



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

SU ve ATIKSU YÖNETİMİNDE
COVID-19
ETKİSİ DEĞERLENDİRİLMESİ



TMMOB

Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi
Nisan 2020



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Giriş

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından, Pandemi olarak ilan edilen “SARS-CoV-2 (COVID-19)” virüsünün; “İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesisleri”, “İçme ve Kullanma Suyu Şebekeleri”, “Atıksu ve Yağmur Suyu Kanalizasyon Sistemleri” ile “Atıksu Arıtma Tesislerindeki”; olası etkileri, korunma yöntemleri ve alınması gereken tedbirler Çevre Mühendisleri Odası (ÇMO) İstanbul Şubesi tarafından incelenerek değerlendirilmiştir.

Teknik Değerlendirme

COVID-19 ortalama 70-140 nm boyutunda küreye benzeyen şekli olan zarflı bir virüstür. Genetik materyalleri bir RNA ipliğinden oluşur ve RNA virüsleri içerisinde 30.000 bazla en uzun genoma sahip virüs grubudur. Her viral partikül bir protein tabakası ile sarılıdır. Protein tabakasının üzeri de koruyucu zarf denen iki katmanlı lipid membran ile çevrilidir. Zarftan geçen ve virüsün bir konakçı hücreye bağlanmasını sağlayan glikoprotein spayklar vardır. Genel görünüşü ve kesit modeli Şekil 1’de verilmiştir. Bir hücreyi istila eden virüs, o hücrenin bazı bileşenlerini kullanarak kendisini kopyalayıp çoğalır. Daha sonra bu kopyaları diğer hücreleri enfekte eder. Replikasyon sırasında hata düzeltme yeteneğinden mahrum olduğundan her hatası ile yeni bir mutasyonu oluşur. Bu mutasyonların bazıları virüse yeni hücre tiplerini, hatta farklı türleri enfekte etme yeteneği sağlar. Koronavirüsler lipid yapıdaki koruyucu zarfları yıkıldığında aktivitelerini kaybederler.

Çin hükümeti tarafından 31 Aralık 2019 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü’ne Wuhan kentinde ortaya çıkan yeni bir “Pnömoni” salgınına bildirmesinin ardından, COVID-19 dünyada hızla yayılarak “Pandemi” haline gelmiştir. Ülkemizde de Mart 2020 ortalarında kendini gösteren salgının durdurulması, halk sağlığına etkilerinin azaltılması ve ortadan kaldırılması için bir dizi önlemin alınması gerekmektedir. Bu önlemler arasında “su ve atıksu” yönetimi de büyük önem taşımaktadır.

Hollanda Ulusal Halk Sağlığı ve Çevre Enstitüsü araştırmasına göre, COVID-19 vakalarının Hollanda’da ortaya çıkması ile atıksular da COVID-19 tespit edilmiştir. COVID-19 yeni bir tip virüs olduğu ve bu konuda Türkiye’de henüz bir çalışma yapılmadığı için Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), Hollanda Ulusal Halk Sağlığı ve Çevre Enstitüsü (RIVM), Su Çevre Federasyonu (WEF), Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) vb. uluslararası kuruluşların inceleme, araştırma bulguları ve görüşleri ile daha önce yaşanan SARS ve MERS salgınlarından sonra yapılan araştırmalar ile son üç ayda COVID-19 ile ilgili yapılan çalışmalardan oluşturulan makale ve yayınlar incelenerek referans alınmış ve değerlendirilmiştir.

Su Çevre Federasyonu (WEF); COVID-19’un fekal-oral yoldan bulaşabileceğini belirtmiştir. Enfekte olan bazı hastaların, ateş yerine enfeksiyonun erken evrelerinde ishal yaşadıklarını fark edilmesi ile hasta dışkısında yapılan ölçümlerde COVID-19 tespit etmişlerdir. Ancak SARS ve MERS gibi ilgili koronavirüs salgınlarından elde edilen verilere dayanarak COVID-19 virüsünün fekal-oral yoldan bulaşma riskinin düşük olması beklenmektedir.

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), çıkış suyu dezenfeksiyon ünitesinden geçen atıksu arıtma tesislerinde; virüslerin ve diğer patojenlerin giderildiğini ve virüsün dezenfeksiyona özellikle duyarlı olduğunu belirtmektedir.

TMMOB

Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Nisan 2020



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Koronavirüsün; atıksulardan alınan numunelerde doğru ölçümü oldukça zor olup, bu konuda çok az araştırma yapılmıştır. Ancak, Korona virüsün özellikle insan dışkısı ile kanalizasyon sistemine karıştığı bilinmektedir. Yapılan araştırmalar COVID-19 virüsünün yaklaşık dört hafta insan dışkısında canlılığını sürdürebildiğini göstermiştir. Hatta iyileşen hastaların bile bir süre sonra dışkılarında yeniden korona virüs tespit edilmiştir.

Bu durumun virüsün insan bağırsak sisteminde tekrar çoğalmasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

Virüsün Gastrointestinal (mide-bağırsak) sistemden solunum sistemine geçişi ile ilgili bir bulguya rastlanmamıştır. Hijyen şartlarının sağlanamaması ile yayılan virüs, bunun dışında tuvaletlerden, sıhhi tesisat ve havalandırma sistemi hataları nedeniyle de yayılabilmektedir. Sıhhi tesisattaki ve havalandırma sistemindeki hatalar nedeni ile 2003 yılında, Hong-Kong da 50 katlı bir binada SARS koronavirüsün başka dairelere taşınarak bina içinde yayılmasına ve bunun sonucunda 342 kişinin enfekte olmasına, 42 kişinin de ölümüne yol açmıştır. Bu duruma banyolarda suyu boşalmış sifonlar ve doğru projelendirilmemiş havalandırma sistemlerinin neden olduğu tespit edilmiştir. COVID-19 virüsü için de; apartmanlarda arızalı tuvaletlerden yayılması olası riskler olarak değerlendirilmelidir.(Şekil.3)

Atıksularda; koronavirüs, sıcaklığa ve katı madde miktarına bağlı olarak canlılığını birkaç saatten birkaç güne kadar sürdürebildiği tespit edilmiştir. Çin’de SARS hastalarının tedavi edildiği iki hastane atıksuların da yapılan incelemelerde, koronavirüsün ham atıksu da 20 °C’de 2 gün, 4 °C’de ise 14 gün varlığını koruduğu belirlenmiştir.

“Klasik Aktif Çamur Prosesinden” oluşan biyolojik arıtma sistemi çıkış suyunda SARS korona virüsüne rastlanmamıştır. Ancak atıksuda bulunan Askıda Katı Maddelerin (AKM) virüse koruma sağladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle koronavirüs; ham atıksuda varlığını ön arıtmadan geçmiş atıksuya göre daha fazla koruyabilmektedir.

İstanbul’da kentsel atıksuların yaklaşık %68’i sadece ön arıtma işleminden sonra biyolojik arıtma işlemine tabii tutulmadan deniz deşarjı ile İstanbul Boğazına ve Marmara denizine iletilmektedir. Kentin denize kıyı semtlerinde bazı noktalarda (restaurant, konut vb.) kaçak deşarjlar nedeni ile özellikle düşük sıcaklık koşullarında aktif koronavirüsün özellikle midyeler ve diğer deniz canlılar tarafından taşınması mümkün olacaktır. Bu konuda atıksu yönetimlerinin; kanalizasyon sistemlerinde ve deniz alıcı ortamında dikkatli bir izleme yapması gerekmektedir.

İstanbul’da atıksu arıtma tesisi çıkış sularının az da olsa bir kısmı, peyzaj amaçlı bitkilerin sulanmasında kullanılmaktadır. Anadolu’da ise bazı yerleşim yerlerinde, kanalizasyondan doğrudan alınan atıksular sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu durum virüslerin insana taşınmasında önemli risk oluşturmaktadır. Özellikle sulama işleminin fiskiyeler ile yapılması nedeni ile sulama suyunda bulunan virüsler kolaylıkla ortama yayılabilecektir. Bu durum halk sağlığı için tehlike oluşturmakta olup, bu işlemler; su ve atıksu yönetimlerince engellenmelidir.



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Sonuç ve Değerlendirme

COVID-19 virüs salgınının halk sağlığı üzerindeki etkisinin azaltılması ve önlenmesi amacı ile “İçme ve kullanma suyu” ile “Atıksu” yönetimleri açısından yapılması gereken öneriler aşağıda belirtilmiştir

Genel Hususlar

1-Su ve atıksu yönetimlerinde çalışan emekçilerin; sağlıklı çalışma koşulları sağlanmalıdır. Atıksu toplama ve iletme sistemleri ile atıksu arıtma sistemleri çalışanları genellikle atıksularda bulunan mikroorganizmaların etkisinde kalmakta ve enfeksiyon ile tehlikeli hastalıklarla karşılaşmaktadır. Atıksu arıtma sistemlerini işleten operatörlerin atıksuların etkisinden korunması amacıyla; sahada güvenli çalışma koşulları sağlanmalı, mühendislik ve idari kontroller daha sıklıkla yapılarak kişisel koruyucu donanımlar da (KKD) olmak üzere, rutin uygulamaları takip etmeleri sağlanmalıdır.

2-Salgının yayılmasının ve etkisinden korunmanın en etkili yönteminin kişisel temizlik ve yaşam alanlarının temizliği olarak bilinmektedir. Bu amaç ile suyun kesintisiz ve temiz olarak halkın kullanımına iletilmesi esas olmalıdır. Suyun ücretsiz dağıtımı sağlanarak salgından korunma mücadelesinde halkın eşitliği sağlanmalıdır. Bu işlem borcundan dolayı suya erişimi engellenen bütün herkes için yapılmalıdır.

3-Atıksu arıtma tesislerinde ve içme suyu arıtma tesislerinde çalışan personelin COVID-19 bulaşma riskini azaltmak için, personelin temasta olduğu yüzeyler uygun dezenfektanlar ile sürekli dezenfekte edilmelidir. Personeller arasındaki sosyal mesafenin korunacağı ve personelin mümkün olduğu kadar az kişi ile temas sağlayacağı bir çalışma düzenine geçilmelidir.

İçme ve Kullanma Suyu Kullanımı

1-Su; arıtma sistemleri merkezi arıtma sistemlerinden dezenfekte edildikten sonra şebekeye verilmektedir. Merkezi su arıtma sistemleri ve şebekelerin de; suların dezenfeksiyonu ile ilgili kontroller daha fazla yapılmalı, konut girişlerinden alınan su numunelerinde kontroller sürekli yapılarak şebekede meydana gelebilecek mikrobiyolojik kirlenme izlenmeli ve bu doğrultuda gerekli tedbirler alınmalıdır.

2-Merkezi su arıtma sisteminin bulunmadığı yerleşim alanlarında; kaynaktan temin edilen sular mutlaka dezenfekte edilerek kullanılmalıdır. Suyun dezenfeksiyonunda aşağıdaki yöntemler kullanılabilir.

3.a-İçme ve kullanma suları ultrafiltrasyon (virüs partikül çapına göre), nanofiltrasyon ve reverse osmos sistemlerinden birinden geçirildikten sonra kullanılabilir. Söz konusu sistemlerin etki alanlarını gösteren filtrasyon spektrumu Şekil 2’de verilmiştir.



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

3.b-Ham içme sularının dezenfeksiyonunda Ultraviyole (UV) ile dezenfeksiyon yöntemi kullanılabilir. 254 nm UV-C ultraviyole ışık, bakterileri, virüsleri ve diğer zararlı mikroorganizmaların DNA veya RNA'larına zarar vererek inaktive eder. İçme ve kullanma sularının UV ile dezenfeksiyonda, UV ünitesi depodan sonra direk kullanım hattına monte edilmelidir.

3.c- İçme ve kullanma sularına, sıvı ve gaz kimyasallar ile dezenfeksiyon işlemi yapılabilir. Kullanılan bazı kimyasalların listesi Tablo 1'de belirtilmiştir.

3.d- Uygun bir dezenfeksiyon yöntemine erişim yoksa; içme veya kullanma suyu kaynatılarak dezenfekte edilebilir.

Atıksu Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Sistemleri

1-Ön arıtma işleminden sonra, doğrudan deşarj edilen kentsel atıksular; deşarj noktasından önce içinde 0,2 mg/L serbest klor kalacak şekilde dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmalıdır.

2-Hastaneden kaynaklanan atıksular; kanalizasyon şebekesine verilmeden önce, 10 dakika 10 mg/l klor ile veya 30 dakika 40 mg/l Klordioksit ile temas ettirilerek dezenfeksiyonu sağlanmalıdır. Bu işlemler için otomasyona dayalı izleme yapılabilecek tesisler kurulmalıdır.

3-Atıksuların dezenfeksiyonunda Ultraviyole (UV) ile dezenfeksiyon yöntemi kullanılabilir. 254 nm UV-C ultraviyole ışık bakterileri, virüsleri ve diğer zararlı mikroorganizmaların DNA veya RNA'larına zarar vererek inaktive eder. Arıtılmış atık suların dezenfeksiyonunda, ultraviyole ünitesine girecek suda askıda katı madde miktarının 30 mg/l'den az olması gerekmektedir.

4-Atıksulara, yaygın olarak sıvı ve gaz kimyasallar ile dezenfeksiyon işlemi yapılabilir. Dezenfeksiyonda kullanılan bazı kimyasallar Tablo 1'de belirtilmiştir.

5-COVID-19 virüsünün; atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkışlarındaki varlığı, atıksu kanalizasyon sistemlerindeki varlığının tespiti ile hastalığın yayılım riski korelasyonunun kurulması, COVID-19'un deniz suyundaki varlığı ve deniz canlılarına etkisi araştırılmalı bu konuda halk sağlığı için bilgilendirilme yapılmalıdır.

6- Meskun mahallerde açıktan akan kanalizasyon akıntıları veya kanalizasyon hatlarında arıza varsa temas edilmeyip ilgili yerel yönetimlere bilgi verilmelidir.

7-Peyzaj ve tarım amaçlı bitkilerin sulanmasında; atıksu arıtma tesis çıkış suyu veya doğrudan atıksuların kullanılması ile virüslerin kolaylıkla ortama yayılabileceği dikkate alınarak bu uygulama kesinlikle yapılmamalıdır. Su ve atıksu yönetimleri bu uygulama ile ilgili denetimleri titizlikle yapmalıdır.

8-Kanalizasyon sistemlerinden alınan atıksu örnekleri sürekli mikrobiyolojik olarak kontrol edilip, hastalık yapma riski olan virüsler, bakteriler ve benzeri biyolojik varlıklar erken dönemde tespit edilerek hastalıkların salgın haline gelmeden kontrol altına alınması sağlanmalıdır. Bu konuda yurtdışında araştırmalar başlamış olup, Ülkemizdeki Su ve Atıksu yönetimleri; Üniversiteler, TMMOB, Tabipler Odası ve diğer paydaşların bu konudaki görüşlerini dikkate alarak gerekli çalışmalar başlatmalıdır.

TMMOB

Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Nisan 2020



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Konutlardan Atıksuların Uzaklaştırılması

1-Konutlarda ve diğer ortak yaşam alanlarında, banyo ve tuvaletler gibi ortak havalandırma boşluğu kullanılan yerlerde havalandırmanın sadece dışarı yönlü gerçekleştiği kontrol edilmelidir. Dışarıya doğru akım oluşmuyorsa değiştirilmeli veya gerekli olmadıkça kapalı tutulmalıdır.

2-Konutlarda ve diğer ortak yaşam alanlarında, banyo ve tuvaletler; Sodyum Hipoklorit (çamaşır suyu yaklaşık %5 sodyum hipoklorit içerir), hidrojen peroksit vb. kimyasallar (su ile seyreltikten sonra) ile düzenli olarak dezenfekte edilmeli, sifon çekilmeden önce klozet kapağı kapalı tutulmalıdır. Klor ile dezenfeksiyonun hemen ardından klozet kapağı kapatılıp klor temasının sağlanması amacıyla 10 dk. bekletilerek sifon çekilmelidir.

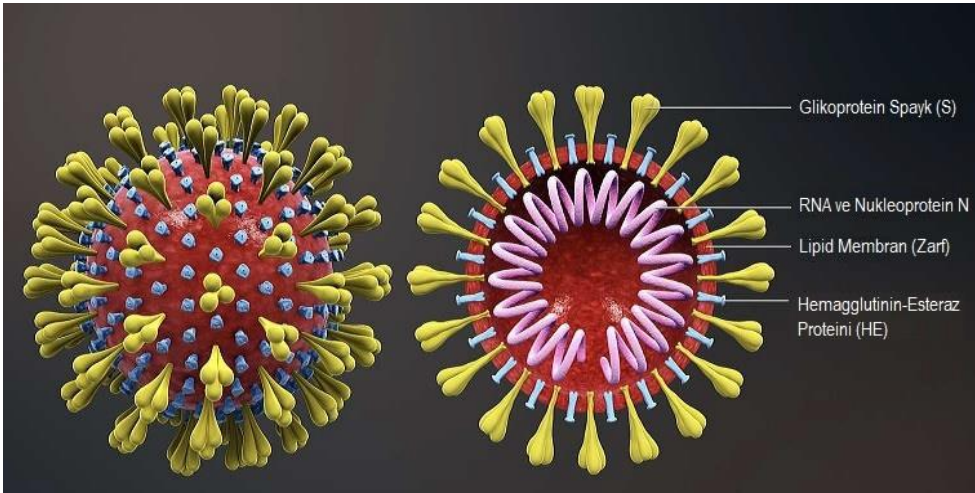
3-Konutlarda ve diğer ortak yaşam alanlarında, sıhhi tesisatın doğru ekipmanlar ile donatılmış olmasına ve sorunsuz çalıştığına dikkat edilmelidir.

4-Banyo, tuvalet, mutfak ve yıkama yapılan alanlardan gelen kötü kokuların kaynağı araştırılmalı koku kaynağının sorunları giderilmelidir.

5-Banyo, mutfak, vb. tüm su teçhizatlarının çalışan bir U-dirseği olduğu kontrol edilmelidir. U-dirseklerde su kaybını önlemek için tesisatta bulunan musluklar, sabah ve akşam olmak üzere günde en az iki kez beş saniye açılmalıdır.

6-Atıksu borularında kaçak, çatlak, vb. tespit edilerek onarılmalı, kanalizasyon sistemi dışına yayılması engellenmelidir.

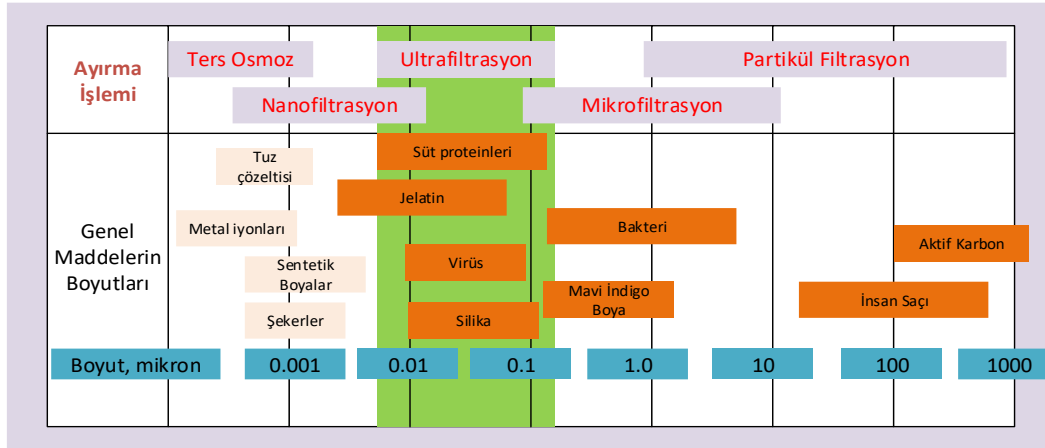
Tablolar – Şekiller ve Ek Bilgiler



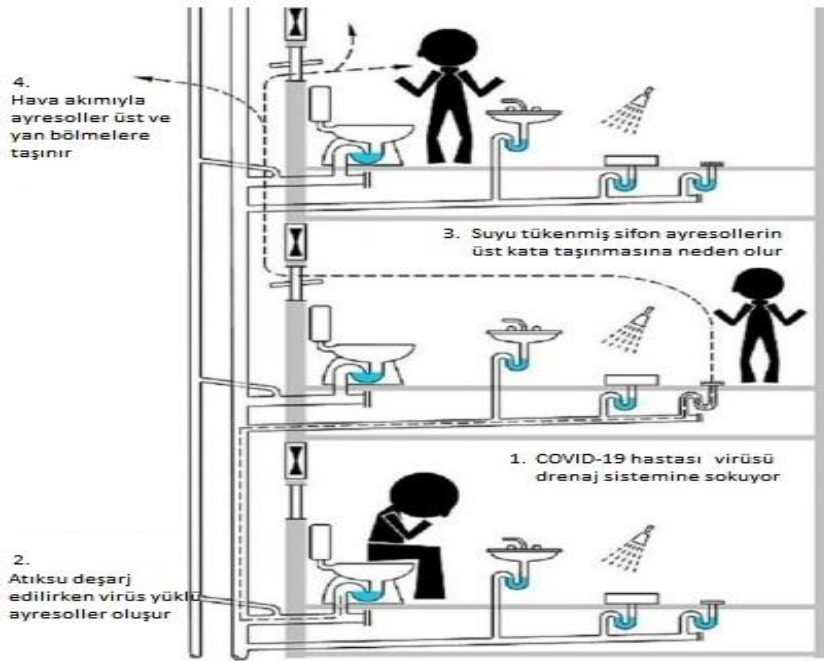
Şekil 1. SARS-CoV-2 virüsünün kesit modeli



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi



Şekil 2. Filtrasyon spektrumu



Şekil 3. Virüsün sıhhi tesisat ve havalandırma hataları nedeniyle başka bölmelere taşınması

Kimyasalın Cinsi	Formülü	Su Arıtma	Atıksu Arıtma
Sodyum hipoklorit	NaClO	X	X
Kalsiyum hipoklorit	Ca(ClO) ₂	X	
Sönmemiş kireç	CaO		X
Hipoklorik asit	HOCl	X	
Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂	X	X
Perasetik Asit	CH ₃ CO ₃ H		X
Ozon gazı	O ₃	X	X
Klor gazı	Cl ₂	X	X
Klor dioksit	ClO ₂	X	X

Tablo 1. Dezenfeksiyon için kullanılan bazı kimyasalların listesi ve kullanım alanları

TMMOB

Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

Nisan 2020



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

KAYNAKLAR

- Albert Bosch, F. Xavier Abad, and Rosa M. Pint'ó. Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment. Human Pathogenic Viruses in the Marine Environment. Springer 2005; 109-131.
- Bryan A. Johnson, Rachel L. Graham, Vineet D. Menachery. Viral Metagenomics, Protein Structure, and Reverse Genetics: Key Strategies for Investigating Coronaviruses. Elsevier Virology 2018; 517, 30–37. DOI: 10.1016/j.virol.2017.12.009.
- Coronavirus Disease (COVID-2019) WHO 2020; Situation Report 36.
- Geller C, Varbanov M, Duval R. E. Human Coronaviruses: Insights into Environmental Resistance and Its Influence on the Development of New Antiseptic Strategies. NCBI Viruses 2012; 3044–3068. DOI: 10.3390/v4113044.
- Gerba G., Gundi P. M., Pepper I. L. Survival of Coronaviruses in Water and Wastewater. Food Environ Virol 2009; 1:10–14. DOI 10.1007/s12560-008-9001-6
- Girones W. Mederna G. COVID-19: Significance and Impact of the Pandemic for the Water Sector. Watershare 2020; kwr.webinargeek.com//replay/480694/8a4f1c3ac47248653cfd5a4f4d83bf99/.
- Gormley M. Kelly D. Aspray T. J. COVID-19: Mitigating Transmission Via Wastewater Plumbing Systems. Lancet Global Health 2020; DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30112-1.
- Wang XW , Li J, Guo T, Zhen B, Kong Q, Yi B, Li Z, Song N, Jin M, Xiao W, Zhu X, Gu C, Yin J, Wei W, Yao W, Liu C, Li J, Ou G, Wang M, Fang T, Wang G, Qiu Y, Wu H, Chao F, Li J. Concentration and Detection of SARS Coronavirus in Sewage From Xiao Tang Shan Hospital and the 309th Hospital of the Chinese People's Liberation Army. Water Sci Technol. 2005; 52(8):213-21.
- Water, Sanitation, Hygiene, and Waste Management for the COVID-19 Virus. WHO Interim Guidance 2020; WHO/2019-nCoV/IPC_WASH/2020.2
- Wigginton K.R., Ye Y., Ellenberg R.M. Emerging Investigators Series: The Source and Fate of Pandemic Viruses in the Urban Water Cycle. Environ Sci. Water Res. Technol. 2015; 1, 735. DOI: 10.1039/c5ew00125k
- Wigginton K R, Alexandria B B. Environmental Engineers and Scientists Have Important Roles to Play in Stemming Outbreaks and Pandemics Caused by Enveloped Viruses. Environ Sci. Technol. 2020; 10.1021/acs.est.0c01476.
- Yi Xu, Xufang Li, Bing Zhu, Huiying Liang, Chunxiao Fang, Yu Gong, Qiaozhi Guo, Xin Sun, Danyang Zhao, Jun Shen, Huayan Zhang , Hongsheng Liu, Huimin Xia, Jinling Tang, Kang Zhang, Sitang Gong. Characteristics of Pediatric SARS-CoV-2 Infection and Potential Evidence for Persistent Fecal Viral Shedding. Nature Medicine 2020; DOI: 10.1038/s41591-020-0817-4. 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.
- Wigginton, 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.



Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi

REFERANS İNTERNET SİTELERİ

- https://www.ttb.org.tr/kollar/COVID19/haber_goster.php?Guid=8cb94102-73f8-11ea-97df-7baae477a8e6
- <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/soguk-alginligindan-olumcul-salgina-kuresel-kabus-coronavirus-ve-covid-19>
- <http://www.iski.istanbul/web/tr-TR/kurumsal/iski-hakkinda1/aritma-tesisleri6>
- http://www.suvecevre.com/yayin/525/klor-ile-dezenfeksiyonu-iyi-taniyalim_15601.html#.XooHE8gzZPY
- <http://www.suvecevre.com/yayin/534/atiksu-dezenfeksiyonunda-kapali-tip-mi-yoksa-acik-kanal-uv-sistemi-mi-15838.html#.XooS425uJPY>
- <http://mmanadolu.blogspot.com/2011/03/kimyasal-dezenfeksiyon.html>
- <https://www.wef.org/news-hub/current-priorities/coronavirus/>
- <https://www.epa.gov/coronavirus/coronavirus-and-drinking-water-and-wastewater>
- <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/critical-preparedness-readiness-and-response-actions-for-covid-19>
- <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>
- <https://www.osha.gov/SLTC/covid-19/controlprevention.html#solidwaste>
- <https://www.dutchwatersector.com/news/sewage-water-as-indicator-for-spreading-of-covid-19>
- <https://www.rivm.nl/en/news/novel-coronavirus-found-in-wastewater>
- <https://www.kwrwater.nl/en/actueel/drinking-water-very-well-protected-against-coronavirus/>
- <https://www.kwrwater.nl/en/actueel/what-can-we-learn-about-the-corona-virus-through-waste-water-research/>
- http://www.globalwaterresearchcoalition.net/_r4150/media/system/attrib/file/820/GWRC_Factsheet_COVID-19%20Virus%2010%20March%202020.pdf
- <https://www.health.gov.au/sites/default/files/documents/2020/02/coronavirus-covid-19-information-for-employers.pdf>
- <https://www.wsaa.asn.au/publication/covid-19-fact-sheet>
- <https://www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>
- <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/728022v2>
- <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.05.20051540v1.full.pdf+html>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7045880/>