



İYTE



COVID-19 GİBİ BULAŞICI HASTALIKLAR İLE MÜCADELEDE BİREYSEL, TOPLUMSAL VE MEKANSAL DEZENFEKSİYON

ÖN ARAŞTIRMA RAPORU

Mayıs 2020

Hazırlayanlar:

Prof. Dr. Hüseyin SELÇUK (İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Çevre Mühendisliği Bölümü)

Prof. Dr. Burcu ONAT (İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Çevre Mühendisliği Bölümü)

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Eser ÖKTEN (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü)

Doç. Dr. Gamze Varank (Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü)

GİRİŞ: Tarihte Marsilya salgını, Kolera pandemisi, İspanyol gribi, gibi farklı dönemlerde ve farklı sebeplerle salgın hastalıklar ortaya çıkmıştır ve çıkmaya devam edecektir. Günümüzde artan nüfus, azalan kaynaklar ve toplumsal yaşam alanlarında birim alana düşen insan sayısının artması bulaşıcı hastalıkların sebeplerini ve mücadele yöntemlerini de farklılaştırmıştır. Bundan dolayı insan yaşamının pandemi olasılıklarına karşı uygun mücadele yöntemleri ile tasarlanması bir zorunluluk haline gelmiştir. COVID-19 gibi günümüz bulaşıcı hastalıkları ile mücadele sadece aşı geliştirerek sağlanamaz. İnsan yaşamındaki bireysel ve toplumsal alanların pandemi olasılıklarına göre yeni etkin dezenfeksiyon metotları ile tasarlanması gerekir.

1. COVID-19 VİRÜSÜ İLE İLGİLİ GENEL BULGULAR

- COVID-19 ve benzeri hastalık yapıcı virüsler alkali ortamda yaşayamazlar.
- Temizleyicilerin büyük çoğunluğu nötral hatta asidik özellikte olup sadece temizlik yani yüzeyden uzaklaştırmak amaçlı olarak üretilmiştir.
- Sabun alkalidir kullanım sonrası yıkanma zorunluluğu nedeni ile anlık temizlik yani virüsü sürekli değil anlık uzaklaştırmak için kullanılır.
- Klor (Çamaşır suyu) bazlı dezenfektanlar etkilidir fakat anlık dezenfeksiyon sağlar ayrıca tüm hastalık yapıcı patojenler için etkili değildir. Kanserojendir ve uçucudur sürekli koruma sağlamaz. Korozyiftir aşırı kullanım sonucu tüm mobilyalar, kaplamalar, metal yüzeyler, tavan-taban-duvar boyaları bozulur.
- Ağır metal bazlı (gümüş, bakır vb.) koruyucular insan sağlığı ve çevreye zararlıdır.
- Alkol bazlı dezenfektanlar yüksek maliyetlidir ve tüm virüsler için etkili değildir. Ayrıca sadece anlık dezenfeksiyon sağlamaktadır.
- Geleneksel araç, ev, halı, cam, bina vb. tüm temizleme işlemlerinde (boya koruma, leke çıkarma, temizlik, pasta-cila vb.) asidik bazlı kimyasal maddeler kullanılmakta olup COVID-19 dezenfeksiyonu sağlamaz.

2. COVID-19 VE BENZERİ BULAŞICI VİRÜSLERİN ÖZELLİKLERİ VE DEZENFEKSİYONU

Öldürücü/inaktive edici özelliği bulunan ajanların bu işlevi nasıl gerçekleştirdiklerini bilmek, virüslerin yapıları konusunda bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. SARS-Cov-2, diğer tüm Coronaviruslerde olduğu gibi, minimum üç viral proteinden oluşmaktadır: bir tür glikoprotein olan S protein, membran boyunca görülen M protein ve oldukça hidrofobik olup tüm virüsün etrafını çevreleyen E zarf protein. Burada viral enfeksiyon anlamında işlevsel olan, konak hücre reseptörlerini tanıyan S proteindir (Walls ve diğ., 2020).

Virüs yapısında bulunan amino asit ya da nükleotid monomerleri ile genelde kullanılan su dezenfektanlarının girdikleri reaksiyonlar bilimsel literatürde belirtilmektedir. Genel bir yaklaşımla klor ve ozonun amino asit yapısı üzerine UVC'den çok daha fazla etkili olduğu söylenebilir (Wiggington ve Kohn, 2012). Örneğin Poliovirus dezenfeksiyonunda uygulanan UVC (254 nm), çoğunlukla genom yapısını bozarak inaktivasyon gerçekleştirirken, klor ve ozon neredeyse tamamen amino asit yapısını bozma üzerinden çalışmaktadır. Virüslerdeki biyomolekül yapılarını ve işlevlerini merkeze alan bir yaklaşımla antiviral ilaçlar ve aşılarda

geliştirilebilmektedir. Yang ve diğ. (2005), başlıca proteaz enziminin tüm bilinen Coronavirus genetik kümelenmelerinde çokça benzer bir yapıya sahip olduğunu göstermişler ve buradan yola çıkarak iki Coronavirusun çoğalmasını önleyen bir proteaz inhibitörü tasarlamışlardır.

Coronavirusun farklı yüzeylerde 2 saat ile 9 gün arasında enfekte etme özelliğini kaybetmediği bilinmektedir. Enfekte bir bireyin sadece 1 mL'lik boğaz sürüntüsünde 10^8 adet virüs bulunmaktadır. Enfekte birey(ler)in bulunduğu ortamlarda virüsün bulaşma olasılığı artmaktadır. Örneğin influenza A virüsü ile yapılan bir çalışma sadece 5 saniyelik bir temas ile viral yükün %31,6'sının bulaşabildiğini, parainfluenza virüsü için ise bu oranın %1,5 olduğunu göstermiştir. Virüslerin bulaşma oranları farklılık göstermekle beraber yapılan bir çalışma bir bireyin saatte ortalama 23 kez elini yüzüne götürdüğünü ve derisine (%56), ağızına (%36), burnuna (%31) ve gözlerine (%31) dokunduğunu göstermiştir (Kampf ve diğ., 2020). Dolayısıyla sağlıklı bireylerin temas ettikleri yüzeylerin dezenfeksiyonu azami önem kazanmaktadır. Burada başlangıçtaki viral yükün miktarı ve ortam sıcaklığı önemlidir. Başlangıçtaki viral yük ne kadar büyükse inaktivasyona dayanıklılığın da o derece fazla olduğu bilinmektedir. Ayrıca soğukta virüsün dayanımı artmaktadır.

Dezenfektan ajanlarla yapılan süspansiyon testleri %78-%95'lik etanolün, %70-%100'lük iso-propanolün, %45 iso-propanol ile %30 n-propanol karışımının, %0,5-%2,5'lük glutaraldehidin, %0,7-%1'lük formaldehidin, ve %0,23-%7,5'lük povidon iyotun Coronavirusu anında inaktive ettiğini göstermiştir. Etkili bir inaktivasyon için sodyum hipoklorit konsantrasyonunun en az %0,21 olması gerekmektedir. Hidrojen peroksit ise %0,5'lik konsantrasyonda 1 dakikada etkili olmaktadır (Kampf, 2020). Darnell ve diğ. (2004) SARS Coronavirus üzerinde yaptıkları inaktivasyon çalışmasında ultraviyole ışık uygulamasını, gamma radyasyon maruziyetini, ısı işlemleri (56°C , 65°C , 75°C), alkali ($\text{pH}>12$) ve asidik ($\text{pH}<3$) koşulları, formalin ve glutaraldehid uygulamalarını denemişlerdir. UVC ışınlarının, ısının ($>65^{\circ}\text{C}$), alkali ($\text{pH}>12$) ve asidik ($\text{pH}<3$) koşulların, formalin ve glutaraldehid uygulamalarının inaktivasyonda etkili olduğunu görmüşlerdir.

3. UYGULAMAYA GEÇİLMESİ GEREKEN MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Alkali solüsyonlar: Alkali NaOH çözeltisi E525 olarak gıdalarda ve alkali su üretiminde rahatlıkla kullanılmaktadır. Ayrıca gıda sanayisinde pH değeri 13'den yüksek solüsyonlar bakteri-virüs kontrolü için güvenle kullanılmaktadır. İçeriğinde zararlı çok katkı maddesi olmadan rahatlıkla kullanılması mümkündür. Halihazırda yüksek maliyetli kimyasallar

satılmaktadır. Oysa alkali yüzey koruyucular uçmaz ve yüzey sürekli pH 13-14 civarında kaldığı sürece aylarca dezenfeksiyon etkisi yaparak yüzeylerde COVID-19 dezenfeksiyonu sağlarlar. COVID-19 virüsü damlacık yolu ile yayılır ve yerden kalkan partiküllerin havada dolaşması ile sürekli olarak güvensiz bir ortam oluşturur ve belli bir konsantrasyonun üzerinde bulaşıcı olur. Dolayısı ile alkali solüsyonlar sürekli yüzey temizliği sağlarken partiküller ile virüsün insandan insana geçmesini de engellerler.

Ozon: Ozon çok güçlü COVID-19 dezenfeksiyonunu sağlayan bir yöntemdir. Ozon 0.01 ppm de dezenfeksiyon etkisi gösterir ve iç havada güvenle 0.1 ppm seviyesinde kullanılarak hava ve yüzey dezenfeksiyonu sağlar. Ozonun 0.1 ppm iç hava standardı 8 saatlik maruz kalma standardı olup anlık ozon dozunun aşılmasında bile ciddi etkiler söz konusu değildir. Havalandırma sistemlerine enjekte edilerek standarda uygun 0.100 ppm seviyesinde tüm kapalı alanlarda iç hava dezenfeksiyonu etkin sağlanmalıdır. Ozon klora nazaran daha güçlü virüs dezenfeksiyonu sağlar. Aynı zamanda klor gibi kanserojen değildir. Ozon yarım saat gibi kısa bir sürede oksijene dönüşür. Dolayısı ile havayı oksijen ile zenginleştirebilir. İç hava standardına (0.1 ppm) uyulduğu sürece sürece metro, toplu taşıma, hastane dezenfeksiyon odaları gibi iç mekan ve yüzey dezenfeksiyonunda çok etkili sürekli virüs/bakteri kontrolü amacıyla kullanılabilir.

UVC: Uygun dalga boyunda ve standartlara uygun UV ile COVID-19 virüsü bir saniyeden kısa bir sürede dezenfekte olmaktadır. UVB ve UVA etkisizdir bundan dolayı mekanların UV ile dezenfeksiyonu standartlara uygun mühendislik hesabı UVC ile yapılmalıdır. UVC direkt virüsün absorplayıp inaktive olacağı 254 nm civarında etkin bir UV ışığıdır. Olası cilt kanserine sebep olması nedeni ile standartlara uygun kullanılmalıdır.

Vakum UV/Ozon: 180 nm ışık ile ozon üretilmektedir. Olası cilt kanserine sebep olması nedeni ile standartlara uygun kullanılmalıdır.

Klor: Halk arasında çamaşır suyu olarak bilinen klor sodyum hipoklorit formunda ve COVID-19 virüsüne karşı etkilidir. Fakat;

- Klor uçucudur ve yüzey temizliği sonrası etkisini kaybeder.
- Klor kanserojendir ve teneffüs edilen havada 0.5 ppm ile sınırlandırılmıştır. Kullanımı sırasında çalışanların korunması gerekir.
- Klor koroziftir tüm boyalı yüzeylerde (mobilya, halı, metal, vb.) aşınmalara ve bozunmalara neden olur.

- Klor bozunurluğu düşük zararlı/kanserojen organik maddeler oluşturur.
- Klor kireçli yüzeylerde veya asidik ortamda zehirli klor gazına dönüşür.
- Giardia vb. insan ve hayvan dışkısı ile bulaşan ve toplu ölümlere neden olan patojenlere karşı etkili değildir veya aşırı doz kullanılması gerekmektedir. Bundan dolayı yüzme havuzlarında tam koruma sağlamaz.
- Klor ile muamele görmüş atıksuların arıtılması ve geri dönüşümü zordur.

Sabun: Sabun pH değeri 12 civarındadır fakat COVID-19 daha yüksek pH değerlerinde dezenfekte olmaktadır. Kısacası sadece yüzeyden virüsün sökülmesi için etkilidir. Dezenfeksiyon yöntemi değildir.

Alkol/kolonya vb. ciltte kullanılan dezenfektanlar: Hepsi sıvı halde olan bu dezenfektanların içeriğine göre etkilidir. Fakat maliyeti yüksektir. Tüm yüzeyler için kullanılması ekonomik değildir. Alkoller tüm bulaşıcı hastalık yapan virüslere karşı etkili değildir.

Ağır metal bazlı koruyucular: gümüş, bakır gibi nano partiküller pek çok alanda antiviral amaçlı malzeme üretiminde kullanılmaktadır. Ağır metallerin insan ve canlılar üzerinde ciddi olumsuz etkileri vardır. Ayrıca gıda zincirinde birikerek doğaya ciddi zarar verir.

4. MEKANSAL MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Mevcut maskeler sadece kişiyi dış etkenlerden kısmen koruyabilmektedir. Etkin toplumsal korunma için tüm toplu yaşam alanlarında nefes tutan maskeler kullanılmalıdır. Bireysel koruyucu maskeler iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değil pandemi dönemi aerosol/nefes ile virüs/bakteri yayılımının engellenmesi hedefi ile geliştirilmelidir.

Hastaneler: Aşağıdaki tüm COVID-19 önlemleri bir mühendislik hesabı ile hastanelere kazandırılmalıdır.

1. *Alkali yüzey temizleme:* Hastanelerde tüm yüzeylerde alkali solüsyon ile temizleme yöntemi uygulanarak yüzeylerde virüs kontrolü etkin yapılmalıdır. Yüzeylerden hastalardan sağlık personeline veya sağlık personelinden hasta veya ziyaretçilere COVID-19 bulaşma riski azaltılmalıdır. Böylelikle temas ve iç hava solunması ile bulaşma yolları engellenmelidir. Alkali solüsyonlar dört şekilde kullanılabilir:
 - a. *Temas edilen yüzeyler tamamen zararsız yüksek pH ve korozyon giderici zararsız kimyasallar ile düzenli olarak temizlenebilir.*

- b. *Taban ve duvarlarda klorlu alkali solüsyon tercih edilebilir. Alkali moleküle bağlanmış klorun uçuculuğu hipoklorite göre daha azdır. İç ortam havasına daha yavaş karışacağından hem daha uzun süre dezenfeksiyon sağlar hem de iç ortam hava kalitesine etkisi daha azdır.*
 - c. *Dış mekanlarda ve çöp toplama kutularında daha yüksek alkali solüsyonlar kullanılabilir.*
 - d. *Hastane atıkları çok daha yüksek alkali çözelti ile muamele edilip bertaraf edilebilir. İsteğe bağlı olarak bu çözeltiler rahatlıkla ülkemizde üretilmektedir.*
2. *Hastane tuvaletleri vb. yoğun kullanılan mekanlar: Ozon uygulaması yoksa kesinlikle bu tür mekanlara hareket sensörü ile çalışan UV sistemleri bağlanmalıdır. Mekanın boş olduğu durumda çalışmasında hiçbir sınır bulunmamaktadır.*
 3. *Forma, araç-gereç dezenfeksiyonu: Sağlık personeli için acil forma vb. araç gereçler için ozon/UV dezenfeksiyon modülleri geliştirilmelidir.*
 4. *Hastane iç hava dezenfeksiyonu: İklimlendirme sistemlerine ozon dezenfeksiyonu sağlanarak hava yoluyla enfeksiyonun yayılmasının minimize edilmesi gereklidir.*
 5. *Kişisel dezenfeksiyon: Sağlık çalışanlarına anlık eldiven, forma vb. ile kişisel dezenfeksiyon için bireysel UV/ozon ve alkali solüsyon dezenfeksiyon ekipmanlarının sağlanması.*
 6. *Hastane koridorları: Hastane koridorlarına harekete duyarlı, standartlara uygun UV dezenfeksiyon sistemleri konulmalıdır.*
 7. *Hasta odaları: Hasta odalarının hızla dezenfeksiyonu için taşınabilir UV ve ozon dezenfeksiyon sistemleri konulmalıdır.*
 8. *Sağlık personeli odaları: UV/ozon sistemi sağlanmalıdır.*
 9. *Hastane giriş çıkışlarına dezenfeksiyon kabinleri yapılması: Giriş ve çıkışlara müsaade edilebilir anlık dozlarda ozon ve UV dezenfeksiyon koridoru ile kısa ve etkin giriş çıkış dezenfeksiyonu sağlanmalıdır.*
 10. *Koruyucu maskeler ve benzeri araç gereçler: Yıkanebilir ve yeniden kullanılabilir maskeler tercih edilmelidir. Malzeme seçimi de alkali, sıcak ve klor dezenfeksiyonuna dayanıklı materyallerden yapılmalıdır.*
 11. *İç hava oksijen ve nem seviyesinin korunması: Oksijen ve nem seviyesi COVID-19 gibi virüslerin inaktivasyonunda etkilidir. Kapalı tüm alanlarda bu iki parametre kontrol edilmelidir.*
 12. *Hastanelerde nefes nemi kontrolü: Maalesef kişisel maskeler nefesin iç ortama yayılmasını engellemezler. Genel olarak bir insan bir günde nefes yoluyla 300 ml su*

kayıp eder ve bu su iç ortamda sadece ortam değiştirir. Bundan dolayı pandemi döneminde buhar ve aerosol tutucu maskeler kullanılmalıdır.

Araç hizmetleri: Aşağıdaki COVID-19 önlemleri ve mücadele yöntemleri hayata geçirilmelidir.

1. *Araçlar yıkamalarında alkali temizleyicilere geçiş yapılması:* Alkali temizleyiciler uçucu değildir yüzeyde sadece tekrar yıkama ile gidebilirler. Sonuç olarak araç yüzeyinde 1-6 ay süre ile yüzeyde Corona virus inaktivasyonu/kontrolü sağlanır.
 - a. *Temas edilen yüzeyler tamamen zararsız yüksek pH ve korozyon giderici zararsız kimyasallar ile son dezenfeksiyon sağlanarak çalışanlardan araçlara geçiş engellenmelidir.*
 - b. *Metro, otobüs, dolmuş vb toplu taşıma iç mekanları: Genel temizlik sonrası alkali temizlik ve son ozon temizliği COVID-19 riskini sıfırlayan bir metottur.*
 - c. *Hizmet alanlarında klor bağlanmış alkali solüsyon tercih edilebilir. Alkali moleküle bağlanmış klorun uçuculuğu hipoklorite göre daha azdır. İç ortam havasına daha yavaş karışacağından hem daha uzun süre dezenfeksiyon sağlar hem de iç ortam hava kalitesine etkisi daha azdır.*
 - d. *Dış mekanlarda ve çöp toplama kutularında daha yüksek alkali solüsyonlar kullanılabilir.*
 - e. *Araç yıkamalarda atıksu geri dönüşümü: Araç yüzey işlemleri (pasta, cila, boya koruma vb.) asidiktir ve araçları aşındırdığı gibi atıksu geri dönüşümünü zorlaştıran işlemlerdir. Alkali yıkamaya geçiş ile araç metal korozyonu azaltılırken atıksu geri dönüşümü çok daha ekonomik yapılabilmektedir.*
2. *Araçlarda kullanılacak UV/ozon sistemi:* Böylelikle araç içerisi sürekli olarak dezenfekte edilebilecektir. Böylelikle hizmet sektörü çalışanları ve aracı kullanan bireyler arası koruma kalkanı güçlendirilmelidir.
3. *Ticari taksilere koruma kalkanı oluşturulması:* Ticari taksilerde şoför müşteri arasına UV/O2 kalkanı sağlayan ekonomik cihazlar konulmalıdır. Araç içerisi alkali solüsyonlar ile son temizlemesi yapılmalıdır.
4. *Toplu taşımalar (Metro, metrobüs, otobüs, dolmuş vb.):* Toplu taşımalarda genel dezenfeksiyon sonrası dezenfektanlar uçtuğu için son uygulamada alkali yüzey dezenfeksiyonu uygulanmalıdır. Böylelikle yüzeylerde uzun süre dezenfeksiyonla ulaşım araçları içerisindeki koruma kalkanı artırılmalıdır. Toplu araçlara standartlara

uygun vakum UV/aktif oksijen/ozon teknolojisi entegre edilerek araç iç hava dezenfeksiyonu sürekli yapılmalıdır.

Camiler: Cami halı ve yüzeylerinde alkali temizleyici sistemine geçilmelidir. İç ortam dezenfeksiyonu kontrollü ozon ve hareket sensörlü UVC veya vakum UV/ozon sistemi ile etkili hale getirilmelidir. Cami giriş çıkışlarına klor bazlı ayakkabı dezenfeksiyon sistemi konulmalıdır.

Fabrikalar: İşçi ve çalışanların özellikle maske ile çalışmasının zor olması durumunda iç mekana ozon, hareketli UVC, Vakum UV/ozon ve alkali dezenfektan uygulamaları yapılarak mücadele edilmelidir. Hastaneler için önerilen tüm metotlar kullanılabilir.

Siteler/Apartmanlar: Tüm apartmanlara giriş çıkışlarına alkali dezenfeksiyon yapılmalıdır. Apartman giriş çıkışlarına hareket sensörlü UV modüllerin yerleştirilmesi etkili bir mücadele yöntemidir. Klor yerine alkali solüsyonlar ile temizlik tercih edilmelidir.

Askeri birimler, Spor alanları ve Okullar: tüm okullarda ve üniversite sınıflarında merkezi sistem ozon, alkali iç dış mekan dezenfektanları kullanılmalıdır. Tuvaletler, soyunma odaları vb. toplu kullanım alanlarında otomatik ozon ve harekete duyarlı vakum UV/UVC lambalar kullanılmalıdır. Seyyar UV lambalar sınıf boş iken çalıştırılarak dezenfeksiyon sağlanmalıdır. Dış mekanlarda da alkali pH değeri 13-14 olan uçmayan solüsyonlar tercih edilmelidir.

AVMler: Merkezi sisteme ozon entegre edilerek iç hava dezenfeksiyonu standartlara uygun sağlanmalıdır. Yüzey temizliğinde korozif olmayan alkali yüzey temizleyiciler ile uzun süreli yüzey dezenfeksiyonu sağlanmalıdır.

5. SAĞLIK ETKİLERİ VE STANDARTLAR

- Alkali solüsyonlar: Korozitesi azaltılmış pH 12-14 civarındaki alkali solüsyonlar ile ilgili bir sınır yoktur. Bu alkali solüsyonların sağlık etkisi olmayan ve yüzeylere zarar vermeyen kimyasallar ile hazırlanması mümkündür. Alkali çözelti hazırlamada kullanılan NaOH için solunan havada 8 saatlik maruziyet sınırı 2 mg/m^3 olarak iş sağlığı ve güvenliği kapsamında sınırlandırılmıştır. NaOH uçucu değildir ve bu değere ulaşması mümkün olmadığından güvenle yüzey temizliğinde sürekli dezenfeksiyon amacıyla kullanılabilir. Koroziteyi engellemek için kullanılan katkı maddelerinin yüzeye veya yüzey rengine zarar vermeyecek nitelikte olmalıdır.

- UVC: Kanserojendir ve etkisi, maruz kalınan enerji şiddetine göre değişir. Hareket sensörü ile çalıştırıldığında kişi maruziyeti minimuma indirilebilir. Seyyar veya sabit ünitelerde hızlı dezenfeksiyon sağlamaktadır. Kapalı cihazlarda havayı çekerek sürekli çalışan hava temizleyiciler vardır. UVC elbiselerden gözlükten geçmez. Güneş kremleri ile cilt zaruri hallerde korunmalıdır. Uygun ekipman ile hasta ve sağlık personeli arasında etkin koruma duvarı oluşturur. Radyometre ile kolayca ölçülerek kullanım koşulları sağlanmaktadır. UVC, vakum UV iş güvenliği kapsamında belirlenen değerler dışında insan cildine temas olabilecek durumlarda direk kullanılmamalıdır.
- Vakum UV: Görünmez dalga boyunda olan bu ışık ozon üretmektedir. Piyasada araç tipi, oda tipi, salon tipi vb. rahatlıkla temin edilebilmektedir. Ülkemizde üretimi yoktur. Gelişmiş ülkelerde mutfaklarda koku giderici olarak kullanılmaktadır. Radyometre ile doz ayarlanarak kurulumu kolaylıkla yapılabilmektedir.
- Ozon: Çok etkili hava dezenfektanıdır ve 0.01 ppm (0.012 mg/m³) gibi çok küçük ozon değerlerinde dezenfeksiyon etkisi gösterir. Solunan havada bu değerden on kat fazla ozon kullanılabilir. İç hava kalitesinde yani solunan havada ülkemizde, Avrupa ve Amerika'da 0.1 ppm (0.22 mg/m³) , Çin'de 0.150 ppm sınırı vardır. Boş veya eşyalı odalarda istenilen dozda kullanılabilir. Dozlama durduğu an oksijene dönüşerek doza bağlı olarak 10-45 dakika içerisinde bozunur. Ozon ölçümü sıcaklık, nem ve oksijen sensörü ile birlikte tek bir sensör ile rahatlıkla iç havada izlenebilmektedir. Ozon kanserojen değildir ve saniyeler içerisinde hızlı dezenfeksiyon etkisi gösterir. Klora karşı dirençli virüs, protoza vb. patojenlere karşı dirençli mikroorganizmalara karşı çok etkilidir. Ozonun insana 1-2 ppm (12-24 mg/L dozlarda) dahi ciddi bir etki göstermez. Bu değerlerin üzerinde göz yaşarması, kuruluk vb. etkileri hissedilmeye başlanır.
- Ozon ve UV ile kişisel dezenfeksiyon: Ozonun 15 dakika sınırı 0.6 mg/m³ iken daha kısa süreler için bir sınırı bulunmamaktadır. Sağlık personeli ozon ile rahatlıkla kişisel el, forma vb. dezenfeksiyonunu yapabilmektedir.
- Vakum UV/Ozon: Vakum UV ile ozon üretme hem ozon hem de UV dezenfeksiyonu sağlayan bir yöntemdir. Piyasada bireysel eşyaların dezenfeksiyonu için portatif el feneri şeklinde satılan modelleri mevcuttur.
- Klor: Klor etkin Coronavirus dezenfektanıdır. Havadaki kısa süreli maruz kalma (15 dak.) sınır değeri 0.5 ppm'dir. Bundan dolayı solunan havaya veya sağlık çalışanlarına yüksek dozda aerosol olarak sıkılmamalarıdır. Bundan dolayı kontrollü yapıldığında yukarıdaki tüm metotlar klordan daha güvenli, daha etkin ve klorun yetersiz kaldığı çok

hızlı ve çok uzun süreli yüzey-mekan-eşya vb. dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmalıdır.

Referanslar

- Darnell, M.E.R., Subbarao, K., Feinstone, S.M., Taylor, D.,R. (2004). “Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV”. *Journal of Virological Methods*, 121:85-91.
- Kampf, G. (2020). “Potential role of inanimate surfaces for the spread of coronaviruses and their inactivation with disinfectant agents”. *Infection Prevention in Practice*, 100044.
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., Steinmann, E. (2020). “Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents”. *Journal of Hospital Infection*, 104: 246-251.
- Walls, A.C., Park, Y.-J., Tortorici, M.A., Wall, A.,McGuire, A.T., Veesler, D. (2020). “Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein”. *Cell*, 180:1-12.
- Wiggington, K.R. ve Kohn, T. (2012). “Virus disinfection mechanisms: the role of virus composition, structure, and function”. *Current Opinion in Virology*, 2:84-87.
- Yang, H., Xie, W., Xue, X., Yang, K., Ma, J., Liang, W., Zhao, Q., Zhou, Z., Pei, D., Ziebuhr, J. (2005). “Design of wide-spectrum inhibitors targeting coronavirus main proteases”. *PLoS Biol*, 3:1742-1752.