

Hastane Dışı Binalarda Mekanik Tesisata COVID-19 Virüsüne Karşı Alınacak Önlemler

Prof. Dr. Ahmet Arısoy; Doç. Dr. Süda Tekin; Dr. Mustafa Bilge; Müh. Eser Çizer; Y. Müh. Sarven Çilingiroğlu

Giriş

HVAC tesisatında, esas olarak da havalandırma tesisatında alınacak önlemlerin anlaşılması öncelikle virüsün özelliklerinin bilinmesi ve yayılma yollarının bilinmesiyle mümkün olabilir.

- ✓ Virüs Hangi boyutlardadır?
- ✓ Hangi sıcaklık aralığında yaşar?
- ✓ Ortam nemiyle ilişkisi nasıldır?
- ✓ Dezenfeksiyon için özellikle termik dezenfeksiyon için gerekli koşullar nelerdir?
- ✓ Farklı koşullarda ömrü nedir?

Bunları bilmemiz gerekmektedir.

SARS-CoV-2 (COVID-19) partikül büyüklüğü => 120–160 nm çapında

SARS-CoV-2 aerosollerde ve yüzeylerde günlerce (inokulum miktarına göre değişir) canlı kalabilir (atalarından farklı!)

Aerosol ve «fomit» yayılım olabiliyor

SARS-CoV-2 (COVID-19), havada ve yüzeylerde saatlerce ve günlerce yaşayabilir ([New England Journal of Medicine](#)). Virüs plastikler üzerinde 72 saate kadar, paslanma çelik yüzeylerde 48 saate kadar, kartonda 24 saat kadar ve bakır yüzeylerde 4 saate kadar canlı kalabilir. Havada 3 saate kadar saptanabilir.

Fakat burada önemli olan geri kalan virüs miktarıdır. Söz konusu süreler sonunda başlangıçtaki virüs sayısının ancak %0,1 oranındaki kısmı kalabilmektedir. Enfeksiyon teorik olarak mümkün olsa da, örneğin plastikte 1-2 gün sonrasında olasılık çok düşüktür. Aynı şekilde araştırma damlacıklarının havada 3 saat asılı kalabildiğini göstermektedir.

Doğadaki solunabilir damlacıklar yere yukarıdaki çalışmada kullanılan aerosollerden daha hızlı düşerler. Laboratuvarda deneyde kullanılan aerosoller öksürme ve hapşırmadan gelen damlacıklardan daha küçüktürler. Dolayısıyla doğadaki daha ağır olan partiküllere göre havada daha uzun süre kalabilirler. Fakat burada önemli olan kalan virüs miktarıdır. Söz konusu süreler sonunda başlangıçtaki virüs sayısının ancak %0,1 oranındaki kısmı kalabilmektedir. Enfeksiyon teorik olarak mümkün olsa da aradan geçen birkaç gün sonrasında olasılık çok düşüktür.

TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ
Turkish Society of HVAC & Sanitary Engineers

Stabilitesi:

4 °C'de stabil => ~ 14 gün yaşayabilir

Sıcaklığa dayanıksız => 70 °C 'de 5 dk; 56 °C 'de 30 dk; 37 °C 'de 2 gün yaşar

Alkole dayanıksız >%60 ölüyor

Yüzeylerde; Kağıtlarda 3 saat; Tahta yüzey / kıyafet 2 gün; Cam / banknot 4 gün; Paslanmaz çelik / plastik 7 gün; Cerrahi maske 7 gün (ilk inokulumun %0.1)

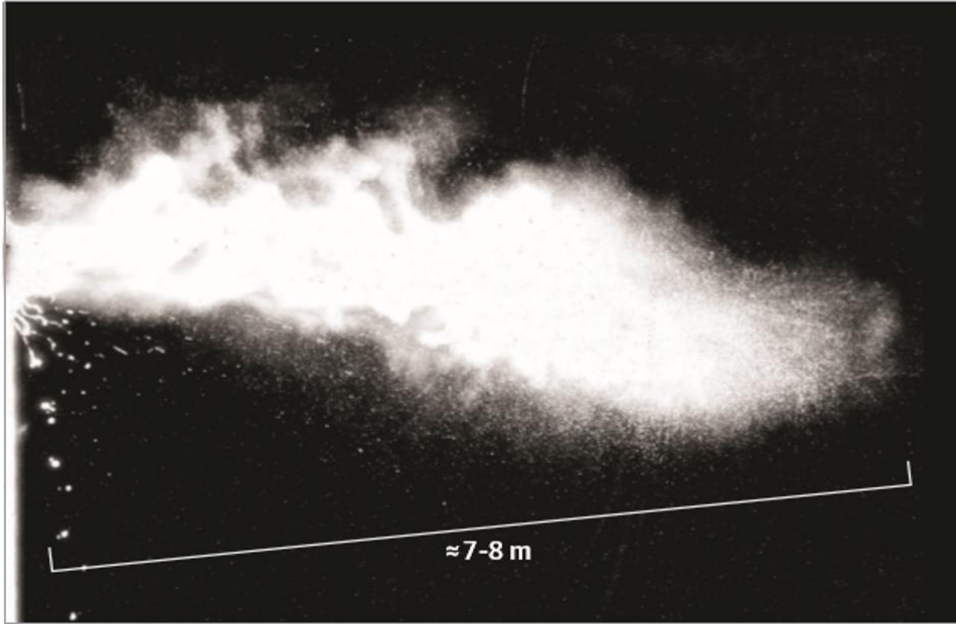
Virüsün yayılımı:

Hastalık esas olarak damlacık yoluyla bulaşmaktadır:

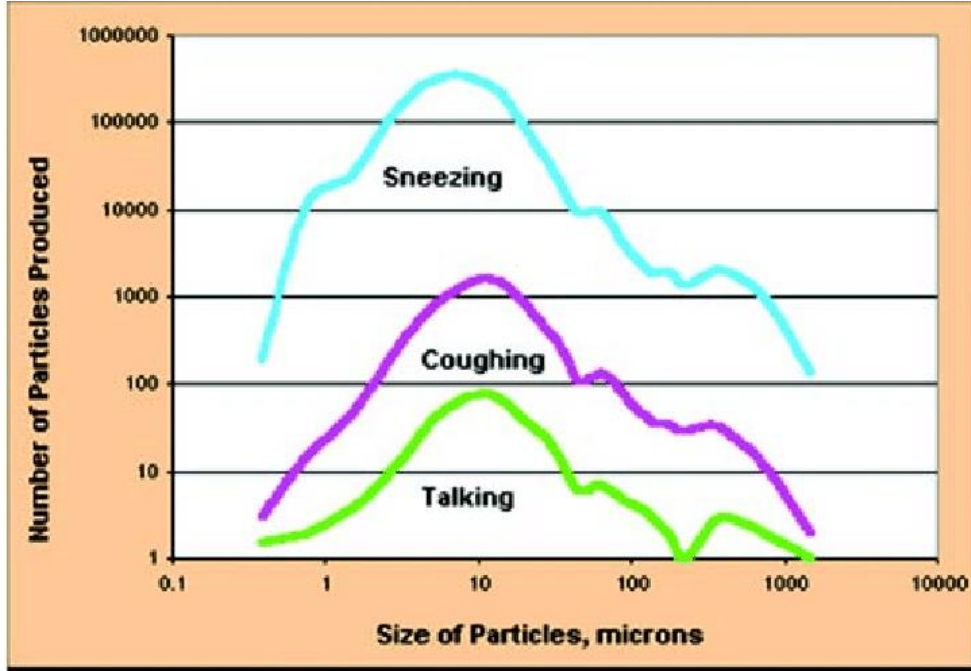
- ✓ Öksürme,
- ✓ Hapşırma,
- ✓ Yüksek sesle konuşma

Virüs içeren farklı çaplarda, solunum yollarından gelen sıvı zerrecikleri (**droplet**) **ana kaynaktır.**

Aşağıda hapşırma sırasında ağızdan çıkan damlacık bulutu görülmektedir.



Burada damlacıkların bir çap dağılımı söz konusudur. Farklı eylemlerde saçılan buluttaki parçacık sayısı ve çap dağılımı aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Burada görüldüğü gibi pik parçacık boyutu 10 mikron mertebesindedir.

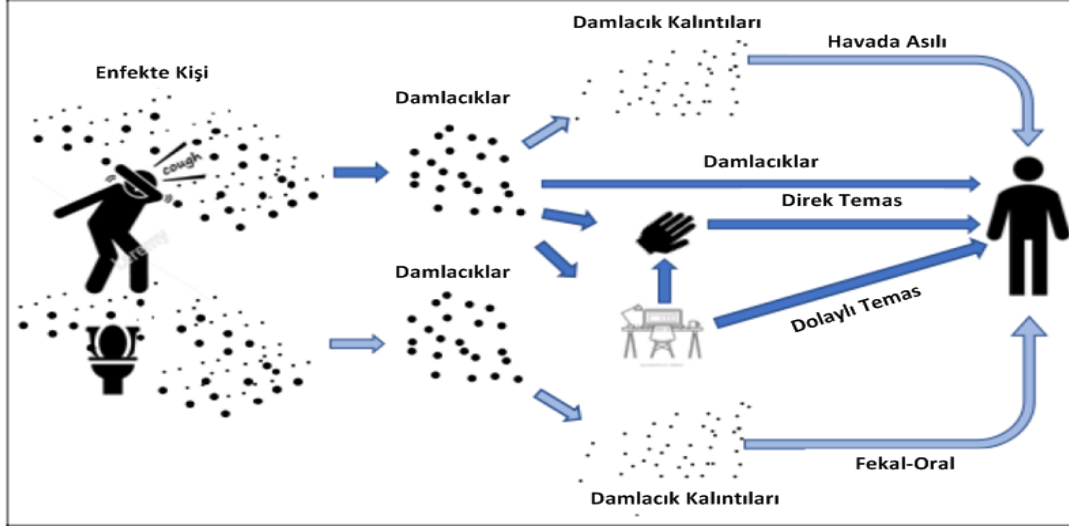
- ✓ Damlacık çapı 10 mikrondan büyükse büyük tanecik olarak tanımlanır. Ağır oldukları için birkaç metre içinde yere düşerler.
- ✓ Damlacık çapı 5 mikrondan küçükse küçük damlacık olarak tanımlanır ve havada asılı kalabilir ve hava akımlarıyla taşınırlar.
- ✓ Nuklei (Çekirdek) ise küçük taneciklerin buharlaşıp, kurumasiyla oluşur. Çapı buharlaşma ve kuruma işlemine bağlıdır. Çok kısa bir sürede oluşurlar ve çok uzun ömürlüdürler. Dizaynda esas göz önüne alınması gereken boyut budur.
- ✓ SARS-CoV-2 **aerosolize** olunca: $10^{5.25}$ adet/mL

Asılı kalma süresiyle çap arasındaki yaklaşık ilişki aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Droplet diameter in microns (um)	Float time
0.5	41 hours – 21 days
1	
3	1.5 hours
10	
100	6 seconds

Virüsün geçiş yolları:

Virüsün geçiş yolları aşağıdaki şekilde şematik olarak verilmiştir.



Buna göre asıl geçiş yolu enfekte kişiden saçılan damlacıkların hedef kişiye ulaşmasıyla olmaktadır. Burada 3 yol tanımlanabilir:

1. Asılı damlacıklarla
2. Ağızdan çıkan damlacıkların doğrudan hedefe ulaşmasıyla
3. Direkt temasla (el temasıyla ve elin yüze götürülmesiyle)
4. Dolaylı el temasıyla (eşyalara bulaşan virüse dokunarak ve yüze taşıyarak)

Virüs yükü alt solunum örneklerinde en yüksek **1.2x10⁶ kopya/ml** Solunmayla, nefes alış verişiyile (gaz formunda) virüs geçişi tanımlanmamaktadır. COVID-19 farklı vücut dokuları ve sıvılarında bulunabilir:

İdrarda maksimum virus **2691 kopya/ml** (13. gün)

Gaytada çok düşük

Oronazal sürüntüde düşük

Kanda hiç saptanmamış

Terlemeyle virüs geçişi tanımlanmamaktadır.

Dışkı ve idrarda virüs yukarıda ifade edildiği gibi bulunabilmektedir. Hollanda'da yapılan bir çalışmada Atık su (Pissu) şebekesinde de COVID-19 ölçülebilmıştır.

Tuvaletlerde klozet ve kuruyan yer süzgeçlerinden virüs geçişi (faecal transmission route) WH tarafından da dolaylı olarak kabul edilmiştir. Tuvalet sifonu çekildiğinde ve kuruyan yer süzgeçlerinden kaynaklı damlacık ve partiküller, tuvaletten başka hacimlere geçmemeli ve burada havalandırmayla seyreltilerek insanlara ulaşması engellenmelidir.

Öksürükle yaratılan damlacıkların dışında havada asılı partiküller de virüs için bir taban oluştururlar ve bu yolla geçişleri mümkündür (ASHRAE Guidance). Bu taban oluşturan toz taze havayla veya insan faaliyetlerinden kaynaklanabilir. **İç ortam toz seviyesinin azaltılması (havalandırmayla), aynı zamanda bu kaynağa bağlı COVID-19 yayılmasına karşı da bir adımdır.**

Bizim dizaynda göz önünde bulundurmamız gereken çap **virüsün kendi çapı değil** içinde bulunduğu (droplet nuclei) denilen en küçük sıvı zerreciği çapıdır.



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ **Turkish Society of HVAC & Sanitary Engineers**

Virüs kontrolü yöntemleri

İç ortamda virüs sayısının kontrolü için HVAC tesisatında uyguladığımız 2 yöntem vardır:

- ✓ Bunlardan **birincisi** ve en yaygın uygulama **havalandırma** olup, ortama temiz hava verip kontamine olmuş havayı dışarı atarak ortamdaki virüs sayısını azaltırız/seyreltiriz.
- ✓ **İkinci** ve daha az kullanılan yöntemse, ortamdaki havayı bir **filtreden/temizleme cihazından** geçirerek virüsleri tutmak (veya öldürmektir). Burada ortamdaki aynı hava kullanılmakta ve dışardan **taze/temiz hava** verilmemektedir.

ÖZETLE HVAC TESİSATINDA ALINACAK ÖNLEMLER

Pandemi döneminde, Havalandırma havası miktarını (Taze hava) artırın. Burada enerji verimliliği gözetilmeyecektir.

Tam havalı merkezi HVAC sistemlerinde

- ✓ Çalışma süresini artırın, gece kapatmayın veya debiyi düşürüp, çalışmayı devam ettirin
- ✓ Çalışma süresini artırın erken çalıştırma geç kapama
- ✓ Mümkünse, 100% dış havayla çalışın.

Kapatılan binalarda havalandırma sistemini tamamen kapatmayın, düşük kapasitede çalışmaya devam ettirin.

İhtiyaç kontrollü havalandırmada (DCV) kontrolü devre dışı ederek sürekli tam kapasitede çalışın veya ayar noktasını aşağı çekin.

Tam sulu veya DX gibi sistemlerde kullanılan bağımsız havalandırma sistemlerinde zaten 100% taze hava kullanılır. Burada hız kontrolü vs. gibi yollarla havalandırma miktarını mümkün olduğunca artırın.

Tuvalet egzozlarını 7/24 sürekli çalıştırın.

Tam havalı merkezi havalandırma sistemlerindeki geri dönüş havası (resirkülasyon) kullanılmamalıdır.

- ✓ Geri dönüş havası damperleri bina otomasyonundan veya elle kapatılmalıdır.
- ✓ Eğer geri dönüş havası üzerinde filtre varsa bile HEPA filtre olmadığı sürece filtre yeterince etkili değildir.

Fan-coil veya split (veya VRV) iç ünite gibi üzerinde filtre olmasına rağmen tamamen iç hava ile çalışan ekipmandaki fan durdurulmalıdır.

Fanı kapatmak mümkün olmuyorsa, fan sürekli çalıştırılmalı, ekipman temizlik kampanyasına dâhil edilmelidir. Sıklıkla ısı ve kimyasal dezenfeksiyon uygulanmalıdır.

Fan-coil serpantinleri üzerindeki yapışmış virüsleri etkisiz hale getirmek için yüzeyler 60 °C de 1 saat tutulmalıdır. Veya kimyasal dezenfeksiyon kullanılabilir.

Sıcaklık ve Nem Etkisi

HVAC sistemi çalışmaya devam etmeli gerekli ısıtma/soğutma yapılmalı, ısı konfor devam ettirilmelidir.

Isıtma ve soğutma sistemlerinin normal çalışmasının COVID-19 yayılmasına hiçbir doğrudan etkisi yoktur. Bu sistemlerdeki ayar değerlerini değiştirmeye ihtiyaç yoktur.

İç hava nem seviyesinin virüs hayatı üzerinde bir etkisi yoktur. Ancak vücudun virüs girişine karşı mücadelesinde solunum yolları yaş tutulmalıdır. Kışın çok kuru ortamlar boğaz mukozasının kurummasına ve virüs geçişine direncin azalmasına neden olur, kaçınılmalıdır.



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ **Turkish Society of HVAC & Sanitary Engineers**

Ortam nem seviyesi RH %40-60 arasında olması uygundur.

Sıcaklık istenilen konfor değerinde tutulmalıdır.

SARS-CoV-2'nin 4°C'de 14 gün boyunca oldukça kararlı olduğu bulunmuştur; virüsü etkisiz hale getirmek için 37°C'de bir gün ve 56°C'de 30 dakika gerekmektedir. Isıl dezenfeksiyon için 60 °C sıcaklığa ihtiyaç vardır.

Pencere açmak yoluyla doğal havalandırmayı kullanın.

- ✓ Mekanik havalandırma sistemi olmayan binalarda açılabilen pencereleri aktif olarak daha fazla kullanın. Odaya ilk girdiğinizde pencereleri en az 15 dakika süreyle açın.
- ✓ Mekanik havalandırma olan binalarda bile, mümkünse pencere havalandırmasıyla yapılacak takviye yararlıdır.

Havalandırma tesisatındaki ısı geri kazanım cihazları

- ✓ Döner tip (rotary) ısı geri kazanım sistemleri geçici olarak devre dışı bırakılmalıdır. Kirli egzoz havasından ısı geri kazanım cihazında taze havaya kaçak olmamalıdır.

Hava Temizleyicileri

- ✓ Oda hava temizleyicileri özel durumlarda faydalı olabilir:
- ✓ Oda hava temizleyicileri HEPA filtre kullanılması halinde havalandırma kadar etkindir. Virüsü yakalayabilir.
- ✓ Elektrostatik filtreli hava temizleyiciler de genellikle gayet iyidir.
- ✓ Oda havası temizleyicileri odada mümkün olduğunca kişilerin nefes alma bölgesine yakın yerleştirilmelidir.
- ✓ Hava temizleyicisi seçiminde oda havasını saatte 3-4 defa değiştirecek kapasite uygundur. Hava değişimi ne kadar fazla olursa temizleme verimi o kadar iyi olur.

Ultraviyole cihazları ancak hastane karantina odaları gibi özel durumlarda kullanılabilir.

- ✓ UV ışınlarının klima cihazları serpantin yüzeylerinin dezenfeksiyonunda veya dışarı atılan kontamine havanın dezenfeksiyonunda kullanılması tanımlıdır.

Bakım İşletme

- ✓ **Havalandırma kanallarının** olağan dışı temizliğinin virüsün tutulmasında pratik bir yararı yoktur. Tam tersine bu dönemde kanal temizliği planlanmamalıdır.
- ✓ Dış hava filtrelerinin normal dışı değiştirilmesinin gereği yoktur. Ancak değişimde mutlaka yeni filtre ile değiştirilmelidir.
- ✓ Filtrelerin değişimi sırasında gerekli önlemler alınmalıdır. Sistem durdurulmalı, eldiven giyilmeli, maske takılmalı, kirli filtreler sızdırmaz poşetlere konulmalıdır.
- ✓ Fan-coil cihazlarının, iç ünitelerin terminal ünitelerinin salgın döneminde hastanelerde dezenfeksiyon ve temizlik periyodu günde 1 olarak tanımlanmaktadır.
- ✓ Hastane dışı uygulamalarda bu periyot daha uzun olabilir. Haftada 2-3 kez yapılacak temizlik yeterlidir.
- ✓ Konutlardaki Split tip klima cihazları normal çalışmalarına devam edebilir. Havalandırma sistemi yoksa pencereler yoluyla havalandırma yapılmalıdır.
- ✓ Havalandırma sistemi varsa, kapasitesi mümkünse artırılmalıdır.



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ **Turkish Society of HVAC & Sanitary Engineers**

- ✓ Klima santrallerinde da normal temizlik periyotları arttırılabilir ve etkin bir kimyasal dezenfeksiyon kullanılabilir.
- ✓ Ozon ile klima santrali ve kanalların dezenfeksiyonunda, Ozon kanal bağlantılarında kullanılan kauçuk contalara zarar vermekte, hava kaçaqları oluşmaktadır.
- ✓ Ozon insan sağlığına zararlıdır ve solunmamalıdır. İnsanların yaşadığı ortamlarda dezenfeksiyon için kullanılmamalıdır.
- ✓ Filtre, menfezler, difüzörler ve iç yüzeyler: ISHRA 5% Cresol solüsyonu (50% Cresol ve 50% sıvı sabun solüsyonu) kullanılmasını tavsiye emektedir. 1 litre bu solüsyonu 9 litre suyla karıştırın. Bu solüsyon yüzeye sprej şeklinde püskürtülmelidir. 10 dakika beklenip daha sonra su ve bezle silinmelidir (Filtrelerde bu yöntem sadece yıkanabilir filtreler için kullanılmalıdır).
- ✓ Yoğuşma tavaları: Yoğuşma tavaları dezenfeksiyon/temizliği UV uygulaması tavsiye edilir. Veya %1 sodyum hypochlorite dozlaması yapılabilir. Bu sadece HVAV ekipmanı resikülasyon modunda çalışırken uygulanır.
- ✓ Serpantinler: Yukarıda filtreler için tarif edilen protokol takip edilebilir.
- ✓ **Klozet kapakları** flaş yıkama sırasında kapalı tutulmalıdır.
- ✓ Özellikle yer süzgeçleri (ve pis su) giderlerindeki sifonların (sızdırmazlığın) daima su ile dolu olması, kurumaması gerekir.

Binada alınabilecek önlemler

- ✓ Binada çalışanlar maske ile çalışmak zorundadır.
- ✓ Yüz yüze toplantı ve konferanslar iptal edilmelidir.
- ✓ Fitness ve spor salonları kapatılmalıdır.
- ✓ Binaya paket ve kargo girişi yasaklanmalıdır.
- ✓ Günlük ofis temizliklerine devam edilirken, tüm bina ayrıca haftada iki gün etkin kimyasallarla dezenfekte edilmelidir.
- ✓ Tüm kapı kenarları, kapı kolları, aydınlatma anahtarları, temas edilen her yer, günde 4 defa dezenfekte edilmelidir.
- ✓ Binada belli noktalara el dezenfektanları konulmalıdır.
- ✓ Binaya gelen ve giren tüm araçlar dezenfekte edilmelidir.
- ✓ Ana girişe termal kamera konulabilir. Tüm personel sürekli hareket halinde izlenmelidir.
- ✓ İşyeri hekimi işyerinde bulunmalı, revir ise her an hazır tutulmalıdır.
- ✓ Kafeteryada fiziksel mesafeyi korumak için masa ve sandalye sayısı azaltılmalıdır.
- ✓ Salata bar iptal edilebilir, yoğurt, tatlı vs. kapalı kapta servis edilmeli ve çatal kaşık bıçak, tek kullanımlık olmak üzere plastik malzemeye geçilmelidir.

Yeni HVAC dizaynı

Yeni HVAC dizaynı enerji kullanımı ve iç ortam kalitesi/hijyeni dengeleyecek en iyi çözümlere odaklı olmalıdır:

- Taze Hava alış yerleri ve mesafeler
- Filtre seçimleri, Santrallarda kullanacağımız filtreler
- Yaşam mahallerinde bağıl nem oranlarının önemi



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ **Turkish Society of HVAC & Sanitary Engineers**

- Bina içinde taze hava taşıyıcı klima santrallerinde alınacak önlemler.
- Isı değiştirgeçleri
- Hava temizleyicileri
- Kullanılacak malzeme,
- Gerektiğinde %100 taze hava ile çalışabilme özelliği,
- Geri kazanım elemanlarının tasarımı/tipi,
- Sistemin ısıl/kimyasal dezenfeksiyon kabiliyeti,
- Nemlendirme kabiliyeti.

Çözümler:

- Hava alma ağız ile atış ağız arasındaki mesafe, mümkünse hastaneler için geçerli olan 10 m değerine çıkarılması emniyetli bir yaklaşımdır.
- Hastane dışı binalarda virüs taşınması dikkate alındığında bu mesafe 7 m olarak alınabilir.
- Havalandırma miktarını salgın dönemlerinde odada 6 hava değişimi/h mertebesine kadar artırma imkânı olmalıdır.
- Filtre seçiminde bir değişiklik yapılmasına gerek yoktur.
- Ortam nemi RH %40-60 arasında olması uygundur.
- Isı geri kazanım cihazlarını bypass etme imkânı olmalıdır. Tercihan plakalı ısı değiştirici kullanılmalıdır.

Literatür

Dünyada mevcut durumda COVİT-19 için HVAC tesisatında alınabilecek önlemler için doğrudan yapılmış çalışma çok azdır. Bu konuda daha önce özellikle SARS virüsü (SARS-CoV-2) için yapılan çalışmalar ve geliştirilen önlemler rehber olmaktadır.

COVİD-19 konusunda yayınlar hızla çoğalmaktadır. Konuya odaklanmış en doyurucu çalışma REHVA tarafından hazırlanan COVİD-19 rehberidir. Daha az HVAC odaklı benzer bir çalışma da ASHRAE'den çıkmıştır. Her iki yayında da kapsamlı bir kaynakça verilmektedir.

Kaynakça:

- "REHVA COVID-19 Guidance Document", REHVA, Nisan 2020
- "An Analysis of the Transmission Modes of COVID-19 in light of the concepts of Indoor Air Quality", Prof.Dr. Manuel Gameiro da Silva, Nisan 2020
- "Guidance for Building Operations During the COVID-19 Pandemic", ASHRAE, Mart 2020
- "Protocol for Risk Reduction of SARS, CoV2-19 Diffusion with the Aid of Existing Air Conditioning and Ventilation Systems", AICARR, Mart 2020
- "Role of Ventilation in the Control of the COVID-19 Infection: Emergency Presidential Discourse", SHASE, Mart 2020
- "Position Document on Airborne Infectious Diseases", ASHRAE, Şubat 2020
- Environmental Health Committee (EHC) Emerging Issue Report: Biological Agents in Context of Globalization and Pandemic Influenza and Airborne Transmission, Ocak 2011
- "HVAC & Infectious Diseases", Marlene Linders, ASHRAE Journal, Haziran 2009
- ISHRAE COVİD-19 Guidance Document for Air Conditioning and Ventilation