



## Sucul Hayvanlarında ve Su Ürünlerinde SARS-CoV-2 (COVID-19) Varlığı: Derleme

Nihed AJMI Muhammed DUMAN\*

Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa 16059, Türkiye

Geliş Tarihi: 25.01.2022

Kabul Tarihi: 18.05.2022

Basım Tarihi: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Ajmi, N. & Duman, M. (2022). Sucul Hayvanlarında ve Su Ürünlerinde SARS-CoV-2 (COVID-19) Varlığı: Derleme. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 145-155.

How to cite: Ajmi, N. & Duman, M. (2022). Existence of Severe Acute Respiratory Syndrome causing Coronavirus-2 (COVID-19) on Aquatic Animals and Aquatic Products: A Review. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 145-155.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0001-7707-2705>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5368-4819>

\*Sorumlu yazarın:  
Muhammed DUMAN  
Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa  
16059, Türkiye.  
✉: [mduman@uludag.edu.tr](mailto:mduman@uludag.edu.tr)

**Öz:** Tarihte çok sayıda pandemik hastalık ortaya çıkmış ve bu hastalıklar milyonlarca insanda hastalık ya da ölümlere yol açmıştır. Özellikle tarihe damga vuran pandemiler içerisinde kara ölüm (black death) olarak bilinen veba dünya nüfusunun % 17-54'ünün ölümüne yol açması ile kayıtlara geçmiştir. Tarihteki salgınlara benzer olarak 2019 yılında ortaya çıkan ve koronavirüs ailesine ait olan SARS CoV-2 virüsünün salgın oluşturması ve pandemik bir enfeksiyona dönüşmesi ile birlikte 483 milyondan fazla insanda virüs tespit edilmiş ve 6,1 milyondan fazla insanın ölümüne neden olmuştur. Ortaya çıkan bu büyük salgın halen daha etkilerini devam ettirirken başta vizon (*Neovison vison*) olmak üzere köpek, kedi gibi evcil hayvanlarda da pozitif vakalar olduğu bildirilmiştir. Özellikle Danimarka, Hollanda ve Finlandiya gibi ülkelerde COVID-19 pozitif çıkan hayvanlar itilaf edilmektedir. Önceki pandemik salgınlardan farklı olarak COVID-19 pandemisi daha geniş coğrafyalara dağılmış ve çok sayıda hayvan türünü etkilediği bildirilmiştir. SARS-CoV-2'nin ilk olarak yarasalardan insanlara geçtiğine dair raporlar bulunması ile birlikte etken zoonotik olarak kabul edilmiştir ancak yarasalar dışında diğer hayvanlardan insanlara geçişi konusunda tam olarak bir bulaşma yolu gösterilmemiştir. İnsanlar arasında başta solunum yolu ile bulaşma gösteren virüsün hem evcil hayvanlardan hem de tüketilebilir gıdalardan insanlara geçişi konusunda büyük bir risk olmadığı bildirilmektedir. Karasal hayvanlarda çok sayıda rapor olmasına rağmen sucul hayvanlarda veya akuatik çevrede SARS-CoV-2'nin varlığı ve sucul hayvanlarda COVID-19 bulaşı konusunda halen daha belirsizlikler bulunmaktadır. Bu çalışmada SARS-CoV-2'nin akuatik ortamda canlılığı, sucul ekosisteme ve su hayvanlarına geçişi ve dolayısıyla su ya da su ürünleri yoluyla insanlara oluşturacağı riskler derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Akuakültürde koronavirüs, Balıklarda koronavirüs, Su Ürünlerinde nCOVID-19.

## Existence of Severe Acute Respiratory Syndrome causing Coronavirus-2 (COVID-19) on Aquatic Animals and Aquatic Products: A Review

**Abstract:** Many pandemic diseases have emerged in the history and millions of people affected from these diseases. Among the marked pandemics in history, the plague, known as the black death, was recorded to cause the death of 17-54% of the world population. Similar to previous pandemics, as the SARS CoV-2, which emerged in 2019 and belonged to the coronavirus family, caused an epidemic and turned into a pandemic infection, positive cases were detected in more than 483 million people, and more than 6.1 million people died. While this emerging epidemic is still continuing its effects, it has been determined that there are positive cases in pets such as dogs and cats, especially in mink (*Neovison vison*). Especially in Denmark, Netherlands and Finland, positive animals for COVID-19 were accepted. Unlike the pandemic until today, the COVID-19 has spread to broader geographies and affected many animal species. With the reports that the SARS-CoV-2 - was first transmitted from bats to humans, this viral agent has been accepted as zoonotic, but a complete transmission route has not been shown for its transmission from other animals to humans except bats. It is reported that there is no significant risk of transmission of the virus, which is transmitted primarily by the respiratory route, from both pets and edible foods to humans. Although there are many reports in terrestrial animals, studies on the presence of SARS-CoV-2 - in aquatic animals or aquatic environments and COVID-19 transmission in aquatic animals have doubts. Here we reviewed the viability of the SARS-CoV-2 - in the aquatic environment, transmission to the aquatic ecosystem and aquatic animals, and therefore the risks to humans through water or aquatic products.

\*Corresponding author:  
Muhammed DUMAN  
Bursa Uludağ University, Faculty of Veterinary  
Medicine, Department of Fisheries Diseases,  
Bursa 16059, Turkey  
✉: [mduman@uludag.edu.tr](mailto:mduman@uludag.edu.tr)

**Keywords:** Coronavirus in Aquaculture, Coronavirus in Fish, nCOVID-19 in Aquatic products.

## GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19), günümüzde akut solunum yolu sendromuna neden olan ve 1918 yılındaki influenza pandemisinden sonra dünya çapında hızla yayılan en önemli küresel salgın haline gelmiştir (CDC, 2021). Yapılan çalışmalar virüsün enfekte damlacıklar ve aerosoller yoluyla bulaştığını gösterse de, virüsün semptomatik ve asemptomatik enfekte hastaların dışkılarında ve atık sularda bulunması, etkenin fekal-oral yolla bulaşma olasılığına dikkat çekmiştir (Polo vd. 2021).

COVID-19 pozitif insanlarla yakın ilişkili evcil hayvanlar, çevresel kontaminasyon veya insan-hayvan etkileşimleri yoluyla virüse maruz kalmaktadır. Çalışmalar COVID-19'un Çin'in Wuhan kentindeki canlı bir hayvan ve deniz ürünleri pazarından kaynaklandığını göstermesi nedeniyle, gıda olarak kullanılan su hayvanlarının -COVID-19'un bulaş kaynağı olduğu konusunda belirsizlikler mevcuttur (Zhou vd., 2020).

Su ürünleri, özellikle virüsle enfekte olan insanlar tarafından ele alındığında, diğer yüzeyler gibi SARS-CoV-2 ile kontamine olabilmektedir. Bu hayvanlar arasında kemikli balıklar (sazan, yayın balığı, somon, vb.), kabuklular (yengeç, karides vb.), yumuşakçalar (istiridye vb.) ve amfibiler (kurbağa) önemli risk grubu içerisinde yer almaktadır (Bondad-Reantaso vd., 2020). COVID-19 salgını, su hayvanlarını gelir kaynağı olarak kullanan ve/veya ortalama yıllık su ürünleri tüketimi yüksek olan toplumlar için (Grönland, Norveç ve Portekiz gibi) geçim kaynaklarını, gıda güvenliğini ve beslenmeyi direkt etkileyebilmektedir (Bondad-Reantaso vd., 2020).

Virüsün veya genetik materyalinin su hayvanları veya çift kabuklu yumuşakçalarla teması dahil olmak üzere potansiyel çevresel bulaşın yanı sıra gıda niteliğinde olan su ürünlerine insan müdahaleleri de ele alınması gereken önemli konulardır. SARS-CoV-2 su hayvanlarında ve balıkçılık ürünlerinde varlığının ve yaygınlığının tespiti konusunda oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır ve insan sağlığı açısından kontaminasyon riski henüz açıklığa kavuşturulamamıştır (Polo vd., 2021). Bu çalışmamızda 2020 yılı sonrasında dünyayı etkisi altına alan ve dünyada 6,1 milyondan fazla insanın ölümüne neden olan SARS-CoV-2'nin su ürünlerinde varlığı ve insan sağlığına etkileri konusunda Scopus, Web of Science ve PubMed'de taranan son üç yıldaki güncel literatürler olmak üzere ayrıca Koronavirüs hakkında detaylı literatür incelemesi ele alınmıştır.

## SUCUL-GIDA KAYNAKLI VİRÜSLERİN

**Gıda Kaynaklı Akuatik Virüsler:** Diğer tüm canlı organizmalar gibi, balıklar da virüsler tarafından enfekte/kontamine olabilmektedir. Ağırıklık olarak balık

patojenleri olarak tanımlanan bu virüsler arasında rabdovirüsler, birnavirüsler, herpesvirüsler, iridovirüsler, reovirüsler, ortomiksovirüsler ve retrovirüsler bulunur (Bondad-Reantaso vd., 2020). Bu virüsler genellikle kontamine gıdaların tüketimi yoluyla insanlara üç ana yoldan bulaşabilmektedir: (1) Enfekte personellerin gıda ürünleri kontamine etmesiyle, (2) Hayvanların enfekte vücut sıvılarının gıda ürünlerle teması (zoonotik bulaşma), veya ortam havasında bulunan virüs partiküllerinin gıda ürünleri kontamine etmesi (3) Enfekte hayvanlardan elde edilen gıda ürünlerin tüketime sunulmasıdır (zoonotik bulaşma) (Koopmans & Duizer, 2004; Godoy vd. 2021).

Su hayvanları virüslerinin (Tablo 1), birincil replikasyon mekanizmaları ve enfeksiyöz süreçleri, sıcakkanlı omurgalılarıinkiyle benzerlik göstermektedir (Kim & Leong, 1999).

**Tablo 1.** Su hayvanlarının başlıca virüsleri (OIE, 2020; Bondad-Reantaso vd., 2020)

**Table 1.** Main viruses of aquatic animals (OIE, 2020; Bondad-Reantaso vd., 2020)

Kemikli balıklarının virüsleri	Cins
Carp edema virüs (CEV)*	<i>Poxviridae ailesi</i>
Channel catfish virüs (CCV)	<i>Ictalurivirus</i>
Epizootic haematopoietic necrosis virüs (EHNV)	<i>Ranavirus</i>
Grouper iridovirüs (GIV)*	<i>Ranavirus</i>
Infectious pancreatic necrosis virüs (IPNV)	<i>Aquabimavirus</i>
Infectious haematopoietic necrosis virüs (IHNV)	<i>Novirhabdovirus</i>
Infectious salmon anaemia virüs (ISAV)	<i>Isavirus</i>
Infectious spleen and kidney virüs (ISKNV)	<i>Megalocytivirus</i>
Koi herpesvirüs (KHV)	<i>Cyprinivirus</i>
Salmonid alphavirüs (SAV)	<i>Alphavirus</i>
Spring viraemia of carp (SVC)	<i>Sprivirus</i>
Tilapia lake virüs (TiLV)*	<i>Tilapinevirus</i>
Viral nervous necrosis (VNN)*	<i>Betanodavirus</i>
Eklem bacaklı hayvanların virüsleri	
Covert mortality nodavirus (CMNV)*	<i>Nodaviridae ailesi</i>
Decapod iridescent virüs 1 (DIV1)*	<i>Decapodiridovirus</i>
Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virüs (IHHNV)	<i>Pestylidensovirus</i>
Infectious myonecrosis virüs (IMNV)	<i>Totiviridae ailesi</i>
Macrobrachium rosenbergii nodavirus (MrNV)	<i>Nodaviridae ailesi</i>
Taura syndrome virüs (TSV)	<i>Aparavirus</i>
White spot syndrome virüs (WSSV)	<i>Whispovirus</i>
Yellow head virüs (YHV)	<i>Okavirus</i>
Çift kabuklu hayvanların virüsleri	
Ostreid herpesvirüs 1 (OSHV-1)*	<i>Ostreavirus</i>
Abalone herpesvirüs (AbHV)	<i>Aurivirus</i>

Şimdiye kadar, balıkları enfekte eden virüslerin insan sağlığı için risk oluşturmadığı bildirilmiş olsa da bu konuda yeterli sayıda çalışma yapılmamış olması halen daha su ürünleri ya da su hayvanları yoluyla viral enfeksiyonların ve Koronavirüs'ün önemini saklı tutmaktadır (Boylan, 2011).

## CORONAVİRÜS

**Akuatik Hayvanlarda Koronavirüsler:** *Coronaviridae* ailesinin üyeleri evrimsel olarak birbirleri ile yakın ilişki göstermektedirler ve beşeri ve veteriner hekimlikte *Coronaviridae* aile ve üyeleri önemli bir rol olduğu bilinmektedir. *Coronaviridae* ailesi *Nidovirales* takımına aittir ve *Letovirinae*, *Orthocoronavirinae* ve *Pitovirinae* olarak üç alt aileye ayrılır (ICTV, 2021).

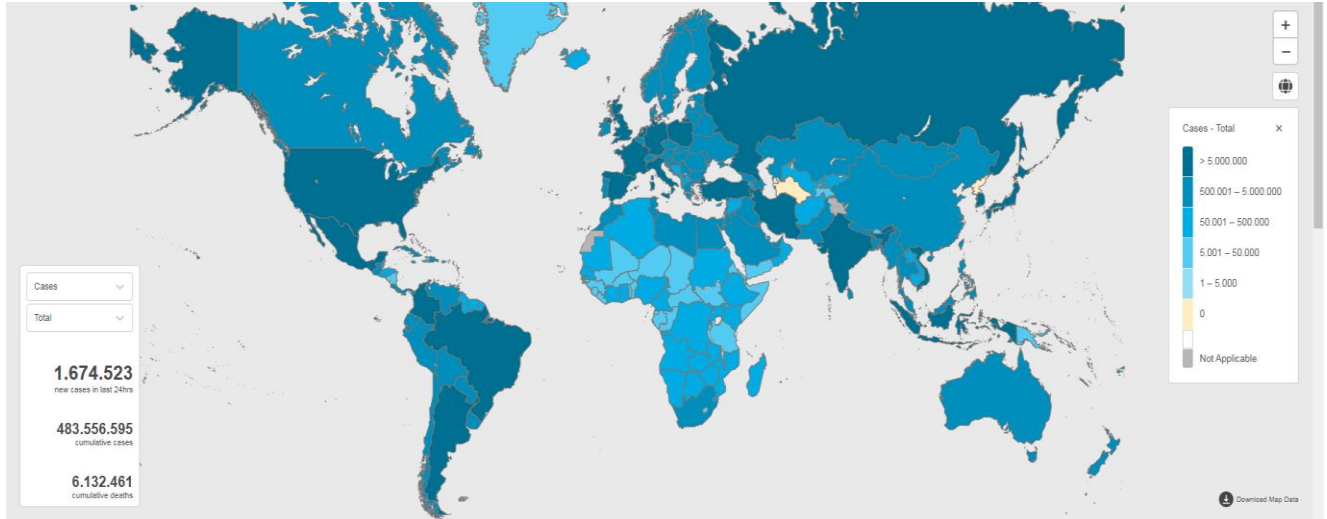
Akuatik hayvanlardan izole edilen koronavirüsler az sayıda rapor edilmiştir ve bunlardan büyük çoğunluğu da fok (*Alphacoronavirus cinsi*), şişeburunlu yunus ve beluga balinası (*Gammacoronavirus cinsi*) gibi deniz memelilerinden bildirilmiştir (Wartecki & Rzymiski, 2020).

*Coronaviridae* ailesi, solunum, gastrointestinal, kardiyovasküler ve nörolojik hastalıklara neden olan önemli beşeri ve veteriner patojenleri de dahil olmak üzere birçok cins ve türü içermektedir. Koronavirüslerin ana özelliği, zarfın yüzeyinden belirgin olarak görünen peklomerlerin taç benzeri (taç=corona) çıkıntılar oluşturmasıdır (Wartecki & Rzymiski, 2020). Koronavirüsler başlangıçta antijenik ilişkilerine ve konak türlerine göre sınıflandırılmış olmasına rağmen son yıllarda çok sayıda koronavirüs izolatları/genomları tanımlanmış ve sınıflandırmalar bu özelliklerine göre revize edilmiştir (Schütze, 2016).

Balık nidovirüslerinin tümü daha önce *Coronaviridae* ailesinde, *Torovirinae* alt ailesinde ve *Bafinivirus* cinsinde yer almaktaydı (Schütze, 2016). 2018 ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses)'nin onayıyla yapılan değişikliklerle birlikte *Torovirinae* ailesinde yer alan balık virüsleri *Tobaniviridae* adlı yeni bir aileye taşınmıştır. Bu nedenle, balık nidovirüsleri artık *Coronaviridae* ve *Tobaniviridae* olmak üzere iki aileye ayrılmıştır (Mordecai ve Hewson, 2019). Deniz habitatlarında bulunan koronavirüsler Mordecai vd. (2020) tarafından incelenmiş ve su hayvanlarında bulunan bu koronavirüslerin hiçbirinin zoonotik karakterde olmadığı bildirilmiştir. Buna ilave olarak insanlarda görülen

*Coronaviridae* ailesindeki virüslerle de akuatik koronavirüslerin yakın ilişkili olmadığı belirlenmiştir (Mordecai & Hewson, 2020)

**Dünya Çapında SARS-CoV-2 (Şiddetli Akut Solunum Sendromu Koronavirüsü Tip 2):** Şiddetli akut solunum yolu sendromu koronavirüsü tip 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu ve son derece bulaşıcı COVID-19, 2019'un sonunda (Khan vd. 2020) Çin'in Wuhan kentinde bulunan Huanan deniz ürünleri pazarından ortaya çıktığı bildirilmiştir (Khan vd., 2020). Mart ayı ortasından itibaren tüm dünyayı etkisi altına almış olan ve *Rhinolophus yunnanensis*'ten izole edilen virüsün bir türü olan SARS-CoV-2'nin, BatCoV RaTG13 ile benzerliğinin %96,2 kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir (Zhou vd., 2020). Bu nedenle, yeni koronavirüsün en olası kaynağı yarasalar olarak tahmin edilmiştir (Zheng vd., 2020). Bu çalışmalara ek olarak, SARS-CoV-2 virüsünün ara konağı halen daha açığa kavuşturulamamış, bazı çalışmalarda pangolin, yılan ve kaplumbağaların olası ara konaklar olabileceği bildirilmiştir (Ji vd. 2020; Liu vd. 2019). Nisan 2021 itibarıyla, virüs 483 milyondan fazla bireye bulaşmış ve global olarak 6,1 milyondan fazla kişinin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Şekil 1) (Jhu & COVID-19 Map, 2020). Hücre giriş reseptörü -anjyotensin dönüştürücü enzim II (ACE2)- hem SARS-CoV hem de 2019-nCoV tarafından kullanılmaktadır. Bu da, SARS-CoV-2'nin SARS-CoV ile aynı konak aralığına sahip olabileceğini göstermiştir (Zhou vd., 2020).



Şekil 1. COVID-19 vaka yayılımı (Dünya Sağlık Örgütü, WHO)

Figure 1. Outbreak of COVID-19 in the World (World Health Organization, WHO)

**Türkiye'de SARS-CoV-2:** Türkiye'de ilk kayıtlı vaka 11 Mart 2020'de, ilk ölüm ise 15 Mart'ta bildirilmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). Bugün itibarı ile Türkiye'de toplam COVID-19 vaka sayısı 15 milyona yaklaşmış, toplam ölüm sayısı ise 97.000 olarak bildirilmiştir. Geçen bir yılı aşkın sürede günlük test sayısı günlük 300 binin

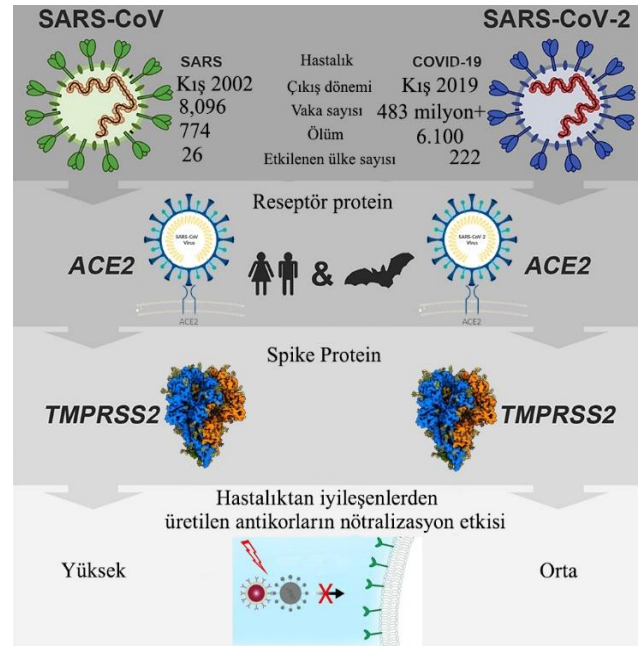
üzerinde olmuş, aşılama çalışmalarının da başlamasıyla nüfusun %84'ü aşılanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı 2021).

**SARS-CoV-2'nin Bulaşma Yolları:** SARS-CoV-2'nin ara konak olarak hayvanlarla teması sonucunda insanlara geçişinde şüpheler bulunmaktadır (Day vd. 2020). SARS-CoV-2'nin neden olduğu ilk akut pnömoni

hastasının kümes hayvanları, yarasalar, yılanlar, kurbağalar, kirpiller, marmotlar ve diğer egzotik canlı hayvanların da satıldığı Çin'in Wuhan Kentindeki Huanan Deniz Ürünleri Toptan Satış Pazarı ile bağlantılı olduğu rapor edilmiştir (Godoy vd., 2021). Salgın bir pandemiye dönüştükçe, insanlar arasında direkt temas yoluyla yayılım virüsün ana bulaşma yolu haline gelmiştir (Liu vd., 2019). Daha sonra ithal dondurulmuş gıdalar ve bunların ambalaj malzemeleri üzerinden izole edilen SARS-CoV-2'nin, Çin'in Pekin kentinde yeniden ortaya çıkan iki COVID-19 hastası ile bağlantısının tespit edilmesiyle (Liu vd., 2019), kontamine soğuk zincirli gıda kaynaklarının ülkeler ve bölgeler arasında SARS-CoV-2 bulaşma riski doğurabileceği varsayılmıştır (Han vd. 2021). Bununla birlikte, SARS-CoV-2 enfeksiyonu ve gıda tüketimi arasında doğrudan bir bağlantı kurulmamıştır (Desai & Aronoff, 2020).

**SARS-CoV-2'nin Zoonotik Önemi:** Virüsün zoonotik öneminde, hedef doku ve organ hücrelerinde virüs reseptörlerinin varlığı, viral enfeksiyonunun konak aralığını, doku tropizmini ve virüsün patogenezi belirlemektedir. SARS-CoV-2, "S" glikoprotein, virüsünün hücre reseptörü ACE2'ye bağlanması yoluyla konak hücrelere girmekte (Hoffmann vd., 2020), ardından transmembran serine proteaz 2 (TMPRSS2) (Matsuyama vd., 2010) tarafından S proteininin bölünmesi, füzyon peptidi serbest bırakılması ve konak hücre girişine izin verilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 2) (Millet & Whittaker, 2015). ACE2'nin S proteini ile etkileşimine aracılık eden bu viral giriş, SARS-CoV-2'nin türler arası iletiminin en önemli sınırlayıcı faktörü olmaktadır (Zhao vd., 2020). Damas vd. (2020), in-siliko analizini kullanarak, SARS-CoV-2 S proteinine bağlanma eğilimleri için memeliler, kuşlar, balıklar, sürüngenler ve amfibiler de dahil olmak üzere 410 omurgalı türden ACE2 dizilerini incelemiş ve sadece memelilerin orta ile çok yüksek kategorilere karşılık gelen bağlama derecelerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu analiz, kuşların, balıkların, sürüngenlerin ve amfibilerin ACE2 proteinlerinin SARS-CoV-2 S proteinini bağlama olasılığının olmadığını öngörmüş ve bu da memeliler dışındaki omurgalı sınıfların SARS-CoV-2 için bir ara konakçı veya rezervuar olma olasılığının olmadığını göstermiştir. Yapılan çalışmalarda hayvanlarda bulunan ACE2 reseptör proteinlerinin varlığına göre SARS-CoV-2 için beş bağlanma kategorisi tanımlanmış ve bu beş kategoriden de SARS-CoV-2'nin bağlanmasında hayvanlarda en riskli gurubun catarrhine primatları olduğu bildirilmiştir (Damas vd., 2020). Koronavirüs pandemisinin öncesinde şişeburun yunuslarda *Gammacoronavirüs* varlığı tespit edilmiş, bunun da memeli koronavirüsleri ile ayrı bir tür olduğu bildirilmiştir (Woo vd., 2014). Dahası, Boni vd. (2020) tarafından yapılan analiz, SARS-CoV-2 ile ilgili virüslerin

*Rhinolophus* spp. yarasalarında uzun süredir çok sayıda rekombinasyon ile virüsün yayıldığını göstermiştir (Godoy vd., 2021).



**Şekil 2.** SARS-CoV ve SARS-CoV-2'nin konakçı hücre girişi (Hoffmann vd., 2020).

**Figure 2.** The entrance of SARS-CoV and SARS-CoV-2 to the host cell (Hoffmann vd., 2020).

Koronavirüsler memelilerde, kuşlarda ve su hayvanlarında da bildirilmektedir (Li vd., 2020; Mordecai & Hewson, 2020). SARS-CoV-2, geniş bir memeli konak aralığına sahip zoonotik bir virüs olarak rapor edilmiştir (Mahdy vd. 2020; Tiwari vd., 2020). OIE (2020), SARS-CoV-2'yi geliştirmekte olan bir patojen olarak kabul eder ve bu nedenle üye ülkelerin, ülkelerindeki hayvanlarda doğrulanmış enfeksiyonları OIE'ye bildirmelerini istemektedir. Tablo 2'de listendiği gibi, hayvanlardan bazıları COVID-19 pandemisi sona erdiğinde rezervuar görevi görebileceği (Santini & Edwards, 2020) ve bu nedenle veteriner halk sağlığı riskleri devam edebileceği rapor edilmiştir (Mahdy vd., 2020). SARS-CoV-2'nin tür spesifitesinin genişlediği ve çiftlik vizonlarında, evcil kedilerde, köpeklerde ve evcil kaplanlarda, pumalarda ve aslanlarda ters zoonoz sergilediği bildirilmiştir (Mahdy vd., 2020; Sharun vd. 2021). Vizonlar birçok ülkede ticari amaçla yetiştirildikleri için ayrıca bir endişe kaynağı olmaktadır. Vizonların SARS-CoV-2'ye karşı oldukça hassas olduğu ve enfekte insanlarla temas sonucu vizonların kolayca enfekte olduğu belirlenmiştir (Anderson vd., 2021; OIE, 2020; Oreshkova vd., 2020; Santini & Edwards, 2020) ayrıca vizonlarda tür içi bulaşım kolaylıkla olduğu bildirilmiştir (Godoy vd., 2021; Sharun vd., 2021). Dahası, SARS-CoV-2'nin vizona özgü bir varyantı, Danimarka ve Hollanda'da rapor edilmiş olup, vizon yetiştirme çiftliklerinde SARS-CoV-2'nin vizondan insana

bulaştığına dair kanıtlar bulunmaktadır (ters antropoz) (Munnink vd., 2021; Sharun vd., 2021), fakat hayvanlardan insanlara yayılma riskinin genellikle düşük olduğu kabul edilmektedir. Çiftlik vizonlarındaki SARS-CoV-2 enfeksiyonu ABD, Hollanda, İsveç, İtalya, Danimarka, Fransa, Kanada, Yunanistan, Litvanya, İspanya (Sharun vd., 2021) ve Polonya'da (OIE, 2020) rapor edilmiş ve virüsün vizonlara tek bulaş kaynağının insan olduğu ortaya konmuştur. COVID-19 pandemisi sona erdiğinde vizonların rezervuar görevi görebileceği ihtimaliyle SARS-CoV-2'nin vizon popülasyonunda enzootik hale gelme olasılığı veya SARS-CoV-2 pandemisini panzootik hale dönüşme riskini ortadan kaldırmak için hastalıktan etkilenen vizon çiftliklerindeki önemli kontrol önlemleri alınmaya çalışıldığı bildirilmiştir (Oreshkova vd., 2020).

Su hayvanları soğukkanlı canlılardır (poikilotermik) ve genellikle 37°C'nin altındaki su sıcaklıklarında yaşar ve çoğalabilmektedirler. Su hayvanları genellikle suda yaşamaları ve soğukkanlı olmaları sebebiyle memeli ve kuş virüslerine karşı doğal olarak dirençli olma eğilimindedirler. Bununla birlikte, FAO raporunda "SARS-CoV-2'nin, tüketilebilir su hayvanlarını (balık, kabuklular, yumuşakçalar, amfibiler) enfekte edebileceğine dair bir bildirim yapılmamıştır (El Masry vd., 2020). Bu hayvanların COVID-19'un insanlara yayılmasında epidemiyolojik bir rol oynamadığı sonucuna varılmıştır (Bondad-Reantaso vd., 2020). V'kovski vd. (2020), SARS-CoV-2 ve SARS-CoV'un replikasyon kinetiğini sırasıyla insan üst ve alt solunum yollarının ortam sıcaklıklarını taklit ederek 33°C ve 37°C'de araştırmış ve yaptığı çalışmada her iki virüsün de 37°C'de benzer titrelerde replike olurken, SARS-CoV-2, SARS-CoV'un aksine, 33°C'de daha güçlü bir şekilde replike olduğunu (37°C'den 10 kat daha yüksek) ve SARS-CoV-2 enfekte hücrelerinin fraksiyonu SARS-CoV'a kıyasla 33°C'de önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir (V'kovski vd., 2020). SARS-CoV-2'nin 33°C'de gelişmiş replikasyonu, SARS-CoV'a kıyasla üst solunum yollarında artan replikasyonunu ve artan bulaşma oranını desteklemektedir. Bununla birlikte, SARS-CoV-2 veya yakın ilişkili virüslerin in vitro replikasyonunun minimum sıcaklığı hakkında henüz ayrıntılı bir rapor bulunmamaktadır. Bunlara ilave olarak da hastalık kontrol ve önleme merkezi (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) tarafından 2019 yılında yayınlanan raporda SARS CoV-2'nin insanlara yayılımında hayvanların önemli bir rol oynamayacağı özellikle belirtilmiş ancak bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gerekliliği de vurgulanmıştır (CDC, 2021). Bu veriler, dünyanın en sıcak bölgeleri dışında, ektotermik su hayvanlarında SARS-CoV-2 replikasyonunun ol(a)mayacağı konusunda güçlü bir destek olmaktadır.

**Tablo 2.**Farklı hayvanların SARS-CoV-2 enfeksiyonuna duyarlılığı<sup>a</sup>

**Table 2.** Susceptibility of other animals except for aquatic species to SARS-CoV-2<sup>a</sup>

Duyarlı hayvanlar <sup>b</sup>	Duyarlı hayvanlar <sup>b</sup>
	Yaprak Burunlu Yarasa ( <i>Rhinolophus sinicus</i> ); Maskeli misk kedisi ( <i>Paguma larvata</i> ); Meyve Yarasa ( <i>Rousettus aegyptiacus</i> ); Yerli kedi; Çiftlik vizon; Gelicik; Altın Suriye hamsteri ( <i>Mesocricetus auratus</i> ); Rakun; Sincap; Tavşan; Koyun; Sığır; At; Pangolin Makaklar ( <i>Macaca fascicularis</i> ve <i>Macaca mulatta</i> ); Evcil kaplan ve Aslanlar <sup>c</sup> ; Maymun
Diskordans duyarlılığa sahip hayvanlar	Köpek; Domuz
Duyarlı hayvanlar	olmayan Köpek; Kümes Hayvanları (tavuk, ördek, hindi, kaz, güvercin); Fare; Rat; Rakun; Kirpi; Kobay; Fil; Kanguru faresi; Mirket; Sucul hayvanları (balıklar, çift kabuklular, yumuşakçalar, amfibiler) <sup>d</sup>

a: COVID-19 pandemisi sona erdiğinde rezervuar olarak veya SARS-CoV-2 enfeksiyonları için hayvan modellerinde kullanılabilecek risk altındaki hayvanlar (Godoy vd., 2021); b: SARS-CoV-2'nin varlığı henüz ortaya konmamış ancak risk altındaki hayvanlar (Chen vd., 2020a; Chen vd., 2020b; Godoy vd., 2021; Santini & Edwards, 2020; Shi vd., 2020; Wan vd. 2020; Wang vd. 2020a; Zhou vd., 2020); c: ACE2 ve giriş aktivatör TMPRSS2 bulunmayan veya ACE2 reseptörü SARS-CoV-2 tarafından kullanılmayan veya ACE2 reseptör benzerliği insanla aynıyle düşük olan hayvanlar (≤61%) (Chen vd. 2020c, d; Wan vd., 2020); e: Deneysel enfeksiyonlarda aynı türler arasında bulaşma gösterir (Anderson vd., 2021; OIE, 2020; Shi vd., 2020).

### SARS-CoV-2'nin Farklı Ortamlarda Hayatta

**Kalabilmesi:** Bir virüsün stabilitesi ve canlılığını koruması ortamın sıcaklık, pH, bağıl nem ve virüsün özellikleri (zarfsız veya zarflı parçacık) gibi faktörlere bağlı olmaktadır (Liu vd., 2019). Kampf vd. (2020) cansız yüzeylerde koronavirüslerin (zarflı virüsler) kalıcılığı ve kimyasal dezenfeksiyon ile inaktivasyonu hakkındaki bir değerlendirme yapmış ve SARS-CoV, MERS-CoV ve HCoV gibi insan koronavirüslerinin yüzeylerde 9 güne kadar aktif olarak kalabildiklerini bildirmişlerdir. Fakat SARS-CoV-2'nin %62-71 etanol içerisinde 1 dakikada, %0,5 hidrojen peroksit veya %0,1 sodyum hipoklorit ile 1 dakikadan daha kısa sürede inaktive edilebildiği belirlenmiştir (Kampf vd., 2020). Taylor vd. (2020), SARS-CoV-2 ve SARS-CoV'un aerosollerde ve 21-23°C sıcaklık ve % 40 bağıl nem içeren çeşitli yüzeylerde (paslanmaz çelik, bakır ve karton) stabilitesini inceledikleri çalışmalarında; her iki virüsün de aerosollerde en az 3 saat, plastik ve paslanmaz çelik yüzeylerde 72 saat aktif olarak kaldığını bildirmişlerdir. Karton yüzeyde 24 saat sonra SARS-CoV-2'nin, 8 saat sonra da SARS-CoV'un aktivitesini sürdürmediği tespit edilmiştir (van Doremalen vd., 2020).

**Atk Sularda SARS-CoV-2 Varlığı:** SARS-CoV'un dışkı, idrar ve sudaki stabilitesi ve virüsün atık sudaki kimyasal inaktivasyonun incelendiği çalışmalarda hastane, evsel kanalizasyon suları veya musluk suyunda iki gün (yedi gün boyunca viral RNA), dışkıda üç gün, fosfat buffer tuzlarında (PBS) 14 gün, ve 20°C'de idrarda 17 gün virüsün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Godoy vd., 2021; Wang vd., 2005) SARS-CoV-2'nin 4°C'deki atık su örneklerinde 14 gün, dışkı ve idrar örneklerinde ise 17 gün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Wang vd., 2005).

SARS-CoV-2'nin sindirim sistemi ile bulaşı konusunda henüz ayrıntılı bir rapor bulunmamaktadır. SARS-CoV'un atık sulara varlığına ilişkin önemli çalışmalar bildirilmekle birlikte (Kocamemi vd., 2020) atık sulara virüsün ne kadar süre enfektif kalacağı konusunda çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Wartecki & Rzymiski, 2020). Wartecki ve Rzymiski (2020), su ortamlarında ve atık sulara koronavirüslerin canlılık potansiyellerini araştırdıkları çalışmalarında dört temel durum üzerinde durmuşlardır:

(1) Su sıcaklığı yükseldikçe virüsün hayatta kalma süresi azalmaktadır; (2) Dezenfeksiyon amacıyla Ultraviyole sistemlerinin kullanılması (UV-B) SARS-CoV-2'nin parçalanmasına yol açmaktadır; (3) Su ve atık sulara organik madde seviyesi – askıda katı madde miktarı virüs parçacıklarının adsorpsiyonlarını arttırarak virüsün canlılığını sürdürmesine yardımcı olabilirken, bu sulara bulunan antagonistik mikroorganizmaların varlığı virüsü inaktif hale getirebilmektedir; (4) Atık sulara bulunan diğer canlılar (balık, çift kabuklu, yumuşakça) ve/veya protozoalar da virüsün canlılığının devamına katkı sağlayabilmektedir (Feichtmayer vd. 2017).

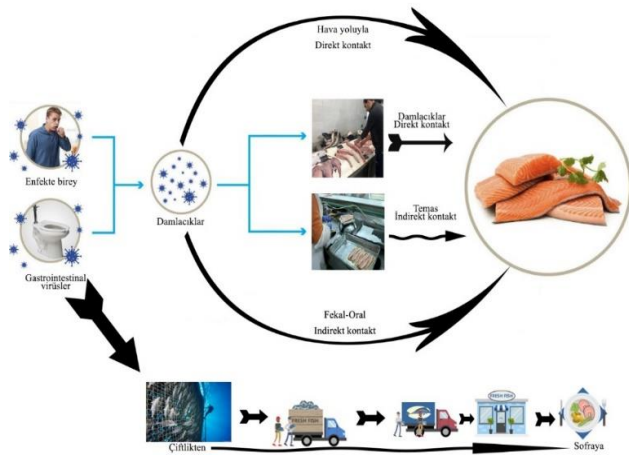
**SARS-CoV-2'nin Soğuk Hava Koşullarında Canlılığı:** Balıklarda yapılan soğuk depolama uygulamalarında SARS-CoV-2'nin canlılığı incelenmiş ve virüsün 4°C depolanan somon balığı dokularında 8 gün, 25°C'de depolananlarda ise 2 gün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Dai vd., 2021). Fisher vd. (2020), üç farklı sıcaklıkta (4°C, -20°C ve -80°C) 21 gün boyunca depolanan somon, tavuk ve domuz etlerinde kültüre edilmiş SARS-CoV-2'nin (6.00 log<sub>10</sub> DKID<sub>50</sub>/ml) dokulardaki stabilitesini incelemiş, virüs titresinin hem buzdolabı koşullarında (4°C) hem de dondurulmuş (-20°C ve -80°C) örneklerde değişmediğini bildirmişlerdir (Fisher vd., 2020). Bu iki çalışma, SARS-CoV-2'nin uluslararası deniz ürünleri ticaretiyle ilişkili nakliye ve depolama koşullarında canlılığını sürdürebileceğini göstermiş (Dai vd., 2021; Fisher vd., 2020) ayrıca kontamine soğuk zincir gıdaların Pekin'de SARS-CoV-2'nin yeniden ortaya çıkışı konusunda spekülasyonlarını desteklemiştir (Godoy vd., 2021; Pang vd., 2020).

**SARS-CoV-2'nin Su Ürünleri Aracılığıyla Bulaşması:** Su ürünlerinin çiftlikten sofraya kadar SARS-CoV-2 ile olası kontaminasyonu şekil 3'de gösterilmiştir (Bondad-Reantaso vd., 2020; V. Doremalen vd., 2020). Taze ve dondurulmuş sucul hayvansal gıdalar, SARS-CoV-2 ile enfekte sular veya kontamine atık sularla daha yakın ilişki içerisinde olması ve içeriklerinde yüksek oranda su bulundurmaları nedeniyle bu ürünlerin küresel ticareti, virüsün hayatta kalması ve uzun mesafelere taşınması için elverişli bir ortam oluşturmaktadır (Bondad-Reantaso vd., 2020; N. van Doremalen vd., 2020). Global Aquaculture Alliance (“GAA's COVID-19 Blog: CBs

May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis”), su ürünleri alanındaki çalışanlarını ve tüketici toplulukları bu risklerden korumak adına deniz ürünleri işleme tesisleri için bir rehberlik belgesi hazırlamıştır (“GAA's COVID-19 Blog: CBs May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis”). İlk COVID-19 vakası Wuhan kentindeki Huanan deniz ürünleri toptan satış pazarını ziyaret eden kişilerde olmasına rağmen, Çin hayvan pazarındaki deniz ürünleri ve balıkların salgınla ilişkili olduğuna dair henüz bir bulgu bildirilmemiştir (Godoy vd., 2021). Çin'in başkenti Pekin'de COVID-19 vakalarının yakın zamanda yeniden ortaya çıkışında, büyük ölçekli Xinfadi Pazarının bağlantısı bildirilmiştir (Pang vd., 2020). Pekin'de yeniden salgının ortaya çıkışı sonrasında SARS-CoV-2 testi pozitif çıkan ilk 53 kişiden 48'inin bu pazarda çalışmış ve üçünün ise deniz ürünleri pazarından alışveriş yaptığı belirlenmiştir (Wang & Yu, 2020b). Yine aynı deniz ürünleri pazarında SARS-CoV-2 varlığı yönünden test edilen çevresel numuneler arasında, ithal edilen somon balıklarının işlenmesi için kullanılan kesme tahtalarından alınan numunelerde SARS-CoV-2 tespit edilmiştir (Caiyu, 2020; Caiyu & Hui, 2020; Wang & Yu, 2020b). Xinfadi Market satış reyonundaki 14 stant üzerinde yapılan araştırmada, virüs kaynağı olarak S14 numaralı standın kontaminasyon kaynağı olabileceği belirlenmiş ve somon balığı, bu stantta satılan tek ithal ürün olarak bildirilmiştir (Pang vd., 2020). Bu vaka sonrasında Xinfadi Pazarı'ndaki soğuk hava deposunda bulunan orijinal mühürlü paketlenmiş tüm somonların (toplamda 3582) incelemesi yapılmış, altı numunenin SARS-CoV-2 RNA için pozitif olduğu ve bu balıklardan beşinin ise 30 Mayıs 2020'de 14'üncü stantlara somon tedarik eden şirketten temin edildiği belirlenmiştir (Pang vd., 2020). Yapılan bu çalışmalar sonucunda somon balıklarından izole edilen virüsün genom dizilimi bu suşların Avrupa SARS-CoV-2 virüs suşu olduğunu ortaya çıkartmıştır (Pang vd., 2020). İthal somon işlemek için kullanılan doğrama tahtalarında SARS-CoV-2 tespit edildikten sonra (Caiyu, 2020; Caiyu & Hui, 2020; Wang & Yu, 2020b), Çin SARS-CoV-2 RNA varlığı yönünden tüm dondurulmuş gıda ithal ürünlerini test etmeye başlamış ve sevkiyattan alınan altı numunenin dış ambalajında virüs ya da viral RNA tespit edilmiştir. Bu belirlemeler sonrasında Ekvator bölgesinden satış yapan üç üreticiden karides ithalatı askıya alınmıştır (Korban & Welling, 2020). Ekvatorda yapılan karides ambalajında ayrıca bir SARS-CoV-2'ye ilişkin RNA tespit vakası Çin'in yapmış olduğu bu kısıtlamalardan bir hafta sonra bildirilmiştir (Korban & Sapin, 2020).

Gıdalarla birlikte ne kadar çok virüs tüketilirse, viral hastalığın ortaya çıkışı o kadar artmaktadır (Todd vd. 2008; Tokur ve Korkmaz, 2021). Gıda kaynaklı virüs enfeksiyonları, genellikle ishalleri dışkı veya vomitte (ml ya da g'da 10<sup>5</sup> ila >10<sup>12</sup> enfeksiyöz partikül) büyük

miktarlarda virüs partiküllerinin atılımına neden olmakta ve kontamine olmuş gıdanın tüketilmesiyle kolayca enfeksiyona yol açabildiği bildirilmektedir (Todd vd., 2008). Virüsler canlı olmayan hücrelerde çoğalmadığından, sindirim sistemi yoluyla aktarılan bulaşıcı SARS-CoV-2 miktarının hastalık oluşturması için oral tüketimde bulaşmaya yetecek kadar çok sayıda virüs içermesi gerekmektedir. Bu durum yalnızca su ürünleri ile ilgili değil tüm gıda ürünlerinde bildirilmektedir. Su ürünleri tüketimi dünyanın birçok ülkesinde farklı pişirme yöntemleri kullanılarak olmaktadır. Diğer gıda ürünlerine göre pişirilerek tüketimi daha çok olan su ürünleri ise yine tüm gıdalar arasında sindirim sistemi yoluyla SARS-CoV-2'nin insanlara bulaşmasında en düşük risk içeren gıdalar arasında yer almaktadır.



**Şekil 3.** nCOVID-19 virüsünün sucul ortama, su hayvanlarına ve su ürünlerine potansiyel bulaşma yolları.

**Figure 3.** The transmission routes of nCOVID-19 virus to aquatic environment, aquatic animals and aquatic products.

FAO, COVID-19'dan etkilenen ülkelerde doğal, çiftlik, evcil hayvanlarda ve ayrıca su hayvanlarında SARS-CoV-2'ye maruz kalma olasılığını değerlendirmiş, insanların veya hayvanların su hayvanlarından temas yoluyla SARS-CoV-2'ye maruz kalma olasılığını ihmal edilebilir olarak bildirmiştir (El Masry vd., 2020). SARS-CoV-2 su hayvanlarında "soğukkanlı" oldukları ve farklı bir ACE2 hücre reseptörüne sahip oldukları için replikasyon gösterememektedir. Damas vd. (2020) tarafından yapılan *in-siliko* analizde, kuşların, balıkların, sürüngenlerin ve amfibilerin ACE2 proteinlerinin SARS-CoV-2 "S" proteinini bağlama olasılığının olmadığı öngörülmüş ve bu da memeliler dışındaki omurgalı sınıfların SARS-CoV-2 için bir ara konakçı veya rezervuar olma olasılığının yüksek olmadığını göstermiştir. Çapraz kontaminasyonun meydana geldiği Codex Alimentarius gıda hijyen standartlarını (Alimentarius, 2009) karşılamayan koşullarda pazarlarda veya perakende satış mağazalarında işlenen ve satılan sucul hayvan ham ürünlerin ellenmesiyle oluşan kontaminasyonda bu

ürünlerin yeterince ısı işlem görmüş olması, sindirim yoluyla enfeksiyona maruz kalma olasılığı azaltmaktadır (Caiyu & Hui, 2020; El Masry vd., 2020).

Polo vd. (2021) çalışmalarında, bir deniz organizmasında SARS-CoV-2 RNA'sının ilk bildirimini yapmış, SARS-CoV-2 virionlarının veya RNA'larının kıyı sularına ulaşabileceğini göstermiştir. İndirekt viabilite testi ile elde edilmiş sonuçlar, virüsün bulaşıcı olmayan bir formunu ve nükleik asidinde yüksek derecede bozulmayı ortaya koymuştur. Bu rapor kabuklu deniz ürünleri tüketiminden SARS-CoV-2 izolasyon riskinin düşük olduğunu göstermiştir (Polo vd., 2021).

## SONUÇ

Su Ürünleri, COVID-19'un insanlara yayılmasında epidemiyolojik olarak diğer hayvansal gıdalara göre daha düşük bir rol oynamaktadır. Herhangi bir kontamine yüzeyde olduğu gibi, su ürünleri de virüsü aktif olarak yayan kişiler tarafından kontamine edilen ürünlerle potansiyel olarak SARS-CoV-2 ile bulaşabilir. SARS-CoV-2'nin soğuk saklama koşullarında daha düşük canlılığa sahip olduğu ancak virüsün uluslararası gıda ticareti ile ilişkili nakliye ve depolama koşullarında yayılabileceğine yönelik veriler uluslararası ürünlerin ticareti için gelişmiş tarama protokolleri gerektiğini göstermektedir. Kontamine ürünlerle ilgili mevzuatlar bulunsun da, önerilen hijyen ve gıda güvenliği koşullarına uygun olarak hazırlanıp servis edildiği sürece deniz ürünlerinin tüketilmesi güvenilirliğini korumaktadır. "Tek Sağlık" konseptinden yola çıkılarak tüm hayvanlar çevre ile ilişkilidir; bu nedenle, tüm hayvansal ürünler için çiftlikten sofraya tüm hijyenik koşullar uygulanmalıdır. Bugüne kadar, halen daha SARS-CoV-2 ile ilgili pek çok bilinmeyen bulunmaktadır. Bu nedenle su hayvanlarının COVID-19 salgınındaki rolü üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

## TEŞEKKÜR

Yoğun ilgisi, ilham verici rehberliği, tüm aşamalarda sürekli teşviki ve bu makaleyi hayata geçirmekteki desteği için Nada AJMI'ye, derin şükran ve teşekkürlerimi sunuyorum

## KAYNAKLAR

- Alimentarius, C. (2009).** *Food hygiene Basic texts*, Fourth Edition.
- Anderson, M., Buck, P., Dahiya, I., Ellis, A., Flockhart, L., Fraser, E. & Weese, S. (2021).** *COVID-19 and Animals Frequently Asked Questions for Veterinarians*.

- <https://www.canadianveterinarians.net/document/s/updated-covid-19-and-animals-frequently-asked-questions-for-veterinarians>. Erişim tarihi: 21.01.2022
- Animals and COVID-19 / CDC. (2021).** <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html>. Erişim tarihi: 25.01.2022
- Bondad-Reantaso, M.G., Mackinnon, B., Bin, H., Jie, H., Tang-Nelson, K., Surachetpong, W. & Shariff, M. (2020).** Viewpoint: Sars-cov-2 (the cause of covid-19 in humans) is not known to infect aquatic food animals nor contaminate their products. *Asian Fisheries Science*, **33**(1), 74-78. DOI: [10.33997/j.afs.2020.33.1.009](https://doi.org/10.33997/j.afs.2020.33.1.009)
- Boni, M.F., Lemey, P., Jiang, X., Lam, T.T.Y., Perry, B., Castoe, T., ... & Robertson, D.L. (2020).** Evolutionary origins of the SARS-CoV-2 sarbecovirus lineage responsible for the COVID-19 pandemic. *bioRxiv*, s. 2020.03.30.015008. bioRxiv. DOI: [10.1101/2020.03.30.015008](https://doi.org/10.1101/2020.03.30.015008)
- Boylan, S. (2011).** Zoonoses Associated with Fish. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, **14**(3), 427-438. DOI: [10.1016/j.cvex.2011.05.003](https://doi.org/10.1016/j.cvex.2011.05.003)
- Caiyu, L. (2020).** Beijing supermarkets stop selling salmon after wholesalers test positive for coronavirus-Global Times. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2021, <https://www.globaltimes.cn/content/1191462.shtml>
- Caiyu, L. & Hui, Z. (2020).** Virologists rebuke seafood markets becoming suspicious COVID-19 hot spots after cases test positive in Beijing market - Global Times. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2021. <https://www.globaltimes.cn/content/1191478.shtml>
- Chen, D., Sun, J., Zhu, J., Ding, X., Lan, T., Zhu, L. & Xu, X. (2020a).** Single-cell screening of SARS-CoV-2 target cells in pets, livestock, poultry and wildlife. *bioRxiv*, 2020.06.13.149690. DOI: [10.1101/2020.06.13.149690](https://doi.org/10.1101/2020.06.13.149690)
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y. & Zhang, L. (2020b).** Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, **395**(10223), 507-513. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
- Chen, W., Lan, Y., Yuan, X., Deng, X. X., Li, Y., Cai, X. & Tang, X. (2020c).** Detectable 2019-nCoV viral RNA in blood is a strong indicator for the further clinical severity. *Emerging Microbes and Infections*, **9**(1), 469-473. DOI: [10.1080/22221751.2020.1732837](https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1732837)
- Coronavirus: no evidence that food is a source or transmission route / European Food Safety Authority.** <https://www.efsa.europa.eu/en/news/coronavirus-no-evidence-food-source-or-transmission-route>. Erişim tarihi: 21.01.2022.
- Dai, M., Li, H., Yan, N., Huang, J., Zhao, L., Xu, S. & Liao, M. (2021).** Long-term Survival of SARS-CoV-2 on Salmon as a Source for International Transmission. *The Journal of infectious diseases*, **223**, 537-539. NLM (Medline). DOI: [10.1093/infdis/jiaa712](https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa712)
- Damas, J., Hughes, G.M., Keough, K.C., Painter, C.A., Persky, N.S., Corbo, M. & Lewin, H.A. (2020a).** Broad host range of SARS-CoV-2 predicted by comparative and structural analysis of ACE2 in vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **117**(36), 22311-22322. DOI: [10.1073/pnas.2010146117](https://doi.org/10.1073/pnas.2010146117)
- Day, T., Gandon, S., Lion, S. & Otto, S.P. (2020).** On the evolutionary epidemiology of SARS-CoV-2. *Current Biology*, **30**(15), R849-R857. DOI: [10.1016/j.cub.2020.06.031](https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.06.031)
- Desai, A.N. & Aronoff, D.M. (2020).** Food Safety and COVID-19. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, **323**, 1982-1982. DOI: [10.1001/jama.2020.5877](https://doi.org/10.1001/jama.2020.5877)
- Doremalen, V., Taylor, D., Lindsay, A. C., Halcox, J. P., & Doremalen, V. (2020).** c o r e s p o n d e n c e Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *Nejm*, 0-2.
- El Masry, I., von Dobschuetz, S., Plee, L., Larfaoui, F., Yang, Z., Song, J. & Sumption, K. (2020).** Exposure of humans or animals to SARS-CoV-2 from wild, livestock, companion and aquatic animals. İçinde *Exposure of humans or animals to SARS-CoV-2 from wild, livestock, companion and aquatic animals*. FAO. DOI: [10.4060/ca9959en](https://doi.org/10.4060/ca9959en)
- FAO. (2016).** *The state of world fisheries and aquaculture 2016*.
- Feichtmayer, J., Deng, L. & Griebler, C. (2017).** Antagonistic microbial interactions: Contributions and potential applications for controlling pathogens in the aquatic systems. *Frontiers in Microbiology*, **8**(NOV), 1-14. DOI: [10.3389/fmicb.2017.02192](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02192)
- Fisher, D., Reilly, A., Eng Zheng, A.K., Cook, A.R. & Anderson, D.E. (2020).** Seeding of outbreaks of COVID-19 by contaminated fresh and frozen



- food. *bioRxiv*, s. 2020.08.17.255166. [bioRxiv. DOI: 10.1101/2020.08.17.255166](https://doi.org/10.1101/2020.08.17.255166)
- GAA's COVID-19 Blog: CBs May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis.** <https://www.aquaculturealliance.org/blog/covid-19-update>. Erişim tarihi: 25.01.2022.
- Godoy, M. G., Kibenge, M. J. T., & Kibenge, F. S. B. (2021).** SARS-CoV-2 transmission via aquatic food animal species or their products: A review. *Aquaculture*, *536*(July 2020). DOI: [10.1016/j.aquaculture.2021.736460](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736460)
- Govaris, A. & Pexara, A. (2021).** *Inactivation of Foodborne Viruses by High-Pressure Processing (HPP)*. DOI: [10.3390/foods10020215](https://doi.org/10.3390/foods10020215)
- Han, J., Zhang, X., He, S. & Jia, P. (2021).** Can the coronavirus disease be transmitted from food? A review of evidence, risks, policies and knowledge gaps. *Environmental Chemistry Letters*, *19*(1), 5-16. DOI: [10.1007/s10311-020-01101-x](https://doi.org/10.1007/s10311-020-01101-x)
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S. & Pöhlmann, S. (2020).** SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*, *181*(2), 271-280.e8. DOI: [10.1016/j.cell.2020.02.052](https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052)
- ICTV. International Committee on Taxonomy of Viruses (2021).** Virus Taxonomy: 2021 Release. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/> (Access date: 31.03.2022)
- Jhu, & COVID-19 Map. COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. (2020).** Johns Hopkins Coronavirus Resource Center.
- Ji, W., Wang, W., Zhao, X., Zai, J., & Li, X. (2020).** Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. *Journal of Medical Virology*, *92*(4), 433-440. DOI: [10.1002/jmv.25682](https://doi.org/10.1002/jmv.25682)
- 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. W.B. Saunders Ltd. DOI: [10.1016/j.jhin.2020.01.022](https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022)
- Khan, S., Liu, J., & Xue, M. (2020).** Transmission of SARS-CoV-2, Required Developments in Research and Associated Public Health Concerns. *Frontiers in Medicine*, *7*(June), 1-8. DOI: [10.3389/fmed.2020.00310](https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00310)
- Kim, C.H. & Leong, J.A. (1999).** Fish viruses. *Encyclopedia of Virology*. Elsevier.
- Kocamemi, B.A., Kurt, H., Sait, A., Kadi, H., Sarac, F., Aydın, I. & Pakdemirli, B. (2020).** Nationwide SARS-CoV-2 surveillance study for sewage and sludges of wastewater treatment plants in Turkey. *medRxiv*.
- Koopmans, M. & Duizer, E. (2004).** Foodborne viruses: An emerging problem. *International Journal of Food Microbiology*, *90*(1), 23-41. DOI: [10.1016/S0168-1605\(03\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00169-7)
- Korban, D. & Sapin, R. (2020).** China's Chongqing detects new case of COVID-19 on Ecuadorian shrimp packaging Intrafish. <https://www.intrafish.com/coronavirus/chinas-chongqing-detects-new-case-of-covid-19-on-ecuadorian-shrimp-packaging/2-1-843632>. Erişim Tarihi: 11.05.2021
- Li, X., Zai, J., Zhao, Q., Nie, Q., Li, Y., Foley, B. T., & Chaillon, A. (2020).** Evolutionary history, potential intermediate animal host, and cross-species analyses of SARS-CoV-2. *Journal of Medical Virology*, *92*(6), 602-611. DOI: [10.1002/jmv.25731](https://doi.org/10.1002/jmv.25731)
- Liu, P., Chen, W., & Chen, J. P. (2019).** Viral metagenomics revealed sendai virus and coronavirus infection of malayan pangolins (*manis javanica*). *Viruses*, *11*(11). DOI: [10.3390/v11110979](https://doi.org/10.3390/v11110979)
- Mahdy, M. A. A., Younis, W., & Ewaida, Z. (2020).** An Overview of SARS-CoV-2 and Animal Infection. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 596391. Frontiers Media S.A. DOI: [10.3389/fvets.2020.596391](https://doi.org/10.3389/fvets.2020.596391)
- Matsuyama, S., Nagata, N., Shirato, K., Kawase, M., Takeda, M., & Taguchi, F. (2010).** Efficient Activation of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Spike Protein by the Transmembrane Protease TMPRSS2. *Journal of Virology*, *84*(24), 12658-12664. DOI: [10.1128/jvi.01542-10](https://doi.org/10.1128/jvi.01542-10)
- Millet, J.K. & Whittaker, G.R. (2015).** Host cell proteases: Critical determinants of coronavirus tropism and pathogenesis. *Virus Research*, *202*, 120-134. DOI: [10.1016/j.virusres.2014.11.021](https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.11.021)
- Mordecai, G. J., & Hewson, I. (2020).** Coronaviruses in the Sea. *Frontiers in Microbiology*, *11*(July), 1-6. DOI: [10.3389/fmicb.2020.01795](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01795)
- Mordecai, G. J., Miller, K. M., Di Cicco, E., Schulze, A. D., Kaukinen, K. H., Ming, T. J., Suttle, C. A. (2019).** Endangered wild salmon infected by newly discovered viruses. *eLife*, *8*, 1-18. DOI: [10.7554/eLife.47615](https://doi.org/10.7554/eLife.47615)
- Munnink, B.B.O., Sikkema, R.S., Nieuwenhuijse, D.F., Molenaar, R.J., Munger, E., Molenkamp, R. & Koopmans, M.P.G. (2021).** Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans

- and mink and back to humans. *Science*, **371**(6525), 172-177. DOI: [10.1126/science.abe5901](https://doi.org/10.1126/science.abe5901)
- OIE. (2020)**. Technical Factsheet Infection With Sars-Cov-2 in Animals. *World Organisation for Animal Health*, [https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our\\_scientific\\_expertise/docs/pdf/COV-19/A\\_Factsheet\\_SARS-CoV-2.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf). Erişim tarihi 01.06.2021
- Oreshkova, N., Moelnaar, R. J., Vreman, S., Harders, F., Munnink, B. B. O., Van Der Honin, R. W. H., Stegeman, A. (2020)**. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. *Euro Surveillance*, **25**(23), 2001005, DOI: [10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005](https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005)
- Pang, X., Ren, L., Wu, S., Ma, W., Yang, J., Di, L., ... Wang, J. J. J. (2020)**. Cold-chain food contamination as the possible origin of COVID-19 resurgence in Beijing. *National Science Review*, **7**(12), 1861-1864. DOI: [10.1093/nsr/nwaa264](https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa264)
- Polo, D., Lois, M., Fernández-núñez, M. T., & Romalde, J. L. (2021)**. Detection of SARS-CoV-2 RNA in bivalve mollusks and marine sediments. *Science of the Total Environment*, **786**, 147534. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.147534](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147534)
- Santini, J. M., & Edwards, S. J. L. (2020)**. Host range of SARS-CoV-2 and implications for public health. *The Lancet Microbe*, **1**(4), e141-e142. DOI: [10.1016/s2666-5247\(20\)30069-0](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30069-0)
- Schütze, H. (2016)**. Coronaviruses in Aquatic Organisms. İçinde *Aquaculture Virology*. Elsevier Inc. DOI: [10.1016/B978-0-12-801573-5.00020-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801573-5.00020-6)
- Sharun, K., Tiwari, R., Natesan, S. & Dhama, K. (2021)**. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, associated zoonotic concerns, and importance of the one health approach during the ongoing COVID-19 pandemic. *Veterinary Quarterly*, **41**(1), 50-60. DOI: [10.1080/01652176.2020.1867776](https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1867776)
- Shi, J., Wen, Z., Zhong, G., Yang, H., Wang, C., Huang, B. & Bu, Z. (2020)**. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, **368**(6494), 1016-1020. DOI: [10.1126/science.abb7015](https://doi.org/10.1126/science.abb7015)
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022)**. <https://covid19.saglik.gov.tr/> Erişim tarihi: 21.01.2022
- Tiwari, R., Dhama, K., Sharun, K., Iqbal Yattoo, M., Malik, Y.S., Singh, R., ... & Rodriguez-Morales, A.J. (2020)**. COVID-19: animals, veterinary and zoonotic links. *Veterinary Quarterly*, **40**, 169-182. DOI: [10.1080/01652176.2020.1766725](https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1766725)
- Todd, E.C.D., Greig, J.D., Bartleson, C.A. & Michaels, B.S. (2008)**. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 4. Infective doses and pathogen carriage. *Journal of Food Protection*, **71**, 2339–2373. IAMFES. DOI: [10.4315/0362-028X-71.11.2339](https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.11.2339)
- Tokur, B. & Korkmaz, K. (2021)**. The evaluation of Avian Influenza and Coronavirus as Human Pathogenic Enveloped Viruses for Possible Health Risk in Seafood: A Review . *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(1), 31-42. DOI: [10.35229/jaes.796262](https://doi.org/10.35229/jaes.796262)
- V'kovski, P., Gultom, M., Steiner, S., Kelly, J., Russeil, J., Mangeat, B. & Dijkman, R. (2020)**. Disparate temperature-dependent virus - host dynamics for SARS-CoV-2 and SARS-CoV in the human respiratory epithelium. *bioRxiv*, s. 2020.04.27.062315. bioRxiv. DOI: [10.1101/2020.04.27.062315](https://doi.org/10.1101/2020.04.27.062315)
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D.H., Holbrook, M.G., Gamble, A., Williamson, B. N. & Munster, V.J. (2020)**. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, **382**(16), 1564-1567. DOI: [10.1056/nejmc2004973](https://doi.org/10.1056/nejmc2004973)
- Wan, Y., Shang, J., Graham, R., Baric, R.S. & Li, F. (2020)**. Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: an Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *Journal of Virology*, **94**(7), 2019-2020. DOI: [10.1128/jvi.00127-20](https://doi.org/10.1128/jvi.00127-20)
- Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., & Gao, G. F. (2020a)**. A novel coronavirus outbreak of global health concern. *The Lancet*, **395**(10223), 470–473. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30185-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9)
- Wang, V., & Yu, E. (2020b)**. Coronavirus in China: Beijing Seafood Market Shuts Down - The New York Times. <https://www.nytimes.com/2020/06/13/world/asia/beijing-market-coronavirus.html>. Erişim tarihi: 15.05.2021
- Wang, X. W., Li, J. S., Jin, M., Zhen, B., Kong, Q. X., Song, N., Li, J. W. (2005)**. Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *Journal of Virological Methods*, **126**(1-2), 171-177. DOI: [10.1016/j.jviromet.2005.02.005](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2005.02.005)
- Wartecki, A., & Rzymiski, P. (2020)**. On the coronaviruses and their associations with the

aquatic environment and wastewater. *Water (Switzerland)*, *12*(6), 1-27. DOI: [10.3390/W12061598](https://doi.org/10.3390/W12061598)

**Woo, P. C. Y., Lau, S. K. P., Lam, C. S. F., Tsang, A. K. L., Hui, S.-W., Fan, R. Y. Y., Yuen, K.-Y. (2014).** Discovery of a Novel Bottlenose Dolphin Coronavirus Reveals a Distinct Species of Marine Mammal Coronavirus in Gammacoronavirus. *Journal of Virology*, *88*(2), 1318-1331. DOI: [10.1128/jvi.02351-13](https://doi.org/10.1128/jvi.02351-13)

**Zhao, X., Chen, D., Szabla, R., Zheng, M., Li, G., Du, P. & Lin, H. (2020).** Broad and Differential Animal Angiotensin-Converting Enzyme 2 Receptor Usage by SARS-CoV-2. *Journal of Virology*, *94*(18). DOI: [10.1128/jvi.00940-20](https://doi.org/10.1128/jvi.00940-20)

**Zheng, F., Liao, C., Fan, Q. hong, Chen, H. bo, Zhao, X. gong, Xie, Z. guo, Jin, R. ming. (2020).** Clinical Characteristics of Children with Coronavirus Disease 2019 in Hubei, China. *Current Medical Science*, *40*(2), 275-280. DOI: [10.1007/s11596-020-2172-6](https://doi.org/10.1007/s11596-020-2172-6)

**Zhou, P., Yang, X-L., Wang, X.-G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H.-R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C.-L., Chen, H.-D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R.-D., Liu, M.-Q. Chen, Y., Shen, X.-R. Wang, X., Zheng, X.-S., Zhao, K., Chen, Q.-J., Deng, F., Liu, L.-L. Yan, B. Zhan F.-X., Wang, Y.-Y., Xiao, G.-F. & Shi, Z.-L. (2020).** A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, *579*(7798), 270-273. DOI: [10.1038/s41586-020-2012-7](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7)