



Çevre ve Ekosistem Hizmetlerinde COVID-19 Küresel Salgını Sonrası Yeni Normal

Prof. Dr. İzzet Öztürk
Prof. Dr. İsmail Koyuncu

Prof. Dr. İzzet Öztürk

Prof. Dr. İzzet Öztürk, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İTÜ) 1982 yılında Doktora derecesi aldı. 1982-1984 yılları arasında İngiltere Newcastle Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde doktora sonrası araştırmalarda bulundu. 1994 yılında İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü'nde Profesörlük kadrosuna atandı ve halen aynı üniversite çalışmaktadır. Su ve atıksu arıtımı, bütünleşik su havzaları yönetimi, entegre katı atık yönetimi ve iklim değişiminin su kaynaklarına etkileri alanlarında uluslararası düzeyde uzmanlığı olan Dr. Öztürk'ün, ağırlıklı olarak uluslararası olmak üzere 300'den fazla bilimsel yayını, 15 kitabı ve çok sayıda araştırma/uygulama projesi raporu bulunmaktadır. Dr. Öztürk aynı zamanda Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) üyesidir.

Prof. Dr. İsmail Koyuncu

Prof. Dr. İsmail Koyuncu, 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İTÜ) doktora eğitimini tamamladı. 2010 yılından bu yana, İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünde Profesör olarak görev yapmaktadır. 2002-2005 yıllarında Rice Üniversitesi (ABD) İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümünde doktora sonrası çalışmalar yaptı. Membran teknolojileri, su ve atıksu arıtma teknolojileri, altyapı mühendisliği gibi alanlarında uluslararası düzeyde uzmanlığı olan Prof. Dr. Koyuncu'nun ağırlıklı olarak uluslararası olmak üzere 300'den fazla bilimsel yayını, 4 kitabı ve çok sayıda araştırma/uygulama projesi raporu bulunmaktadır. Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) üyesidir. 2014 yılından bu yana, İstanbul Teknik Üniversitesi Prof. Dr. Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi (MEMTEK) müdürlük vazifesini yürütmektedir.

Prof. İzzet Öztürk

Prof. İzzet Öztürk received PhD in 1982 from Istanbul Technical University (ITU). Between 1982 and 1984, he made post-doctoral research at the Environmental Engineering Department of Newcastle University, England. In 1994, he was appointed as a Professor at the ITU Environmental Engineering Department and currently, continues to teach at same university. He has international expertise in water and wastewater treatment, integrated watershed management, integrated solid waste management and the effects of climate change on water resources. Dr. Öztürk has more than 300 scientific publications, 15 books and numerous research/applications projects reports, mainly international. He is also member of Turkish Academy of Sciences (TÜBA).

Prof. İsmail Koyuncu

Prof. İzzet Öztürk completed his PhD in 2002 in Istanbul Technical University (ITU). Since 2010, he has been working as a Professor in ITU Environmental Engineering Department. In 2002-2005, he did post-doctoral studies at Rice University (USA) Civil and Environmental Engineering Department. He has international expertise in areas such as membrane technologies, water and wastewater treatment technologies and infrastructure engineering. Dr. Koyuncu has more than 300 scientific publications, mainly 4 books, and many research / applications projects reports. He is also member of Turkey Academy of Sciences (TUBA). He serves as director of Istanbul Technical University Prof. Dr. Dincer Topacık National Membrane Technologies Application and Research Center (MEMTEK) since 2014.

Çevre ve Ekosistem Hizmetlerinde COVID-19 Küresel Salgını Sonrası Yeni Normal

Prof. Dr. İzzet Öztürk
İstanbul Teknik Üniversitesi
ozturkiz[at]itu.edu.tr

Prof. Dr. İsmail Koyuncu
İstanbul Teknik Üniversitesi
koyuncu[at]itu.edu.tr

Özet

Son dönemlerde özellikle yetersiz altyapı, kötü sanitasyon ve hijyen şartları, artan hava kirliliği, kötü beslenme, mesleki ve çevresel kaynaklı enfeksiyonlar artmıştır. COVID-19 salgını son 20 yıl içinde ortaya çıkan viral kaynaklı salgınların en sonuncusudur. Bu virüs salgınının uluslararası ilişkilerden ticari alana, toplumların sosyo-kültürel alışkanlıklarından bireysel davranış kalıplarına ve psikolojik davranışlara kadar birçok etkilerinin olması beklenmektedir. Bir diğer etkinin de çevre ve ekosistem ile bu alanda uygulanan hizmetlerde olması büyük olasılıktır. Koronavirüsü ile ilgili mevcut veri ve bilgilere göre, COVID-19'un evsel atıksular ve/veya atıksuların karıştığı sular yoluyla bulaştığı ile ilgili kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanan mevcut merkezi su arıtma tesislerinde, COVID-19 salgını dolayısıyla ilave bir işleme ihtiyaç bulunmamaktadır. Son klorlama uygulaması, içme sularının mikrobiyolojik kalitesi ve güvenle içilebilirliği bakımından yeterlidir. Evsel veya kentsel atıksularda biyolojik atıksu arıtımı sonrası, hastalık yapan mikroorganizmaları gidermek üzere, UV veya ozon ile dezenfeksiyon uygulaması gerekmektedir. Su, atıksu ve katı atık toplama, dağıtma ve arıtma tesisleri çalışanlarının, sağlık çalışanları gibi, kişisel koruma gereçleri kullanımı ile hijyen kurallarını eksiksiz olarak uygulamaları önem taşımaktadır. Kent yerleşimleri içinde yer alan merkezi atıksu arıtma tesislerinden çevreye salınan mikro damlacıklarla patojen mikroorganizma yayılma riskine karşı tedbir alınmalıdır. Dünya genelinde ekolojik bakımdan kritik önemdeki rezerv alanları ile yaban hayatının korunarak sürdürülebilirliğin sağlanması hususunda, gönüllü kuruluşların da iş birliği ile ortak eylem planları oluşturulması teşvik edilmelidir.

Anahtar Kelimeler

COVID-19 pandemisi, çevre, ekosistem, atık yönetimi

New Normal at Post-COVID-19 Pandemic in Environment and Ecosystem Services

Abstract

Recently, especially insufficient infrastructure, poor sanitation and hygiene conditions, increased air pollution, poor nutrition, occupational and environmental infections have increased. COVID-19 outbreak is the latest of viral outbreaks that have occurred over the past 20 years. This virus pandemic is expected to have many effects on international relations, commercial activities, socio-cultural habits, individual behavior patterns and psychological behaviors. Another expected effect is likely to be in the environment and ecosystem services implemented in this area. According to the available data and information about the corona virus, there is no definite information about COVID-19 being transmitted through domestic wastewater and/or wastewater mixed waters. There is no need for additional treatment due to the COVID-19 outbreak in the existing central water treatment plants where filtration and disinfection processes are applied. Final chlorination application is sufficient in terms of microbiological quality and safe drinkability of drinking water. After biological wastewater treatment in domestic or urban wastewater, disinfection with UV or ozone is required to remove microorganisms causing disease. It is important for the employees of water, wastewater and solid waste collection, distribution and treatment facilities to apply hygiene rules with the use of personal protection equipment similar to healthcare workers. Measures should be taken against the risk of pathogenic microorganism spreading with micro droplets released from the central wastewater treatment plants located in the city settlements. Joint action plans should be encouraged in order to ensure sustainability by protecting worldwide wildlife with ecologically critical reserve areas with the support of voluntary organizations.

Keywords

COVID-19 pandemic, environment, ecosystem, waste management

Giriş

İnsan, tüm canlıların en gelişmiş olup çevresine ve diğer canlılar üzerine hâkimiyet kurabilen tek canlıdır. Bu hâkimiyeti kurarken çevreyle ve diğer canlılarla etkileşim olmakta; bu etkileşim çoğu zaman insan lehine işlemekle birlikte, orta ve uzun vadede insan aleyhine sonuçları da ortaya çıkmaktadır. Enfeksiyon hastalıkları bu etkileşimin olumsuz sonuçlarının en önemlisidir. Tarih boyunca çeşitli insan enfeksiyonlarına bağlı salgınlar görüle gelmiştir. Yeni salgınların çıkış nedenleri, iklim değişimi ve düzensizlikleri, demografik ve insan davranış değişiklikleri, sosyoekonomik faktörler, ekolojik değişiklikler, hijyen ve sanitasyon eksikliği, hastane tedavileri ve direnç problemi, küresel ticaret, küresel seyahat, savaşlar ve mikrobiyal adaptasyon ve değişim sayılabilir. Son dönemlerde özellikle yetersiz altyapı, kötü sanitasyon ve hijyen şartları, artan hava kirliliği, kötü beslenme, mesleki ve çevresel kaynaklı enfeksiyonlar artmıştır. Son 20 yıl içinde Şiddetli Akut Solunum Sendromu (SARS), ardından Orta Doğu Solunum Sendromu (MERS) ve son olarak 2019 Coronavirus Hastalığı (COVID-19), görülen bu virüs ağırlıklı salgınların en önemlilerindendir. COVID-19 salgını, Çin'den sonra başta Asya bölgesi ülkeleri olmak üzere kısa sürede birçok ülkeye yayılarak tüm dünyayı etkileyen uluslararası bir boyuta ulaşmıştır (Şeker, vd., 2020).

Koronavirüs salgınının uluslararası ilişkilerden ticari alana, toplumların sosyo-kültürel alışkanlıklarından bireysel davranış kalıplarına ve psikolojik davranışlara kadar birçok etkilerinin olması beklenmektedir. Bir diğer etkinin de çevre ve ekosistem ile bu alanda uygulanan hizmetlerde olması büyük olasılıktır. Salgının bulaşıcılığı, iç ortam hava kalitesi ve hijyen ile doğrudan ilişkili olup, bu konuda birçok rapor yayımlanmıştır. SARS-CoV-2'nin ağız yoluyla sindirim sistemine girmesi durumunda midede (pH: 1.5-3.5) inaktif olması beklenmektedir. Ancak birçok hastada görülen karın ağrısı ve ishal belirtileri sonrasında sindirim sisteminden (mide, ince ve kalın bağırsak) alınan doku numunelerinde virüs tespit edilmiştir. Bu durum virüsün solunum sisteminden sindirim sistemine geçebildiğini, mide ve bağırsak dokusunda çoğalabildiğini

ve dışkı ile atılabildiğini göstermiştir (Uno, 2020). Birçok çalışmada virüsün RNA'sı dışkıda tespit edilmiş (Gao vd., 2020; Holshue vd., 2020; Jiehao vd., 2020; Tang vd., 2020; Wu vd., 2020; Wölfel vd., 2020; Zhang vd., 2020a) ve en az üç çalışmada dışkıdaki virüsün canlı olduğu belirlenmiştir (Wang vd., 2020; Xiao vd., 2020; Zhang vd., 2020b). Ancak henüz dışkı-ağız yolu ile bulaşma kanıtlanamamıştır (WHO,2020).

COVID-19 salgınının görüldüğü Hollanda, Avusturalya, ABD, Fransa, İspanya ve Türkiye gibi birçok ülkede kanalizasyon sisteminden alınan atıksu numunelerinde virüsün genomu q-PCR yöntemi ile tespit edilmiştir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da virüs genomu litrede 0,15-141,5 milyon kopya olarak ölçülmüştür (Hart & Halden, 2020). Yakın zamanda Türkiye'de yapılan bir çalışmada İstanbul'daki büyük atıksu arıtma tesislerinin girişinde SARS-CoV-2 virüsü konsantrasyonu 2,89-93,3 bin kopya/L olarak ölçülmüştür (Kocameci vd, 2020). Atıksu ile yapılan çalışmalarda virüsün ölçümünde kullanılan q-PCR yöntemi virüsü tespit edebilmektedir ancak bu metot virüsün canlı veya aktif olduğunu göstermemektedir. Bunun için virüsün atıksudan izole edilip kültür yöntemi ile çoğaltılabilmesi gerekmektedir, ancak henüz böyle bir çalışma rapor edilmemiştir (Dereli, 2020).

Bu çalışmada, çevre ve ekosistemin mevcut durumu, geleceğe yönelik projeksiyonlar, salgın bu alandaki hizmetler üzerinde meydana getirdiği ve getirebileceği muhtemel olumlu olumsuz etkiler detaylı bir şekilde ele alınmış, konuyla ilgili tespit, öneri ve temenniler sunulmuştur.

Çevre ve Ekosistem Hizmetleri

Birleşmiş Milletler (BM, UN)'e üye 193 ülke, Eylül 2015'teki Genel Kurul'da, Dünya'nın "Sürdürülebilir Kalkınma 2030 gündemi (Gündem 2030)" ile dönüştürülmesi hususunda mutabık kalmışlardır. Gündem 2030; insanlık, gezegenimiz ve refah için bir eylem planıdır. BM'e üye ülkeler, "hiç kimse arkada bırakılmaksızın" fakirliğin her türünü ortadan kaldırmak üzere, dünyanın sürdürülebilir ve muhkem bir istikamette dönüştürülmesi arzu ve kararlılığını göstermişlerdir.

Gündem 2030, 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı ve 2015-2030 döneminde beklenen çıktı ve uygulamalarla ilgili 169 küresel göstergelyi içermektedir. Gündem 2030 uygulama hedef ve göstergeleri, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel unsurlarıyla sağlanabilmesini mümkün kılmak üzere tasarlanmıştır.

20 Haziran 2010 tarihli Birleşmiş Milletler Genel Kurul Kararı'na (64/292) göre tüm insanların su ve atıksu hizmetlerine erişimi temel insani haklardan biridir. Temiz, güvenli, makul fiyatlı, erişilebilir içme suyunun herkese sağlanması gerekmektedir (UN, 2014). Dünya Sağlık Örgütü'nün 2003 yılında yayınladığı "Su Hakkı" raporuna göre, bir insanın suya temel (asgari) düzeyde erişmesi için gerekli miktar 20 L/kişi.gün; orta derecede erişimin sağlanması için gerekli su miktarı 50 L/kişi.gün ve optimum düzeyde erişimi için gerekli miktar ise 100-200 L/kişi.gün'dür (WHO, 2003).

Sürdürülebilir Kalkınma Amacı 6 (SKA-6), herkesin temiz su ve yeterli kanalizasyon hizmetlerine eksiksiz olarak erişiminin sağlanması ile ilgili olup bu konulardaki ilgi ve duyarlılığın küresel politik gündemdeki yerinin canlı tutulmasını gaye edinmektedir. SKA-6 evrensel kabul ve destek gören 6 küresel alt hedefe (SKA 6.1-6.6) ulaşılmasını öngörmektedir (WHO, 2017; Öztürk, 2019).

Dünya Genel Görünümü

BM (UN) Su Birimi, SKA-6 göstergelerinin 2015-2030 dönemi başındaki mevcut durumu ile ilgili bir değerlendirme (sentez) raporu yayınlamıştır (UN Water, 2018). Bu raporda ortaya çıkan dünya görünümü aşağıda özetlenmiştir:

SKA 6.1 Hedefi: Temel ve güvenli düzeylerde yönetilen su temin hizmeti verilen nüfus oranı 2000-2015 döneminde, %81'den %89'a yükselmiştir. Ancak Dünya genelinde hâlâ 844 milyon kişi henüz temel su temin hizmeti alamamakta, 2,1 milyar kişi de istediğinde güvenli (temiz) su temini hizmetlerine erişimden yoksun bulunmaktadır.

SKA 6.2 Hedefi: Temel kanalizasyon ve hijyen hizmetinden yararlanan nüfus oranı da 2000-2015 döneminde %59'dan %68'e yükselmiştir. Ancak dünya genelindeki 2,1 milyar kişi (%70'i kırsal kesimlerde yaşamakta) hâlâ başka hane halkı ile ortak tuvaletleri kullanmaktadır.

Dünya genelinde 4,5 milyar kişi, hâlâ temiz/hijyenik ve bağımsız tuvalet imkanından yoksundur. Orta ve Güney Asya ile Sahraaltı Afrika'nın kırsal kesiminde yaşayan 892 milyon kişi tuvalet ihtiyacını açık arazide gidermektedir. Az gelişmiş ülkelerde yaşayanların %27'si sabunla el yıkama imkânından yoksundur.

SKA 6.3 Hedefi: Yüksek ve orta-yüksek gelirli ülkelerde, evsel atıksuların ~%59'u iyi derecede arıtılmaktadır. Bu ülkelerdeki kanalizasyon şebekesine bağlı nüfusun atıksu akımlarının %76'sı, kanalizasyona bağlı olmayan bağımsız hanelerdeki atıksuların ise %18'i yeterli arıtmadan geçirilmektedir. Atıksu arıtımının orta-yüksek gelirli ülkelerde bile hâlâ tam olarak sağlanamaması su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

SKA 6.4 Hedefi: Suyla üretilen katma değer, küresel ölçekte çok geniş bir aralıkta (2~1000 \$/m³) değişmekte olup ortalaması ~15 \$/m³ olarak tahmin edilmektedir. Katma değeri düşük olmasına rağmen, tarım sektörü su kullanımını dünya ölçeğinde toplam kullanılabilir su potansiyelinin %70'i (ortalama) civarında seyretmekte, kurak iklimli ülkelerdeki oran %90'lara kadar çıkabilmektedir.

SKA 6.5 Hedefi: Bütünleşik nehir havzaları yönetiminin (IWRM) küresel ölçekte, OECD'ye üye ülkelerde uygulanma oranı bile 2015 yılı itibarı ile ~%48 olmakla birlikte, ülkeden ülkeye büyük farklılıklar gözlenmektedir. Önceki yarıyılında dünyadaki doğal sulak alanların %70'i, tatlı su canlıları ile birlikte kaybedilmiştir. BM Küresel İçme Suyu ve Kanalizasyon Hizmetleri 2016/17 Değerlendirme Raporu'nda, değerlendirmeye katılan üye ülkelerin %80'i SKA-6 ile ilgili hedeflere ulaşabilmesi için finansal kaynakların artırılması görüşündedir. Su sektörü resmi geliştirme harcamaları 2011-2016 yılları arasında 7,4 milyar \$'dan 9,0 milyar \$'a çıkmakla birlikte SKA 6 ile ilgili 2030 hedeflerinin yakalanabilmesi için yeterli değildir. Dünya Bankası'na göre SKA hedeflerine 2030 yılına kadar ulaşılabilmesi için gerekli yıllık yatırım ihtiyacı ~114 milyar \$'dır.

İklim değişimi, tatlı su sistemleri ve yönetimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. 1990-2005 yılları arasında doğal afetlerden 1,6 milyon kişinin öldüğü ve toplam 5,5 milyon insanın etkilendiği bilinmektedir. Suya bağlı afetler, doğal afet ölümlerinin %62'sinden, bu tür afetlerden etkilenen nüfusun %96'sından ve maddi kayıpların ise (~2,5 trilyon USD) %75'inden sorumludur (UN, 2018).

Türkiye Genel Görünümü

Türkiye'nin On birinci Kalkınma Planı'nda Kentsel Altyapı için öngörülen 2019-2023 hedeflerine göre;

- İçme suyuna erişen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %100,
- Atıksu kanalizasyonu şebekesiyle hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %95,
- Atıksu arıtma tesisleriyle hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı ise %100'dür.

TÜİK 2018 Çevre İstatistiklerine göre Türkiye'de 2016 yılı itibarı ile;

- İçme suyu şebekesi ile, temiz ve güvenli içme suyu hizmeti verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı %98 (UÇES 2023 hedefi %100),
- Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %90 (UÇES 2023 Hedefi %100)
- Atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %75 (UÇES 2023 Hedefi %100) olarak verilmektedir.

Belediye sınırları dışındaki (İl Özel İdareleri sorumluluk alanında bulunan) kırsal (köy) yerleşmelerdeki güvenli içme suyuna erişim ile kanalizasyon ve foseptik sisteminden yararlanma oranlarının da sırası ile ~%90 ve ~%65 civarında olduğu tahmin edilmektedir (UN, 2018).

Mevcut istatistiki bilgilerle, Türkiye'nin BM SKA 6 2030 yılı hedeflerini OECD ülkeleri ortalamalarına yakın seviyede karşılayabildiği görülmektedir. Türkiye, SKA 6.4 ve 6.5 hedeflerinin karşılanması ile ilgili olarak da; tarımda kullanılan su oranlarının %65'in altına çekilmesi ve Bütünleşik Nehir Havzaları Yönetimi (IWRM) planlama/uygulamaları (25 Havzada Havza Koruma Eylem Planları tamamlanarak uygulamaya geçilmiş, havzaların ~%35'inde ise Nehir Havzası Yönetim Planları hazırlanmıştır) ile OECD üyesi ülke ortalamalarına yaklaşmaktadır. Türkiye her yıl Milli Geliri'nin ~%1,2-1,5'ini düzenli olarak Çevre Koruma Sektörü'ne harcayarak SKA 6.a hedefi için gerekli finansmanı ayırmaktadır (Çiçekalan vd., 2019).

Ekosistem Hizmetleri

Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Bankası (WB) çalışmaları, düşük gelirli kesimin, yakın çevresi ile ekosistemden temin edilen gıdaya daha fazla bağımlı olduğunu ve benzer şekilde geniş bir deniz ve kıyı ekosistemi hizmetlerinden ekonomik fayda sağladığını göstermektedir. Binyıl (Millennium) Ekosistem

Değerlendirme Raporu (UNEP, 2006) tarafından tanımlanan ekosistem hizmetleri kapsamında dört temel bileşen bulunmaktadır; destekleyici, tedarik edici, düzenleyici ve kültürel olarak tanımlanan bu ekosistem türleri Tablo 1 ile özetlenmektedir.

Balıkçılık, ekonomik zenginliğin veya doğal sermayenin kritik bir bileşeni olup iyi yönetildiğinde, ekonomik büyüme ve yoksulluğun azaltılmasında önemli bir rol oynayabilmektedir. Küçük ölçekli balıkçılık faaliyetleri, kıyıda yaşayan düşük gelirli kesime değerli protein ve geçim kaynağı sağlamaktadır.

Tablo 1. Kıyı Sakinlerinin Refahına Katkıda Bulunan Kıyı ve Deniz Ekosistemlerince Sunulan Ekosistem Hizmetleri

<i>Ekosistem Hizmet Türü</i>	<i>Ekosistem Hizmeti</i>	<i>Hizmet Sunan Anahtar Ekosistemler</i>
<i>Destekleyici</i>	<i>Habitat</i>	<i>Mercan kayalıkları, mangrov*, deniz otu</i>
	<i>Sucul yaşam için</i>	<i>Açık okyanus akıntıları</i>
	<i>Hidrolojik döngü</i>	<i>Kıyı ormanları, sulak alanlar, mangrov</i>
	<i>Besin döngüsü</i>	<i>Çeşitli kıyı ekosistemleri</i>
<i>Tedarik</i>	<i>Yapı malzemeleri</i>	<i>Mangrov, mercan kayalıkları</i>
	<i>Yakıt (odun ve odun kömürü)</i>	<i>Mangrov, kıyı ormanları</i>
	<i>Balıkçılık</i>	<i>Bütün deniz habitatları</i>
	<i>Su ürünleri</i>	<i>Kıyı alanları, mangrovlar</i>
	<i>Tarım ürünleri</i>	<i>Kıyı alanları</i>
	<i>Diğer doğal ürünler (örn. bal)</i>	<i>Mangrov, kıyı ormanları</i>
	<i>İstihdam ve gelir</i>	<i>Temel hazırlığı sağlayan sistemler</i>
	<i>Tathsu</i>	<i>Sığ lagün</i>
	<i>Deniz yosunu üretimi</i>	<i>Mercan kayalıkları, plajlar</i>
	<i>Turizm geliri</i>	
<i>Düzenleyici</i>	<i>Erozyondan korunma</i>	<i>Çamurlu kıyı bankları</i>
	<i>Fırtına ve taşkın koruma</i>	<i>Mangrovlar, kıyı bitki örtüsü</i>
	<i>Hava ve su kalitesinin korunması</i>	<i>Mangrov, kıyı ormanları, mercan kayalıkları</i>
	<i>Atık bertarafı</i>	<i>Açık deniz ve gelgit akımları</i>
	<i>İklim düzenlemesi</i>	<i>Çeşitli kıyı ekosistemleri</i>
	<i>Zararlı böcek ve hastalık kontrolü</i>	
<i>Kültürel</i>	<i>Kıyı geçim kaynakları ile ilgili kültürel kimlik</i>	<i>Çeşitli kıyı ekosistemleri</i>
	<i>Eğitim ve araştırma</i>	
	<i>Miras değeri</i>	
	<i>Rekreasyon</i>	

Kaynak: (Braga vd., 2014)

* Mangrov, gelgit sonucu oluşan halicilerde, tuzlu bataklıklarda ve çamurlu kıyılarda sık ormanlar oluşturan bazı ağaç ve çalı türlerine ve oluşturdıkları ormanlara verilen addır.

Doğal kaynaklar (doğal varlık stoku), ekonomik faaliyet ve insan refahının temel bir dayanağıdır. Doğal kaynaklar, fiziksel özelliklerine, bolluklarına, ülkelere veya bölgelere göre farklılık göstermektedir. Bu kaynakların etkin yönetimi ve sürdürülebilir kullanımı, ekonomik büyüme ve çevre kalitesi için son derece önemlidir (OECD, 2014). Doğal kaynaklarla ilgili olarak OECD tarafından ileri sürülen yaklaşımdaki ana konular aşağıda yer almaktadır (OECD, 2014):

- **Yenilenebilir doğal kaynak stoklarının kullanılabilirliği ve kalitesi;** tatlı su kaynakları ve ormanlar,
- **Yenilenemeyen doğal kaynak stoklarının kullanılabilirliği;** özellikle metaller, endüstriyel mineraller ve fosil enerji taşıyıcıları gibi maden kaynakları,
- **Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler;** tür ve habitat çeşitliliği ile arazi ve toprak kaynaklarının verimliliği.

Doğal varlık stoku ile ekonomik faaliyetler (üretim, tüketim ve yatırım) doğru-
dan ilişkilidir. Ülke politikaları ve fırsatlar hem doğal kaynak stokunu hem de ekonomik faaliyetleri etkilemektedir.

Doğal sermaye ve ekosistem varlıklarının birçoğu, ekonomik pazarlarda rahatça ölçülebilir türden değerler (getiriler) değildir. Ancak söz konusu hizmet, doğası gereği yapım zorunluluğu da taşımamaktadır. Dolayısıyla, ekosistem hizmetlerinin ürettiği değerleri açıkça gözlemleyebilmek oldukça güçtür. Ekosistem hizmetlerinin toplam değerini tahmin edebilmek için, 1997 yılında yapılan bir çalışmada mevcut küresel arazi kullanımlarının 17 kategoriye ayrıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Söz konusu sistemdeki birincil ayırım, deniz ve karasal sistemler üzerinedir. Costanza ve diğerleri tarafından 1997 yılında gerçekleştirilen çalışmada 33 trilyon \$ olarak hesaplanan küresel ekosistem hizmetleri değeri, daha sonraki yıllarda elde edilen ve ilk çalışmada eksik olan biyom alan verileri tamamlanarak, yıllar içindeki biyom alanı ve birim fiyatı değişimleri dikkate alınmak suretiyle 125 trilyon \$ olarak güncellenmiştir.

Güncellenen çalışmada, 1997 ve 2011 yılları arasındaki biyom alanı değişikliklerinin ekosistem ekonomik değerini ne ölçüde etkilediği de ortaya konmuştur. Alan kullanımındaki değişiklikten kaynaklanan ekosistem hizmetleri kaybının 4,3-20,2 trilyon \$ olduğu tahmin edilmektedir (Costanza vd, 2014). Ekosistem hizmetleri, dünya üzerinde toplum refahına katkı sağlayan en önemli unsurlardan biridir. Günümüz refah seviyesi, doğal sermayeye gereken ağırlığın verilmesi ile doğru orantılı olarak artar. Küresel ekosistem hizmetlerinin değerinin 2000 yılı itibarıyla dünya genelindeki GSMH'nın yaklaşık 4,5 katı olduğu tahmin edilmektedir (Costanza vd., 2014). Gelecekte, doğal sermaye ve ekosistem tarafından sağlanacak hizmetler daha sınırlı olacağından, değerleri de kaçınılmaz olarak yükselecektir. Öngörülemeyen doğal felaketlerin gerçekleşmesi durumunda ise, bu değerler paha biçilemez hale gelecektir.

Ekosistemlerin; ormansızlaştırma, kentleşme, endüstriyel etkinlikler, yoğun tarım, kültür balıkçılığı ve nehir sistemlerine müdahale gibi beşerî faaliyetler yüzünden zarar görmesi habitat kaybına neden olmaktadır. Biyolojik çe-

şitliliğin korunması gereken alanlar ile insan etkinlikleri arasında sınır görevi yapan tampon bölgeler de zamanla yok oldukça veya değişime uğradıkça, insanlarla ile iç içe geçmemesi gereken türlerle tehlikeli bir yakılaşma gerçekleşebilmektedir. Beşerî unsurlar ve yaban hayatının birleşmeye başladığı bölgelerin tamamı potansiyel birer salgın merkezi haline gelmektedir. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF) tarafından hazırlanan bir raporda; 1970'ten bu yana memeliler, kuşlar, balıklar ve sürüngenlerdeki kaybın %60 gibi oldukça yüksek bir seviyeye ulaştığını ifade edilmiştir (WWF, 2018). Yabani türlerin; alışkın oldukları yaşam koşullarına müdahale edilmesi, insanlar ile diğer türler arasında mikroorganizma alışverişine yol açabilmektedir. Yabani türler için zararlı olmayan bu mikroorganizmalar, öncesinde hiç karşılaşmadıkları yeni bir tür olan insanlarla temas etmeleri sonucunda ölümcül birer patojen niteliği kazanabilirler (Carrington, 2020). Bir yarasa türüyle bağlantılı olan ve primatlar ile insanlarda ölümcül seviyeye ulaşabilen Ebola'nın Sahra Altı Afrika'da yol açtığı yıkım, bölgedeki ormansızlaşmayla ilişkilendirilmektedir.

İklim değişiminin doğadaki canlıları göçe zorladığı bilinmektedir. Canlılar artan sıcaklıklar nedeniyle enlemsel olarak kuzeye, dağlık alanlarda ise dağdaki daha yüksek rakımlara doğru göç etmektedir. Bu göçlerle birlikte patojenler de daha geniş alanlara yayılabilmektedirler. Her canlının aynı hızda göç edememesi nedeniyle patojenlerin yeni konakçılara bulaşması riski de artmakta olup, patojenlerin vektörleri ve konakçıları da yayılmaktadır. Sivrisineklerle birlikte Zika ya da Batı Nil Virüsü gibi hastalıkların daha önce görülmedikleri coğrafyalarda ortaya çıkması bu durumun kanıtıdır. İklim değişimi nedeniyle göç eden türlerin yollarının insanlarla kesişmemesi neredeyse imkânsız olup gelecekte daha fazla patojenin insanlara ulaşması beklenmektedir. Bu bağlamda sadece insan hastalıklarına neden olan patojenlerde değil, bitkilere ve hayvanlara bulaşan hastalık ve zararlılarda da artış beklenmektedir. Bunun da gıda üretiminde azalmaya yol açarak gıda krizini tetiklemesi, bundan öte zararlılarla mücadele için daha fazla kimyasal kullanılacağı için ilave toprak ve su kirliliğine yol açması da söz konusudur.

Günümüzde birçok ekosistem hizmeti mühendislik altyapısı ile ilişkilidir. Sadece su sistemi düşünüldüğünde, temiz su temini, atıksuların toplanması ve arıtımı ile bertarafı, taşkın kontrolü, rekreasyon tesisleri gibi hizmetlerde mühendislik altyapısı kullanılmaktadır. Özellikle kentsel alanlarda daha etkin yaşam ve çalışma ortamının oluşturulması için planlanan seçenekler arasından en ekonomik olanı, kurulmuş (inşa edilmiş/yapay) ve doğal altyapıların bir araya getirilmesidir. Altyapı geliştirmenin ana amacı, geleneksel dış yatırımlardan daha düşük maliyetle olumsuz dışsallıkları en aza indiren doğa ile uyumlu sistemleri tasarlamak, işletmek ve sistemin sürdürülebilirliğini sağlamaktır.

Kentsel Katı Atık Yönetimi

Kentsel Katı Atıklar (KKA'lar) genelde geri dönüştürülebilir/kazanılabilir atıklar (ambalaj atıkları, gazete/dergi kağıtları) ve diğer atıklar (mutfak atıkları vd.) olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Ambalaj atıkları iyi bir toplama organizasyonu ile kolayca geri dönüştürülebilir. Mutfak, bahçe ve pazaryeri

atıkları da kompostlaştırılarak geri dönüştürülebilir. Atık oluşumunu ve bileşenlerini etkileyen en önemli faktörler, yerleşim yerinin coğrafi konumu, sosyo-ekonomik yapısı, enerji kaynakları ve mevsimsel değişimleridir. Bu faktörler aynı zamanda ülkelerin kişi başına düşen milli gelir seviyesi ile de ilgilidir (Twardowska vd., 2004).

KKA içindeki geri dönüştürülebilir bileşenler için günümüzde, belli hedeflerin sağlanmasını öngören yasal mevzuat geliştirilmiştir. Örneğin, ABD Ulusal Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) 2000'li yıllardaki toplam ambalaj atıkları geri dönüşüm oranı hedefi %35 olup bazı eyaletlerde şimdiden %50'lik değerlere ulaşılmıştır (Vesilind vd., 2002). AB ülkelerinde 2013 yılı ambalaj atıkları geri dönüşüm oranı hedefi %60'tır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ambalaj Atıkları Yönetmeliği'nde 2020 yılı için öngörülen geri dönüşüm/geri kazanma hedefi de AB ile uyumlu olarak %60'tır.

Hoorweg ve Bhada-Tata'nın (2012) Dünya Bankası için hazırladığı rapora göre katı atık oluşumunun en fazla OECD ülkelerinde olduğu görülmektedir. Birçok gelişmiş ülkenin aralarında olduğu OECD ülkelerinde ortalama atık oluşum hızı 2,2 kg/kişi-gün civarındadır. 2012 yılı itibarıyla 572 milyon ton atık oluşumu ile OECD ülkeleri Dünya'daki toplam atık oluşumunun %44'ünü oluşturmaktadır. AB genelinde uygulanan katı atık arıtım teknolojilerine bakıldığında, kentsel katı atıkların tamamına yakınının düzenli depolama ile bertaraf edildiği Romanya hariç, katı atıkların takriben %33'erlik oranlarda yakma, kompost ve geri dönüşüm ile düzenli depolama teknolojileri kullanılarak bertaraf edildiği görülmektedir. Almanya ve İsviçre'de 2012 yılı itibarıyla yakma, geri dönüşüm ve kompost teknolojileri uygulanmaksızın doğrudan Düzenli Depolama Tesisleri'ne verilen kentsel atık miktarı sıfırlanmıştır. Belçika, İsveç, Hollanda, Avusturya, Danimarka ve Norveç'te ise doğrudan düzenli depolamaya yönlendirilen kentsel atık miktarı <%5'tir. AB Komisyonunun 7. Çevresel Eylem Planı yol haritasında, AB üyesi ülkelerde doğrudan düzenli depolamaya giden kentsel atık miktarının 2030 yılına kadar tamamen sıfırlanması öngörülmektedir (Kozmiensky, 2014; Öztürk, 2015).

AB Döngüsel Ekonomi değişiklikleri 14 Haziran 2018'de yayımlanmış olup, 20 gün sonra yürürlüğe girmiştir. Buna göre 2035 yılı itibarıyla;

- *Kentsel katı atıkların %65'inin geri dönüştürülmesi,*
- *(Ara Hedefler: 2025'te %55, 2030'da %60)*
- *Kentsel katı atıkların en fazla %10'unun depolanması,*
- *Ambalaj atıklarının %75'inin,*
 - *•Plastik ambalaj atıklarının %55'inin (2025),*
 - *•Ahşap ambalaj atıklarının %75'inin,*
 - *•Demir esaslı metal ambalaj atıklarının %85'inin,*
 - *•Alüminyum ambalaj atıklarının %85'inin,*
 - *•Cam ambalaj atıklarının %85'inin,*
 - *•Kağıt/karton ambalaj atıklarının %85'inin*

geri dönüştürülmesi hedeflenmektedir (Sayman, 2019).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Temmuz 2019'da Sıfır Atık Yönetmeliği'ni yayınlamıştır (ÇŞB, 2019). Bu yönetmeliğin amacı, hammadde ve doğal kaynakların etkin yönetimi ile sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda atık yönetimi süreçlerinde çevre ve insan sağlığının ve tüm kaynakların korunmasını hedefleyen sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına, yaygınlaştırılmasına, geliştirilmesine, izlenmesine, finansmanına, kayıt altına alınarak belgelendirilmesine ilişkin genel ilke ve esasların belirlenmesidir. Yönetmeliğe göre mahalli idareler 3 gruba ayrılmış olup, mahalli idarelerin 31 Aralık 2020'den başlayarak 2022 yılı sonuna kadar Sıfır Atık Yönetim Sistemi'ne geçmeleri öngörülmüştür. Bina ve yerleşkeler ise 4 gruba ayrılmış olup, öncelikle kamu kurum ve kuruluşları için 1 Haziran 2020'den başlayarak tüm bina ve yerleşkelerde 2022 yılı sonuna kadar sıfır atık yönetim sisteminin kurulması zorunlu hale getirilmiştir.

Virüs Salgınının Çevre ve Ekosistem Hizmetlerine Etkileri

Atıksu Toplama Sistemi ve Arıtma Tesisleri

Atıksu, içerisinde birçok patojen mikroorganizma (bakteri ve virüs) barındırması bakımından tarih boyunca birçok hastalığın ve salgının kaynağı olmuştur (Waller, 2013). DSÖ'nün tahminlerine göre içme sularına karışan arıtılmamış veya yetersiz arıtılmış atıksular nedeniyle günümüzde her yıl ~120.000 kişi koleradan hayatını kaybetmektedir (URL-1). SARS-CoV-2 virüsünün evsel atıksulardaki konsantrasyonu q-PCR yöntemi ile ülkemiz dahil birçok ülkede ölçülebilmektedir. Kullanılan bu metot virüsün aktif/canlı hastalık yapabilme kabiliyetine sahip olup olmadığını göstermese de COVID-19 salgınının şehrin hangi bölgelerinde yoğunlaştığını tespitinde kullanılabilirliği düşünülmektedir (URL-2). Örneğin Hollanda'da ilk vakanın klinik olarak tespitinden üç hafta önce SARS-CoV-2'nin izi atıksuda ölçülebilmektedir (Medema vd., 2020). Bu durum atıksu izleme sistemlerinin bir erken uyarı sistemi olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Atıksu bazlı epidemiyoloji olarak bilinen bu yöntemde kişi bazlı değil bir toplumun atıksuyu kolektif bir örnek olarak ele alınır (Eraydın, 2018). Atıksu bir toplumun yaşam biçiminin izlerini taşır. Bu nedenle sadece atıksudaki bazı parametreler izlenerek toplum ile ilgili birçok bilgiye (ör. beslenme alışkanlıkları, bağımlılıkları, ilaç kullanımı) ulaşmak mümkündür. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu birçok ülkede atıksu bazlı epidemiyoloji yasa dışı ilaç ve uyuşturucu bağımlılığının kanalizasyondan izlenmesinde kullanılmaktadır. Gelecekte, atıksu epidemiyolojisinde kullanılan tekniklerin ve analiz yöntemlerinin atıksu toplama ve arıtma sistemlerinin standart izleme bileşenleri arasında olması beklenmektedir (Url-2).

Mevcut bilgiler ışığında SARS-CoV-2'nin atıksudan bulaşma riski oldukça düşük görünmektedir (WHO, 2020). Bunun bir göstergesi de yüksek risk grubu olarak nitelendirilebilecek atıksu kanalizasyon ve arıtma tesislerinde çalışan personelin istatistiksel olarak anlamlı bir seviyede hastalığa yakalanmamış olmasıdır. COVID-19'un bulaşma yolları su damlacıkları, aerosoller ve temastır. Bu bakımdan, atıksu arıtma tesislerinde aerosolların yayıldığı üniteler (ızga-

ralar, pompa istasyonları, giriş yapıları, kum tutucular) bulaşma riskinin yüksek olabileceği yerler olup, bu ünitelerde çalışan personelin mutlaka önlem alması ve kişisel koruyucu ekipman kullanması gerekmektedir. Ayrıca, aktif çamur havuzlarında havalandırma sırasında ortaya çıkabilecek aerosoller ve su damlacıkları virüsler ve diğer patojen mikroorganizmaların bulaşması bakımından risk teşkil etmektedir. Havalandırmanın mekanik olarak yapılması durumunda risk daha da yükselmektedir. Bu bakımdan özellikle kum tutucu ve havalandırma havuzlarının üzerlerinin kapatılması ve oluşan kokulu gazların toplanarak merkezi bir koku giderme ünitesinde arıtılması anılan riski azaltacaktır (Dereli, 2020).

Atıksu arıtma tesisi laboratuvarlarında rutin analiz yapan personelin ve üniversite laboratuvarlarında ham ve/veya arıtılmış atıksu ile deneysel çalışma yapan akademisyen ve öğrencilerin de kişisel koruyucu ekipman kullanması ve el hijyenine dikkat etmesi atıksu kaynaklı bulaşıcı hastalıklardan etkilenilmemesi için oldukça önemlidir. COVID-19 salgınında kanalizasyon hatlarında bakım ve onarım yapan personel de risk altındadır. Özellikle COVID-19 hastalarının tedavi edildiği hastanelerin kanalizasyon bağlantıları risk taşımaktadır. Bu süreçte gerekmedikçe atıksu hatlarında, terfi istasyonlarında bakım yapılması ve kanalizasyon muayene bacalarına personel sokulmaması tavsiye edilmektedir. COVID-19 salgınında kişisel temizlik (hijyen) ve önlem amacıyla kullanılan ıslak mendil ve eldiven tüketimi oldukça artmıştır. Bu malzemelerin tuvalete atılması kanalizasyon hatlarında, atıksu arıtma tesisi pompalarında ve ızgaralarda tıkanmalara sebep olabilir. Bu durum özellikle ABD’de gözlemlenmiş ve atıksu arıtma tesislerinde önemli işletme sorunlarına yol açmıştır.

Atıksularda karşılaşılan virüsler daha çok bağırsak kaynaklı (enterik) zarfsız virüslerdir. Bu tür virüsler Koronavirüslere göre çevresel etkenlere karşı daha dirençlidirler. Konvansiyonel atıksu arıtma tesislerinin birçok kademesinde virüsler belli oranda giderilmektedir. Arıtma tesislerinin virüsleri giderim verimi virüsün türüne, tesisin tasarımına ve işletme koşullarına (ör. çamur yaşı, hidrolik bekleme süresi) göre değişebilmektedir. Literatürde arıtma tesislerinin farklı proseslerinin virüs giderim verimi ile alakalı bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Hollanda’da yapılan bir çalışmada konvansiyonel aktif çamur prosesinin kullanıldığı iki arıtma tesisinde f-bakteriyofaj virüsünün giderimi 1,3- ve 2,1-log olarak ölçülmüştür (Barrios-Hernández vd., 2020). Aktif çamur prosesinde bakteriler yüksek miktarda RNA parçalayan (Ribonükleaz) enzimi salgılamakta olup, SARS-CoV-2 gibi bir RNA virüsünün ikincil arıtmada biyolojik olarak parçalanması kuvvetle muhtemeldir. Hollanda’da yapılan çalışmalarda atıksu arıtma tesislerinin çıkışında SARS-CoV-2 tespit edilememiştir (Dereli, 2020).

Koronavirüsler zarflı yapıları nedeniyle atıksuda bulunan bağırsak kaynaklı zarfsız virüslere (adenovirüs, norovirüs, rotavirüs ve hepatit A) kıyasla çevresel /dış etkilere oldukça hassastırlar. Yüksek ısı, düşük ya da yüksek pH, güneş ışığı ve dezenfektanlar virüsün hızlı bir şekilde ölümüne sebep olmaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinde virüs giderimi sağlayan en önemli proses dezenfeksiyondur. Atıksularda dezenfeksiyon tercihen UV-ışınları veya ozon ile yapılır (Tchobanoglous vd., 2013). Etkili bir bakteri ve virüs giderimi için tesis genelinde toplam 4-log giderim sağlanmalıdır. Literatürde SARS-CoV-2'nin dezenfeksiyonu ile ilgili bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Ancak benzer bir virüs olan SARS-CoV-1 ile ilgili bazı çalışmalar mevcuttur. Wang ve diğ. (2005) SARS-CoV-1 virüsünün 10 ve 20 mg/L klor konsantrasyonunda sırasıyla 10 ve 1 dakika içerisinde tamamen inaktif olduğunu raporlamıştır.

Etkili bir dezenfeksiyon elde edilebilmesi için tesis çıkışında askıda katı madde konsantrasyonunun da düşük olması gerekmektedir. Askıda katı madde virüs ve diğer patojen mikroorganizmaları içerisinde barındırarak dezenfektanların etkilerine karşı korunak sağlamaktadır. Bu nedenle arıtma tesisinin son çökeltim havuzları iyi işletilmeli ve savaklardan kaçan flok miktarı düşük (AKM < 10-20 (maks 30) mg/L) olmalıdır. Atıksu arıtma tesislerinde en sık kullanılan dezenfeksiyon yöntemi UV'dir. Bu proses doğru tasarlanıp işletildiğinde bakteri ve virüsleri yüksek bir verimle inaktive edebilmektedir. UV dozu 44 mJ/cm² olduğunda poliovirüs-1 ve rotavirüsler için 3-log (%99,9) inaktivasyon elde edilebilmektedir (Health Canada, 2019). UV sistemlerinde 40-199 mJ/cm² dozunda adenovirüsler 3-log (%99,9)'a kadar giderilebilmektedir (USEPA, 2006). Türkiye'deki 603 atıksu arıtma tesisinin sadece 53'ünde dezenfeksiyon ünitesi bulunmaktadır. Çıkış suları sulamada kullanılan 221 tesisten sadece 42'sinde dezenfeksiyon ünitesi kuruludur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Tarım ve Orman Bakanlığı araştırmalarına göre söz konusu 42 üniteden sadece 13'ü çalıştırılmaktadır. Ayrıca dezenfeksiyon üniteleri çalışan 4 tesiste ise mikrobiyolojik olarak sulama suyu kriterlerinin sağlanamadığı tespit edilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Ülkemizde atıksuların dezenfeksiyonu konusunda büyük bir eksiklik bulunmaktadır. Bu durum halk sağlığı açısından büyük risk taşımaktadır.

Atıksu arıtma tesislerindeki diğer bir riskli proses de oluşan fazla çamurun işlenmesidir. Aktif çamur prosesi birçok virüsü 2.5-log'a kadar giderebilse de oluşan atık çamur halen yüksek miktarda bakteri ve virüs içerebilir. Arıtma çamurlarının stabilizasyonu amacıyla biyolojik, kimyasal ve termal prosesler kullanılmaktadır. Biyolojik proseslerden termofilik anaerobik çürütme ve kompostlaştırmada uygulanan yüksek sıcaklıklar virüsler dahil birçok patojen mikroorganizmayı inaktif eder. Örneğin, SARS-CoV-1 virüsü 56 °C üzerinde tamamen inaktif olmaktadır. Kireçle stabilizasyon yöntemi sırasında oluşan yüksek pH (>10) da koronavirüsler gibi diğer patojenleri inaktive etmektedir. Çamur kurutma ve yakma prosesleri de termal olarak tüm patojenleri öldürür. Bu bakımdan uygun şekilde stabilize edilmiş arıtma çamurlarının tarımsal kullanımı COVID-19 ve diğer hastalıklar açısından yüksek bir risk taşımamaktadır. COVID-19 bulaşma açısından en riskli prosesler ham çamurun yoğunlaştırılması ve susuzlaştırılması işlemleridir. Bu kapsamda, çamur pompaları, santrifüj, pres filtre ve bant filtre gibi ekipmanların bakım, onarım ve işletiminden sorumlu personelin kişisel koruyucu donanım kullanması ve el hijyenine dikkat etmesi gerekmektedir.

Su Alma Yapıları, Arıtma Tesisleri ve Dağıtım Şebekeleri

Koronavirüsler zarflı yapıları nedeniyle dezenfeksiyona karşı oldukça hassastırlar. Örneğin, SARS-CoV-1, 10 mg/L klor dozu ve 10 dakikalık temas süresinde tamamen inaktive olmaktadır (Wang vd., 2005). Güvenli tarafta kalınması için 30 dakika temas süresi ve 0,5 mg/L serbest bakiye klor konsantrasyonuna ulaşılması tavsiye edilmektedir (WHO, 2020). İçme suyu arıtma tesislerinde kullanılan dezenfektanlar (klor, klor dioksit ve ozon) ve uygulanan dozlar SARS-CoV-2 ve diğer virüsleri gidermek için oldukça yeterlidir. Bu bakımdan, klasik yüzeysel ve su arıtma proseslerinde (filtrasyon + dezenfeksiyon uygulanan) arıtılan içme suyundan COVID-19 bulaşma riski çok düşüktür. Bu bağlamda içme suyu arıtma tesislerinde dezenfeksiyon prosesi suyun mikrobiyolojik güvenliği için vazgeçilmez olup bu süreçte oluşabilecek sorunlara acil müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden dezenfeksiyon için gerekli ünite ve ekipmanlar mutlaka yedekli olmalıdır. Ayrıca tedarik zincirinde yaşanabilecek sorun ve gecikmelere karşı tesiste dezenfeksiyon kimyasallarını belirli bir süre için depolayabilecek imkanların olması gerekmektedir.

Şehir/İçmesuyu Şebekesine verilen suyun mikrobiyolojik güvenliğini uzun süre muhafaza edebilmek için şebekenin her noktasında en az 0,5 mg/L serbest bakiye klor olması DSÖ tarafından tavsiye edilmektedir (WHO, 2020). İçme suyunun mikrobiyal güvenliği için şebekenin her noktasında yeterli serbest klor bulunduğu düzenli olarak kontrol edilmelidir. Arıza/bakım sonrası şebekeye ilk verilen suya da belli süre şok klorlama uygulanmalıdır.

Ahçı Su Ortamları/Kaynakları

Koronavirüsler 25 °C'deki göl sularında 10 günden fazla canlı olarak kalabilmektedir. SARS-CoV-2'nin yüzeysel sulardaki canlılık süresi ile ilgili henüz bilimsel bir çalışma bulunmasa da diğer koronavirüslere benzer olacağı düşünülmektedir. DSÖ'nün yayınladığı rehber dokümana göre SARS-CoV-2 ve diğer koronavirüsler bu zamana kadar içme suyu amaçlı kullanılan yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında tespit edilmemiştir (WHO, 2020). Bu bakımdan risk oldukça düşüktür. Ancak yine de halk sağlığı açısından yüzeysel sularımızın kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini etkileyebilecek üç önemli konu bulunmaktadır:

Bunlardan ilki yüzeysel su kaynaklarımıza yapılan arıtılmamış evsel atıksu deşarjlarıdır. Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre arıtma tesisine bağlı belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %79'dur (TÜİK, 2020). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu alandaki açığı 2023 yılına kadar gidermeyi planlamaktadır, UÇES (2016-2022). Diğer bir husus ise yüzeysel sulara (nehir, göl, baraj) yapılan arıtılmış atıksu deşarjlarıdır. Örneğin, Türkiye'deki 603 atıksu arıtma tesisinden (debi>2000 m³/gün) 50'si çıkış sularını büyük çoğunluğu sulama amaçlı kullanılan baraj göllerine deşarj etmektedir. Söz konusu tesislerin toplam debisi 1,4 milyon m³/gün olup bu değer Türkiye genelinde günlük deşarj edilen atıksu miktarının yaklaşık %8'ine takabil etmektedir. Ayrıca mevcut atıksu arıtma tesislerinin ancak %8,8'inde dezenfeksiyon ünitesi vardır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Son olarak da şiddetli yağışların olduğu anlarda birleşik sistem gibi çalışan atıksu kanal şebekeleri taşkınlarının yüzeysel

sulara verilmesi hususuna değinilmesi gerekmektedir. Özellikle iklim değışiminin de etkisiyle değışen yağış rejimleri sebebiyle, mevcut kanal sistemleri ile merkezi atıksu arıtma tesislerinin kapasitesi, belli sürelerle, yetersiz kalabilmektedir. Bu durumda evsel atıksu ile kontamine olmuş yağmur sularının bir kısmı arıtılmadan yüzeysel sulara deşarj edilmektedir. Aşırı yağışlı havalarda oluşabilecek bu deşarjlar yüzeysel suları mikrobiyolojik olarak kirletmekte ve halk sağlığı açısından risk teşkil etmektedir (Samsunlu, 2020).

Su ve Kanalizasyon İdareleri

COVID-19'a benzer salgınlarda, su ve kanalizasyon idareleri personelinin önemli bir kısmının hastalanabileceğı düşünülerek risk analizleri ve acil eylem planları yapılmalıdır. COVID-19 salgınının oldukça etkili olduğu İtalya (Roma) ve İngiltere (South West Water)'de su ve kanalizasyon idarelerinde %1-9 arası iş gücü kaybı yaşanmıştır (URL-3). Washington (ABD) Su ve Kanalizasyon idaresinin 1200 personelinin sadece 2 kişi hastalanmıştır (URL-3). Çin Şangay ve Hong-Kong şehirlerinde Su ve Kanalizasyon idarelerinin personellerinden hastalanan olmamıştır (URL-3; URL-4). Bu durum alınan önlemlere ve çalışma koşullarına göre değışiklik gösterebilmektedir. Burada sadece hastalanan personel değil, aynı zamanda COVID-19 testi pozitif çıkan bir kişi ile temas eden personelin de 14 gün süreyle kendisini izole etmesi gerektiğı ve bu süre içinde işe gelemeyeceğı dikkate alınmalıdır.

Su ve atıksu arıtma tesisleri haftanın yedi günü yirmi dört saat çalışan sistemlerdir. Gelecekte bu tür salgınlara ile daha iyi mücadele edebilmek için tesislerdeki otomasyon seviyesinin artırılmasında fayda vardır. Bu sayede hem tesisler uzaktan ve kesintisiz olarak işletilebilir hem de personel daha az riske atılmış olur. COVID-19 salgınının en büyük etkilerinden biri de uzaktan çalışmanın sosyal izolasyonun bir gereğı olarak oldukça önem kazanmasıdır. 21. yüzyılın bilgi ve iletişim çağı olduğu düşünülduğünde uzaktan ve esnek çalışma imkanlarının oldukça arttığı bir gerçektir. Birçok özel şirket gibi kamu hizmeti yapan su ve kanalizasyon idarelerinin de kritik olmayan ve uzaktan yürütülebilecek işlerde görevli personelinin (fatura tahsilatı, müşteri hizmetleri ve çağrı merkezleri, vb.) bu hizmetleri uzaktan verebilmelerini sağlayacak altyapıları kurması gerekmektedir. Bu sayede ofislerde fiziki olarak bulunması gereken personel sayısı azaltılarak olası bulaşmaların önüne geçilebilir.

Salgın şartları altında su ve kanalizasyon idarelerinin ekipman ve kimyasal tedarik zincirlerinde aksamalar ve gecikmeler yaşanabilir (URL-3). Özellikle dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için gerekli kimyasalların (klor, klordioksit, parasetik asit, vb.) tesislerde en az iki hafta depolanmasına imkân sağlayacak tankların mevcut olması gerekmektedir. Ayrıca kritik kimyasal ve ekipmanların yerli üreticiler tarafından üretimine ve teminine destek verilmelidir. Bu sayede hem yerli üretim desteklenmiş olur hem de yurt dışından teminde oluşabilecek riskler ve gecikmeler azaltılabilir. Ayrıca personelin ihtiyaç duyacağı kişisel koruyucu donanımın (maske, eldiven, gözlük, yüz kalkanı, önlük, bot, vb.) da tedarikinde yaşanabilecek sıkıntılar düşünülerek bu ekipmanların yeterli sayıda stoklanması gerekmektedir.

Salgın ve benzeri olağanüstü durumlarda halkın içme suyunun temizliği ve güvenliği konusunda doğru ve şeffaf bir şekilde bilgilendirilmesi özellikle sosyal medyadan yayılabilecek yanlış bilgilerin önüne geçilmesi bakımından önemlidir. Bu sebeple su ve kanalizasyon idarelerinin iletişim kanallarını açık tutması ve halka zamanında gerekli bilgilendirmeleri yaparak güven oluşturmaları gerekmektedir.

Birçok bulaşıcı hastalık (tifo, kolera, giardiyazis, dizanteri, hepatit A) atıksu kaynaklı olup yeterli arıtmanın olmadığı durumlarda içme suyu kaynaklarına karışan atıksular yoluyla bulaşmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri çevre ve temiz su kaynakları ile birlikte halk sağlığını da korumaktadır. Bu tesislerin farkında olmasak da hayatımızda çok önemli bir görev üstlendiğinin bilincine varılması ve halkın konu ile ilgili farkındalığının artırılması gerekmektedir. Bu sebeple su ve kanalizasyon idareleri, düzenlenecek eğitim programları, teknik geziler, yazılı ve görsel yayın organları ile sosyal medya kampanyaları ile abonelerini aydınlatmalıdır.

COVID-19 salgını sürecinde abonelerin ve servis sağlayıcıların gelirinde belirgin düşüşler beklenmektedir. Örneğin Brezilya'da su ve kanalizasyon idarelerinin tahsilat/tahakkuk oranı %95'ten %70'e düşmüştür (URL-4). Hindistan'da ise tahsilat tamamen durmuştur (URL-3). İtalya'da 2020 yılında su tüketiminin %5-15 arası azalması ve su-kanalizasyon idarelerinin gelirlerinin %10-30 arasında düşmesi beklenmektedir (URL-4). ABD Su ve Kanalizasyon İdarelerinde salgın dolayısıyla 2020 yılında ~1,6 milyar \$'lık (5-6 \$/kişi.yıl) gelir kaybı yaşanması öngörülmektedir (AWWA, 2020). Türkiye'de de SUKİ gelirlerinde %20-30 oranında azalma olması beklenmektedir.

Ekosistem Hizmetleri

Koronavirüs salgını döneminde, Şubat 2020'den buyana küresel ölçekteki sanayi, turizm ve ulaşım faaliyetlerinde yaşanan çok büyük yavaşlama ve kapasite azalması dolayısıyla, ekosistem üzerindeki kirlilik salını baskısı bütün kıta ve ülkelerde büyük oranda azalmıştır. Doğaya salınan kirletici emisyonlarındaki söz konusu azalma, hava ve sucul ortam kalitesine de yansıyor, özellikle yoğun hava ve su kirliliği ile bilinen çoğu şehir ve nehirlerdeki çevre kalitesinde ciddi boyutlarda iyileşmeler gözlenmiştir. Bu durum uydu görüntüleri (Wuhan), yerel gözlemler (Ergene) ve kalite ölçümleri (İstanbul) ile kanıtlanmıştır. Bu dönemde özellikle sucul ekosistem, yunusları ve kuşlarıyla adeta bayram etmiştir. İnsan eliyle oluşan bozucu etki ve faaliyetler etkin biçimde kontrol edilebildiği taktirde, ekosistemin kendini çok kısa sayılabilecek bir süreçte nasıl restore edebildiği bu vesile ile insanlık aleminin adeta gözlerine sokulmuştur.

Daha önce belirtildiği üzere, yerküredeki ekosistem varlıkları her yıl insanlığa, Dünya ülkeleri toplam milli gelirinin 4-5 katı büyüklüğünde ekonomik değer bahşetmektedir (Constanza vd., 2014). Bu derece büyük ve önemli bir doğal servetin, koruma-kullanma dengesi gözetilerek, korunup sürdürülebilir şekilde sonraki nesillere aktarılabilmesi için tüketim alışkanlıklarının gözden geçirilerek, döngüsel ekonomi konsepti ile hayatın her kademesindeki israfın

en aza indirilmesi gerekmektedir. Ekosistem varlık ve hizmetlerinin, sonraki nesillerin ihtiyaçları da gözetilerek şimdiden korunması, küresel ölçekte bugünkünden çok daha etkin ve samimi bir uluslararası iş birliği ile yardımlaşmayı zorunlu kılmaktadır. Koronavirüs salgını dolayısıyla Dünya genelinde, özellikle zengin ve sanayileşmiş ülkelerce sergilenen içe kapalı ve iş birliğine açık olmayan tutumun salgın sonrası ortadan kalkarak normalleşmesi, tüm aklı selim sahiplerinin samimi beklentisidir.

Kentsel Katı Atık Yönetimi

Koronavirüs salgını sürecinde evsel nitelikli ticari ve endüstriyel atık üretiminde çok büyük azalmaya mukabil, ambalaj (gıda ve giyim) ve tek kullanımlık tıbbi gereç (maske, eldiven, enjektör, tulum, yüz siperliği vb) üretiminde önemli artış yaşanmıştır. Enfekte tıbbi atık olarak yönetilmesi gereken bu tür atıkların (sağlık tesisleri hariç) önemli oranda evsel atıklarla birlikte toplanıp bertarafı söz konusudur. Sağlık tesislerinde oluşan salgınla ilgili ilave enfekte atıklar Belediyeler'in Tıbbi Atık Bertaraf (Sterilizasyon/Yakma) tesisi kapasitelerinin zorlayacak seviyelere ulaşmıştır. Kentsel atıklarla birlikte toplanıp uzaklaştırılan salgın dönemi virüsle kontamine atıklar da bu tür atıkların patojen mikroorganizma yükünün artmasına yol açmıştır.

Türkiye'de kentsel katı atıkların çok yüksek oranda (<%75) Düzenli Depolama yoluyla bertaraf edildiği dikkate alındığında atık toplama ve bertaraf sürecinde görev alan personelin koruyucu/kişisel sağlık (maske, gözlük, siperlik, eldiven vb) tedbirlerini en yüksek duyarlılıkla almaları, salgın öncesinde de risk altındaki bu kesim için daha da önem kazanmıştır. Bu bağlamda Düzenli (Atık) Depolama Tesisleri işletiminde günlük örtü kullanımı ile Düzensiz Depolama Tesislerinin rehabilite edilip kapatılarak Bölgesel Düzenli Depolama tesislerine geçirilmesi sürecinin hızlandırılması kritik derecede aciliyet kazanmıştır.

Salgın sonrası dönemde, Dünya ölçeğinde yaygınlaşan Döngüsel Ekonomi stratejisi doğrultusunda, atık yönetimi sektöründe ambalaj ve biyobozunur atık geri kazanımının daha da hızlandırılarak nihai bertaraf için Düzenli Depolama'ya giden atık miktarının en aza indirilmesi beklenmektedir. Bu kapsamda Türkiye'nin atık geri dönüşüm ve işleme (mekanik, biyolojik arıtma, kompost ve termal bertaraf) kapasitesinin Büyükşehirlerden başlanarak artırılmasına ihtiyaç vardır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yürütülmekte olan 'Sıfır Atık' ve ücretli plastik poşet uygulamaları ile 2023 yılına kadar, Düzenli Depolama Tesislerine giden atık miktarında %35'lik azaltma sağlaması öngörülmektedir (ÇŞB, 2017).

Çevre ve Ekosistem Hizmetlerinde Yeni Normal: Tespit, Öneri ve Temenniler

Önceki bölümlerde belirtilen hususlar çerçevesinde Koronavirüsü (COVID-19) salgını sonrası yeni Normal Dönemi ile ilgili tespit, öneri ve temenniler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- *Koronavirüsü ile ilgili mevcut veri ve bilgiler, q-PCR yöntemiyle virüs RNA'sı tespit edilmekle birlikte, evsel atıksularda canlı veya aktif COVID-19 varlığını göstermemektedir. Bu yüzden COVID-19'un evsel atıksular ve/veya atıksuların karıştığı sular yoluyla bulaştığı ile ilgili kesin bir bilgi bulunmamaktadır (WHO, 2020).*
- *Filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanan mevcut merkezi su arıtma tesislerinde, COVID-19 salgını dolayısıyla ilave bir işleme ihtiyaç bulunmamaktadır. Su arıtma tesislerinde arıtılan sular, su dağıtım şebekesinin her noktasında toplam bakiye klor seviyesi $\geq 0,5$ mg/l olmak üzere son klorlama uygulaması, içme sularının mikrobiyolojik kalitesi ve güvenle içilebilirliği bakımından yeterlidir.*
- *İnsani tüketim, sulama suyu, yüzme ve su sporları için kullanılan veya kullanılması planlanan yüzeysel sulara verilen evsel veya kentsel atıksularda biyolojik atıksu arıtımı sonrası, hastalık yapan (patojen) mikroorganizmaları gidermek üzere, UV veya ozon ile dezenfeksiyon uygulaması gerekmektedir. Büyük kapasiteli (>10000 m³/gün) belediye atıksu arıtma tesislerinden başlanarak, bu alandaki açık ve yetersizliklerin giderilmesi önem taşımaktadır. Bununla birlikte atıksu hizmetleri altyapısı yetersiz ve/veya mevcut olmayan kırsal yerleşimlerdeki sorunların da, suyla bulaşan hastalıkların kontrolü bakımından, ortadan kaldırılması gerekmektedir.*
- *Koronavirüsü salgını, tüm dünyada hastalığın bulaşmasını kontrol için "temizlik, maske, fiziki mesafe" konsepti uygulamasını zorunlu bir hayat tarzı haline getirmiştir. Salgın öncesi bazı sanayileşmiş ülkelerde bile %50'ler seviyesine gerileyen WC sonrası el yıkama alışkanlığının COVID-19 önlemleri sürecinde kazanılan duyarlılıkla, olması gerekli (>95) seviyeye ulaşması beklenmektedir. Bu bağlamda, su, atıksu ve katı atık toplama, dağıtım ve arıtma tesisleri çalışanlarının, sağlık çalışanları gibi, kişisel koruma gereçleri kullanımı ile temizlik (hijyen) kurallarını eksiksiz olarak uygulamaları önem taşımaktadır.*
- *Kent yerleşimleri içinde yer alan, konut ve işyerlerine çok yakın durumdaki merkezi atıksu arıtma tesislerinin giriş yapıları, kum tutucular ve havalandırma ünitelerinden başlanarak üzerleri kapatılıp gerekli koku arıtma sistemleri kurulmak suretiyle atıksulardan çevreye salınan mikro damlacıklarla (aerosoller) patojen mikroorganizma yayılma riskine karşı tedbir alınmalıdır.*
- *Arıtma tesislerinde proses kontrolü, su dağıtım şebekelerinde basınç ve bakiye klor denetimi ile taşkın alarm ve atık toplama araçları filosu yönetimi konuları başta olmak üzere su, atıksu ve katı atık sektöründe büyük veri analizi ve yapay zekâ uygulamalarına dayalı dijital teknolojilerin COVID-19 salgını sonrası yaygınlık kazanması beklenmektedir.*

- Sağlıkta olduğu gibi, Çevre ve Ekosistem hizmetlerinde de kritik ekipman, donanım ve yazılımların temininde yerli ve milli imkanların geliştirilmesine önem verilmeli, uygulamada mevcut direnç ve yaşanan bürokratik engellerin ivedi şekilde kaldırılması sağlanmalıdır.
- Koronavirüs salgını döneminde azalan ulaşım, turizm ve endüstriyel faaliyetler dolayısıyla su, hava ve ekosistem kalite göstergelerinde yaşanan düzelme ve iyileşmeler, bu alanlardaki kirletici emisyonlar etkin biçimde kontrol edilebildiği takdirde; salgın öncesi dönemde dünyanın birçok yerinde gözlenen karamsar tablonun kısa sürede restore edilebileceğini açıkça göstermektedir. Bu durumun başta sera gazı salımları ve plastik kullanımının azaltılması ile BM SKA 6 alanında yaşanan küresel düzeydeki eksiklerin giderilmesi olmak üzere, etkin küresel iş birliği ihtiyacının canlı tutulması ümitlerin arttırması beklenmektedir.
- Salgın döneminde, COVID-19 ile mücadele kapsamında (Türkiye ile çok az ülkenin sergilediği müstesna davranışlar hariç) maalesef gerekli küresel dayanışma ve iş birliği, ortak bir medeni anlayış çerçevesinde sağlanmamıştır. Salgın döneminde gözlenen sıra dışı korumacı ve ayrıştırıcı havanın sonraki dönemlerde süratle dağılarak, insanlığın ve gezegenimizin ortak sorunlarının çözümü ile ilgili küresel iş birliği zemininin yeniden güçlü bir şekilde tesis edilmesi umulmaktadır.
- Dünya genelinde ekolojik bakımdan kritik önemdeki rezerv alanları ile yaban hayatının korunarak sürdürülebilirliğin sağlanması hususunda, gönüllü kuruluşların da iş birliği ile, ortak eylem planları oluşturulması teşvik edilmelidir.
- İklim değişiminin su, halk sağlığı ve gıda güvenliği üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmeye dönük ortak faaliyetlere hız verilmeli; küresel ölçekte etkili eylem planları oluşturularak, ilgili uluslararası kuruluşlarca, uygulamalar denetlenmelidir.

Kaynakça

- AWWA (2020). *The Financial Impact of the COVID-19 Crisis on U.S. Drinking Water Utilities*. American Water Association Works
- Barrios-Hernández, M.L., Pronk, M., Garcia, H., Boersma, A., Brdjanovic, D., van Loosdrecht, M.C.M. and Hooijmans, C.M. (2020). Removal of bacterial and viral indicator organisms in full-scale aerobic granular sludge and conventional activated sludge systems. *Water Research* X 6, 100040.
- Braga B., Chartres, C., Cosgrove, W.J., da Cunha L.V., Gleick, P.H., Kabat, P., Kadi, M.A., Loucks, D.P., Lundqvist, J., Narain, S. & Xia, J. (2014). *Water and the Future of Humanity: Revisiting Water Security*, Calouste Gulbenkian Foundation, Gulbenkian Think Tank on Water and the Future of Humanity, Lisbon: Springer.
- Carrington, Damian, (2020). Coronavirus: 'Nature is sending us a message', says UN environment chief, *The Guardian*. Erişim: https://www.theguardian.com/world/2020/mar/25/coronavirus-nature-is-sending-us-a-message-says-un-environment-chief?CMP=share_btn_tw (ET: 19.04.2020).
- Costanza, R., d'Arge R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital, *Nature*, 387i.

- Costanza R., de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, J. Anderson S., Kubiszewski I., Farber S., Kerry Turner R. (2014). Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change*, 26, 152–158.
- Çiçekalan B., Özgün H., Öztürk, İ. (2019). Türkiye’de ve Dünyada Çevre Koruma Harcamalarının Mukayeseli Değerlendirmesi, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(4), 729 – 741.
- ÇŞB (2017). *Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023*.
- ÇŞB (2019). *Sıfır Atık Yönetmeliği*, Resmi Gazete No: 30829.
- Dereli, R. K. (2020). Koronavirüs Pandemisinin Su-Atıksu Politikalarına Etkisi, (Yayınlanmamış İnceleme Raporu).
- Eraydın, A. (2018). Halk sağlığını izlemek için kanalizasyona bakmak. Erişim: <https://www.dunya-halleri.com/halk-sagligini-izlemek-icin-kanalizasyona-bakmak/> (ET: 16.05.2020)
- Hart, O.E., & Halden, R.U. (2020). Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: feasibility, economy, opportunities and challenges. *Science of the Total Environment* 730, 138875.
- Health Canada (2019). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Enteric Viruses*. Water and Air Quality Vureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Canada, Ottawa, Ontario.
- Holshue, M.L., DeBolt, C., Lindquist, S., Lofy, K.H., Wiesman, J., Bruce, H., Spitters, C., Ericson, K., Wilkerson, S., Tural, A., Diaz, G., Cohn, A., Fox, L.A., Patel, A., Gerber, S.I., Kim, L., Tong, S., Lu, X., Lindstrom, S., Pallansch, M.A., Weldon, W.C., Biggs, H.M., Uyeki, T.M., Pillai, S.K. (2020). First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N. Engl. J. Med.* DOI: 10.1056/NEJMoa200119.
- Kocamemi, B.A., Kurt, H., Hacıoğlu, S., Yaralı, C., Saatci, A.M. and Pakdemirli, B. (2020). First Data-Set on SARS-CoV-2 Detection for Istanbul Wastewaters in Turkey. *medRxiv*, 2020.2005.2003.20089417.
- Kozmiensky, K. T., Thiel, S. (2014). Waste Management (Vol. 4), *Waste-to-Energy*, TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky.
- Jiehao, C., Jing, X., Daojiong, L., Lei, X., Zhenghai, Q., Yuehua, Z., Hua, Z., Xiangshi, W., Yanling, G., Aimei, X., He, T., Hailing, C., Chuning, W., Jingjing, L., Jianshe, W., Mei, Z., Children, N., Women, H., Central, S., Zeng, M. (2020). A case series of children with 2019 novel coronavirus infection: clinical and epidemiological features. *Clin. Infect. Dis.*
- Medema, G., Heijnen, L., Elsinga, G., Italiaander, R. (2020). *Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage*. DOI: 10.1101/2020.03.29.20045880.
- OECD (2014), Green Growth Indicators (2014). *OECD Green Growth Studies*, OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264202030-en.
- Öztürk, İ., (2015). *Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları*, İSTAÇ Teknik Kitaplar Serisi Yayını.
- Öztürk İ. (2019). *Su, İklim Değişimi ve Ortak Geleceğimiz*, Türkiye Su Enstitüsü, (SUEN).
- Samsunlu, A. (2020). İstanbul’da mevcut yağmur suyu kanalizasyon hattı durumu ve sorunlar. *Su ve Çevre Teknolojileri*, 142, 28-38.
- Sayman, R.Ü. (2019). *Döngüsel Ekonomi ve Türkiye*, 2019 Atık Yönetimi Zirvesi, 24-28 Şubat 2019, Antalya.
- Şeker, M., Özer, A., Tosun, Z., Korkut, C. & Doğrul, M. (2020). *COVID-19 Küresel Salgın Değerlendirme Raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 34. Erişim: <http://www.tuba.gov.tr/files/images/2020/kovidraporu/T%C3%9CBA%20Covid-19%20Raporu%206.%20G%C3%BCncelleme.pdf> (ET: 10.06.2020)
- Tang, A., Tong, Z., Wang, H., Dai, Y., Li, K., Liu, J., Wu, W., Yuan, C., Yu, M., Li, P., Yan, J. (2020). Detection of Novel Coronavirus by RT-PCR in Stool Specimen from Asymptomatic Child, China. *Emerg. Infect. Dis.* DOI: 10.3201/eid2606.200301.
- Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2019). *Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi*, Ankara.

- Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2020). COVID-19 Virüsünün Bulaşma Riskinin Kullanılmış Suların Yeniden Kullanılması Perspektifinden Değerlendirilmesi. *Su ve Çevre Teknolojileri*, 142, 56-62.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., & Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. Boston: McGraw-Hill.
- TÜİK, (2020). *Belediye Atıksu İstatistikleri*, Atıksu Arıtma Tesisi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı.
- Twardowska, I., Allen, H.E., Kettrup, A.A.F., Lacy, W.A. (2004). *Solid Waste: Assessment, Monitoring and Remediation*, Elsevier, London, UK.
- UN (2014). Water for Life Decade- Human Right to Water. Erişim: https://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml (ET: 16.05.2020)
- UN (2018). *Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report on Water and Sanitation*, Clean Water and Sanitation.
- UNEP (2006). *Marine And Coastal Ecosystems and Human Well-Being: A Synthesis Report Based on The Findings of The Millennium Ecosystem Assessment*, Nairobi, Kenya: UNEP.
- Uno, Y. (2020). Why does SARS-CoV-2 invade the gastrointestinal epithelium? *Gastroenterology*.
- UN Water (2018). *World Water Development Report- Nature Base Solutions for Water*, Paris, France.
- USEPA (2006). *UV Disinfection Guidance NManual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule*. Federal Register.
- Vesilind, P.A., Worrell, W.A., Reinhart, D.R. (2002). *Solid Waste Engineering*, Brooks/Cole, Pacific Grove, USA.
- Xiao F, Tang M, Zheng X, Liu Y, Li X, Shan H. (2020). Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology* 158(6), 1831-1833.
- Waller, J. (2013). *Mikromun Keşfi: Hastalıklar Hakkında Düşüncelerimizi Değiştiren Yirmi Yıl*. TÜBİTAK, Ankara.
- Wang, X.-W., Li, J.-S., Jin, M., Zhen, B., Kong, Q.-X., Song, N., Xiao, W.-J., Yin, J., Wei, W., Wang, G.-J., Si, B.-y., Guo, B.-Z., Liu, C., Ou, G.-R., Wang, M.-N., Fang, T.-Y., Chao, F.-H. and Li, J.-W. (2005). Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *Journal of Virological Methods* 126(1), 171-177.
- Wang, W., Xu, Y., Gao, R., Lu, R., Han, K., Wu, G. and Tan, W. (2020). Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* 323(18), 1843-1844.
- WHO (2003). The Right to Water. Erişim: https://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/Right_to_Water.pdf (ET: 16.05.2020)
- WHO (2017). *UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-water (GLAAS) 2017 Report: Financing Universal Water, Sanitation and Hygiene under the Sustainable Development Goals*. Geneva. Erişim: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas-report-2017/en (ET: 20.05.2020)
- WHO (2020). *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: Interim Guidance*. World Health Organization.
- Wölfel, R., Corman, V.M., Guggemos, W., Seilmaier, M., Zange, S., Müller, M.A., Niemeyer, D., Jones, T.C., Vollmar, P., Rothe, C., Hoelscher, M., Bleicker, T., Brünink, S., Schneider, J., Ehmann, R., Zwirgmaier, K., Drosten, C., Wendtner, C. (2020). Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature* 1–10. DOI: 10.1038/s41586-020-2196-x
- Wu, Y., Guo, C., Tang, L., Hong, Z., Zhou, J., Dong, X., Yin, H., Xiao, Q., Tang, Y., Qu, X., Kuang, L., Fang, X., Mishra, N., Lu, J., Shan, H., Jiang, G. and Huang, X. (2020). Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology* 5(5), 434-435.
- WWF, (2018). Living Planet Report, der. Grooten, M. ve Almond, R.E.A. WWF, Gland. Erişim: https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2018-10/LPR2018_Full%20Report.pdf (ET: 20.05.2020)

Zhang Y, Chen C, Zhu S, Shu C, Wang D, Song J. (2020a). Isolation of 2019-nCoV from a Stool Specimen of a Laboratory-Confirmed Case of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *China CDC Weekly* 2(8):123-4.

Zhang, N., Gong, Y., Meng, F., Bi, Y., Yang, P., Wang, F., (2020b). Virus shedding patterns in nasopharyngeal and fecal specimens of COVID-19 patients. *Infectious Diseases (except HIV/AIDS)*.

İnternet Kaynakları

IWA. (2020). COVID-19: A Water Professional's Perspective. Erişim: <https://iwa-network.org/learn/COVID-19-a-water-professionals-perspective/> (ET: 20.05.2020)

IWA. (2020). COVID-19: A Utility Leaders' Response. <https://iwa-network.org/learn/a-utility-leaders-response-to-COVID-19/> (ET: 20.05.2020)

IWA. (2020). COVID-19: The Regulators' Response. Erişim: <https://iwa-network.org/learn/COVID-19-a-regulators-response/> (ET: 20.05.2020)

WHO. (2020). Global Health Observatory (GHO). Number of deaths due to cholera Erişim: https://www.who.int/gho/epidemic_diseases/cholera/situation_trends_deaths/en/ (ET: 20.05.2020)