

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**COVID-19 VE OZON İLİŞKİSİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Dilşad TEMEL**

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

HAZİRAN 2022

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**COVID-19 VE OZON İLİŞKİSİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN
İNCELENMESİ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Dilşad TEMEL
(36193627022)**

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

HAZİRAN 2022

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Çalışma süresince, bilgi birikimiyle beni yönlendirerek desteğini esirgemeyen ve çalışma şevkine hayran kaldığım Danışmanım Doç. Dr. Yunus ÖNAL'a,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve başarılarımla gurur duyan kıymetli anneme ve daha sağlıklı günler geçireceğimize inandığım sevgili babama,

Varlıklarıyla beni güçlendiren ve umut kaynağım olan kızıma ve oğluma,

40 yaşına girmiş olmama rağmen, içimde ukde olarak kalan yüksek lisansımı tamamlamak için göstermiş olduğum azimden dolayı kendime,

teşekkür ederim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Covid-19 ve Ozon İlişkisinin İř Sağlığı Ve Güvenliđi Açısından İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dūřecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Dilşad Temel



İÇİNDEKİLER

O N A Y	i
TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	viii
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. OZON	2
2.1 Ozon Nedir?	2
2.2 Geçmişten Günümüze Ozon	2
2.3 Ozonun Fiziksel Özellikleri	3
2.4 Ozonun Kimyasal Özellikleri	4
2.5 Ozonun Virüs, Bakteri ve Mantarlar üzerindeki etkisi	6
2.5.1 Ozonun virüsler üzerine etkisi	8
2.5.2 Ozonun bakteriler üzerine etkisi.....	9
2.5.3 Ozonun mantarlar üzerine etkisi.....	12
2.6 Ozonun Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS).....	13
2.7 Ozonun Kullanım Alanları.....	17
2.7.1 İçme sularının dezenfeksiyonu	18
2.7.2 Atık suların dezenfeksiyonu	18
2.7.3 Gıda işletmelerinde ozon uygulamaları	18
2.7.4 Ozon gazının balık yetiştiriciliğinde kullanımı	19
2.7.5 Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı	19
2.7.6 Ozonun medikal kullanımı	20
2.8 Medikal Ozon Uygulama Yöntemleri.....	28
2.9 Ozon Toksisitesi Ve Yan Etkileri	29
2.10 Türkiye’de Medikal Ozon Uygulaması	30
2.11 Yapay Ozon Üretimi ve Ozon Jeneratörleri.....	31
2.12 Dezenfektan Olarak Kullanılan Oksidanlar Ve Oksidasyon Potansiyelleri	32
3. OZON İLE İLGİLİ MEVZUATLAR	34
3.1 Türkiye’deki Mevzuatlar	34
3.1.1 Atık su arıtma tesisleri teknik usuller tebliği.....	34
3.1.2 Dezenfeksiyon teknik tebliği	36

3.1.3	Doğal mineralli sular hakkında yönetmelik.....	39
3.1.4	İçme suyu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği.....	40
3.1.5	İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik	46
3.1.6	Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkında yönetmelik.....	47
3.1.7	Organik tarımın esasları ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik.....	47
3.1.8	Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları yönetmeliği	48
3.1.9	Ozon tabakasını incelten maddelere ilişkin yönetmelik	49
3.1.10	Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi yönetmeliği	49
3.1.11	İşkolları yönetmeliği.....	50
3.1.12	İşyeri açma ve çalışma ruhsatlarına ilişkin yönetmelik.....	51
3.1.13	Ozon tabakasını incelten maddeler ve florlu sera gazlarının ithaline ilişkin tebliğ	51
3.1.14	Su ürünleri yetiştiriciliği destekleme tebliği.....	51
3.1.15	Diğer yönetmelikler	52
3.2	Uluslararası Mevzuatlar	52
3.2.1	Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü	52
3.2.2	FDA (U.S. Food and Drug Administration /Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)	52
4.	COVID – 19.....	55
4.1	Covid-19 Tanımı.....	55
4.2	Corona Virüsün Yapısı	55
4.3	Covid-19 Bulaşma Yolları	56
4.4	Semptomları.....	57
4.5	Koronavirüs Prezantasyonu	58
4.6	Korunma Yolları	58
4.7	Covid-19'un Türkiye'de ve Dünya'daki Durumu	59
5.	MATERYAL ve METOD.....	61
5.1	İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı	61
5.2	İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı.....	61
5.3	İş Sağlığı ve Güvenliğinin Temel İlkeleri.....	62
5.4	İş Sağlığı ve Güvenliği İle İlgili Ulusal Düzenlemeler.....	62
5.5	Tehlike Ve Risk	63
5.5.1	Risk değerlendirmesi ve amacı.....	64
5.5.2	Risk değerlendirmesinin aşamaları.....	64
5.5.3	Risk değerlendirme yöntemleri	64
5.6	Covid-19 ve İş Sağlığı ve Güvenliği.....	65
5.6.1	6331 Sayılı kanun kapsamında işyerlerinin Covid-19 nedeniyle yapması gereken yasal zorunluluklar	65

5.6.2	İşyerlerinde Covid-19'a karşı alınması gereken önlemler.....	66
5.7	Covid-19 ve Ozon İlişkisi	72
5.7.1	Covid 19'un protein yapısı	72
5.7.2	Ozonun Covid-19'a etkisi.....	73
5.7.3	Covid-19 ile mücadelede ozon kullanan ülkeler	77
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
	KAYNAKLAR.....	97
	ÖZGEÇMİŞ	103



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Ozonun Fiziksel Özellikleri.....	3
Çizelge 2.2 : Gaz halindeki ozonun farklı sıcaklıklarda yarılanma süresi.....	5
Çizelge 2.3 : Suda Çözünmüş haldeki (pH=7) ozonun farklı sıcaklıklardaki yarılanma ömrü.	6
Çizelge 2.4 : Ozonun suda çözünürlüğü.	6
Çizelge 2.5 : Ozonun Bakteriler Üzerine Etkisi.....	12
Çizelge 2.6 : Ozonun sağlık ve çevresel tehlikeleri.	13
Çizelge 2.7 : İşyeri tehlikeli madde bilgi sistemi.....	14
Çizelge 2.8 : İlk Yardım Tedbirleri.....	14
Çizelge 2.9 : Toksikolojik Bilgiler.....	16
Çizelge 2.10 : Ozonun diğer kullanım alanları.	28
Çizelge 2.11: Ozon ve diğer oksidanların redoks potansiyeli.....	33
Çizelge 3.1 : Ozon, Klor ve Ultraviyole ışınların bakteri, virüs ve protozalara etkisi.....	35
Çizelge 3.2 : Klor, Ozon ve UV'nin atıksu dezenfeksiyon etkilerinin karşılaştırılması.....	35
Çizelge 3.3 : Giardia inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.	37
Çizelge 3.4: Cryptosporidium inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.....	37
Çizelge 3.5: Virüslerin inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.	38
Çizelge 3.6: Dezenfeksiyon Yöntemi Seçimi İçin Gerekli Kriterler (Dezenfeksiyon Teknik Tebliği Ek-2)	38
Çizelge 3.7: Arıtma sistemlerinde kullanılacak prosesler (Ek-1)	41
Çizelge 3.8: En yaygın kullanılan beş dezenfektanın karakteristik özellikleri (Ek-2/Tablo 33).....	43
Çizelge 3.9: Ozon pH ilişkisi (Ek-2/Tablo 34)	45
Çizelge 3.10: Ozon için uzun vadeli hedefler, hedef değerler, bilgilendirme ve uyarı eşikleri (Ek-1 D).....	50
Çizelge 3.11: Ek-1 İşkolları Listesi.....	51
Çizelge 3.12: Bazı gıdalar ve hedef uygulamalar için etkili ozon uygulama koşullarına ilişkin örnekler.....	53
Çizelge 6.1: İş sağlığı ve güvenliği açısından, Covid-19 virüsüne karşı yapılacak ozon uygulamalarının yasal dayanakları ve bu kapsamda işyerlerinde alınacak önlemler/öneriler.....	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Ozonun bozunma mekanizması.	4
Şekil 2.2 : Ozonun Yapısı.	5
Şekil 2.3 : Mikroorganizmalar üzerinde etkili ozon parametreleri.	7
Şekil 2.4 : Ozonun mikroorganizmalarla etkileşimi.	7
Şekil 2.5 : Ozonun virüsle olası etkileşim noktası: Örnek, influenza virüsü partikülünün (RNA virüsü) temsili gösterimi.	9
Şekil 2.6 : Ozonun bakterilerle etkileşim mekanizması.	11
Şekil 2.7 : Ozonun mantarlarla etkileşiminin ana mekanizması.	13
Şekil 2.8 : Ozon tedavisinin faydaları.	21
Şekil 2.9 : Yara iyileşmesinin aşamaları boyunca ozonun işlevi.	23
Şekil 2.10 : Corona-Discharge Esaslı Ozon Jeneratörleri.	32
Şekil 2.11 : Ozon Molekülünün oluşumu.	32
Şekil 4.1: Covid-19 virüsünün yapısı.	56
Şekil 4.2 : Türkiye'deki tanı, iyileşen hasta ve vefat sayıları.	59
Şekil 4.3: Dünyadaki tanı, iyileşen hasta ve vefat sayıları.	60
Şekil 5.1: Koronavirüsün yapısal proteinleri.	73
Şekil 5.2 : Zarflı ve zarfsız virüslerin ozon tarafından inaktivasyon mekanizmaları.	74
Şekil 5.3 : Ozon konsantrasyonuna bağlı olarak değişen temel üreme sayısı.	76

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ACE	: Anjiotensin çevirici enzim
ACGIH	: Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyen Uzmanları Konferansı
ANSI	: Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
ASTM	: Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu
BPR	: Biyosidal Ürünler Yönetmeliği
C.T değeri	: Konsantrasyon x Temas Süresi
CaO	: Kalsiyum Oksit
CDC	: Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri
ClO₂	:Klor dioksit
DNA	: Deoksirübo Nükleik Asit
DPG	: 2,3-difosfogliserat
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
ECHA	: Avrupa Kimyasal Ajansı
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
gDNA	: Genomik Deoksiribo Nükleik Asit
GETAT	: Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları.
GRAS	: Generally Recognized as Safe (genel olarak güvenilir)
HAA	: Haloasetik asitler
HIV	: Human Immunodeficiency Virus
IARC	: Uluslararası Kanseri Araştırmaları Örgütü
IOI	: Uluslararası Ozon Enstitüsü
ISS	: İtalyan Sağlık Enstitüsü
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
KMnO₄	:Potasyum Permanganat
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
LC₅₀	: Lethal concentration (Öldürücü konsantrasyon)
LDH	: Laktat Dehidrojenaz
MSDS	: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
N₂O₂	: Nitrojen dioksit
NIOSH	: Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü
NTP	: Ulusal Toksikoloji Programı
O₂	: Oksijen
O₃	: Ozon

OH⁻	: Hidroksit İyonu
OSHA	: İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi
pH	: Potansiyel Hidrojen (Asit veya bazlığın bir ölçütü)
Ppm	: Milyonda bir birim, ml/m ³
R0	: Temel üreme sayısının
RNA	: Ribonükleik Asit
ROS	: Reaktif Oksijen Türü
SI00T	: İtalya Ozon Oksijen Derneği
ssRNA	: Tek iplikli Ribonükleik Asit
STEL	: Kısa süreli maruziyet sınır değeri
THM	: Trihalometanlar
TOK	: Toplam Organik Karbon
TWA	: Zaman Ağırlıklı Ortalama
US-EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
UV	: Ultraviyole
WFOT	: Dünya Ozon Federasyonu

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COVID-19 VE OZON İLİŞKİSİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

DİLŞAD TEMEL

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

103 + xi sayfa

2022

Danışman: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

2019 yılının aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve yeni bir virüsün yol açtığı bu solunum yolu hastalığı, hayatımızı her anlamda etkilemiştir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Covid-19 salgını dünya çapında vakaların görülmesi, virüsün yayılım şiddeti ve hızı sebebiyle 2020 yılı Mart ayında küresel salgın olarak ilan etmiştir. 2019 yılından itibaren devam eden ve farklı mutasyonlar geçiren bu virüse karşı çeşitli tedavi yöntemleri geliştirilmiştir.

Son yıllarda dünya çapında ozon teknolojisinde yeni endüstriyel uygulamalar ve gelişmeler ortaya çıkmıştır. Ozonunun virüs, bakteri ve mantarlara karşı dezenfekte edici özelliği ve bağışıklık sistemini güçlendirici etkisi azımsanamayacak kadar azdır. Diğer tedavi yöntemlerine nazaran yan etkilerinin oldukça düşük olması, düşük maliyetli üretim prosesine sahip olması göz önünde bulundurulduğunda hastalıkların tedavi sürecinde ve ortamın dezenfekte edilmesinde kullanımı uygun olacaktır. Bununla birlikte hem en uygun kullanım dozlarının belirlenerek gerekli klinik çalışmaların yapılması bakımından hem de İş Sağlığı ve Güvenliği açısından ozonun Covid-19 virüsüne karşı etkilerinin daha fazla araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada Covid-19 ve Ozon ilişkisinin İş Sağlığı ve Güvenliği açısından incelenmesi amaçlanmış olup, işyerlerinde covid-19 ile mücadele kapsamında ozonun kullanım amaçları, kullanım şekli, işveren ve çalışanlar açısından durum değerlendirmesi yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, Korona, Ozon, İş Sağlığı, İş Güvenliği

ABSTRACT

Master Thesis

EXAMINATION OF COVID-19 AND OZONE RELATIONSHIP IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Dilşad Temel

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Occupational Health And Safety

103 + xi pages

2022

Supervisor: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

This respiratory disease, which emerged in Wuhan, China in December 2019 and caused by a new virus, has affected our lives in every sense. The World Health Organization (WHO) declared the Covid-19 epidemic as a global epidemic in March 2020 due to the worldwide incidence of cases, the severity and speed of the virus's spread. Various treatment methods have been developed against this virus, which has continued since 2019 and has undergone various mutations.

In recent years, new industrial applications and developments in ozone technology have emerged worldwide. The disinfecting feature and immune system strengthening effect of ozone against viruses, bacteria and fungi is not to be underestimated. Considering that it has very low side effects compared to other treatment methods and has a low cost production process, it will be appropriate to use in the treatment process of diseases and disinfection of the environment. However, there is a need for further investigation of the effects of ozone against the Covid-19 virus, both in terms of determining the optimal use doses and conducting the necessary clinical studies, and in terms of Occupational Health and Safety.

In this study, it is aimed to examine the relationship between Covid-19 and Ozone in terms of Occupational Health and Safety, and it has been tried to evaluate the use of ozone in terms of the purpose of use, the way of use, employers and employees within the scope of combating covid-19 in workplaces.

Keywords: Covid-19, Corona, Ozone, Occupational Health, Occupational Safety

1. GİRİŞ

Eski uygarlıklarda bile Tanrı'nın nefesi olarak tanımlanan ozon, kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda "Ozon her zaman zehirlidir" düşüncesi nedeniyle modern tıpta yerini bulamamıştır. Ancak doğru uygulama yöntemleri ile birlikte uygun dozlarda verilmesi sonucunda olumlu etkileri ortaya çıkmıştır.

Ozonun bağışıklık sisteminin güçlendirmesi, diş hekimliği, diyabet, yara ve yanık, astım ve KOAH, sinüzit ve hepatit tedavilerinde kullanımının yanında, dezenfekte edici özelliğinden faydalanılarak içme suyu ve atık su dezenfeksiyonu, gıda işletmeleri ve balık yetiştiriciliği gibi birçok alanda da kullanılmaktadır.

Yeterli ozon konsantrasyonu, sıcaklık, bağıl nem, pH gibi en uygun çalışma şartları sağlandığında ozonun virüsler üzerine etkisi azımsanamayacak kadar fazladır. Yapılan bir araştırmada zarf yapısı bakımından benzerlik gösteren HIV Virüsünün (zarflı, ssRNA) ozonla inaktivasyonunu incelenmiş, ozonun virüsün konakçı hücreye bağlanma yeteneğini bozulduğunu belirtmiştir [23]. Diğer bir araştırmada da bazı zarflı virüs türleri ozonlamaya tabi tutulmuş ve işlem sonucunda ozonun, zarflı virüslerin zar veya kapsid hasarı ile inaktive edildiği sonucuna varılmıştır [107].

Ozon tedavisi gittikçe farkındalığı artan bir tedavi yöntemidir. Covid-19 virüsüne yakalanmadan önce bağışıklık sistemini güçlendirmek için koruyucu tedavi yöntemi olarak, virüse yakalandıktan sonra da tedavi edici olarak kullanılan bir yöntemdir. Dünya Ozon Birliği ve Avrupa Ozon Birliği geçtiğimiz yıllarda Covid-19 enfeksiyonuna yakalanan hastalara İspanya'da ve İtalya'da ozon tedavi yöntemi uyguladılar. Birkaç ülkede de devam eden çalışmaların sonucunda Covid-19'a yakalanan hastaların hem yoğun bakıma girme oranları hem de yoğun bakımdaki hastaların yoğun bakımda kalma sürelerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

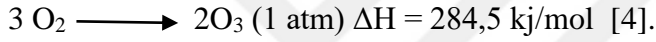
2. OZON

2.1 Ozon Nedir?

Karakteristik bir kokusu olan, oda sıcaklığında renksiz ve üç oksijen atomundan oluşan doğal bir gazdır (O₃). Ozonosfer katmanında (Dünya'nın 25-30 km. üzerinde) yer alan ozon, bu tabakayı oluşturan diğer gazlara oranla daha düşük miktarda bulunur [1]. Ozon molekülü, trioksijen olarak da isimlendirilir. Ozon ile oksijen birbirinin allotropu olup, özellikleri bakımından birbirinden çok farklıdır [2].

Ozon, oksijen atomlarının birbirine kovalent bağ ile bağlanması sonucu oluşmuş olup, oldukça kararsız bir oksijen molekülüdür [3].

Ozon oluşumu esnasında öncelikle bir oksijen molekülü atomlarına ayrılır, ayrılan bu atom başka bir oksijen molekülü ile birleşerek ozonu oluşturur. Ozon oluşumu endotermik bir reaksiyondur ve denklemi aşağıdaki gibidir.



Ozon daha çok atmosferin stratosfer tabakasında bulunur [5]. Canlıları güneşin zararlı ışınlarından korur. Havadan daha ağır olması nedeniyle yüksek rakımlardan zemine doğru iner [6]. Temas ettiği kirleticiyle birleşerek havayı temizler. Bu, dünyanın doğal temizleme şeklidir [7].

2.2 Geçmişten Günümüze Ozon

Ozon kelimesi, Yunanca' da "Tanrının Nefesi" anlamını taşıyan "ozein" sözcüğünden türetilmiştir [8].

1785 yılında Marum M. V. havayla bir deney yapmış, havanın içinden elektrik kıvılcımları geçirmiş ve "elektiriksel maddenin kokusu" olduğunu belirlemiştir.

1840 yılında deneyleri tekrar yapan Alman Kimyacı Christian Friedrich Schönbein, ortaya çıkan bu kokunun Yunanca "ozoin" kelimesinden köken alan "koklamak" manasına gelen ozon adıyla isimlendirdiği bir gazdan ortaya çıktığını keşfetmiştir [9].

1857 yılında, Alman Hekim Hans Wolff ile Alman Fizikçi ve Hekim Joachim Hänsler tıbbi kullanım uygulamalarına yönelik ilk ozon jeneratörünü geliştirmişlerdir [6].

1860 yılında ilk kez Monaco’da bir su arıtma tesisinde, güçlü okside edici özelliğe sahip olmasından dolayı dezenfeksiyon amacıyla kullanılmıştır [10].

1896 yılında Nikola Tesla tarafından, ozon üreten bir jeneratör patentlenmiştir [11].

1880 yılında Doktor John Harvey Kellogg tarafından ozonun ilk defa tıbbi amaçla kullanıldığını yazan kaynaklar bulunmaktadır. Ozonun ilk kullanımının Birinci Dünya Savaşı’nda yaralanan veya kangren olan askerlerin tedavisinde Dr. Albert Wolff tarafından kullanıldığına dair görüşler de bulunmaktadır [12].

Ozon Diş Hekimliğinde ilk kez Doktor Edward Fisch tarafından kullanılmış ve Cerrah Ernst Payr’ın kangrenli dişini ozon kullanarak tedavi etmiştir. 1935 senesinde Berlin’de 59. Alman Cerrahi Birliği toplantısında düzenlenmiş ve toplantıya katılan Dr. Erwin Payr “Cerrahi ’de Ozon Uygulamaları” adlı sunumunda, kendi hastalarından oluşan hastaları derlemiştir [13].

1971 yılında, Uluslararası Ozon Enstitüsü (IOI) kurulmuş, sonrasında enstitünün ismi Uluslararası Ozon Birliği olarak değiştirilmiştir [14].

1980’li yıllara kadar, ozon tedavisini farklı şekillerde uygulayan araştırmacılar ve doktorlar olmuştur. Sonraki yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda ozonun tıbbi amaçla kullanımı ön plana çıkmaya başlamıştır [15].

2.3 Ozonun Fiziksel Özellikleri

Ozon özellikle atmosferin üst tabakasında yer alan ve yeryüzünden yüksekliği 20-50 km arasında olan stratosfer tabakasında bulunur. Atmosferdeki ozonun yaklaşık % 90’ı bu tabakada yer alır. Ozon, bu katmanda ultraviyole radyasyonun değişik frekans seviyelerinde bir taraftan oluşurken, bir taraftan da yok olmaktadır. Ozonun geri kalan % 10’luk kısmı ise, yeryüzünden yüksekliği 10–15 km arasında olan troposfer tabakası içinde bulunur [16].

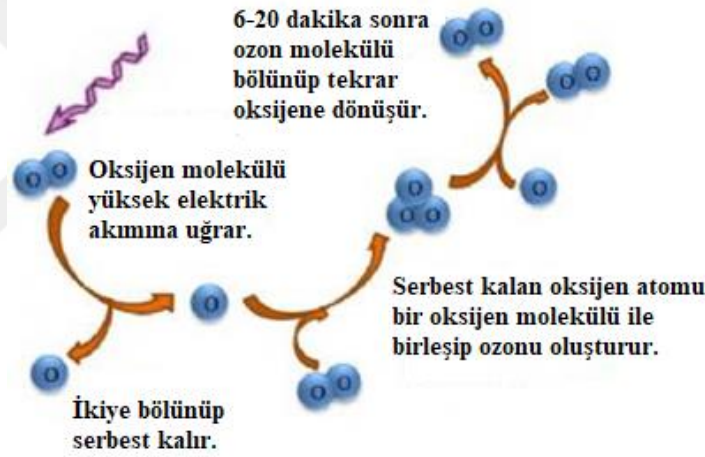
Ozonun fiziksel özellikleri Çizelge 2.1’de [18], bozunma mekanizması ise Şekil 2.1’de [17], verilmiştir.

Çizelge 2.1: Ozonun Fiziksel Özellikleri.

Fiziksel Özellikler	Değerler
Kaynama Noktası	-111.9°C
Yoğunluk	2.14 kg/m ³

Oluşma Isısı	144.7 kJ/mol
Erime Noktası	-192.7°C
Molekül Ağırlığı	47.9982 g/mol
Oksidasyon Kuvveti	2.075 V
Özgül Ağırlık	1.658
Kritik Basınç	54.6 atm
Kritik Sıcaklık	12 °C

Çizelge 2.1 (devam) : Ozonun Fiziksel Özellikleri.

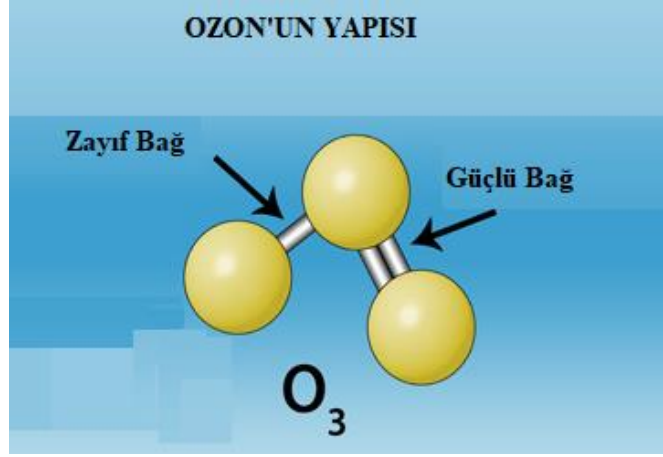


Şekil 2.1 : Ozonun bozunma mekanizması.

2.4 Ozonun Kimyasal Özellikleri

Oldukça kararsız bir oksijen bileşiği olan ozon; üç atomlu, molekül ağırlığı 47.98 g/mol olup yarılanma ömrünün kısa olması nedeniyle basınç ve ısı gibi çevre koşullarıyla moleküler oksijenden atomik oksijene hızlı bir şekilde dönmektedir.

Ozonun yapısı Şekil 2.2’de verilmiştir [20]. Ozon suda ayrışırken hidroksil (OH⁻) molekülü ikinci oksidan olarak oluşur ve ayrışmayı hızlandırır [19].



Şekil 2.2 : Ozonun Yapısı.

Ozonun yarılanma ömrü hem sıcaklık hem de ortamda bulunma durumuna göre (gaz veya suda çözülmüş) farklılık göstermektedir. Gaz halinde ve farklı sıcaklıklardaki yarılanma ömrü Çizelge 2.2’de, suda çözülmüş haldeki (pH=7) yarılanma ömrü ise Çizelge 2.3’de verilmiştir [21].

Çizelge 2.2 : Gaz halindeki ozonun farklı sıcaklıklarda yarılanma süresi.

Sıcaklık (°C)	Yarılanma Ömrü
-50	90 gün
-35	18 gün
-25	8 gün
20	3 gün
120	1,5 saat
250	1,5 saniye

Çizelge 2.3 : Suda Çözünmüş haldeki (pH=7) ozonun farklı sıcaklıklardaki yarılanma ömrü.

Sıcaklık (°C)	Yarılanma Ömrü
15	30 dakika
20	20 dakika
25	15 dakika
30	12 dakika
35	8 dakika





Sıcaklık azaldıkça ve basınç arttıkça ozon gazının sudaki çözünürlüğü artar. Çizelge 2.4'te ozonun saf suda 0-50 °C sıcaklık aralığındaki çözünürlük değerleri verilmiştir [22].

Çizelge 2.4 : Ozon gazının sudaki çözünürlüğü.

Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (kg/m ³)
0	1,09
10	0,78
30	0,4
40	0,27
50	0,19

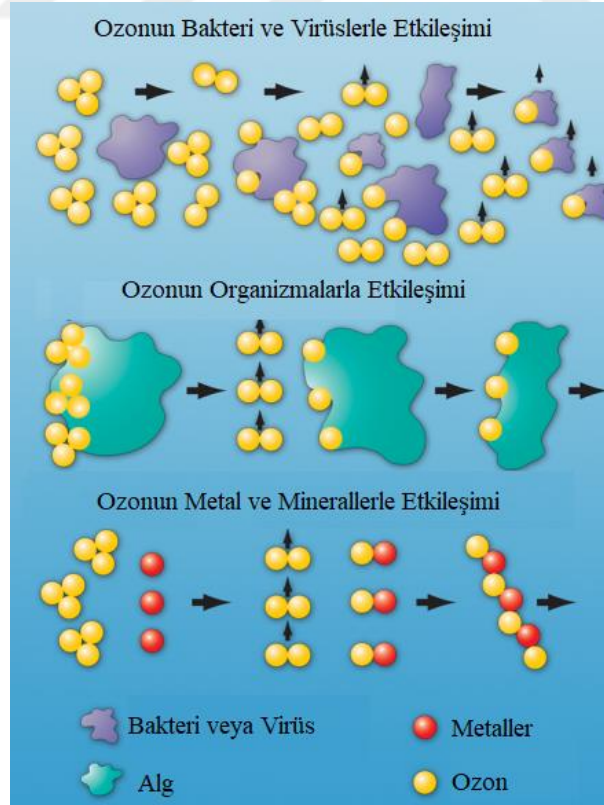
2.5 Ozonun Virüs, Bakteri ve Mantarlar üzerindeki etkisi

Ozon, konsantrasyon ve maruz kalma süresine göre virüs, bakteri ve mantarlara farklı şekillerde etki etmektedir.

BAKTERİ	VİRÜS
<p>Ozon Konsantrasyonu 0,23 - 2,29 ppm</p> <p>Maruziyet Süresi < 20 min</p> 	<p>Ozon Konsantrasyonu 0,2-4,1 ppm</p> <p>Maruziyet Süresi <30 min</p> 
<p>Ozon Konsantrasyonu 3-5 ppm</p> <p>Maruziyet Süresi 60 min</p> 	<p>Ozon Konsantrasyonu 0,02-0,26 ppm</p> <p>Maruziyet Süresi <1,67min</p> 
KÜF	MANTAR

Şekil 2.3 : Mikroorganizmalar üzerinde etkili ozon parametreleri.

Şekil 2.3'te, mikrobiyal yükü % 99 azaltmak için gerekli ozon konsantrasyonunu (ppm) ve maruz kalma süreleri (dakika) gösterilmektedir [23]. Ozonun mikroorganizmalar üzerine etkisi Şekil 2.4'te gösterilmiştir [25].



Şekil 2.4 : Ozonun mikroorganizmalarla etkileşimi.

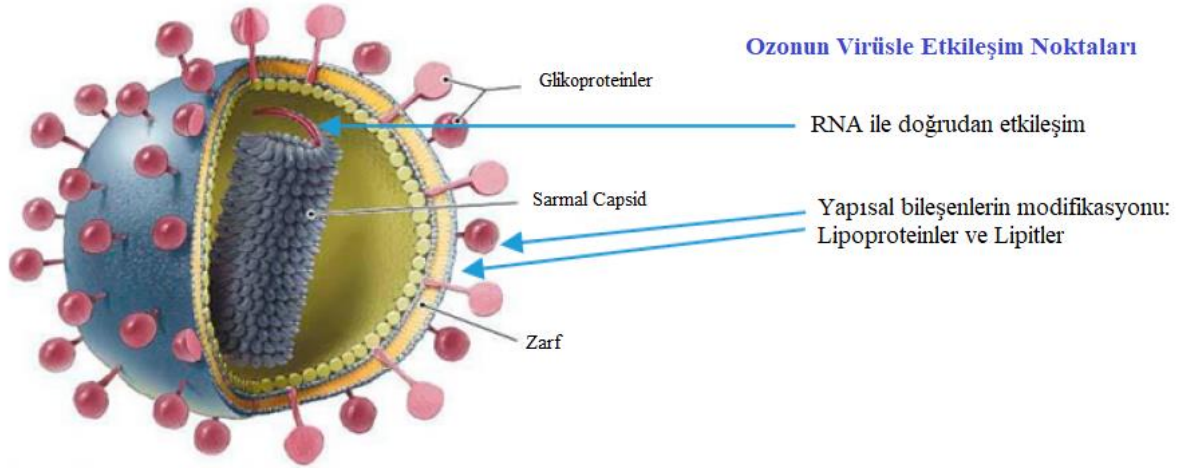
2.5.1 Ozonun virüsler üzerine etkisi

Laboratuvar ortamında ozona 30 saniyelik doğrudan maruziyetten sonra virüslerin % 99'unun inaktif olduğu görülmektedir. Laboratuvar modellerinin dışında, aynı sonucu elde etmek için gereken süreyi etkileyen çeşitli parametreler vardır.

Çevresel yüzeylerdeki virüslerin etkisiz olabilmesi için daha uzun bir maruz kalma süresi gereklidir (yaklaşık 30 dakika). Havada asılı kalan herhangi bir viral partikülün (hava yoluyla taşınan virüsler) % 99,9'unu etkisiz hale getirmek için ise 8-10 dakika yeterlidir. Sudaki virüsler ozon inaktivasyonuna daha duyarlıdır ve kısa temas süresi, yaklaşık 1 dakika veya biraz daha fazlası, bunların % 99'unu inaktif etmek için yeterlidir.

Virüs inaktivasyonu iki faktöre bağlıdır. Birincisi, bir zarfın varlığı veya yokluğudur: Zarflı virüslerin ozona karşı çıplak virüslerden daha duyarlı olduğu görülmektedir. İkinci faktör, virüslerin yapısal veya genomik bileşenlerinin varyasyonu olup, bu varyasyonlar nedeniyle aynı biyosite farklı tepkiler sergileyebilmesidir. Ancak ozonun çeşitli moleküler hedefleri etkileyerek virüslerin inaktivasyonuna neden olduğu gösterilmiştir.

Kapsid yüzey proteinleri ve zarflı virüslerde bulunan membran reseptörleri, amino asitler ve fonksiyonel protein grupları ile doğrudan reaksiyona girdiği için ozonun ilk hedefleridir. Bu, hem virüsün zarar görmüş yapısı üzerinde hem de virüs tarafından konakçı hücrelere bağlanmak ve onları istila etmek için kullanılan spesifik viral reseptörleri etkilemektedir. Bu reseptörlerin değişimi virüsün bulaşıcı kapasitesi üzerinde çeşitli sonuçlara yol açar. Şekil 2.5'te Ozonun virüsle olası etkileşim noktası gösterilmiştir. Ozon, fosfolipidlerin peroksidasyonu yoluyla ve diğer viral makromoleküllere de zarar verebilen çok sayıda reaktif oksijen türü (ROS) oluşturarak zarflı virüslerin zarflarına zarar verir. Ayrıca ozon, hem DNA hem de RNA olmak üzere genetik materyallerine zarar vererek virüsleri etkisiz hale getirebilir. Ozonun virüsler üzerinde etkili olduğu ana mekanizmalar, çeşitli moleküllerin doğrudan oksidasyonundan ve dolaylı olarak ROS oluşumundan kaynaklanmaktadır [23].



Şekil 2.5 : Ozonun virüsle olası etkileşim noktası: Örnek, influenza virüsü partikülünün (RNA virüsü) temsili gösterimi.

2.5.2 Ozonun bakteriler üzerine etkisi

Ozon, bakterilerde fosfolipidlerin ve lipoproteinlerin peroksidasyonu yoluyla zarf bütünlüğünü bozmaktadır. Proteinler, enzimler ve DNA ile de etkileşime girdiğine dair kanıtlar vardır.

E. coli gibi Gram-negatif mikroorganizmaların hücre zarfı, fosfolipidlerden ve sitoplazmaya giren proteinlerden oluşan bir iç sitoplazmik zardan, bir peptidoglikan tabakasından ve polisakaritler gibi polimerlerden oluşan bir dış zardan oluşan karmaşık bir sistemdir. Gram pozitif hücreler, kalın bir peptidoglikan orta tabakası ile daha az karmaşık, üç katmanlı bir zarfa sahiptir.

Ozonun E. coli üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, ozonun hücre zarına nüfuz ettiğine, sitoplazmik maddelerle reaksiyona girdiğine ve kapalı dairesel plazmit DNA'yı açık dairesel DNA'ya dönüştürdüğüne dair kanıtlar bulunmuştur. Bu da muhtemelen bakteri çoğalmasının etkinliğini azaltmaktadır. Daha yüksek organizmaların, bozulmuş DNA ve RNA'yı yeniden stabilize etmek için enzimatik mekanizmalara sahip olması dikkate değerdir. Bu, ozonla klinik tedavide reçete edilen dozlarda ozonun neden hasta için değil de enfekte eden organizmalar için toksik görüldüğünün kısmi bir açıklaması olabilir.

Vibrio parahaemolyticus, koleraya neden olanlarla aynı aileden bir bakteridir. Acı tuzlu suda yaşar ve insanlarda gastrointestinal hastalığa neden olur. Vibrio parahaemolyticus kontaminasyonu, gıda kaynaklı ciddi hastalıklara neden olmuş ve küresel bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Düşük sulu ozon konsantrasyonları altında (0,125 mg/L'den az) bakteri

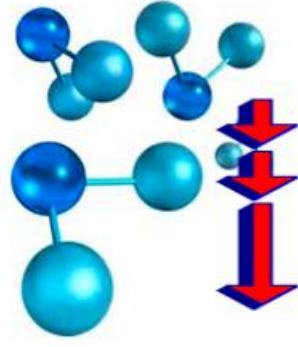
hücre zarlarının bozulmadan kaldığını görülmüştür. Yüksek sulu ozon konsantrasyonları (1 mg/L'den fazla) altında, hücre yüzeyindeki periferik elektronegatiflik derecesi ve hücre dışı boşluğa salınan laktat dehidrojenaz (LDH) konsantrasyonu ve ultra-yapıları hücre zarları hasar görmüştür. Hücreler transmisyon elektron mikroskobu ile doğrulanmıştır. Ozon, hücre zarından nüfuz ederek enzimleri etkisiz hale getirip, neredeyse tüm genleri inhibe etmekte ve sonunda hücre ölümüne yol açan gDNA ve toplam RNA'nın genetik materyallerini bozmaktadır.

Staphylococcus aureus (*S. aureus*), insan da dâhil olmak üzere birçok hayvan türünün deri, mukoza ve nazofarenksinin normal florasına aittir. Ancak aynı zamanda apse, bakteriyemi, endokardit ve osteomyelit gibi hastalıklarla da ilişkilidir ve birden fazla hastalığa karşı direnç gösterebilir. Ozon bu bakteriyi azaltıcı etkiye sahiptir.

Ozon tedavisine duyarlılık gösteren diğer bakteriler şunlardır: *Mycobacterium smegmatis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Enterococcus faecalis*, *Legionella pneumophila*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori*, *Salmonellatybacilluces*, *Streptococcus mutans*, *mitis* ve *Fusobacterium nucleatum* [26].

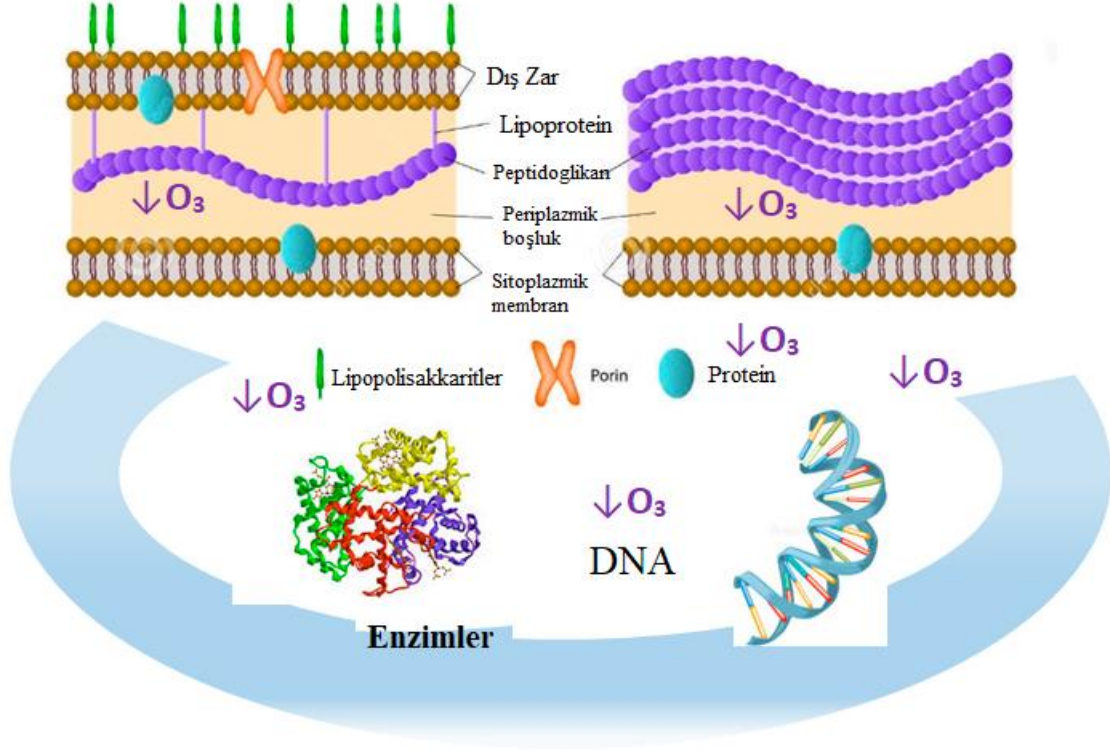
Legionella pneumophila
Pseudomonas aeruginosa
Helicobacter pylori
Salmonella typhimurium
Porphyromonas gingivalis
Vibrio parahaemolyticus
Escherichia coli

GRAM NEGATİF



Mycobacterium smegmatis
Enterococcus faecalis
Streptococcus faecalis
Staphylococcus aureus

POZİTİF



Şekil 2.6 : Ozonun bakterilerle etkileşim mekanizması.

Şekil 2.6 Ozonun bakterilerle etkileşim mekanizması olup, Fosfolipidlerin, lipoproteinlerin ve peptidoglikanın peroksidasyonu yoluyla zarf bütünlüğünün bozulması gösterilmiştir. Sonuç, enzim inaktivasyonu, gen inhibisyonu ve genetik materyallerin bozulmasıdır ve bunların tümü bakterilerin normal hücre aktivitesini kesintiye uğratar [26]. Çizelge 2.5'te ozonun farklı sıcaklık ve pH değerlerinde, bakteriler üzerine etkisi gösterilmiştir [27].

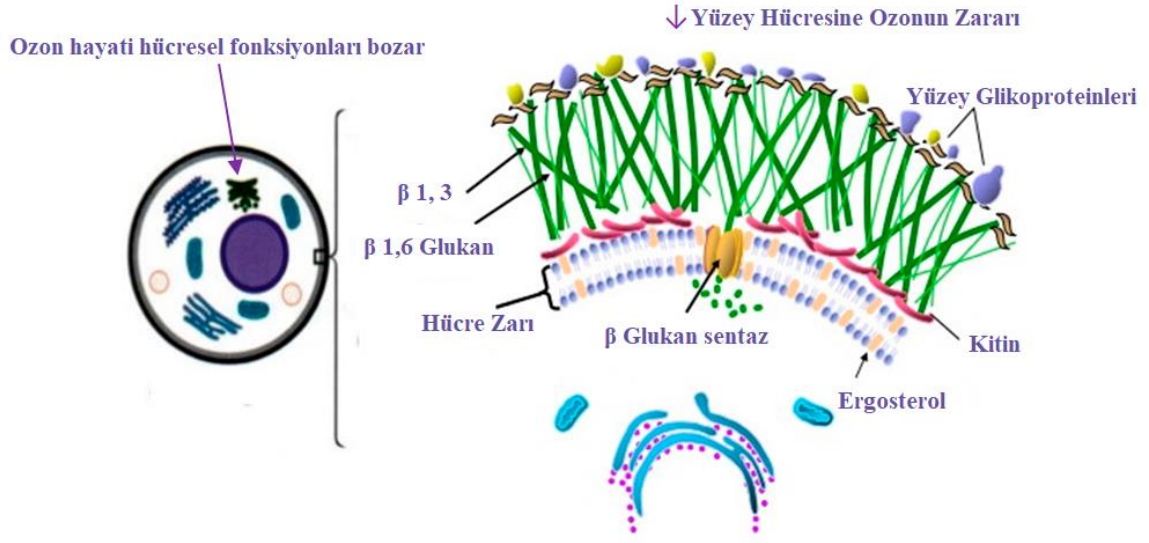
Çizelge 2.5 : Ozonun Bakteriler Üzerine Etkisi

Bakteri	Ozon (µg/ml)	Süre (dk.)	pH	Sıcaklık (°C)	Log10 (birim azalma)
Bacillus megaterium	0,19	5	....	28	> 2,0
B. Cereus	0,12	5	....	28	> 2,0
Leuconos mesenteroides	0,3-3,8	0,5	5,9	25	1,3-7
Listeria monocytogenes	0,2-1,8	0,5	5,9	25	0,7-7
Mycobacterium fortuitum	0,23-0,26	1,67	7,0	24	1,0
Staphylococcus aureus	0,3-1,97	10	....	....	4-6
S. Aureus	....	0,25	7,0	25	>2,0

2.5.3 Ozonun mantarlar üzerine etkisi

Ozon, mantarlar üzerinde öldürücü etkilere sahiptir. Mantarların hücre duvarı çok katmanlıdır ve yaklaşık olarak % 80 karbonhidrat ve % 20 protein ve glikoproteinden oluşur. Birçok disülfid bağının varlığı, mantarların ozon tarafından bozunmasını kolaylaştırır. Ozon, mantar duvarından yayılma, sitoplazmasına girme ve hayati hücresel fonksiyonları bozma kapasitesine sahiptir. Şekil 2.7’de, ozonun mantarlarla etkileşiminde yer alan ana mekanizma temsili olarak gösterilmiştir [26].

C. albicans, insanlarda önemli bir invaziv hastalık kaynağını temsil eden ve dünya çapında yüksek sağlık maliyetleri oluşturan, çok ilaca dirençli bir mantar patojenidir. Bu mantar sıklıkla sağlıklı kişilerin farklı anatomik bölgelerinde bulunur ve optimal çevre koşullarında sistemik ve yüzeysel enfeksiyonlara neden olabilir. İnvaziv kandidiyazis, hastanede yatan çocuklarda yüksek morbidite ve mortalite oranlarına sahip önemli bir hastane enfeksiyonudur. Özellikle bağışıklığı baskılanmış veya yaşlı hastalarda yoğun bakım ünitesinde uzun süreli enfeksiyonların ana kaynağını temsil eder. Ozon, *C. albicans*’ı öldürmede oldukça etkilidir [26].



Şekil 2.7 : Ozonun mantarlarla etkileşiminin ana mekanizması.

2.6 Ozonun Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS)

1.Ürün Tanımı

Ürün Adı: Ozon

Ortak İsimler/Eş Anlamlılar: Triatomik Oksijen, Trioksijen, O₃

Ürün Kullanımı: Çeşitli uygulamalarda koku azaltma, organik bileşiklerin oksidasyonu veya antimikrobiyal müdahale amaçlarıyla havada veya sulu çözeltide değişen konsantrasyonlarda bir ozon jeneratörü tarafından yerinde gaz halinde üretilen ozonla sınırlıdır.

2.Tehlike Tanımı

Çizelge 2.6'da ozonun sağlık ve çevresel tehlikeleri, Çizelge 2.7'de İşyeri tehlikeli madde bilgi sistemi verilmiştir.

Çizelge 2.6 : Ozonun sağlık ve çevresel tehlikeleri.

Fiziksel Riskler	Sağlık Tehlikeleri	Çevresel Tehlikeler
Oksitleyici Gaz	Cilt Tahrişi - Kategori 3	Akut Su Toksikitesi
	Göz Tahrişi - Kategori 2B	Kategori 1

Fiziksel Riskler	Sağlık Tehlikeleri	Çevresel Tehlikeler
	Solunum Sistemik Toksikitesi - Kategori 1 (Akut ve Tekrarlanan Maruziyetler)	

Çizelge 2.6 (devam) : Ozonun sağlık ve çevresel tehlikeleri.

NOT: Cilt veya göz tahrişi listelenen kategorilerin ötesine geçmeden ciddi solunum yolu toksisitesi gelişecektir. Kronik akciğer sorunları, özellikle astımı olan herkes ozona maruz kalmaktan kaçınmalıdır.

Çizelge 2.7 : İşyeri tehlikeli madde bilgi sistemi.

WHMIS Sınıflandırmaları (İşyeri Tehlikeli Madde Bilgi Sistemi, Kanada)			
D1A	Akut Ölümcül - Çok toksik, hemen	C	Oksitleyici
D2A	Kronik Toksikite - Çok Toksik	F	Tehlikeli Derecede Reaktif
D2B	Mutajenite – Toksik		

3.Bileşimi/İçindekiler

Kimyasal adı: Ozon

Kimyasal Formül: O₃

CAS Numarası: 10028-15-6

4.İlk Yardım Tedbirleri

Çizelge 2.8’de ilkyardım tedbirleri verilmiştir.

Çizelge 2.8 : İlk Yardım Tedbirleri.

Giriş güzergahı	Belirtiler	İlk yardım
Ten teması	Evet Tahriş	Su ile durulayın
Cilt Emilimi	Hayır ---	---

Giriş güzergahı		Belirtiler	İlk yardım
Göz teması	Evet	Tahriş	Su ile durulayın, kontakları çıkarın
Yutma	Hayır	---	---
İnhalasyon	Evet	Baş ağrısı, öksürük, boğaz kuruluğu, ağır göğüs, nefes darlığı	Temiz havaya çıkarın, gerektiğinde oksijen tedavisi sağlayın

Çizelge 2.8 (devam): İlk yardım Tedbirleri.

Şiddetli vakalarda veya semptomlar düzelmediğinde tıbbi yardım alın.

5.Yangınla Mücadele Tedbirleri

Ozon yanıcı olmasa da güçlü bir oksitleyicidir, hatta yanmayı başlatabilir veya patlamalara neden olabilir. Yanan malzemeler için belirtilen söndürücü maddeleri kullanın.

6.Kazalara Karşı Alınacak Önlemler

Ozon jeneratörünü kapatın ve alanı havalandırın. Ozon seviyeleri düşene kadar alanı boşaltın.

7.Taşıma ve Depolama

Ozon, üretim noktasından uygulama noktasına kadar ozona dayanıklı boru ve borularda bulunmalıdır. Herhangi bir sızıntı, daha fazla kullanımdan önce onarılmalıdır.

8.Maruz kalma kontrolleri / kişisel korunma

OSHA İzin Verilen Maruz Kalma Sınırı: 8 saat Zaman Ağırlıklı Ortalama 0,1 ppm.

ANSI/ASTM/ACGIH: 8 saat, TWA: 0,1 ppm, Kısa Süreli Maruz Kalma Sınırı: 0,3 ppm.

Solunum Sisteminin Korunması: Yüksek ozon konsantrasyonuna sahip alanlara girmek için tam yüz bağımsız solunum cihazı kullanın.

Mühendislik kontrolleri: ozonu gazdan arındırmak için ozon imha üniteleri (termal ve/veya katalitik) kullanın.

9.Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Bu bölümde ozonun fiziksel durumu, molekül ağırlığı, görünüm, koku, erime noktası, kaynama noktası, buhar basıncı ve sudaki çözünürlük değerleri verilmiştir.

10.Kararlılık ve Reaktivite

Ozon son derece kararsız ve oldukça reaktiftir. Alkenler, benzen ve diğer aromatik bileşikler, kauçuk, disyanojen, brom dietil eter, dintrojen tetroksit, nitrojen triklorür, hidrojen bromür ve tetralüorohidrazin dahil olmak üzere oksitlenebilir maddelerle temastan kaçınmın. Ozon, normal ortam sıcaklıklarında kolayca reaksiyona girecek ve kendiliğinden bozunacaktır.

11.Toksikolojik Bilgiler

Muhtemel maruz kalma yolları: soluma, gözler, cilt maruziyeti.

Akut Maruz Kalmanın Etkileri: Baş ağrısı, öksürük, boğaz kuruluğu, nefes darlığı, göğüste ağırlık hissi (muhtemel pulmoner ödem/akciğerlerde sıvı dâhil) dahil rahatsızlık; daha yüksek maruz kalma seviyeleri semptomları yoğunlaştırır. Cildin ve/veya gözlerin tahriş olması da mümkündür.

Kronik Maruz Kalmanın Etkileri: Astım dâhil kronik solunum bozukluklarının olası gelişimi ile akut maruz kalma etkilerine benzer.

Soluma LC50: fareler, 3 saat boyunca 12.6 ppm; hamster, 3 saat boyunca 35.5 ppm.

Çizelge 2.9'da ozonun toksikolojik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 2.9 : Toksikolojik Bilgiler.

Etki	Sonuç
Ozon tahrişi	Evet
Ozona Duyarlılık	Hayır
Kanserojenlik (NTP, IARC, OSHA)	Hayır
Üreme toksisitesi	Kanıtlanmamış
Teratojenite	Kanıtlanmamış
Mutajenite	Kanıtlanmamış

Etki	Sonuç
Toksikolojik Olarak Sinerjik Ürünler	Alerjenlere, patojenlere, tahriş edicilere karşı duyarlılığı artırır

Çizelge 2.9 (devam) : Toksikolojik Bilgiler.

12.Ekolojik bilgi

Yakın çevredeki alan, özellikle bitki yaşamı olmak üzere bir ozon salınımından olumsuz etkilenebilir. Ozonun su çözeltilisine deşarjı, sudaki tüm yaşam için de zararlı olacaktır. Doğal bozunma nedeniyle biyobirikim oluşmayacak ve etkilenen alan sınırlı olacaktır.

13.İmha Etme Konuları

Ozon gazının atılması, atmosfere salınmadan önce ozonun oksijene parçalanmasını sağlamak için ısı ve/veya bir katalizör kullanan bir ozon yok etme ünitesi aracılığıyla yapılmalıdır.

14.Taşıma bilgileri

Ozon kararsız olduğundan veya ortamdaki diğer maddelerle reaksiyona girdiğinden ya da ayrıştığından, kullanım yerinde ve zamanında üretilmelidir.

15.Mevzuat bilgisi

Eşik Planlama Miktarı, bu miktarın yıl boyunca herhangi bir zamanda sahada olması durumunda acil durum planlama faaliyetlerini gerektirir.

16.Diğer bilgiler

Bu bölümde , ozonun yarı ömrü gibi bilgiler verilmektedir [28].

2.7 Ozonun Kullanım Alanları

Günümüzde ozon yaygın olarak; içme suyu ve atık suların dezenfeksiyonu, koku giderme, gıda endüstrisi, balık yetiştiriciliği, tekstil terbiyesi ve en çokta medikal olarak sağlık alanlarında kullanılmaktadır.

2.7.1 İçme sularının dezenfeksiyonu

Ozonun içme suyu proseslerinde aşağıda belirtilen durumlarda kullanılır.

- Renk giderme,
- Tat ve koku giderimi,
- Demirin ve manganezin bertarafı,
- Süspanse katıların flokülasyonu,
- Alg giderimi,
- Bakterilerin dezenfeksiyonu,
- Virüslerin parçalanması,
- Çözülmüş organik madde oksidasyonu.

Dezenfekte edilen sular, arıtılmış olmalarına rağmen tekrar kirlenebilir. Su dağıtım esnasında yeni bir kirlenme oluşmaması için arıtma sonrası ortamda kalıntı bir dezenfektana gereksinim vardır. Su arıtma proseslerinde, arıtma sonrasında ozon kalıntısının varlığı çok güç olduğundan dolayı birçok ülkede ozonlamayla birlikte kalıntı klor da kullanılmaktadır. Ancak kalıntı klorun ortamda az miktarda bulunması, suyun tekrar kirlenmesini önleyemez [29].

2.7.2 Atık suların dezenfeksiyonu

Ozonun kullanım alanının fazla olduğu alanlardan biri de, biyolojik açıdan işeme tabii tutulmuş suların veya ikinci derecede atık suların dezenfekte edilmesidir. Ozon, içinde canlıların olma olasılığı bulunan yerlere akan atık suların dezenfeksiyonunda veya büyük rezervuarlarda kullanılmaktadır. Klorla yapılan dezenfekte işlemine göre bazı avantajları vardır. Özellikle ozon, virüsleri klorla nazaran daha etkili şekilde ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca klor suda yaşayan organizmalara büyük ölçüde zarar vermektedir. Oysa ozonlama ile su hem oksijen zenginleşmekte hem de suların doğal dengesi bozulmamaktadır. Ozon bu tip suların dezenfeksiyonunu etkili bir şekilde sağlamakla birlikte bulanıklığını ve rengini giderir. Ayrıca kimyasal oksijen ihtiyacını da azaltmış olur [30].

2.7.3 Gıda işletmelerinde ozon uygulamaları

Oksidasyon potansiyeli yüksek olan ozon, gıda endüstrisinde dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Birçok ülkede ozon uygulamasının GRAS (genel olarak güvenilir) olarak kabul edilmesi ile gıda sanayinde kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır [31].

Ozon, gıdalar üzerinde toksik olmayan ürünlere dönüşmekte ve diğer dezenfekte edicilere göre daha geniş bir alanda etki ederek antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Ozon, meyve ve sebzelerde mikrobiyal kirliliğin giderilmesi başta olmak üzere, yiyecek ve içecek işletmelerinde kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Yeterli çalışmalar bulunmamasına rağmen ozon, et ve et ürünleri, tahıl ve tahıl türevli ürünlerin işlenmesi, gıda ile temas eden yüzey ve ekipmanların dezenfekte edilmesinde ve güvenli depolamada da kullanılmaktadır. Ancak ozon özellikle et, süt ve tahıl gibi yağ içeriği fazla olan gıdalarda oksidasyona yol açmakta ve gıdaların besinsel özelliklerini azaltabilmektedir. Bundan dolayı ozonun antimikrobiyal etki gibi avantajlı yönlerinin yanında dezavantajlı olduğu durumlar da değerlendirilmelidir. Ayrıca ozon konsantrasyonu belirli bir sınır değeri aştığında risk oluşturabilmektedir. Kısacası ozonun besinlerin dezenfekte işleminde kullanılabilmesi için, kontrollü koşullarda uygulanması ve konsantrasyonlarının sağlık açısından tehlikeli olmayacak düzeyde tutulması gerekmektedir [32].

2.7.4 Ozon gazının balık yetiştiriciliğinde kullanımı

Ozonun balık yetiştiriciliğinde kullanımının avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Suyu oksijen bakımından zenginleştirir,
- Suyun dezenfeksiyonunu sağlar,
- Su kalitesini yükseltir,
- Suyun bulanıklığını azaltır,
- Balıkların hızlı büyümesini ve gelişimini sağlar,
- Balık ölüm oranlarını düşürür,
- Balıklara zarar veren organik karbon ve nitritleri yok eder.

Ozonlama işlemi yapılarak tanklardaki bakterilerin oluşumu azaltılmış, parazitlerin ve organik kirliliğin önüne geçilmiş dolayısıyla da balık yetiştiriciliğinde ortaya çıkabilecek hastalıkların önüne geçilmiş olur [30].

2.7.5 Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı

Tekstil terbiyesinde kullanılan ozonun avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Ozon soğuk suda da (oda sıcaklığında) etki ettiği için, terbiye proses suyunu ısıtmaya gerek kalmaz böylelikle enerjiden tasarruf sağlar,

- Ozon, çoğu pH değerinde etkili olacağı için, terbiye proses suyunda pH'nın ayarlanmasına gerek kalmaz ve böylelikle kimyasaldan tasarruf sağlanmış olur,
- Ozon diğer klasik kimyasalların yerine kullanılabilmesi için kimyasal madde tasarrufu sağlar [33].

2.7.6 Ozonun medikal kullanımı

Ozon kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda “Ozon her zaman zehirlidir” düşüncesi nedeniyle modern tıpta yerini bulamamıştır. Ancak doğru uygulama yöntemleri ile birlikte uygun dozlarda verilmesi sonucunda olumlu etkileri ortaya çıkmıştır [34].

Ozon tedavisinde, vücut boşluklarına veya dolaşım sistemine oksijen-ozon karışımı enjekte edilir. Tedavi ile hastalıklardan dolayı bozulan fonksiyonların tekrar canlandırılması amaçlanmaktadır [8].

Ozon tedavisi ağrı ve kaşıntı azaltıcı ve antimikrobiyal etkisinden dolayı yara onarımı gibi tedavilerde sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca ozon, sedef hastalığı, egzama, virüs, bakteri ve mantar içeren bulaşıcı cilt hastalıklarının tedavisinde ve cilt ülserlerini tedavisinde etkili olarak kullanılmaktadır. Bakteri ve virüsleri kısa sürede etkisiz hale getirdiği için, enfeksiyon kapmış yaraların tedavisi amacıyla da kullanılmaktadır [35].

Ozon, oksidasyon özelliği ile antioksidan sistemi devreye sokmaktadır. Biyolojik dokulara girdiğinde serbest radikaller oluşturur. Özellikle yağ asitleri oksidasyona oldukça duyarlıdır [15].

Etki mekanizmaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Bakteri, mantar, virüs gibi yapılardaki fosfolipid ve lipoproteinleri okside eder, böylelikle hücre zarının bütünlüğünü bozar,
- Oksijen metabolizmasını uyarır,
- İmmün sistemini aktive eder [36].

Genel olarak ozon uygulaması sonrası organizmada, hücre metabolizması aktive olmakta, bağışıklık sistemi güçlenmekte, eritrosit metabolizmasının uyarılması sonucu hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesi arttığından dolayı dokulardaki oksijenlenme artmakta ve serbest radikallerin seviyeleri düşmektedir [37].



Şekil 2.8 : Ozon tedavisinin faydaları.

Ozonun tıp alanındaki tedavi edici ve koruyucu etkisi kesin olarak kanıtlanmadığından, mevcut tedavilere alternatif ya da tamamlayıcı olarak kullanılması önerilmektedir. Ozon tedavisinin faydaları Şekil 2.8’de gösterilmiş olup [38], ozonun medikal alanlarda en çok kullanıldığı alanları şu şekilde sıralayabiliriz.

- Diş hekimliğinde kullanımı
- Bağışıklık Sisteminin Güçlendirilmesi
- Diyabet Tedavisi
- Yara ve yanık tedavisi
- Astım ve KOAH tedavisi
- Sinüzit tedavisi

- Hepatit Tedavisi
- Kronik Yorgunluk Tedavisi
- Damar tıkanıklığı tedavisi
- Sarı nokta tedavisi
- Bel ve boyun fitiği tedavisi
- Fibromiyalji Tedavisi
- Romatoid Artrit Tedavisi
- Alzheimer Tedavisi
- Trigeminal Nevralji Tedavisi
- Depresyon tedavisi
- Parkinson tedavisi
- Diz ağrısı tedavisi
- Kırışıklık Tedavisi
- Diğer Kullanım Alanları

Diş Hekimliğinde Kullanımı

Dezenfekte edici, antimikrobiyal ve dokuları iyileştirebilme özelliklerinden dolayı diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır [39].

Bağışıklık Sisteminin Güçlendirilmesi

Ozon sayesinde, oksijenin dokularda kullanım etkisi artış gösterdiği için, vücut bağışıklığı ve fiziksel dayanıklılık artmaktadır. Ozon, vücuttaki antioksidanları ve serbest radikallerle savaşan yapıları harekete geçirir. Ayrıca insan beynindeki dolaşım bozukluklarına olumlu etki eder. Bunlara ilave olarak tamamlayıcı tedavinin yanı sıra yaşam kalitesinin artırılması için de kullanılabilir. Özellikle ileri yaşlarda tedavi veya önlem amaçlı kullanıldığında oldukça iyi dönütler sağlanmıştır [40].

Diyabet Tedavisi

Ozon tedavisi, şeker hastalığına ve hastalığın komplikasyonlarına karşı etkili olan tamamlayıcı tıp yöntemlerinden biridir. Oksijen molekülünden yaklaşık 10 kat daha güçlüdür. Bu özelliği sayesinde dokulara daha çok oksijen gitmesini sağlar ve kan dolaşımını artırır. Ayrıca ozon, dokularda oksijen bırakılmasını sağlayan 2,3-difosfogliserat (DPG) molekülünü artırmaktadır. Böylelikle dokulardaki oksijen artışı iki yönlü olarak sağlanmış

Yaralanmadan sonra yaralı dokuda pıhtı oluşumu yoluyla hemostaz sağlanmalıdır. Yaralanmayı, inflamasyon ve yaralı hasarlı doku ve mikroplardan temizlemenin bir yolu olan iltihaplanma izler. Böylece enfeksiyonu önler. Fibroblast, epitel hücreleri, keratinositler ve endotel hücreleri çoğalacak ve ekstraselüler matriks biriktirmek için yaralara göç edecek ve yaranın kapanmasını kolaylaştıracak şekilde yaralanma bölgesini yeniden dolduracaktır. Son olarak, matris birikimi, temizleme ve skar oluşumunun gelişimini düzenler. [26]

Astım ve KOAH tedavisi

Ozon bu hastalarda, dezenfekte edici özelliği ile enfeksiyon etkilerini giderir, bağışıklık sistemini güçlendirerek tedavi edici rol oynar. Ayrıca kanın oksijen taşıma kapasitesini artırdığı için dokularda gelişen hipoksi giderilmektedir [43].

Sinüzit tedavisi

Ozon, hücre ve dokulardaki etkin oksijenizasyonu sağladığından dolayı, sinüzit hastalığının tedavisinde etkili bir yöntemdir. Genelde viral üst solunum yolu enfeksiyonları sinüzite neden olmaktadır. Ozon antiviral etkisi ile virüsleri etkisiz hale getirir, bağışıklığı güçlendirir ve hastalığın tedavisine katkı sağlar. Ayrıca ozon, antienflamatuar özelliğe sahip olduğundan, sinüslerdeki iltihabi yapıların kurutulmasına da yardımcı olur [44].

Hepatit Tedavisi

Ozon terapinin etkili olduğu önemli alanlardan biri de hepatit tedavisidir. Ozon tedavi edici etkisiyle virüse direk etki ederken, bağışıklık sistemini dengeleyici özelliği ile indirek etki etmektedir. Viral olan hepatit türlerinin tümünde (A, B, C), özellikle kronik yapılarda etkilidir. Ozon, virüsün membran yapısında bulunan polipeptid zincirlerine etki ederek, hedef hücrelere yapışmasını önler. Ayrıca virüsteki protein yapılarının çoğalmasını da engeller [45].

Kronik Yorgunluk Tedavisi

Ozon kan dolaşımını destekleyerek, organların oksijen ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasını sağlar. Beyin kan akışını da artırdığı için kronik yorgunluk sendromunda büyük avantajlar sağlar. Ozon terapisinin bazı olumlu etkileri şöyle sıralanabilir.

- Hem zihinsel hem de fiziksel anlamda güç ve performanslarda artış sağlar,
- Uyku kalitesi artar, uyku ihtiyacı azalır,

- Bağışıklık sisteminin güçlendirdiği için, yaygın mevsimsel hastalıklara karşı direncin artmasını sağlar,
- Fiziksel direncin artmasıyla, kişi özgüveninin yerine gelmesi ve beraberinde psikolojik rahatlama sağlar [40].

Damar tıkanıklığı tedavisi

Ozon, kandaki oksijen taşıma gücünün artırır ve kanın sulanmasına yardımcı olur. Kanda antienflamatuvar ve antioksidan etki sağlar. Kırmızı kan hücrelerine etki ederek, kırmızı kan hücrelerinin daha esnek bir yapıya ulaşmasını sağlar. Yüksek oksijenlenme sağlayarak, dolaşımı rahatlatır, kanın istenilen yere taşınmasını sağlamış olur. Damarda oluşabilen plak ismi verilen yapılar nedeniyle, kan akışı istenilen şekilde gerçekleşemeyebilir. Bu da kalp damar tıkanıklığına neden olur. İşte ozon terapi burada devreye girer ve kan akışını hızlandırarak, akışın devamlılığını sağlar [46].

Sarı nokta tedavisi

Sarı nokta hastalığı, genellikle 65 yaş üstü kişilerde meydana gelen, yaşlanmaya bağlı olan bir hastalık olmakla birlikte görme kaybına neden olur. İnsan vücudundaki toksin temizleyici sistemin yetersiz çalışması sonucunda, toksinler vücutta birikmeye başlar. Bu toksinler aynı zamanda retinanın merkezinde bulunan makulada da birikirler. Toksinlerin birikmesiyle retina zarar görür ve görme kayıpları oluşmaya başlar. Sarı nokta hastalığı tedavisinde biriken toksinleri temizleyici yani vücudun antioksidan sistemini aktive eden yöntemlerden olan ozon tedavisi kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, özellikle hastalığın başlangıç aşamalarında % 70'lere varan oranlarda görmede iyileşmeler gözlenmiştir [40].

Bel ve boyun fitiğı tedavisi

Bel ve boyun fitikları belde, kolda ve/veya bacakta ağrıya yol açmaktadır. Ayrıca kolda veya bacakta güçsüzlüğe de neden olabilir. Bu ağrı ve güçsüzlüğün sebebi, fitiğın sinire baskı yapmasıdır. Sinire yapılan baskının azalmasını amaçlayan ozon tedavisi yönteminde, ozon gazı fitikleşen diskin içine ya da çevresine enjekte edilir. Verilen gaz diskin hacmini küçültür ve sinirlerin üzerindeki baskının azalmasını sağlar. Böylelikle ağrı da azalmış olur. Ayrıca ozon, fitiğın iyileşme sürecinde gerekli olan kan akışını ve dokulardaki oksijen artışını da sağlayarak tedaviye katkı sağlar [47].

Fibromiyalji Tedavisi

Fibromiyalji bir tür yumuşak doku romatizmasıdır. Genel kas ağrısı ve vücudun belirli noktalarındaki kronik ağrı olarak kendini gösterir. En yaygın belirtisi boyun, omuz ve sırt ağrısıdır.

Ozon tedavisi, dokulara oksijen taşınmasını artırdığı için dokuların iyileşmesini hızlandırır. Özellikle eklem ve kas yapılarında, boyun ve bel gibi bölgelerde görülen sertlik, ağrı, karıncalanma ve uyuşukluk, gibi vücut fonksiyonlarını etkileyen, fiziksel aktiviteleri kısıtlayan ve hastalık psikolojisine sokan şikâyetleri azaltır [40].

Romatoid Artrit Tedavisi

Kronik bir hastalık olan ve daha çok eklem iltihabı olarak kendini gösteren bu hastalığın tedavisinde, ozon ile vücudun antioksidan ve antiinflamatuvar sistemleri aktif hale getirilir. Dokuların oksijenlenme oranı arttığı ve dolaşım bozuklukları giderildiği için, vücudun hastalıklarla baş etmesi daha kolay bir hale gelir. Ayrıca ozon, romatizma sonrası eklemlerde oluşan hasarın onarımında da yardımcı olur [45].

Alzheimer Tedavisi

Vücudumuzdaki en güçlü antioksidanlardan olan glutatyon yaşa bağlı olarak azalmaktadır. Ozon tedavisi ile azalan bu hücrelerin artışı sağlanarak, beyin hücrelerinin bozulması ve bozulma durumundaki hücrelerin de kurtulmasını sağlar. Ozon, vücuttan zehirlerin atılmasını sağlayarak, damarların yapısı iyileştirir ve beyne yeteri kadar oksijen taşınmasını sağlar [48].

Trigeminal Nevralji Tedavisi

Nevralji, ani bir başlangıcı olan, tek taraflı, şimşek ve bıçak saplanır gibi ağrı hissi veren veya elektrik çarpması gibi tarif edilen bir yüz ağrısıdır ve yüz ağrıları içinde en sık rastlanılanlardandır. Ozon tedavisi ile dolaşım sisteminin güçlendirilmesi ve ödemin azaltılması sağlanarak nevralji tedavisi amaçlanmaktadır.

Lokal olarak uygulanan ozon enjeksiyonlarıyla tetikleyici noktaların iyileştirilmesi, ağrıların kaybolması veya azalması sağlanmış olur [45].

Depresyon tedavisi

Depresyon, belli uyarıcılara karşı vücut duyarlılığının azalması, ilgide azalma ve yapılan aktivitelerden zevk almama hali olarak tanımlanabilir.

Ozon tedavisi ile beyin hücreleri daha sağlıklı hale gelmektedir. Böylelikle depresyonun neden olduğu öğrenme ve konsantrasyon bozuklukları azalır, strese verilen yanıt normalleşir. Ayrıca hafıza güçlenir, uykusuzluk halleri düzelir, hormon bozukluğu sonrası görülebilecek olan ritim bozuklukları engellenir [49].

Parkinson tedavisi

Parkinson, bir hareket sistemi hastalığı olup, denge problemleri, kaslarda esneklik kaybı, ellerde titreme, hareketlerde yavaşlama belirtileri ile kendini gösterir.

Ozon oksijenin dokularda daha iyi kullanılmasını sağladığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği için, hastaların fiziksel dayanıklılığını arttırmaktadır. Vücuttaki antioksidanları artırır ve vücutta serbest radikallerle savaş halindeki hücreleri aktif hale getirir. Böylelikle beyinde oluşan dolaşım bozukluklarının tedavisine yardımcı olur [45].

Diz ağrısı tedavisi

İnsan vücudunun en hareketli eklemlerinden biri de diz eklemidir. Diz bölgesindeki kıkırdak kısmın yaralanması veya bağ dokusunun yırtılması sonucu diz ağrıları oluşmaktadır. Ozon, dizde bulunan ve daralmış olan eklem açılmasını ve hareket etmesini sağlar, sinir fonksiyonlarını iyileştirerek ağrıyı ve enflamasyonu giderir. Kan dolaşımının hızlanmasını sağlayarak eklem ve kas ağrılarında iyileşme sağlar. Ayrıca toksinleri azaltıcı etkisiyle kaslarda gevşemeyi ve yumuşamayı sağlar [50].

Kırışıklık Tedavisi

Vücut hücrelerini bir arada tutan kollajen yani bağ dokusu yaşa bağlı olarak azalmakta ve dokular zamanla gevşemektedir. Bu da kırışıklıkların en büyük sebebidir. Bağ dokusu yapımı için gerekli olan oksijenin hücrelere taşınmasını amaçlayan ozon tedavisinde, hücreler aktive olarak canlanmakta ve bu sayede bağ dokusu oluşarak kırışıklıklar tedavi edilmektedir [51].

Diğer Kullanım Alanları

Belirtilen kullanım alanları dışında, ozonun diğer kullanım alanları Çizelge 2.10'da verilmiştir [52].

Çizelge 2.10 : Ozonun diğer kullanım alanları.

Uzmanlık	Patoloji
Algoloji	Lokomotor sistem, vasküler sistem, yara iyileşmesi, nöropatik ağrılar, viseral ve somatik ağrılar vs.
Anjiyoloji	Venöz yetmezlik, diyabetik ülser, artropati, koronaropati, kangren, postflebitik ülser, periferik vaskülopati.
Dahiliye	Hepatit, diyabet, ateroskleroz, arteriyel hipertansiyon, osteoartrit, astım, kronik bronşit, gastrit, mide ülseri, Crohn hastalığı, kronik kabızlık, hipotiroidizm.
Dermatoloji	Herpes Zoster ve simpleks, akne, egzama, lipodistrofi (selülit), mikoz, sedef hastalığı, atopik dermatit
İmmünoloji	İmmüno-modülatör, otoimmün bozukluklar, radyasyonla tedavilerde ve immün yetmezlikte adjuvan.
Jinekoloji	Protozoa veya mikozla bakteriyel enfeksiyonlar, Bartholin kisti, vajinit, menopoz, kronik pelvik inflamasyon, kısırlık.
Nefroloji	İskemik-metabolik patolojilerin tedavisinde yardımcı madde. Nöroloji Migren, depresyon, vazomotor cephalea, nöro-vasküler bozukluklar.
Ortopedik Romatoloji	Disk-radiküler çatışmalar, disk herniasyonu, eklem romatizması, lumbago, osteoartrit, artropati, periartrit, romatoid artrit.

2.8 Medikal Ozon Uygulama Yöntemleri

Otohemoterapi: Major ve minör otohemoterapi şeklinde ikiye ayrılır. Major hemoterapide 200 ml kan damar yolundan özel bir sistemle alınırken minör otohemoterapide 5-10 ml kan damar yolundan özel bir sistemle alınır. Her iki yöntemde de alınan kanlar ozonla karıştırılır. Oksijen sayesinde temizlenen kan vücuda tekrar enjekte edilir [53].

- **Rektal uygulama:** Uygulanan ozon gazının bağırsak çeperinden hızla emilmesi beklenir. Özellikle kolit, crohn hastalıkları gibi bağırsakların enflamatuar hastalıklarının tedavisinde bu yöntemden yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır [53].

- **Topikal uygulamalar:**

a) **Eklem içi uygulama:** Ağrılı iltihabi eklemine içine ozon gazının yavaşça enjekte edilerek uygulanmasıdır.

b) Ozonlu yağ: Saf zeytinyağı içerisine ozon gazının özel yöntemlerle geçirilmesiyle ozonlanan yağın böcek ısırıkları, sivilce, uçuk, yatak yaraları, egzema gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmasıdır.

c) Ozonlu su: Ozon gazının sudan özel bir yöntemle geçirilmesiyle elde edilir. Cilt enfeksiyonları, yanıklar ve yaraların temizlenmesinde, cerrahi sonrası pansuman, aftlar ile dişeti hastalıklarında da kullanılabilir.

d) Torbalama Yöntemi: Kapalı bir sistemle bir torba içerisinde vücudun farklı bölgelerine uygulanır. Ülserler, açık yaralar, ameliyat sonrası oluşan lezyonların tedavisinde kullanılır.

e) Ozon sauna: Hasta, başı dışarıda kalacak şekilde sauna kabineye yerleştirilir. Ozon gazı belirli sıcaklık ve basınçta periyodik olarak vücuda uygulanır. Önerilen dozun üzerinde yapılan uygulamalar sitotoksik etki yaratarak hemolize neden olabilir [53].

2.9 Ozon Toksikitesi Ve Yan Etkileri

Ozonun doğru doz ve uygulama yöntemleri ile yan etki profili oldukça düşüktür. Nadiren görülen yan etkileri; baş ağrısı, bulantı, rinit ve üst solunum yolu irritasyonudur. Bu etkilerin çoğu ozon gazının solunması nedeniyle oluşur. Ozonun solunması durumunda nemli oksijen tedavisi önerilmektedir. Damar içi kullanımı özel tıbbi deneyim gerektirir. Uygunsuz kullanımı emboli ve ölüm riski oluşturabilir [54]. Çok yüksek dozlarda DNA ve RNA ile tepkimeye girerek toksik etki gösterebilir. Ozon maruziyeti sonrası yan etkilerin oluşumu durumunda, hasta için asetilsistein, C ve E vitamini tedavisi önerilir [55].

Ozonun yan etkileri, ozon gazının ortamdaki konsantrasyonu, ortamın sıcaklığı, maruziyet süresi ve ortamın nem değerine göre değişiklik gösterir [56].

Bunun dışında ozon, yan etkisinin neredeyse olmadığı düşünülen bir tedavi çeşididir. Bugüne kadar bahsedilen yan etkilerin ise uygulama komplikasyonlarına bağlı olduğu gösterilmektedir. Bununla birlikte ozon tedavisini kullanmanın sakıncalı olabileceği bazı durumlar söz konusudur. Bunlar;

- Hipertiroidi,
- Kontrol altına alınamayan kardiyovasküler hastalıklar,
- Özellikle hamileliğin erken dönemleri,
- Glukoz 6 fosfat dehidrogenaz enzim eksikliği,
- Kanama bozukluğu,

- Anjiotensin çevirici enzim (ACE) inhibitörü tedavisi gören hastalar,
- Ozona karşı hassasiyeti olan astım hastaları,

olarak sıralanmaktadır.

Ozon düşük dozlarda antioksidan sistemini aktive etmekte ancak yüksek dozlarda toksik etki yaratmaktadır [34].

Ozonun toksik özelliğe sahip olabilmesi için esas belirleyici faktör, ozona maruz kalma süresi ve ozon konsantrasyonudur. OSHA (Occupational Safety and Health Administration) 0.01-0.05 ppm ozonun hissedilebilir konsantrasyon olduğunu açıklamıştır. Ayrıca, 0.1 ppm ozona en fazla 8 saat, 0.3 ppm ozona ise en fazla 1.5 dakika maruz kalınması gerektiğini, 1700 ppm'den daha yüksek konsantrasyonlarda öldürücü etkiye sahip olduğunu belirtmiştir [18].

Bütün dezenfeksiyon işlemlerinde olduğu gibi, ozon gazı kullanımı da doğru bir şekilde projelendirilmelidir. İnsan sağlığına zarar vermeden kullanılabilmesi için yasal limitlere uyulmalıdır. Bu yasal limitler; Dünya Sağlık Örgütü (WHO), İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi (OSHA), Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyen Uzmanları Konferansı (ACGIH), Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH) gibi organizasyonlar tarafından belirlenmiştir. Ozon maruziyeti farklı kuruluşlar tarafından farklı şekilde formüle edilse de, genel olarak 0,1 ppm'de 8 saat kesintisiz ozon maruziyetinin insan sağlığı açısından kalıcı bir hasar oluşturmadığı düşünülmektedir [57].

Alman Ozon Birliği'nin yaptığı bir çalışmada, 5,5 milyon kişiye ozon tedavi yöntemi uygulanmış ve sadece 7 kişide yan etki olduğu görülmüştür [45].

2.10 Türkiye'de Medikal Ozon Uygulaması

Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları (GETAT), 1990'lı yıllardan itibaren, gelişmiş dünya ülkelerinin sağlık sistemlerinde batı tıbbi ile entegre olarak uygulanmaya başlamıştır. 2014 yılında Türkiye'de Sağlık Bakanlığı tarafından Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği çıkarılmış, bu kapsamda ozon terapi yöntemi de dâhil olmak üzere 15 uygulamaya açıklık getirilmiştir. Yönetmelik kapsamında belirtilen uygulamaların sadece Sağlık Bakanlığının eğitim verdiği hekimler tarafından uygulanabileceği belirtilmiştir. Yönetmelikte belirtilen şartları yerine getiren merkezler, İl Sağlık Müdürlükleri ve Sağlık Bakanlığı tarafından değerlendirildikten sonra

ruhsatlandırılmaktadır ve yetki izni alabilmektedir. Bugüne kadar üniversite hastanelerinin 56'sında GETAT Uygulama Merkezi açılmıştır. Bu kapsamda 3350 doktora sertifika verilmiştir. Ayrıca 60 tanesi devlet hastanelerinde olmak üzere, özel sağlık kuruluşlarıyla birlikte toplam 910 GETAT merkezi aktif bir şekilde hizmet vermektedir [58].

2.11 Yapay Ozon Üretimi ve Ozon Jeneratörleri

Normal hava kullanılarak ozon üretimi önerilmemektedir. Çünkü bu şekilde ozon üretimi sağlandığında, havadaki azot oranının fazla olması sebebiyle zehirli özellikteki N_2O_2 (nitrojen dioksit) ortaya çıkmaktadır.

Ozonu, medikal ozon jeneratörleri kullanarak yapay olarak üretmek mümkündür. Bu şekilde yapılan üretimde mikrogram (μg) düzeyinde ozon elde edilmektedir [59].

Ozon jeneratörlerinde ozon üretiminin ana prensibi, molekül halindeki oksijenin (O_2) parçalanarak oksijen atomu elde edilmesi ($O\cdot$) ve bu atomunda başka bir oksijen molekülüne (O_2) bağlanması şeklindedir. Ozon jeneratörleri 3 farklı yöntemle çalışmaktadır.

UV Ozon Jeneratörleri

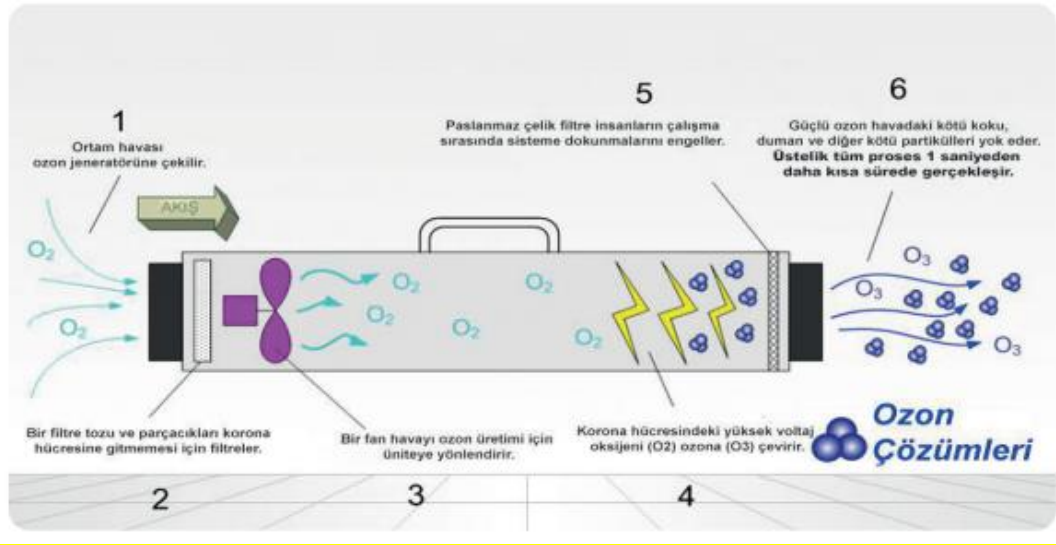
UV lambalarının etrafından hava geçirilmesiyle ozon gazı üretim esasına dayanır, işlem sırasında dalga boyu 220 nm'den kısa ışın veren lambalar kullanılır. Elde edilen ozon gazı su dezenfeksiyonu veya arıtma işlemleri için yeterli olmamakla birlikte hastanelerde ortam havasını temizlemek veya gıdaları korumak amacıyla kullanılmaktadır [60].

Düşük Frekans Ozon Jeneratörleri

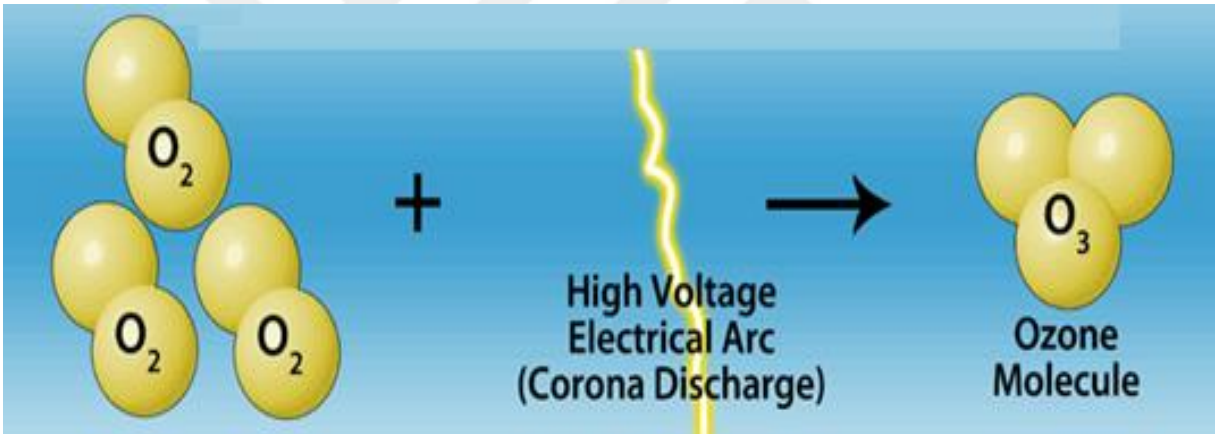
Aynı miktar ozon gazı üretimi yapan yüksek frekans ozon jeneratörleriyle karşılaştırıldığında, iki kat fazla enerjisi tüketmektedir [61].

Corona-Discharge Esaslı Ozon Jeneratörleri

Sabit elektrik akımıyla ozon üretimini esas alan bu yöntemde, kinetik enerji ile elektronlar hızlandırılır ve oksijen molekülündeki oksijen-oksijen bağı parçalanır. Parçalanma sonucu açığa çıkan oksijen atomu; başka bir oksijen molekülü ile reaksiyona girerek ozon gazını oluşturur. Bu yöntem ile hem yüksek konsantrasyonda hem de daha fazla ozon üretilmektedir. Diş hekimliği ve tıp alanında en çok bu yöntemle ozon üretimi tercih edilir [61]. Corona-discharge esaslı ozon jeneratörleri Şekil 2.10'da [62], ozon molekülünün oluşumu Şekil 2.11'de gösterilmiştir [63].



Şekil 2.10 : Corona-Discharge Esaslı Ozon Jeneratörleri.



Şekil 2.11 : Ozon Molekülünün oluşumu.

2.12 Dezenfektan Olarak Kullanılan Oksidanlar Ve Oksidasyon Potansiyelleri

Çizelge 2.11’de ozon ve diğer oksidanların redoks potansiyelleri verilmiştir. Tabloda da belirtildiği gibi ozon, flor gazından ve hidroksil radikalinden sonra en güçlü oksidan özelliğine sahiptir [64]. Organik maddelerde bulunan karbon bağları ozon tarafından kolayca parçalanır. Hatta ozon, aromatik yapıyı kırabilir. Bazı organik maddeleri ise kısmen oksitleyebilir ve oksitlenen ara ürünler ozonla daha fazla okside olamazlar.

Çizelge 2.11: : Ozon ve diğer oksidanların redoks potansiyeli.

Oksidan	Oksidasyon Potansiyeli (eV)
Flor	3,06
Hidroksil Radikali	2,8
Oksijen	2,42
Ozon	2,07
Hidrojen Peroksit	1,77
Klordioksit	1,57
Klor Gazı	1,36

3. OZON İLE İLGİLİ MEVZUATLAR

3.1 Türkiye'deki Mevzuatlar

3.1.1 Atık su arıtma tesisleri teknik usuller tebliği

(20.03.2010 Tarih ve 27527 sayılı Resmi Gazete)

Yerleşim birimlerinde oluşan atık suların arıtılması amacıyla yapılacak olan atık su arıtma tesislerinin tasarım kriterleri, teknoloji seçimi, atık suların dezenfeksiyonu, tekrar kullanımı ve arıtma faaliyetleri sırasında açığa çıkan çamurun bertaraf edilebilmesi için kullanılacak temel teknikleri ve uygulama işlemlerini düzenlemek amacıyla hazırlanan tebliğde, dezenfeksiyon yöntemi olarak ozonlama kullanılabileceği belirtilmiştir.

Tebliğin 13. Madde 1. fıkrası "b" bendi:

Dezenfeksiyon yöntemlerinden biri de sistemin ozonlanmasıdır. Ozon temas tanklarına, içinde düşük konsantrasyonlarda ozon bulunan gaz beslenir. Yeterli dezenfekte işleminin sağlanabilmesi ve gaz-sıvı transfer veriminin sağlanması sistem ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Verimi artırmak için de kapalı ve derin temas tankları kullanılır [65].

Belirtilen tebliğin ekinde dezenfeksiyonun tanımı, hücre geçirgen yapısının koloidal yapısının bozunması, hücre duvarının parçalanması ve mikroorganizmalar etkisiz hale gelmesi olarak tanımlanmıştır. Dezenfeksiyon işlemini etkileyen faktörler, dezenfektanın konsantrasyonu, etki süresi, sıcaklık, su içindeki mevcut diğer bileşik miktarları, mikroorganizmaların cinsi ve suyun diğer özellikleridir. Sıcaklık arttıkça dezenfekte hızı artmakta ve aynı dezenfekte verimine ulaşabilmek için gereken temas süresi düşmektedir.

Atık su dezenfekte işleminde, arıtma tesislerinde ozon jeneratörleriyle üretilen ozon, temas tankları kullanılarak atık suyla karıştırılır. Ozon reaktöre boru hattı üzerine döşenen statik karıştırıcılarla transfer edilir. Doğru tasarlanmış bir difüzörde ozon transfer verimi % 90'dır.

Farklı dezenfektanların bazı organizmalar üzerindeki etkisi Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.2'de ise bazı dezenfektanların dezenfeksiyon işlemlerindeki üstün ve zayıf yönleri verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Ozon, Klor ve Ultraviyole ışınların bakteri, virüs ve protozalara etkisi

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

Çizelge 3.2 : Klor, Ozon ve UV'nin atıksu dezenfeksiyon etkilerinin karşılaştırılması

Üstünlükleri	Zayıf yönleri
Klorlama	
<ul style="list-style-type: none">• Etkilidir.• Dezenfeksiyon teknolojisi iyi bilinmektedir.• Bakiye klor kullanılabilir.• İlk yatırım maliyeti ucuzdur.• Klordan daha güvenli olan kalsiyum ve sodyum hipoklorit kullanılabilir.	<ul style="list-style-type: none">• Tehlikeli bir kimyasaldır.• Dezenfeksiyonun tam olarak sağlanabilmesi için uzun temas süresine ihtiyaç vardır.• Dezenfeksiyon yan ürünü oluşur.• Suda çözünmüş katı miktarını artırır.• Cryprosporidiosis parazetine etki etmez.• Bazı virüs ve spora etki edebilmesi için yüksek dozajlara ihtiyaç vardır.
Ozonlama	
<ul style="list-style-type: none">• Etkilidir.• Bazı virüsler ve sporlar üzerinde klordan daha etkilidir.• Etki süresi klora nazaran daha azdır.• Kapladığı alan daha azdır.• Çözünmüş oksijen miktarını artırır.	<ul style="list-style-type: none">• Bakiye ozonun uzaklaştırılması gerekir.• Bakiye ozonun etkisi yoktur.• Bazı virüs ve spora etki edebilmesi için yüksek dozajlara ihtiyaç vardır.• Aşındırıcı ve zehirli etkiye sahiptir.

<ul style="list-style-type: none"> Eser miktardaki organik madde konsantrasyonlarının azaltılmasında kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> İlk yatırım ve işletme maliyeti yüksektir.
UV	
<ul style="list-style-type: none"> Etkilidir. Kimyasallar kullanılmaz. Bazı virüsler ve sporlar üzerinde klora nazaran daha etkindir. Dezenfekte işleminde yan ürün oluşmaz. Suda çözünmüş katı miktarını artırmaz. Güvenli bir dezenfeksiyon yöntemidir. Klorlamaya nazaran daha az alan gerekir. Eser miktardaki organik madde konsantrasyonlarının azaltılmasında kullanılabilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Bakiye etkisi yoktur. Eser miktardaki organik madde konsantrasyonlarının azaltılmasında kullanılabilir. İlk yatırım maliyetleri fazadır. Kullanılan lamba yüzeyleri zamanla kapanabilir.

Çizelge 3.2 (devam): Klorlama, Ozonlama ve UV'nin atıksu dezenfeksiyonundaki üstün ve zayıf yönleri

3.1.2 Dezenfeksiyon teknik tebliği

(26.08.2015 tarih ve 29457 Sayılı Resmi Gazete)

Küçük yerleşim yerlerinde içme suyunun güvenli kullanımının sağlanabilmesi için uygun dezenfeksiyon işlemlerinin belirlenmesi, doğru bir dezenfekte işlemi ve denetiminin etkili bir şekilde yapılması amacı ile hazırlanan tebliğde, dezenfeksiyon yöntemi seçimi ve uygulaması olarak ozonun nasıl kullanılabileceği belirtilmiştir.

Tebliğin 6. Madde 1. Fıkra'sı:

Küçük yerleşim yerlerinde uygun dezenfeksiyon metodunun belirlenmesi için tebliğin ekinde verilen (EK-1) "Dezenfeksiyon Yöntemleri" dikkate alınır. Ancak dezenfeksiyon işlemlerinde kullanılacak ozon, suyun şebekeye verilmesinden önce kullanılıyorsa, sadece ön dezenfeksiyon amaçlanır.

Dezenfeksiyon teknik tebliği EK-1 dezenfeksiyon yöntemleri:

Ozon: Çok güçlü bir dezenfektan ve oksidan özelliğine sahip olan ozon, kısa sürede mikroorganizmalara etki edebilmekte ve istenmeyen renk, tat ve kokuyu gidermektedir. Ancak ozonlama işlemi sırasında yüksek enerjiye ihtiyaç duyulması, yüksek ilk yatırım maliyeti ve karmaşık donanım kullanımına duyulan ihtiyaç nedeniyle yaygın bir kullanıma sahip değildir.

Bazı sularda ozonla reaksiyona giren maddelerin fazlalığından dolayı, bir kaç dakika ozon verilmesine rağmen suda bakiye ozon tespit edilememektedir. Bu nedenle, ozon konsantrasyonunun artmaya başladığı süre dikkate alınarak, ozon tankları boyutlandırma işlemi yapılmalıdır. Çizelge 3.3, 3.4, 3.5'te belirli pH aralıklarında bazı virüslerin inaktivasyonu için gerekli konsantrasyon-sıcaklık değerleri, Çizelge 3.6'da dezenfeksiyon yöntemi seçimi için gerekli kriterleri verilmiştir [66].

Çizelge 3.3 : Giardia inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.

Log inaktivasyon	Sıcaklık, °C				
	< 1	5	10	15	20
0,5	0,48	0,32	0,23	0,16	0,12
1,0	0,97	0,63	0,48	0,32	0,24
2,0	1,90	1,30	0,95	0,63	0,48
3,0	2,90	1,90	1,43	0,95	0,72

Çizelge 3.4: Cryptosporidium inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.

Log inaktivasyon	Sıcaklık, °C				
	< 1	5	10	15	20
0,5	12	7,9	4,9	3,1	2,0
1,0	24	16	9,9	6,2	3,9
2,0	48	32	20	12	7,8
3,0	72	47	30	19	12

Çizelge 3.5: Virüslerin inaktivasyonu için gerekli Ozon Konsantrasyonu-Sıcaklık değerleri.

Log inaktivasyon	Sıcaklık, °C				
	< 1	5	10	15	20
2,0	0,90	0,60	0,50	0,30	0,25
3,0	1,40	0,90	0,80	0,50	0,40
4,0	1,80	1,20	1,00	0,60	0,50

Çizelge 3.6: Dezenfeksiyon Yöntemi Seçimi İçin Gerekli Kriterler (Dezenfeksiyon Teknik Tebliği Ek-2)

Dezenfeksiyon Yöntemi	Seçim Kriterleri	Dikkat Edilecek Hususlar
Ozon	<ul style="list-style-type: none">• Su tüketimi < 10 m³/gün	<ul style="list-style-type: none">• Kısa sürede kullanıcıya ulaşan ve kirlenme ihtimali çok düşük olan içme suyu şebekelerinde kullanılabilir.• Sitemde bakiye klor kalması sağlanarak, şebekenin de korunması amacıyla son klorlama işlemi yapılmalıdır.• Bromat < 10 µg/L• Yüksek enerjiye ihtiyaç vardır.• Kompleks ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.• Kalifiye personel ihtiyacı vardır.• İlk yatırım maliyeti yüksektir.• Kullanılacak klor konantrasyonunu düşürmek amacıyla, su tüketiminin 10 m³/gün'den fazla olan su dağıtma ağlarında klorlamadan önceki aşamada kullanımı uygundur.

3.1.3 Doğal mineralli sular hakkında yönetmelik

(01.12.2004 tarih ve 25657 Sayılı Resmi Gazete)

Doğal mineralli suların hijyenik olarak ve teknik şartlara uygun biçimde üretilerek tüketime sunulması, etiketlenmesi, ambalajlanması, denetime tabi tutulması, satışı ve onayı amacı ile hazırlanan yönetmelikte, doğal mineralli suların oksijenlenme işleminde ozonla zenginleştirilmiş havanın kullanım şekli belirtilmiştir.

Tebliğin 5. Madde “b” bendi:

Doğal mineralli sularda kendine has özelliklerini veren elementlerin su kaynağındaki niteliklerini değiştirmemek şartıyla yapılan ve muhtemelen oksijenlenme işlemini takiben aşağıda belirtilen işlemlerin dışında herhangi bir işlem uygulanmaz.

- Demir ve kükürt gibi kalıcı olmayan elementlerin filtrasyon ve boşaltma yoluyla ayrıştırılması,
- Demir, mangan, kükürt ve arseniğin ozonla zenginleştirilmiş hava kullanılarak ayrıştırılması,
- Serbest karbondioksidin tamamen fiziksel yollarla kısmen veya tamamen ayrıştırılması.

Ayrıştırma işlemlerinde zenginleştirilmiş ozonlu havanın kullanılması durumunda tebliğin 27. Maddesindeki hükümler uygulanır.

Tebliğin 27. Madde “c” bendi:

Ayrırma işlemleri sırasında ozonla zenginleştirilmiş havanın kullanılması durumunda, ayırma işleminden önce doğal mineralli suyun, yönetmelikte belirtilmiş olan mikrobiyolojik kriterlerin sağlanması gerekmektedir. Ozonla zenginleştirilmiş havayla işleme tabi tutulan suların kontrol izlemesindeki ozonun maksimum limit değeri 50 µg/L olarak belirlenmiştir.

Yönetmeliğin 25. Maddesinde etiketleme işlemleri de belirtilmiştir: Ozonla zenginleştirilmiş hava kullanılarak doğal mineralli sular işleme tabi tutulmuşsa, etiketinde “Tekniğine uygun olarak, ozonla zenginleştirilmiş hava ile oksijenleme işlemine tabi tutulmuştur” uyarısı bulunma zorunluluğu vardır [67].

3.1.4 İçme suyu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği

(07.03.2020 tarih ve 31061 sayılı Resmi Gazete)

Yeraltı ve yerüstü kaynak sularının arıtımı için yapılacak olan içme suyu arıtma tesislerinin normlarını ve tasarım esasını düzenlemek amacı ile hazırlanan tebliğde, dezenfeksiyon yöntemi olarak ozonlama kullanılabilceği belirtilmiştir.

14. Madde (Ön dezenfeksiyon) 1. fıkrası:

Suların dezenfeksiyon işlemi kimyasal ilavesiyle (klor, ozon, kloramin ve klordioksit gibi) veya UV kullanılarak yapılır. İçme suyu arıtımında en çok ozonlama ve klorlama işlemleri kullanılır. Arıtma tesislerinde tat ve koku giderimi, demir ve manganın oksidasyonu, oluşabilecek alglerin önlenmesi ve ham suda bulunan patojenlerin öldürülmesi amacıyla ozonlama veya klorlama ünitesi genellikle havalandırma ünitesinden sonra yapılır.

14. Madde (Ön dezenfeksiyon), 3. fıkrası:

Ozonlama işlemlerinde aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilir.

- a) Ozon jeneratörlerinde hem sisteme giren oksijen miktarı hem ozona dönüşen oksijen oranı hem de ortamdaki artık ozon miktarı ölçülür.
- b) Ozon kullanılarak yapılan ön dezenfeksiyon işlemlerinde büyük molekül ağırlıklı organik yapıların parçalanması sağlanır. Ancak işlem sırasında biyolojik olarak parçalanabilen yan ürünler oluşur. Oluşan bu ürünlerin tekrar şebekeye karışmasını engellemek amacıyla kum filtresi kullanılması gerekmektedir.
- c) Ozonlama işlemiyle mikro kirleticiler, organik ve inorganik maddeler oksitlenir. Ayrıca tat ve koku giderilmiş olur. Bakteri ve virüs dezenfeksiyonu organizmanın cinsine, ozon konsantrasyonuna ve işlem süresine göre değişir.

19. Madde (Son dezenfeksiyon), 1. Fıkra, “d” bendi:

Ham suda ozonlama işlemi yapılırken bazı ölçüm değerleri aşıldığı durumlarda (sürekli olarak Spesifik Ultraviyole Absorbansı 254 nm değerinin 4 mg/L.cm'den ve toplam organik karbon (TOK) değerinin 3 mg/L'den büyük olduğu durumlar) ozonlama sonrası çözünmüş organik karbon giderimi için aktif karbon ünitesi veya kum filtresi kullanılır.

Çizelge 3.7'de su kalitesi parametrelerinin artırılması için uygulanabilecek prosesler, Çizelge 3.8'de en yaygın kullanılan beş dezenfektanın karakteristik özellikleri, Çizelge 3.9'da ozonun gücündeki azalmaya pH'nın tesiri verilmiştir [68].

Çizelge 3.7: Arıtma sistemlerinde kullanılacak prosesler (Ek-1)

Parametre	Proses	Uygulanabilirlik
Dezenfeksiyon Yan Ürünleri	İyileştirilmiş koagülasyon; adsorpsiyon; alternatif dezenfektanlar; ters osmoz; nanofiltrasyon	Dezenfekte işlemlerinde açığa çıkan yan ürünlerin kontrolünü sağlamak için, farklı dezenfeksiyon maddeleri (ozon, kloraminler, klor dioksit ve UV ışığı) bulunmaktadır. İçinde bromür bulunan su ozonlandığında yan ürün olarak oluşan bromatı sistemden uzaklaştırmak için granüler aktif karbon kullanılır. Dezenfeksiyon yan ürünlerinin bertarafında ters osmoz ve doğal organik madde gibi yöntemler etkin bir şekilde uygulanabilir ancak maliyeti diğer yöntemlere göre daha yüksek olur.
Bakteriler	Konvansiyonel arıtma; membran filtrasyon; ters osmoz; dezenfeksiyon	Bakterilerin arıtılması işleminde çökeltmenin ve filtrelemenin de dâhil olduğu çoklu sistemlerden faydalanılır. Klor, kloramin, klor dioksit, ultraviyole ışınlar ve ozon gibi yaygın kullanılan tüm dezenfektanlar gerekli temas süresi ve dozda uygulandığında bakterileri dezenfekte edebilir.
Protozoa kistleri	Konvansiyonel arıtma; granül maddeyle filtreleme, ters osmoz; düşük-basınçlı membranlar, dezenfeksiyon, ultraviyole (UV) ışınlama	Patojen mikroorganizmaları (Giardia ve Cryptosporidium) yok etmek için fazla miktarda dezenfektana ihtiyaç duyulmaktadır. Ozon; klordioksit, klor ve kloraminler karşılaştırıldığında, dezenfeksiyon özelliği en yüksektir.

Parametre	Proses	Uygulanabilirlik
Renk	Oksidasyon (klor, ozon, potasyum permanganat, klor dioksit ile)	Ozon, klor, klor dioksit, $KMnO_4$ içinde oksidasyonun gücü ve etkinliği en fazla olan dezenfektan ozondur. Ortamın pH değeri dezenfeksiyon verimliliğini etkiler. Oksidasyondan sonrasında istenmeyen bazı renkler oluşabilir. Suda doğal organik maddelerden kaynaklanan renk oluşumunun klorla yok edilmesi sonucunda, istenilmeyen dezenfekte yan ürünleri oluşabilir.
	Ozon ve Biyolojik Aktif Karbon	Ozonla ön oksidasyon sağlandıktan sonra biyolojik granüler ile aktif karbonla işleme devam etmek, istenmeyen renklerin giderilmesinde etkin bir yöntemdir.
Tat ve Koku	Oksidasyon (klor, ozon, potasyum permanganat ve klor dioksit ile)	Klor, permanganat, klordioksit ve ozon karşılaştırıldığında tat ve kokuların azaltılmasında en etkili yöntemin ozonlama olduğu söylenebilir. Şöyle ki; <ul style="list-style-type: none"> • Klor, hidrojen sülfür kaynaklı oluşan tat ve kokunun kontrolü amacıyla kullanılabilir. Ancak klor yosun kokusu ve tadının giderilmesinde etkili olmadığı gibi, bu koku ve tadı daha da istenmeyen bir hale dönüştürebilir. Klor istenmeyen bu etkiyi endüstriyel kimyasallar üzerinde de gösterir. • Permanganat, bazik ortamlarda bazı yosun kokusu ve tadının giderilmesinde etkin olabileceği gibi, istenmeyen yaygın tatların ve kokuların giderilmesinde etkin

Parametre	Proses	Uygulanabilirlik
		<p>olmayabilir. Ayrıca potasyum permanganat sisteme yüksek oranda verildiğinde, suyun rengi pembemsi bir hale dönüşür. Ayrıca su dağıtım tesislerinde, endüstriyel tesisat aksamında ve evdeki su bataryalarında siyah kalıntıların oluşumuna yol açar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klor dioksit istenmeyen tatların ve kokuların giderilmesinde etkindir ancak potasyum permanganatta olduğu gibi geosmin ve 2- metilisoborneol gibi yaygın olan tat ve koku bileşiklerinin azaltılmasında etkili değildir. • Ozon, tat ve kokuların giderilmesi amacıyla kullanılan en etkin oksidanlardan biridir. Ayrıca dezenfeksiyon işlemlerinde de kullanıldığı için ek bir avantaja sahiptir.

Çizelge 3.7 (devam): Arıtma sistemlerinde kullanılacak prosesler (Ek-1)

Çizelge 3.8: En yaygın kullanılan beş dezenfektanın karakteristik özellikleri (Ek-2/Tablo 33).

Dezenfeksiyon etkinliği	Kullanılan dezenfeksiyon maddesi				
	Serbest klor	Bağlı klor	Klor dioksit	Ozon	Ultraviyole ışık
Bakteriler	Mükemmel	İyi	Mükemmel	Mükemmel	İyi
Virüsler	Mükemmel	Uygun	Mükemmel	Mükemmel	Uygun
Protozoa	Uygun - zayıf arası	Zayıf	İyi	İyi	Mükemmel
Endosporlar	İyi - zayıf arası	Zayıf	Uygun	Mükemmel	Uygun

Dezenfeksiyon etkinliği	Kullanılan dezenfeksiyon maddesi				
	Serbest klor	Bağlı klor	Klor dioksit	Ozon	Ultraviyole ışık
Kalıntılarla ilgili müsaade edilen değerler	4 mg/L	4 mg/L	0,8 mg/L	—	—
Oluşan kimyasal yan ürünler					
Yan ürünler	4 THM(a) ve 5 HAA(b) oluşturur	Eser miktarda THM ve HAA, Siyanojen halojenürl er	Klorür Klorat	Bromat, Biyolojik-bozunan organik karbon	Yok
Uygulama dozu, mg/L (kg/ml)	1 – 6	2 – 6	0,2 – 1,5	1 – 5	20 – 100 mJ/cm ²
Uygulama dozu, lb/MG	8–50	17–50	2–13	8–42	—
Kimyasal Kaynak	Teslimat: vagon tankerler içinde sıvı olarak, 1 ton ve 68 kg (150 lb) silindirler halinde veya sıvı ağartıcı olarak. Kullanıldığı işletmede tuz	Aynı klor kaynakları . Amonyak, sudaki amonyak çözeltisi, tüpler içinde sıvı gaz veya katı amonyum	ClO ₂ , işletmede klor ve kloritten bir jeneratör aracılığıyla üretilmektedir. Klor için aynı kaynaklar. Klorür toz veya	Bir elektrik alandan saf oksijen veya kuru hava geçirerek işletmede yerinde imal edilir. Oksijen genellikle sıvı olarak verilir.	Kontaktör Farklı dalga boyunda ışınlar kullanır.

Dezenfeksiyon etkinliği	Kullanılan dezenfeksiyon maddesi				
	Serbest klor	Bağlı klor	Klor dioksit	Ozon	Ultraviyole ışık
	ve sudan elektroliz yoluyla üretim. Kalsiyum hipoklorit tozu çok küçük ölçekli uygulamalar için kullanılır.	sülfat olarak teslim edilir. Arıtma prosesinde klor ve amonyak karıştırılır.	istikrarlı bir sıvı çözelti olarak.	İşletmede oksijen de üretilebilir.	
(a) THMler = Trihalometanlar (b) HAAlar = Haloasetik asitler					

Çizelge 3.8 (devam) : En yaygın kullanılan beş dezenfektanın karakteristik özellikleri (Ek-2/Tablo 33).

Çizelge 3.9: Ozon pH ilişkisi (Ek-2/Tablo 34)

Bakiye ozon yüzdesi			
pH	7.6	8.5	8.2
Dakika			
3	98	90	65
6	92	70	40
18	78	30	5

3.1.5 İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik

(17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete)

İnsani tüketim amacıyla üretilen suların kalite standartlarının sağlanması, içme suyu ve kaynak suların üretimi, etiketlenmesi, ambalajlanması, denetlenmesi ve satışı ile teknik ve hijyen şartlarına uygunluğu ile ilgili usul ve esasları düzenlemek amacı ile hazırlanan yönetmelikte, içme sularının oksijenlenme işleminde ozonla zenginleştirilmiş havanın kullanım şekli ve içme sularında dezenfeksiyon işleminde ozonlama işlemi kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yönetmeliğin 36. Madde'si: Dezenfeksiyon, Ayırıştırma ve Filtrasyon

Kaynak suyunun yeryüzüne ulaştığı ve kullanıma sunulduğu alanda mikrobiyal anlamda temiz olması gerekir. Kaynak sularının karakteristik özelliklerini belirleyen elementlerin suyun kaynağındaki niteliğini değiştirmemek şartıyla uygulanan işlemlerin dışında arıtıma anlamında başka işlem yapılması uygun değildir. Yapılmasına izin verilen işlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Demir ve kükürt: Oksitlenmeyi takiben oluşan ve kalıcı olmayan bu elementler filtrasyon yoluyla ayrıştırılır.

Demir, kükürt, mangan ve arsenik: Ozon oranı artırılmış hava kullanılarak ayrıştırılır.

Florür: Aktif alüminyum kullanılarak ayrıştırılır.

Serbest karbondioksit: Fiziksel yollarla kısmen veya tamamen ayrıştırılır.

Ayrıca bu işlemler ile birlikte kaynak suyunun mikrobiyolojik nitelikleri ve kimyasal özelliklerini değiştirmeyecek şekilde suda çözünmemiş halde bulunan parçacıkları ayrıştırmak amacıyla filtrasyon işlemi yapılır.

36. Madde "c" bendi:

Ozonla zenginleştirilmiş havanın ayırıştırma işlemlerinde kullanılması durumlarında; işleme tabi tutulan kaynak sularında ozon, bromoform ve bromatın kontrol takipleri yapılır. İşlem sonrasında kalıntı maddelerin üst limit değerleri belirlenmiştir. Ozon için belirtilen maksimum limit değeri 50 µg/L'dir. Ozonun ortamdaki hızla uzaklaştığı düşünülürse, ozon ölçümünün, suyun tüketime sunulmadan önce yapılması uygun olacaktır. İçme sularının dezenfeksiyonu; ozonlama, ultraviyole ve benzeri metotlar ile yapılabilir [69].

3.1.6 Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkında yönetmelik

(13.05.2015 tarih ve 29354 sayılı Resmi Gazete)

Nadir görülmesine rağmen ciddi akciğer enfeksiyon hastalığı olan lejyoner hastalığına, Legionella pneumophila isimli bakteri neden olmaktadır. Özellikle klima ve havalandırma sistemleri gibi sistemlerden solunum yoluyla bulaşır [71].

Lejyoner hastalığından korunmak, hastalığa karşı hazırlıklı olmak ve hastalıkla mücadele noktasında alınması gerekli önlemler ile hastalığın bildiriyle ilgili usul ve esasları düzenlemek amacı ile hazırlanan yönetmelikte, dekontaminasyon işleminde ozon kullanılabilirliği belirtilmiştir.

12. Madde 2. Fıkra “b” bendinin 2. Alt Maddesi: Dekontaminasyon amacıyla aşağıdaki yöntemler uygulanır,

Biyosidal açıdan etkili olan ozon kullanımı esnasında, dekontaminasyon işlemi esnasında bakır-gümüş iyonizasyon uygulaması veya hidrojenperoksit kullanılır [70].

Nadir görülmesine rağmen ciddi akciğer enfeksiyon hastalığı olan lejyoner hastalığına, Legionella pneumophila isimli bakteri neden olmaktadır. Özellikle klima ve havalandırma sistemleri gibi sistemlerden solunum yoluyla bulaşır [71].

3.1.7 Organik tarımın esasları ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik

(18.08.2010 tarih ve 27676 sayılı Resmi Gazete)

Organik tarımsal çalışmaların yürütülebilmesi, ekolojik dengenin korunması, organik tarımsal üretimin sağlanması ve pazarlamanın düzenlenmesi, yaygınlaştırılması ve geliştirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacı ile hazırlanan yönetmelikte, hastalıkların önlenmesinde ve işletmelerin dezenfeksiyonunda ozon kullanılabilirliği belirtilmiştir.

26. Madde, 1. Fıkra, “d” Bendi:

Hastalığın önlenmesine ilişkin genel kurallar kısmında, ozon ve ultraviyole ışığın sadece balık yetiştirme havuzlarında ve kuluçkahanelerde kullanılabilirliği belirtilmiştir.

EK 7: Temizlik ve Dezenfeksiyonda Kullanılacak Ürünler (2.1 Maddesi)

Su ürünleri sisteme konulmadan önce işletmelerin ve ekipmanların dezenfekte işlemlerinde kullanılacak maddeler aşağıda sıralanmıştır.

- Ozon
- Sodyum hipoklorit
- Sodyum klorid
- Kireç (CaO, kalsiyum oksit)
- Kalsiyum hipoklorit
- Alkol
- Kostik soda
- Hidrojen peroksit
- Humik asit
- Organik asitler
- Peroksiasetik asitler
- Potasyum permanganat
- İyodoforlar
- Perasetik ve peroktanoik asitler [72].

3.1.8 Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları yönetmeliği

(27.10.2014 tarih ve 29158 sayılı Resmi Gazete)

İnsan sağlığı açısından kullanılacak geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulama yöntemlerini belirlemek, bu yöntemlerin uygulanacağı kuruluşların çalışma prensiplerini düzenlemek ve bu yöntemleri uygulayacak kişilerin eğitim ve yetkilendirilme işlemlerini düzenlemek amacıyla hazırlanan yönetmelikte, geleneksel ve tamamlayıcı tıp alanlarında ozon kullanılacağı belirtilmiştir.

EK-3 Ünite ve Uygulama Merkezlerinde Yapılabilecek Uygulamalar Listesi: EK-3, 13 Madde, “a” bendi:

Ozon Uygulamasının Tanımı: Ozon ve oksijen karışımının bölgesel veya sistemik olarak kullanılabilirdiği bir uygulama yöntemidir.

EK-3, 13 Madde, “c” bendi:

Ozon uygulaması aşağıda belirtilen hastalıklar ve bu hastalıklarla bağlantılı olabilecek durumlarda tedaviyi destekleyici amaçla kullanılır. Hastalığı tek başına tedavi edeceği veya ortadan kaldıracığı gibi beyanlarda bulunulmaz.

Ünitelerde:

- Eklem, tendon ve ligaman yaralanmaları.
- Vertebra ve disk patolojilerine bağlı yansıyan ağrı (para vertebral enjeksiyon).
- Myofasial ağrı, fibromyalji.
- Gingivit, periodontitis.

Uygulama Merkezlerinde:

- Nöropatik ağrı.
- Vertebral disk patolojileri (Skopi altında intradiskal enjeksiyon).
- Diyabet sonrası oluşan enfekte yaralar.
- Revaskülarizasyon şansı olmayan kritik iskemili ekstremitte yaraları.

Ozonun gaz halindeyken direk damar içine uygulanması, emboli sonucu ölümlere yol açabileceği için bu şekilde uygulanmaz. Ayrıca masif kanamalı hastalar ve maling hipertansiyon gibi bazı hastalara ozon uygulaması yapılmaz [73].

3.1.9 Ozon tabakasını incelten maddelere ilişkin yönetmelik

(07.04.2017 tarih ve 30031 sayılı Resmi Gazete)

Bu yönetmelik; ülkemizin taraf olduğu ozon tabakasını incelten maddelere dair Montreal Protokolü ile kontrol altına alınan maddelerin kullanılmasına ve sonlandırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemek amacıyla hazırlanmıştır [74].

3.1.10 Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi yönetmeliği

(06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete)

Hava kirliliğinin insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak veya önlemek amacıyla hava kalitesi hedeflerini oluşturmak ve tanımlamak, tanımlanan yöntemleri ve kriterleri baz alarak hava kalitesini değerlendirerek, hava kalitesiyle ilgili yeterli bilgileri toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesini sağlamak, hava kalitesinin iyi olmadığı yerlerde hava kalitesini iyileştirmek, iyi olduğu yerlerde ise mevcut durumu korumak amacıyla hazırlanan yönetmelikte, kirliliğe neden olan emisyon kaynaklarını

belirlemeye yardım etmek, emisyon verilerinin tutarlılığını kontrol etmek, emisyonu azaltabilmek için stratejilerin verimliliğini kontrol etmek amacıyla ozon öncüllerin de ölçülmesi yükümlülüğü tanımlanmıştır. Çizelge 3.10'da ozon için bazı hedef değerler ve uyarı eşikleri verilmiştir [75].

Ozon parametresi için; aşağıdaki tabloda belirtilmiş olan uzun vadeli hedef değerlerinin aşılması durumunda sürekli olarak sabit istasyonlarda ölçüm yapılması ve bu ölçümlerin istasyonun temsil alanından toplanan kaynak envanteri ve hava kalitesi modelleme sonuçları ile desteklenmesi gerekmektedir [76].

Çizelge 3.10: Ozon için uzun vadeli hedefler, hedef değerler, bilgilendirme ve uyarı eşikleri (Ek-1 D)

Hedef	Ortalama Süre	2022 için Hedef değer	Uzun vadeli hedef
İnsan sağlığının korunması	Bir yılda maksimum günlük 8 saatlik ortalama	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri üç yıllık ortalama alındığında bir yılda 25 günden daha fazla süre boyunca aşılmayacaktır	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Vejetasyonun korunması	Mayıs ayından Temmuz ayına kadar 1 saatlik değerlerden hesaplanacak	Beş yıllık ortalaması 18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{saat}$	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.1.11 İşkolları yönetmeliği

(19.12.2012 tarih ve 28502 sayılı Resmi Gazete)

Ozonla yapılacak terapi gibi işlemlerde kullanılacak cihaz üretimlerinin hangi işkolu sınıfında ve alt sınıfında olduğu bu yönetmelikte belirtilmiştir. Belirtilen işkolu listesi Çizelge 3.11'de verilmiştir [77].

Çizelge 3.11: Ek-1 İşkolları Listesi.

Sınıf	Altsınıf	Tanım
32.13	32.50.09	Ozon terapi, oksijen terapi, aerosol terapi ve solunum cihazları imalatı

3.1.12 İşyeri açma ve çalışma ruhsatlarına ilişkin yönetmelik

(10.08.2005 tarih ve 25902 sayılı Resmi Gazete)

İşyeri açma ve çalışma ruhsatlarının verilmesinde uygulanacak esas ve usulleri düzenlemek amacıyla hazırlanan yönetmelikte, vücut bakım biriminde oksijen ve ozon ile bakım, cilt (yüz ve boyun) bakım biriminde vapozone (buhar/ozon cihazı), vücut bakım biriminde buhar, ozon veya aromaterapi yapan cihaz ve ekipmanlar kullanılabileceği belirtilmiştir [78].

3.1.13 Ozon tabakasını incelten maddeler ve florlu sera gazlarının ithaline ilişkin tebliğ

(31.12.2020 tarih ve 31351 sayılı Resmi Gazete, 3.Mükerrer)

Bu Tebliğ, Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı Beyannamesinin Dünya Ozon Tabakası Eylem Planı kapsamında yürütülmekte olan çalışma ve faaliyetler çerçevesinde, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımının önlenmesi ve kontrol altında tutulması için ithalata ilişkin usul ve esasların düzenlenmesi amacıyla düzenlenmiştir [79].

3.1.14 Su ürünleri yetiştiriciliği destekleme tebliği

(01.12.2020 tarih ve 31321 sayılı Resmi Gazete)

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan kişilere verilecek su ürünleri desteği ile ilgili usul ve esasları düzenlemek amacıyla hazırlanan tebliğde, kapalı sistem üretimlerinde kullanılan suyun, biyolojik ve mekanik sistemler kullanılarak yem artıkları ve dışkıların uzaklaştırılması, karbondioksitin uçurulması, kimyasal yapı ve kalite bakımından oksijence zenginleştirilmesi, ozonlama gibi bazı işlemler yapıldıktan sonra yetiştiricilik sisteminde tekrar kullanılabileceği belirtilmiştir [80].

3.1.15 Diğer yönetmelikler

Ayrıca yukarıda belirtilen yönetmeliklerin dışında; Akdeniz Üniversitesi İntegratif Tıp Yöntemleri Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Gazi Üniversitesi Akupunktur Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Giresun Üniversitesi Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği, Necmettin Erbakan Üniversitesi Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yönetmeliklerinde, belirtilen birimlerin kuruluş amacıyla, tamamlayıcı tıp yöntemlerinden biri olan ozon ve ozon terapi gibi işlemlerinin etki mekanizmalarını, optimal etki sürelerini ve diğer özelliklerini açığa çıkarabilmek amacıyla bilimsel araştırmalar yapmak, yurt içi ve yurt dışı araştırma projelerine katkıda bulunmak, öğretmek ve bu alanda danışmanlık hizmeti vermek gibi amaçları olduğu belirtilmiştir.

3.2 Uluslararası Mevzuatlar

3.2.1 Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü

1985 yılında, ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasıyla ilgili “Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi” imzalanmıştır. 1987 yılında da, ozon tabakasını inceltici etki gösteren madde kullanımını ve üretimini kontrol altına alabilmek için, “Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü” imzalanmıştır.

Montreal Protokolü’yle, tarihte ilk olarak, henüz bilimsel olarak kanıtlanmamış verilerden yola çıkılarak, ozon tabakasına zarar verebilecek maddelerin kısıtlanması öngörülmüştür [81].

3.2.2 FDA (U.S. Food and Drug Administration /Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)

Amerika Birleşik Devletleri’nde, 1950 yılının sonlarına doğru Federal Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasasını (Federal Food, Drug and Cosmetic Act) kabul edilmiştir. Bu yasaya göre, gıda ile temas eden herhangi bir materyal, kullanım öncesinde FDA tarafından onaylanması gereken “Gıda Katkı Maddesi” olarak tanımlanır. Ozonun da gıda maddelerinde kullanımına FDA’nın onay vermesi uzun ve zahmetli olmuştur.

1980'li yılların başında, Uluslararası Şişelenmiş Su Derneği (International Bottled Water Association) şişe suyunu dezenfekte etmek için ozon kullanımının uygunluğu konusunda FDA'ya dilekçe ile başvurmuş ve FDA şişe suyunu dezenfekte etmek için ozon kullanımının uygunluğu onaylamıştır. 1982 yılında FDA benzer bir dilekçe başvurusu sonrasında ozonun şişelenmiş su arıtma hatları için sterilize edici bir madde olarak kullanımını da onaylamıştır. 1997 yılından önce, Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda işleme konusunda ozon kullanımı yok denilecek kadar azdı.

2001 yılında FDA, gaz ve sulu fazlarda gıdaların arıtılması, saklanması ve işlenmesi için bir antimikrobiyal ajan olarak ozonun kullanımını bazı şartlara bağlayarak onaylamıştır. Burada belirtilen şartlar, ozonun gıdalar üzerinde uygun konsantrasyon ve maruz kalma süresi anlamına gelmektedir.

FDA'ya verilen Gıda Katkı Maddesi Dilekçesinde (Food Additive Petition) belirli çalışmalar sırasında elde edilen ozon dozajı/maruziyet değerleri tablo şeklinde sunulmuştur. Bu tabloda, kullanıcının amaçladığı etkiyi elde edebilmesi için gerekli olan minimum ozon dozajı/maruziyet değerlerini belirlemesi açısından rehberlik etmektedir. Ayrıca tarım veya gıda ürününe zarar verecek maksimum ozon dozu/maruziyet seviyesini belirtmek açısından da önemlidir. Bu, kullanıcının ozonun amaçlanan etkilerine ulaşılmasını sağlayacak ve aynı zamanda gıda ürününe zarar verebilecek fazla ozonun önlenmesini sağlayarak, ozon işleme koşullarını belirlemesine olanak tanıyacaktır. Çizelge 3.12'de bazı gıdalar ve hedef uygulamalar için etkili ozon uygulama koşullarına ilişkin örnekler verilmiştir [82].

Çizelge 3.12: Bazı gıdalar ve hedef uygulamalar için etkili ozon uygulama koşullarına ilişkin örnekler.

Gıda Türü ve Uygulaması	Sürekli Ozona Maruz Kalma Koşulları		
	Minimum Kalıntı Seviyesi		Minimum Tedavi Süresi (dakika)
	Hava mg/m ³ (ppm)	Su mg/m ³ (ppm)	
Kümes hayvanları karkası		6	30
Tavuk karkaslarında salmonella		0,35	30
Çilek		2,7	0,5

Marul		1,3	3
Tüm Tahıllar	50		120
Japon çiğ eriştesi	0.5 ~ 50		6 saat
Öğütülmüş karabiber	6,7		60
Bacillus cereus sporları		2,5	5
E. Coli		0,26	1,7
Salmonella		0,26	1,7

Çizelge 3.13 (devam) : Bazı gıdalar ve hedef uygulamalar için etkili ozon uygulama koşullarına ilişkin örnekler.

4. COVID – 19

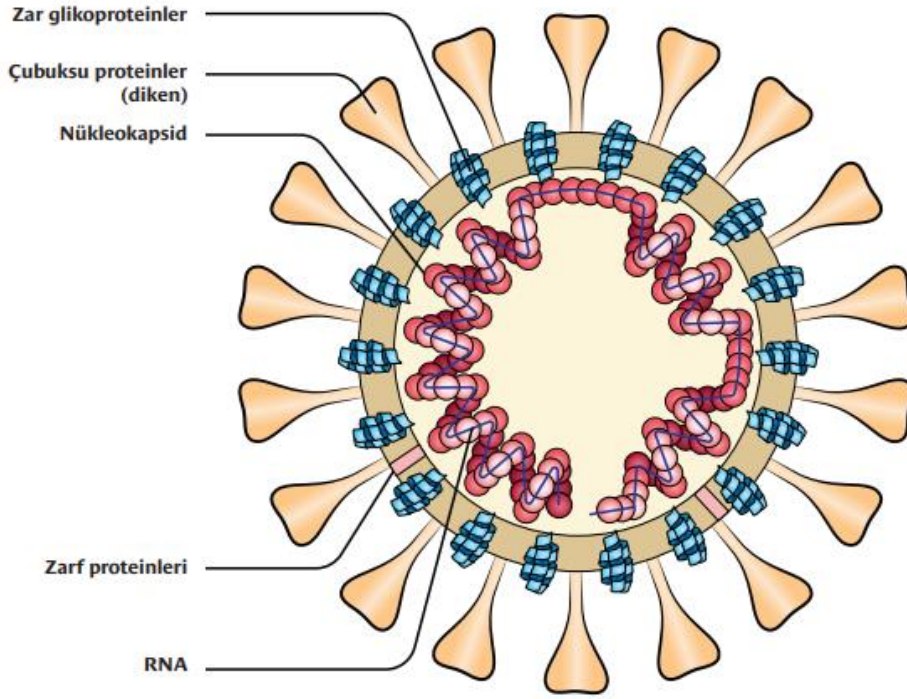
4.1 Covid-19 Tanımı

Covid-19 yeni bir virüsün yol açtığı insanları etkileyen ve 2019 yılında Çin'in Wuhan Şehrinde ortaya çıkan bir solunum yolu hastalığıdır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), bu hastalığın dünya çapında yaygın olarak görülmesi, virüsün hızlı bir şekilde yayılması ve şiddeti nedeniyle küresel salgın (pandemi) olarak adlandırmıştır [83].

4.2 Corona Virüsün Yapısı

Coronavirüslerde her bir viral partikül protein zarfına sarılı olduğu için zarflı virüsler olarak sınıflandırılır. Aynı zamanda tek iplikten oluşan RNA virüsleridir yani genetik yapıları bir RNA ipliğinden oluşmaktadır. Şekil 4.1'de Covid-19 virüsünün yapısı gösterilmiştir. Coronavirüsler konakçı hücreleri istila ederken temel olarak aynı yolu izler. İstila ettiği hücrelerin bazı bileşenlerini kullanır ve kendini kopyalar. Kopyalanan hücreler de diğer hücreleri enfekte eder. RNA virüsleri, kopyalama süresince hücrelerin DNA'larını kopyalarken hataları düzeltemezler çünkü hata düzeltebilme gibi bir mekanizmaları yoktur. Bunların yanında, coronavirüsler RNA virüsleri içinde en uzun genoma sahiptir. Kopyalama işlemi sırasında hata düzeltme işlemi yapamadıkları için kopyalanan baz miktarı arttıkça hata yapma oranları da artmaktadır. Kopyalama sırasında yapılan her hatayla birlikte yeni mutasyonlar oluşmaktadır.

Coronavirüsler nükleokapsid, zarf, zar ve çubuksu çıkıntılar (dikenler) adı verilen dört yapısal proteinden oluşmaktadır. Yapısında bulunan çıkıntılar taç şekline benzemektedir. Latince'de taç anlamına gelen bu çıkıntılar "corona" olarak adlandırıldığından bu virüsler coronavirus (taçlı virüs) olarak adlandırılmıştır. Nükleokapsid, zarf proteinleri ve zarf kısımlarından oluşan ve küre şeklindeki virüsün içinde, genetik materyal bulunmaktadır. Diken şeklindeki çıkıntılar, virüsün bağlanacağı konakçı hücrelerdeki almaçlara bağlanır [84].



Şekil 4.1: Covid-19 virüsünün yapısı.

4.3 Covid-19 Bulaşma Yolları

Covid-19 hastalığına ait ilk vakalar, Wuhan'da bulunan deniz ürünleri satan bir pazarla bağlantılı olduğu için, virüsün insanlara hayvanlardan bulaşmış olabileceği varsayılmıştır. Ancak sonraki vakaları bu bulaşma mekanizması tam olarak açıklayamamıştır. Sonrasında yapılan araştırmalar sonucu Covid-19 yayılmasının esas olarak insandan insana bulaş şeklinde olduğu bulunmuştur [85].

Virüsün insanlar arasında, kirlenmiş zeminlerle temas eden ellerin göze veya solunum yoluna teması aracılığıyla veya damlacık yoluyla bulaştığı bilinmektedir [86].

Aerosoller, havada hızla çözünen ve geride havada saatlerce asılı kalabilecek kadar küçük ve hafif damlacık çekirdekleri bırakan 5 µm veya daha küçük parçacıklardır. Damlacıklar ise 5 µm'den daha büyük olup, yerçekimi etkisiyle havada kalamayarak hızla yere düşen parçacıklardır [87]. SARS-CoV-2 ile ilgili yapılan deneysel bir çalışma virüsün laboratuvar ortamlarında 3 saat sonra bile havada asılı kalarak yaşayabildiğini göstermiştir [88].

Havalandırılmamış kapalı alanlarda bulunan yüksek konsantrasyonlardaki aerosollere maruziyetin de hastalığın bulaşında diğer bir yol olduğu düşünülmektedir [85].

Yapılan çalışmalar Covid-19 hastalarının solunum yolu örnekleri haricinde kan, idrar, gaita ve gözyaşı ile de bulaşabileceğini göstermiştir [89]. SARS-CoV-2'nin nesnelerin yüzeylerindeki kontaminasyonlarını araştıran bir çalışma virüsün bakır yüzeylerde 4 saat, karton yüzeylerde 1 gün, plastikten ve paslanmaz çelikten oluşan yüzeylerde ise 2-3 güne kadar canlı bulunabileceğini göstermiştir [85]. SARS-CoV-2'li hastaların solunum sistemi sekresyonları ve dışkıları ile kontamine olan yüzeyler, hastalığın bulaşmasında potansiyel bir risk faktörü olup bu durum çevre ve el hijyenini ihmal etmemenin önemini göstermektedir [90].

4.4 Semptomları

Covid-19, insanlarda farklı şekillerde belirti göstermektedir. Hastalığın bulaştığı kişiler çoğunlukla hafif veya orta derecede hastalığı geçirmekte ve hastaneye yatmadan iyileşmektedir.

En sık rastlanan belirtiler;

- Ateş
- Yorgunluk
- Öksürük
- Tat veya koku kaybı.

Daha az rastlanan belirtiler;

- Boğaz ağrısı
- Ağrı ve sızılar
- Baş ağrısı
- İshal
- Kırmızı veya tahriş olmuş gözler
- Ciltte kızarıklık veya parmaklarda veya ayak parmaklarında renk değişikliği.

Ciddi belirtiler;

- Konuşma veya hareketlilik kaybı veya kafa karışıklığı
- Nefes darlığı veya nefes almada zorluk
- Göğüs ağrısı [91].

4.5 Koronavirüs Prezantasyonu

Hastalık semptomları genellikle hafif olarak seyreder, çoğu şiddetli değildir [92]. Hastalığın şiddetini gösteren bir çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

- % 81'inde hafif hastalık
- % 14'ünde şiddetli hastalık (ör. nefes darlığı, hipoksi veya 24 ila 48 saat içinde görüntüleme > % 50 akciğer tutulumu).
- % 5'inde kritik hastalık (ör. solunum yetmezliği, multiorgan disfonksiyonu veya şok)
- % 2,3 vakada ölüm

Her yaştaki bireyler Covid-19 hastalığına yakalanabilir ancak en çok orta yaş ve orta yaş üstü yetişkinler bu hastalıktan etkilenir. Özellikle yaşlı yetişkinlerin hastalığının ağır seyretme olasılığı daha yüksektir.

Çocuklarda ve ergenlerde semptomatik enfeksiyon nadir görünmektedir; genellikle hafif geçirilir ancak küçük bir kısmı (< %2) enfeksiyonu şiddetli bir şekilde geçirebilir [93].

4.6 Korunma Yolları

Genel olarak üst solunum yolu hastalıklarının bulaşmasını önlemek amacıyla alınan tedbirler Covid-19 hastalığı için de geçerlidir. Bunlar;

- Ellerin hijyenine önem verilmeli, en az 20 saniye süreyle eller su ve sabunla yıkanmalıdır. Yıkama işleminin mümkün olmadığı durumlarda alkol bazlı antiseptik kullanılabilir. Normal sabun yeterlidir, antibakteriyel içeren veya antiseptik sabun kullanmaya gerek yoktur.
- Hasta insanlarla temastan kaçınılmalıdır.
- Kirli ellerle ağız, göz ve buruna temas edilmemelidir.
- Hasta insanlarla temas edilmesi durumunda özellikle eller sık sık temizlenmelidir.
- Sağlık merkezlerinde daha çok hasta insanların bulunabileceği göz önünde bulundurularak mümkün olduğunca sağlık merkezlerine gidilmemeli, gidildiği durumlarda ise hasta insanlarla temastan kaçınılmalıdır.

- Hapşırma veya öksürme sırasında ağız ve burun tek kullanımlık peçete ile kapatılmalı, mendilin bulunmaması durumunda ise dirsek içi kullanılmalıdır. Mümkün olduğunca kalabalık yerlerden uzak durulmalı, mecbur kalınan durumlarda da tıbbi maske takılmalıdır.
- Tercihen iyi pişmiş yiyecekler yenmeli, az pişmiş veya çiğ hayvan ürünleri yemekten kaçınılmalıdır.
- Genel olarak enfeksiyon açısından yüksek çiftlikler, hayvanların kesim alanları, canlı hayvan pazarları gibi alanlardan kaçınılmalıdır.
- Seyahat sonrasında solunum yollarında herhangi bir hastalık belirtisi görülürse, sağlık kuruluşlarına başvurularak, seyahat hakkında doktor bilgilendirilmelidir.
- Mümkün olduğu kadar yurtdışına seyahat yapılmamalıdır [94].

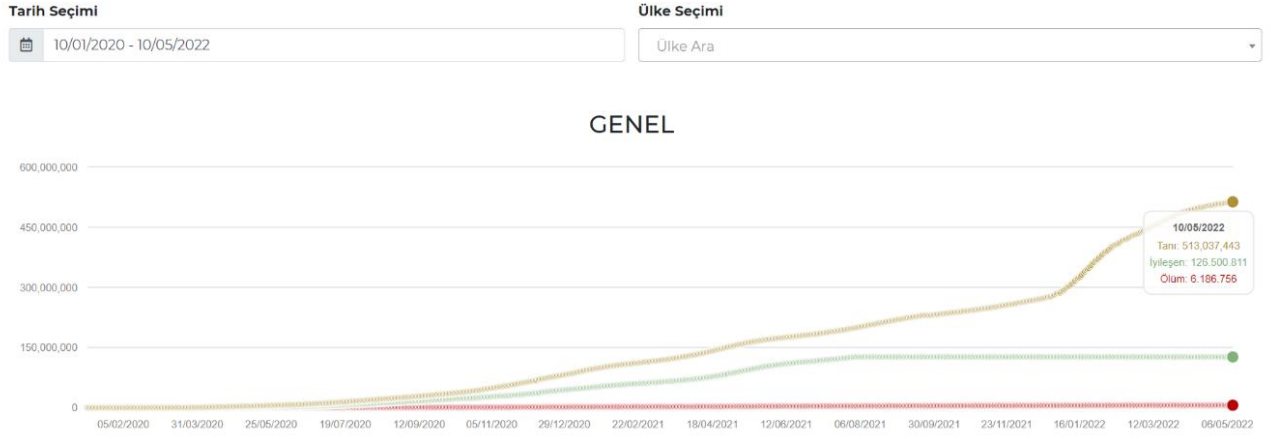
4.7 Covid-19'un Türkiye'de ve Dünya'daki Durumu

10.05.2022 tarihli verilere göre; Türkiye'deki Toplam Vaka Sayısı: 10.046.779, Toplam Vefat Sayısı ise: 98.861'tür. Türkiye'deki vaka, iyileşen hasta ve vefat sayıları Şekil 4.2'de verilmiştir [95].



Şekil 4.2 : Türkiye'deki tanı, iyileşen hasta ve vefat sayıları.

10.05.2022 Tarihli verilere göre; Dünya'daki Toplam Vaka Sayısı: 513.037.443, Toplam Vefat Sayısı ise: 6.186.756'dır. Dünyadaki vaka, iyileşen hasta ve vefat sayıları Şekil 4.3'te verilmiştir [95].



Şekil 4.3: Dünyadaki tanı, iyileşen hasta ve vefat sayıları.

5. MATERYAL ve METOD

Bu tez çalışmasında ozonun Covid-19 üzerine etkisi ve yasal dayanağı ile İş Sağlığı ve Güvenliği açısından değerlendirilmesi çalışılmıştır.

Bu kapsamda virüslerle mücadele yöntemleri ile ozonun günlük hayatta kullanım alanlarına değinilmiştir. Uluslararası yönergeler taranmış olup konu İş Sağlığı ve Güvenliği açısından ele alınmıştır.

5.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü iş sağlığını, çalışanların beden, ruhen ve sosyal anlamda iyilik hallinin en üst düzeyde tutularak sürdürülmesi ve geliştirilmesi çalışmaları olarak tanımlamıştır.

İş Güvenliği; Çalışan personelin iş kazasına uğramasını önlemek ve güvenli çalışma ortamını oluşturmak amacıyla alınması gerekli tedbirlerin tamamıdır.

İş Sağlığı ve Güvenliği; Bir işyerinde işin yapılması esnasında değişik sebeplerden kaynaklı, sağlık açısından zararlı durumlardan korunmak amacı ile yapılan sistematik ve bilimsel çalışmaların bütünüdür.

5.2 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı

Çalışma hayatında birçok sorunla karşılaşılabilir. Bu sorunların en önemlisi de sağlıklı ve güvenli olmayan çalışma ortamlarıdır. Güvensiz ve sağlıksız iş koşullarında önlem alınmadığı durumlarda iş kazaları ve meslek hastalıkları kaçınılmazdır. Bu bağlamda İş Sağlığı ve Güvenliğinin öncelikli hedeflerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- İş kazası ve meslek hastalıklarını engellemek,
- Çalışanlar için sağlıklı bir ortam oluşturmak,
- Çalışma koşullarının olumsuz etkilerini bertaraf etmek,
- İş ve çalışan arasındaki uyumu en üst düzeyde tutmak,
- Oluşabilecek riskleri ve zararı en aza indirmek,
- Oluşma ihtimali olan maddi ve manevi zararları bertaraf etmek,
- İş verimini artırmak,
- Güvenilir bir çalışma ortamı sağlamak,

- Üretimin güvenliğini ve devamlılığını sağlamak,
- Kalite ve verimi artırmak.

5.3 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Temel İlkeleri

İş Sağlığı ve Güvenliğinin temel ilkelerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

- İş sağlığı ve güvenliği çalışan bütün personeller için birer haktır,
- İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili politikalar oluşturulmalıdır,
- Bu politikaların temelinde iş kazalarından koruma ve iş kazalarını önleme bulunmalıdır,
- Sağlıklı ve etkin bir politikanın temelini bilgi oluşturur,
- Politikaların verimli olarak sağlanabilmesi için, mevzuatların uygulanabilirliğinin denetimine yönelik mekanizmaların kurulması gerekmektedir,
- Bir işyerinde çalışanların faydalanabilmesi için sağlık birimi olması gerekmektedir,
- İş kazası veya meslek hastalığına maruz kaldığı durumlarda, tedavi, tazminat gibi hizmetler sağlanmalıdır,
- İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için eğitimin yeri çok önemlidir,
- İş sağlığı ve güvenliğinin tarafları, çalışan, işveren ve devlet olmakla beraber, herkes kendi üzerine düşen görev ve sorumlulukları yerine getirmelidir.

5.4 İş Sağlığı ve Güvenliği İle İlgili Ulusal Düzenlemeler

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası:

Anayasa'nın 48, 49 ve 50. Maddelerinde, herkesin dilediği alanda çalışabileceğine, devletin çalışanların yaşam kalitesini yükseltmek, iş hayatını geliştirmek için çalışanları korumak, çalışma hayatına destek olmak gibi ödevleri olduğuna ve çalışanların yaşına, cinsiyetine ve gücüne uygun işlerde çalıştırılabileceğine, özel olarak korunması gereken durumlara, dinlenme, tatil ve izin konularına değinilmiştir.

4857 Sayılı İş Kanunu:

Kanunun 25. Maddesinde, işverenin hangi durumlarda iş sözleşmesini fesih hakkına sahip olduğuna,

68. Maddesinde, ara dinlenme sürelerine,

69. Maddesinde, gece süresi ve gece çalışması konularına açıklık getirilmiştir.

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar Ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu:

Kanunun 13. Maddesinde, bir kazanın iş kazası sayılabilmesi için haiz olması gereken şartlar,

14. Maddesinde, meslek hastalığının tanımı ve bildiriimi,

21. Maddesinde, iş kazası ve meslek hastalığı gibi durumlarda işverenin sorumluluklarına açıklık getirilmiştir.

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu:

Kanunun amacı, bir işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanarak, mevcut durumun daha iyi hale getirilmesi amacıyla işveren ve çalışan personelin görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir.

Bu kanunda işverenin başlıca yükümlülükleri şöyle sıralanabilir;

- Mesleki riskleri önlemek,
- Çalışanların eğitimini ve bilgilendirilmesini sağlamak,
- Organizasyonu sağlamak,
- Gerekli araç, gereç ve ekipmanları temin etmek,
- Sağlık ve güvenlik tedbirlerini almak,
- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığını denetlemek, uygunsuzlukları gidermek,
- Çalışanlara görev verirken, çalışanın işe uygunluğunu göz önünde bulundurmak,
- Risk değerlendirmesi yapmak veya yaptırmak.

5.5 Tehlike Ve Risk

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre;

Tehlike: İşyerinde mevcut olan ya da iş yeri dışından gelebilecek, çalışanları veya işyerlerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli,

Risk: Tehlikeden kaynaklanan kayıp, yaralanma veya başka zararlı sonuçlar oluşturma ihtimali, olarak tanımlanmıştır.

5.5.1 Risk değerlendirmesi ve amacı

Risk değerlendirmesinin amaçları aşağıdaki Şekilde sıralanabilir.

- İŞyerinde alıŐan personelin sağlıklarının güvence altına alınarak, güvenli bir çalışma ortamının sağlanması,
- Çalışanların, işyeri ya da işyerinde yapılan iŐlerden dolayı karŐılaŐacakları tehlikelerden korumak,
- Risk olarak belirlenen durumlarla karŐılaŐıldığında gereken önleyici tedbirleri almak,
- Ramak kala olaylarını önlemek,

Ramak kala olay oluŐsa bile gerekli önlemleri almaktır [96].

5.5.2 Risk değerlendirmesinin aşamaları

Risk değerlendirme aŐamalarını aşağıdaki Şekilde sıralayabiliriz.

1. Basamak: Tehlikelerin belirlenmesi
2. Basamak: Risklerin belirlenerek, derecelendirilmesi
3. Basamak: Kontrol tedbirlerinin belirlenmesi
4. Basamak: Kontrol tedbirlerinin uygulanması
5. Basamak: Denetim, izleme ve gözden geçirme [97].

5.5.3 Risk değerlendirme yöntemleri

Günümüzde çok farklı risk değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Farklı iş alanlarının oluŐmasıyla birlikte riskler de çeŐitlenerek artmaktadır. Bu da farklı risk analiz yöntemlerine ihtiyacı doęurmuŐ olup, bu yöntemlerin 200'den fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu kadar çok çeşitli risk analiz yönteminin olmasının sebebi, risk analizinin uygulanacak alana uygun olması gerekliliğidir [98].

En sık kullanılan risk değerlendirme metotları aşağıdaki gibidir;

1. n Tehlike Analizi (PHA)
2. Olursa Ne Olur? (What if ?)
3. HiyerarŐik Görev Analizi (HTA)
4. İŞ Güvenliği Analizi (JSA)
5. Hata Modu ve Etki Analizi (FMEA)

6. Güvenlik Fonksiyon Analizi
7. Çevresel Risk Değerlendirmesi
8. Neden-Sonuç Analizi
9. Fine-Kinney Yöntemi
10. Olay Ağacı Analizi (ETA)
11. Hata Ağacı Analizi (FTA)
12. Tehlike ve İşletilebilme Çalışması (HAZOP)
13. Risk Değerlendirme Karar Matrisi

5.6 Covid-19 ve İş Sağlığı ve Güvenliği

5.6.1 6331 Sayılı kanun kapsamında işyerlerinin Covid-19 nedeniyle yapması gereken yasal zorunluluklar

İşyerlerinde Covid-19 virüsü ile ilgili tehlike durumlarının belirlendikten sonra, Covid-19 ile ilgili bir risk değerlendirmesi düzenlenmesi ya da hâlihazırda bulunan risk değerlendirmelerinin güncelleştirilmesi gerekir.

Risk Değerlendirme Planı hazırlanırken riskler, tehlikeler ve alınması gereken tedbirlerin tespit edilmesinde aşağıda belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Çalışma alanlarında Covid-19 virüsüne, nasıl ve nerede maruz kalınabileceği hakkında değerlendirmeler yapılması,
- Yapılan işin özellikleri sebebiyle işyerinde yüksek risk altında bulunan personellerin belirlenerek, çalışma şekilleri ve iş süreçlerinin revize edilmesi,
- Aynı zaman diliminde işyerindeki mevcut çalışan sayılarının en az oranda tutulabilmesi için dönüşümlü veya uzaktan çalışma gibi yeni çalışma modellerinin geliştirilmesi,
- Özellikle dinlenme ve yemekhane gibi alanlarda, sosyal mesafe kurallarına uyulabilmesi için düzenlemeler yapılması,
- Hamilelik veya kronik rahatsızlık gibi bireysel risk faktörü taşıyan çalışanlar belirlenerek, bu çalışanlarla ilgili tedbirlerin alınması,
- Hastalığın önlenmesi amacıyla gerekli tedbirlerin belirlenmesi,

- Enfeksiyonlu çalışanların belirlenerek, diğer çalışanlardan izole edilmesi için prosedür ve politikaların düzenlenmesi,

- Çalışan personele verilmek amacıyla virüse karşı koruma sağlayan ve yeterli miktarda kişisel koruyucu donanımların temin edilmesi,

Ayrıca İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereğince düzenlenen Acil Durum Planlarında salgın hastalık durumunda alınması gerekli “Önleyici ve Sınırlandırıcı Tedbirlerin” Covid-19 virüsüne göre güncellenmesi ve uygulamaya konulması gerekmektedir. Güncellemesi yapılan acil durum planları hakkında, plan kapsamında yapılması gerekenler ile alınması gereken önlemlerin çalışanlara ve çalışan temsilcilerine aktarılması gerekir.

İşyerlerinde hastalık kapsamında yapılan ve yapılması gereken işlemler konusunda çalışanlar ve/veya çalışan temsilcilerinin görüşleri alınmalıdır [99].

5.6.2 İşyerlerinde Covid-19’a karşı alınması gereken önlemler

Covid-19 salgınına karşı iş güvenliği açısından bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir.

- Hazırlık Ekibinin kurulması,
- Acil durum planı ve risk değerlendirmesi yapılması,
- Salgının yayılmasını önlemek,
- Temizlik ve hijyen,
- Kişisel koruyucu donanım kullanımı,
- Covid-19 hastalığı olan veya olması şüphelenilen durumlarda alınması gereken tedbirler,
- Seyahat ve toplantıların düzenlenmesi,
- İşe devamsızlığın onaylanması [99].

Hazırlık ekibinin kurulması ve görevleri

Covid-19’a karşı etkili bir mücadele için işyerlerinde aşağıda belirtilen hususların uygulanması gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliği kurulu bulunan işyerlerinde iş güvenliği kurulu tarafından, kurulun olmadığı durumlarda işveren veya vekili tarafından koordine edilir. İş yerlerinde Covid-19 ile mücadelede yürütülecek çalışmalar, bulunması halinde iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi, varsa ilkyardım eğitimi almış çalışanlar ile çalışan temsilcisinden oluşan ekip tarafından sağlanır.

Hazırlık Ekibi;

- Alınması gereken önlemler ile ilgili çalışmalar yürütür,
- Kurum içi ve kurumlar arası iletişimi organize eder,
- İşyerindeki temizlik ve hijyen konularında gerekli çalışmaları yürütür,
- Acil durum planlarının güncel tutulmasını sağlar.

İşyerinde şüpheli vaka olması durumunda karantina ve izolasyon prosedürlerini oluşturmak için Koronavirüs Danışma Hattı ve en yakın sağlık kuruluşu ile iletişimi sağlar.

Hazırlık ekibi veya İş Güvenliği Kurulu; İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan bilgilendirmeleri veya resmi makamların tavsiye kararlarını takip ederek, gereken işlemleri yapmakla sorumludur [99].

Acil durum planı ve risk değerlendirmesi

- Covid-19 kapsamında işyerindeki tehlikelerin belirlenmesi ve bu doğrultuda özel bir acil durum planı hazırlanması ve ayrı bir risk değerlendirmesi yapılması veya var olan planların revize edilmesi,
- Salgın hastalık durumlarına göre planlanan önlemlerin Covid-19'a göre güncellenmesi,
- İşyerindeki çalışma organizasyonunun ve yürütülen faaliyetlerin, hastalık maruziyetlerini önleyecek şekilde yapılması,
- Güncellenen acil durum planı hakkında çalışan temsilcileri ile çalışanların bilgilendirilmesi ve plan doğrultusunda yapılması gerekenlerin farkındalığının sağlanması gerekmektedir [99].

Salgının yayılmasını önleme

Virüse maruz kalmaktan kaçınmak, Covid-19 salgını önlemenin en iyi yoludur. Salgının işyerine ulaşmasını engellemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler doğrultusunda Covid-19 salgınının yayılması engellenir veya yavaşlatılabilir.

İşveren aşağıda belirtilen hususlara dikkat etmelidir.

- Temassız ateş ölçer ile çalışanların işyeri girişinde ateşleri ölçülmeli, ateşi yüksek olan çalışanların hekime yönlendirilmesi,
- Sosyal mesafeyi koruyabilmek amacıyla uygun çalışma modellerinin geliştirilmeli,
- Çalışanlara hastalık bulaşması durumunda evde kalmaları teşvik edilmeli,

- El hijyeninin önemini anlatan ve hapşırma ve öksürük gibi görgü kurallarını anlatan afiş, poster ve talimatlar işyerinde herkesin görebileceği alanlara özellikle işyeri girişlerine asılmalı,
- Biyolojik atıklar ve tek kullanımlık mendiller için farklı alanlarda çöp kutularının bulundurulması sağlanmalı,
- Çöplerin temassız bir şekilde boşaltılabilmesi amacıyla gerekli önlemlerin alınması,
- Çalışma ortamına girmeden önce ve çalışma sırasında el temizliğinin sağlanabilmesi amacıyla çalışanlar bilgilendirilmeli, su ve sabunla yıkama imkânının olmadığı durumlarda, alkol bazlı el dezenfektanı kullanımını sağlanmalı,
- Çalışanların kullanması amacıyla işyerinde yeterli miktarda temizlik malzemesi bulundurulmalı,
- Dezenfektanlar özellikle ortak alanlarda bulundurulmalı,
- Covid-19 hastalığının tespiti durumunda gerekli sağlık kuruluşları ile iletişim halinde olunmalı,
- Personellerin psikolojilerinin bozulmaması için psikososyal risk etkenleri değerlendirilmeli, etkin ve doru bilgilendirmeler yapılmalı,
- İş Güvenliği eğitimleri de dâhil olmak üzere çalışanlara verilecek eğitimler uzaktan eğitim şeklinde düzenlenmeli,
- İşyeri düzeni ve temizliği, psikososyal risk etkenleri ve özellikle hijyen hususları hakkında bilgilendirilmeler yapılmalıdır [99].
- Acil olmayan etkinlikler iptal edilmeli,
- İşyerine ziyaretçi giriş çıkışlarını kısıtlanmalı,
- Toplantılar kalabalık düzenlenmemeli ve sınırlandırılmalı,
- Toplantılar asgari sayıda kişi ile yapılmalı ve sosyal mesafe kurallarına uyulmalı, mümkünse toplantılar konferans görüşmesi veya çevrimiçi yöntemlerle yapılmalı,
- Aynı anda işyerinde bulunan çalışan sayısı mümkün olduğunca en aza indirgenmeli,
- Çalışanların kıyafetleri hijyenik şekilde yıkanmalı, gündelik kıyafetler ile iş kıyafetleri aynı yerde tutulmalı,
- Yemek araları ile molalar esnasında çalışanların sosyal mesafeye uyması sağlanmalı,
- Mümkünse evden çalışma yöntemi tercih edilmeli,
- Çalışma prosesleri biyolojik risklerin yayılmasını engelleyecek şekilde düzenlenmeli,

- Çok sayıda çalışan bulunduran grupların daha küçük ekipler halinde çalışması önemlidir. Bunun sağlanabilmesi amacıyla vardiya sayılarının artırılması veya vardiya usulü çalışmaya geçilmesi,
- Temizlik açısından gerekli tedbirler alınmalı, personellerin kişisel temizliklerini yapabilmeleri için gerekli ve yeterli sayıda malzeme tedariki yapılmalı,
- Müşteri potansiyeli veya ziyaretçileri bulunan işletmelerde, öncelikle bu kişilerle muhatap olacak çalışanlar hastalık riski ve tedbirleri konusunda bilgilendirilmeli,
- Aynı şekilde müşteriler ve ziyaretçilere de gerekli bilgilendirmeler yapılmalı,
- Personel atık malzemelerin toplanarak uygun şekilde depolanması ve bertarafı konusunda bilgilendirilmeli,
- Birden fazla işverenin bulunduğu işyerlerinde, işverenler görüş birliği sağlayarak aynı doğrultuda hareket etmelidir [99].

Temizlik ve hijyen

İşyerinde temizlik ve hijyen standartları en yüksek düzeyde tutulmalıdır. Bu kapsamda,

- Güncel bilgiler takip edilmeli, Sağlık Bakanlığı ve Dünya Sağlık Örgütü gibi güvenilir kurum ve kuruluşların önerileri dikkate alınmalıdır.
- Çalışanların mümkün olduğu kadar yakın temasta bulunmamaları için gerekli tedbirler alınmalı ve araç, gereç ve ekipmanların ortak kullanılması engellenmelidir.
- Ekipmanların, yüzey alanlarının ve çalışma yapılan yerlerin düzenli aralıklarla rutin olarak dezenfekte edilmesi gerekmektedir.
- Çalışılan ortamlarda ve diğer ortak kullanım alanlarında (tuvalet, banyo, lavabo, merdiven korkulukları, yatakhaneler, yemekhaneler, dinlenme yerleri, kapı ve turnikeler, giyinme odaları gibi) hijyen şartlarına uyulmalıdır.
- Personellerin mümkün olduğunca diğer çalışma arkadaşlarının masa, telefon, ofis veya diğer çalışma ekipmanlarını kullanması engellenmelidir.
- Hijyen konusunda farkındalığın artırılması amacıyla, varsa işyeri hekimi tarafından uygulamalı olarak çalışanlara hijyenik şekilde el yıkama eğitimleri verilmelidir.
- İşyerlerindeki ziyaretçi sayıları kısıtlanmalı, acil durumlar dışında dışardan hizmet alımı yapılmamalıdır.
- Ziyaretçi olarak işyerine gelenler de dâhil olmak üzere tüm çalışanların el yıkama yerlerine erişimi kolaylıkla sağlanmalıdır.
- İşveren, yöneticiler ve işveren vekilleri çalışanlara örnek olmalıdır.

- Servis araçlarının temizliği sık sık ve düzenli olarak yapılmalıdır.
- Toplu taşıma ve servise binen çalışanların araç içindeki alanlara teması olabildiğince azaltılmalıdır.
- Çalışanların işe giriş-çıkışlarındaki kayıt işlemleri mümkün olduğunca temassız olarak yürütülmelidir.
- Çalışma alanı özellikle doğal yollarla ve belirli aralıklarla havalandırılmalıdır.
- Yemekhanelerde hijyen ve termal konfor koşullarına dikkat edilmelidir. Yemek esnasında tüm çalışanların aynı anda yemekhanede bulunmaması için gerekli organizasyonlar yapılmalıdır. Mümkünse kumanya ve kapalı şişelerde tek kullanımlık içme suyu dağıtımı yapılabilir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda yemekhanelerdeki masa düzeni sosyal mesafeyi koruyacak şekilde düzenlenmeli veya her çalışan için numaralandırılmış oturma düzeni sağlanmalıdır.
- Çalışanların koruyucu ekipmanları ve iş giysilerini, çalışma alanlarında çıkarması ve bu ekipman ve kıyafetlerin düzenli aralıklarla temizliği yapılmalı gerekiyorsa imhası yoluna başvurulmalıdır [99].

Kişisel koruyucu donanımlar hakkında rehberlik

- Hastalık şüphesi bulunan çalışanlarla temas eden veya bulaşma riskinin olduğu yerlerde çalışanların uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaları sağlanmalıdır. Bu koruyucular; tam kapalı yüz koruyucu/siperlik veya göz koruyucu, solunum koruyucu, koruyucu kıyafet, ventilsiz maske ve tek kullanımlık eldivendir. Virüse karşı koruyucu özelliği bulunan maskelerin üzerinde “NR” işareti bulunmalıdır. (NR: Tekrar kullanılmaz)
- Çalışanların maskeyi doğru şekilde kullanması amacıyla İş Güvenliği Uzmanı veya İşyeri Hekimi tarafından gerekli eğitimler verilmelidir. Ayrıca maske, eldiven, tek kullanımlık mendil gibi atıkların oluşumu nedeniyle Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında bilgilendirmeler yapılmalıdır [99].

İşyerinde Covid-19 hastalığının veya şüphesinin olduğu durumunda yapılması gerekenler

Çalışanlardan birinde Covid-19 şüphesi olduğu durumlarda aşağıda belirtildiği şekilde hareket edilmelidir.

- Hastalığın bulaşabileceği kişilerin tespiti amacıyla çalışanın gitmiş olduğu alanlar tespit edilerek, İş Güvenliği Kurulu ve Hazırlık Ekibini bilgilendirilmeli ve Sağlık Bakanlığı'nın tavsiyeleri doğrultusunda hareket edilmelidir.

- Covid-19 şüphesi olan çalışan maske taktıktan sonra işyeri hekimine başvurmalı ve hekim tarafından muayenesi yapılmalıdır. Covid-19 hastalığı tespit edilen çalışan, diğer çalışanlardan izole edilmeli ve sağlık kuruluşlarına sevk edilinceye kadar virüsün yayılmasını engelleyecek ve önceden belirlenmiş alanlarda bekletilmelidir.
- Sevk esnasında çalışanın banyo veya lavabo kullanması gereken durumlarda, diğer çalışanlardan izole edilmiş bölümlerin kullanımı sağlanmalıdır.
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında hareket edilerek hasta çalışanın atıkları bertaraf edilmelidir [99].

Seyahat ve toplantılarla ilgili tavsiyeler

Seyahat

- Yurtdışına seyahat edip dönen çalışanlar iş yerine gitmekten kaçınmalı ve belirli bir süre kendisini izole etmelidir.
- Yurtdışına çıkılması gereken iş seyahati, kongre ve konferans gibi etkinlikler mümkün olduğu kadar ertelenmelidir. Zaruri durumlarda da mümkünse video konferans gibi uzaktan iletişim araçları tercih edilmelidir.

• Toplantı

Toplantı öncesinde veya toplantı esnasında;

- Mümkün olduğunca hastalığın yayılmasını önlemek amacıyla toplantılar ertelenmeli veya telekonferans sistemiyle yapılmalıdır. Belirtilen şekilde toplantının yapılması mümkün değilse, toplantı katılımcı sayısı azaltılarak yapılmalıdır.
- Toplantının yapıldığı durumlarda bulaş riskini önleyebilmek amacıyla bir hazırlık planı yapılmalıdır. Toplantının her aşamasında düzenli olarak ortam havalandırılmalı ve temizlik yapılması sağlanmalıdır.
- Toplantıya katılanlara verilmek üzere el dezenfektanı ve mendil gibi yeterli sayıda, gerekli malzemeler temini sağlanmalıdır.
- Toplantıya katılanlardan birinde hastalık şüphesi olması durumunda, toplantıya katılmaması hususunda bilgilendirme yapılmalıdır.
- Toplantıya katılanların ve organizatörlerin iletişim bilgileri kayıt altına alınarak gerekli önlemler alınmalıdır.
- Toplantılarda selamlaşma konusunda el sıkışmadan selam verilmelidir.
- Toplantı esnasında katılanların düzenli olarak el yıkamaları veya dezenfektan kullanmaları sağlanmalıdır.

- El dezenfektanları toplantı salonunda katılımcıların kolaylıkla görebileceği ve kullanabileceği yerlerde bulundurulmalıdır.
- Oturma düzeni ayarlanırken toplantıya katılanlar arasında yeteri kadar boşluk bırakılmalıdır.
- Kapı ve pencereler sık sık açılarak işyeri ortamının havalandırılması sağlanmalıdır.
- Toplantıdan sonra katılımcılara tokalaşmadan veda etmeleri ve toplu fotoğraf çekiminden kaçınmaları önerilmelidir.

Toplantıdan sonra;

- Toplantıya katılanların iletişim bilgileri belirli bir süre saklanmalıdır. Toplantıya katılım sağlayan kişilerin hasta olmaları durumunda, katılım sağlayan kişilerin isim ve iletişim bilgileri halk sağlığı yetkililerine bildirilmelidir. Böylelikle hastalığın bulaşma riskinin olduğu kişilerin izlenmesine yardımcı olunacaktır.
- Toplantıya katılanlar içinde Covid-19 vakası tespiti durumunda, diğer katılımcılara bilgi verilmeli ve hastalık belirtisi durumunda en yakın sağlık kuruluşuna gitmeleri konusunda bilgilendirilmelidir [99].

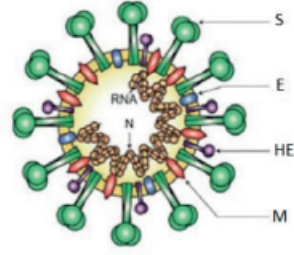
İşe devamsızlığın onaylanması

İşyerinde hastalık şüphesi bulunan çalışanların olması durumunda işyeri hekimi ile görüşmesi sağlanmalı ve Sağlık Bakanlığı tarafından belirtilen tedbirlerine uyulmalıdır. Çalışanın sağlık kuruluşundan rapor alması durumunda, çalışan işverene bilgi vermelidir. Rapor geçerlilik süresi konusunda işverenler, Sağlık Bakanlığı, Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı ve diğer resmi kuruluşların açıklamalarını takip etmelidir [99].

5.7 Covid-19 ve Ozon İlişkisi

5.7.1 Covid 19'un protein yapısı

Temel olarak virüsler DNA veya RNA gibi küçük nükleik asit parçaları içermektedir. Virüsler DNA yapılarının kopyalarını RNA olarak adlandırılan farklı bir nükleik asit formunda yaparlar ve bu yapıyı protein üretimi amacıyla kullanırlar. Covid-19 hastalığına yol açan Sars-CoV-2 virüsünün genetik materyali RNA'dır. Hastalığın bulaşması sonrasında, bu virüsler RNA üretimini artırmak ve kendi RNA yapısını koruyarak diğer hücreleri enfekte edebilmek için protein üretirler. Covid-19 ile mücadele edebilmek için geliştirilen aşı ve ilaçların esas amacı bu proteinleri yok etmektir [100]. Koronavirüsün yapısal proteinleri Şekil 5.1'de verilmiştir [101].



N: Nükleokapsit proteini
S: Spike proteini
M: Membran proteini
HE: Hemagglutinin – Esteraz
E: Zarf proteini

Şekil 5.1: Koronavirüsün yapısal proteinleri.

5.7.2 Ozonun Covid-19'a etkisi

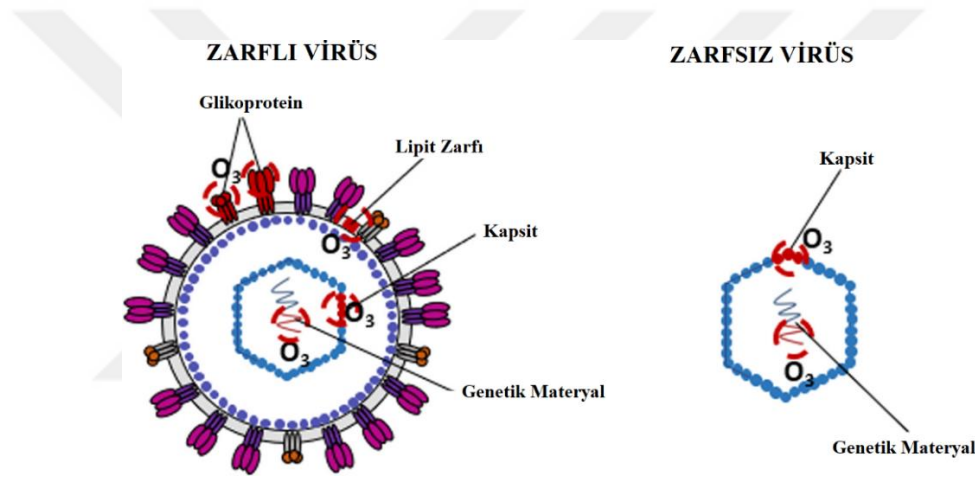
Ozonun Virüsler Üzerine Etkisi

Zarflı ve zarfsız virüslerin ozon tarafından inaktivasyon mekanizmaları Şekil 5.2'de verilmiştir [102].

Ozonun mikroorganizmalar üzerine etkisini etkileyen başlıca mekanizmalar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Ozon Maruziyeti: Zaman başına konsantrasyon değeri olarak da tanımlanabilir. Virüslerin hayatta kalma oranı ozon dozu ile katlanarak azalmaktadır [102].
- Sıcaklık: Ortamın sıcaklığının güçlü bir etkisi vardır. Düşük sıcaklıkta sulu ortamda ozonun çözünürlüğü yüksektir. Sıcaklık artışıyla ozonun parçalanması hızlanmaktadır. Hepatit A virüsü ve Escherichia coli üzerinde ozon uygulamasında sıcaklıkta 10 °C'den 20 °C'ye artışta ozon etkisinin azaldığı tespit edilmiştir.
- pH: pH'daki azalma sulu ortamda ozon stabilitesini artırmaktadır. Sulu ortamda yüksek pH değerinde hidroksil iyonlarının katalitik aktivitelerinden dolayı ozonun hızlı bir şekilde bozunduğunu belirtmektedir. Çözeltinin pH değerinin 10 civarında olması durumunda ozon ani olarak parçalanmaktadır. Yapılan bir çalışmada E. Coli ve Clostridium perfringens üzerine olan etkisi pH 6 iken pH 8'e göre daha yüksek bulunmuştur [27].
- Ozon gaz fazında uygulandığında, nem de önemli bir parametredir ve hedef mikroorganizmaların etkisiz hale gelebilmesi için yüksek bağıl nem koşulları gerektirir. Bağıl nem miktarı arttıkça virüslerin etkisiz hale gelmesi daha kolay olmaktadır. Şöyle ki % 85 bağıl nemde gerekli ozon dozu, % 55'tekinden daha düşüktür. Optimal proses koşullarında ise % 70 ile % 90 arasında bağıl nem gerekmektedir.

- Virüsün yapısı: İşlem göreceк yüzeyin kimyasal bileşimi ve şekli ve dokusu da önemli faktörler olabilir. Az da olsa zarflı virüslerde ozon inaktivasyon mekanizmalarını ele alan birkaç çalışma vardır. Bir araştırmada HIV Virüsünün (zarflı, ssRNA) ozonla inaktivasyonunu incelenmiş ve inaktivasyonun olası nedenleri olarak viral partikül bozulması, ters transkriptaz inaktivasyonu ve virüsün konakçı hücreye bağlanma yeteneğini bozulduğunu belirtmiştir. Diğer bir araştırmada da bazı zarflı virüs türleri ozonlamaya tabi tutulmuş ve işlem sırasında ortamda malondialdehit tespit edilmiştir. Lipid ve protein peroksidasyonunun ortak bir yan ürünü olan bu kimyasalın varlığından, zarflı virüslerin zar veya kapsid hasarı ile inaktive edildiği sonucuna varılmıştır. Mikroskopi görüntüleri de bu yapıların morfolojisinde bozulma olduğunu ortaya çıkarmıştır.



Şekil 5.2 : Zarflı ve zarfsız virüslerin ozon tarafından inaktivasyon mekanizmaları.

Hava ve Yüzey Dezenfektanı Olarak Kullanımı

Ozonun, Covid-19 pandemisinde işyerleri ve halka açık yerlerin atmosferinin dezenfeksiyonu ve yeniden kullanım için tek kullanımlık maskeler ve kişisel koruyucu ekipman dezenfeksiyonu için kullanılması önerilmektedir. Ozon, istenilen ozon konsantrasyonuna ulaşılan kadar dezenfekte edilecek odaya enjekte edilmeli ve dezenfeksiyon için gereken süreden sonra konsantrasyonları insan güvenliği için gerekli seviyelere düşürülmelidir. Ozonun optimal kullanımı, virüslerin yok edilmesi için etkili olan ancak malzemeleri bozacak kadar yüksek olmayan bir konsantrasyon kullanılarak yapılmalıdır.

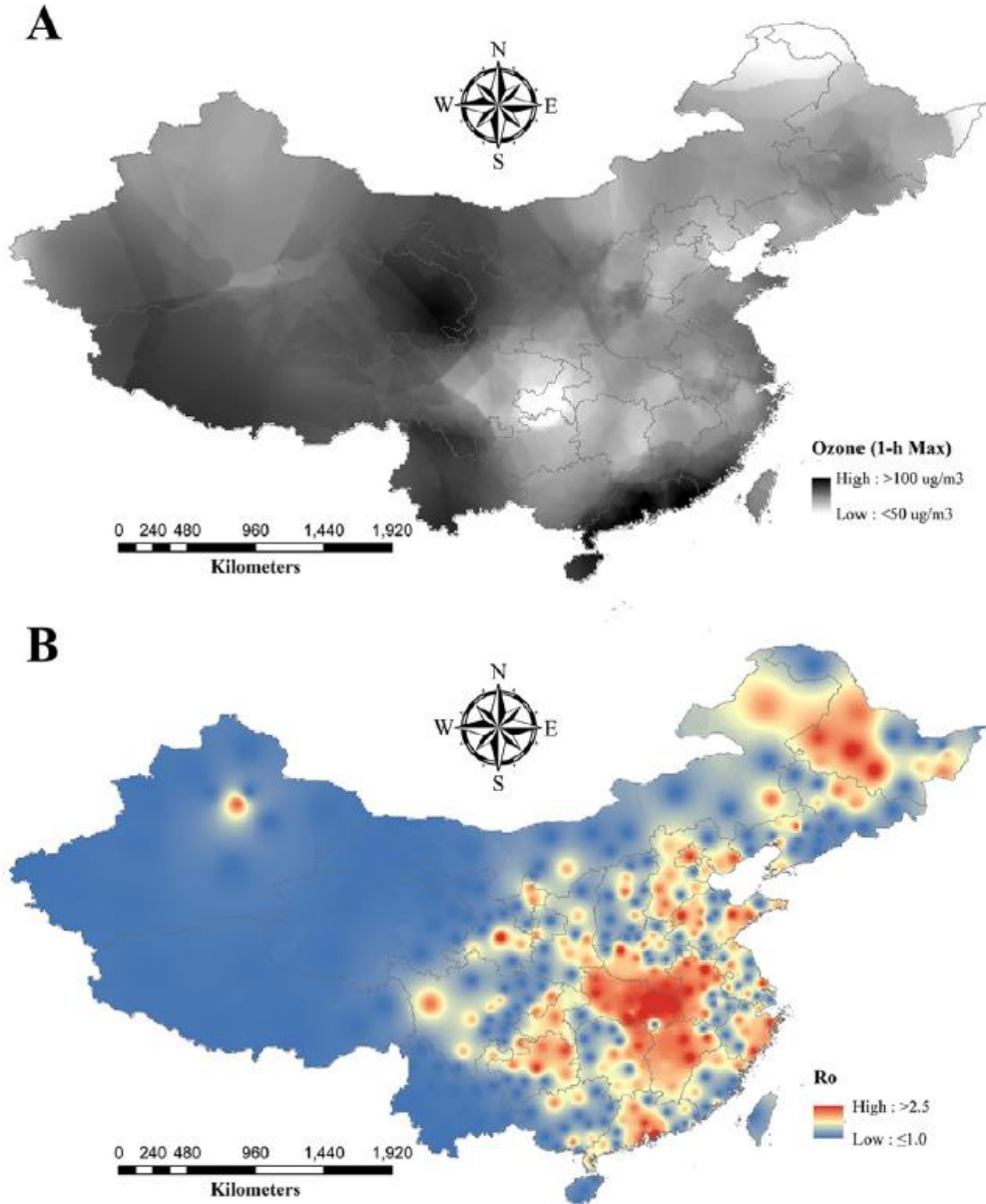
Tedavi Amaçlı Kullanımı

Ozon, viral enfeksiyonların tedavisinde veya önlenmesinde çok faydalı olabilir. Genellikle virüsler basit, serbest makromolekül parçacıklardır. Virüsler, bakterilerden farklı olarak, yalnızca enfekte olmuş konak hücrede çoğalabilir. Son iki yüzyıldan beri ozon birçok viral hastalığın tedavisinde uygulanmaktadır. İlk ortaya çıkan SARS-CoV-1 salgınında standart tedavi rejimlerine ek olarak ozon tedavisi uygulanmıştır [103]. Ozonun kendine has fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin yanı sıra enerji açısından zengin bir molekül olması, SARS-CoV-1 hastalarında faydalı sonuçların alınmasını sağlamıştır [104]. Ozon uygulamasının SARS koronavirüs dezenfeksiyonunda etkili olabileceğini gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır [105]. Covid-19'un yapısı SARS-CoV-1'e çok benzediği için aynı etkilerin Covid-19'da da işe yarayacağı söylenebilir.

En basit tanımıyla ozon, dış katmanlarındaki lipid/protein kaplamadan başlayarak viral RNA'ya zarar vererek çekirdekdeki nükleik asitleri yok eder. Daha yüksek konsantrasyonlarda ozon, oksidasyon yoluyla virüslerin dış protein kabuğunu parçalayabilir [106]. Ozonun virüsidal etkileri üzerine yapılan çoğu çalışma, ozonun çoklu bağ konfigürasyon alanlarında lipid ve protein moleküllerini parçalama eğilimine odaklanmıştır. Gerçekten de, virüsün lipid zarfı bozulduğunda viral DNA veya RNA hayatta kalmaz. Bu nedenle, zarflı virüsler genellikle fizikokimyasal sıkıntıya çıplak viryonlardan daha duyarlıdır [103]. Ozonun proteinler, karbonhidratlar ve nükleik asitlerle etkileşime girdiği bilinmektedir. SARS-CoV-2, diğer tüm koronavirüsler ve diğer birçok solunum yolu virüsü gibi zarflı bir virüstür. Ozon, bir virüs partikülünün protein kaplaması veya kabuğu ile temas ettiğinde, kapsid, protein hidroksitleri ve protein hidroperoksitleri oluşur. Neyse ki, virüslerin kapsid proteinlerinin artan işletim sistemine karşı hiçbir koruması yoktur. Muhtemelen ozon tedavisinin neden olduğu fosfolipidlerin ve lipoproteinlerin oksidasyonu, viral spike (S) proteinine de zarar verebilir ve virüs-konak hücre temasını peroksidasyon ile bozarak Covid-19 viral replikasyon döngüsünü bozabilir [107].

Çin şehirlerinde yaygın hava kirleticileri ile Covid-19 bulaşabilirliği arasındaki ilişkileri inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Çin'in sağlık kurumlarından ve Çin Ulusal Sağlık Komisyonu'ndan, Çin'in tüm şehirleri için günlük Covid-19 vaka sayısı alınmış ve Ozon ile Covid-19 ilişkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ortamdaki ozonun, virüsidal aktivitesi ve konak savunması üzerindeki olası etkisi nedeniyle Covid-19 bulaşının azalmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ozon gazı, SARS-CoV-1 ve influenza virüsleri gibi birçok solunum yolu enfeksiyonuna karşı geniş spektrumlu dezenfeksiyon ve sterilizasyonda

oldukça etkili olduğu ve ortamdaki ozon konsantrasyonu belirli bir eşiğe ulaştığında Covid-19 bulaşabilirliğinin azalmasına neden olabileceğini kanısına varılmıştır. Ozon konsantrasyonuna bağlı olarak değişen temel üreme sayısı şekil 5.3'te verilmiştir [109].



şekil 5.3 : Ozon konsantrasyonuna bağlı olarak değişen temel üreme sayısı.

A: 10 Aralık 2019'dan 12 Şubat 2020'ye kadar günlük 1 saatlik maksimum ozon ortalama konsantrasyonlarının değışen seviyeleri.

B: Temel üreme sayısının (R0) mekânsal dağılımı [109].

5.7.3 Covid-19 ile mücadelede ozon kullanan ülkeler

İtalyan Sağlık Enstitüsü (ISS) tarafından Mayıs 2020'de, Covid-19 acil durumu sırasında sağlık dışı ortamların temizlenmesine ilişkin tavsiyeler yayınlanmıştır. Ozon, diğer dezenfektanlar arasında, mevcut literatür ve uluslararası kabul görmüş kuruluşların beyanları temelinde değerlendirilmiştir. Avrupa Kimyasal Ajansı (ECHA), Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC), Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), Amerika Birleşik Devletleri—Çevre Koruma Ajansı (US-EPA) ve Uluslararası Ozon Birliği (www.iao-pag.org), SARS-CoV-2 ile ilgili spesifik araştırmalar yapılmamakla birlikte, ozonun birçok virüsün inaktivasyonundaki etkinliğini doğrulamaktadır [108].

Ozon, İtalya'da yalnızca bir dezenfektan olarak kullanılmamaktadır. ECHA'nın Biyosidal Ürünler Yönetmeliği (BPR) kapsamında biyosit olarak, dezenfeksiyonda, gıda ve hayvan yemlerinde, içme suyunda ve sıvı sistemler için koruyucu olarak kullanım için Avrupa Çevre Ajansı ve/veya İsviçre tarafından gözden geçirilmektedir [108].

Covid-19 salgını ile mücadele konusunda dünya çapında etkili olabilecek tedavi yöntemleri araştırılmıştır. İtalya Ozon Oksijen Derneği (SİOOT) ve İtalyan Sağlık Enstitüsü (İSS) ozon tedavisinin Covid-19 hastalarında kullanılabileceğini önermiştir.

Dünya Ozon Federasyonu (WFOT) yapılan çalışma ve makalelerden yola çıkarak Portekiz, İspanya, İtalya ve Çin'de Covid-19 bulaşan hastalarda ozon tedavisinin uygulanabilmesi hususunda bildiri yayınlayarak, çok yönlü bir çalışma başlatmış, çalışmalara katılım sağlama amacıyla tedavi protokolünden Türkiye'ye de yollamıştır.

Ancak Türkiye'de İtalyan Roma SAPIENZA Üniversitesinin örnek etiği olmasına karşın hala etik kurul raporu alınmadığı için hasta ve doktorlardan talep gelmesine rağmen Covid-19'lu hastalar üzerinde ozon tedavisi uygulamaları başlanmamıştır.

İtalyan Sağlık Enstitüsü 24 Mart 2020 tarihinde bilimsel verilerin doğrultusunda ozon tedavisinin uygulanabileceğini belirtmiştir.

İtalya'nın Lombardy bölgesi hastalıktan çok fazla etkilenen bölge olmakla beraber bazı hastanelerde ozon tedavisi kullanılmaya başlanmıştır. Sonuç olarak yoğun bakımda bulunan 36 hastadan 35'i ilk 5 gün içinde taburcu edilmiştir [110].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Covid-19 ve ozon ilişkisi iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle ozonun fiziksel ve kimyasal özellikleri anlatılmış, geçmişten günümüze ozon kullanımına genel olarak değinilmiş, ozonun virüs, bakteri ve mantarlar üzerindeki etkisi araştırılarak, kullanım alanları sıralanmıştır.

Ozon gazı, hücre bazında kronik oksidatif stresi artırarak etki göstermekte ve iltihabi reaksiyonu önleyici, bağışıklık sistemini güçlendirici, yara yeri iyileştirici, bakteri ve virüsleri etkisiz hale getirebilme gibi özelliklerinin yanında metabolizma hızı ve biyosentezi de artırıcı özelliğinden dolayı medikal olarak kullanılmaktadır.

Ozonun içme suyu ve atık su dezenfeksiyonu, gıda işletmeleri ve balık yetiştiriciliği gibi kullanım alanları olmakla birlikte medikal kullanımı daha yaygındır. Şöyle ki, diş hekimliğinde, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde, diyabet, yara ve yanık, astım ve KOAH, sinüzit, hepatit, kronik yorgunluk, damar tıkanıklığı, sarı nokta, bel ve boyun fitiği, fibromiyalji, romatoid artrit, trigeminal nevralji, alzheimer, parkinson, depresyon, diz ağrısı ve kırışıklık tedavisi gibi kullanım alanları yaygındır. Belirtilen tedavilerde ozon kullanımı farklı şekillerde olabilmekte olup, rektal ve topikal olarak uygulamalar yapılmaktadır. Ülkemizde de Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama Merkezlerinde çeşitli tedaviler yapılmaktadır.

Ozon ile ilgili mevzuatlar incelendiğinde daha çok dezenfekte edici özelliği ön plana çıkmaktadır. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, Dezenfeksiyon Teknik Tebliği, Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik, İçme Suyu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik, Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Destekleme Tebliği bunlardan bazılarıdır.

Uluslararası standartlarda üretilmiş ozon jeneratörleri ile limitler dâhilinde uygulandığında ve uzman kişiler vasıtasıyla projelendirildiğinde ozonun insan, ürün, gıda, hayvan, doğa ve çevreye herhangi bir zarar vermediği belirlenmiş, yan etkilerinin yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonraki aşamasında Covid-19 hastalığına neden olan Corona Virüsün yapısı, bulaşma yolları, semptomları, korunma yolları araştırılmış, ülkemizdeki ve dünyadaki durumu hakkında bilgiler kısaca özetlenmiştir.

Coronavirüsler dört yapısal proteinden oluşmaktadır; nükleokapsid, zarf, zar ve çubuksu çıkıntılar (dikenler). Latince’de taç anlamına gelen bu çıkıntılara “corona” adı verildiğinden bu virüslere coronavirus (taçlı virüs) denir. Nükleokapsid, zarf proteinleri ve zarf kısımlarından oluşan ve küreye benzer bu yapının içinde, genetik materyal bulunmaktadır. Dikensi çıkıntılar ise virüsün bağlanacağı konakçı hücrelerdeki almaçlara bağlanır. Virüs damlacık yoluyla veya kirlenmiş zeminlerle temas ile bulaşır. En yaygın semptomları, ateş, öksürük, yorgunluk, tat ve koku kaybıdır. Mayıs 2022 tarihi itibariyle Türkiye’de yaklaşık 10 milyon, Dünya’da ise 513 milyon vaka tespit edilmiştir.

Yasal Mevzuatlar incelendiğinde, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı’nın, Covid-19 nedeniyle yapılması gereken yasal zorunluluklar, İşverenin, işyerinde Covid-19 riskiniz azaltılması için alacağı önlemler gibi konular hakkında bilgilendirilmeler yapılmıştır. İşverenin Koronavirüse karşı alması gereken tedbirler kapsamında; hazırlık ekibi kurulması, konu ile ilgili acil durum planı ve risk değerlendirmesi yapması, temizlik ve hijyen konularında tedbirler alınması, kişisel koruyucu donanım kullanılarak hastalığın bulaş yollarının azaltılması, işyerinde hastalık olduğundan şüphelenilen veya teyit edilen biri varsa yapılması gerekenler ile seyahat ve toplantılarla ilgili tavsiyeler verilmiştir.

Son olarak ozonun Covid-19 Virüsü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ozonun mikroorganizmalar üzerine etkisini belirleyen başlıca unsurlar vardır. Bunlar, ozon maruziyeti, sıcaklık, pH ve nem olarak sıralanabilir. Bu unsurların etkisini aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz.

- Ozon konsantrasyonu arttıkça virüslerin hayatta kalma oranı azalmaktadır.
- Ozonun düşük sıcaklıklarda sudaki çözünürlüğü arttığından dolayı, düşük sıcaklıkta virüsler daha hızlı parçalanmaktadır.
- Yüksek pH değerinde hidroksil iyonlarının katalitik etkisinden dolayı, ozon daha hızlı bozunmakta olup, düşük pH değerlerinde ozonun virüsler üzerindeki etkisi artmaktadır.
- Bağıl nem miktarı arttıkça virüsler daha kolay etkisiz hale gelmektedir.

Ozonun Covid-19 pandemisinde, hava ve yüzey dezenfektanı olarak kullanımı kapsamında hem halka açık alanların dezenfeksiyonu hem de kişisel koruyucu donanımların dezenfeksiyonunda kullanılması önerilmektedir. Bu alanda dikkat edilmesi gereken husus, ozonun istenilen konsantrasyona ulaşması sonrasında, ozon konsantrasyonunun insan sağlığına zarar verebilecek konsantrasyonun altına düşürülmesidir.

Ozon, viral enfeksiyonların tedavisinde veya önlenmesinde çok faydalı olabilir. En basit tanımıyla ozon, virüslerin dış katmanlarındaki lipid/protein kaplamadan başlayarak viral RNA'ya zarar vererek çekirdekteki nükleik asitleri yok eder. Daha yüksek konsantrasyonlarda ozon, oksidasyon yoluyla virüslerin dış protein kabuğunu parçalayabilir. Sonuçlara dayanarak, aşağıdaki konular hakkında daha fazla araştırılma yapılması uygun olacaktır;

- Ozon tedavisi Covid-19 enfeksiyonunu kontrol etme noktasında, hem bağışıklık sistemini güçlendirmesi hem de virüslere karşı güçlü etkisi dikkate alındığında faydalı bir tedavi yöntemi olabilir. Virüslere etki mekanizmalarının anlaşılması, optimal ozon dozajını, uygulama koşulları ve uygun tedavi süresini belirlemek için çalışmalar yapılırsa da, klinik çalışmaların yetersiz olduğu ve halen bazı önyargıların da bulunduğu söyleyebiliriz.
- Ozon tedavisinin, rahatlığı, düşük maliyeti, yok denilecek kadar az olan yan etkileri ve diğer avantajları düşünüldüğünde, Covid-19 tedavi yöntemi hususlarının araştırılarak hak ettiği öneme sahip olması gerekmektedir.
- Her ne kadar Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı ve diğer bilgilendirici kuruluşlar tarafından işyerlerinde Covid-19 hastalığına karşı yapılması gerekenler, alınması gerekli tedbirler üzerinde durulsa da henüz ozonun Covid-19 tedavisinde kullanımı ve İş Güvenliği açısından incelenmesi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.
- Covid-19 Virüsünün etkisizleştirilebilmesi ve Ozonun İş Güvenliği açısından kullanım alanlarının yaygınlaştırılması için ulusal mevzuatlarımızda daha etkili ve güncel bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmaktadır.
- Ozonun sadece Covid-19 virüsü için değil diğer bir çok virüs, bakteri ve mikroorganizma üzerindeki dezenfekte edici özelliği göz ardı edilmemeli ve kullanım alanlarının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Ayrıca işyerlerinde ozon uygulamaları teşvik edilmeli ve bu kapsamda;

- Çalışanlar Covid-19'a karşı ozon kullanımı, faydaları, diğer kullanım alanları, uygulama şekli ve ozonun malzeme güvenlik bilgi formu gibi konularda bilgilendirilmelidir.
- Ozonun Malzeme Güvenlik Bilgi Formu çalışanların görebileceği şekilde çalışma ortamına asılmalıdır.
- Covid-19'un en çok yayılabileceği alanlarda özellikle işyerlerinde çalışma alanlarında ve ortak yaşam alanlarında dezenfeksiyonun sürekli olarak yapılması son derece önemlidir. Sadece salgın dönemlerinde değil, her zaman ozon gazı ile dezenfeksiyon işlemi yapmak, yaşam ve hava kalitesini arttıracak, hastalıkların yayılmasında da engelleyici rol oynayacaktır.
- İşyerinde hava temizliği ve yüzey temizliği amacıyla ozon jeneratörleri kullanılarak belirli periyotlarla ozonlama işlemi yapılabilir. Bu işlem sırasında Ozonun malzeme güvenlik bilgi formunda yazılı olan limitler ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO), İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi (OSHA), Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyen Uzmanları Konferansı (ACGIH), Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü (NIOSH) gibi organizasyonlar tarafından belirlenen yasal limitlere uyulmalıdır.
- Ortamdaki ozon konsantrasyonunun yasal limitleri aşmaması amacıyla ozon ölçüm sensörleriyle sürekli ölçümler sağlanmalıdır.
- Ozonlama işlemini yapacak personele gerekli kişisel koruyucu donanımlar sağlanmalıdır.
- Ozonlama işlemi yapacak personele gerekli eğitimler verilmelidir.
- Yapılan ozonlama işleminde limit değerler aşıldığı takdirde ortam mutlaka havalandırılmalıdır.
- Yeterli havalandırma işlemi yapılmadan ve yasal limitlere ulaşılmadan çalışanların ozonlanmış ortamlara girmesini önleyecek tedbirler alınmalıdır.
- Astım ve KOAH gibi özel hassasiyeti olan çalışanların olduğu ortamlarda ozonlama işleminde titiz davranılmalı, çalışanların sağlığı açısından ek riskler oluşturulmamalıdır.
- İşyerinde kullanılan kişisel koruyucu ekipmanların sterilizasyonu amacıyla ozonlama işlemi uygulanmalıdır.
- Ozon ile ilgili yapılan uygulamalar denetlenerek uygunsuzluklar giderilmelidir.
- Çalışanlar, bağışıklık sistemlerinin güçlendirilerek vücut direncinin artırılması amacıyla ozon uygulama merkezlerine yönlendirilmelidir.

- Ozon uygulama merkezlerinde yapılan uygulamaları henüz Sosyal Güvenlik Kurumu karşılamadığından, konuyla ilgili çalışma başlatılmalı ve GETAT Merkezlerinde çalışanların ücretsiz hizmet almaları sağlanmalıdır.
- İşyerlerinde çalışanlar tarafından tüketilen içme suyu, yine yasal limitler dâhilinde ozonlanarak kullanılabilir.
- İşyerinde ozon kullanımını hakkında yapılacak uygulamalar konusunda risk değerlendirmesine ilaveler yapılmalıdır.
- Ozonun malzeme güvenlik bilgi formuna istinaden,
 - Göz tahrişine neden olabileceği, uzun süreli veya tekrarlı maruziyetler sonucunda organlarda hasara yol açabileceği ihtimalleri göz önünde bulundurularak gerekli önlemler alınmalıdır.
 - Ozon kullanımı esnasında yiyecek, içecek tüketilmemeli ve sigara içilmemelidir.
 - İyi hissedilmeyen durumlarda tıbbi yardım alınmalıdır.
 - Yangın durumunda varsa sızıntı durdurulmalıdır.
 - Ten ve göz teması durumunda bol su ile yıkanmalıdır.
 - İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi (OSHA) İzin Verilen Maruz Kalma Sınırı: 8 saat Zaman Ağırlıklı Ortalama 0,1 ppm. Sınır değerleri aşılmamalıdır.
 - Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü'ne (NIOSH) göre, 0,10 ppm'lik bir üst sınır aşılmamalıdır.
 - Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği, 8 saat aralıksız maruz kalma limitini 0,10 ppm aşılmamalıdır.
 - Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI), Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu (ASTM), Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyen Uzmanları Konferansı'nın (ACGIH) belirlediği, 8 saat, TWA: 0,1 ppm, Kısa Süreli Maruz Kalma Sınırı: 0,3 ppm aşılmamalıdır.
 - Yüksek ozon konsantrasyonuna sahip alanlara girmek için tam yüz bağımsız solunum cihazı kullanılmalıdır.
 - Ozonu gazdan arındırmak için ozon imha üniteleri (termal ve/veya katalitik) kullanılmalıdır.
 - Baş ağrısı, öksürük, boğaz kuruluğu, ağır göğüs, nefes darlığı durumlarında, temiz havaya çıkarak, gerektiğinde oksijen tedavisi sağlanmalıdır.

- Ozon yanıcı olmasa da güçlü bir oksitleyicidir ve hızlandırabilir, hatta yanmayı başlatabilir veya patlamalara neden olabilir. Yanan malzemeler için uygun söndürücüler kullanılmalıdır.
 - Kaza durumunda ozon jeneratörünü kapatılmalı ve alanı havalandırılmalıdır. Ozon seviyeleri düşene kadar alan boşaltılmalıdır.
 - Taşıma ve depolama esnasında ozon, üretim noktasından uygulama noktasına kadar ozona dayanıklı boru ve borularda bulunmalıdır. Herhangi bir sızıntı, daha fazla kullanımdan önce onarılmalıdır.
 - Ozon kararsız ve reaktif yapısından dolayı, alkenler, benzen ve diğer aromatik bileşikler, kauçuk, disyanojen, brom dietil dahil olmak üzere oksitlenebilir, bu maddelerle temastan kaçınılmalıdır.
 - Ozon gazı atmosfere salınmadan önce ozonun oksijene parçalanmasını gerçekleştirmek için ısı ve/veya bir katalizör kullanılmalı ve bu işlem ozon yok etme ünitesi aracılığıyla yapılmalıdır.
 - Ozon kararsız olduğundan ve çevredeki diğer maddelerle reaksiyona girdiğinden veya ayrıştığından kullanım yerinde ve zamanında üretilmelidir.
- Çizelge 6.1'de İş sağlığı ve güvenliği açısından, Covid-19 virüsüne karşı yapılacak ozon uygulamalarının yasal dayanakları ve bu kapsamda işyerlerinde alınacak önlemler/öneriler verilmiştir.

Çizelge 6.1: İş sağlığı ve güvenliği açısından, Covid-19 virüsüne karşı yapılacak ozon uygulamalarının yasal dayanakları ve bu kapsamda işyerlerinde alınacak önlemler/öneriler.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik	Ek-1. Eğitim konularının yer aldığı tablo	Çalışanlar; ozon kullanımı, faydaları, diğer kullanım alanları, uygulama şekli ve ozonun malzeme güvenlik bilgi formu gibi konularda bilgilendirilmelidir.
İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk Ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9.1.a.1- İş güvenliği uzmanının işyerinde yapılan çalışmalarda, ekipman ve kişisel koruyucu donanım seçiminde işverene öneride bulunması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları, işyerlerinde yapılacak ozonlama işlemi esnasında kullanılacak ekipman seçimi, uygulanması ve kişisel koruyucu donanım kullanımı hakkında işverene öneride bulunmalıdır.
İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk Ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9.1.b.1- İş güvenliği uzmanının risk değerlendirmesi çalışmalarına katılarak, risk analizi sonrasında alınması gerekli önlemler hususunda işverene öneride bulunması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları, risk analizi çalışmalarında, alınması gerekli sağlık ve güvenlik önlemlerinde ozon kullanımı hakkında yapılacak uygulamalar konusunda işverene öneride bulunmalıdır.
	Madde 9.1.ç.2- İş güvenliği uzmanının ortam gözetim sonuçlarını baz alarak yıllık değerlendirme raporu hazırlaması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları, ozon kullanımı ile ilgili ortam gözetimi yaparak, yapılan uygulamalarla ilgili yıllık değerlendirme raporuna ilaveler yapmalıdır.
	Madde 9.1.ç.3- İş güvenliği uzmanının çalışanları kapsayacak şekilde bilgilendirme faaliyetleri yaparak, bu raporu işveren onayına sunması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları ozon uygulamaları ile ilgili bilgilendirme faaliyetleri yaparak, işverenin onayına sunmalıdır.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk Ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9.1.ç.4- İş güvenliği uzmanının iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili talimat hazırlaması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları, ozon uygulamaları kapsamında gerekli talimatları hazırlayarak işverenin onayına sunmalı ve uygulamaları kontrol etmelidir.
	Madde 9.1.d.2- İş güvenliği uzmanının sonraki yıl planlanan faaliyetlerin bulunduğu yıllık çalışma planı hazırlaması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekimleri, ozon uygulamaları ile ilgili faaliyetleri yıllık çalışma planlarına dâhil etmelidir.
	Madde 10.1.c- İş güvenliği uzmanının işyerindeki tüm bölümlerinde iş güvenliği açısından araştırma yaparak, gerekli bilgilere ulaşması ve çalışanlarla görüşmesi gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları tarafından ozon uygulamaları araştırılarak gerekli bilgi ve belgeler toplanmalıdır.
	Madde 10.1.ç- İş güvenliği uzmanının ilgili kurumlarla iş birliği yapması gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları ozon uygulamaları kapsamında başka kurumlarla işbirliği yapmalıdır.
	Madde 10.2- İş güvenliği uzmanının çalışma ortamı ile ilgili eğitimlere katılma hakkına sahip olduğu belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları ozon uygulamaları ile ilgili eğitim, seminer ve panel gibi organizasyonlara katılmalıdır.
	Madde 30.1- İş güvenliği uzmanı eğitimcilerinin müfredatta mevcut olan tüm konulara eğitim esnasında yer vermesi gerektiği belirtilmektedir.	İş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekimlerinin eğitim müfredatına ozon uygulamaları ile ilgili içeriklere yer vermelidir.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İşyeri Hekimi Ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk Ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9.2.a.2- İş yeri hekiminin işyerinde kullanılan malzemelerin ve kişisel koruyucu donanımların seçimi ve işin planlanarak organize edilmesi hususlarında işverene öneride bulunarak rehberlik yapması gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi, ozon uygulamaları ile ilgili kişisel koruyucu donanımların seçimi ve işin planlanarak organize edilmesi hususlarında işverene öneride bulunmalıdır.
	Madde 9.2.a.3- İş yeri hekiminin çalışanların sağlıklarının geliştirilmesi için işverene tavsiyede bulunarak rehberlik yapması gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi tarafından işverene, çalışanların gerek bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi gerekse hastalığın tedavisi amacıyla ozon kullanımı hakkında tavsiyeler verilmelidir.
	Madde 9.2.a.5- İş yeri hekiminin çalışma ortamı ve işyerinin diğer bölümlerinde hijyen şartlarının denetlenmesi ve uygun içme suyu sağlanabilmesi konularında işverene tavsiyede bulunarak rehberlik yapması gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi çalışma ortamı ve işyerinin diğer bölümlerinde yapılan ozon uygulamalarını sürekli izleyip denetleyerek işverene rehberlik yapmalıdır. Ayrıca çalışanlara uygun içme suyunun sağlanması için yapılacak ozonlama uygulamaları ile ilgili de işverene tavsiyelerde bulunmalıdır.
	Madde 9.2.c.8- İş yeri hekiminin bulaşıcı hastalıkları kontrol etmek, önlemek ve bağışıklık çalışmaları ile birlikte gerekli hijyen eğitimi vermesi ve tetkiklerin yapılmasını sağlaması gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi tarafından ozon uygulamaları ile ilgili çalışanlara gerekli hijyen eğitimleri verilmelidir.
	Madde 9.2.ç.3- İş yeri hekimi tarafından, yöneticilere, varsa iş sağlığı ve güvenliği kurul üyelerine ve çalışan personele hijyen, kişisel koruyucu donanım ve iş sağlığı konularında eğitim verilmesi gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi tarafından ozon uygulamaları ile yöneticilere, varsa iş sağlığı ve güvenliği kurul üyelerine ve çalışan personele gerekli eğitimler verilmelidir.
	Madde 9.2.ç.4- Çalışan personellerin iş yeri hekimi tarafından sağlık gözetimleri, risk durumları ve periyodik muayene konularında bilgilendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi tarafından çalışanlara ozon uygulamalarının riskleri hakkında gerekli eğitimler verilmelidir.
	Madde 9.2.d.6- İş yeri hekiminin iş sağlığı ve güvenliği alanlarında yapılan araştırmalara katılması gerektiği belirtilmektedir.	İşyeri hekimi ozon uygulamaları ile ilgili araştırmalara katılmalıdır.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İş Sağlığı Ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği	Madde 8.2- Çalışanların ve çalışan temsilcilerinin işyerinde yürütülen iş sağlığı güvenliği hizmetleri hususunda haberdar edilmesi gerektiği belirtilmektedir.	Çalışanlar ve temsilcileri işyerinde yapılacak ozon uygulamaları konusunda bilgilendirilmelidir.
	Madde 38.3.a- Çalışanların işyerindeki çalışma ortamlarının korunarak geliştirilmesi amacıyla iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve işveren tarafından verilen talimatlara uyması gerektiği belirtilmektedir.	Çalışanlar, ozon uygulamaları kapsamında düzenlenen talimatlara uymalıdır.
	Madde 38.3.c- Çalışanların, işyerindeki çalışma ortamının korunarak geliştirilmesi amacıyla yapılan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına ve eğitimlere katılması gerektiği belirtilmektedir.	Çalışanlar, ozon uygulamaları ile ilgili yapılan bilgilendirme ve eğitim programlarına katılmalıdır.
	Madde 38.3.ç- Çalışanların, ekipman ve kişisel koruyucu donanımları amacına uygun olarak kullanması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamalarını yapacak çalışanlar, ekipmanlar ve kişisel koruyucu donanımları verilen eğitimler doğrultusunda kullanmalıdır.
	Madde 9.1- İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin çalışanlara mali yük getirmemesi gerektiği belirtilmektedir.	Yapılan ozon uygulamalarının maliyeti çalışana yansıtılmamalıdır.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği	Madde 5.1- İşverenin çalışılan ortamın ve çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak amacıyla risk değerlendirmesi yapması gerektiği belirtilmektedir.	İşveren ozon uygulamalarının risk değerlendirmesinde yer alması için gerekli çalışmaları yapmalıdır.
	Madde 7.1- Yapılan risk değerlendirmelerinin işyerinin tasarım aşamasından başlanarak, tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenerek analiz edilmesi, dokümantasyon ve güncelleme aşamalarından geçerek hazırlanması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamaları risk değerlendirmelerinde yer alırken, risklerin belirlenerek analiz edilmesi, dokümantasyon ve güncelleme aşamaları takip edilmelidir.
	Madde 8.1- İş yerindeki tehlikelerin tanımlanması esnasında, çalışılan ortam, çalışan personel, kullanılan maddeler, atıklar ile ilgili işlemler, malzeme güvenlik bilgi formları, ortamın ve kişisel maruziyetin düzeyi ve ölçüm sonuçları ile ilgili bilgilerin toplanması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamaları risk değerlendirmelerinde yer alırken, malzeme güvenlik bilgi formları, ortamın ve kişisel maruziyetin düzeyi ölçüm sonuçları hakkında bilgiler toplanmalıdır.
	Madde 8.4- İş yerindeki tehlikelerin tanımlanması esnasında çalışılan ortamda bulunan kimyasal tehlike kaynağının neden olabileceği tehlikelerle ilgili daha önce çalışma yapılmamışsa bu tehlikeler ile ilgili tehlikenin niteliği, maruziyet seviyesi gibi konularda gerekli çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamaları risk değerlendirmelerinde yer alırken, tehlikenin niteliği, maruziyet seviyesi gibi konularda gerekli araştırmalar yapılmalıdır.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İş Sağlığı Ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik	Madde 7.1- İşveren tarafından, kurulda yer alan kişilere iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitim verilmesi gerektiği belirtilmektedir.	İşveren tarafından ozon uygulamaları konusunda iş sağlığı ve güvenliği kurul üyelerine ve yedeklerine gerekli eğitimler verilmelidir.
	Madde 8.1.a- İş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından iç yönerge taslağı hazırlanması, işverenin onayına sunulması ve yönergenin uygulanmasının takip edilmesi ile izleme sonuçları doğrultusunda rapor hazırlanarak alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamaları, iş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından hazırlanan iç yönergeye dâhil edilmelidir.
	Madde 8.1.c- İş sağlığı ve güvenliği kurulunun yetkileri arasında, işyerindeki tehlikeli durum ve alınması gereken tedbirleri değerlendirmek, önlemleri belirleyerek işverene bildirimde bulunmak yer almaktadır.	İş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından ozon uygulamaları ile ilgili işveren veya vekiline bildirimde bulunulmalıdır.
	Madde 8.1.d- İş sağlığı ve güvenliği kurulunun yetkileri arasında, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini planlayarak eğitim programları hazırlamak ve bu planları işverenin onayına sunarak programların uygulanmasını takip etmek ve eksiklik olduğu durumlarda bildirimde bulunmak yer almaktadır.	İş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından planlanan eğitimlerin kapsamına ozon uygulamaları dâhil edilmelidir.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
İş Sağlığı Ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik	Madde 8.1.f- İş sağlığı ve güvenliği kurulunun yetkileri arasında, çalışma ortamında işyerinde yangın, doğal afet gibi tehlikeli durumlarda alınan önlemlerin yeterliliğini ve acil durum ekiplerinin çalışmalarını takip etmek yer almaktadır.	İş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından ozon uygulamaları takip edilmelidir.
	Madde 8.1.h- İş sağlığı ve güvenliği kurulunun yetkileri arasında, çalışma ortamında teknoloji, çalışma organizasyonu ve şartlarıyla ilgili durumların etkilerini içeren genel bir önleme politikası geliştirmek yer almaktadır.	İş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından hazırlanacak önleme politikasına ozon uygulamaları dâhil edilmelidir.
	Madde 12.1- Çalışan personelin yükümlülükleri arasında, iş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından belirlenen kurallara, alınan kararlara ve yasaklara uyma zorunluluğu olduğu belirtilmektedir.	Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından ozon uygulamaları ile ilgili alınan kararlara uymalıdır.
	Madde 12.3- Çalışan personelin yükümlülükleri arasında, iş sağlığı ve güvenliği kurulu tarafından belirlenen kurallar, kararlar veya uygulamadaki güçlükler hakkında çalışan temsilcileri vasıtasıyla kurula bilgi vermek yer almaktadır.	Çalışanlar, ozon uygulamaları ile ilgili karşılaştıkları zorlukları iş sağlığı ve güvenliği kuruluna bildirmelidir.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik	Madde 6.1.a.2- Kişisel koruyucu donanımların işyerindeki koşullara uygun olması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamalarında kullanılan kişisel koruyucu donanımlar uygun nitelikte olmalıdır.
	Madde 6.1.c- Kişisel koruyucu donanımların kullanma şartları ve süresi belirlenirken; risklerin derecesi, maruziyetin sıklığı ve işin yapıldığı yerin özelliklerinin dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir.	Ozon uygulamalarında kullanılan kişisel koruyucu donanımların kullanma şartları ve süresi belirlenirken; risklerin derecesi, maruziyetin sıklığı ve işin yapıldığı yerin özelliklerinin dikkate alınmalıdır. İşverenin, kişisel koruyucu donanımları hangi durumlarda kullanması gerektiği hususunda çalışanları bilgilendirmeli ve kişisel koruyucu donanım kullanımı hakkında çalışana eğitim vermelidir.
	f) İşverenin, kişisel koruyucu donanımları hangi durumlarda kullanması gerektiği hususunda çalışanları bilgilendirmesi gerektiği belirtilmektedir.	
	g) İşverenin, kişisel koruyucu donanım kullanımı hakkında çalışana eğitim vermesi gerektiği belirtilmektedir.	
	Madde 6.2- Kişisel koruyucu donanımların talimatlar doğrultusunda kullanılarak temizlik ve bakımının yapılması gerektiği belirtilmektedir.	Kişisel koruyucu donanımların dezenfekte işlemlerinde ozon kullanılmalıdır.
	Madde 9.1- İşverenin, kişisel koruyucu donanımları kullanım sırasında uyulması gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini, çalışanlara ve çalışan temsilcisine bildirmesi gerektiği belirtilmektedir.	İşveren, ozon uygulamalarında kullanılacak kişisel koruyucu donanımların kullanım sırasında uyulması gerekli sağlık ve güvenlik tedbirlerini, çalışanlara ve çalışan temsilcisine bildirmelidir.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Sağlık Ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği	Madde 5- İşverenin işyerinde mevcut olan riskleri bertaraf edemediği, toplu korumaya yönelik tedbirler alamadığı durumlarda, sağlık ve güvenlik işaretleri bulundurulması gerektiği belirtilmektedir.	İşveren ozon uygulamalarının yapıldığı ortamlarda mutlaka gerekli sağlık ve güvenlik işaretlerini kullanmalıdır.
Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik	Madde 8.4- Biyolojik etkenlerin çalışma ortamından dışarı yayılmasını önlemek amacıyla uygun hijyen yöntemleri alınması gerektiği belirtilmektedir.	İşyerlerinde ozon uygulamaları ile hastalığın çalışma ortamı dışına taşınması önlenmelidir.
	Madde 8.8- Atıkların uygun işlemlerden geçirilerek güvenli bir şekilde toplanması, depolanması ve bertaraf edilmesinin uygun yöntemler kullanılarak yapılması gerektiği belirtilmektedir.	Çalışanların kullandığı tek kullanımlık maske, eldiven gibi atık maddeler ozonlama işlemine tabi tutularak güvenli şekilde işyerinden uzaklaştırılması sağlanmalıdır.
	Madde 10.2- Biyolojik etkenlerle kirlenmiş olan iş elbiseleri ve koruyucu ekipmanların çalışma ortamından ayrılmadan çıkarılması, diğer giysilerden ayrı muhafaza edilmesi, gerekiyorsa imha edilmesi gerektiği belirtilmektedir.	Çalışma ortamında giyilen iş kıyafetleri ve koruyucu ekipmanlar ozonlama işlemi ile dezenfekte edilmelidir.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 5.1- İşverenin kimyasallarla yapılan çalışmalarda, çalışanların maruziyetini engellemek, mümkün olmadığı durumlarda en aza indirmek ve çalışanların korunması amacıyla bütün önlemleri almakla yükümlü olduğu belirtilmektedir.	İşveren ozonla yapılan uygulamalarda maruziyeti önlemek amacıyla gerekli önlemleri almalıdır.
	Madde 6.2- İşveren kimyasal maddelerle çalışmalarda yapılacak risk değerlendirmesinde aşağıda belirtilen hususlar özellikle dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir.	Yapılacak olan risk değerlendirmesinde ozonun aşağıda belirtilen özellikleri dikkate alınmalıdır.
	a) Kimyasalın sağlık ve güvenlik açısından zarar ve tehlikeleri.	Ozonun sağlık ve güvenlik açısından zarar ve tehlikeleri.
	b) Temin edilecek Türkçe malzeme güvenlik bilgi formu.	Temin edilecek Türkçe malzeme güvenlik bilgi formu.
	c) Maruziyetin türü, seviyesi ve süresi.	Maruziyetin türü, seviyesi ve süresi.
	ç) Kimyasalın miktarı, kullanım şartları ve kullanma sıklığı.	Ozonun miktarı, kullanım şartları ve kullanma sıklığı.
	e) Alınan ya da alınması gerekli önleyici tedbirlerin etkileri.	Alınan ya da alınması gerekli önleyici tedbirlerin etkileri.
	f) Varsa, daha önceden yapılan sağlık gözetim sonuçları.	Varsa, daha önceden yapılan sağlık gözetim sonuçları.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 7.1- Tehlikeli kimyasallarla yapılan çalışmalarda alınması gerekli önlemler, Tehlikeli kimyasallarla yapılan çalışmalarda çalışanların sağlık ve güvenliği açısından riskler aşağıda belirtilen tedbirlerle bertaraf edilir veya en aza indirilir:	Ozon uygulamaları esnasında aşağıda belirtilen önlemler alınmalıdır.
	b) Tehlikeli kimyasallarla yapılan çalışmalar, en az sayıda çalışanla yapılır.	Ozonlama işlemleri en az sayıda çalışan ile yapılır.
	c) Çalışanların maruz kalacağı madde miktarı ve maruziyet süresi mümkün olduğunca en az düzeyde olmalıdır.	Personelin maruz kalacağı ozon konsantrasyonu ve maruz kalma süresinin en az seviyede olması sağlanmalıdır.
	ç) İşyerinde kullanılması gerekli kimyasal madde miktarı en az düzeyde tutulur.	İşyerinde kullanılması gereken ozon miktarı en az seviyede tutulmalıdır.
	d) İşyerinin bina ve eklentileri daima temiz tutulur.	İşyeri bina ve eklentileri her zaman düzenli ve temiz tutulmalıdır.
	e) Personelin kişisel temizliği için uygun ve yeterli şartlar sağlanır.	Çalışanların kişisel temizlikleri için uygun ve yeterli şartlar sağlanır.
	Madde 7.2- Tehlikeli kimyasallarla çalışılırken riskleri kaynağında önlemek amacıyla; uygun iş organizasyonu ve yeterli havalandırma işlemi yapılması gibi toplu koruma önlemleri uygulanması gerektiği belirtilir.	Ozonlama işlemi esnasında uygun iş organizasyonu ve yeterli havalandırma işlemi yapılması gibi toplu koruma önlemleri uygulanmalıdır.

Yönetmelik Adı	Yönetmelik Maddesi	Önlemler/Öneriler
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 7.3.h- İşverenin tehlikeli kimyasallarla yapılan çalışmalarda, risk oluşturacak kimyasalın düzenli bir şekilde ölçüm ve analizlerini yaptırması gerektiği belirtilmektedir.	İşveren, ozonla yapılan çalışmalarda, düzenli bir şekilde ölçüm ve analiz yapmalıdır.
	Madde 9.1.b- Tehlikeli kimyasallarla ilgili olarak, bu kimyasalların tanınması, sağlık ve güvenlik risk durumu, meslek hastalığı ve maruziyet sınır değerleri ve mevzuat hakkında çalışanların bilgilendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.	Ozonun maruziyet sınır değerleri konusunda çalışanlar bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Babacan, A.** (2008). Ozon, Ozonterapi ve Klinik Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 28(6): 245-247.
- [2] **Robson, M.C. ve Rice, R.G.** (1991). Wastewater ozonation in the U.S.A.- History and current status-1989. *Ozone: Science & Engineering*, 13(1): 23-40.
- [3] **Bocci, V.** (2004). *How ozone acts and how it exerts therapeutic effects*. Copenhagen, London, Berlin, Chicago, Paris, Milan, Barcelona, Istanbul, Sao Paulo, Tokyo, New Delhi, Moscow, Prague, Warsaw, Quintessence Publishing Co.
- [4] **Tahınlı, İ. ve Ertas T. T.** (1998). *Removal of the Cyanide by Ozone from Hazardous Waste*. Araştırma Fonu, ITU.
- [5] **Gujjari, G.K., Gujjari, A.K., Patel P.V., Shubhashini, P.V.** (2011). Comparative evaluation of ultraviolet and microwave techniques for toothbrush decontamination. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 1:20.
- [6] **Garg, R. ve Tandon, S.** (2009). Ozone: a new face of dentistry. *Int J Dent Sci*, 7:2.
- [7] **Tiwari S., Avinash A., Katiyar S., Iyer A., Jain S.** (2017). Dental applications of ozone therapy: A review of literature. *The Saudi Journal for Dental Research*, 8:1-2.
- [8] **Kutlubay, Z., Engin, B., Serdaroğlu, S., Tüzün, Y.** (2010). Dermatolojide Ozon Tedavisi. *Dermatoz*, 1(4): 209-216.
- [9] **Schonbein, C.** (1868). Notice of C Sch., the discoverer of ozone. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Inst*, 185-192.
- [10] **Bocci, V.** (2004). Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators of Inflammation*, 13(1): 3-11.
- [11] **Url-1** <<https://www.scribd.com>>, erişim tarihi 10.01.2022.
- [12] **Bocci, V.** (2006). Scientific and medical aspects of ozone therapy state of the art. *Arch Med Res*, 37: 425-35.
- [13] **Bocci V.** (2013). *Oxygen-ozone therapy: a critical evaluation*. İtalya.
- [14] **Naik. S.V., Rajeshwari, K., Kohli, S., Zohabhasan, S., Bhatia, S.** (2016). Ozone-A Biological Therapy in Dentistry-Reality. *Myth The open dentistry journal*, 0: 196.
- [15] **Özler, M., Öter, Ş., Korkmaz, A.** (2009). Ozon gazının tıbbi amaçlı kullanılması. *TAF Prev Med Bull*, 8: 59-64.
- [16] **Rowland, F.S.** (2006). Stratospheric ozone depletion. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361, 769-790.
- [17] **Url-2** <<http://www.teknikaritma.com.tr>>, erişim tarihi 12.01.2022.
- [18] **Çatal H. ve İbanoğlu Ş.** (2010). Gıdaların Ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (3): 47-55.
- [19] **Staelin, A. ve Hoigne, J.** (1982). Decomposition of ozone in water: rate of initiation by hydroxide ions and hydrogen peroxide. *Environmental Science & Technology*, 16(10): 676-681.

- [20] **Url-3** <<https://www.smfireandwater.com>>, erişim tarihi 20.01.2022.
- [21] **Url-4** <<http://www.jocozon.com>>, erişim tarihi 25.01.2022.
- [22] **Başar, G.** (2011). *Bir reaktif boya hammadresi olan 2-naftilamin 3,6,8- trisülfonik asit (k-asit) 'in ozonlama prosesi ile oksidasyonunun incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). <https://polen.itu.edu.tr> adresinden erişildi.
- [23] **Cristiano L.** (2020). Could ozone be an effective disinfection measure against the novel coronavirus. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 61: E301-E303.
- [25] **Url-5** <<https://www.prozoneint.com>>, erişim tarihi 03.02.2022.
- [26] **Martinez-Sanchez, G.**(2019). Ozonized water, background, general use in medicine and preclinic support. *Ozone Therapy Global Journal*, 9(1): 33-60.
- [27] **Kuşçu, A. ve Pazır, F.** (2004). Gıda endüstrisinde ozon uygulamaları. *Ege Üniversitesi Gıda*, 29(2): 123-129.
- [28] **Url-6** <<https://ozonesolutions.com>>, erişim tarihi 04.02.2022.
- [29] **Oğuz, E. ve Çelik, Z.** (2001). Suların ozonlanmasındaki gelişmeler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(3): 367-372.
- [30] **Polat H.** (2009). Dezenfeksiyon amaçlı ozon kullanımı. *SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 9:2.
- [31] **Yıldız P.O. ve Yangılar F.** (2014). Ozon ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları. *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 94-101.
- [32] **Muştu, Ç.** (2020). Yiyecek ve içecek işletmelerinde ozon uygulamaları. *Aydın Gastronomy*, 4(1): 45-53.
- [33] **Öztürk, D. ve Eren, H.A.** (2010). Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(2).
- [34] **Bocci, V.** (2005). *Ozone a new medical drug*. Springer, The Netherlands.
- [35] **Zeng, J., ve Lu, J.** (2018). Mechanisms of action involved in ozone-therapy in skin diseases. *International Immunopharmacology*, 56(138), 235–241.
- [36] **Elvis, A. ve Ekta J.S.** (2011). Ozone Therapy: A Clinical Review. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 2(1):66.
- [37] **Bocci, V.** (2006). Is it true that ozone is always toxic? The end of a dogma. *Toxicology and applied pharmacology*, 216(3): 493-504.
- [38] **Url-7** <<https://www.ihn.com.tr>>, erişim tarihi 05.02.2022.
- [39] **Yeğin, Z. ve Tosun, G.** (2013). Diş Hekimliğinde Ozon ve kullanım alanları. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 23(1): 116-122.
- [40] **Url-8** <<https://www.fatihsomuncu.com>>, erişim tarihi 07.02.2022.
- [41] **Url-9** <<https://www.drcoskunakay.com/diyabette-ozon-tedavisi>>
- [42] **Url-10** <<https://www.drserangocer.com>>, erişim tarihi 08.02.2022.
- [43] **Url-11** <<https://ozonklinik.com>>, erişim tarihi 10.02.2022.
- [44] **Url-12** <<https://www.drleventkarafaki.com>>, erişim tarihi 15.02.2022.
- [45] **Url-13** <<https://drceyhundundar.com>>, erişim tarihi 15.02.2022.

- [46] **Url-14** < <https://www.drmuratsener.com>>, erişim tarihi 16.02.2022.
- [47] **Url-15** < <https://www.draydinarslan.com>>, erişim tarihi 17.02.2022.
- [48] **Url-16** < <http://www.ismailpaksoy.com.tr>>, erişim tarihi 18.02.2022.
- [49] **Url-17** < <https://www.ozguresencetiner.com.tr>>, erişim tarihi 20.02.2022.
- [50] **Url-18** < <https://www.drceliktan.com>>, erişim tarihi 25.02.2022.
- [51] **Url-19** < <https://www.drfigenatak.com>>, erişim tarihi 25.02.2022.
- [52] **Cakir, R.** (2014). *General Aspects of Ozone Therapy, Pharmacology and Nutritional Intervention in the Treatment of Disease*. Croatia.
- [53] **Bocci, V.** (1996). Ozone as a bioregulator. Pharmacology and toxicology of ozonotherapy today. *Journal of biological regulators and homeostatic agents*, 10(2-3): 31-53.
- [54] **Gupta, M.** (2012). Abhishek. Ozone: An emerging prospect in dentistry. *Indian Journal of dental sciences*, 4: 47-50.
- [55] **Kushmakov, R., Gandhi, J., Seyam, O.** (2018). Ozone therapy for diabetic foot. *Med Gas Res*. 8(3):111-115.
- [56] **Uysal, N. ve Schapira, R.M.** (2003). Effects of ozone on lung function and lung diseases. *Curr Opin Pulm Med*, 9(2):144-50.
- [57] **Url-20** < <https://teknozone.com.tr>>, erişim tarihi 05.03.2022.
- [58] **İkizek, M., Uzuntarla, Y.** (2020). Medikal Ozon Tedavisi ve Covid-19, *Sağlık akademisyenleri dergisi*, 7(4):304-310.
- [59] **Petersen, D.R., Doorn, J.A.** (2004). Reactions of 4-hydroxynonenal with proteins and cellular targets. *Free Radic Biol Med*, 37(7):937-945.
- [60] **Dohan, J.M., Masschelein W.J.** (1987). Photochemical generation of ozone: Present state-of-the-art. *Ozone Sci Eng*, 9: 315–334.
- [61] **Rodrigues, K.L., Cardoso, C.C., Caputo, L.R., Carvalho, J.C., Fiorini, J.E., Schneedorf, J.M.** (2004). Cicatrizing and antimicrobial properties of an ozonised oil from sunflower seeds. *Inflammopharmacology*, 12: 261-270.
- [62] **Url-21** < <http://www.aagmakina.com>>, erişim tarihi 07.03.2022.
- [63] **Url-22** < <https://www.prozoneint.com>>, erişim tarihi 08.03.2022.
- [64] **Horvath, M., Bilitzky, L., Huttner, J.** (1985). *Ozone*. New York.
- [65] **Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği** (2010, 20 Mart). Resmi Gazete (Sayı:27527). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [66] **Dezenfeksiyon Teknik Tebliği** (2015, 26 Ağustos). Resmi Gazete (Sayı: 29457). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [67] **Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik** (2004, 1 Aralık). Resmi Gazete (Sayı: 25657). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [68] **İçme Suyu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği** (2020, 7 Mart). Resmi Gazete (Sayı: 31061). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [69] **İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik** (2005, 17 Şubat). Resmi Gazete (Sayı: 25730). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>

- [70] **Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik** 2015, 13 Mayıs). Resmi Gazete (Sayı: 29354). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [71] **Url-23** < <https://www.medicalpark.com.tr>>, erişim tarihi 09.03.2022.
- [72] **Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik** (2010, 18 Ağustos). Resmi Gazete (Sayı: 29158). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [73] **Geleneksel Ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği** (22014, 27 Ekim). Resmi Gazete (Sayı: 31061). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [74] **Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik** (2017, 7 Nisan). Resmi Gazete (Sayı: 30031). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [75] **Hava Kalitesi Değerlendirme Ve Yönetimi Yönetmeliği** (2008, 6 Haziran). Resmi Gazete (Sayı: 26898). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [76] **VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu** (2017), Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- [77] **İşkolları Yönetmeliği** (2012, 19 Aralık). Resmi Gazete (Sayı: 28502). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [78] **İşyeri Açma Ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik** (2005, 10 Ağustos). Resmi Gazete (Sayı: 25902). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [79] **Ozon Tabakasını İncelten Maddeler Ve Florlu Sera Gazlarının İthaline İlişkin Tebliğ** (2020, 31 Aralık). Resmi Gazete (Sayı: 31351). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [80] **Su Ürünleri Yetiştiriciliği Destekleme Tebliği** (2020, 1 Aralık). Resmi Gazete (Sayı: 310321). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr>
- [81] **Url-24** < <https://www.mfa.gov.tr>>, erişim tarihi 10.03.2022.
- [82] **Rip, G.R.** (2001). U.S. FDA Regulatory Approval of Ozone as an Antimicrobial Agent – What Is Allowed and What Needs to Be Understood. *RICE International Consulting Enterprises*.
- [83] **T.C. Sağlık Bakanlığı** (2020). Covid-19 (SARS-CoV-2 Enfeksiyonu) Genel Bilgiler, Epidemioloji ve Tanı, T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 19: 1–32.
- [84] **Url-25** < <https://covid19.tubitak.gov.tr/sites/default/files/inline-files/mart-2020.pdf>
- [85] **Casella, M., Rajnik, M., Cuomo, A., Dulebohn, S. C., & Di Napoli, R.** (2020). Features, evaluation and treatment coronavirus (Covid-19). *Statpearls* [internet].
- [86] **Url-26** <<https://www.who.int>>, erişim tarihi 13.03.2022.
- [87] **Klompas, M., Baker, M. A., & Rhee, C.** (2020). Airborne transmission of SARSCoV-2: *theoretical considerations and available evidence*. *Jama*.

- [88] **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.
- [89] **Colavita, F., Lapa, D., Carletti, F., Lalle, E., Bordi, L., Marsella, P., ... & Castilletti, C.** (2020). SARS-CoV-2 isolation from ocular secretions of a patient with Covid-19 in Italy with prolonged viral RNA detection. *Annals of Internal Medicine*, 173(3), 242-243.
- [90] **Ong, S. W. X., Tan, Y. K., Chia, P. Y., Lee, T. H., Ng, O. T., Wong, M. S. Y., & Marimuthu, K.** (2020). Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *Jama*, 323(16), 1610-1612.
- [91] **Url-27** < <https://www.who.int>>, erişim tarihi 20.03.2022.
- [92] **Chan, J. F. W., Yuan, S., Kok, K. H., To, K. K. W., Chu, H., Yang, J., Xing, F., Liu, J., Yip, C. C. Y., Poon, R. W. S., Tsoi, H. W., Lo, S. K. F., Chan, K. H., Poon, V. K. M., Chan, W. M., Ip, J. D., Cai, J. P., Cheng, V. C. C., Chen, H., ... Yuen, K. Y.** (2020). A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet*, 395(10223), 514-523.
- [93] **Wu, Z., & McGoogan, J. M.** (2020). Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. In *JAMA - Journal of the American Medical Association*, Vol. 323(13): 1239-1242.
- [94] **Url-28** < <https://covid19.saglik.gov.tr> >, erişim tarihi 11.05.2022.
- [95] **Url-29** < <https://corona.cbddo.gov.tr> >, erişim tarihi 11.05.2022.
- [96] **Akpınar, T., Çakmakkaya, B. Y.** (2014). *İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü*. *Çalışma ve Toplum*, 40(1).
- [97] **Url-30** < <https://acikders.ankara.edu.tr>>, erişim tarihi 11.05.2022.
- [98] **Selek, H.S.** (2016). *İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Temel Konular*, Ankara.
- [99] **Url-31** < <https://www.csgeb.gov.tr>>, erişim tarihi 11.05.2022.
- [100] **Kabasakal B.V.** (2020). Covid-19 Araştırmalarında Yapısal Biyolojinin Yeri, Ankara Üniversitesi, Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü.
- [101] **Öztan G. ve İşsever H.** (2020). Yeni Koronavirüsün (Covid-19) Moleküler Yapısı ve Genomik Karakterizasyonu. *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 3(2).
- [102] **Bayarri, B. Cruz-Alcalde, A., Lopez-Vinent, N., Mico, M.M, Sans, C.** (2021). Can ozone inactivate SARS-CoV-2? A review of mechanisms and performance on viruses. *Journal of Hazardous Materials* 415: 1256-58
- [103] **Martínez-Sánchez, G., Schwartz, A., Donna, V.D.** (2020). Potential Cytoprotective Activity of Ozone Therapy in SARS-CoV-2/ Covid-19. *Antioxidants (Basel)*, 9(5): 389.

- [104] **Cavezzi, A., Troiani, E., Corrao, S. C.** (2020). Covid-19: hemoglobin, iron, and hypoxia beyond inflammation. A narrative review. *Clin Pract*, 10(2): 1271.
- [105] **Satarker, S., Nampoothiri, M.** (2020). Structural Proteins in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2. *Arch Med Res*. 51(6): 482-91.
- [106] **Bar-On, Y.M., Flamholz, A., Phillips, R., Milo, R.** (2020). SARS-CoV-2 (Covid-19) by the numbers. *Elife*.
- [107] **Yılmaz, N., Eren, E., Kalayci, Z., Saribek, F., Oz, C.** (2020). COVID-19 and Ozone. *Cyprus J Med Sci*. 5(4): 365-72.
- [108] **Grignani, E., Mansi, A., Cabella, R., Castellano, P., Tirabasso, A., Sisto, R., Spagnoli, M., Fabrizi, G., Frigerio, F., Tranfo, G.** (2021), Safe and Effective Use of Ozone as Air and Surface Disinfectant in the Conjunction of Covid-19. *Gases*, 1:19–32
- [109] **Ran, J., Yang, Z., Wang, M.H., He, D.** (2020). The ambient ozone and COVID-19 transmissibility in China: A data-driven ecological study of 154 cities. *Journal of Infection*, 81: e9–e11
- [110] **Url-32** < <https://www.ozontedavi.com.tr>>, erişim tarihi 05.02.2022.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad: Dilşad TEMEL

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Önlisans:** 2020-....., İstanbul Üniversitesi, Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, İş Sağlığı Ve Güvenliği
- **Lisans:** 2002, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü
- **Tezsiz Yüksek Lisans:** 2004, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Öğretmenliği
- **Yüksek Lisans:** 2019-..... İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM:

- **2002-2008:** Özel Eğitim Kurumları, Kimya Öğretmeni
- **2009-2013:** Afşin-Elbistan A Termik Santrali, Kimya Mühendisi
- **2013-.....:** TCDD Taşımacılık A.Ş, Malatya Bölge Müdürlüğü, Kimya Mühendisi
- **2015-2020:** TCDD Taşımacılık A.Ş, Malatya Bölge Müdürlüğü, C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı
- **2020-.....:** TCDD Taşımacılık A.Ş, Malatya Bölge Müdürlüğü, B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı