

# CORONAVİRÜS VE SALGIN HASTALIKLARIN HVAC SİSTEMLERİYLE İLİŞKİSİ

M. Serdar Ulu\*, Aytekin Çakır\*\*

## A) 2019 nCoV: YENİ CORONA VİRÜSÜ

Coronavirüsler (CoV), önceki dönemlerde hayvanları konak olarak seçen fakat son yıllarda MERS-CoV (Orta Doğu Solunum Sendromu) ve sonra SARS-CoV (Şiddetli Akut Solunum Sendromu) şimdi de Covid-19 mutasyonları ile insanlara bulaşım gösteren oksidatif koruması olmayan bir virüs ailesidir.

Yeni koronavirüs (nCoV), daha önce insanlarda tanımlanmamış yeni bir suşur<sup>(\*)</sup>

Koronavirüsler zoonotiktir, yani hayvanlar ve insanlar arasında bulaşır. Ayrıntılı araştırmalar SARS-CoV'nin misk kedilerinden insanlara ve MERS-CoV'un dromedary develerden insanlara bulaştığını buldu. Bilinen birkaç koronavirüs ise henüz insanları enfekte etmeyen hayvanlarda dolaşmaktadır.

Enfeksiyon<sup>(\*\*)</sup> belirtileri arasında solunum semptomları<sup>(\*\*\*)</sup>, ateş, öksürük, nefes darlığı ve solunum güçlüğü bulunur. Daha ciddi vakalarda, enfeksiyon zatürreye, ciddi akut

(çabuk ilerleyen) solunum sendromuna (bir araya gelen bulgular bütünü), böbrek yetmezliğine, kalp-damar hastalıklarına ve hatta sonuçta ölüme neden olabilir.

Bu riskler özellikle çocuklarda virüsün akciğerlere tutunmasını sağlayan ilgili reseptörler tam olarak gelişmediğinden hafif olarak belirti vermeden atlatılabilmektedir.

Enfeksiyonun yayılmasını önlemek için standart öneriler arasında düzenli el yıkama, öksürme ve hapşırma sırasında ağız ve burnun kapatılması, et ve yumurtaların iyice pişirilmesi yer alır. Öksürme ve hapşırma gibi solunum yolu hastalık belirtileri gösteren herhangi biriyle yakın temastan kaçınılmalıdır.

Hastalık Çin'de ilk vakalar ortaya çıktığında genel tanı SARS-CoV salgınının tekrar gündeme geldiği şeklinde düşünülmüştür. Yapılan vaka analizleri ile vakaların SARS-CoV2 yani Covid 19 mutasyonu ile ortaya çıktığı kabul edilmiştir.

Özellikle Uzakdoğu ülkeleri önceki salgın hastalık tecrü-

\* TMMOB Makina Mühendisleri Odası Ankara Şubesi - mserdarulu@yahoo.com

\*\* TMMOB Makina Mühendisleri Odası Ankara Şubesi - aytekincaKir@gmail.com

belirlerini kullanarak enfekte alan dezenfeksiyonu ve bireysel dezenfeksiyonda ozon ve UV (Ultraviyole) unsurlarını kullanarak virüs ile mücadelede hızlı ve etkin bir süreç geçirmişlerdir.

Özetle, 2019 n-CoV, hızlı yayılma becerisi olan zararlı mikroorganizma<sup>(4)</sup> türlerinden birisidir. İki şekilde bulaşma şekli bulunduğu WHO (World Health Organization-Dünya Sağlık Örgütü) tarafından bilimsel olarak açıklanmaktadır.

### Havada asılı parçacıklar:

Virüsün bulaştığı kişi açık ortamda hapşırma yolu ile mikrop taşıyan parçacıkları etrafa saçabilir. Burada dikkat edilecek detay ise parçacıkların bir insan boyu mesafesinde havada asılı kalacağıdır. Aynı ortamda eğer etkili bir hava filtreleme sistemi devreye girerse risk ortadan kalkabilir (HEPA filtrelili).

Potansiyel enfekte alan ya da enfekte alan dezenfeksiyonu için filtrasyon sistemine ek olarak HVAC sistemine entegre edilecek Ozon Jeneratörü/UV (Ultraviyole) ekipmanları ile saha güvenliği sağlanabilir.

Bu uygulamalar alan içerisinde mobil üniteler ile de gerçekleştirilebilir. Coronavirüs ailesi mikroorganizmaların

ozon karşısındaki dayanım süresi literatürlerde 0,3 sn. mertebesinde verilmektedir

Ortamda 0,03-0,05 ppm konstrasyon sürekli uygulamada çok hızlı sonuçlar vermektedir. Şoklama uygulamasında ise 1-1,5 ppm değere çıkılabilir (OHSA).

Ozon ile uygulama genel ortamlardaki temizliği sağlamaktadır ancak 2019 n-Cov Corona virüsü çok yeni olduğu için klinik sonuçlar mevcut değildir.

### Temas ile aktarmalar:

Temas önlemi için ellerin basit hijyen kuralları içinde elin içinin ve dışının sabun veya deterjan ile 20 sn ovuşturulması, temizlenen ellerin başka bir yere dokunmadan kağıt havlu ile kurulanması önemlidir.

Havalimanı vb. kalabalık alanlarda el dezenfeksiyonu için el kurutucu (hand dryer) tipi cihazlarla ozon ve UV uygulamaları yapılmaktadır.

Konuyla ilgili WHO (Dünya Sağlık Örgütü) sitesinde bulunan görsel ve videolar incelenebilir. Aşağıda Sağlık Bakanlığı tarafından da yayınlanan el yıkama görseli yer almaktadır;

## ELLERİMİZİ NASIL YIKAMALIYIZ?



**Ellerimizi yıkarken,**

- Bol su ve sabun kullanmalı,
- Ellerimizi en az 10-15 saniye iyice ovuşturmalı,
- Parmak aralarını ve tırnak altlarını iyice temizlemeli,
- Toplam el yıkama süremiz 40-60 saniye olmalıdır.

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  <p>1<br/>Ellerimizi suyla ıslatalım</p>               |  <p>2<br/>Yeterince sabun alalım</p>               |  <p>3<br/>Sabunu avuç içimizde iyice köpürelim</p> |  <p>4<br/>Sol elin üstünü sağ elle, sağ elin üstünü sol elle ovalayalım</p> |
|  <p>5<br/>Parmaklarımızı iç içe geçirip ovalayalım</p> |  <p>6<br/>Parmaklarımızı kenetleyip ovalayalım</p> |  <p>7<br/>Başparmaklarımızı ovalayalım</p>         |  <p>8<br/>Parmak uçlarını avuç içimizde ovalayalım</p>                      |
|  <p>9<br/>Ellerimizi bol suyla durulayalım</p>         |  <p>10<br/>Kağıt havluyla kurulayalım</p>          |  <p>11<br/>Musluğu havluyla kapatalım</p>          |  <p>12<br/>Ellerimiz artık tertemiz...</p>                                  |



T.C. Sağlık Bakanlığı

Sağlığın Geliştirilmesi Genel Müdürlüğü

f t i y /bsggm

## B) HASTANE VE SAĞLIK KURULUŞLARINDA VİRÜS RİSKLERİ

Sağlık hizmetleri tesisleri ve hastaneler kontrollü tehlikelerin olduğu ortamlardır. Yine Aerosollü ilaçlara, hava yoluyla bulaşan hastalıklara ve kuvvetli temizlik kimyasallarına maruz kalmak tehlikelerin önemli bir bölümüdür.

Özellikle havadan bulaşan bulaşıcı mikroorganizmalar hastaneler için büyük tehlike yaratacaktır.

Corona virüsünün ise sadece enfeksiyon hastalarını değil hastanede yatılı ve ayakta tedavi görenler, ziyaretçiler, yanında bulunan refakatçiler, hastane çalışanları için büyük tehlike yaratacağı açıktır.

Bulaşıcı hastalık belirlenen hastalar, teşhis konulduktan sonra karantinaya alınır. Bu hastalar teşhis öncesi hastane koridorlarından geçerek gözlem laboratuvarlarına nakledilir. Gözlem laboratuvarı steril prosedürler için tasarlanmamış ve enfeksiyonlu hastaya hizmet ettikten sonra uygun temizlik ve dezenfeksiyon<sup>(5)</sup> için tasarlanmamış olduğu için çok daha fazla invaziv<sup>(6)</sup> prosedürler gerçekleştirilmelidir. Bulaşıcı hastalık henüz belirlenmemiş hastalarla ilişki halinde olan hastane personeli henüz teşhisi konulmamış diğer hastalarla da temas edebilirler.

### B1) Afet Yönetimi

Afet Yönetimi, Hastanelerin mekanik sistemlerine zarar verebilecek içten veya dışarıdan gelecek felakatlere maruz kaldığında hastane hizmetlerinin aksamasına neden olacak deprem, tren, uçak vb. kazaları, kimyasal döküntü, biyolojik terör, bulaşıcı veya salgın hastalıklar sırasında halka hizmet verebilecek imkanları içeren tedbirlerin alınması ve uygulanmasıdır.

Hava Temizleme Sistemi havadaki çeşitli sebeplerle oluşan mikroorganizmalar, tozlar, duman, solunabilir partiküller<sup>(7)</sup> gazlar vb. havada dolaşan kirletici maddeleri azaltmak amacıyla kullanılan cihaz ve cihaz guruplarıdır.

Hijyen için steril olması gereken bölümlerin diğer bölümlerle olan ilişkilerinin ve septik<sup>(8)</sup> hastane bölümlerinin, diğer bölümlerden yapı elemanlarıyla veya sızdırmazlık sağlanarak izole edilmesi gerekir.

Enfeksiyona sebep olan havada dolaşan bulaşıcı ajanlar, patojenler aslında havada dolaşan partiküllerdir.

Virüsler, bakteriler mantarlar, asbestler solunum patojenlerine örnek olarak verilebilir.

Salgın hastalıklarda hastanelere ulaşan hastalar karantina bölümlerine alınacaktır.

Karantina odalarını enfeksiyonlu hastalar için düzenlenmiş hastayı havada dolaşan hastalıklardan korumak ve diğer alanlara bulaşmasını engellemek amacıyla düzenlen, bekleme odalarını ise karantina odası ile ulaşımı sağlayan koridorlarla ayıran odalar olarak değerlendirilir.

Biraz daha açarsak ;

Havada dolaşan bulaşıcılar için karantina odası bütün yüzeylerinden içeri doğru hava akışını tüm bitişik iç odalara göre negatif hava basıncın sağlanmasını, temiz alandan daha temiz alana genel hava akışını sağlayan %100 hava egzoz ve durumu sürekli testlerden geçerek kanıtlanan odadır.

Koruyucu ortam odası ise bulaşıcı olmayan hasta odası, bekleme odası gibi bütün yüzeylerinden dışarıya doğru hava akışı ve dış duvar dahil bütün yüzeylere göre pozitif basınç şartlarını sağlayan periyodik ve sürekli testlerden geçerek kanıtlanan bir mahaldir.

*(Bazı tıbbi terimler zorunlu olarak kullanılmak zorunda kaldığından konuyu daha iyi anlayabilmek için lütfen yazımızın sonundaki tanımlara bakınız!)*

## B2) Bulaşıcı Organizmalar-Bulaşma Şekilleri

### B2.1) Bulaşıcı Organizmaların Kaynağı

Sağlık hizmetleri ortamındaki patojenik organizmaların başlıca kaynağı bulaşıcı hastalığı olan hastalardır.

Bunlara maruz kalan kişiler

- Travma yanık cerrahi müdahale nedeniyle açık yarası olan hastalar mikrobun vücudun koruyucu dış katını yani derisini kolayca geçmesine fırsat sunarlar.
- Bazı hastalarda vücudun doğal bağışıklık sistemi yaranma veya tıbbi tedavi süresince zayıfladığı için mikrop ve/veya virüsle savaşması zorlaşacaktır.
- Bu hastalık aynı zamanda ziyaretçiler ve sağlık hizmeti çalışanlarına da bulaşabilir.

### B2.2) Bulaşma Şekilleri

Hastalık iki yolla bulaşır

- Doğrudan temasla,
- Hava yoluyla,

#### B2.2.1) Doğrudan Temasla Buluşma

Patojenin yıkanmamış eller, enfeksiyonlu vücut sıvısı, ak-sırık ve öksürükle gelen damlacıklar veya diğer malzemeler vb. aracılığıyla yara, açık yara korunmasız yerler(ağız, göz, vb.) geçerek vücuda girmesiyle meydana gelir.

- ✓ El ile: Yıkanmamış el ile temas
- ✓ Enfeksiyonlu vücut sıvısının korunmasız vücut bölümü ile temas laboratuvar örnekleri arasında bulunan bulaşıcı ile kirlenmiş kan damlacığının kazayla sıçraması,
- ✓ İğne batması: Sağlık personelinin kendine iğneyi yanlışlıkla batırması
- ✓ Böcek taşıma ısırma sonucu veya patojenin bulaşıcı ile kirlenmiş maddeden (Çöp, hayvan dışkısı gibi) insan gıdasına veya gıda hazırlama yüzeylerine doğrudan taşınmasıyla meydana gelir
- ✓ Bulaşıcı hastalığı olan kişinin aksırması öksürmesi veya konuşmasıyla üretilen enfeksiyonlu sıvı damlacıklarıyla temas bu damlacıkların birçoğunun kütlesi ve boyutu (<5 mikron) havadan hızla ayrılmaya uygun değerdedir olduğundan bulaşma çapını bir kaç metreyle sınırlar. Tek aksırık 100.000 civarında aerosol-partikül bir öksürük ise dakikada 10.000 partikül üretebilir.
- ✓ Bulaşıcı enfeksiyonunun yayılmasının en büyük sebebi ellerin yıkanmamasıdır.
- ✓ Böcek ve sineklerle bulaşma da bir olasılıktır. Net bir veri olmamasına ve bilim kurullarının bu konuyu fazla dikkate almamasına karşın değerlendirilebilir.
- ✓ Ambalajlı gıdalar için de süreli olarak orta seviyede bir risk bulunmaktadır.

### B2.2.2) Hava yoluyla bulaşma

Çok uzun süreler (sonsuz) havada asılı kalabilen küçük kütleli ve boyutlu (1-5 mikron) partikül , aerosol vb. solunumu sonucunda ortaya çıkar.

- ✓ Bulaşıcı hastalığı olan kişinin aksırması ile hem doğrudan ve hemde havadan yayılır
- ✓ Ortamda önceden var olan ekipmanların mobilyaların üzerine çökmüş veya içinde hapsolmuş mikroplar yeniden havada kalmasına sebep olan yatak yapma bakım tamirat gibi aktiviteler
- ✓ Bulaşıcı taşıyan su damlacıklarının aerosol haline gelmesine neden olan duş başlığı sprey nemlendirici veya evaporatif soğutma ekipmanları(soğutma kulesi), vb.
- ✓ İnsan derisi pulları üzerinde taşıma: Sıradan bir kişi 1000 adet döküntüyü ortaya döker
- ✓ Mikropların HVAC ekipmanları içinde özellikle soğutma serpantininde yoğunlaşma tavaları, ıslak filtreler ve gözenekli kanal kaplamaları gibi doğrudan neme maruz kalan nemin ve kirin birikebileceği yerlerde çoğalması

## B3) Öneriler

### B3.1) Hastanelerde Havalandırma Sistemi İlkeleri

Hastane havalandırma sistemlerinde doğru mühendislik uygulamaları ile HVAC sistemleri aşağıdaki özelliklere göre yapılmalıdır.

Yapılan sistemlerin;

- Optimum sıcaklığı, nemi ve personelin ve hastaların sağlığını koruyacak özellikte bir hava akımını sağlamalıdır.
- Herhangi bir binanın havalandırma sistemi düzenlenirken havalandırma kanallarının ve fanların büyüklüklerinin ve kanallardaki hava akım hızlarının doğru hesaplanması büyük önem taşır.
- Isıtma-soğutma düzenekleri, gürültüyü azaltıcı düzenekler ve partikül tutucu filtreler havalandırma sistemlerinin diğer önemli bileşenleri uygun şekilde oluşturulmalıdır.
- AVM, İş Merkezleri, Rezidans, Otel, Sinema gibi merkezi klima sistemi kullanılan binalarda, ısı ekonomisi açısından karışım havası kullanılmaktadır (egzoz havası ile taze havayı karıştırarak sisteme gönderen). Bulaşıcı ve salgın hastalık vb. riskler nedeniyle bu tür konfor klima ve havalandırma sistemlerinde %100 taze havayla çalışacak şekilde uygulama yapılmalıdır.
- Klima santralının iç temizliği güvenlik tedbirleri alınarak yapılmalı, daha sonra alkol veya başka dezenfektanlar ile dezenfekte edilmelidir.
- Hastane ve sağlık tesislerinde ise; bulaşıcı ve salgın hastalık durumunda hava sirkülasyonu boyunca, hava içindeki gaz kontaminasyonu <sup>(9)</sup> giderek artacaktır.

Havanın temizlenebilmesi için sadece filtrasyon yeterli değildir. Sistemin ozon ya da UV ile desteklenmesi çok önemlidir. (UV ışınları canlı mikro organizmaları öldürür, ancak bu mikro organizmaların protein yapıları hava içinde kalır. Bunlar HEPA filtrelerde tutulur. HEPA filtreler, canlı olsun olmasın bütün partikülleri tutar).

Hastane içindekilerin sağlığını korumak ve konforunu sağlamak amacıyla gerekli havanın tamamı % 100 taze hava alınarak sağlanmalıdır. Bilindiği üzere santrallarda geri kazanımlı sistemler varsa belli oranlarda dönüş havası kullanılmaktadır. HEPA filtreli sistemlerde enerji tasarrufu amacıyla bir miktar dönüş havası kullanılabilir.

### B3.2) Filtreler

Bulaşıcı hastalıkların önlenmesi için gerekli ek özellikler nedeniyle, hastane ventilasyon sistemlerinde filtrasyon önem kazanır. Uygun filtrasyon teknolojisi kullanılarak, bulaşma kontrolü açısından gerekli görülen yerlere partikülden arındırılmış hava vermek mümkündür.

Hastanelerdeki tüm havalandırma sistemlerinde iki ayrı filtre sisteminin bulunması; bunlardan birincisinin etkinliğinin %30 veya üzerinde, ikincisinin etkinliğinin ise %90 veya üzerinde olması gereklidir. Bazı filtre sistemleri  $\geq 0.3\mu\text{m}$  partiküllerin %99.97'sini tutabilir. Bu filtrelere "High Efficiency Particulate Air" (HEPA) filtresi adı verilir. Bu sistem pahalı olması nedeniyle hastanelerin özel bölümlerinde kullanılmakla birlikte salgın hastalıklarda bu filtreler bulaşmayı engellemede önem kazanır.

Seyreltme havalandırmasının amacı ise bulaşıcı taşıyan havanın egzoz edilmesi yoluyla, havada dolaşan bulaşıcıların yoğunluğunun azaltılması ve temiz havanın ilgili mahalle verilmesi ile sağlanmalıdır.

Yönlü hava akımı; özel gereksinimlere göre odaya, odanın dışına veya tek yönlü olarak tanımlanmış temiz oda alanına doğru giden hava akışının kontrolüdür.

Yönlü hava akımının uygulaması ise; ilgili mahalden bitişindeki mahal içine veya mahallin dışına yönlü hava akımının düzenlenmesi ve mahaller arasında bağıl diferansiyel basıncın kurulmasıyla yönlü hava kontrolü şeklinde üç yöntemle yapılır.

Mahal dışındaki havada dolaşan bulaştırıcılardan oda sakinlerini ve materyallerinin korunması gerektiği zaman mahal dışına doğru yönlü hava akımı kullanılmalı (pozitif basınçlandırma), mahallin içine serbest bırakılmış bulaşıcılarının bitişik mahalle yayılmasını önlemek istendiğinde hava akımı mahallin içine doğru kullanılmalıdır (negatif basınçlandırma). Pozitif veya negatif basınç farkının başarısı sadece odanın besleme-dönüş-egzoz hava akımına bağlı değil odanın inşai yapısına ve hava sızdırmazlığı ile sağlanmalıdır.

Min. 35 l/sn akış diferansiyeli ve/veya 2,5 Pa basınç farkı sistemin başarılı olmasını sağlar (Basınç farkı literatürde 2,5 Pa olup uygulamalarda 10-15 Pa değerine kadar çıkmalıdır).

Mevcut santralarda farklı filtreler varsa filtreler derhal HEPA ile değiştirilmelidir. Değişimleri de zamanı geldiğinde geciktirilmeden yapılmalı ve kaliteli filtreler kullanılmalıdır.

### B3.3) İzole Odalar

Çeşitli hastalık grupları, bulaşıcı hastalıklar, organ nakli vb. çok kritik operasyonlar için izole odalar kullanılmaktadır.

İzole odaların iklimlendirme sistemlerinin nasıl tasarlanacağı ve yapımı çok önemli bir konudur. Dünyada sağlık kuruluşlarının mimarisi ve tasarım kriterleri olarak belirlenen temiz oda standartları, işletme şartları ve standart işletme prosedürleri, çapraz ve hava yoluyla hastalıkların bulaşmasını önlemek için yapının mimarisi ve havalandırmasına yönelik standartların uygulanıp uygulanmadığı mutlaka denetlenmeli, bakım ve periyodik kontrolleri tekniğine uygun olarak yapılmalıdır.

Corona virüsünün sadece hastanelerde yatan hastaları değil ayakta tedavi görenler, ziyaretçiler, refakatçiler ve hastane çalışanları için büyük tehlike yaratacağı bilinmektedir. Dolayısıyla bulaşıcı hastalık taşıdığı düşünülen hastaların izolasyonu için hastanelerin hasta, ziyaretçi, personel yoğunluğundan uzak alanlarında enfeksiyon odaları yada izolasyon odaları bulunması gerekli önlemler arasındadır.

Uluslararası standartlarda üç tip izole oda tanımı vardır.

#### 1) Pozitif Basıncılı İzole Odaları

Enfeksiyon kapma riski olan yanık tedavisi gören ya da organ nakli yapılan hastalar gibi her an enfeksiyon kapabilme riski olan hastalar için yapılan pozitif basınçlı izole odalardır. Odaya verilen klima havası emiş yapılan havadan daha fazla olduğunda da odanın pozitif basınçta tutulması sağlanır.

Organ nakli yapılan hastalarda alıcının organ reddini önlemek amacıyla uygulanan yoğun tedavilerde nakil yapılan hastalarda fırsatçı enfeksiyonların görülme riskinde ciddi bir artışa neden olmaktadır. Bağışıklık oluşma riski yüksek olan hastaların bulunduğu ortamlar için pozitif basınçlı ventilasyon ve HEPA filtresi önerilir ( $\geq 0.3 \mu\text{m}$  partikülleri %99.97'sini tutabilen filtreler). Hasta odası ile oda dışındaki alanlar arasında  $>2,5 \text{ Pa}$ 'lık bir basınç farkı bulunmalı ve saatte 12'den fazla hava değişimi sağlanmalıdır (Basınç kaybı uygulamalarda 10-15 Pa olmalıdır). Filtre edilen havanın akım yönü hastadan koridora doğru olmalıdır. Kemik iliği alıcıları için laminer hava akım sistemi önerilmektedir. Ortam sıcaklığı  $21-24^\circ$  ve relatif nem %40-60 olmalıdır.

#### 2) Negatif Basıncılı İzole Odaları

Hastanelerde enfeksiyon taşıma ve yayma riski olan has-

talar için özel olarak tasarlanmış negatif basınçlı izole odalar kullanılır. Bu odalarda enfekte olmuş yani virüs veya mikrop taşıyan hastaların bakımları yapılır. Bu odalar klima havalandırma sistemleri yardımıyla negatif basınçta tutulur. Bir mekâna verilen klima havasından daha fazlası emilerek o mekân negatif basınçta tutulabilir.

Bu odalarda iklimlendirme ve havalandırma sistemi, negatif basıncı sağlayacak şekilde, yani havanın dışarıdan odanın içine doğru yayılmasına yönelik olarak tasarlanır.

Hava yolu ile bulaşan bir enfeksiyon hastalıklarında ve bulaşıcı salgın hastalıklar, tüberküloz, suçiçeği, kızamık, SARS, virüslere bağlı ateş, virüs, bakteri, vb.) da ise hastaların hastaneye yatması durumunda sağlık personelinin de aynı mikroorganizmalara maruz kalma riski ortaya çıkar.

Bu hastaların hastaneye yatması durumunda negatif basınçlı izolasyon odalarında takibi uygundur. Bu odalarda hastanın bulunduğu bölüm kirli olarak kabul edilir. Hasta odasının oda dışındaki alanlara oranla negatif basınçta tutulması gerekir. Oda havasının hastane içinde resirküle olması engellenmeli ve hava hastane dışına HEPA filtreden geçirilerek verilmelidir. Böylelikle, hem oda içindeki mikroorganizma yükü azaltılmış hem de kirli havanın hastanenin diğer bölümlerine ve çevreye yayılması önlenmiş olur. Egzoz havasına konan HEPA filtrelerde yoğun bir şekilde bakteri/virüs birikimi olacağından, "Güvenli Değişim Kabinleri (Canister/Bag In-Bag Out)" kullanılmalı, bu kabinlerde değiştirilen kirli HEPA filtreler, yakma tesisine gönderilmelidir. Saatte 12-15 hava değişimi sağlanmalıdır. Negatif basınç sistemlerinin sürdürülmesi oldukça güçtür, hava kaçaklarını önlemek amacıyla odanın izolasyonunun çok iyi yapılmış olması gerekir. Ortam sıcaklığı 21-24 °C ve relatif nem %40-60 olmalıdır.

Ayrıca laboratuvar gaz bacaları vb. 0,5 m/sn davlumbaz ağız hızıyla tasarlanmalı ve tüm hastane egzoz ekipmanları ve çıkış yükseklikleri, pozisyonları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yönetmeliğine uygun olmalıdır.

Yüksek verimli filtreleme mikroorganizmaları hava beslemesinden uzaklaştırmak için kurulur.

0,1 mikron büyüklüğündeki virüsler, daha büyük partiküllere asılarak hareket ettiğinden HEPA filtrelerde tutulabilir.

Ultraviyole antiseptik ışınlama havada dolaşan canlı mikroorganizmalar uygun şartlarda 200-270 nanometre dalga boyunda ışına maruz kalması ile öldürülür.

Bakteri, virüs vb. mikroorganizmaların, %40-%60 bağıl nem aralığında daha az üredikleri saptanmıştır. Aşırı kuru koşullar solunan partikülleri akciğerdeki yakalama görevi olan mukoza örtüsünü kurumasına sebep olacağı için tercih edilmemelidir.

Yüksek sıcaklık ile %60'dan daha fazla nem hastanın terleyerek enfeksiyon bulaşmasına da ayrıca sebep olabilir.

### 3) Kombine Tip Odalar

Çok az rastlanan kombine tip odalar denilen, enfeksiyon kapma ve aynı zamanda yayma riski de olan hastalar için yapılan ve sızdırmaz odalar olarak da anılan özel odalar.

#### B3.4) Salgın Hastalıklara Karşı İzole Odalar Hakkında Görüşlerimiz

Yeni yapılan ve yapılmakta olan 700-3.000 yataklı şehir hastanelerinde odaların yüzde 2-3'ünün izole oda olarak tasarlandığı bilinmektedir. Bunların bir kısmı pozitif basınçlı, bir kısmı da negatif basınçlı olarak tasarlandığından hastanelerimizdeki negatif basınçlı odalar oranı yüzde 1 civarındadır denilebilir. Ancak mevcut negatif basınçlı izole odaların, Coronavirüs gibi çok yaygın ve hızlı şekilde yayılan virüsleri taşıyan hastalara hizmet verebilecek nitelikte olduğu tartışmalıdır. Dolayısıyla bu tip virüsü taşıyan hastaların 700-3.000 yataklı hastanelerde tedavi edilmesi risk taşımaktadır.

Büyük hastaneler yerine, mevcut ve bazıları 100-150 yataklı olan küçük hastaneleri esas alarak enfeksiyonla mücadele amaçlı İzolasyon Hastaneleri (karantina hastaneleri) tasarlamak ya da mevcut hastanelerden bazıları karantina hastaneleri haline dönüştürmektir.

100-150 yataklı bir hastanenin havalandırma ve iklimlendirme tesisini, komple negatif basınçta tutacak şekilde yeniden tasarlayıp, hızlı bir şekilde uygulaması yapılabilir.

#### B3.5) Hastanelerde oda sınıflandırması

1. Sınıf odalar yüksek seviyede hijyenik şartlar gerektiren mikroorganizmasız bölgeler
2. Sınıf odalar normal sağlıklı şartlar gerektiren mikroorganizmasız bölgeler Enfeksiyon tehlikesi olan odaları yönünden irdelersek:

Enfeksiyon tehlikesi olan bu odaları havalandırma yönünden irdelersek:

1. ve 2.sınıf odalardaki kontamine (\*) olmuş havanın personel odaları veya bitişik mahaller gibi mekanların ha-

valdirmasına veya genel hastane havalandırma sistemine karışmaması gerekir. Bu mahallerin hava değişimi yeterli olmalıdır.

İzolasyon odaları hava ile bulaşabilen hastalıklı hastalar için hazırlanan odalardan diğer odalara bulaşmaması için negatif basınç altında olmalıdır. Yine yüksek hava değişimi olmalıdır.

Bu odaların bağlantılı olduğu kanal sisteminin kontaminasyonundan kaçınılmalıdır ve temel personel korunmalıdır atılan hava egzoz hava bağlantısına girişten önce filtreden geçirilmelidir.

### B3.6) Temiz Su, Pis ve Atık Suların Dezenfeksiyonu

Havalandırma dışında ayrıca karantina vb. kritik mahallere bağlanan pis su rögarlarının şehir sisteminden ayrı foseptik çukurlarına veya kimyasal ve biyolojik, vb. arıtma tesislerinde dezenfekte edildikten sonra şehir kanalizasyonuna bağlanması da salgın hastalığın kanalizasyon aracılığıyla bulaşmasını engelleyecektir.

Dezenfeksiyon için gerekli kullanım suyunun yüzeylerin sağlıklı hale getirilmesi ve sterilizasyonunda çok önemi vardır.

**Tablo 1.** Genel Olarak Ozonlamanın Uygulandığı Alanlardaki Ozon Dozajları ve Temas Süreleri

| Uygulama Alanları              | Uygulanan Ozon Dozu (mg/L) | Temas Süresi (dakika) |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Şişelenmiş su (dezenfeksiyon)  | 0.25-1.0                   | 5-10                  |
| Kullanma suyu                  |                            |                       |
| Dezenfeksiyon                  | 1.5-3.0                    | 5-10                  |
| Bulanıklık giderimi/mikroflor  | 0.5-1.5                    | 3-10                  |
| THM yapıcılarının giderimi     | 1.5-3.0                    | 5-10                  |
| Tat ve koku giderimi           | 1.0-5.0                    | 5-10                  |
| Renk giderimi (tanin-lignin)   | 2.0-10.0                   | 15-30                 |
| Saflaştırılmış su              |                            |                       |
| Toplam organik karbon giderimi | 1.0-3.0                    | 1                     |
| Boruların sanitasyonu          | 1.0-3.0                    | 5-10                  |
| Atık su                        | 5.0-15.0                   | 15-30                 |
| Soğutma kuleleri               | 0.1-0.4                    | 1                     |

(Bakınız: YK-5)

Bu suyun tesisat girişinde bir ozon jeneratörü ile su ozonlanarak sisteme verilebilir (düşük kapasitede 3-5 gr/h gibi). Ya da musluk ve batarya armatürleri veya aksesuarları ile % 100 el dezenfeksiyonu sağlanabilir. Benzer şekilde özellikle tuvaletlerde tesisat içi veya harici ozon enjeksiyonu ile sterilizasyon çok etkilidir. Ozonlanmış su ile saf alkolden %30 daha fazla dezenfeksiyon sağlanabilir.

Ozonun en geniş çapta kullanıldığı sahalardan biri de, ikinci derecede veya biyolojik işlem görmüş atık suların dezenfeksiyonudur.

Büyük rezervuarlara veya içinde canlıların bulunduğu yerlere atılan atık sularda geniş çapta kullanılmaktadır. Klora nazaran ozonla yapılan dezenfeksiyonlarda ozon virüsleri klordan çok daha etkin şekilde ortadan kaldırır. Bu sularda yaşayan canlıların klordan zarar görmesinin aksine bir yandan da sudaki oksijeni zenginleştirdiğinden suların doğal dengesini korur ve diğer taraftan suyun rengini ve bulanıklığını gidererek kimyasal oksijen ihtiyacını da azaltır.

Klorlamada temas süresi olarak ortalama debilerde 30-120 dakika, pik debilerde 20-60 dakika alınmalıdır. En az 2 adet klor tankı yapılmalıdır. Klor temas tankında katı maddelerin çökmesinin önlenmesi için yatay akış hızı 2-4.5 m/dk olmalıdır. Reaktör içerisine şaşırtma duvarları ve perdeler ilave edilmesi durumunda perdeler üzerindeki açıklıkların toplam alanı, akımın geçtiği kesit alanının % 6-10'u arasında değişmelidir.

Ozon, arıtma tesisinde ozon jeneratörleri ile üretilir ve temas tankları vasıtasıyla atık suya karıştırılır. Ozon reaktöre boru hattı üzerine döşenen statik karıştırıcılarla transfer edilir. Doğru tasarlanmış bir difüzörde ozon transfer verimi % 90'dır.

Elektromanyetik enerji, UV lambasından hücrelerin protein ve nükleik asitlerine (RNA-DNA) transfer edilir. UV ışını, organizma tarafından absorbe edilir. Organizmaya absorbe olan UV ışını, yansıma ile ölçülür. UV ışınının önemli hedefi, DNA molekülüdür. DNA tarafından emilen ışığın hasar derecesi, UV ışınının dalga boyu ile ilgili olup en çok etki, 250-265 nm dalga boylarındadır. Bunun en

**Tablo 2.** Klorlama, Ozonlama ve UV Dezenfeksiyonunun bakteriyel, Tek Hücreli Canlı (protozoa) ve Virüslere Etkisi

| Mikroorganizma tipi | Klorlama          | Ozonlama   | UV         |
|---------------------|-------------------|------------|------------|
| Bakteri             | Çok etkili        | Çok etkili | Etkili     |
| Protozoa            | Etkisiz-az etkili | Etkili     | Çok etkili |
| Virüs               | Çok etkili        | Çok etkili | Etkili     |

(Bakınız: YK-6)

elverişli değeri 254 nm dalga boyudur. UV lambaları, atıksu ile temas eden ve etmeyen şekilde iki türdedir.

Klorlama, ozonlama ve UV ile dezenfeksiyonun, arıtılmış atık suda bulunan bakteri, tek hücreli canlı (protozoa) ve virüslere olan etkisi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

### B3.7) Diğer Konular

Hastane havalandırma raporu hazırlanmasının özellikle önemli olduğu, hastane bakım personeli ve ihale ile bu tesislerin bakımını yapan bakım firmalarının afet yönetimine dahil edilerek alınacak önlemlerin birlikte kararlaştırılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Etkin önlemler için yapılması gerekenlerden bazıları ise ;

- Ülkemiz genelinde kısıtlı sayıda hastanede yapılan "standartlara uygun" testler sonucunda, Hepa filtreli olarak tabir edilen hijyenik havalandırmaya sahip olan işletmelerin havalandırma sistemlerinin, kurulum aşamasından itibaren doğru test yöntemleri ile test edilmediği ya da hiç test edilmediği,
- Tasarım aşamasından kurulum ve bu sistemlerin işletilmesine kadar görev almış teknik kadroların genel bilinçsizliği yüzünden sistemlerin gerekli iyileştirmeler yapılmadıkça ülke genelinde en az %90'ının doğrulanamadığı,
- Hepa filtre olmasına rağmen hatalı kurulumdan dolayı sistemin ortamdaki partikül ve mikroorganizmaları seyrelteceği yerde ortamı daha çok kendisinin kontamine ettiği,

gözlenmektedir.

Çözüm toplum sağlığımızla ilgili risklerle iyi mücadele edilmesi ve konuyla ilgili her sektörün üzerine düşen görevi tam olarak yerine getirmesidir.

### B4) Test-Kabul ve Periyodik Kontroller

Bulaşıcı hastalıklar ve Corona Virüsü türü hastalıkların hızlı yayıldığını dikkate alarak özellikle iklimlendirme tesisatıyla ilgili önlemlerin yaşamsal öneme sahip olduğunu belirtmek isteriz. Hastaneler, oteller, alışveriş merkezleri, okullar, iş merkezleri, büyük ofisler, uçaklar, trenler gibi genel ve büyük hacimli mahallerin iklimlendirme tesisatlarında uygun düzenlemeler ve ayrıca bunların bakım ve periyodik muayeneleri tekniğine uygun olarak yapılmalıdır.

Bu konuda hastaneler ve tüm sağlık merkezleri, ilgili kurum ve kuruluşlardan destek alarak gerekli iyileştirmeleri

yapmalı; ayrıca hastanelerin bakım personeli ve ilgili bakım firmalarının elemanları uygulama konusunda eğitilmelidir.

### B4.1) Test ve Kontroller

Aralık 2008 tarihinde yayınlanan DIN 1946-4:2008-07 Standardına göre ameliyathane hijyenik havalandırma sistemlerinde Performans Doğrulaması EN 12599 temeline gerçekleştirilir.

Sistem performansının belirlenmesi amacıyla yapılması gereken asgari testler aşağıda sıralanmıştır;

1. Odabaşına besleme havası debisinin ölçülmesi,
2. Taze hava debisinin ölçülmesi, (olanaklıysa, oda başına)
3. Çekme havası debisinin ölçülmesi,
4. Odalar arası hava akış yönlerinin tespiti ve basınç farkının ölçülmesi,
5. Hava kanalları sızdırmazlık gerekliliklerinin kanıtlanması,
6. Hepa filtre sıklık testi ve sızdırmazlık testleri,
7. Sınıf 1 odalarda, asma tavan arasında odaya göre fazla hava basıncının oluşmadığının kanıtlanması, (oda kapısının açık olması halinde de şartlar korunmalıdır)
8. Hepa filtrelerin nominal çalışma debilerinde basınç kayıplarının ölçülmesi,
9. Oda içerisinde ses basınç seviyelerinin ölçülmesi,
10. Oda sıcaklığı ölçümü,
11. Bağıl nem ölçümü.

Yukarıda belirtilen ölçüm işlemleri aynı zamanda teknik kabul testlerinde yapılması gereken ölçme işlemlerini de kapsamaktadır. İlave olarak tesisin teknik kurulum gerekliliklerinin sağlanması, teknik kabul testlerinin yapılması ve sonuçların başarılı olması koşulu ile asgari olarak aşağıda belirtilen hijyenik kabul testleri yapılmalıdır;

Sınıf 1a ve 1b odalar için;

1. Odalar arası hava akışının görselleştirilmesi, Sınıf 1a (Düşük türbülanslı hava veriş "TAV" sistemine sahip odalar için; 3,2x3,2 m laminatör alanı)
2. TAV çıkışındaki hava akımı davranışının görselleştirilmesi,
3. Ameliyat lambaları/uyduları altındaki hava akışı davranışının görselleştirilmesi,
4. Korunmuş alandaki perdeleme etkisinin görselleştirilmesi,



5. Türbülans derecesinin ölçülmesi (koruyucu etkinin belirlenmesine alternatif olarak yapılabilir) Besleme hava hızı, besleme hava sıcaklığı ve TAV çıkışı ile koruma alanı türbülans derecelerinin ölçümlerinden oluşur.
6. Koruma derecesinin belirlenmesi (türbülans derecesini ölçülmesine alternatif olarak yapılabilir)

Sınıf 1b (türbülanslı olarak havalandırılan) ve 3,2x3,2 m' den küçük boyutlu mevcut laminar flow ünitelerine sahip odalar için;

1. Yeniden temizleme süresinin belirlenmesi

#### B4.2) Test Periyotları

Teknik testler; en fazla 36 aylık süreyle asgari teknik kabul testleri kapsamı dahilinde periyodik olarak gerçekleştirilir.

Hijyenik testler; en fazla 12 aylık süreyle asgari hijyenik kabul testleri kapsamı dahilinde periyodik olarak gerçekleştirilir.

Tüm havalandırma sistemlerinin bakımı ve idamesi, enfeksiyon kontrolü açısından büyük önem taşır. Uygun izleme ve bakımı yapılmayan havalandırma sisteminde aksaklıklar meydana gelir. Gerekli periyodik bakım yapılmadığı takdirde havalandırma sistemleri patojen mikroorganizmalar için bir rezervuar haline gelebilir. Hastane içinde oluşturulan her tür özel havalandırma sisteminin bakımı teknik ekip tarafından düzenli olarak yapılmalı, filtreler değiştirilmeli, sıcaklık, nem ve akım kontrolü yapılmalıdır.

#### B5) Pozitif-Negatif Basınçlandırma Gereken Alanlar

**Tablo 3.** VDI2167 Kısım 1, Ağustos 2007

| Odanın kullanımı   | Açıklamalar/Gereksinimler  | Koruyucu ölçüler   |
|--|--|--|
| Steril bakım (koruma odaları)  | Steril koruma odaları immün sistemi düşük olan hastaları korunması için kullanılır. (Örneğin kemik iliği nakli öncesi ve sonrası).<br>Hava kaynaklı mantarlar ve sporlar başlıca risk oluştururlar. Bu sebeple risklerin düşürülmesi amacıyla terminal HEPA filtrelerin (H13) kullanımı kayda değer bir fayda sağlamaktadır.<br>Kemik nakli yapılan hastaların diğer organ (kalp, böbrek, akciğer, karaciğer) nakli yapılan hastalara oranla enfeksiyon kapma riski daha yüksektir.  | Pozitif basınç<br>dış hava miktarı >100 m <sup>3</sup> / (h.kişi)<br>H13 terminal filtre                                   |
| Tam steril koridor (OP. odası ile bağlantılı)  | Saklanan materyallerde dolaylı kontaminasyonu önlemek amacıyla ortam havasındaki mikroorganizma yükü azaltılmalıdır.<br>Ekipman masaları daima cerrahi koşullara hazırlıklı olmalıdır.   | Pozitif basınç<br>dış hava miktarı >100 m <sup>3</sup> / (h.kişi)<br>H13 terminal filtre<br>tek yönlü olmayan akış yeterli |
| Steril depo (OP. odası ile bağlantılı olmayan)   | Saklanan materyallerde dolaylı kontaminasyonu önlemek amacıyla ortam havasındaki mikroorganizma yükü azaltılmalıdır.<br>Ekipman masaları daima cerrahi koşullara hazırlıklı olmalıdır.   | Pozitif basınç<br>dış hava miktarı >100 m <sup>3</sup> / (h.kişi)<br>F9 terminal filtre<br>tek yönlü olmayan akış yeterli  |
| Anjiyografi, kalp kateter laboratuvarı, ikinci derecede yabancı madde girişi yapılan cerrahi anjiyografi | Güvenlik nedeniyle, koroner stentleri, TIP'ler ve endo-aort gibi protezlerin takıldığı, implantların yapıldığı anjiyografi odaları ve kalp kateter laboratuvarlarında implant kullanılmayan bölümlerden daha yüksek bir hava kullanılacaktır. Cerrahi anjiyografi yakın gelecekte daha büyük bir önem kazanacaktır. Özellikle, yabancı maddelerin vücut içine implant edilme olasılığının daha da artması tahmin edilmektedir. Kural olarak vücuda implant edilen bu yabancı maddeler tekrar vücut dışına çıkarılmaz. Bu durumda enfeksiyondan korunma çok büyük önem taşır. Hastanın derisi ve hava ile taşınan mikroorganizmalar enfeksiyonun kaynaklarıdır. | Pozitif basınç<br>dış hava miktarı >100 m <sup>3</sup> / (h.kişi)<br>F9 terminal filtre<br>tek yönlü olmayan akış yeterli  |
| Organ nakli alıcıları için ameliyat sonrası odaları  | Hastanın korunması yüksek derecede önceliklidir. Bu odalardaki hava aspergillus sporları azlığı bakımından olabildiğince uygun olacaktır. Oda çevreye göre pozitif basınçta tutulur. Pasif bir hava kilitinden giriş tavsiye edilir. Özellikle hastanenin inşaatı sırasında bunu hedeflemenin önemi büyüktür. Bununla beraber, günlük servis sırasında bile, havadaki aspergillus derişiminin mevsimsel değişimleri nedeniyle mikroorganizmalardan korunmuş bir alan gerekmektedir.  | Pozitif basınç<br>dış hava miktarı >100 m <sup>3</sup> / (h.kişi)<br>F9 terminal filtre                                    |
| Yoğun bakım üniteleri (yenidoğan dahil)  | Odada enfeksiyon taşıyan hastanın bulunması durumunda aerosol ya da ara sıra da damlacıkların bulaşması riskini hariç tutarsak, yoğun bakım ünitelerinde hava ile enfeksiyon kapma riski düşüktür. Burada tüberküloz ve varicella örneğini verebiliriz. Bu durumdaki hastaların yoğun bakım alanlarında karantinaya alınması önerilir.   | Pozitif basınç<br>F9 terminal filtre<br>özel koruma durumunda H13  |

**Tablo 3.** VDI2167 Kısım 1, Ağustos 2007 (Devamı)

| Odanın kullanımı  | Açıklamalar/Gereksinimler  | Koruyucu ölçüler   |
|---|--|--|
| Enfeksiyon hastaları için izolasyon odası (tüberküloz, varicella vb.) | Diğer hastalar ve personelin korunması yüksek derecede önceliklidir.<br>Mikrobiyal açıdan kirlenmiş olan hava diğer odalara ya da hastane havalandırma sistemine karışmamalıdır (negatif basınç). Oda havası hızla mikroorganizma konsantrasyonunu düşürebilecek etkinlikte olmalıdır.   | Negatif basınç<br>H13 çekme havası filtresi<br>F9 resirkülasyon filtresi                     |
| Yüksek aktiviteli ilaçlar için nefes alma odaları                     | Personelin korunması yüksek derecede önceliklidir.<br>Nadiren kullanılırlar (özel klinikler). Tüberküloz bakterisinin serbest olarak ortamda bulunabileceği durumlar   | Negatif basınç<br>Yönlü akış   |
| Hasta odaları   | Normal hasta odaları doğal havalandırma ya da ısı geri kazanımlı mekanik havalandırma sistemleri ile havalandırılabilir.<br>Taze hava gereksinimi;<br>Genel odalarda<br>Psikiyatri   | 36 m <sup>3</sup> /(h. kişi)<br>72 m <sup>3</sup> /(h. kişi)<br>72 m <sup>3</sup> /(h. kişi) |
| İkincil müdahale, dermatoloji, yaralanma vb. acil müdahaleler için    | Enfeksiyon tehlikesi oldukça azdır. Havalandırma ile ilgili arttırılmış bir talep ile karşılaşılmaz. Odaların müdahale odası ya da ameliyat odası olarak sınıflandırılması müdahalenin tipine bağlıdır.  |  |
| Acil işlem  | Acil birimlerinde muayene odaları ve günlük odalar için arttırılmış havalandırma talepleriyle karşılaşılmaz. Küçük cerrahi müdahaleler yapılmak üzere kullanılacak odalar bunlardan hariçtir.<br>Aktif pulmoner (akciğer) tüberkülozlu ya da hava ile bulaşmaya neden olacak diğer enfeksiyon taşıyan hastalar bu gibi acil birimlerinde çok seyrek görülmeyeceğinden bir kapı yardımıyla acilden izole edilebilecek bir oda, yeni bir modifiye edilen acil bölümlerine konulmalıdır.<br>Bu oda izolasyon odalarındaki gibi havalandırılmalıdır. |  |
| Gözlem odası<br>Toparlanma odası                                      | Bu odaların havalandırma sistemleri hastane hijyeni açısından yüksek gerekliliklere ihtiyaç göstermez. Yüksek oranda anestezi gazı solunması durumunda taze hava miktarı;  | 150 m <sup>3</sup> /(h. yatak)   |
| Doğum odaları   | Normal doğum yaptırılan odalar için normal bir havalandırma sistemi yeterlidir. Doğum esnasında oluşabilecek kötü kokuların yayılmaması açısından negatif basınç sağlanmalıdır.<br>Ancak sezaryen ameliyatı yapılan doğum ameliyathaneleri Sınıf 1b operasyon odalarının performans özelliklerine sahip olmalıdır.   | Negatif basınçlı havalandırma  |

## B6 ) Bakteri ve Virüslere Karşı Ozon Çözümü

Virüs hastalıklarına karşı korunmada ozon kullanılabilir. Yukarıda b3.6 maddesinde pıssu dezenfeksiyonunda ozon kullanımı açıklanmıştır. Ancak; mekanik tesisatta kullanılan cihaz ve sistemlerde ozon kullanımı konusunda değişik görüşler ve karşıt görüşler söz konusudur;

Yeryüzünde insanların yaşadığı yerlerde bulunan ozon "Kötü Ozon", atmosferin üst tabakalarında bulunan ozon ise "İyi Ozon" olarak tanımlanmaktadır.

Çevre şartları konusunda en çok referanslardan birisi EPA'dır (ABD Environmental Protection Agency), diğeri de California Eyaleti'nin çevre ile ilgili kurumları ve kararlarıdır. EPA Okullardaki İç hava Kalitesi konusunda da çok ciddi yayınlar yapmaktadır. Birçok uygulamada proje ve uygulama alanlarında referans alınan EPA vb. kurumlar, bilimsel olarak emin olmadıkları hiçbir şeyi tavsiye etmezler, onaylamazlar. California Eyaleti tüm dünyada çevre kuralları en sıkı olan yerlerden biridir.

Ozon jeneratorü olarak piyasada satılan, evlerde ve her yerde kullanılması tavsiye edilen, hijyen açısından neredeyse mucize cihaz olarak sunulan büyük küçük cihazlar vardır. Ama ne yukarıda bahsettiğimiz kurumlar (EPA vb.) bu cihazlara onay vermemekte ve kendi sitelerinde geniş olarak detaylarıyla ne olduğunu anlatmaktadırlar. Bu tür cihazlar evlerde ve ofislerde kullanılmamalıdır.

İncelenen değişik literatürlerde ozon kullanımı konusunda elde ettiğimiz bazı bilgiler aşağıda kısaca özetlenmiştir;

- Ozonun sadece biyolojik ajanlara ilgisi olduğunu varsaymak yanlış olur. Ozon çok aktif bir oksitleyicidir, yaşam hacimlerimizde kullanılan malzemelerle de ilişkiye geçerek insan sağlığına zararlı yeni bileşenlerin oluşmasına sebep olabilir. Bu reaksiyonlar sonucunda çevreye de zarar vermektedir.
- Ozon çok aktif bir gaz ve temas ettiği hemen herşey ile reaksiyona girmekte ve insanlara sorun yaratmayacak kadar düşük konsantrasyonda ozon virüsleri öldürmez, virüsü öldürecek konsantrasyondaki ozon da insana çok zarar verir.

- Konsantrasyon EPA'nın verdiği sınırların üzerine çıkarsa en başta insanlar olmak üzere, hayvanlar, bitkiler dahil her şey için zararlı olmakta, yaşam hacimindeki hemen herşey ile de reaksiyona girerek zararlı ürünler ortaya çıkarmaktadır.

Zorunlu halde ozonun en az riskle kullanılabilceği tek tesisat şekli %100 taze havalı sistemde dışarıya atılan havanın ozonla dezenfekte edilmesidir.

Bu yol seçildiği takdirde:

- Dışarıya atılan havanın ulaşacağı yerler iyi etüd edilmiştir. Hava ile birlikte çevreye atılacak ozonun insanlar, hayvanlar, bitkiler dahil hiçbir canlıya ve cansıza zarar vermemesi sağlanmalıdır. En azından insanların ve hayvanların dolaştığı yerler olmamalıdır.
- Binaya basılan taze havanın, egzoz çıkışından çok uzaktan bir yerden alınması, böylelikle binaya ozon basılmayacağından emin olunması gerekir.
- Egzoz kanalında ozon konsantrasyonunun ne olması gerektiği için de iyi bir çalışma yapılmalıdır.

Gece vakti yüksek debide egzoz havasında ozonun kullanıldığı %100 taze havalı bir operasyon yaşam hacimlerinde, varsa virüs konsantrasyonu ciddi olarak düşürebilir.

Ancak havalandırma verimi burada etkili olabilir. Eğer taze hava iyi dağıtılmamışsa, kirli, kontamine olmuş havanın da temizlenmesi tam olarak iyi olmayacaktır. Çevreye zarar vermemek koşuluyla gündüz de bu operasyona devam edilebilir.

### C) HASTANE KLİMA SİSTEMLERİNDE ALINACAK DİĞER ÖNLEMLER

- Yoğun bakımlar, ameliyathaneler, müdahale odaları, hasta gözetim ve personel dinlenme odaları vb. hijyenik bölgelerde kullanılan klima santralleri başka mekanlar için kullanılmamalıdır.
- % 100 taze havalı hijyenik klima santrallerinde mevcut frekans kontrollü vantilatör ve aspiratörlerde elektrik rölelerinin müsaade ettiği sınırlarda kalmak koşuluyla motor hız kontrolü yapılarak aspirasyon havası artırılarak ortamda negatif basınç oluşturulmalıdır. Bu uygulama otomasyon sistemi ile yapılmalıdır. Bu bölgelerdeki kapalı hasta gözetim ve personel dinlenme odalarında pozitif basınç yaratmak için emiş menfezleri manuel olarak kısılmalıdır. Otomasyon sisteminin çalıştırılmadığı durumlarda vantilasyon damperi kısılıp taze hava azaltılarak ortamda negatif basınç oluşturulabilir.

- Karışım havalı hijyenik klima santrallerindeki by pass damperi %100 kapatılmalıdır. Damperin sızdırmazlığını sağlamak için damper önüne PVC benzeri levha konulabilir. Diğer hususlar % 100 taze havalı hijyenik klima santrallerindeki gibidir.
- Enfeksiyon riski olan Hasta yatak odalarında, koridorlarda ve hollerde acil ve poliklinik muayene odalarında, test laboratuvarlarında taze hava miktarları emiş havasını geçmemelidir. Böylece negatif basınç oluşturulabilir. Enfeksiyondan korunması gerekli olan personel ofis ve dinlenme odalarında vb. emiş menfezi kısılarak pozitif basınç oluşturulur.
- Emiş havasındaki virüslerin çevreye bulaşmaması için fiziki duruma uygun önlemler alınmalıdır. Zorunlu hallerde atış ağızlarına HEPA filtre konulmalıdır. Ayrıca taze hava ve emiş havasının karışmadığından emin olmak gereklidir. Bu bölgelerdeki canlı hareketini önleyecek önlemler alınmalıdır

### D) ÇALIŞANLARININ KORUNMASI

Standart yoğun bakım odaları direnci çok düşük ancak enfekte olmamış hastaların kullanımı için pozitif basınçlı olarak tasarlanırlar. Enfekte olmuş hastaların kullanacağı izole odalarını ve izole yoğun bakım odaları negatif basınçta tutularak öncelikle sağlık çalışanlarının hayatı güvence altına alınabilir, sonrasında kontamine olmuş uçucuların hastanelerin diğer genel hacimlerine transfer olmasının önüne geçilebilir.

Ayrıca odaları negatif basınçta tutmak için doğrudan dışarı atmamız gereken kirli havayı çok yüksek verimli filtrelerden geçirerek (HEPA Filtreler) havanın dışarı atıldığı bölgelere yakın çevredeki insanları da koruma altına almamız mümkündür.

Yeni yapılan şehir hastanelerimizde de oda sayısının ancak % 2 kadarı izolasyon odası olarak % 15-20 arası ise POZİTİF yoğun bakım odası olarak tasarlanmaktadır. Covid 19 gibi yaygın bir virüs tehdidi ile karşılaşıldığında hastanelerdeki negatif basınçlı izole odaların çok yetersiz kalacağı aşikârdır. Ayrıca pozitif basınçlı yoğun bakım odalarında enfekte olmuş hastaların bakımının yapılması çok sakıncalıdır.

Ülkemizde pozitif basınçlı yoğun bakım oda sayısının 40.000 civarında olduğunu tahmin etmekteyiz.

Yetkililerin açıklamalarına göre Covid 19 nedeniyle yüzde 63 'ü enfekte olan hastalar ve diğer şikâyeti olan hastalar tarafından kullanılmaktadır.

Bu hastalığın yayılma hızı dikkate alındığında 10-15 gün içinde mevcut yoğun bakım odaları çok büyük bir olasılıkla dolacaktır.

Tesisat işletme ve bakım ekipleri de enfeksiyona karşı koruyucu önlemler alınmadan klima cihazlarına ve diğer cihazlara yaklaşılmamalı ve korunmalıdır.

### D1) Acil Önlemler

Toplumu yaygın olarak tehdit eden bu tip virüslere karşı mücadele edebilmek için sağlık merkezlerinde acil olarak aşağıdaki önlemleri almamız gerekmektedir;

#### D1.1) Kullanımda Olan Hastaneler ve Şehir Hastanelerinde Alınacak Acil Önlemler

1. Mevcut hastanelerimizde pozitif basınçlı olarak tesis edilmiş olan yoğun bakım ünitelerinin bir kısmı çok acil olarak klima sistemlerinde alınacak önlemler ile negatif basınçta çalışır hale getirilerek virüs nedeniyle enfekte olmuş hastalara hizmet verilecek hale getirmek mümkündür.
2. Hastanelerde negatif basınçlı oda sayısı ve izole odaların sayısı çok kısıtlı olduğu için yoğun bakım odası dışındaki standart hasta odalarının da çok acil olarak negatif basınçlı odalar haline dönüştürülmesi gerekmektedir.
3. Mevcut hastanelerin standart odaları, klima sistemlerinde alınacak önlemlerle en kısa zamanda negatif basınçlı yoğun bakım odalarına dönüştürmek mümkündür.
4. Mevcut bina tesisatlarında kış şartlarında %100 taze havaya göre ısıtma kapasitelerinin yetmemesi durumunda, ısıtıcı cihazlarının büyütülmesi gerekir. Isıtma kapasitesini artırma imkanı yoksa, üfleme havası hepa filtrelerden geçirilmeli, hepa filtrenin direncini yenmesi için vantilatörde tadilat yapılmalı veya vantilatörler değiştirilmelidir.

#### D1.2) Kullanım Dışı Olan Hastanelerde Alınacak Önlemler

Özellikle Şehir Hastaneleri nedeniyle boşa çıkan hastanelerin bazıları bu yöntem ile çok hızlı şekilde karantina hastanelerine dönüştürülmelidir. Buradaki hasta odaları standartlara uygun negatif basınçlı yoğun bakım odaları veya izole odalar olarak yeniden revize edilmelidir. Bu binaların kullanıma uygunluğunun, tesisatlarının ve cihazlarının gerekli şartları sağladığının değerlendirilmesi ilgili uzmanlar tarafından yapılmalıdır.

#### D1.3) Mevcut Diğer Binaların Hastaneye Dönüştürülmesi

Oteller, AVM ler, plazalar, okullar, spor salonları, vb.. yapıların çoğu pandemiye uygun hastaneler haline getirilebilir. Bu binalarda kullanılan klima santralleri yukarıdaki maddelerde belirtilen şartlara göre revize edilerek kullanılabilirler.

Yaygın olarak kullanılan roof top klima cihazları ise büyük oranda iç havayı geri çevirerek kullandığından bu cihazların olduğu yapılar pandemi hastanesi olarak kullanıma uygun olmayacaktır.

#### D1.4) Genel Olarak

Pandemi amaçlı kullanılacak hastane ve sağlık merkezleri başka amaçlarla kullanılmamalıdır. Küçük hastaneler tercih edilmelidir. Büyük hastaneler içinde pandemi merkezleri oluşturulacaksa tamamen bağımsız bölümler tercih edilmelidir.

Yeni yapılacak hastanelerden bazıları küçük kapasiteli özel karantina hastaneleri olarak düşünülmelidir.

Yukarıda açıklanan önlemler için özellikle şehir hastaneleri yapımında uzmanlaşan firmalar devlet otoritesi tarafından özendirilmelidir.

## E) SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıda önerdiğimiz tamamı enfeksiyonlarla mücadeleye yönelik 100-150 yataklı karantina hastanelerinin bilgi ve işletme birikimi ile özel tıbbi giysi ve donanıma sahip olması da önemlidir.

Bu hastaneler olağan zamanlarda normal hastane hizmeti verebilirler, ihtiyaç halinde, hızlı bir şekilde iklimlendirme ve atık su tesisatında düzenlemeler yapılarak karantina hastaneleri haline dönüştürülmesi mümkündür.

Önerdiğimiz bu tip hastanelerin oluşturulması ve sayısının artırılması gerekmektedir.

Sağlık Bakanlığı acilen ilgili uzmanlarla bir araya gelerek mevcut hastanelerin, karantina (enfeksiyonla mücadele merkezi) hastanelerine dönüştürülmesine yönelik projelere başlamalıdır.

Şimdi ve gelecekte tekrar küresel bulaşıcı hastalık olması durumunda büyük şehirlerde her ilçeye, ve diğer şehirlere 200 yataklı izole hastaneler yapılmalıdır. Bu hastaneler normal zamanlarda normal hastane işlevi görebilirler fakat küresel ve ülkesel bir salgın durumunda izole ya da

karantina hastane şekline dönüştürülebilecek şekilde düzenlenmelidir.

Diğer taraftan Corona Virüsünün hızlı yayıldığını dikkate alarak özellikle iklimlendirme tesisatıyla ilgili önlemlerin yaşamsal öneme sahip olduğunu belirtmek isteriz. Hastaneler, oteller, alışveriş merkezleri, okullar, iş merkezleri, büyük ofisler, uçaklar, trenler gibi genel ve büyük hacimli mahallerin iklimlendirme tesisatlarında uygun düzenlemeler ve ayrıca bunların bakım ve periyodik muayeneleri tekniğine uygun olarak yapılmalıdır.

Bu konuda hastaneler ve tüm sağlık merkezleri, ilgili kurum ve kuruluşlardan destek alarak gerekli iyileştirmeleri yapmalı; ayrıca hastanelerin bakım personeli ve ilgili bakım firmalarının elemanları uygulama konusunda eğitilmelidir.

Yapı üretim sürecinde yer alan Mühendis ve kişilerin yeterli bilgi ve beceriye sahip olması, Odalarınca ve/ veya akredite kuruluşlarca belgelendirilmesi ve sicillerinin tutulması gerekir.

Kamu kurum ve kuruluşlarının ilgili meslek odaları, meslek örgütleri ve STK'lar ile birlikte hastanelerin yapım kriterlerine uygun olarak proje, uygulama, işletme ve bakım konularında birlikte çalışması gerekmektedir.

TMMOB ve MMO bu konularda ve hastanelerin, bütün tesislerin ve araçların hijyenik sistemleri için görev almaya ve teknik destek vermeye hazırdır.

## AÇIKLAMALAR

<sup>(\*)1</sup> *Sus:* Bir bakteri veya virüsün farklı alt türlerinin, aralarında genetik farklılıklar bulunan gruplar,

<sup>(\*)2</sup> *Enfeksiyon:* Zararlı mikroorganizmaların vücutta yayılma süreci,

<sup>(\*)3</sup> *Semptom:* Belirti,

<sup>(\*)4</sup> *Mikroorganizma:* Gözle görülemeyen canlı virüs, bakteri, mantar, vb.,

<sup>(\*)5</sup> *Dezenfeksiyon:* Bir maddenin veya materyalin içerdiği mikroorganizmalardan enfeksiyon oluşturabilecekleri uzaklaştırma işlemi,

<sup>(\*)6</sup> *İnvaziv:* Girişimsel, Bir mikroorganizmanın bir konağa girme, orada gelişebilme ve konağın vücudunda yayılarak üreme yeteneği, (Tıp'ta müdahale derinliği)

<sup>(\*)7</sup> *Partikül:* 0,1-5 mm'ye kadar boyut aralığındaki katı veya sıvı cisimler,

<sup>(\*)8</sup> *Septik:* Mikrop içeren ortam,

<sup>(\*)9</sup> *Kontaminasyon:* İstenmeyen zararlı maddelerin ve mik-

roorganizmaların herhangi bir yolla doğrudan ya da çapraz bulaşması, kirlilik

*Yeterlilik:* Herhangi bir ekipmanın doğru çalıştığı ve istenen sonuçları sağladığını teyit etmek için yapılan çalışmalar,

*Validasyon:* Herhangi bir prosedür ekipman sistem ve faaliyetin beklenen sonuçları verdiğini belli prensiplere göre kanıtlama,

*Temiz alan:* Partiküller ve mikrobiyal açıdan belirli şekilde bulaşması kontrol altında tutulan içerisinde bulaştırıcıların oluşması birikmesi ve dışarıdan o alana girişleri azaltacak şekilde inşa edilen kullanılan alanlar,

*Sterilizasyon:* Bir maddenin üzerinde veya içinde bulunan tüm mikroorganizmaları temizleme işlemine,

*Pozitif basınç:* Çevre ortamlardan iç ortama hava kaçacağını önlemek amacıyla iç ortam basıncının komşu hacimlere göre yüksek tutulması,

*Negatif basınç:* İç ortamdan çevre ortamlara hava kaçmasını önlemek amacıyla iç ortam basıncının komşu hacimlere göre düşük tutulması,

*Filtre:* Katı partikül taneciklerini tutarak havayı temizleyen değişik malzemelerden yapılabilen elemanlara,

*Hepa Filtre:* Tutma verimi %99.95 veya daha yüksek 0,3 mikrondan büyük partikülleri süzen bir filtre,

*Partikül konsantrasyonu:* Havada birim hacimde bulunan partikül sayısı,

*Tek yönlü hava akımı:* Bir temiz bölgenin sabit hızda yaklaşık olarak paralel çizgiler halinde hareket eden kontrollü hava hareketi.

## TEŞEKKÜR

Yunus Yener, Tevfik Peker, Macit Toksoy, Mustafa Bilge, Yılmaz Yıldırım, Coşkun Özbaş ve DEMAKD'lı Makina Mühendislerine (Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademileri Kültür Derneği) katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

1. TMMOB Hastane ve Klinikler HVAC Tasarım Kılavuzu
2. TMMOB Hastane İklimlendirme Tesisatı ve Denetim Esasları
3. Çeşitli Kaynaklar (WHO , vb.)
4. Serdar Sağlamtunç (Coronavirüs)
5. SUMAE(Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü) - Yunus Araştırma Bülteni 9:2,Haziran 2009
6. Çevre ve Orman Bakanlığı/Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği/20.03.2010/27517 RG
7. EPA (ABD Environmental Protection Agency) ve California Eyaleti Çevre Dökümanları
8. TMMOB ve MMO Duyuru ve Açıklamaları