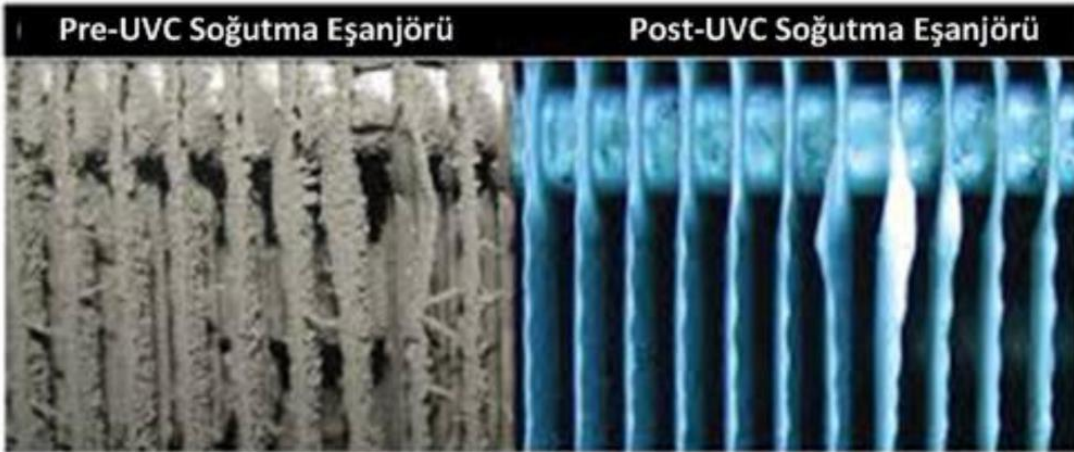
UV lambalar, soğutma eşanjörleri, yoğuşma tavaları veya filtreler gibi sorunlu bileşenleri hedeflemek için monte edilebilir veya UVC enerjisinin mikrobiyal aktiviteye sahip olabilecek tüm

bir muhafaza üzerinde geniş bir dağılımı sağlamak için uygulanabilir. Kanal içi hava temizleme gibi..



Şekil 7 HVAC Yüze UVC Kurulumu - Kesit Görünüm (Ch.62,ASHARE,2019)

Diğer zorunlu hava işleme modlarıyla birlikte kullanıldığında, UVC artımlı bir fayda sağlar. Örneğin, bir partikül filtresi gelen bir hava akımında belirli bir ajanın% 85'ini kaldırır ve aynı kirletici için% 85'lik tek geçiş verimine sahip bir UVC sistemi bununla seri olarak kurulursa, kombine filtre / UVC sistemi kombine tek geçişli yakalama verimliliği yaklaşık% 98'dir (yani,% 85 verimli bir cihaz eklemenin artan yararı % 13'tür). Havalandırma, filtrasyon ve UVC içeren durumlar, tüm sistem analiz edilerek nicel olarak değerlendirilebilir. (Ch.62,ASHARE,2019)



Şekil 8 Soğutma Eşanjörü UVC Kullanımı Önce ve Sonrası (25)

Belirli koşullar altında, emiş havasındaki virüs partikülleri binaya tekrar girebilir. Isı geri kazanım cihazları, sızıntılar yoluyla egzoz havası tarafından besleme havası tarafına partiküllere bağlanmış olan virüsleri taşıyabilir. Döner ısı eşanjörlerinde (entalpi tekerlekler de dahil) parçacıklar ısı eşanjörü yüzeyinin dönüş havası tarafında birikir ve bundan sonra, ısı eşanjörü besleme havasına

döndüğünde tekrar hava akımına karışması söz konusu olabilir. Bu nedenle, SARS-CoV-2 safhaları süresince döner ısı eşanjörlerinin (geçici olarak) kapatılması önerilir.(Rehva,2020) Isı geri kazanım bölümlerinde sızıntılardan şüpheleniliyorsa, egzoz tarafındaki daha yüksek basıncın besleme tarafında hava kaçaklarına neden olacağı bir durumdan kaçınmak için basınç ayarlaması veya bypass yapılması bir seçenek olabilir. (Rehva,2020)

Isı geri kazanım cihazları yoluyla virüs partiküllerinin yayılımı, bir HVAC sistemi, çift serpantin ünitesi veya geri dönüş ve besleme tarafı arasında %100 hava ayrışmasını garanti eden başka bir ısı geri kazanım cihazı ile donatıldığında bir sorun oluşturmaz. (Rehva,2020)

iv. Havalandırma Kanalları

Sürekli doluluklu mekanlarda (örn. Hastaneler, hapishaneler, evsiz barınakları) havadaki bulaşıcı hastalıkların (örn.,Sars-CoV-2, Tüberküloz, grip) yayılmasını azaltmak için tasarlanmış kanal içi hava dezenfeksiyon sistemleri sürekli olarak çalıştırılmalıdır. (Ch.62,ASHARE,2019)

Bununla birlikte, ticari binalara (ör. Ofisler, ticarethane) monte edilen sistemler aralıklı olarak çalıştırılabilir veya bina doluluk saatlerinde açılabilir ve tesis boşken kapatılabilir. Böylece, enerji maliyetlerinden tasarruf edebilir ve kabul edilebilir iç mekan hava kalitesi sağlarken daha az ekipman(lamba) değişimi gerektirir. Bununla birlikte, aralıklı çalışmanın lamba ve balast ömrü üzerindeki etkisi tasarım analizine dahil edilmelidir. Döngüsel çalışma saatleri sıcak katot lambaların arıza olasılığını da düşürür. (Ch.62,ASHARE,2019)

3. kısımda anlatıldığı üzere UVC, klasik bakım kısıtlarını ortadan kaldırmak ve yüksek verimli partikül filtrasyonu için HVAC sistem bileşenlerine uygulanabilir .Kanallar bu uygulama alanlarından biridir.



Şekil 9 Kanal İçi UV Uygulaması (25)

Kanal içi UVC daima uygun filtreleme ile birlikte kullanılmalıdır. Filtreler UV lambalarını zamanla UV çıkışını azaltabilecek toz ve kir birikiminden korumaya yardımcı olur ve filtreler sistemin genel hava temizleme özelliklerine pozitif katkıda bulunur.

Tipik olarak klima santrallerine monte edildiğinden, kanal içi sistemlerin çoğu yaklaşık 150 m / dk'lık bir hava hızı için tasarlanmıştır. Bu hızda, 2,5m uzunluğunda bir bölgeye ışınım 1sn süre ile sağlanır. Genel bir kural olarak, kanal içi sistemler minimum 0,25 s UV'ye maruz kalma sağlayabilecek bir yere kurulmalıdır; aksi takdirde sistem maliyeti ve güç tüketimi aşırı olacaktır. UVC cihazları çoğunlukla ısıtma / soğutma serpantininin akış yönü aşağısında bulunur. Bununla birlikte, bazı durumlarda, ısıtma / soğutma serpantininin yukarısındaki montaj armatürleri daha düşük kanal içi sıcaklıklara neden olabilir, bu da daha optimum lamba performans sıcaklığı ve daha uygun maliyetli dezenfeksiyon sağlar. (Ch.62,ASHARE,2019)

Gerİ dönüş havası kullanmayın:

Dönüş kanallarındaki virüslü parçacıklar, merkezi klima santralleri geri dönüş sistemleriyle donatıldığında binaya tekrar girebilir. SARS-CoV-2 safhaları süresince merkezi geri dönüşten

kaçınılması önerilir .(Rehva,2020) Bu amaçla sistemdeki geri dönüş damperlerini SCADA üzerinden yoksa manuel olarak kapatın. Bu işlem soğutma veya ısıtma kapasitesi ile ilgili sorunlara yol açabilir fakat enfeksiyon bulaşmasını önlemek ve halk sağlığını korumak ısı konforu garanti etmekten daha önemlidir.

Bazen klima santralleri ve geri dönüş sistemlerinde dönüş havası filtreleri bulunur. Geri dönüş damperlerini açık tutmak için bu bir neden olmamalıdır, çünkü bu filtreler normalde virüslü parçacıkları etkin bir şekilde filtrelememektedir, çünkü standart verimlilikleri vardır ve HEPA filtre verimlilikleri yoktur.

v. Filtreler

Filtrelerin amacı kirleticileri havadan uzaklaştırmaktır. Organik / inorganik parçacıkların genel olarak kabul edilmiş bir oranı olmamakla birlikte, genellikle daha fazla miktarda hava daha çok enfekte edici(virüs ,bakteri vb.)mikroorganizma ile ilişkilidir. Çoğu HVAC tasarımında olduğu gibi, fabrika mühendisleri maliyet ve etkinlik ekseninde en iyi filtre seçimini yapabilmelidir. (Ch.9,ASHRAE,2019)

Hava kirleticileri genellikle;

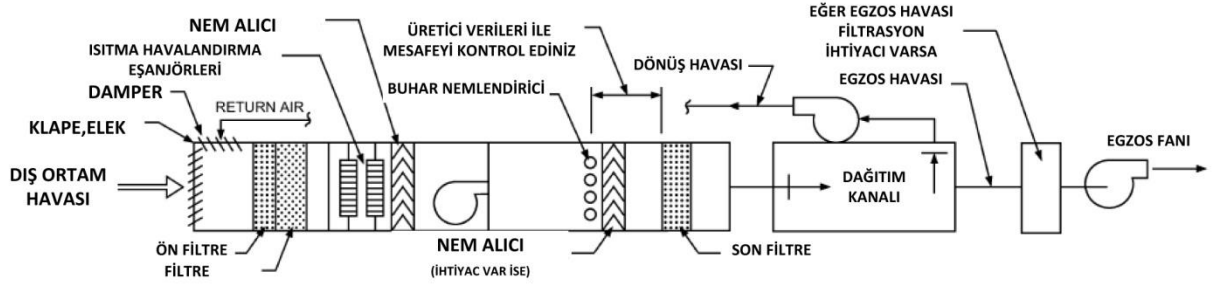
1.Parçacıklar: Bunlar aerosoller veya parçacık madde olabilir. Parçacıklar organik, inorganik, canlı veya cansız olabilir. Parçacık kabulü genellikle 0.1 ila 10 um arası boyutlar içindir.

2.Gazlar: Bunlar, moleküler seviyedeki gaz ve buharları içerir. (2017 ASHRAE Handbook- Bölüm 10 ve 12)

Hava filtreleri kurulum, izleme, değiştirme ve imha dahil kapsamlı bir yönetim programı gerektirir. Tipik,hava filtresi seçim öncelikleri;

1. Kirlilik giderme verimliliği (MERV, MERV-A)
2. Satınalma ve işletme maliyeti (Toplam sahip olma maliyeti)
3. Yapısal Uygunluk

Tüm merkezi havalandırma ve iklimlendirme sistemleri ASHRAE 170 Standardında belirtilenlerden daha düşük olmayan verimlilikte filtreler ile kullanılmalıdır. Kontrolsüz yoğuşma veya nemlendiricilerin serbest bıraktığı nem sebebiyle filtrelerin ıslanmasını önlemek için uygun önlemler alınmalıdır. Filtre sistemi kontamine filtrenin güvenli bir şekilde çıkarılmasını, değiştirilmesini sağlayacak tasarımda olmalıdır. (Ch.9,ASHRAE,2019)



Şekil 10 HVAC Sistemi Filtre Yerleşimi (Ch.29,ASHRAE,2016)

Tablo 2 Filtre Sınıfları (Ch.29,ASHRAE,2016)

Standart 52.2 – MERV Sınıfı	Kirletici Tipleri	Uygulama Alanları
E-1		
MERV16 MERV15 MERV14 MERV13	0,3 ila 1um boyut aralığı: Bakteri,boya pigmenti,virüs,damlacık kalıntısı,yüz pudrası,lehim dumanı	Genel cerrahi, hastane genel havalandırma, turbo ekipman, kompresörler, kaynak / lehim hava temizleyicileri, HEPA ön filtreleri, ticari binalar, sigara salonları
E-2		
MERV12 MERV11 MERV10 MERV9	1.0 ila 3.0 um boyut aralığı: öğütülmüş un, kurşun tozu, yanma kurum, Legionella, kömür tozu, bazı bakteriler,proses taşılama tozu	Gıda işleme tesisleri, hava ayırma tesisleri, ticari binalar, daha iyi konutlar, endüstriyel hava temizleme, yüksek verimliliğe ön filtreleme filtreler, okullar, spor salonları
E-3		
MERV8 MERV7 MERV6 MERV5	3,0 ila 10 um boyut aralığı: polenler, toprak kaynaklı toz, küf sporları, çimento tozu, süt tozu, enfiye, saç spreyi sisi	Genel HVAC filtrasyonu, endüstriyel ekipman filtrasyonu, ticari mülkiyet, okullar, yüksek verimli filtreleme ön filtre, boya kabini giriş, elektrik / telefon ekipmanı koruması
MERV4 MERV3 MERV2 MERV1	Yakalama Metodu	Büyük partikül kirlerinin filtrelenmesi, endüstriyel ortam havalandırması

HEPA filtreleri sadece özel koruma odaları için gereklidir. Bu odalar yüksek duyarlılığı olan lösemi, ileri yanıklar, kemik iliği nakli, kemoterapi, organ nakli veya HIV virüsüne sahip hastalar için kullanılır. Bazı hastaneler egzozda HEPA filtreleri kullanmayı tercih ediyor. Kirli havanın dışarı çıkmasına sebep olan küçük bir sızıntı filtre performansı önemli ölçüde azaltır. Filtre sızıntılarını önlemek için filtre segmentleri arasında ve destek çerçevesi altına contalar mutlaka takılmalıdır. (Ch.9,ASHRAE,2019)

COVID-19 bağlamında, egzoz hava çıkışların hava alış damperlerine yakınsa açık hava virüs bulaşımından korunma sağlanırmı sorusu sorulabilir.Havalandırma sistemleri (klima santralleri),

taze hava alışından hemen sonra dış havadaki partikül maddeleri filtreleyen (filter class F7 veya F8 / ISO ePM1) ince dış hava filtreleri ile donatılmıştır. 80-160 nm'lik (PM 0,1) bir koronavirüs partikülünün boyutu, F8 filtrelerinin yakalama alanından daha küçüktür (PM1 için yakalama verimliliği % 65-90), ancak bu gibi küçük partiküllerin çoğu, difüzyon mekanizması ile filtrenin liflerine yapışacaktır. SARS-CoV-2 partikülleri zaten filtrelerin yakalanma alanı içinde bulunan daha büyük parçacıklarla da toplanır. (Rehva,2020)

Filtre değiştirme açısından bakılacak olursa, normal bakım prosedürleri kullanılabilir. Tıkanmış filtreler bu bağlamda bir bulaşma kaynağı değildir, ancak iç mekan kirlenmeleri üzerinde olumsuz etkisi olan besleme havası debilerini azaltırlar. Bu nedenle, basınç veya kullanım süresi sınırları aşıldığında filtrelerin normal prosedüre göre veya programlı bakıma göre değiştirilmesi gerekir.

vi. Hava Temizleyicileri

Atmosferik toz, duman, sis, kuru tanecikli parçacıklar, biyo-aerosoller ve doğal ve sentetik lifler içerir. Bu toz cinsleri hava gibi bir gazda askıda kaldığında oluşan bu karışıma aerosol denir.

Atmosferik toz hastalıklara veya alerjik tepkilere neden olabilecek küf sporları, bakteriler ,bitki polenleri ve virüsler içerebilir. Aerosollerin hava filtreleme performansını en çok etkileyen özellikleri parçacık boyutu ve şekli, kütlesi, konsantrasyonu ve elektriksel özellikleridir.

Bunlardan en önemlisi parçacık boyutudur. (Ch.29,ASHRAE,2016)

Buradaki partikül büyüklüğü aerodinamik partikül büyüklüğü anlamına gelir. Çapı 0,1 µm'den küçük parçacıklar genellikle ultra ince mod veya nanopartiküller, 0.1 ila 2.5 µm arasında olanlar ince mod ve 2,5 µm'den büyük olanlar kaba mod olarak adlandırılır. Ultra ince ve ince modlu parçacıklar birlikte oluşturulabilirken,ince ve kaba mod parçacıkları tipik olarak ayrı mekanizmalardan kaynaklanır, farklı kimyasal bileşimlere sahiptir ve farklı kontrol stratejileri gerektirmektedir. Araç egzozu ultra ince parçacıkların ana kaynağıdır. (Ch.29,ASHRAE,2016) Endüstriyel hijyen amacıyla, çapı ≤ 5 µm olan partiküller **solunabilir parçacıklar(RSP)** olarak kabul edilmiştir. Çünkü bu boyut aralığının büyük bir yüzdesi, akciğerlerde alveolar bölgede gözlenmiştir. 5.0 µm'lik partiküllerin ,% 80 ila% 90 kısmı akciğer bölgesine ulaşır. (James ve diğ. 1991; Phalen ve diğ. 1991).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, dış mekanlarda partikül madde (PM) seviyeleri hava Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından düzenlenir. Açık hava PM, küçük parçacıkların ve sıvı damlacıklarının karmaşık bir karışımıdır; sağlık üzerindeki etkileri büyüklükleriyle ilgilidir. Daha küçük parçacıklar daha fazla etkiye sahiptir çünkü solunum sistemine daha derinlemesine nüfuz ederler. Şu anda, düzenlenmiş iki boyut aralığı vardır:

- PM10 (yani aerodinamik çapı ≤ 10 µm olan tüm PM'ler)

2,5 ila 10 µm'lik solunabilir kaba parçacıklardan oluşur; tipik kaynaklar arasında yol tozu ve endüstriyel emisyonlar

- PM2.5 (yani aerodinamik çapı ≤ 2,5 µm olan tüm PM'ler)

Ağırlıklı olarak 1 ila 2.5 µm arasında ince parçacıklardır.Ana kaynaklar endüstriyel emisyonlar , otomobillerin,enerji santralleri ve ısıtma sistemlerinin yanma egzozlarıdır.

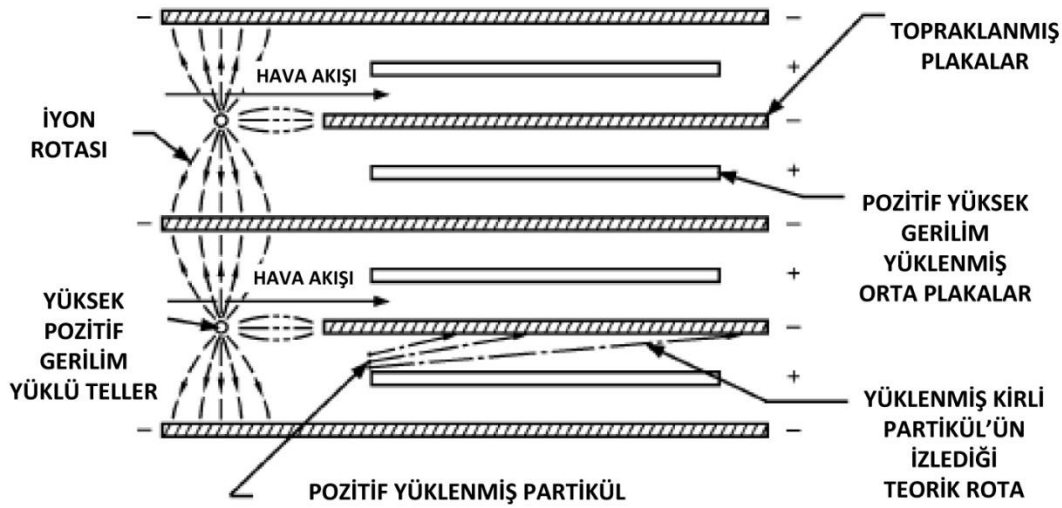
(Ch.29,ASHRAE,2016)

Havadaki virüs ve bakteriyel aerosoller genellikle çapı yaklaşık 3 µm olan damlacık çekirdekleri ile taşınırlar.

Hava temizleyicileri havadaki partikülleri etkili bir şekilde temizler, bu da havalandırmaya kıyasla benzer bir etki sağlar. Etkili olabilmesi için hava temizleyicilerin en az HEPA filtre verimliliğine sahip olması gerekir. Elektrostatik filtreleme prensipleri kullanan cihazlar da genellikle oldukça iyi çalışır.

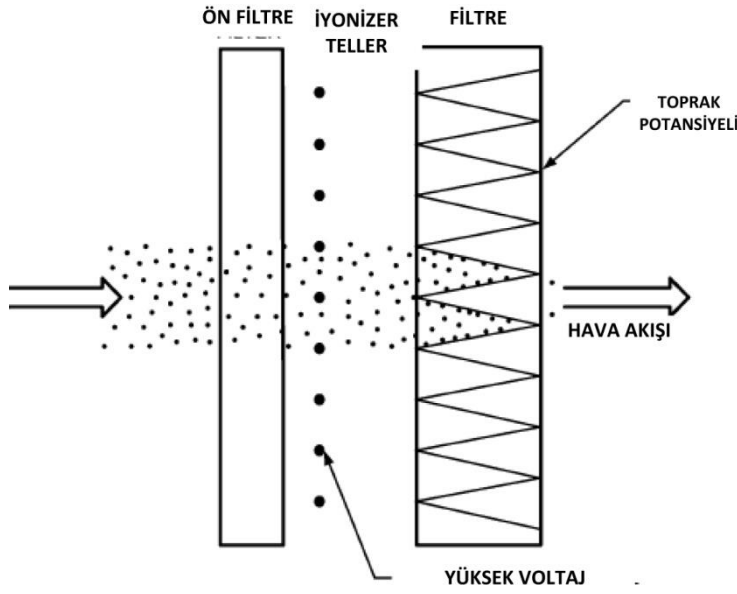
Elektronik hava temizleyicileri toz, duman ve polen gibi partikül kirletici maddeleri filtrelemek için elektrostatik yük kullanır. Elektrostatik yük mekanikten daha yüksek verimlilik sağlayabilir. Elektronik hava temizleyicileri birçok tasarıma sahip olmakla beraber iki ana kategoriye ayrılır: (1) elektronik, plaka tipi çökelticiler ve (2) elektrikselsel olarak geliştirilmiş hava filtrasyonu. (Ch.29,ASHRAE,2016)

Plaka çökelticiler partikül kontaminantlarını plakalara çekmek ve toplamak için elektrostatik çöktürme kullanırlar. Bu tip hava temizleyici bir iyonizasyon bölümüne ve bir toplama plakası bölümüne sahiptir. İyonizasyon bölümünde, pozitif DC 6 – 25 kV yüklü küçük çaplı teller topraklanmış plakalar arasında eşit mesafede askıda tutulmuştur. Kablolardaki yüksek voltaj, parçacıkları elektrik yüklemek için iyonlaştırıcı alan oluşturur. Alanda oluşan pozitif iyonlar hava akımı boyunca parçacıklara çarpar ve yapışır. Yüklü parçacıklar daha sonra toplama plakası bölümüne geçer. (Ch.29,ASHRAE,2016)



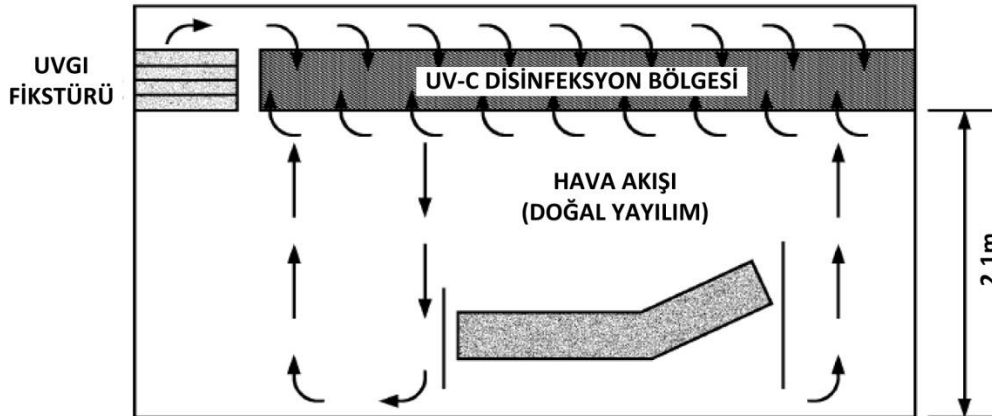
Şekil 11 Plakalı tip Çöktürücülü Hava Temizleyici (Ch.29,ASHRAE,2016)

Elektrikle güçlendirilmiş hava temizleyiciler ise , kirletici maddeleri yakalamadan önce elektrostatik bir alan içerisinde şarj eder ve sonra yüksek verimli plakalı filtrede toplar. Avantajları yüksek verimlilik ve düşük bakım ihtiyacıdır. Şekil 13 te verilen hava temizleyicinin bir iyonizasyon bölümü ve bir filtrasyondan oluştuğunu görülür. İyonize edici bölüm, büyük partiküllerin hava filtresine girmesini engeller. Hava, yüksek voltajlı bir iyonizasyon bölümünde yüklenir. İyonizasyon bölümünde, iyonlaştırıcı yüksek voltajlı bir güç kaynağına bağlanır ve partiküller yüklenir. Yüklü parçacıklar toplama potansiyelindeki filtrede toplanır. (Ch.29,ASHRAE,2016)



Şekil 12 Elektrikle Güçlendirilmiş Hava Temizleyici (Ch.29,ASHRAE,2016)
UVC Cihazları (Armatürler)

Oda tavanlarına UVC yerleştirme ve kullanımının temel amacı, havadaki bulaşıcı patojenlerin iç ortamdaki iletimini kesmektir. Bu bulaşıcı organizmaların kaynağı, enfekte insanlar, hayvanlar , aerosoller veya bir bio-saldırıları olabilir(15). İnsanlar, enfekte edici havadaki ajanların baskın kaynaklarıdır (ACGIH 1999). Sars-CoV-2 virüsü , grip virüsleri ve tüberküloz bakterisi, enfekte olmuş ve duyarlı kişiler arasında hava yoluyla bulaştığı bilinen üç önemli bulaşıcı organizmadır. UVC, diğer çevresel kontrollerle birlikte, bina alanlarını ilgili tüm alanlarda korumak için kullanılır (Brickner ve ark.2003; Kowalski ve Bahnfleth 2003). 1930’lardan beri (Riley ve O’Grady 1961; Wells 1955) ve günümüze kadar devam eden (Firstet al. 2007a, 2007b; Miller ve ark. 2002; Xu ve ark. 2003), çok sayıda deneysel çalışma, UVC’nin üstün etkinliğini göstermiştir. Ek olarak, tüberkülozun inaktivasyonu (Escombe ve ark. 2009; Mphaphlele ve ark. 2015), bir okulda kızamık iletiminin azaltılması ve bir hastanede influenza bulaşımının kesilmesi için kanıtlar içeren çalışmalar yapılmıştır (McLean 1961).



Şekil 13 UVC Sistemi Hasta Odası Çalışma Şeması (Ch.62,ASHRAE,2019)

Çeşitli oda üstü UVC cihazları, kullanıcıların baş hizalarının üzerinde kontrollü bir UVC alanı oluşturmak ve odanın alt,kullanılan alanındaki UVC'yi en aza indirmek için tasarlanmıştır. Oda üstü UVC yerleşimi için uygun yerleşim yerleri, potansiyel olarak enfekte olmuş kişilerin enfekte olmamış kişilerle aynı alanı paylaşabileceği (örneğin tıbbi bekleme odası veya evsiz sığınağı) birleşik alanlardır. (Ch.62,ASHRAE,2019)



Şekil 14 Hastane Koridoru UVC Uygulaması (25)

Oda üstü UVC, havalandırmasız veya minimal havalandırmalı alanlarda çok etkilidir; Saatte 2 hava değişimi yapılan mekanlarda önerilen saate 6 seviyelerine kadar eşdeğer hava temizliği elde edilebilir. UVC ile donatılmış alanda havalandırma modelleri (doğal ve mekanik), bulaşıcı mikroorganizmalar UVC bölgesi ile karşılaşacak ve inaktive olacak şekilde iyi hava karışımını teşvik etmelidir, böylece kullanıcıların havadaki bulaşıcı ajanlara maruz kalma riski ciddi oranda azalır. (Ch.29,ASHRAE,2016)

2. DOMESTİK KULLANIMLAR

Virüs yayılımının direkt temas ile geçişi ellerimiz ile gerçekleşen temaslar neticesinde yaşanmaktadır. Ortak kullanım noktası ile temas sonrası mutlaka eller sabun ve su ile en az 20 sn süre ile yıkanmalıdır.



Şekil 15 El Yıkama (30)

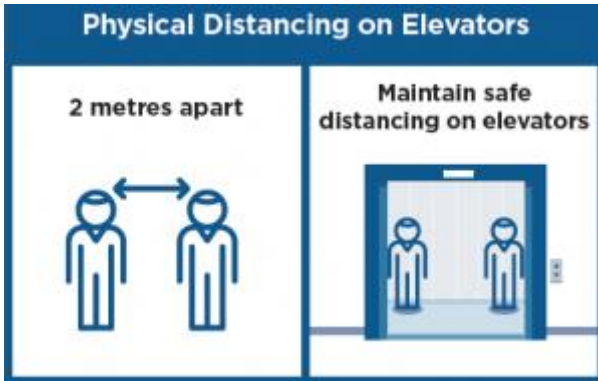
Tuvalet oturaklarında (alafranga tuvaletler) kapak varsa, hava viral damlacık kalıntılarının asılı kalmasını minimize etmek için tuvaletlerin kapakları kapatıldıktan sonra sifon çekilmesi önerilmektedir. Bu fekal-oral yol ile virüs yayılımını önleyici bir faaliyet olarak dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Bu nedenle, fabrika çalışanlarına kapakları kullanma talimatının verilmesi için gerekli planlamanın yapılması önemlidir.



Şekil 16 Tuvalet Kapak Kullanımı Uyarısı (24)

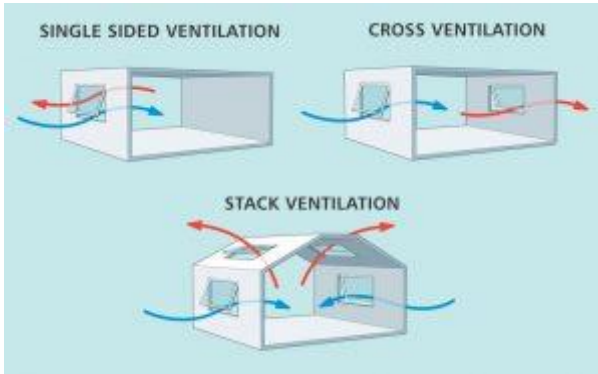
Pasif çekişli veya mekanik egzoz sistemli tuvaletlerdeki pencereleri açmak, tuvaletin diğer odalara kontamine hava akışına neden olabilir, bu da havalandırmanın ters yönde çalışmaya başlaması sonucunu ortaya çıkarır. Bu sebeple açık tuvalet pencerelerinden kaçınılmalıdır. Tuvaletlerde yeterli egzoz havalandırması yoksa ve tuvaletlerdeki pencere havalandırmasından kaçınılmıyorsa, bina boyunca çapraz akış sağlamak için pencereleri diğer alanlarda da açık tutmak önemlidir.(31)

Ortak kullanım alanlarından olan asansörleri mümkün olduğu sürece aynı anda tek kişi kullanmalıdır eğer bu mümkün değilse emniyetli mesafeye (~2m) uyularak asansör kullanımı sağlanmalıdır.



Şekil 17 Güvenli Asansör Kullanımı (29)

Genel öneri kalabalık ve kötü havalandırılan alanlardan uzak durmaktır. Mekanik havalandırma sistemi olmayan binalarda, aktif olarak pencerelerin kullanılması önerilir (bu, bazı ısılı konforsuzluklara neden olsa bile normalden çok daha fazla süre açın). Pencere havalandırması hava değişim miktarını artırmanın tek yoludur.



Şekil 18 Doğal Havalandırma (28)

Bir odaya girerken (özellikle oda önceden başkaları tarafından kullanılmışsa) 15 dakika kadar pencere açılabilir. Ayrıca, mekanik havalandırmalı binalarda , havalandırmayı daha da artırmak için pencere havalandırması kullanılabilir.

3. BULAŞICI HASTALIKLAR İÇİN TEHLİKE KONTROLÜ

Tehlikelerin tanımlaması ve tehlike analizi ,riskli madde veya durumlardan kaynaklanan potansiyel problemlerin tespit edilmesi amacı ile gerçekleştirilir. Araştırma, tespit ve analiz çalışmaları nihayetinde bir tehlikenin sağlığını nasıl etkilediğini saptamamızı sağlayabilir. Tehlikenin tanımlamasının bir unsuru olan maruziyet değerlendirmesi, nitel, yarı nicel veya nicel yaklaşımlara dayanır. Birçok durumda, hava örnekleme tehlikeli bir madde olup olmadığını belirleyebilir.

Tehlikeler genellikle aşağıdaki dört gruptan birinde gruplanır:

Bakteriler, virüsler, mantarlar ve diğer canlılar veya Akut ve kronik hastalıklara neden olabilecek canlı olmayan organizmalar iç mekanlarda biyolojik tehlike olarak sınıflandırılmaktadır. Maruz kalma yolları inhalasyon, dermal (cilt) temas ve yutma.

Bunun dışındaki iç ortam tehlike sınıfları kimyasal tehlikeler, fiziksel tehlikeler, ergonomik tehlikeler olarak tanımlanabilir.

İç ortamdaki maruziyetleri kontrol etme stratejileri ikame (tehlikeli maddenin uzaklaştırılması), izolasyon, dezenfeksiyon, seyreltme havalandırması ve hava temizlemedir. Bu önlemler tüm tehlike türleri için geçerli olmayabilir, ancak olası tüm tehlikeler bunlardan birini kullanarak kontrol edilebilir. Kişisel koruyucu ekipman , mühendislik uygulamaları, uygulama pratikleri ve idari kontroller bu yöntemleri uygulamak ve desteklemek için kullanılır.(Ch.10, ASHRAE,2017)

Tehlike Analiz ve Kontrol Süreçleri

Tehlikenin analiz ve kontrol süreçlerinin amacı insanların zarar görmesini önlemektir. Nicel tehlike analizi ve kontrol süreçleri pratik ve uygun maliyetlidir.

Hastalık kaynağı olabilen tehlikelerden kaçınmak için tesis yöneticilerinin ve mühendislerin şu 3 soruya cevap vermesi gerekir;

- Tehlike nedir?
- İnsanlara zarar vermesi nasıl önlenebilir?
- Tehlikenin engellendiği nasıl doğrulanabilir?

Yedi prensip ile etkili tehlike analizi ve kontrolü garanti altına alınabilir:

1. Sistematik tehlike analizi yapmak için proses akış diyagramlarını kullanın.
2. Kritik kontrol noktalarını belirleyin (tehlike hangi proses aşamasında ortadan kaldırılabılır veya insanlara zarar vermesi önlenebilir).
3. Her bir kritik kontrol noktası için kritik limitleri belirleyin.
4. Kritik sınırlar için bir tehlike kontrolü izleme planı oluşturulmalıdır. Tüm kritik kontrol noktaları için yapılmalıdır.
5. Her bir kritik sınır için tehlike kontrolü düzeltici aktiviteleri oluşturun.
6. Tüm faaliyetleri ve sonuçları belgelemek için prosedürler tanımlanmalı.
7. Planın;

(a) çalışma koşulları altında gerçekten işe yaradığını (geçerleme-validation),

(b) düzgün şekilde uygulandığının (doğrulama-verification) ve

(c) periyodik olarak (re-assessed) değerlendirildiğini doğrulamak için gerekli prosedürler tanımlanmalıdır.

Tehlike kaynağının kaldırılması veya değiştirilmesi genellikle en etkili önlemdir fakat her zaman mümkün değildir. Mühendislik kontrolleri (ör. havalandırma, hava temizleme) bir çok tehlike için

etkili olabilir. Lokal egzoz havalandırması nokta kaynaklı kirleticiler için genel havalandırmaya göre daha etkilidir. Bu gibi mühendislik çalışmaları üretim, tasarım, işletme ve iş güvenliğinden ilgililerin bulunduğu ekipler dahilinde FME, FTA, HAZOP, ALARP, Risk Grafi vb. risk tanımlama ve analiz araçları ile yapılacak çalışmalar ile desteklenmelidir.

4. REFERANSLAR

- Figure 1. courtesy Francesco Franchimon.
- Memarzedeh, F. 2013. Literature review: Room ventilation and airborne disease transmission. ASHE Monograph. American Society for Healthcare Engineering (ASHE), Chicago.
- REHVA COVID-19 guidance document, March 17, 2020
- Brundrett (1990), Criteria for Moisture Control.
- Sterling, E.M., A. Arundel, and T.D. Sterling. 1985. Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings. ASHRAE Transactions 91(1B):611-622.
- Harris, C.M. 1963. Absorption of sound in air in the audio-frequency range. Journal of the Acoustical Society of America 35(January).
- Chapter 11 of the 2013 ASHRAE Handbook—Fundamentals
- Chapter 22, Humidifiers 2016 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment
- Chapter 62, Ultraviolet Air and Surface Treatment, from 2019 ASHRAE Handbook—HVAC Applications
- Chapter 10, Indoor Environmental Health, from 2017 ASHRAE Handbook—Fundamentals
- Chapter 9, Health Care Facilities, from 2019 ASHRAE Handbook—HVAC Applications
- Chapter 29, Air Cleaners for Particulate Contaminants, from 2016 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment
- 2003. Guidance for filtration and air-cleaning systems to protect building environments from airborne chemical, biological, or radiological attacks. DHHS (NIOSH) Publication 2003-136. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- ASHRAE Position Document on Airborne Infectious Diseases Approved by ASHRAE Board of Directors January 19, 2014 Expires August 5, 2020
- Kowalski, W.J. 2006. Aerobiological engineering handbook. McGraw-Hill, New York.
- Firrantello, J., and W. Bahnfleth. 2017a. Field measurement and modeling of UVC cooling coil irradiation for HVAC energy use reduction (RP-1738)—Part 1: Field measurements. Science and Technology for the Built Environment 24(6):588-599.
- 1999. Bioaerosols: Assessment and control, Ch. 9: Respiratory infections—Transmission and environmental control, by E.A. Nardell and J.M. Macher. American Conference on Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH.
- Brickner, P.W., R.L. Vincent, M. First, E. Nardell, M. Murray, and W. Kaufman. 2003. The application of ultraviolet germicidal irradiation to control transmission of airborne disease: Bioterrorism countermeasure. Public Health Report 118(2):99-114.
- Kowalski, W.J. 2003. Immune building systems technology. McGraw-Hill, New York.
- Riley, R.L., and S. Permutt. 1971. Room air disinfection by ultraviolet irradiation of upper air: Air mixing and germicidal effectiveness. Archives of Environmental Health 22(2):208-219.

- First, M.W., R.A. Weker, S. Yasui, and E.A. Nardell. 2005. Monitoring human exposures to upper-room germicidal ultraviolet irradiation. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2:285-292.
- Xu, P., J. Peccia, P. Fabian, J.W. Martyny, K.P. Fennelly, M. Hernandez, and S.L. Miller. 2003. Efficacy of ultraviolet germicidal irradiation of upperroom air in inactivating airborne bacterial spores and mycobacteria in full-scale studies. *Atmospheric Environment* 37(3):405-419.
- Miller, S.L., M. Fennelly, M. Kernandez, K. Fennelly, J. Martyny, J. Mache, E. Kujundzic, P. Xu, P. Fabian, J. Peccia, and C. Howard. 2002. Efficacy of ultraviolet irradiation in controlling the spread of tuberculosis. Final Report, Centers for Disease Control, Atlanta, and National Institute for Occupational Safety and Health, Washington, D.C.
- <https://tr.pinterest.com/pin/155303887158345419/>
- <http://www.aahygiene.com/news/uvc-air-conditioning-for-offshore-oil-and-gas-industries/>
- <https://www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ventilation/introduction.html>
- http://en.gla-uvc.nl/pagina/upper_air_irradiation
- <https://www.tealproducts.com/natural-ventilation-control>
- <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2020/03/8eed-COVID-19-Social-Distancing-on-elevators-FINAL-WEB.pdf>
- hand-washing—750×500-shutterstock_317573693
- Barker J & Jones MV, 2005. The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. *Journal of Applied Microbiology* 99(2): 339–347

Hasan Aydın

Yalın Enstitü Danışmanı

Kaynak: <https://lean.org.tr/fabrika-bina-yardimci-tesisler-icin-sars-cov-2-covid-19-rehberi/>