



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

**YÜZME HAVUZLARINDA KULLANILAN KİMYASALLARIN İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
RİSK ANALİZİNİN YAPILMASI: AMASYA ÜNİVERSİTESİ
YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİHAL ATABAY

OCAK

NİHAL ATABAY

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
ANABİLİM DALI**

OCAK 2025

**YÜZME HAVUZLARINDA KULLANILAN KİMYASALLARIN İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK
ANALİZİNİN YAPILMASI: AMASYA ÜNİVERSİTESİ
YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ**

Nihal ATABAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman

Prof. Dr. Ünal KURT

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2025

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Nihal ATABAY tarafından hazırlanan ‘Yüzme Havuzlarında Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi ve Risk Analizinin Yapılması: Amasya Üniversitesi Yüzme Havuzu Örneği’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof.Dr.Ünal KURT

Elektrik Makineleri Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Doç. Dr. Levent GÖKREM

Elektronik Anabilim Dalı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğr.Üyesi Ahmet YURTÇU

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 10/01/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarımı kabullendiğimi beyan ederim.

(İmza)

Nihal ATABAY

10/01/2025

YÜZME HAVUZLARINDA KULLANILAN KİMYASALLARIN İŞ SAĞLIĞI VE
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK ANALİZİNİN
YAPILMASI: AMASYA ÜNİVERSİTESİ
YÜZME HAVUZU ÖRNEĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Nihal ATABAY

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2025

ÖZET

Rekreasyonel amaçlarla su kullanımının dünya genelinde hızla arttığı gözlemlenmektedir. Yüzme havuzları ve çeşitli su eğlence tesisleri hem eğlence hem de sağlık açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Ancak, gelişmiş yönetim yöntemleri, su arıtma sistemleri ve kalite izleme teknolojileri bu tesislerin güvenliğini artırsa da iş sağlığı ve güvenliği risklerini tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmayacaktır. Bu durum dikkate alınarak, gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Havuz suyunun insan sağlığını tehlikeye atmaması için suyun mikrobiyolojik açıdan düzenli olarak izlenmesi ve etkili dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanması son derece önemlidir. İşletmeler, iş sağlığı ve güvenliği açısından suyun mikrobiyolojik kalitesini yüksek tutabilmek için etkin bir teknik yönetim sağlamalı ve dezenfeksiyon ile su filtreleme sistemlerini günlük olarak titizlikle denetlemelidir. Bu çalışmada, yüzme havuzlarında kullanılan kimyasallar iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmiş ve kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu süreçte, havuzlarda görev yapan personelin çalışma koşulları, ortam şartları ve kullanılan ekipmanlar göz önünde bulundurularak potansiyel tehlikeler belirlenmeye çalışılmış ve tehlikelerin minimize edilmesi için uygulanabilecek önlemler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, Amasya Üniversitesi kapalı yüzme havuzunda L tipi matris yöntemiyle gerçekleştirilecek risk analizi ile yüzme havuzlarında güvenli ortam koşullarının sağlanması hedeflenmektedir.

Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzunda gerçekleştirilen risk analizi sonucunda, 3 başlık altında toplam 80 risk tespit edilmiştir. Bu riskler arasında 1'i çok önemli, 23'ü önemli, 38'i orta düzeyde ve 18'i düşük düzeyde risk olarak sınıflandırılmıştır. Belirlenen risklere yönelik alınması gereken önlemler detaylı şekilde ortaya konulmuştur.

Literatür taraması sonucunda, konuya ilişkin benzer çalışmaların bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak, yüzme havuzlarına özel bir risk analizi çalışmasının gerçekleştirilmediği görülmüştür. Bu doğrultuda yapılan araştırmamız, elde edilen bulgularla literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

Sayfa Adedi	: 124
Anahtar Kelimeler	: Yüzme Havuzu, Risk Analizi, İş Sağlığı ve Güvenliği
Danışman	: Prof. Dr. Ünal KURT

EVALUATION OF CHEMICALS USED IN SWIMMING POOLS IN TERMS OF
OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND CONDUCTING RISK ANALYSIS:
THE CASE OF AMASYA UNIVERSITY SWIMMING POOL

(M. Sc. Thesis)

NIHAL ATABAY

AMASYA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2025

ABSTRACT

The recreational use of water has been rapidly increasing worldwide. Swimming pools and various water entertainment facilities provide significant benefits in terms of both leisure and health. However, while advanced management methods, water treatment systems, and quality monitoring technologies enhance the safety of these facilities, it is not entirely possible to eliminate occupational health and safety risks. Considering this situation, taking the necessary precautions remains crucial. To ensure that pool water does not pose a threat to human health, regular microbiological monitoring and the implementation of effective disinfection processes are of utmost importance. Businesses must ensure efficient technical management to maintain the microbiological quality of water and meticulously inspect disinfection and water filtration systems on a daily basis for occupational health and safety purposes. In this study, chemicals used in swimming pools were evaluated from an occupational health and safety perspective, and an extensive literature review was conducted. During this process, potential hazards were identified by considering the working conditions, environmental factors, and equipment used by personnel working in pools, and measures that can be implemented to minimize these hazards were discussed in detail. Furthermore, a risk analysis using the L-type matrix method is planned to ensure safe environmental conditions in the indoor swimming pool of Amasya University.

As a result of the risk analysis conducted in Amasya University's indoor swimming pool, a total of 80 risks were identified under three main categories. Among these, 1 were classified as very high risk, 23 as high risk, 38 as moderate risk, and 18 as low risk. Detailed measures to address these identified risks have been presented.

The literature review revealed that similar studies on this subject exist; however, no specific risk analysis study dedicated to swimming pools has been conducted. Therefore, this research will make a significant contribution to the literature with its findings.

Number of pages : 124

Keywords : Swimming Pool, Risk Analysis, Occupational Health and Safety.

Supervisor : Prof. Dr. Ünal KURT

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince değerli katkı ve destekleriyle beni yönlendiren, yoluma ışık olan çok değerli sayın Danışman Hocam Prof.Dr. Ünal KURT'a teşekkürü borç bilirim. Her zaman desteklerini gösteren, her koşulda yanımda olan, beni motive eden değerli aileme; sevgili eşim Sercan ATABAY' a, İlk gözağrım kızım Belinay ATABAY' a, evimizin küçüğü Elif Nisa ATABAY'a manevi güç kaynağım aileme minnettarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Aşamaları.....	4
1.2.Literatür Araştırması.....	5
2.GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Yüzme Havuzlarında Mikrobiyal Tehlikeler	9
2.2. Yüzme Havuzlarında Dezenfeksiyon	11
2.3. Klor Kullanımı ve Etki Mekanizması.....	13
2.3.1. Sodyum hipoklorit metodu.....	15
2.3.2. Kalsiyum hipoklorit metodu.....	16
2.3.3. Kullanım yerinde üretilen klor gazı metodu.....	17
2.3.4. Kullanım yerinde sodyum hipoklorit üretimi metodu.....	18
2.3.5. Klor uygulama miktarı ve klor tesisinin kapasitesi	19
2.3.6. Klorun farklı türlerinin avantaj ve sınırlamalar	19
2.4. Ozon Kullanımı ve Etki Mekanizması	20
2.5. Ultraviyole Kullanımı ve Etki Mekanizması	23
2.6. Hidrojen Peroksit Kullanımı ve Etki Mekanizması.....	26
2.7. Bakır Gümüş İyonizasyon Kullanımı ve Etki Mekanizması	28

2.8. Yüzme Havuzu pH Değerinin Ayarlanması	29
2.9. Yüzme Havuzlarında Dezenfeksiyon Yan Ürün Oluşumu	31
2.9.1. DYÜ kalıntı değerleri.....	36
2.9.2. DYÜ öncülleri	37
2.9.3. Dezenfeksiyon metodunun DYÜ oluşumuna etkisi.....	39
2.10. Kapalı Yüzme Havuzlarında Sağlık Üzerindeki Olası Riskler	42
3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ ÇALIŞMASI	48
3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Unsurları	49
3.1.1. Fiziksel riskler	50
3.1.2. Kimyasal riskler.....	51
3.1.3. Biyolojik riskler	51
3.1.4. Ergonomik riskler	51
3.1.5. Psikososyal riskler	52
3.2. Yüzme Havuzlarında Görülen Risk Faktörleri.....	52
3.3.Risk Algılama.....	53
3.4. Risk Değerlendirme Teknikleri	53
3.4.1. Risk değerlendirme mevzuatı	54
3.4.2. Risk değerlendirme ekibinin oluşturulması.....	55
3.4.3. Risk değerlendirme aşamaları	56
3.5. Risk Değerlendirme Yöntemleri	57
4. GEREÇ VE YÖNTEM.....	59
4.1. Gereç.....	59
4.2. Yöntem.....	61
4.3. L Tipi Matris Yöntemi.....	61
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	64

6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR.....	78
EKLER.....	97
EK-1: LTipi Matris Risk Analizi.....	98
EK-2: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Spor Salonları ve Yüzme Havuzları İçin Kontrol Listesi.....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	124



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelgeler	Sayfa
Çizelge 2.1. Yüzme havuzlarında kullanılan dezenfektanlar (WHO, 2006)	13
Çizelge 2.2. Klorun çeşitli formlarının faydaları ve kısıtlamaları.....19 (Oğur ve diğerleri,2004:20)	19
Çizelge 2.3. Dezenfektan çeşidinin THM bileşenlerinin yoğunluğuna olan etkisi.....41	41
Çizelge 2.4. Dezenfektan çeşidinin HAA bileşenlerinin yoğunluğuna olan etkisi.....41	41
Çizelge 2.5. THM’lerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri (Durmishi vd. 2015)....46	46
Çizelge 3.1. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği kapsamında yeralan risk değerlendirme aşamaları (İSGRDY/Mad.7-8).....56	56
Çizelge 4.1. L tipi matris şiddet değerleri (Özdemir ve Özdemir, 2021)	62
Çizelge 4.2. L tipi matris olasılık değerleri (Özdemir ve Özdemir, 2021)	62
Çizelge 4.3. Risk derecelendirme skalası (Kınalı, 2019)	63
Çizelge 4.4 Risk skoru eylem planı (Gülbay,2018)	63

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Amasya üniversitesi kapalı yüzme havuzu genel görünüm.....	59
Resim 4.2. Tribünler.....	60
Resim 4.3. Atlama kulesi.....	60
Resim 4.4. Tribün merdivenleri.....	60
Resim 4.5. Zorunlu duş.....	60
Resim 5.6. Uyarı levhaları.....	61



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, yanda açıklamaları verilmek üzere aşağıda listelenmiştir.

Simgeler

Açıklama

%

Yüzde işareti

Kısaltmalar

Açıklama

DYÜ

Dezenfeksiyon Yan Ürün

İVA

İnsan Vücut Atıkları

THM

Trihalometanlar

HAA

Haloasetikasitler

DOM

Doğal Organik Madde

CDC

Hastalık Kontrol Merkezi

İSG

İş Sağlığı ve Güvenliği

KKD

Kişisel koruyucu donanım

MAHC

Model Su Sağlığı Kanunu

NHMRC

Ulusal Sağlık ve Tıbbi Araştırma Merkezi

PWTAG

Havuz Suyu Arıtma Danışma Grubu

NACE

Ekonomik faaliyetlerin sınıflandırılması kodu

HOCI

Hipokloröz Asit

UV

Ultraviyole

H₂O₂

Hidrojen Peroksit

Cl⁻

Klorür

Ca (OCl) ₂

Kalsiyum Hipoklorit

O ₃	Ozon
FDA	ABD Gıda ve İlaç İdaresi
Ag	Gümüş
Cu	Bakır
RADS	Reaktif Hava Yolu Fonksiyon Bozukluğu Sendromu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
HAL	Halojenlenmiş Aldehitler
HAN	Haloasetonitriller
IARC	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı

1. GİRİŞ

Fiziksel hareketler arasında yüzme ilk sırada bulunmaktadır. Son yıllarda ve sağlıklı yaşama olan ilginin artmasıyla birlikte, sosyal spor aktivitelerine katılım oranında yükseliş gözlemlenmiştir. Bu durum, kapalı yüzme havuzlarını kullanan bireylerin sayısında da belirgin bir artışa yol açmıştır (Jo, Lee, So ve Jong, 2023). Yüzme, suyun kaldırma kuvveti, sıcaklığı, basıncı ve direncini kullanarak karadaki aerobik egzersizlere kıyasla daha fazla enerji harcar. Vücut ağırlığını azaltıp eklemlere daha az yük bindirdiği için, özellikle hastalar için zorlanmadan tüm vücudu çalıştıran etkili bir egzersizdir (Park, Kwon, Lee, Choi ve Cho, 2021). Ayrıca, yüzmenin yalnızca hastalıklar üzerinde değil, bağışıklık fonksiyonu üzerinde de olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir (Lee ve diğerleri, 2019). Ancak halkın ortak kullanımı nedeniyle bazı enfeksiyon hastalıkların suyla temasıyla ortaya çıkması ve yayılması kolaylaşmaktadır. Yüzme havuzu sularının mikrobiyal güvenliği, yüzme sporunun popülaritesi ile gün geçtikçe daha önemli hale gelmektedir.

Yüzme havuzu suyunun dezenfeksiyonu patojenik mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi için gereklidir (Richardson ve Plewa, 2020). Havuz suyu çalışan ve kullanıcı sağlığını tehdit etmemesi için havuz değerleri sürekli olarak takip edilmelidir. Havuzların kimyasal olarak daimî aynı değerlerde olmalı ve halk sağlığını etki edecek nitelikte olmamalıdır. Su kaynaklı hastalık salgınına neden olan organizmaların etkileşimini önlemek için havuz suyunun sürekli olarak dezenfeksiyonu yapılmalıdır. Havuz aktiviteleri sırasında insan maddeleri (örn; cilt parçacıkları, ter, idrar, dışkı, saç) ve kişisel bakım ürünleri (örn; güneş kremi, vücut losyonu, şampuanlar ve diğer kozmetikler) yüzme havuzu sularını kirletebilir (Allen ve diğerleri, 2021). Bu kirletici maddeler bakteri, virüs ve protozoa dahil patojenleri taşıyabilir ve gastroenterit ve dermatit gibi bazı hastalık ve semptomlara neden olabilir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) ve Çevre Koruma Ajansı (EPA), Amerika Birleşik Devletleri'nde su kaynaklı salgınlar ve nedenleri üzerine 30 yıllık bir izleme programı gerçekleştirmiştir. 1971 ile 2000 yılları arasında bu izleme döneminde, yüzme havuzlarıyla ilişkili olarak 11 000'den fazla hastalık vakası ve 70'ten fazla su kaynaklı salgın rapor edilmiştir (Craun, Calderon ve Craun M, 2005).

Dezenfeksiyon yüzme havuzlarında mikropların öldürülmesinde ve bulaşıcı hastalıkların yayılmasının önlenmesinde kritik rol oynar. Havuz dezenfeksiyonunda daha çok klor tercih

edilip, klor haricinde kloramin, klordioksit, ozon ve ultraviyole radyasyonu vb. dezenfektan maddeleri de uygulanmaktadır (Carter, Allard, Craue ve Joll, 2019).

Dezenfektanlar doğal ve antropojenik kökenli su bileşenleriyle reaksiyona girerek toksik dezenfeksiyon yan ürünleri (DYÜ) oluşturabilir (Peng ve diğerleri, 2020). Havuz suyunun dezenfeksiyonu için kullanılan ürünler mikroorganizmaları etkisiz hale getirirken bir yandan da insan vücut atıkları (İVA); üre bileşenleri, ter, saç kozmetikleri, deri parçaları ile etkileşime girmesi nedeniyle DYÜ meydana gelir (Tsamba, Cimetiere, Wolbert, Correc ve Cloirec, 2020). Yapılmış çalışmalar doğrultusunda ortaya 700'den fazla türü bulunan DYÜ'lerin bazılarının kanserojen ve genotoksik olduğu ortaya konmuştur ve bazı yeni tespit edilen DYÜ'lerin, mevcut düzenlemelere tabi olanlardan daha yüksek toksisiteye sahip olduğu ifade edilmektedir (Richardson ve Plewa, 2020).

Havuzlardaki DYÜ konsantrasyonu ve türü; dezenfeksiyon miktarına ve çeşidine, suyun oranına ve havuz kullananların miktarı, yaşı ve temizliği gibi birçok nedene bağlıdır. Havuzlarda içme suyuna göre devamlı dezenfeksiyon yapılması ve yüzücü girdileri nedeniyle daha yüksek oranda DYÜ bulunmaktadır. Havuz kullanıcı ve çalışanların hava, yutma ve deri yoluyla DYÜ' lere etki etmesi kaçınılmazdır. Yüzme havuzlarındaki DYÜ oranı içme suyuna göre daha yüksek olmasına rağmen literatürdeki çalışmalar sınırlıdır.

Klor dezenfektanlar arasında yüzme havuzlarında en çok kullanılan üründür (Allen ve diğerleri, 2021). Havuz suyu sıcaklığı normal değerlerin üzerinde olduğunda sıcaklığa bağlı klor çabuk buharlaşmaktadır ve klor seviyesini korumak için yüksek dozlarda klor kullanılmaktadır (Richardson, Plewa, Wagner, Schoeny ve Demarini, 2007). Yüksek dozda kullanılan klor DYÜ arttırmaktadır. DYÜ bileşenleri, doldurma suyu ile gelen doğal organik maddeler ve havuz kullanıcılar ile havuza taşınan organik kirleticiler olmak üzere iki şekilde yüzme suyuna taşınmaktadır (Kanan ve Karanfil, 2011). Klorun fazla kullanılması, yüksek sıcaklık, sabit organik yükler, su yüzeyinin havayla teması ve sürekli devir daim havuzdaki DYÜ oluşumunu etkileyebilir. Klor ile organik maddelerin teması nedeniyle DYÜ olarak, trihalometanlar (THM), haloasetikasitler (HAA), haloasitler, halodiasitler, haloaldehitler, halonitriller, iyotlu-THM, haloetolar, halonitrometanlar, bromat, halomitler, haloalkoller, nitrozaminler vb. ortaya çıkmaktadır (Peng ve diğerleri, 2023). Yüzme havuzunda en yaygın bulunan DYÜ' ler kloraminler (bağlı klor), THM'ler ve HAA'lardır (Hu ve diğerleri, 2021).

Kloraminler aynı zamanda yüzme havuzlarında bazı DYÜ'leri oluşturabilen önemli bir dezenfektan grubudur.

Yüzme havuzlarında DYÜ'lerin varlığı çok sayıda çalışmada incelenmiştir. DYÜ'lerinin sağlık örgütleri tarafından kanserojen olduğu ortaya konmuştur. 1974'lerde ilk olarak THM'lerin ve kloroformun suyla ilişkisi ve DYÜ oluşturdıkları ortaya çıkmıştır (Atalay, 2016). Yüzme havuzlarında DYÜ'lerin varlığı ve sayısı birçok faktöre bağlıdır bunlar; su arıtma yöntemi, kullanılan dezenfektanın türü ve konsantrasyonu, doğal organik madde içeriği, havuza girenlerin temas süresi, havuzu kullanan kişi sayısıdır (Ilyas ve diğerleri, 2018; Tardif ve diğerleri, 2017). DYÜ'lere maruziyet içme sularında yutma ile olmaktadır; havuzlarda nefes, cilt teması ve kaza ile yutmadır (Kanan ve Karanfil, 2011; Chowdhury ve diğerleri, 2014). Yüzme havuzlarında DYÜ'lerin vücuda alım yolu yutma kaynaklı asgari düzeyde olduğu kabul edilirse daha çok solunum ve cilt teması olarak belirtilmiştir. Maruziyet yolları farklı olduğu için içme ve havuz suyu toksisitesi doğrudan karşılaştırılmamalıdır (Chowdhury, Hooshani ve Karanfil, 2014). Ortaya çıkan DYÜ çeşidinin meydana getirdiği yan etkiler farklılık göstermektedir. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalarda sindirim yoluyla klorlama yan ürünlerine maruz kalan popülasyonlar da yüksek oranda mesane, kolon ve rektum kanseri görüldüğü bildirilmiştir (King ve diğerleri, 2000; Villanueva ve diğerleri, 2004, 2006). Aynı zamanda hayvan deneklerinde THM'lere maruz kalmanın karaciğer ve böbrekte tümör oluşumuyla ilişkili olduğunu göstermiştir (George ve diğerleri, 2002). Astım, hırıltı, öksürük ve alt solunum yolu enfeksiyonları gibi solunum sorunları, yüzme havuzunu kullanım ile ilişkilendirilmiş ve bu durum DYÜ'lerden kaynaklanmaktadır (Ferrari ve diğerleri, 2011; Rosenman ve diğerleri, 2015). Yüzme ve çocukluk çağı astımı arasındaki ilişkiye dair epidemiyolojik çalışmaların sonuçları yetersiz olsa da çocukların yüzmeyle ilişkili sağlık risklerine karşı daha savunmasızdır (Florentin, Hautemaniere ve Hartemann, 2011). Yüzme havuzlarında, DYÜ oluşumlarının ve değişkenliklerinin kapsamlı olarak anlaşılması insan sağlığının korunması açısından önemlidir. Mikrobiyolojik güvenlik ile yüzme havuzlarıyla ilgili kimyasal tehlikeler arasında doğru dengeyi bulmak uzun süredir devam eden bir zorluktur. Düzenleyici açıdan bakıldığında önlenabilir sağlık risklerinin belirlenmesi ve mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Aşamaları

Bu çalışmanın amacı, yüzme havuzlarında kullanılan dezenfeksiyon kimyasallarını iş sağlığı ve güvenliği açısından inceleyerek, bunların yol açabileceği olumsuz etkiler ile diğer faktörlerin yaratabileceği potansiyel tehlikeleri ve ilişkili riskleri tespit etmektir. Aynı zamanda L tipi matris yöntemi kullanılarak Amasya Üniversitesi kapalı yüzme havuzunda risk analizi yapılarak, yüzme havuzlarında güvenli ortam koşullarının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, risk analizi yapılarak olası risklerin kontrolü sağlanacak ve böylece meslek hastalıkları ve iş kazaları en aza indirilecektir.

Araştırmaya, yüzme havuzlarında kullanılan kimyasalların iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilip ve literatür taraması yapılmıştır. Bu süreçte, havuzlarda çalışan personelin çalışma koşulları, ortam şartları ve kullanılan ekipmanlar dikkate alınarak ortaya çıkabilecek olası tehlikeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu tehlikeleri en aza indirmek için alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

Bu çerçevede, Amasya Üniversitesi kapalı yüzme havuzunda bir risk analizi gerçekleştirilmiş ve bu analiz, çalışmanın kapsamı içerisinde sunulmuştur. Çalışmanın aşamaları şu şekilde özetlenebilir:

- Yüzme havuzlarında kullanılan kimyasal maddelerin tanımlanması ve risklerinin belirlenmesi.
- Çalışma ortamı ve kullanılan ekipmanların tehlike potansiyellerinin incelenmesi.
- Personelin maruz kalabileceği sağlık risklerinin analiz edilmesi.
- Risklerin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi.
- Amasya Üniversitesi kapalı yüzme havuzunda yapılan risk analizinin sonuçlarının değerlendirilmesi.

1.2. Literatür Araştırması

Güvendi (2024) “Gümüşhane İli Katı Atık Tesisindeki Süreçlerin Gözlem Metodu ve L Tipi Matris Risk Analizi Yöntemi Kullanılarak İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi” çalışmasında tesisteki katı atık işleme süreçleri, atık toplama, taşıma, ayrıştırma, geri dönüşüm ve bertaraf işlemlerini içermektedir. Bu süreçlerin her biri, iş sağlığı ve güvenliği açısından L tipi matris 5x5 karar matrisi risk analizi yöntemleri kullanılarak detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Zepak (2023) tarafından yapılan “Ağrı’da Kamu Kurumlarına Ait Spor Merkezleri ve Yüzme Havuzları İçin Risklerin Değerlendirilmesi” araştırmasında, Ağrı ilindeki kamuya ait 8 spor merkezi ve 2 yüzme havuzunda risk değerlendirme kontrol listesi kullanılarak mevcut durum analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, bu tesislerin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.

Velioğlu (2023) “Kapalı Spor Salonlarındaki Risk Analizi ve Değerlendirilmesi” başlıklı araştırmasında, kapalı spor salonlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından yapılan değerlendirmeler sonucunda 12 çok yüksek, 18 yüksek, 18 önemli ve 3 kesin risk olmak üzere toplam 51 risk belirlenmiştir. Belirlenen risklere yönelik önerilen kontrol önlemleri, kapalı spor salonlarında iş sağlığı ve güvenliği kriterlerine uygun bir çalışma ortamı oluşturulmasını sağlayabilir.

Doğan (2021) “Temiz Su Arıtma Tesislerinin İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi” çalışmasında içme suyu arıtma tesisleri, bir üretim süreci olarak diğer üretim süreçlerinde karşılaşılan tüm risk unsurlarını barındırabilir. Bu nedenle, arıtma sürecinde iş sağlığı ve güvenliği önlemleri titizlikle uygulanmalı, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemeye yönelik tedbirler alınmalıdır. Bu tezde, Ayvacık ilçesindeki temiz su arıtma tesisinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesi sonucunda, belirlenen riskler için uygulanması gereken önlemler detaylı olarak ortaya konulmuştur.

Özgür (2021) “Dezenfeksiyon Ünitesi Risk Analizi: İçme Suyu Arıtma Tesisi” başlıklı çalışmada, içme suyu arıtma tesisi dezenfeksiyon ünitelerinde, çalışma ortamı, dezenfektan türleri ve çalışanlardan kaynaklı riskler belirlenmiştir. Tespit edilen tüm riskler, 5x5 matris risk analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Dezenfeksiyon ünitelerinde belirlenen ana

sorunlar, çalışanların yeterli eğitim almamaları, uygun kişisel koruyucu donanım kullanmamaları ve dezenfektanlara maruz kalmaları olarak tespit edilmiştir.

Arani ve diğerlerinin (2020) “Yüzme Havuzlarında Sağlık ve Güvenlik Tehlikelerinin Tespiti ve Risk Değerlendirmesi” başlıklı uygulamalı çalışmasında, alan gözlemleri ve yüzme havuzu çevre sağlığı kontrol listesi kullanılarak sağlık riskleri belirlenmiştir. Veri analizi sonucunda 41 güvenlik riski ve 35 sağlık riski tespit edilmiştir. Bulgulara göre, sağlık risklerinin büyük bir kısmı yüzme havuzunun kendisiyle ilişkilidir. Bu bağlamda, yüzücülere yönelik sağlık eğitimi verilmesi ve sağlık kültürünün geliştirilmesi, sağlık risklerini kontrol altına almak adına kritik bir öneme sahiptir.

Has (2019) “Sakarya İli Şebeke Suyunda THM Miktarının Belirlenmesi ve Risk Analizi” bu araştırma kapsamında, Sakarya ilindeki 12 farklı bölgeden şebeke suyu örnekleri toplanmış ve bir yıl süreyle her ay trihalometan (THM) ve trihalometan miktarlarını incelemek için serbest klor ve toplam organik karbon (TOK) analizleri yapılmıştır. Trihalometan miktarları göz önünde bulundurularak, oral, dermal ve inhalasyon yoluyla kanser riski değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, oral yolla alınan THM'lerin, diğer alım yollarına kıyasla daha yüksek kanser riski oluşturduğu belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Yüzme havuzları, fiziksel aktiviteyi teşvik etmesi ve sağlık üzerinde sunduğu olumlu katkılar nedeniyle sıkça önerilmektedir (Salonen, Salthammer ve Morawska, 2020). Gün geçtikçe yüzme havuzlarına talep artmaktadır. Havuz suyu kimyasının karmaşıklığı nedeniyle, insanların sağlık risklerine maruz kalması ve potansiyel sağlık riskleri bugüne kadar bilinmemektedir. Havuz suyunun insan sağlığına zararlı olmaması için su kalitesinin mikrobiyolojik izlenmesi ve dezenfeksiyonu gerekmektedir.

Dezenfeksiyon, yüzme havuzu suyundaki patojenleri etkisiz hale getirmek ve bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasını önlemek için gerekli bir işlemdir (Akinnola, Ajayi, Ogunleye ve Enueme, 2020). Çoğu yüzme havuzunda mikrobiyolojik kontrol klor ile dezenfeksiyonu sağlanır. İçme suyu dezenfeksiyonunda olduğu gibi, bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde kullanılan klorlu dezenfektanlar, maliyet etkinliği, etkili bakteri öldürme kapasitesi ve kolay uygulama özellikleri nedeniyle yüzme havuzlarında en yaygın oksitleyici ve dezenfektan maddeler olarak tercih edilmektedir (Güneş, Chen, Wei ve Du, 2019). Klor, düşük konsantrasyonlarda bile etkili olması ve yaygın olarak bulunabilirliği nedeniyle dünya genelinde en çok tercih edilen dezenfektan olmuştur. Ancak, ozon-klor ve ultraviyole-klor gibi alternatif dezenfeksiyon yöntemleri de son yıllarda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Momeniha, Oskouie, Esrafilı, Janani ve Jafari, 2021).

Serbest klorun dezenfeksiyon özellikleri oksidan kapasitesi ile bağlantılıdır. Havuz suyunun klorlanmasıyla kloraminler, THM' ler dahil olmak üzere birden fazla DYÜ oluşumuna yol açtığı bilinmektedir (Peng ve diğerleri, 2023). Yüzme sırasında, yüzücüler kazara yutma, deri yoluyla emilim ve soluma gibi yollarla dezenfeksiyon yan ürünlerine maruz kalabilirler. Yapılan kapsamlı toksikolojik ve epidemiyolojik araştırmalar, birçok DYÜ'nün mutajenik ve kanserojen olduğunu, insan sağlığı için ciddi riskler taşıdığını ve genomik yanıtlar ile fetal gelişim üzerinde etkiler yaratabileceğini göstermiştir (Salas ve diğerleri, 2019). Yüzme havuzlarında meydana gelen dezenfeksiyon yan ürünü türü ve miktarı, kullanılan dezenfektanın türü ve miktarına, havuzun özelliklerine (özellikle su sıcaklığına) ve yüzücülerin bıraktığı organik maddelere (saç, ter, deri döküntüleri, idrar vb.) bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir (Momeniha ve diğerleri, 2021).

Klorlu yüzme havuzlarında en sık karşılaşılan dezenfeksiyon yan ürünleri THM'lerdir ve yüzücüler bu bileşiklere yüksek seviyelerde, solunum, deri yoluyla emilim ve yutma gibi yollarla maruz kalabilirler (Peng ve diğerleri, 2020). THM'ler ve HAA'lar hem içme suyunda hem de yüzme havuzlarında başlıca dezenfeksiyon yan ürünleri olarak bulunmakta ve toplam organik halojenlerin %30'undan fazlasını oluşturmaktadır (Granger ve Richardsan, 2022). Klorlama işlemi sonucunda oluşan dezenfeksiyon yan ürünleri, yalnızca su kalitesini olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda uçucu özellikleri nedeniyle kapalı yüzme havuzlarının hava kalitesini de etkiler. Bu nedenle, kapalı havuzlarda iç hava kalitesinin detaylı bir şekilde incelenmesi ve sağlıklı bir ortamın temin edilmesi büyük önem taşımaktadır (Gabriel, Felgueiras, Mourão ve Fernandes, 2019). Yüzme havuzlarında DYÜ oluşumunu önemli ölçüde etkilediği bilindiğinden, su kalitesi parametreleri olarak pH, sıcaklık ve Cl⁻ konsantrasyonu öncelikli olarak değerlendirilmiştir (Peng ve diğerleri, 2023).

Dezenfeksiyon sürecini etkileyen faktörlerin doğru bir şekilde optimize edilmesi, DYÜ oluşumunun azaltılmasında hayati bir öneme sahiptir. Yüzme havuzlarında sodyum hipoklorit ile gerçekleştirilen dezenfeksiyon sırasında, DYÜ oluşumu temas süresi, öncü madde miktarı, klor dozu, pH seviyesi, sıcaklık ve klorür iyonu (Cl⁻) konsantrasyonu gibi değişkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hua, Chen ve Zhang, 2022). Bu kimyasal bileşiklerin bazıları sağlık etkileriyle ilişkilendirilmiştir. Yüzme havuzlarında DYÜ' lere oluşumu ve türleşmesi dünya çapında bilim adamları tarafından araştırılmıştır (Carter ve diğerleri, 2019; Hang ve diğerleri, 2016; Righi ve diğerleri, 2014; Tardif ve diğerleri, 2016; Yang ve diğerleri, 2018). Yeni DYÜ' lerin tanımlanması ve analiz yöntemlerinin büyük ölçüde DYÜ' lerin özelliklerine bağlı olması nedeniyle tüm DYÜ' leri tanımlamak zordur. Üstelik bazı DYÜ' lerin tespit süreci genellikle laboratuarda yürütülmekte ve sonucu zamanında alınamamaktadır (Richardson ve Ternes, 2018).

Tsamba ve diğerleri, (2020) yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada, vücut sıvılarının yüzme havuzu suyunda ve havasında dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunu nasıl etkilediğini kinetik yaklaşımlar kullanarak analiz etmişlerdir.

Toksikolojik çalışmalar birçok DYÜ' nün kanserojen ve teratojenik olduğu ortaya çıkmıştır ve epidemiyolojik çalışmalar üreme sağlığı etkileri, astım ve mesane kanseri gibi çeşitli sağlık sorunlarının DYÜ' lere maruz kalmayla ilişkili olduğunu göstermiştir (Carter ve Jolly,

2017). Trihalometanlar (THM) ve haloasetik asitler (HAA), üreme bozuklukları, karaciğer, böbrek ve dalak hasarları, büyüme geriliği, sitotoksisite ve genotoksisite gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. (Srivastav ve Chaudhory, 2020).

Yüzme havuzlarına giden kişilerin, gitmeyenlere göre astım ve mesane kanseri gibi sağlık problemleriyle daha sık karşılaştığı bildirilmiştir (Gilca, Teodosiu, Fiore ve Musteret, 2020). Kapalı yüzme havuzlarında geçirilen zamanın, astım gibi olumsuz sağlık etkileriyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Zheng ve diğerleri, 2020, 2021). Havadaki en yaygın dezenfeksiyon yan ürünleri THM ve kloraminlerdir (Ahmadpour ve diğerleri, 2022). En uçucu kloraminlerden biri olan trikloraminin (TCA) maruziyetinin, özellikle havuz çalışanları için çeşitli sağlık riskleriyle bağlantılı olduğu ve yoğun yüzme havuzu kullanımının göz tahrişi, boğaz ağrısı ve balgam oluşumu gibi sorunlarla ilişkilendirildiği belirlenmiştir (Peng ve diğerleri, 2020).

Yüzmenin, sağlık için yararlarını bireyler için herhangi bir olumsuz sağlık riski olmadan desteklenmesini sağlamak amacıyla, bu faaliyetin güvenli ve sağlıklı ortamlarda gerçekleşmesinin sağlanması önemlidir. Halk sağlığı departmanları, ciddi bulaşıcı hastalıklara yol açabilecek mikrobiyal çoğalmayı önlemek için yüzme havuzlarında yeterli su dezenfeksiyonu uygulamalarının denetlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

2.1. Yüzme Havuzlarında Mikrobiyal Tehlikeler

Yüzme yılın tüm zamanlarında rahatlıkla kullanılabilen vücuttaki bütün kas grubunu çalıştıran sağlıklı bir egzersizdir. Çin ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde en popüler beş egzersiz arasında yer almaktadır (US CB, 2020). Bununla birlikte günümüzde yüzme havuzları büyük endişe kaynağıdır çünkü; suda varlığını sürdüren mikroplar birçok yolla vücuda alınarak sağlık açısından olumsuz olaylara neden olabilir. Nitekim sınırlı bir süre içerisinde çok sayıda kişi tarafından kullanıldığı göz önüne alındığında enfeksiyon ve cilt hastalıklarının bulaşması yüzme havuzları için uygun yerdir.

Jankowski ve diğerleri (2017) tarafından ‘Yüzme havuzları ve mantarlar: Polonya'daki kapalı yüzme tesislerinde bir epidemiyoloji araştırması’ sonucunda yüzme tesislerindeki çevresel koşullar, mantarların büyümesi için elverişli olabilir ve bu durum kullanıcılar açısından biyolojik bir risk oluşturabilir. Araştırma, maya ve maya benzeri mantarların

yüksek oranda bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, önceki çalışmalarla uyum göstermekte ve yüzme havuzlarının klinik açıdan önemli mantar türleri için hala önemli bir rezervuar olduğunu doğrulamaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 15.06.2013 tarihli 28678 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Biyolojik Faktörlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi" Hakkında Yönetmeliği'ne göre, işveren, işyerinde biyolojik risklerin azaltılabilmesi için gerekli tedbirleri almak zorundadır. Bu yönetmelik, 21 maddeden oluşmakta olup, amacı çalışanların işyerinde biyolojik risklere karşı korunmasını düzenlemek ve mesleki bulaşıcı hastalıkların türlerini ve korunma yöntemlerini açıklamaktır. Yönetmelik, biyolojik risk faktörleri hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmemizi sağlayarak çalışma hayatında bu konuyu daha derinlemesine ele almamıza olanak tanıyacaktır.

Havuz kaynaklı bulaşıcı hastalıklar arasında göz enfeksiyonları, dış otitis gibi bakteriyel enfeksiyonlar, giardiasis ve cryptosporidiosis gibi paraziter hastalıklar ve dermatofitoz ve fırsatçı mikoz gibi mantar hastalıkları yer alır (Boland, Eslamirad, Sarmadian ve Ghasemikhah, 2016). Yüzme havuzu suyundaki birçok mikroorganizma arasında giardia endişe verici başlıca sağlık patojenlerinden biri haline gelmiştir. Patojenitesi klora karşı dirençlidir. Epidemiyolojik çalışmalar, giardianın enfeksiyonuna maruz kalmanın ana yolunun su olduğunu göstermektedir (An, Zhang, Xiao, Yu ve Yang, 2012). Tipik semptomları karın ağrısı, bulantı ve kusmadır. Her yıl dünya çapında 200 milyon insan patojenik bir organizma olan giardia dan etkilenmektedir (Li, Wang, Wang R ve Zhang, 2017). Giardia konsantrasyonlarının güvenilir bir şekilde sınırlamak için daha yüksek dozda klor dezenfektanı kullanılır. Bu da klorlamanın mikrobiyal maruz kalma riskini azaltmak için giardiayı etkisiz hale getirirken, zararlı ve potansiyel olarak kanserojen olan DYÜ oluşumunu arttırır (Hang, Zhang, Gong ve Xian, 2016).

Gelişmiş ülkelerde dermatit, gastroenterit, zatürre ve menenjit gibi birçok enfeksiyon havuz suyuyla ilişkilendirilmiştir. Kirlenmiş rekreasyonel sulardan kaynaklı hastalıkların genel yıllık maliyetinin 108 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (Fotseu Kouam ve Ajeagah, 2019).

2.2. Yüzme Havuzlarında Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon, yüzme havuzlarında suyun güvenliğini sağlamak ve suyla bulaşan hastalıkların önlemek için mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek amacıyla kullanılan yöntemdir (Richardson ve Ternes, 2022). Havuzlarda su dezenfeksiyonunda amaç, insan sağlığı için zararlı bakterileri yok edip güvenli havuz suyu parametreleri oluşturmaktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 368 milyondan fazla kişi yüzme havuzu ziyareti gerçekleşirken, Birleşik Krallık'ta çocukların ve yetişkinlerin yaklaşık 1/3'ü haftalık olarak yüzme havuzlarını ziyaret etmektedir (Zwiener ve diğerleri, 2007). Bununla birlikte Amerika Birleşik Devletleri'nde 1971-2000 yılları arasında %53,8 hastalık vakası ve su kaynaklı salgınların %27,8'inin yüzme havuzlarıyla ilgili olduğu rapor edilmiştir (Craun ve diğerleri, 2005).

Yüzme havuzu hijyeni kritik öneme sahiptir. Havuza girenlerin havuzlara getirdiği kirlilik biyolojik ve kimyasal sağlık risklerini beraberinde getirir. 2009-2010 yılları arasında yapılan çalışmaya göre Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerine en az 1326 kişiyi etkileyen toplam 81 rekreasyonel su bağlantılı salgın rapor edilmiştir (Hlavsa ve diğerleri, 2014). Bu nedenle rekreasyonel aktivitenin faydalı yönlerini korumak için, bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasını önlemek amacıyla yüzme havuzu suyunun etkili bir şekilde dezenfekte edilmesi gerekmektedir.

Havuzdaki suyun kalitesini etkileyen, havuza girenlerin sağlık, güvenlik ve konforunu sağlayan ana faktörler öncelikle yüksek verimlilikle dezenfeksiyon ve filtreleme, uygun kimyasalların seçimi ile su arıtmaya yönelik modern teknolojilerdir. Dezenfektanlar çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler:

- Dezenfeksiyonun süresi
- Öncü madde konsantrasyonu
- Klor dozu
- Ph seviyesi
- Suyun sıcaklığı
- Klorür iyonu olarak sayılmaktadır (Hua ve diğerleri, 2022)

Klorlama, yüzme havuzu suyu kalitesini korumak için en yaygın kullanılan dezenfeksiyon yaklaşımıdır (Güneş ve diğerleri, 2019). Klor bakterilerin hücre duvarlarındaki lipitlerine saldırarak ve hücre içindeki enzimleri ve yapıları yok ederek bakterileri öldürür. Klorun bakteri öldürücü özelliği oldukça faydalı olmakla birlikte bazı yan etkileri de bulunmaktadır. Klor nispeten düşük maliyeti, suda bakiye bırakması ve kullanım kolaylığı nedeniyle havuzlarda en sık uygulanan dezenfektan ve oksidandır. Bununla birlikte klorun yüzme havuzlarında çeşitli organik ve inorganik bileşiklerle reaksiyonuna girerek DYÜ oluşumuna etki etmektedir (Peng ve diğerleri, 2020).

Havuz sularının içme suyuyla karşılaştırıldığında klorla reaksiyona giren maddeler bakımından havuz suyu yüksek orandadır. Çin'deki yapılan çalışmaya göre yoğun olarak kullanılan kapalı havuzlarda çözünmüş organik madde 8,2 ile 57,2 mg/L arasında olduğu kaynak suyunda ise yalnızca 2,0 ile 4,9 mg/L olduğu belirlenmiştir (Zhang ve diğerleri, 2022). Havuzlarda oluşan DYÜ'leri içme suyunda oluşan DYÜ'lere göre farklı özellikler göstermektedir. Bu özellikler insan kaynaklı organik öncüller, su sıcaklığı, dezenfektan dozlarındaki farklılıklar ve maruz kalma şekli gibi bir dizi faktöre bağlıdır (Hang ve diğerleri, 2016).

Yüzme havuzları sürekli dezenfeksiyon ve havuza girenlerin sürekli organik yükü nedeniyle yüksek düzeyde DYÜ içeren ortamlardır (Tsamba ve diğerleri, 2020). Yüzme havuzlarında en yaygın olarak tanımlanan bileşik klor kloramindir. Yüzücülerde “tahriş sendromu” olarak adlandırılan, cildin kuruması ve mukozalarının tahrişinden sorumlu olduğundan yüzenler için oldukça sıkıntılıdır. Aynı zamanda havuz suyunda hoş olmayan kokuya neden olur ve mutajenik özelliğe sahiptir (Wyczarska-kokot, 2018). Klor nedenli DYÜ oluşumunu önlemek daha sağlıklı ve etkili dezenfeksiyon için klora alternatif yollar aranmıştır. Bu nedenden dolayı, klorla dezenfeksiyondan başka, ozon (Richardson ve diğerleri, 1999), ultraviyole (UV) radyasyon (Craik, Weldon, Finch, Bolton ve Belosevic, 2001) ve elektrokimyasal olarak üretilen karışık oksidanları içeren piyasada hazır olarak çeşitli dezenfeksiyon teknolojileri (EGMO'lar) mevcuttur (Patermarakis ve Fountoukidis, 1990). Çizelgede 2.1. havuz suyu ve benzeri ortamlarda kullanılan dezenfektan ve dezenfeksiyon sistemleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yüzme havuzlarında kullanılan dezenfektanlar (WHO, 2006).

Büyük Havuzlarda Kullanılan Yöntemler	Daha Küçük ve Sıcak Su Havuzlarında Kullanılan Yöntemler	Küçük Havuzlarda Kullanılan Yöntemler
Klor - Gaz - Kalsiyum/Sodyum - Hipoklorit - Klorlu İzosiyanüratlar Bromokloradimetil Hidantoin (BCDMH) Klor Dioksit* Ozon* UV*	Brom - Sıvı Brom - Sodyum - Bromür/Hipoklorit - Lityum Hipoklorit	Brom/Hipoklorit UV UV/Ozon İyot Hidrojen Peroksit/Gümüş/Bakır Biguanid

2.3. Klor Kullanımı ve Etki Mekanizması

Ülkemizde, ilk defa 1932 yılında İstanbul'da bulunan Terkos içme ve kullanma suyu tesislerinin arıtma istasyonunda kireç kaymağı ile klorlama işlemi uygulanmaya başlanmıştır. 1940 sonrası dönemde ise klorlama Türkiye genelinde yaygın bir uygulama haline getirilmiştir.

Pek çok patojen mikroorganizmaya karşı etkili olan klor içeren dezenfektanlar, bu organizmaları ya tamamen ortadan kaldırır ya da üremelerini durdurur. Klor yüzme havuzlarında en yaygın kullanılan oksidan ve dezenfektandır (Güneş ve diğerleri, 2019). Amerika Birleşik Devletleri'nde dezenfektan ihtiyacını karşılamak için havuz sularına sürekli olarak klor uygulanır. Tipik olarak yüzme havuzları, patojenleri kontrol etmek için 1 ile 5 mg/L arasında serbest klor konsantrasyonunu korur.

Klor, biyolojik büyümeyi etkili bir şekilde engelleyerek boru hatları ve ekipmanlarda tıkanmalara ve arızalara yol açabilecek organizmaların gelişimini önler. Tüm kimyasal dezenfektanlar belirli yan ürünler oluştururken, klorun en önemli faydalarından biri, bu yan ürünlerin kapsamlı bir şekilde incelenmesidir.

Yüzme havuzlarında klorun üç farklı çeşidi vardır. Bunlar sodyum hipoklorit (NaOCl) sıvı halde, klor gazı ($\text{Cl}_2(\text{g})$) ve kalsiyum hipoklorittir ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) katı halde bulunmaktadır.

Klor formundan ayrı olarak su ile birleştğinde reaksiyona girerek, dezenfeksiyonun aktif bileşenleri olarak hipokloröz asit (HOCl) ve hipoklorit (OCI^-) üretecektir. Serbest mevcut klor hipokloröz asit ve hipoklorit karışımı olarak adlandırılır. HOCl ve OCI^- arasındaki dengeyi pH ve suyun sıcaklığı sağlamaktadır.

Klor dezenfeksiyonun mekanizması, bakteri ve virüslerin hayatta kalması ve gelişmesi için gerekli olan temel elementler olan enzimlerin kimyasal yapılarının tahrip edilmesine dayanmaktadır (Li, Wang, Wang C, Huang ve Zhou, 2022). Suyu temizleyen klor serbest klordur. Klor çeşitleri suyla birleştğinde OHCl'ye dönüşerek temizlik işlemini sağlar. Bağlı klor ise insan sağlığını tehdit eden, amonyak ile bağlantılı varlığı istenmeyen klordur. Havuzlarda dezenfeksiyonu sağlamaz. Varlığında yoğun klor kokusuna, göz ve cilt tahrişlerine neden olur. Bağlı klorun havuzlarda tayin limiti 0-0,2 mg/L dir. Klorun suda dezenfeksiyon görevini yerine getirmesi için suyun pH ve alkaline tisinin normal seviyelerde tutmak gerekir. Havuz suyunun pH aralığı 7,2 ile 7,6 arasında olmalıdır. Düşük pH suyu asidik yapar ve nötr hale gelmesi için klor otomatik dozajlamada devamlı dozlanır ve hızlı tüketim olur. Manual bir dozajlamada ise suda klor var zannederken hızla tükenir ve sıfır konumuna iner. Havuzlarda klorun aktif hale gelmesi için pH kontrolünün sağlanması gerekir. Alkalinite değerinin 80-120 ppm arasında olması gerekir klorun aktif olması için. Alkalinite ve pH değeri doğru orantılıdır.

Yüzme havuzlarının arıtılmasına yönelik uluslararası bir standart bulunmamaktadır ve düzenlemeler genellikle eyalet ve yerel yönetim organları tarafından sağlanmaktadır. Örn; ABD Hastalık Kontrol Merkezi (CDC), diğer yönetim organlarının benimsemesi teşvik edilen 'Model Su Sağlığı Kanunu' nu (MAHC) yayınlamıştır (CDC, 2016). Benzer şekilde, Avustralya Ulusal Sağlık ve Tıbbi Araştırma Merkezi (NHMRC) Avustralyalı havuz operatörlerini 'Rekreasyonel Sulardaki Riskleri Yönetme Kılavuzların' (NHMRC, 2008) benimsemeye teşvik ederken, DIN 19643 Almanya'da bir düzenlemedir (Alman Standardizasyon Enstitüsü 2012). Havuz Suyu Arıtma Danışma Grubu (PWTAG) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi diğer kuruluşlar, Birleşik Krallık da dahil olmak üzere diğer çeşitli ülkeler tarafından benimsenen kılavuzlar hazırlanmıştır.

WHO standartlarına göre, normal sıcaklık havuzlarında serbest klor konsantrasyonunun 3 mg/L, sıcak su havuzlarında ise 5 mg/L seviyelerine kadar korunması önerilmektedir (WHO, 2006). İyi bir sirkülasyona ve devir daimi sahip yüzme havuzu için WHO kılavuzları serbest

klor konsantrasyonunun 1 mg/L olduğunu söylemektedir (Erdinger ve diğerleri, 2005; Zwiener ve diğerleri, 2007; WHO, 2006). Dünya genelinde yüzme havuzlarında serbest klor seviyesi farklılık göstermektedir. Almanya’da serbest klor miktarı DIN 19643 tarafından kabul edilen değeri 0,3 ile 0,6 mg/L, spalar ve sıcak havuzlarda 0,7 ile 1 mg/L ile değişmektedir (Erdinger ve diğerleri, 2005; Uhl ve Hartman, 2005; Zwiener ve diğerleri, 2007). ABD, İngiltere ve Avustralya’da daha yüksek konsantrasyonda 1 ile 5 mg/L arasında serbest klor seviyesi belirtmişlerdir (SC DHEC, 2007; Uhl ve Hartmann, 2005). Güney Carolina Sağlık ve Çevre Kontrolü Dairesi (SC DHEC) 25 Mayıs 2007’ de yayınlanan halka açık yüzme havuzu düzenlemeleri, 1 ile 5 mg/L arasında serbest klor düzeyinin korunması gerektiğini önermektedir (SC DHEC, 2007). Ülkemizde 27866 sayılı ve 06.03.2011 tarihli “*Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik*” isimli yönetmeliğin Ek 1’inde klor ve klorlu bileşiklerin sınır değerleri verilmiştir. Kapalı yüzme havuzlarında serbest klor düzeyi 1-1,5 mg/L’dir. Açık havuzlarda ise bu değer 1 ile 3 mg/L arasında belirlenmiştir. Bununla birlikte klor harici kullanılan dezenfeksiyonlarda (ozon, UV, klordioksit ve diğer dezenfektan sistemleri) havuzlarda serbest klor düzeyi 0,3- 0,6 mg/L arasında bulunması gerekmektedir.

Dezenfeksiyon için klor uygulanması uygun miktarda olması gerekmektedir. Yüksek klor dozu yalnızca zararlı dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunu arttırmakla kalmaz aynı zamanda korozyonu artırır ve hoş olmayan kokulara neden olur, su kalitesinin bozulmasına neden olur ve bakteri edinimini kolaylaştırarak çevresel riskler oluşturur (Hu ve diğerleri, 2021; Zhang ve diğerleri, 2022). Artmış hava yolu nütrofili, hava yolu hiperaktivitesi, oksidatif stres ve epitel hasarı yaygın olarak rapor edilmektedir. Maksimum dezenfeksiyon gücü sağlamak için daha güçlü oksidan türlerinin baskınlığını en üst düzeye çıkarmaya dikkat edilmelidir.

2.3.1. Sodyum hipoklorit metodu

Hipoklorit, sudaki bakteriler, mantarlar, virüsler ve parazitlerde dahil olmak üzere patojenlerin ve mikroorganizmaların yayılmasını azaltmada etkili, yaygın olarak kullanılan bir antimikrobiyal sıvı klordur. Klor genellikle havuz suyuna hipokloröz asit (HOCl) veya tuz (NaOCl) şeklinde verilir. Sulu çözeltide, hipoklorit iyonu (OCl^-), pH’a, sıcaklığa ve konsantrasyona bağlı olarak hipokloröz asit, klorür (Cl^-) ve moleküler klor ile denge halinde bulunur. Hipokloröz asit klorlama işleminde aktif bir üründür. Hipoklorit iyonu açığa

çıkaran hipoklorit tuzları, çeşitli teknolojik alanlarda dezenfekte edici temizleyici, koku giderici ve renk giderici ajan olarak 200 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Seyreltik bir hipoklorit çözeltisinin antimikrobiyal aktivitesi, hücre zarı geçirgenliği nedeniyle büyük ölçüde HOCl'e atfedilir. Gıda endüstrisinde klor bileşikleri arasında en yaygın kullanılan sodyum hipoklorittir.

Sodyum hipoklorit ağartıcı, oksitleyici ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle konut ve konut dışı binalarda yaygın olarak kullanılan bir yüzey dezenfektanıdır. Bir dezenfektan seçerken, dezenfeksiyon işleminin basitliği ve esnekliği, cihaz bakımının kolaylığı ve ayrıca dezenfektanların kullanımı, depolanmasıyla ilgili çevresel güvenlik dahil olmak üzere birçok önemli faktörün dikkate alınması gerekir (Lin ve diğerleri, 2021).

Havuz dezenfeksiyonu için kullanılan sodyum hipoklorit'in raf ömrü ve dayanıklılığı kısıtlıdır. Kapalı havuzlarda ısı ve ışığın etkisiyle suda hemen azalmaktadır. Devamlı dozajlaması ve depolanmasına dikkat edilmelidir. Sodyum hipoklorürün son kullanma tarihi geçtikten sonra etkinliğinde bir azalma olur. Bu, beklerken %12'den %3'e kadar düşebilir. Sodyum hipoklorür, sodyum hidrokside elementer klor ilave edilerek üretilir. Genellikle %5 ila %15 arasında klor içeren solüsyonlar şeklinde bulunur. Ancak, son kullanma tarihi geçtikten sonra bileşenler arasındaki kimyasal reaksiyonlar ve bozulma süreci nedeniyle etkinliği azalır.

Sodyum hipoklorür solüsyonları, sodyum hidroksit oluşumuna neden olduğundan suyun pH dengesini bozar ve sürekli olarak yükseltir. Bu da çevresel etkilere ve kullanım alanlarına dikkat edilmesi gerektiği anlamına gelir.

2.3.2. Kalsiyum hipoklorit metodu

Kalsiyum hipoklorit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), su arıtma, diş taşlarının dezenfekte edilmesi, tohumların ve sebze-meyve ürünlerinin sterilizasyonu gibi birçok alanda yaygın şekilde kullanılan etkili bir dezenfektandır (Mishra, Abrol ve Dubey, 2018). Su arıtma ve ağartma işlemlerinde yaygın olarak kullanılır; bu nedenle genellikle "ağartıcı toz" olarak da bilinir. Bu kimyasal, hastalıklara neden olan mikroorganizmaları öldürmek için havuz suyuna granül veya tablet formunda eklenir. Havuz suyu için kullanıldığında, kalsiyum hipoklorit suyun dezenfekte edilmesini sağlar ve mikroorganizmaların büyümesini engeller. Granül veya tablet formunda

kullanılabilir ve suya kolayca eklenerek dağılır. Bu, temiz, sağlıklı ve güvenli bir yüzme ortamı sağlamak için yaygın olarak kullanılan yöntemdir.

Kalsiyum hipoklorit, klorun sıvı veya gaz haline benzer özelliklere sahip olsa da taşınması kolay ve uzun süre saklanabilir bir yapıya sahiptir. Diğer formlara göre daha ekonomik olduğu için, birçok havuz işletmecisi tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu kimyasal bileşik kendi kendine ısınma eğilimindedir ve hızla bozularak toksik klor gazı açığa çıkarabilir. Bu nedenle, potansiyel riskleri göz önünde bulundurularak, kalsiyum hipoklorit her zaman serin, kuru ve organik maddelerden uzak bir yerde saklanmalıdır. Suya eklendiğinde, klor gazı (Cl_2) açığa çıkarır. Klor gazı, havadan daha ağır olan, sarı-yeşil renkte ve tahriş edici özelliklere sahip bir gazdır.

Hipoklorit, alkali bir madde olarak dokularda sıvılaşma nekrozu yoluyla hasara neden olabilir. Yağlar ve proteinler sabunlaşarak dokularda derin tahribata yol açabilir. Semptomlar, bazen birkaç saatlik bir gecikmeyle ortaya çıkabilir. Klor gazı ise oldukça aşındırıcı ve tahrip edici özellikler gösterir. Maruziyetten sonra, 5 ile 20 saat arasında hava yolu daralması ve akciğer ödemi gibi ciddi reaktif hava yolu fonksiyon bozukluğu sendromu (RADS) gelişebilir (Jonasson, Koch ve Bucht, 2013). RADS klinik olarak öksürük, hırıltı, göğüste sıkışma ve nefes darlığı gibi astım benzeri semptomlarla tanımlanır. Semptomlar, maruziyetten sonraki 24 saat içinde başlar ve en az üç ay boyunca devam eder. Havuzdaki kimyasal yaralanmalar, 2008'den 2017'ye kadar her yıl tahmini 4535 kişi ABD acil servis ziyaretiyle sonuçlanmıştır (CDC, 2019).

Kalsiyum hipoklorit kolayca taşınır ve uzun süre depolanır; bu nedenle en yaygın olarak kırsal ve küçük toplulukların su kaynaklarında kullanılır. Türkiye'de birçok firma %56, %65 veya %90 klor içeren kalsiyum hipoklorit tozları üretmektedir. Kalsiyum hipoklorit tek başına suyla karıştırıldığında patlayıcı özellik göstermez. Kalsiyum hipokloriti tek başına suya eklemek en güvenli ve önerilen yöntemdir.

2.3.3. Kullanım yerinde üretilen klor gazı metodu

Bu tür tesislerde, sodyum klorürün elektrolizi yoluyla klor gazı üretilir ve bu gaz, suyun dezenfeksiyonunda kullanılır. Minimum düzeyde kimyasal kullanımı gerektirir, bu da süreci hem güvenli hem de çevre dostu hale getirir (Kaur, Kushwaha ve Singh, 2018). Tuz depolama ile ilgili sorunlar azaldığından, güvenlik endişeleri de düşmektedir; böylece klor

sadece gerektiğinde üretilir. Elektroliz işlemi sonucunda elde edilen bazik çözelti, gerektiğinde pH'ı nötralize etmek için kullanılabilir ya da boşaltılabilir. Bu işlem sırasında yalnızca klor gazı havuza eklenirken, elektrolizden kaynaklanan hidrojen gazı ortamdan tahliye edilir.

Klor gazı ile suyun karıştırılması sonucu elde edilen klor çözeltisi, bir enjektör vasıtasıyla havuza eklenir. Bu işlem, su içinde HCl oluşumuna yol açar ve suyun pH değerini düşürür. Havuz suyundaki asit kapasitesi yüksekse, klor çözeltisindeki HCl su ile nötralize olur. Ancak karbonat sertliği yeterli değilse, HCl'yi nötralize etmek için asidik klor çözeltisi, mermer çakılları içeren bir kaptan geçirilmelidir. (TS 11899, 2007: 13).

2.3.4. Kullanım yerinde sodyum hipoklorit üretimi metodu

Sodyum hipoklorit genellikle kimyasal ve elektrokimyasal olmak üzere iki yöntemle üretilir. Bununla birlikte, sıvı klorun depolanması ve taşınması sırasında oluşabilecek çevresel riskler nedeniyle, elektrokimyasal yöntem daha çok tercih edilmektedir (Alvarado-Ávila, Toledo-Carrillo ve Dutta, 2022). Sodyum klorür çözeltisinin elektrolizi, sodyum hipoklorit üretiminde etkili bir yöntemdir. Bu süreç, suyun dezenfeksiyonunda kritik bir rol oynar. Çözeltinin ideal konsantrasyonu genellikle 2 ila 8 g/L Cl_2 aralığında ayarlanır. Bu yöntem hem geleneksel havuzlarda hem de deniz suyu kullanılan havuzlarda uygulanabilir. Elektroliz sırasında oluşan hidrojen gazı, güvenlik açısından ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Güvenlik endişeleri nedeniyle, klor gazı üretimi genellikle yalnızca büyük ölçekli ve merkezi klor-alkali tesislerinde gerçekleştirilir. Bunun aksine, hipoklorit üreten hücreler daha kompakt, daha az riskli bir yapıya sahiptir ve çalıştırılmaları için yalnızca temel düzeyde bilgi ve güvenlik önlemleri yeterlidir (Balagopal, Malhotra, Pendleton ve Reid, 2012).

Sodyum hipoklorit çözeltisi, filtrelenmiş suya dozaj pompasıyla uygulanır. Ancak suyun sertliği yüksekse, sodyum hipoklorit çözeltisi enjektörde tıkanmalara neden olabilir, bu da periyodik bakım gerektirebilir. Havuz suyunun pH değeri zamanla yükselebilir. Bu durumda, pH değerinin düzeltilmesi için asit eklenmelidir. Bu, suyun dengesini sağlamak ve etkili bir dezenfeksiyon süreci için önemlidir (TS 11899, 2007: 13).

2.3.5. Klor uygulama miktarı ve klor tesisinin kapasitesi

Klor dozajını izlemek ve havuz suyundaki serbest klor seviyesini otomatik olarak düzenlemek için su kontrol ve ayar sistemi kullanılmalıdır. Bu, klor dozajını ihtiyaca göre filtre edilmiş suya eklemenizi sağlar, böylece fazla veya az klor kullanmaktan kaçınırsınız. Klor cihazlarının kapasitesi ve temiz sudaki maksimum klor konsantrasyonu şu şekildedir:

- Kapalı havuzlar için: 2 g Cl₂ / 1 metreküp temiz su
- Açık havuzlar için: 10 g Cl₂ / 1 metreküp temiz su

Bu değerler, klor dozajını kontrol etmek ve uygun seviyede tutmak için referans olarak kullanılabilir. Su kontrol ve ayar tesisleri, havuz suyundaki serbest klor seviyelerini sürekli olarak izleyerek ve gerektiğinde otomatik olarak klor dozajını ayarlayarak havuz suyunun hijyenik ve güvenli kalmasını sağlar (TS 11899, 2007: 13).

2.3.6. Klorun farklı türlerinin avantaj ve sınırlamalar

Çizelge 2.2. Klorun çeşitli formlarının faydaları ve kısıtlamaları (Oğur, Tekbaş ve Hasde, 2004: 20).

Kullanılan Klor Türleri	Avantajları	Sınırlamalar
Klor	• Klor formları arasında en ucuzudur. • Raf ömrü sınırsızdır; uzun bir ömrü vardır.	• Klor gazının tehlikesine karşı, kullanırken dikkatli olunmalı ve işinde uzman personel tercih edilmelidir.
Sodyum Hipoklorit	• Elementler, klor kadar tehlikeli değildir. • Personelin kısa süreli eğitimi yeterlidir.	• Raf ömrü kısıtlıdır, sınırlı bir sürede kullanılmalıdır. • Suyu karıştırdığında, inorganik yan ürünler oluşabilir. • Güçlü korozif etkisi vardır ve diğer birçok kimyasala göre daha dikkat gerektirir. • Elementel klordan daha yüksek maliyetlidir.
Kalsiyum Hipoklorit	• Daha dayanıklıdır, sodyum hipokloritten. • Kısa süreli personel eğitimi yeterlidir.	• Kullanıma hazırlanırken daha karmaşık işlemler gerektirir. • Stok solüsyonlarında oluşabilecek partiküller doz ayarlamasını zorlaştırabilir. • Diğerlerine kıyasla daha maliyetlidir.

Çizelge 2.2.(Devamı)

		• Yangın ve patlama tehlikesi mevcuttur. • Su ile etkileşime girdiğinde inorganik yan ürünler meydana gelebilir.
Yerinde Üretilenler	• Kimyasal madde miktarları depolanırken ve taşınırken azalır.	• Bakımı ve yönetimi daha karmaşıktır; kurulum maliyeti yüksektir. • Sürekli olarak tuzun miktarı ve kalitesi kontrol edilmelidir. • Suyu ek kimyasal maddeler ilave edilmesi gerekebilir. • Suda oluşan DYÜ'nün takip edilmesi zordur. • Tüm sistemin kontrolü ve işletilmesi karmaşık ve pahalıdır.

2.4. Ozon Kullanımı ve Etki Mekanizması

Yüzücüler, havuza idrar, ter, saç, tırnak ve vücut sıvıları gibi unsurların yanı sıra kişisel bakım ürünlerini (sabun kalıntıları, ciltteki organik kirleticiler ve kozmetikler) salarak suyun hijyenik kalmamasına neden olabilirler (Taghghor, Naomi ve Okeporo, 2019). Uygun dezenfeksiyon yöntemlerinin ve dezenfektanların düzenli olarak uygulanması, patojen büyümesini kontrol altında tutarak yüzücülere bulaşmayı önleyebilir.

Ozon, keskin kokulu bir gaz olup, kuru hava veya saf oksijen kullanılarak yerinde üretilir. Reaktivitesi, üç oksijen atomundan oluşan moleküler yapısından kaynaklanır. Ozon gazı, düşük sıcaklıklarda yoğunlaşarak yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir. Ancak, nemli ve yüksek sıcaklık koşullarında, ozon molekülleri parçalanarak üç atomlu oksijene dönüşür. Bu dönüşüm sonucunda her bir oksijen molekülü yüksek bir reaktivite kazanır (Zhang ve diğerleri, 2021). Ozonun oluşumu ise endotermik bir reaksiyondur. Termodinamik olarak kararsız olan ozon, bu nedenle kolayca oksijene ($3O_2 \leftrightarrow 2O_3$) dönüşür (Gardoni, Vailati ve Canziani, 2012). Ozon, organik kirleticilerle etkileşime girip nihayetinde onları oksijene ayrıştırır. Organik kirleticileri oksitleme sürecinde, doğrudan veya dolaylı olarak hidroksil radikallerinin oluşumuna neden olabilir. Hidroksil radikalleri ile ozon arasında yapılan bir karşılaştırmada, hidroksil radikallerinin daha güçlü olduğu görülür.

Sulu çözeltide ozon iki şekilde reaksiyona girer: Birincisi, elektrofilik, nükleofilik veya dipolar katılma reaksiyonları gibi düşük reaksiyon hızlarına sahip olan seçici reaksiyonları

içeren moleküler ozonla doğrudan oksidasyon; ikincisi, ozonun ayrışması yoluyla seçici olmayan ve oldukça reaktif hidroksil radikallerinin üretildiği dolaylı mekanizmadır. Hem ozon hem de hidroksil radikalleri güçlü kimyasal oksidanlar olup, kirleticilerin dezenfeksiyonunda ve oksidasyonunda kritik rol oynarlar.

Ozon, atmosferde bol miktarda bulunması nedeniyle aktif bir dezenfektan olarak kullanılır. Bu ağır gaz, beyazdan maviye kadar değişen bir renge sahiptir ve reaktif, kararsız bir yapıya sahiptir. Ozon, $-111,9^{\circ}\text{C}$ 'de mavi bir sıvı haline gelir ve bu sıvı patlayıcı özellikler gösterir. Kararsız bir bileşik olduğu için kısa süre içinde oksijen gazına ayrışır. Bu ayrışma hızı, sıcaklık ve çevredeki katalizör varlığına bağlı olarak artabilir.

Ozon arıtma, içme suyu ve atık suyun temizlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, güçlü oksidasyon özelliği sayesinde inorganik iyonların, organik kirleticilerin ve mikroorganizmaların etkili bir şekilde giderilmesini sağlar. Ozon, güçlü bir oksitleyici ajan olarak kullanılır ve su ve atıksu arıtımı, sentez ve ağartma ajanı gibi çeşitli kimyasal reaksiyonlarda rol alır. Su ve atıksu arıtımında kullanımı; dezenfeksiyon, biyolojik olarak parçalanması zor kirleticilerin oksidasyonu, tat, koku, bulanıklık ve renk giderme gibi işlemlere dayanır (Mecha, Onyango ve Ochieng, 2018). Ozon (O_3), endüstride birçok farklı uygulama alanına sahip olup, içme suyu arıtımı, atık su yönetimi, saf su üretimi, balıkçılık, tarım, kâğıt, gıda ve boya sanayi gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Özellikle kaynak sularında etkili bir dezenfektan olarak öne çıkan ozon, aynı zamanda gıdaların tazeliklerini korumak ve raf ömrünü uzatmak için tercih edilen bir maddedir. Suyu kötü tat ve koku veren faktörler arasında organik maddeler, canlı organizmaların faaliyetleri, inorganik bileşikler, sanayi atıkları, klorlama işlemleri ve yüksek mineral konsantrasyonu yer alır. Ancak, uygun koşullarda ve belirli dozlarda uygulandığında, ozonlama işlemi suyun rengini açabilir ve koku ile tat kontrolü sağlayabilir.

Ozon gazının çözünürlüğü, çeşitli faktörlerden etkilenir; bunların başında sıcaklık, pH ve iyonik güç gelir. Ozonun çözünürlüğü, sıcaklık arttıkça azalır. Ancak, çözünürlüğün azalması ozonlama etkinliğinin düşeceği anlamına gelmez, çünkü artan sıcaklık aynı zamanda reaksiyon hızını da artırır. Ozonlama süreci üzerinde pH değerinde önemli bir etkiye sahiptir. Nötr pH değerlerinde ozonun çözünürlüğü sınırlı olduğu için, bu ortamda reaksiyon hızı da azalır. Düşük pH seviyelerinde moleküler ozon daha etkin hale gelirken, yüksek pH seviyelerinde oluşan radikaller etkileşime girer. Buna rağmen, düşük pH'larda

reaksiyon hızı daha yüksek olabilir. Bu durum, ozonun farklı pH seviyelerinde farklı mekanizmalarla çalıştığını ve ortam koşullarına bağlı olarak etkinliğinin değişebileceğini gösterir.

Ozon, yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında toksik ve aşındırıcı etkilere neden olabilir ve su içerisindeki hem organik hem de inorganik bileşikler oksitler. Ozon gereksinimini doğru bir şekilde belirlemek için, sudan uzaklaştırılması gereken organik ve inorganik bileşiklerin türleri ile miktarlarının tespit edilmesi önemlidir. Ozon yüzme havuzlarındaki organik ve inorganik yabancı maddeleri (örneğin yağlar, katı yağlar ve diğer içerikler) karbondioksit ve su gibi daha basit bileşiklere dönüştürebilen yüksek oksidatif güce sahiptir. Ozon uygulaması, Giardia kistleri ve Cryptosporidium gibi çeşitli patojenlerin uzaklaştırılmasında etkili olması, klorun aksine daha düşük riskli zararlı dezenfektan yan ürünler üretmesi, su gereksinimi olmaması, yüksek filtre verimliliği ve pıhtılaşma gibi avantajları nedeniyle genellikle klorun tercih edildiği bir dezenfeksiyon yöntemidir.

Wyczarska-Kokot (2009), klor bileşikleriyle dezenfekte edilen yüzme havuzlarında mikrobiyal kontaminasyonun, klorla birlikte ozon veya klorla birlikte UV radyasyonu kombinasyonu ile dezenfekte edilenlere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirtti. Ozon, klor veya klor içeren maddelere göre su dezenfeksiyonunda daha etkili bir seçenektir. Ozonun hızı dezenfeksiyon sürecini büyük ölçüde hızlandırır; bu da gereken temas sürelerini önemli ölçüde kısaltır ve kısa sürede yüksek dezenfeksiyon verimliliği sağlanır. Ozonlama, klorlamaya kıyasla dikkat çekici bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Ozonun dezenfekte etme gücü, klordan 15-20 kat daha fazladır, bu da onu daha etkili bir seçenek haline getirmektedir (Tarhan, 2019). Ozonun avantajları şöyle sıralanabilir:

- Hem organik hem de inorganik bileşiklerle hızla reaksiyona girer.
- Elektrik deşarjı ile havadan veya saf oksijenden kolayca üretilir.
- Renk, koku ve bulanıklık gibi sorunları gidermede etkilidir.
- Su arıtımında dezenfeksiyon sağlayarak kimyasal oksijen ihtiyacını azaltır.
- Suda kalıntı bırakmadan hızla oksijene dönüşür (Mecha ve Chollom, 2020).

Ozonun başlıca sınırlamalarından biri, dirençli organik bileşikleri oksitleme yeteneğidir. Bu oksidasyon sürecinde, ozona dirençli ara bileşiklerin oluşması sonucunda yalnızca minimum düzeyde mineralizasyon sağlanabilmektedir (Mecha, Onyango, Ochieng, Fourie ve Momba, 2016). Dezenfeksiyon amacıyla ozon kullanıldığında, kalan ozonun sürdürülebilirliği zor olduğu için mikroorganizmaların yeniden üremesi önlenemez. Bu durum, özellikle arıtılmış suyun tüketim için kullanılacağı hallerde, kalıcılığı sağlamak adına klor gibi ikincil bir dezenfektanın kullanımını zorunlu kılar (Demir ve Atgüden, 2016). Diğer dezavantajlar şunlardır:

- Ozon jeneratörlerinin verimliliği düşüktür; oksijen kullanıldığında %6-12, hava kullanıldığında ise %4-6 verim elde edilir.
- Ozon kararsız bir bileşik olduğundan, depolama ve taşıma zorlukları nedeniyle yerinde üretilmesi zorunludur.
- Ozonun suya kütle transferinde sınırlamalar bulunmaktadır (Mecha ve Chollom, 2020).

Ozon kullanarak su arıtımı, Avrupa'da oldukça yaygın bir uygulamadır. Dünya genelinde, yaklaşık 1000 içme suyu arıtma tesisi bu teknolojiyle çalışmaktadır. İrlanda'da, su arıtma işlemlerinde granüler aktif karbon filtrasyonu kullanılmakta ve bu sayede mikroorganizmalar ile bakterilerin ortadan kaldırılması sağlanmaktadır.

2.5. Ultraviyole Kullanımı ve Etki Mekanizması

Su arıtma tesislerinde dezenfeksiyon işlemleri, virüslerin etkisiz hale getirilmesinde kritik bir rol oynar ve halk sağlığının korunmasında büyük önem taşır. Havuzların dezenfeksiyonu için kullanılan alternatif bir yöntem, havuz suyunun ultraviyole (UV) arıtma odasından geçirilmesidir. Bu yöntem, UV radyasyonunun patojenlerin genetik materyalini değiştirmesi ve böylece onların çoğalma yeteneğini kaybetmesine neden olması prensibine dayanır. Kimyasal reaktifler gerektirmeyen ve ikincil kirliliğe yol açmayan ultraviyole (UV) dezenfeksiyonu, geniş spektrumlu sterilizasyon sağlayan son derece etkili bir yöntemdir (Collivignarelli ve diğerleri, 2018; Ye ve diğerleri, 2018; Zhang ve diğerleri, 2016). UV lambaları, yüzme havuzlarının su kalitesini artırmak için giderek popüler hale gelmektedir.

Ultraviyole C (UVC) radyasyonu, 200-280 nm dalga boyu aralığında, mikroorganizmaları etkili bir şekilde yok eder. Ancak, UV dezenfeksiyonunun etkisi uzun süreli olmadığı gibi, suyun bulanıklığı ve renklenmesi de bu yöntemin etkinliğini azaltabilir. Bu sebeple, serbest klor dezenfeksiyonu, düşük maliyeti, kolay uygulanabilirliği ve uzun süreli etkisi sayesinde hala geniş çapta kullanılmaktadır (Collivignarelli, Abba, Benigna, Sorlini ve Torretta, 2018). Klor dezenfeksiyonu, bakteriler ve virüsler üzerinde son derece etkilidir. Ancak, *Cryptosporidium parvum* ookistleri ve *Giardia lamblia* kistlerini etkisiz hale getirmede yetersiz kalmaktadır (Shi ve diğerleri, 2021). Bu yüzden su arıtma tesisleri, en iyi su arıtma sonuçlarını elde etmek amacıyla genellikle çeşitli dezenfeksiyon yöntemlerini bir araya getiren çoklu bariyerli dezenfeksiyon süreçlerini kullanır (Kadoya ve diğerleri, 2021; Ye ve diğerleri, 2018). Sıralı UV-klor dezenfeksiyonu, bu yöntemler arasında oldukça yaygın olarak uygulanan bir tekniktir. Birincil UV dezenfeksiyonundan sonra, patojenlerin etkisiz hale getirilmesini korumak için, suyun nakledilmesi veya deşarj edilmesi sırasında gerektiğinde klor dezenfektanları eklenir. Farklı yöntemlerle bir araya getirilen UV ışınlamanın, DYÜ konsantrasyonunu azalttığı ve klora dirençli parazitlerden biri olan *Cryptosporidium*'u etkisiz hale getirdiği kanıtlanmıştır. Ayrıca, UV ışınlaması organik maddeleri mineralize ederek, havuz suyundaki DYÜ'lerin konsantrasyonunu azaltabilir (Skibinski, 2017). Yüzme havuzu suyu arıtımında UV lambalarının kullanılması, havuz suyundaki ve havadaki dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunu etkileyebilir.

Yüzme havuzu suyu arıtımının karmaşık ve çok aşamalı bir süreç olması nedeniyle, arıtma aşamaları ve reaksiyonlar arasında sinerjilerin veya olumsuz etkileşimlerin sıklıkla meydana gelmesi mümkündür. Bu nedenle, çeşitli teknolojik seçeneklerin değerlendirilmesi derinlemesine ve bilimsel bir yaklaşım gerektirir. Ultraviyole (UV) ışınlama, fiziksel bir dezenfeksiyon yöntemi olarak geniş bir bakteri yelpazesini etkisiz hale getirme kapasitesine sahiptir ve aynı zamanda dezenfeksiyon sırasında yan ürünler oluşturmadığı için önemli bir ilgi görmektedir (Cheng, 2020). UV ışınlarının dalga boyu aralığı 100-400 nm'dir ve elektromanyetik spektrumda X ışınları ile görünür ışık arasında yer alır.

UV dezenfeksiyonunun temel mekanizması, mikrobiyal genetik materyali (DNA veya RNA) hedef alarak replikasyonu engelleyen pirimidin dimerleri oluşturan ve mikroorganizmaların üremesini durduran ışınlama sürecidir (Li x ve Li j, 2021). UV dezenfeksiyonu, atık suların dezenfeksiyonunda geniş bir kullanım alanına sahiptir çünkü ekonomik olması, çevreye zarar vermemesi ve ikincil kirlilik oluşturmaması gibi avantajlar

sunar (Yang, Gou ve Yan, 2019). Çin'deki atık su arıtma tesislerinin tasarlanan arıtma kapasitesinin %50'sinden fazlasında UV dezenfeksiyonu kullanılmaktadır, bu da yöntemin yaygınlığını ve kabul gördüğünü göstermektedir (Hu, 2021). UV ışınları tarafından işlenen su, biyolojik olarak parçalanabilen ve hidrofilik bileşiklerin miktarını artırabilir. UV cihazının kullanım avantajları:

- Çevre dostu bir yaklaşım sunar ve kimyasal kullanımı gerektirmediği için doğaya zarar vermez.
- Su içine kimyasal eklenmediği için suyun temel kimyasal özelliklerini değiştirmez.
- UV dezenfeksiyonu, suyun içinde kanserojen dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna sebep olmaz. Ayrıca, yeterli UV dozu ($> 400 \text{ J/m}^2$) sağlandığında, tüm mikroorganizmaları etkili bir şekilde yok eder.
- UV dezenfeksiyon yöntemi, suyun sıcaklığı ya da pH seviyesinden etkilenmeden çalışır.
- Dezenfeksiyon genellikle 5 saniyeden kısa bir sürede tamamlandığından, işlem oldukça hızlıdır. Bu yüzden, kimyasal dezenfeksiyonun gerektirdiği uzun temas süreleri için büyük temas tanklarına gerek kalmaz.
- Bu yöntem, tehlikeli kimyasallarla çalışma gerektirmediği için işletme sahiplerine zarar verme riski taşımamaktadır. Ancak, UV ışığının doğrudan göz ve cilde zarar verebileceğini göz önünde bulundurmak önemlidir. Bu nedenle, UV dezenfeksiyon cihazının bakımı yapılırken UV lambalarının mutlaka kapalı olması gerekmektedir.
- Bu yöntemin işletme maliyeti, genellikle diğer teknolojilere göre daha ekonomiktir. Bunun yanı sıra, işletim, izleme ve bakım süreçleri oldukça basittir.
- UV dezenfeksiyonu, kimyasal dezenfeksiyon yöntemlerine kıyasla satın alma, nakliye, depolama ve kalite kontrol gibi ek işletme maliyetlerini ortadan kaldırır. (Aydın, 2009: 1002-1003).

UV ışını sadece ulaştığı yerde etkili olup, havuz suyunun derinliklerinde tek başına etkili değildir. UV, su hazırlama sürecinde yardımcı bir rol üstlenebilir, ancak bu işlemi tek başına

gerçekleştiremez. Ayrıca, TS 11899 standardında UV için özel bir yer ayrılmamıştır. (UHE Teknik Komisyonu, 2009: 48).

2.6. Hidrojen Peroksit Kullanımı ve Etki Mekanizması

Havuz suyu dezenfeksiyonunda klor ve klor bazlı ürünler, üstün verimlilikleri ve ekonomik olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, klor ve klor bazlı ürünler uygulandıktan sonra çevreye trihalometanlar gibi çeşitli zararlı kirleticiler salmaktadır (Peng ve diğerleri, 2020). Bu kirleticiler solunduğunda ciddi akciğer hasarlarına yol açabilir ve alerjik cilt reaksiyonlarına neden olabilir. Klor bazlı dezenfektanların keskin kokusu, rengi ve kimyasal etkileri, birçok kullanıcı için rahatsız edici olabilmektedir. Bu nedenle, daha güvenli ve çevre dostu alternatif dezenfektanlar aktif olarak araştırılmaktadır. Bu alternatifler, havuz suyu dezenfeksiyonunda klorun olumsuz yan etkilerini minimize etmeyi hedeflemektedir. Havuz suyu dezenfektanları arasında, yan ürün oluşturmeyen seçeneklere yönelik ilgi giderek artmaktadır. Bu bağlamda, hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi alternatif kimyasallar öne çıkmaktadır (Nabizadeh, Samadi, Sadeghpour ve Beikzadeh, 2008). Hidrojen peroksit, dezenfeksiyon sırasında zararlı yan ürünler üretmez ve bu nedenle daha güvenli bir alternatiftir. Klor bazlı dezenfektanların aksine, hidrojen peroksit çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerde bulunmaz.

Hidrojen peroksit (H_2O_2), güçlü bir dezenfektan olarak serbest oksijen radikalleri üretir. Bununla birlikte, ısı ve katalaz ile peroksidaz enzimleri tarafından kolayca parçalanarak, zararsız bileşikler olan su ve oksijene dönüşür. Bu özellik, hidrojen peroksitin çevreye zarar vermeden etkili bir dezenfeksiyon sağlamasını mümkün kılar. Alternatif olarak, H_2O_2 stabil bir madde değildir ve bu nedenle koloidal gümüş (Ag) kullanılarak stabilize edilir. Koloidal gümüş, hidrojen peroksitin bozulmasını yavaşlatarak, dezenfektanın etkinliğini korumasına yardımcı olur.

Hidrojen peroksit, mikroorganizmaların enzimatik sistemlerini oksitleyerek serbest oksijen atomlarını açığa çıkaran güçlü bir oksitleyici ajandır. Suda, %3'lük hidrojen peroksit çözeltisi bakterisidal etki gösterirken, %6'lık çözeltisi 6 saat içinde sterilizasyon sağlar. Bu özellikleri nedeniyle, hidrojen peroksit etkili bir dezenfektan ve sterilant olarak kullanılır. Sodyum hipokloritten daha güçlü olan hidrojen peroksit, klor bazlı dezenfektanlara göre yüksek sıcaklık ve pH'da daha stabil bir yapıya sahiptir. Ayrıca insanlar ve çevre için toksik

değildir, tatsızdır ve mutajenik veya kanserojen değildir. Hidrojen peroksit, biyotik bozunma (mikrobiyal katalaz ve peroksidaz enzimleri) ve abiyotik bozunma (geçiş metalleri, ağır metaller, organik ve inorganik maddelerle oksidasyon veya indirgeme reaksiyonları) nedeniyle farklı çevresel koşullarda hızla parçalanır. Bu nedenle, hidrojen peroksit, dezenfeksiyon prosedürlerinde geçerli bir alternatif olarak kabul edilebilir (Casini ve diğerleri, 2017).

Hidrojen peroksit, ekonomik ve operasyonel açıdan bir dizi avantaj sunar. Geleneksel su dezenfeksiyon sistemlerine kıyasla işletme maliyetleri, yatırım maliyetleri ve ekipman harcamaları daha düşüktür. Hidrojen peroksit çözeltisi kolayca temin edilebilir ve uzun süre saklanabilir; yılda maksimum %3'lük bir konsantrasyon kaybı yaşanır. Bu özellikler, hidrojen peroksitin su dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılmasını sağlayan önemli faktörlerdir. Hidrojen peroksitin düşük korozyon etkisi, boru hattı korozyonunu minimize eder ve klor bazlı dezenfeksiyon sistemlerinde sıkça karşılaşılan bir sorunu ortadan kaldırır. Bu özellik, tesisat sistemlerinin uzun ömürlü olmasını sağlar ve bakım maliyetlerini azaltır (Casini ve diğerleri, 2017).

Hidrojen peroksit, güçlü oksidasyon kapasitesi nedeniyle endüstride çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. "Yeşil oksidan" olarak adlandırılan bu madde, kâğıt ve kumaş beyazlatma, tekstil atık sularının temizlenmesi, diş beyazlatma, deterjan üretimi ve saç boyama gibi birçok sektörde de kendine yer bulmaktadır (Campos-Martin, Blanco-Brieva ve Fierro, 2006). Dünya genelinde üretilen hidrojen peroksitin yaklaşık %60'ı kâğıt hamuru ve kâğıtların beyazlatılması sürecinde kullanılır. Bunun yanı sıra, hidrojen peroksit, sodyum perkarbonat ve sodyum perborat gibi bileşiklerin üretiminde de önemli bir rol oynar; bu bileşikler ise çamaşır deterjanlarında hafif ağartıcı özellikleriyle bilinir.

Hidrojen peroksit, oksijen ve suya parçalanarak çevreye zarar vermeyen bir profil sunar. Klor bazlı ağartıcılara çevre dostu bir alternatif olarak öne çıkan hidrojen peroksit, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından antimikrobiyal madde olarak güvenli kabul edilmektedir.

2.7. Bakır Gümüş İyonizasyon Kullanımı ve Etki Mekanizması

Gümüşün (Ag) antimikrobiyal aktivitesi eski çağlardan beri bilinmektedir. Antik Yunan ve Roma dönemlerinde, gümüş kaplar ve sikkeler su ve diğer sıvıların saklanması için kullanılarak mikrobiyal kontaminasyonu önlemekteydi. Geçtiğimiz birkaç on yılda, gümüşün bu özelliği modern uygulamalarda da geniş çapta kullanılmaya başlanmıştır. Gümüş, su arıtma sistemlerinde, besin takviyelerinde, tıbbi uygulamalarda ve antimikrobiyal kaplamalar ve ürünler oluşturmak için tercih edilen bir materyal olmuştur (Mijnendonckx, Leys, Mahillon, Silver ve Van Houdt, 2013). Bakırın (Cu) antimikrobiyal özellikleri tarih boyunca tanınmıştır. Antik Mısırlılar ve Romalılar, bakırı yaraları tedavi etmek ve içme suyunun kalitesini korumak amacıyla kullanmışlardır. Mısırlılar, bakır aletler ve kaplarla suyun mikrobiyal kontaminasyonunu önlemeye çalışmış ve yaraların dezenfeksiyonunda bakır bileşenlerine başvurmuşlardır. Romalılar ise su taşıma ve depolama sistemlerinde bakır borular kullanarak suyun temiz kalmasını sağlamışlardır.

Gümüş iyonlarının bakteri hücre zarlarıyla etkileşimi, mikrobiyal inaktivasyonun temel mekanizmalarından birini oluşturur (Kedziora ve diğerleri, 2018). Bakırın antimikrobiyal özellikleri, mikroorganizmaların hücre yapılarını bozma ve biyokimyasal süreçlerini engelleme yoluyla çalışır. Bakır iyonları, hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak hücresel işlevlerin bozulmasına neden olur ve mikroorganizmaların hayatta kalmasını zorlaştırır. Ayrıca, bakır, hücre içi proteinlerin ve DNA'nın yapısını bozarak mikroorganizmaların çoğalmalarını engeller. Sonuç olarak, bakırın antimikrobiyal özellikleri, bakteriler, virüsler ve mantarlar gibi çeşitli mikroorganizmalara karşı etkili olup, modern tıp ve hijyen uygulamalarında yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır.

Bakırın bakterisidal, virüsidal ve alg öldürücü nitelikleri kapsamlı bir şekilde belgelenmiştir. Bu sebeple, 2008 yılında Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), bakırı ilk metalik antimikrobiyal madde olarak onaylamıştır (Vincent, Hartemann ve Engels-Deutsch, 2016). Gümüşün klor gibi kalıcı bir kalıntı etkisi ürettiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, yapılan çalışmalar gümüşü farklı bir dezenfektanla birleştirmenin etkinliğini artırdığını göstermektedir. Bu birleşim kalıcı bir etki sağlar ve toksik etkileri ortadan kaldırır çünkü zararlı yan ürünler oluşmaz. Bununla birlikte, bu metaller boruların korozyonuna neden olabilir.

Elektronik gümüş-bakır iyonizasyonu, suyun bakteriler, virüsler ve mikroorganizmalar gibi patojenlerden arındırılmasında etkili bir teknoloji olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, insan sağlığına ve çevreye zarar veren diğer pahalı yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. Sistem, ABD’de geliştirilmiş olup, 1960’lı yıllarda NASA’nın uzay programı için suyun dezenfekte edilip yeniden kullanılması amacıyla tasarlanmıştır. Patlayıcı veya yanıcı özellik taşınamaması, uzun stoklama süresi, depolama hacmi sorunu yaşatmaması ve kimyasal yöntemlere göre daha etkili olması, bu teknolojinin tercih edilmesinde önemli etkenlerdir.

2.8. Yüzme Havuzu pH Değerinin Ayarlanması

Havuzlarda pH değeri, suyun asidik, nötr veya alkali özelliklerini belirleyen ölçülebilir bir büyüklüktür. Havuz suyunun hazırlanmasında, koagülasyon, filtrasyon ve klorlama gibi işlemler sırasında pH değeri büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca pH değeri yüzücüler ve havuz malzemeleri üzerinde de büyük etkiye sahiptir. Su hazırlığının başarısı, pH değerinin sürekli olarak belirli ve uygun bir aralıkta sabitlenmesi ile doğrudan bağlantılıdır.

Havuz suyunun pH’ını etkili bir şekilde kontrol etmek, suyun asit kapasitesiyle de yakından bağlantılıdır. Havuz suyu hazırlığında, pH değeri, dezenfektan maddelerin etkinliği, çöktürücü maddelerin kullanımı, elektriksel ölçümlerin doğruluğu ve suyun cilt ile gözlere uygunluğu açısından kritik bir rol oynar. İnsan cildinin pH değeri 5,5’tir ve havuz suyu için belirlenen pH aralığı, cilt sağlığı açısından en uygun ortamı sağlamak amacıyla seçilmiştir (UHE Teknik Komisyonu, 2009: 34). Yüzücüler üzerindeki pH değerinin etkisi:

- Uygun pH aralığında (genellikle 6,8-7,2), havuz suyu cilt ve gözler için idealdir.
- Düşük pH değerleri cilt tahrişine ve gözlerde yanmaya neden olabilirken, yüksek pH değerleri de benzer rahatsızlıklara yol açabilir.
- Ayrıca, doğru pH dengesi sağlanmadığında, suyun dezenfekte edici etkisi azalır, bu da bakteriyel enfeksiyon riskini artırabilir.

Havuz malzemeleri üzerindeki etkisi:

- Düşük pH (asidik su), havuz yüzeylerinde ve ekipmanlarında korozyona neden olabilir. Bu, havuz kaplamalarının, boruların ve filtrasyon sistemlerinin zarar görmesine yol açar.
- Yüksek pH (alkali su), kalsiyum birikintilerine ve tortu oluşumuna neden olabilir, bu da filtrelerin ve diğer ekipmanların performansını olumsuz etkiler (Ölmez ve Saraç, 2009).

Havuzlarda pH değerini dar ve doğru bir aralıkta tutmak, hem yüzücüler için güvenli bir yüzme ortamı sağlamak hem de havuz ekipmanlarının ömrünü uzatmak açısından kritiktir. Bunu başarmak için suyun asit kapasitesini (alkalinite) yönetmek önemlidir. Havuz suyu kalitesi için pH değeri kritik bir parametredir ve genellikle 6,5 ile 7,8 arasında tutulmalıdır. Flok maddeleri kullanıldığında, pH değeri etkili flokülasyon sağlamak için bu aralığın dışına çıkmamalıdır. Ayrıca, flokülasyon işlemi mükemmel değildir ve dezenfeksiyon maddelerinin etkinliğini önemli ölçüde azaltabilir (UHE Teknik Komisyonu, 2009:34). Asit kapasitesinin düzenlenmesi ve pH değerinin ayarlanması havuz suyu gibi çeşitli su ortamlarının kimyasal dengesini sağlamak için hayati öneme sahiptir. Aşağıda pH değerinin ayarlanmasında yaygın olarak kullanılan maddeler listelenmiştir:

- **Sodyum Hidroksit (Kostik Soda):** Sodyum hidroksit, güçlü bir bazdır ve suyun pH değerini artırmak için kullanılır. Özellikle düşük pH değerlerini nötralize etmek ve suyu daha alkali hale getirmek için etkilidir.
- **Sodyum Karbonat (Soda):** Sodyum karbonat, pH'ı yükseltmek için yaygın olarak kullanılan bir başka kimyasaldır. Alkali bir madde olan sodyum karbonat, suyun pH dengesini korumada yardımcı olur.
- **Sodyum Bikarbonat:** Sodyum bikarbonat, pH değerini hafifçe yükseltmek ve aynı zamanda suyun alkalinitesini artırmak için kullanılır.
- **Sodyum Bisülfat:** Sodyum bisülfat, suyun pH değerini düşürmek için kullanılan asidik bir bileşiktir. Kostik soda veya sodyum karbonat gibi bazik maddelerin aksine, yüksek pH değerlerini düşürmek için etkilidir.

- **Tuz Ruhı (Hidroklorik Asit):** Hidroklorik asit, güçlü bir asittir ve pH değerini hızlı bir şekilde düşürmek için kullanılır.
- **Sülfürik Asit:** Sülfürik asit, suyun pH değerini düşürmek için kullanılan bir diğer güçlü asittir. Güçlü asidik yapısı sayesinde, pH kontrolü ve alkalinite düzenlenmesinde sıkça tercih edilir.
- **Karbon Dioksit:** Karbon dioksit, suya çözüldüğünde karbonik asit oluşturur ve bu da pH değerini düşürür. Karbon dioksit kullanımı, pH değerini daha hassas bir şekilde düşürmek ve alkalitenin kontrolünü sağlamak için uygundur (TS 11899, 2007: 6).

Havuz suyu hazırlığında pH değeri, dezenfeksiyon, çökeltme, elektriksel ölçümler ve kullanıcıların cilt ve göz sağlığı açısından kritik bir faktördür. Havuz için öngörülen pH aralığı, hem kimyasal süreçlerin etkinliğini maksimize eder hem de yüzücüler için en ideal ve güvenli koşulları sağlar. Bu nedenle, pH değeri düzenli olarak izlenmeli ve doğru aralıkta tutulmalıdır.

2.9. Yüzme Havuzlarında Dezenfeksiyon Yan Ürün Oluşumu

Dezenfeksiyon, patojenlerin ortadan kaldırılması ve bulaşıcı hastalıkların yayılmasının engellenmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bununla birlikte, organik ve inorganik maddeler dezenfektanlarla etkileşime girerek toksik DYÜ oluşumuna sebep olabilir (Li ve Mitch, 2018; Richardson ve Ternes, 2022). Bu yan ürünler hem insan sağlığı hem de çevre için tehlikeli olabilir. Dezenfeksiyon sırasında kullanılan kimyasalların ve ortaya çıkan yan ürünlerin kontrolü, güvenli ve etkili bir dezenfeksiyon süreci sağlamak adına büyük önem taşır. Bu nedenle, dezenfektanların seçimi ve uygulanması sürecinde dikkatli olunması gerekmektedir.

Trihalometanlar (THM), haloasetik asitler (HAA), halojenlenmiş aldehitler (HAL) ve haloasetonitriller (HAN), yüzme havuzu suyundaki başlıca dezenfeksiyon yan ürünleridir (Peng ve diğerleri, 2023; Yang ve diğerleri, 2018). Bu bileşikler, dezenfeksiyon işlemi sırasında klor veya diğer dezenfektanlar ile organik maddelerin reaksiyonu sonucu oluşur. İlk tanımlanan DYÜ, klorlama işlemi uygulanan sularda belirlenen kloroformdur (Sun,

Chen, Wei ve Du, 2019). Doldurma suyuyla taşınan en önemli öncüller doğal organik madde ve bromürdür (Şengül, 2009). Tardif ve diğerleri (2016), Kanada'daki 41 halka açık kapalı yüzme havuzunda HAA'ların $294,8 \pm 157,6$ µg/L en yaygın dezenfeksiyon yan ürünleri olduğunu, ardından THM'lerin $64,7 \pm 26,7$ µg/L ve HAN'ların $21,4 \pm 17,6$ µg/L geldiğini tespit etmiştir. Çin'deki 41 yüzme havuzunda Peng ve diğerleri (2020), THM, HAA ve HAN'ların ortalama konsantrasyonlarını sırasıyla $25,7 \pm 33,1$, $282,2 \pm 394,3$ ve $12,3 \pm 15,5$ µg/L olarak raporlamıştır. Ayrıca, Carter ve diğerleri (2019), Avustralya'daki 15 havuzda THM'lerin 7,7–96 µg/L, HAA'ların 125–861 µg/L, trikloroasetaldehitin TCAL, 202–1313 µg/L ve dikloroasetonitrilin DCAN, 4,1–39 µg/L konsantrasyon aralıklarını belirtmişlerdir.

Yüzme havuzu suyunda dezenfeksiyon yan ürünü konsantrasyonları, içme suyuna kıyasla belirgin şekilde daha yüksektir (Carter ve diğerleri, 2019). Bu yüksek DYÜ seviyeleri, havuz suyunda sitotoksikite ve genotoksitenin artmasına yol açar. Günümüzde yapılan çalışmalar, endüstriyel süreçlerden kaynaklanan TCM gibi klorlu bileşiklerin kentsel alanlardaki yeraltı suyu kirliliğinin başlıca nedeni olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu tür kirlilik kaynaklarının izlenmesi ve tespit edilmesi büyük önem taşır (Colombo, Alberti, Azzellino ve Bellotti, 2020).

Yüzme havuzu sularında dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumu, genellikle dezenfektanların doğal organik maddeler (DOM), idrar, ter, vücut hücreleri (saç, deri parçaları) ve yüzücülerin kullandığı kozmetikler gibi kirletici maddelerle etkileşiminden kaynaklanır (Tsamba ve diğerleri, 2020). Bu durum, yüzme havuzlarında kullanılan yüksek klor dozlarından ve aynı zamanda yüzücülerin katkılarından kaynaklanmaktadır, bu da su içindeki öncül maddelerin daha yüksek konsantrasyonlara sahip olmasına yol açar. Havuzlardaki inorganik kloraminlerin başlıca öncülleri olan üre ve amonyak idrar ve ter aracılığıyla havuza salınır. Ayrıca, amino asitlerin yüksek miktarda nitrojenleşmiş DYÜ'ler sağladığı da gözlemlenmiştir (Szabó, Simon ve Fábíán, 2019). Ancak, insan kaynaklı girdilerin karmaşıklığı ve çeşitliliği, her bir havuzdaki öncüllerin tanımlanmasını ve miktarlarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Yüzme havuzlarında DYÜ konsantrasyonu, bir dizi faktöre bağlıdır. Bu faktörler arasında kullanılan dezenfektanın türü ve miktarı, doldurulan suyun kalitesi, havuzu kullanan yüzücülerin sayısı, yaşları, cinsiyetleri ve kişisel hijyen alışkanlıkları yer alır (Harman ve diğerleri, 2017). Bu faktörlerin karmaşıklığı, havuz suyundaki DYÜ seviyelerini etkileyebilir ve bu nedenle dezenfeksiyon yöntemlerinin ve havuz hijyeninin dikkatlice yönetilmesi önemlidir.

DYÜ'lerin kontrolü için etkili bir önlem, uygun dezenfektanların seçilmesi ve dezenfeksiyon tekniklerinin optimize edilmesidir. Ancak dezenfektan seçerken, dezenfeksiyon sürecinin basitliği ve esnekliği, cihaz bakımının kolaylığı gibi faktörlerin yanı sıra dezenfektanların kullanımı, depolanması ve taşınmasıyla ilgili mesleki ve çevresel güvenlik de dikkate alınmalıdır (Lin ve diğerleri, 2021). Bu önlemler, DYÜ'lerin kontrol altına alınması için önemli adımlar oluşturur ve sağlık ve çevresel risklerin azaltılmasına yardımcı olur.

Yüzme havuzlarındaki suyun içindeki organik maddelerin ana kaynakları, doldurma suyundan gelen doğal organik maddeler ile yüzücüler tarafından bırakılan organik maddelerdir (Liu, Chen ve Wang, 2019). Yüzücü sayısının artması ve vücut salgılarının havuza karışmaya devam etmesiyle birlikte, yüzücülerden gelen vücut salgıları organik maddeye en büyük katkıyı sağlar.

Şebeke suyundan kaynaklanan DOM, DYÜ oluşumunun ana öncülü olarak kabul edilse de yüzme havuzları için bu durum geçerli değildir. Yüzme havuzlarında, DYÜ oluşumuna DOM 'un katkısı, yüzücülerden gelen organik maddelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük ve ihmal edilebilir seviyededir (Bekaroğlu, Yiğit, Ateş ve Köseoğlu, 2018). Judd ve Black'in (2000) çalışmasında, üre ve ter konsantrasyonlarının sırasıyla 50 mL/L ve 200 mL/L olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Bu değerlere göre, 1000 m³ su kapasitesine sahip bir olimpik havuzda yaklaşık 50 litre idrar ve 200 litre ter bulunabileceği ifade edilmiştir. Bu değerlerde azımsanmayacak düzeydedir.

Ozonlama işlemi sırasında bromat, klordioksit ile dezenfeksiyon sonucunda ise klorit ve klorat oluşan yan ürünlerdir. Ayrıca, UV ışığının nitratla reaksiyonu sonucu nitrit oluşabileceği bildirilmiştir (Pichel, Vivar ve Fuentes, 2019). DYÜ'lerin oluşum mekanizması genellikle üç temel yol izler: yer değiştirme reaksiyonları, redoks reaksiyonları (indirgeme-yükseltgeme) ve hidroliz (Sun ve diğerleri, 2019).

DYÜ oluşumunu belirleyen önemli unsurlar arasında, ham su kaynağının özellikleri ve uygulanan dezenfektanın özellikleri bulunmaktadır (Padhi, Subramanian ve Satpathy, 2019). Bunun yanı sıra, pH, sıcaklık, temas süresi, dağıtım sistemi suda bulunan DOM ve halojenli bileşiklerin spektrumu gibi çeşitli faktörler de DYÜ oluşumunu etkileyebilir (Chaukura ve diğerleri, 2020; Cortes ve Marcos, 2018).

Yaygın olarak tespit edilen ve düzenlenen DYÜ arasında THM baskın türlerdir. Triklorometan (TCM), taze klorlu yüzme havuzlarında, dibromoklorometan, bromodiklorometan ve tribromometanın önünde oluşan ana THM bileşiğidir (Chowdhury ve diğerleri, 2014). Buna karşılık, bromlu THM'ler tuzlu su havuzlarında veya bromla dezenfekte edilmiş havuzlarda daha önemlidir. THM'ler ve haloasetik asitler (HAA), yüzme havuzlarında ve içme suyunda yaygın olarak rapor edilen dezenfeksiyon yan ürünleridir. Ancak, yapılan araştırmalar, THM'ler ve HAA'ların sitotoksitenin ana itici güçleri olmadığını göstermektedir. Buna karşılık, düzenlemeye tabi olmayan yeni ortaya çıkan DBP'lerin, THM'ler ve HAA'lardan daha fazla sitotoksik ve genotoksik özelliklere sahip olduğu ve yüzme havuzları ile içme suyunda önemli toksisite faktörleri oldukları kanıtlanmıştır (Granger ve Richardsan, 2022).

Richardson ve Plewa (2020) tarafından tanımlanan 700'den fazla DYÜ, THM'ler ve HAA'lardan daha sitotoksik, genotoksik veya kanserojen özelliklere sahiptir. Bu durum, yüzme havuzlarında analiz edilen DYÜ sınıflarının genişletilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Son yıllarda, bromlu ve iyotlu DYÜ'ler, yüksek toksisite nedeniyle klorlu DYÜ'lere göre daha fazla dikkat çekmiştir (Richardson ve diğerleri, 2007; Yang ve diğerleri, 2014; Wagner ve diğerleri, 2017). Ayrıca, nitrojenli DYÜ'ler, karbonlu DYÜ'lere kıyasla genellikle daha toksik bulunmaktadır. Bu bulgular, yüzme havuzlarında daha kapsamlı bir DYÜ analizine olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Yüzme havuzu ortamında DYÜ alımı üç ana mekanizma ile gerçekleşir: yutma, emilim ve soluma. Yüzme sırasında sıklıkla kazara su yutulması ve DYÜ'lerin deri yoluyla emilmesi mümkündür. Bununla birlikte, Sinclair ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmaya göre, yüzme havuzu suyunun yutulmasıyla ilgili önceki tahminlerin %15'e kadar eksik yapılmış olabileceğini göstermiştir. Bu bulgular, yüzme havuzlarındaki DYÜ maruziyetinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. DYÜ cilt geçirgenliği üzerine araştırmalar yapılmıştır. Xu ve diğerleri (2002), THM'ler, haloketonlar ve HAA üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, THM'ler en yüksek cilt geçirgenliğine sahiptir ve bromlu THM'ler klorlu THM'lerden daha geçirgendir. Haloketonların insan derisine THM'lere kıyasla daha az geçirgen olduğu, ancak HAA'lar gibi neredeyse hiç geçirgenlik göstermeyen bileşiklerden daha geçirgen olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, farklı DYÜ türlerinin cilt yoluyla maruziyetine dair önemli bilgiler sağlamaktadır.

Solunum, uçucu DYÜ için özellikle kritik bir maruz kalma yoludur ve yüzme havuzu ortamında insanların DYÜ'lere maruz kalmasının ana yöntemi olarak tanımlanmıştır. Yüzme havuzu ortamında, THM'ler solunum yoluyla alımının, sindirim veya deri yoluyla alıma kıyasla daha yüksek kanser riski ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir (Lee, Ha ve Zoh, 2009). Bu bulgu, özellikle uçucu DYÜ'lerin inhalasyonunun, yüzme havuzlarındaki sağlık risklerinin değerlendirilmesinde kritik bir faktör olduğunu göstermektedir. Van Veldhoven ve diğerlerinin 2018'de yaptığı bir çalışma, yüzme havuzlarında DYÜ'ler kısa süreli maruz kalmanın metabolom üzerinde etkileri olduğunu göstermiştir. Bu yüzden, yüzücülerin güvenliğini sağlamak için yüzme havuzlarında DYÜ oluşumunun kontrol edilmesi önemlidir.

DYÜ başlıca öncülleri, DOM'lar ve insan kaynaklı kimyasallar DYÜ başlıca öncülleridir (Sun ve diğerleri, 2019). Çoğu içme suyu kaynağının genellikle 2-10 mg/L arasında DOM içerdiği bildirilmiştir. Genel anlamda, çözünmüş organik karbon (ÇOK), DOM konsantrasyonunu belirlemek için kullanılan en kapsamlı ve yaygın gösterge parametresi olarak kabul edilir (Du ve diğerleri, 2017; Hu ve diğerleri, 2016). DOM'ların elektron açısından zengin fenolik grupları, oldukça reaktif özellik gösterir ve serbest halojenlerle etkileşime girerek ana reaktif bölgeler olarak işlev görür. Bu süreç, halojenli DYÜ meydana gelmesine neden olur. (Wang ve diğerleri, 2020). Araştırmalara göre, düşük moleküler ağırlıklı DOM'lar, yüksek moleküler ağırlıklı DOM'lardan daha fazla DYÜ üretme kapasitesine sahiptir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda artan moleküler ağırlığın kloroform oluşumunu %67-75 oranında artırdığı da rapor edilmiştir (Chaukura ve diğerleri, 2020). DOM'lar, karbon ve azot içeren DYÜ olası öncü maddeleri olarak değerlendirilmektedir. (Zhang, Zhang N, Zhao ve Niu, 2018).

İklim değişikliğinin su kalitesi üzerindeki etkisi ve yüksek sıcaklıkların reaksiyon hızını artırması, DYÜ'lerin oluşum potansiyellerini sıcaklık ve mevsime bağlı olarak değişken hale getirebilir. Örneğin, bir araştırma, sıcaklığın 25°C'den 40°C'ye artırılması durumunda THM ve HAA gibi bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonlarda oluştuğunu göstermiştir (Padhi ve diğerleri, 2019).

DYÜ'lerin oluşumunu azaltmak amacıyla uygulanan alternatif stratejilerin temel hedefi, dezenfeksiyon öncesinde çözünmüş organik maddeler gibi öncü bileşenlerin uzaklaştırılmasıdır. DYÜ öncülerinin dezenfeksiyon işlemi öncesinde giderilmesi,

dezenfeksiyon koşullarını değiştirmekten veya oluşan yan ürünleri sonradan ileri teknolojilerle temizlemekten daha etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Li ve diğerleri, 2017; Sun ve diğerleri, 2019). DYÜ öncülerini azaltmak için çeşitli ileri arıtım prosesleri kullanılabilir. Bu yöntemler arasında geliştirilmiş koagülasyon, ön ozonlama, granüler aktif karbon (GAC), manyetik iyon değişimi, ozon/GAC ve nanofiltrasyon yer almaktadır (Chaukura ve diğerleri, 2020).

DYÜ'lerin oluşumunu engellemek için, yüksek maliyetli ekipman ve enerji tüketimi gerektiren yeni dezenfeksiyon yöntemleri ve teknolojileri (örneğin, ozon, ultraviyole, gümüş iyonu, elektroklorlama, ferrat) geliştirilmiştir (Mohd Zainudin, Abu Hasan ve Sheikh Abdullah, 2018). Ancak, klor içermeyen reaktiflerin kullanıldığı dezenfeksiyon işlemlerinde bile DYÜ'lerin varlığı tespit edilmiştir (Ding ve diğerleri, 2019). Operasyonel dezenfeksiyon koşulları, öncülerin özelliklerinden bağımsız olarak DYÜ oluşumunu önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle, temas süresi, kullanılan dezenfektanlar ve dozaj gibi koşulları optimize ederek DYÜ oluşumunu azaltmak mümkündür (Sun ve diğerleri, 2019).

2.9.1. DYÜ kalıntı değerleri

Birçok ülke ve uluslararası kuruluş, DYÜ'lerin potansiyel sağlık risklerini azaltmak için harekete geçmiş ve özellikle en yaygın olanların maksimum düzeylerini belirleyen yasal düzenlemeler getirmiştir (Alexandrou ve diğerleri, 2018; Cortes ve Marcos 2018). Kloroform ve diğer trihalometanlar, 1974 yılında klorlanmış içme suyunda keşfedilen ilk DYÜ' dür. Bu keşfi takiben, laboratuvar hayvanlarında yapılan araştırmalar, THM'lerin kansere neden olabileceğini ortaya koydu. Bu nedenle, 1979 yılından başlayarak, özellikle ABD başta olmak üzere birçok ülkede THM'ler için düzenleyici sınır değerler belirlenmiştir. THM'lar, birçok ülkede insan sağlığına yönelik potansiyel riskler nedeniyle yasal limitlerle sınırlandırılan ilk karbon bazlı DYÜ olarak bilinir (Richardson ve diğerleri, 2007). ABD'de, beş haloasetik asit (HAA), klorit ve bromat gibi birkaç başka DYÜ için de sınır değerler belirlenmiştir (Has, 2019). Ülkemizde ise sadece toplam THM değeri için bir sınırlandırma mevcut olup, bu sınır 100 µg/L olarak belirlenmiştir.

Birçok ülkede havuz suyundaki DYÜ yönelik herhangi bir düzenleme bulunmamakla birlikte, havuz suyunun şebeke suyuna göre çok daha toksik olduğu belirlenmiştir (Daiber ve diğerleri, 2016). Kanada'da, sadece içme suyunda toplam trihalometanlar (TTHM) için

bir düzenleme bulunmaktadır ve bu düzenlemeye göre sınır 100 µg/L olarak belirlenmiştir (Health Canada, 2017). Buna karşın, Almanya (20 µg/L TTHM; DIN, 2012), İsviçre (30 µg/L TTHM; ANSES, 2012), Hollanda (50 µg/L TTHM; RIVM, 2014), Çin (100 µg/L TTHM; MHURD, 2016) ve Danimarka (25–50 µg/L TTHM; Denmark, 2012) gibi az sayıda ülke, havuz suyundaki THM'ler için de limitler belirlemiştir. ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), THM'ler için maksimum 80 µg/L ve haloasetik asitler için 60 µg/L olan kirlilik seviyelerini belirlemiştir (USEPA, 2006). İngiltere, Finlandiya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), THM konsantrasyonlarını 100 µg/L ile sınırlamıştır (AFFSET, 2010).

Kloroform, bromodiklorometan ve bromat, Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insanlarda kanserojen olabilecek maddeler arasında sınıflandırılarak 2B grubuna dahil edilmiştir. Dibromoklorometan ve bromoform ise, insanlar için kanserojenik özellikleri bulunmadığı değerlendirilerek Grup 3 bileşikler olarak sınıflandırılmıştır (Anonymous, 2020). ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), 2 litre suyun günlük tüketimi sırasında bromat konsantrasyonunun 5 µg/L olduğu durumlarda kanser riskinin 10.000'de bir olduğunu belirtmiştir (Eyi, 2015).

2.9.2. DYÜ öncülleri

Yüzme havuzlarında, su arıtma kimyasallarıyla birlikte, insan vücudundan kaynaklanan idrar, ter ve tükürük gibi salgılar ile kişisel bakım ürünlerinden kaynaklanan birçok antropojenik bileşik suya karışır. Bu bileşikler, dolum suyunda bulunan doğal organik maddelerle birlikte, dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunda anahtar öncüller olarak rol oynar (Carter ve Joll, 2017; Pereira ve diğerleri, 2023). Son raporlara göre, oluşabilecek olası DYÜ türlerinin sayısının 800'e kadar çıkabileceği tahmin edilmektedir (Richardson ve Plewa, 2020). Havuz sularında oluşan DYÜ öncülleri, genellikle iki ana kategoriye ayrılır. Birincisi, yüzücülerden gelen organik ve inorganik maddelerdir. İkincisi ise doldurma suyunda bulunan DOM ve bromür bileşenleridir (Liu ve diğerleri, 2019). Bu öncüller, farklı özellikler taşıdığı için DYÜ oluşumu ve çeşitlenmesi üzerinde farklı tepkimeler gösterdikleri düşünülmektedir. Doldurma suyu genellikle şebeke suyu ya da yeraltı suyu kaynaklarından sağlanır. Bu iki su kaynağı, içeriklerinin farklılığı nedeniyle birbirinden oldukça farklı karakteristiklere sahiptir. Farklı su kaynaklarıyla doldurulan havuzlarda, DYÜ oluşumu ve çeşitliliği de suyun kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu süreç, her su tipinin içerdiği organik maddeler ve dezenfeksiyon yöntemleriyle etkileşiminden etkilenir.

İçme sularında DYÜ oluşumunda başlıca etken DOM olarak görülür. Ancak yüzme havuzlarında bu durum farklıdır; çünkü DOM, yüzücülerden gelen organik maddelerle kıyaslandığında çok daha düşük miktarlarda bulunur ve bu nedenle DYÜ oluşumunda ön planda değildir (Chowdhury ve diğerleri, 2014). Chowdhury 2014, Judd ve Black'in 2000 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, üre ve ter konsantrasyonlarının sırasıyla 50 mL/L ve 200 mL/L olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler kullanılarak yapılan basit bir hesaplamada, yaklaşık 1000 m³ su kapasitesine sahip bir olimpik havuzda 50 litre idrar ve 200 litre ter bulunduğu sonucuna varılmıştır. Doldurma suyunda bulunan DOM'ye oranla, vücut sıvısı kaynaklarının THM oluşumundan ziyade HAA oluşumuna daha fazla neden olduğu tespit edilmiştir (Chowdhury ve diğerleri, 2014). Weng ve Blatchley'in 2011 yılındaki çalışmasında kişi başına ter ve idrar salınımı verilerini yukarıdaki verilerle karşılaştırdığımızda, idrar için 429 ile 910 kişi, ter için ise 114 ile 243 kişi arasında bir aralığa karşılık geldiği anlaşılmaktadır. Aynı havuzda ter ve idrar için farklı sayıda yüzücünün kirletici kaynakları olamayacağına göre, farklı havuzlardaki kirletici bileşimlerdeki büyük farklılıklar, DYÜ'lerin bileşiminde de belirgin değişikliklere neden olmaktadır.

İnsan vücudu, idrar, ter, deri hücreleri, saç ve tükürük gibi metabolitleri salgılar. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, bir yüzücü yüzme havuzuna ortalama 25 ila 77,5 mL idrar ve 200 ila 1000 mL ter bırakabilir. İnsan vücut sıvılarının, yüzme havuzlarındaki DYÜ'lerin ana kaynakları olduğu düşünülmektedir (Liu ve diğerleri, 2019). Sonuç olarak yüzme havuzlarına en sık salınan bileşikler arasında üre, amonyak ve kreatinin bulunmaktadır (Chowdhury ve diğerleri, 2014). Hem idrarın hem de terin ana bileşenleri arasında üre, sitrik asit, amino asitler, ürik asit, glukonik asit ve sodyum klorür bulunmaktadır. THM ve HAA oluşumunda en belirgin katkısı, vücut sıvılarındaki bileşenlerden sitrik asidin sağladığı vurgulanmıştır (Kanan ve Karanfil, 2011). Üre konsantrasyonu, havuz suyunun kalitesini ve hijyenini belirlemede önemli bir gösterge olabilir. İnsan idrarı ve terinde bulunan en yaygın azotlu organik bileşik üredir (Zare Afifi ve Blatchley, 2016). Fransa'da yüzme havuzlarındaki üre seviyelerinin 0,14 ile 6 mg/L arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Çin'deki düzenlemeler, havuz suyundaki üre konsantrasyonunun 3,5 mg/L'yi geçmemesi gerektiğini belirtmektedir. Üre, daha toksik olan azotlu dezenfeksiyon yan ürünlerinin (N-DYÜ'ler) oluşumunda önemli bir organik azot kaynağıdır. Bu yan ürünler, düzenlenmiş dezenfeksiyon yan ürünlerinden daha tehlikeli olabilir. Ayrıca, insanlar tarafından sindirilemeyen yapay tatlandırıcılar da idrar yoluyla vücuttan atılır ve bu maddeler yüzme havuzu suyunda tespit edilebilir (Zhang, Xu, Xu P ve Wang, 2016).

Kloroform (TCM) ve trikloraminin oluşumunda rol oynadığı gösterilmiştir (Tsamba ve diğerleri, 2020). Kreatinin, kas metabolizmasının son ürünü olarak idrar ve terde bulunur (Zhang ve diğerleri, 2018). TCM, dikloroasetonitril (DCAN), TCNM, trikloroaseton, organik ve inorganik kloraminler, diklorometilamin, siyanojen klorür ve trikloraminin oluşumuna katkıda bulunur (Tsamba ve diğerleri, 2020; Zhang ve diğerleri, 2018).

DYÜ'lerin önemli öncüllerinden biri olarak amino asitler de rol oynamaktadır (Li ve diğerleri, 2019; Xu ve diğerleri, 2019). Amino asitler arasında, aromatik halkalara ve alkali bir nitrojen atomuna sahip olan triptofan, yüzme havuzu suyunun üç boyutlu floresan spektrum analizine göre TCM'nin belirgin bir öncüsü olarak tanımlanmıştır (Song, 2015). Triptofan, çeşitli DYÜ'lerin -iyotlu THM'ler, HAA'lar, HAN'lar, TCNM, haloasetamidler ve siyanojen klorür dâhil olmak üzere- önemli bir öncüsü olarak kabul edilmektedir (Li ve diğerleri, 2019; Zhang ve diğerleri, 2019; Xu ve diğerleri, 2019).

Yüzme havuzlarında bulunan bu dört öncülün bir arada varlığı, tek başına her birinin oluşturduğu DYÜ oluşum potansiyelinden farklı bir etkiye sahip olabilir. Ayrıca, DYÜ'lerin oluşumu yüzme havuzu işletme parametreleri tarafından etkilenir; bu parametreler arasında reaksiyon süresi, pH, sıcaklık, klor dozajı ve bromür iyon (Br-) konsantrasyonu gibi faktörler bulunmaktadır (Avsar ve diğerleri, 2020; Kim ve diğerleri, 2017). Yüzme havuzu ortamındaki DYÜ oluşumunu anlamak için işletme parametrelerinin etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

2.9.3. Dezenfeksiyon metodunun DYÜ oluşumuna etkisi

Dezenfeksiyon, su arıtma sürecinin önemli bir aşaması olup, zararlı patojenlerin yok edilmesini sağlar ve halkı su kaynaklı enfeksiyon hastalıklarından korumada hayati bir rol oynar (Du ve diğerleri, 2021). Dezenfeksiyon işlemi sırasında, sudaki doğal organik maddeler, trihalometanlar (THM), haloasetik asitler (HAA) ve halojenli asetonitriller (HAN) gibi dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna neden olacak şekilde dezenfektanlarla reaksiyona girer (Mazhar ve diğerleri, 2020). Bu yan ürünlerden bazıları, insan sağlığı için ciddi mutajenik ve kanserojen riskler taşımaktadır (Han, Zhang, Jiang ve Li, 2021). Dolayısıyla, bu bileşiklerin varlığı ve yoğunluğu, su kalitesine ilişkin başlıca endişelerden biri olarak değerlendirilmektedir. DYÜ'leri kontrol etmek amacıyla dezenfeksiyon tekniklerinin iyileştirilmesi ve doğru dezenfektanların seçimi, önemli bir önlem olarak

değerlendirilebilir. Bu seçimi yaparken, dezenfeksiyon sürecinin pratikliği ve uyarlanabilirliği, ekipman bakımının kolaylığı, depolanması ve taşınması gibi mesleki ve çevresel güvenlik konuları dikkate alınmalıdır (Lin ve diğerleri, 2021). Bu yöntemler arasında klor, kloramin, klor dioksit gibi klor bazlı bileşikler ile ozon ve UV ışınları bulunmaktadır (Pichel ve diğerleri, 2019).

Dezenfeksiyon yöntemi, oluşan DYÜ türlerini etkilemektedir. Havuzlarda toplam DYÜ konsantrasyonları, uygulanan dezenfeksiyon yöntemine göre değişiklik göstermektedir; klor kullanımıyla 180 µg/L, ozon/klor kombinasyonu ile 33 µg/L ve EGMO ile arıtılan havuzlarda 140 µg/L olarak belirlenmiştir (Lee, Jun, Lee M, Eom ve Zoh, 2010). Kapalı havuzlarda yapılan testlerde, dezenfeksiyon yöntemi ne olursa olsun, HAA'ların toplam seviyelerinin, daha az uçucu oldukları için, toplam THM'ler, kloral hidrat ve toplam HAN'lara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bromür içeren dezenfektanların kullanımıyla spalarda ağırlıklı olarak bromlu HAA'ların ortaya çıktığı belirlenmiştir (Wang, Leal, Zhang, Yang ve Xie, 2014). İncelenen klorlu havuzlarda, THM türleri arasında kloroform en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Ancak, dezenfektan olarak brom kullanılan havuzlarda kloroform konsantrasyonu düşerken, bromoform konsantrasyonu önemli ölçüde artış göstermiştir (Lourencetti ve diğerleri, 2012; Richardson ve diğerleri, 2010).

Klorlamanın risklerini azaltmak amacıyla çeşitli alternatif dezenfeksiyon yöntemleri geliştirilmiştir. Kloramin, klora kıyasla daha düşük reaktiviteye sahip olduğu için, karbon temelli DYÜ'lerin oluşumunu etkili bir şekilde azaltabilmektedir (Hua ve Reckhow, 2007). Ancak, kloramin kullanımı ek bir azot kaynağı sağlayabilir ve bu durum, karbonlu DYÜ'lerden daha toksik olan azotlu DYÜ'lerin oluşum riskini artırabilir (Peng ve diğerleri, 2022; Richardson ve diğerleri, 2007). Klor dioksit, etkili bir dezenfeksiyon ve oksidasyon yöntemi olarak, sadece küçük miktarlarda organik halojenli DYÜ'ler üretir. Ancak, ayrışma süreci sırasında büyük miktarda inorganik DYÜ'ler (klorat ve klorit) oluşabilir (Wen, Xu, Huang, Zhu ve Ma, 2017).

Ultraviyole (UV) radyasyonu, dezenfeksiyon etkinliğini artırmak amacıyla genellikle klor veya kloramin ile kombine edilir (Zare Afifi ve Blatchley, 2016). Alternatif dezenfeksiyon yöntemleri karbon bazlı DYÜ'lerin oluşumunu azaltabilirken, belirli DYÜ'lerin üretimine yol açabilmektedir. Brom içeren dezenfektan kullanıldığında, bromun klora göre daha hızlı

reaksiyona girmesi nedeniyle bromlu DYÜ oluşumu daha yüksek oranlarda meydana gelmektedir (Teo, Coleman ve Khan, 2015). Dezenfeksiyon yöntemlerinin THM ve HAA bileşenlerinin farklılaşması üzerindeki etkileri Çizelge 2.3 ve 2.4'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2.3.Dezenfektan çeşidinin THM bileşenlerinin yoğunluğuna olan etkisi

Dezenfeksiyon Yöntemi	CHCl ₃ (µg/L)	CHCl ₂ Br (µg/L)	CHClBr ₂ (µg/L)	CHBr ₃ (µg/L)	Referans
Klor	<46	<7	T.E.	T.E.	(Lee ve diğerleri, 2010)
Klor/Ozon	<21	<3	T.E.	T.E.	(Lee ve diğerleri, 2010)
EGMO	<40	<34	<32	<18	(Lee ve diğerleri, 2010)
Klor	54	7	2	1	(Cimentiere De Laat, 2014)
Klor/UV (23,5 kJ/m ²)	85	15	3	1	(Cimentiere De Laat, 2014)
Klor/UV (47 kJ/m ²)	100	17	3	0,5	(Cimentiere De Laat, 2014)
Klor	154-333	9-318	2-16	15-60	(Hang ve diğerleri, 2016)
Klor/Ozon	96-212	85-141	2-5	39-59	(Hang ve diğerleri, 2016)

T.E: Tespit Edilemedi

Ozonun kullanımı, THM oluşumunu azaltabilme potansiyeline sahiptir (Lee ve diğerleri, 2009). Bununla birlikte, ozonun çabuk buharlaşması, toksik yapısı, havadan ağır olması ve sağlık üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmesi en büyük dezavantajları olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 2.4.Dezenfektan çeşidinin HAA bileşenlerinin yoğunluğuna olan etkisi

Dezenfektan	CAA (µg/L)	DCAA (µg/L)	TCAA (µg/L)	BAA (µg/L)	DBAA (µg/L)	BCAA (µg/L)	BDCAA (µg/L)	DBCAA (µg/L)	TBAA (µg/L)	Referans
Klor	-	14-246	20-636	-	-	-	-	-	-	(Lee ve diğerleri, 2010)
Klor/Ozon	-	0,3-32	1-86	-	-	-	-	-	-	(Lee ve diğerleri, 2010)
EGMO	-	2-99	1-413	-	-	-	-	-	-	(Lee ve diğerleri, 2010)
Klor/Ozon	0,24-475	36-535	0,14-49	0,34-103	≤0,44	190-657	≤0,38	-	0,36-122	(Hang ve diğerleri, 2016)
Klor	0,24-50	0,34-676	0,14-59	0,34-27	≤0,44	14-1353	≤0,38	-	≤0,36	(Hang ve diğerleri, 2016)
Klor	8	168	183	-	<1	8	-	-	-	(Hang ve diğerleri, 2016)
Klor/UV (23,5 kJ/m ²)	10	158	187	-	<1	5	-	-	-	(Cimentiere De Laat, 2014)
Klor/UV (47 kJ/m ²)	9	147	144	-	<1	7	-	-	-	(Cimentiere De Laat, 2014)

Dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumu, yalnızca dezenfeksiyon yöntemlerine değil, aynı zamanda atık suyun kalitesine de büyük ölçüde bağlıdır. Bu durum özellikle DOM bileşenleri, moleküler ağırlık dağılımı, hidrofobik yapısı ve fotokimyasal davranışları gibi özelliklerle ilişkilidir. Genelde, DOM içeriği yükseldikçe DYÜ oluşumu da artış gösterir (Du ve diğerleri, 2017; Lee ve diğerleri, 2007).

Van Veldhoven ve diğerlerinin 2018 yılında gerçekleştirdiği bir araştırmada, yüzme havuzlarında DYÜ'lere kısa süreli maruz kalmanın metabolizma üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle, yüzme havuzlarındaki DYÜ oluşumunu kontrol altına almak, yüzücülerin sağlığını korumak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, dezenfeksiyon yöntemi belirlenirken patojenlerin etkili bir şekilde kontrol edilmesine mutlaka özen gösterilmelidir. DYÜ oluşumunu azaltmak adına patojen kontrolünü ihmal etmek, yüzme havuzlarında sağlık problemlerine yol açabilir. Havuz suyu kalitesini korumak için sık geri yıkama ve şok klorlama gibi yöntemler, gerekli dezenfektan miktarını düşürerek kirlilik yükünü azaltmada etkili olabilir.

2.10. Kapalı Yüzme Havuzlarında Sağlık Üzerindeki Olası Riskler

Son dönemde, sağlıklı yaşama duyulan ilgi arttıkça, sporla ilgilenen insanların sayısında da bir artış gözlemlenmektedir. Bu artışla birlikte, kapalı yüzme havuzlarını kullanan kişi sayısı da önemli ölçüde artmıştır (Jo ve diğerleri, 2023). Yüzme, suyun kaldırma kuvveti, sıcaklığı, basıncı ve direncinden yararlanarak gerçekleştirilen bir egzersizdir ve bu özellikler sayesinde karadaki aerobik egzersizlere göre daha fazla enerji gerektirir. Karada yapılan egzersizlere kıyasla, vücut ağırlığının yükünü hafifletir ve eklemlere daha az baskı uygular. Bu nedenle, yüzme, hastaların egzersizin faydalarını fazla zorlanmadan hissedebileceği, tüm vücudu çalıştıran ideal bir egzersizdir (Park ve diğerleri, 2021). Ayrıca yüzmenin yalnızca hastalıklar üzerinde değil, aynı zamanda bağışıklık fonksiyonu üzerinde de olumlu etkiler yarattığı bilinmektedir (Lee ve diğerleri, 2019).

Yüzme fiziksel aktiviteyi artırma, kardiyovasküler zindelik ve akciğer fonksiyonlarını iyileştirme açısından son derece faydalı olsa da yüzme havuzlarında kullanılan su dezenfektanlarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine dair bazı endişeler mevcuttur. WHO, yüzme havuzlarında mikrobiyal çoğalmayı engellemek amacıyla suyun etkili bir

şekilde dezenfekte edilmesi gerektiğini önemle belirtmektedir (WHO, 2006). Ancak dezenfektanların kullanımı sonucunda toplam trihalometanlar, haloasetik asitler, haloasetonitriller ve kloral hidrat gibi DYÜ oluşabilir. Ayrıca, bu süreç sırasında yüksek derecede oksitleyici sodyum hipoklorit de üretilebilir (You, 2020). Yüzme havuzlarının ekosistemi, havuzun türü (kapalı veya açık), suyun sıcaklığı, havalandırma koşulları, iklim, konum, kullanım amacı (yarışma, dinlenme, eğlence) ve yüzücülerin hijyen alışkanlıkları gibi faktörlere bağlı olarak sürekli değişen ve karmaşık bir yapıya sahiptir (Zwiener ve diğerleri, 2007). Kapalı yüzme havuzlarında geçirilen sürenin, astım da dahil olmak üzere çeşitli olumsuz sağlık sonuçlarıyla ilişkilendirildiği raporlar mevcuttur (Zheng ve diğerleri, 2020, 2021). DYÜ solunmasının bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel kanıtlar bugüne kadar netlik kazanmamıştır (Lee, 2023).

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri'ne (CDC) göre, 2009-2010 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde havuz kimyasallarıyla bağlantılı sağlık olayları her yıl 1030'dan fazla acil servis ziyaretiyle sonuçlandı ve bu vakaların üçte birinden fazlasını çocuklar ve gençler oluşturdu (Hlavsa ve diğerleri, 2014). Yüzme havuzlarında çalışanlar ve yüzücüler arasında en yaygın görülen belirtiler, DYÜ neden olduğu göz, burun, boğaz ve solunum yollarındaki tahrişlerdir. Bu belirtilerin en şiddetli olanlarından biri, trikloramin (NCl_3) maruziyeti sonucunda ortaya çıkar. Kapalı yüzme havuzlarında çalışanlar arasında en yaygın rapor edilen şikayetlerin soğuk algınlığı (%65,4), hapşırık (%52,6) olduğunu ve çalışanların sadece %7,5'i astım semptomlarından şikâyetçidir (Fantuzzi ve diğerleri, 2010). Kapalı yüzme havuzlarında çalışmanın veya eğlence amacıyla yüzmenin astım üzerinde olumsuz etkiler yaratıp yaratmayacağı ya da astım gelişimine neden olup olmayacağı konusu hala tartışma konusudur. Klorlama yan ürünlerinin güçlü oksidatif özellikleri vardır ve sıkı bağlantıları zayıflatarak bariyer fonksiyonunda bozulmaya yol açabilir, bu da hava yolu hasarına katkıda bulunabilir (Bernard, 2007). DYÜ'lerin solunum sağlığı üzerindeki etkileri, sadece kapalı yüzme havuzlarıyla sınırlı değildir. Belçika'da gerçekleştirilen bir araştırma, evde veya tatillerde açık hava klorlu havuzlara düzenli olarak girmenin, astım riskini artırabileceğini ve bu riskin maruz kalma süresiyle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Bernard, Nickmilder ve Voisin, 2008).

Rekreasyonel yüzme, sağlıklı cilde sahip kadınlarda cilt yüzeyinde geçici fakat belirgin değişikliklere neden olabilir. Cilt kuruluğu, kaşıntı ve eritem gibi sorunlar, yüzme havuzu çalışanları arasında yaygın görülen şikayetlerdir (Fernandez- Luna ve diğerleri, 2016).

Ayrıca, klorlu havuz suyuna maruz kalma sonucu alerjik kontakt dermatit ve kontakt ürtiker vakaları da bildirilmiştir (Bernard, 2007; Sasseville ve diğerleri, 1999). Halka açık havuzlarda veya kaplıcalarda yüzmenin, cilt semptomları (kızarıklık, yaygın kaşıntı, cilt enfeksiyonları) ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Ek olarak, cankurtaranlar ve eğitimcilerde, diğer havuz çalışanlarına kıyasla daha fazla siğil, mantar enfeksiyonu, egzama ve kızarıklık görülmüştür (Fantuzzi ve diğerleri, 2010). Parrat ve diğerleri, (2012) yüzme havuzu çalışanları arasında en yüksek kümülatif DYÜ maruziyetinin cankurtaranlar, yüzme eğitimcileri ve fizyoterapistler arasında olduğunu belirlemiştir. Yakın zamanda yapılan bir araştırmada, yüzme havuzlarında çalışan personelin trikloramin ve THM'lere (kloroform, bromodiklorometan, dibromoklorometan ve bromoform) maruz kalma düzeyleri ve bunun sağlık üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, bu kimyasallara maruz kalan çalışanların, maruz kalmayan ofis çalışanlarına kıyasla göz ve boğaz semptomlarını biraz daha sık yaşadığını, ancak bu semptomların yaygınlığının istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığını ortaya koymuştur (Westerlund, Löfstedt, Eriksson, Westberg ve Graff, 2019). Bureau ve diğerleri (2017) çalışmasına göre, görev başındaki havuz personelinin görülen üst ve alt solunum yolu semptomları, maruz kalma süresinin uzunluğuyla ilişkilendirilmiştir. Son 12 ay içinde 500 saatten fazla klorlu havuz ortamında çalışan cankurtaranlar, maruz kalmayan veya daha az maruz kalan meslektaşlarına göre daha fazla öksürük, boğaz ve göz tahrişi bildirmiştir. Ayrıca, astımı olan cankurtaranlar, maruz kalmayan astımlı kişilere kıyasla astım krizi geçirme riskinin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, göz semptomları, klor kullanılarak dezenfekte edilen havuzlarla diğer dezenfeksiyon yöntemlerine göre daha güçlü bir şekilde ilişkilidir ve bu semptomlar sıklıkla yüzücülerde karşılaşılan bir problem olarak tanımlanmaktadır (Fernandez-Luna ve diğerleri, 2016).

Uluslararası Kanseri Araştırmaları Ajansı (IARC), kloroformu insanlar için potansiyel bir kanserojen olarak değerlendirmiş ve Grup 2B kategorisinde sınıflandırmıştır (USEPA, 2021). Hayvan deneyleri, THM'lerin sıçanlarda kanserojen etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur hem içme suyunda hem de ortam havasındaki kloroform konsantrasyonlarının artması, böbrek ve karaciğer tümörleri riskinde artışla ilişkilendirilmiştir (Richardson ve diğerleri, 2007). THM'lere uzun süreli maruziyetin, insanlarda mesane kanseri ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir (Costet ve diğerleri, 2011). Yüzme havuzlarındaki THM maruziyeti, içme suyuna kıyasla kanser riski açısından dört kat daha yüksek bulunmuştur (Chowdhury, 2014).

Yüzme havuzlarına düzenli olarak giden kişilerin, gitmeyenlere göre astım ve mesane kanseri gibi sağlık sorunlarına daha fazla yatkın olduğu rapor edilmiştir (Gilca ve diğerleri, 2020). Bu bulgular, mevcut düzenlemelerle belirlenen sınırların altındaki maruziyet seviyelerinin bile uzun vadede kanserojen etkiler yaratabileceğini işaret etmektedir. Kapalı yüzme havuzlarına maruz kalan yüzücüler ve çalışanlar üzerinde yapılan önceki çalışmalar, idrar, kan ve nefeste THM seviyelerinin yükseldiğini göstermiştir (Font-Ribera ve diğerleri, 2016, 2019). Ortamdan ayrıldıktan sonra THM konsantrasyonları hızla azalır ve seviyeler 15 saat içinde normale döner. Ayrıca, bazı çalışmalar, THM seviyelerinin maruziyetten birkaç dakika sonra kan örneklerinde tespit edilebileceğini göstermiştir. Kapalı yüzme havuzlarında çeşitli THM'lere maruz kalmanın sağlık üzerindeki etkilerini (kanserojen ve kanserojen olmayan riskler dahil) değerlendirmenin, halk sağlığını korumak için etkili düzenleyici önlemler geliştirmek adına kritik önemi vardır. Bu tür değerlendirmeler, gerekli bilgileri sağlayarak sağlık risklerini daha iyi anlamamıza ve bu riskleri azaltmak için uygun stratejiler geliştirmemize yardımcı olur.

Huang ve diğerlerinin (2021) yılında yaptığı araştırmaya göre, dezenfeksiyon yan ürünlerine uzun süreli ve sık maruz kalma, karaciğer yetmezliği ve sinir sistemi aktivitelerinde azalmaya yol açabilmektedir. Cantor ve diğerleri (2010) araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada, duş alma, banyo yapma ve yüzme sırasında dermal emilim ve solunum yoluyla kimyasal maruziyetin mesane kanseri riskini artırabileceği öne sürülmüştür. Simüle edilmiş klorlu havuzlarda gerçekleştirilen başka bir deneyde, 12 haftalık yüzme eğitimi boyunca klorla maruz kalan sıçanların sağlık durumları, egzersiz etkileri ve metabolik durumlarının kontrol grubuna kıyasla belirgin şekilde etkilendiği gözlemlenmiştir (Li ve diğerleri, 2015). Ayrıca, ergenlerde inhibin B veya toplam testosteron seviyelerinin, klorlu yüzme havuzunda geçirilen süre ile güçlü bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Klorlu bir havuzda yüzdükten sonra, kan mRNA'sındaki gen ifadesinde kısa süreli değişiklikler gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, klorlu havuzlarda yüzmenin, sitokin ve kemokin salgılama modellerinde ani değişiklikler yoluyla bağışıklık tepkisini bozabileceği rapor edilmiştir (Vlaanderen ve diğerleri, 2017).

Yüzme havuzu suyundaki DYÜ'lerin yaşam boyu kanser riskinin, genellikle Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) düzenleyici eşiği olan $1,0 \times 10^{-6}$ 'yı aştığı ve bu durumun halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturduğu belirlenmiştir. Kore'de yapılan bir çalışmada, Lee ve diğerleri (2009), yüzme havuzlarındaki THM'lerin

oral, dermal ve inhalasyon yoluyla kanser riskinin $7,77 \times 10^{-4}$ ile $1,36 \times 10^{-3}$ arasında olduğunu tespit etmiş, bu değerlerin kabul edilemez düzeyde yüksek olduğunu ($\geq 10^{-4}$) vurgulamışlardır. Çoğu yüzme havuzunda bulunan THM'lerin, yaşam boyu kanser ve kanser dışı risklerinin kabul edilen güvenlik eşiğini (10^{-6}) aştığı ve bu risklerin içme suyuna göre çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. THM'lerin yol açtığı kanser ve kanser dışı risklerle en çok ilişkilendirilen maruziyet yollarının ise solunum ve cilt teması olduğu ortaya konmuştur (Zhang, Dong, Chen, Xiao ve Chu, 2023).

Hang ve diğerleri (2016) 13 adet kapalı halka açık yüzme havuzunda DYÜ'ler nedeniyle tahmin edilen kanser riskinin genellikle 10^{-6} 'lık kabul edilebilir sınırın üzerinde olduğunu bildirdiler. Gouveia ve diğerleri (2019) antrenörler için kanser riskinin $5,5 \times 10^{-7}$ ile $8,5 \times 10^{-5}$ ve yüzücüler için $1,4 \times 10^{-5}$ ile $3,6 \times 10^{-4}$ arasında değiştiğini ve bu risklerin önerilen 10^{-6} sınırını aştığını belirttiler. Bu ifadeler, farklı çalışmalarda yüzme havuzlarındaki kimyasalların yol açtığı kanser risklerine dikkat çekmekte ve risk seviyelerinin önerilen güvenlik sınırlarının üzerinde olduğunu göstermektedir.

Trihalometanlar (THM) ve haloasetik asitler (HAA), üreme bozuklukları, organ hasarları (karaciğer, böbrek ve dalak), büyüme geriliği, ayrıca sitotoksik ve genotoksik etkiler gibi önemli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Srivastav ve Chaudhory, 2020). Yakın dönemde yapılan bir çalışmada, Olimpik boyutlardaki kapalı bir yüzme havuzunda düzenli olarak antrenman yapan elit yüzücüler ve antrenörlerinde, THM maruziyetindeki farklılıkların hem kanserojen hem de kanserojen olmayan risklerle ilişkilendirilebileceği ortaya konmuştur (Gouveia ve diğerleri, 2019). THM' nin neden olduğu sağlık sorunları çizelge 2.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. THM'lerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri (Durmishi ve diğerleri, 2015).

THM	Sağlık Etkileri	IARC Sınıflandırması
Bromoform	Sinir sistemine, karaciğere, böbreğe, kansere zarar verir	B2
Kloroform	Kanser, karaciğer, böbrek, üreme sistemi hasarı	B2
Dibromoklorometan	Karaciğer, sinir sistemi, böbrek, üreme sistemine zarar verir	B2
Bromodiklorometan	Böbrek, karaciğer, üreme sistemi hasarı, kanser	C

B₂ —deneysel laboratuvar kaçınması ile olası insan kanserojeni; C—olası insan kanserojeni.

Hayvan toksisite çalışmaları ve laboratuvar araştırmaları, kanserle DYÜ'ler arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. 1976'da ABD Ulusal Kanser Enstitüsü, suda bulunan kloroformun kemirgenlerde kansere yol açtığını rapor etmiştir (Mazhar ve diğerleri, 2020). Bazı DYÜ'ler kanserojen kabul edilirken, son zamanlarda tespit edilen bazı DYÜ'ler, içme suyunda çok düşük konsantrasyonlarda bulunduklarından dolayı daha az toksik olarak görülmektedir (Richardson, 2020).

Kloroform ve dibromoklorometan kanserojen özellik gösterirken, bromodiklorometan ve bromoform mutajeniktir ve DNA yapısını değiştirme potansiyeline sahiptir (Mohd Zainudin ve diğerleri, 2018). Bu sebeple, sudaki kloroformun varlığı, karaciğer ve böbreklerde toksisiteye yol açma ve kansere neden olma riski açısından değerlendirilmiştir.

Yüzme havuzlarındaki DYÜ ve sağlık üzerindeki potansiyel etkileri konusu, gerçekten de daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulan bir alandır. Havuz sularında kullanılan dezenfektanlar, suyu mikropardan arındırmak için gerekli olsa da bu kimyasalların yan ürünlerinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabileceği tartışılmaktadır.

Yang ve diğerlerinin (2018) çalışması, bu alanda yapılan birçok çalışmanın önemini vurgulamakta ve yüzme havuzu sularındaki DYÜ'lerin tüm kapsamının daha iyi anlaşılması gerektiğini ortaya koymaktadır. DYÜ'lerin türleri, konsantrasyonları, maruz kalma süreleri ve bununla ilişkili sağlık etkilerinin kapsamlı bir değerlendirilmesi, daha doğru bir risk değerlendirmesi yapmak açısından kritik öneme sahiptir.

3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ ÇALIŞMASI

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), çalışma ortamında iş süreçleri sırasında ortaya çıkabilecek sağlık risklerini önlemeyi ve mevcut sağlık ile güvenlik koşullarını iyileştirmeyi amaçlayan, sistematik ve bilimsel temellere dayanan bir disiplindir (Erdoğan ve Genç, 2023). İş sağlığı ve güvenliği (İSG), iş yerlerinde çalışanların güvenliğini temin ederek, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemeyi amaçlayan bir alandır. Bu uygulamalar hem çalışanların sağlığını korur hem de iş yerlerinin güvenli bir ortamda faaliyet göstermesine katkıda bulunur (Gul, 2018). Yetersiz İSG uygulamaları, çalışanlar için ciddi sağlık ve güvenlik riskleri doğurabilir. Bu bağlamda, işçilerin, işverenlerin ve işin korunması ana hedeflerden biridir.

Çalışanlara güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sunmak, iş koşullarını iyileştirmek amacıyla sorumluluklar, görevler, haklar ve yükümlülükleri belirleyen bir sistem mevcuttur (Ulu ve Arısoy, 2024). İş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçmek, çalışanların güvenliği ve sağlığını korumak için bu tedbirlerin uygulanmasını zorunlu kılar. İş sağlığı ve güvenliği kuralları, işverenlerin, çalışanların ve diğer ilgili tarafların bu konudaki haklarını ve sorumluluklarını belirleyerek dengeli bir yapı oluşturur. Bu doğrultuda, iş yerlerinde sağlıklı ve güvenli bir ortamın sürdürülebilir olması için sürekli iyileştirme ve eğitim faaliyetleri büyük bir öneme sahiptir (Şener, Fondaklı, Yağımlı ve Aslan, 2023).

İSG standartlarına uyulmaması, iş yerinde tehlikelerin artmasına ve çalışanların hayati tehlikelerle karşı karşıya kalmasına neden olabilir. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre, yakın zamanda yapılan bir tahmin, yetersiz iş güvenliği ve sağlık önlemlerinin her yıl yaklaşık 2,78 milyon ölüme ve 374 milyon ciddi fakat ölümcül olmayan iş kazasına neden olduğunu ortaya koyuyor (Noman, Mujahid ve Fatima 2021).

Kaza gerçekleşmeden önce risk faktörlerini tanımlayıp, bu risklere karşı önlemler alabilen risk analizi, İSG'nin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir (Wang ve diğerleri, 2022; Ghouschi ve diğerleri, 2023). Sonuç olarak, iş yerlerinde çalışanların sağlığını korumak, kazaları ve yaralanmaları en aza indirmek ve iş sürekliliğini sağlamak için iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri büyük bir öneme sahiptir.

Sanayileşme ile hızla gelişen şehirleşme ve bu sürecin desteklediği sosyal etkileşimler, sporun toplumda yaygınlaşmasını, profesyonel bir alan haline gelmesini ve çeşitli branşlara ayrılmasını sağlamıştır. Her spor dalı, kendine özgü mekanlara ihtiyaç duyarken, yüzme sporu içinde bu aktiviteleri gerçekleştirecek yüzme havuzu tesisleridir. Spor tesislerinin işletilmesi (futbol, hokey, paten, yüzme havuzları, tenis kortları vb.), 27.2.2017 tarihli ve 29992 Mükerrer Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan İşyeri Tehlike Sınıfları Listesi'ne göre, 93.11.01 NACE koduna sahip yüzme havuzları "AZ TEHLİKELİ" işyeri sınıfında yer almaktadır. Ancak, sporcular, seyirciler ve diğer çalışanlar dikkate alındığında, bu havuzlarda ortaya çıkabilecek potansiyel tehlikelerin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Şu ana kadar, yüzme havuzlarında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk faktörleri ve bu risklere karşı alınması gereken önlemler tam olarak belirlenmemiştir.

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Unsurları

Risk, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre *“tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali”* şeklinde tanımlanmaktadır. Risk Değerlendirmesi ise *“İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar”* olarak ifade edilmektedir. Risk değerlendirmesi, iş sağlığı ve güvenliği politikasının temelini oluşturur. Tüm İSG stratejisi bu sistem üzerine inşa edilmektedir.

Risk, tehlikenin yol açabileceği kayıp, yaralanma veya diğer olumsuz sonuçlardan meydana gelmektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre, belirli işyerleri hariç olmak üzere, kamu ya da özel sektörde işçi veya memur çalıştıran tüm kurumlar ve işyerleri, işveren ya da vekillerine risk değerlendirmesi yapma sorumluluğu yüklenmiştir (6331 Sayılı..., 2012). Risk değerlendirmesi, işyeri ortamındaki veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin risk haline gelmesine neden olan unsurların analiz edilmesi, risklerin derecelendirilmesi ve alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken bütün çalışmaları içerir. Risk değerlendirmesi, iş yerindeki veya dışarıdan kaynaklanabilecek, çalışanları ya da iş ortamını etkileyen tehlikelerin tespit edilmesini sağlar. Bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemler belirlendiğinde, iş kazalarının ve

meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik durumların kontrol altına alınması mümkün hale gelir.

Her kurum, risk yönetimi sürecini entegre etmek için genel yönetimi, stratejik planlaması, yönetim yapısı, raporlama süreçleri, politikaları, değerleri ve kültürü doğrultusunda çeşitli ilkeler önerir. Bu standart, organizasyonların risk yönetim çerçevesini geliştirmeyi, uygulamayı ve sürekli olarak iyileştirmeyi hedefler. Risk yönetimi, çeşitli sektörlerde ve zaman içinde değişen ihtiyaçlara göre geliştirilmiş olsa da kapsamlı ve tutarlı süreçlerin benimsenmesi, kuruluş genelinde risklerin etkin, verimli ve uyumlu bir şekilde yönetilmesini sağlar. Bu standart, her tür riski sistematik, şeffaf ve güvenilir bir biçimde yönetmek için gerekli prensipleri ve genel ilkeleri sunar.

Yüzme havuzları, iş sağlığı ve güvenlik açısından çeşitli riskleri barındıran alanlardır. Bu riskler, genellikle beş gruba ayrılır: fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal riskler.

3.1.1. Fiziksel riskler

Fiziksel risk etmenleri, çalışanların sağlığını tehlikeye atabilecek çevresel faktörlerdir. Fiziksel çevreye ilişkin risk faktörleri arasında, hava kalitesi, aşırı sıcaklık veya soğukluk ile yüksek gürültü düzeyleri yer almaktadır (Oakman, Macdonald, Bartram, Keegel ve Kinsman, 2018).

Her çalışma ortamı farklı koşullara sahip olup, her işin kendine özgü riskleri bulunur. Gürültü, titreşim, aydınlatma yetersizliği, aşırı sıcak veya soğuk, radyoaktif maddeler ve basınç farklılıkları gibi riskler, çalışanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu tür risk etmenlerinin kaynağında ortadan kaldırılması esastır; eğer bu mümkün değilse, çalışanların korunabilmesi için bu etmenler en az zararlı hale getirilmelidir.

3.1.2. Kimyasal riskler

Birçok alanda katı, sıvı veya gaz formundaki çeşitli kimyasal bileşikler bulunabilir. Bu bileşikler, korunmasız bir vücuda ağız yoluyla, deri emilimi, soluma ya da delici yaralanmalar (enjeksiyon) aracılığıyla girebilir. Özellikle havuz dezenfeksiyonunda kullanılan kimyasallar açısından dikkat çekicidir.

Kimyasallara maruz kalmanın sağlık üzerinde fiziksel, fizyolojik veya psikolojik etkileri olabilmektedir. Bu sorunun çözümü için iş verenin, çalışanlara risklerden korunmayı sağlayacak güvenlik önlemlerini öğreten mesleki eğitim programları düzenlemesi önemlidir (Bhusnure, Dongare, Gholve ve Giram, 2018).

3.1.3. Biyolojik riskler

Biyolojik ajanlar, bakteriler, virüsler, mantarlar ve diğer mikroorganizmaların yanı sıra bu organizmalara ait toksinleri de içerir. Bu canlılar veya onların ürünleri genellikle su, toprak, bitki ve hayvan gibi doğal ortamlarda bulunur. Çalışma ortamında biyolojik risk faktörleri söz konusu olduğunda, enfeksiyon, alerji veya zehirlenme riski taşıyan mikroorganizmalar, hücre kültürleri ve insan parazitleri akla gelir. Örneğin, pandeminin yarattığı bu riskler dünya çapında yayılmakta ve bu durum, ülkemizdeki çalışma yaşamını da olumsuz etkilemektedir (Azgın, Kekecoglu ve Yamaç 2021).

3.1.4. Ergonomik riskler

Ergonomi, iş yerini çalışanların ihtiyaçlarına ve fiziksel kapasitelerine uygun hale getirme çabasıdır. Uluslararası Ergonomi Derneği'ne (IEA) göre ergonomi, genel sistem performansı içinde insan refahını ve mutluluğunu artırmayı amaçlayan bir disiplindir. Bu disiplin, insanların bir sistemle olan etkileşimini inceleyerek, bu etkileşimleri anlamak ve iyileştirmek için uygun yöntemler kullanır ve uygulamalı çözümler geliştirir (Chukwuma, 2022).

Çalışma ortamında çalışanların verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen ve iş yeri düzenini tasarlayıp iyileştiren bilim dalı ergonomi olarak bilinir (Polat, Boz, Filiz ve Duran, 2021). İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, kas-

iskelet sistemi hastalıklarının yıllık maliyeti 45-54 milyar dolar arasında olup, bu maliyetin 15-20 milyar dolarlık kısmının ergonomik yaralanmalarla ilgili olduğu belirtilmiştir (Çiçek ve Çağdaş, 2020).

3.1.5. Psikososyal riskler

İSG mevzuatında "dördüncü grup" olarak tanımlanan psiko-sosyal mesleki risk faktörleri genellikle yeterince dikkate alınmamaktadır. Bununla birlikte, psiko-sosyal tehlikeler, iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik risklerden biri olarak değerlendirilir.

Çalışma ortamı, işin yapısı, organizasyonu ve çalışanların kapasiteleri, ihtiyaçları, kültürel arka planları ile kişisel yaşamları arasındaki etkileşimler, sağlığı, iş performansını ve iş memnuniyetini etkileyen algılar ve deneyimlere yol açar. Bu kapsamlı tanım, çok sayıda potansiyel stres kaynağını içermektedir. Olumsuz tepkilerin, iş talepleri ve baskılar çalışanların yetenekleriyle uyumlu olmadığında ve bu durum, çalışanların başa çıkma yeteneklerini zorladığında ortaya çıktığını WHO belirtmektedir (Siegrist, Wahrendorf ve Siegrist, 2016).

3.2. Yüzme Havuzlarında Görülen Risk Faktörleri

Yüzme havuzu işletmelerinin, sürdürülebilirlik ve gelişimi sağlamak amacıyla gerçekleştirilen faaliyetlerde önceden riskleri tespit etmeleri ve bu risklere karşı önlemler almaları gerekmektedir.

Son on yılda, dünya genelinde insanların egzersize olan ilgisinin artması, sağlık ve yüzme sektörlerinin büyümesine ve katılımcı sayılarında önemli bir artışa yol açmıştır (IHRSA, 2018; Parasannan, 2018). Bununla birlikte, bu tesislerdeki risk oluşturan sorunlar da aynı oranda artış göstermiştir ve güvenlik politikaları ve prosedürlerini kapsayan risk yönetimi ihtiyacı, geçmişe kıyasla çok daha kritik hale gelmiştir. Bu yüzden, riskleri zamanında belirlemek, gelecekteki potansiyel etkilerini doğru bir şekilde analiz etmek ve en uygun çözümlerle bu riskleri yönetmek, risk yönetimine olan gereksinimi artırmış ve yönetimin kilit görevlerinden biri haline getirmiştir (Schöning, Göğüş ve Pernsteiner, 2018).

Miller' e göre (1997) spor tesislerinde risk faktörleri “*Sel, yangın, rüzgâr, kasırga, yıldırım gibi doğal afetler; Isıtma, Soğutma, Havalandırma; Uygun olmayan tesis planı, Uygun olmayan zemin; Kısıtlı park alanı; Güvenlik birimlerine uzaklık; Açık bırakılmış elektrik telleri; Kötü aydınlatma; Stabil olmayan zemin; Yetersiz sağlık önlemi; Yetersiz güvenlik ve denetim; Mevzuata uymama; Kalite standartlarına uymamadır*” şeklinde sıralanmaktadır.

3.3.Risk Algılama

İnsanların riski nasıl algıladıkları, riskin tanımını yapma biçimleriyle yakından ilişkilidir. Risk, bireyler tarafından farklı perspektiflerden ele alınmaktadır.

- Risk, belirli bir tehdit karşısında bireyin sahip olduğu varlıkların bir kısmını veya tamamını kaybetme olasılığıdır.
- Risk, muhtemel kaybın büyüklüğüdür.
- Risk, bir fonksiyon olarak düşünüldüğünde, olasılık ile kayıp düzeyinin çarpımıyla tanımlanır.

Risk analizi ve değerlendirme çalışmalarında tehlikenin tanımlanması, bu tehlikenin iş kazasına dönüşme olasılığının belirlenmesi ve iş kazası durumunda ortaya çıkabilecek zarar düzeyinin tespit edilmesi oldukça kritik bir öneme sahiptir.

3.4. Risk Değerlendirme Teknikleri

Risk Değerlendirmesi, iş yerinde mevcut olan ya da dışarıdan kaynaklanabilecek tehlikelerin çalışanlar, iş yeri ve çevre üzerindeki olası etkilerini en aza indirmek, bu riskleri kontrol altına almak ve ortadan kaldırmak amacıyla yapılan planlı ve sistemli bir dizi koruyucu ve önleyici önlem kapsar (HSE, 2014; OSHA, 2014). Muhtemel sorunların hem niceliksel hem de niteliksel olarak belirlenmesi ve bu sorunlara karşı önleyici tedbirlerin uygulanması amacıyla geliştirilen stratejik yaklaşımın yöntemidir.

İş sağlığı ve güvenliği, ağırlıklı olarak proaktif eylemlerden oluşan süreçlerdir. Reaktif önlemler de bu süreçlerde önemli bir yer tutsa da iş sağlığı ve güvenliği genel olarak

ölçülebilir önleyici adımlar içerir. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının temelinde proaktif bir yaklaşım yer alır. İş sağlığı ve güvenliği yönetiminin temelini risk değerlendirmesi oluşturur. Bu süreç, yapılması gerekenleri belirlerken, aynı zamanda gerçekleşen uygulamaları sürekli olarak gözden geçiren bir döngü sistemidir. Tehlikelerin kısa sürede tespit edilip tamamen ortadan kaldırılması iyimser bir yaklaşım olabilir; ancak, gerçekte tehlikeleri yok etmek uzun vadeli çaba ve süreklilik gerektiren bir süreçtir.

Risk analiz yönteminin belirlenmesinde temel kriter, işletmenin ihtiyaçlarına en uygun olan yöntemin seçilmesidir. Sürece dâhil olan çalışanların, yöneticilerin ve işverenin risk analizine sağlayacağı katkı ise analizin başarılı olmasında önemli bir rol oynar.

3.4.1. Risk değerlendirme mevzuatı

Risk değerlendirmesini zorunlu kılan sebeplerden biri, yasal düzenlemelerin getirdiği yükümlülüklerdir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, iş sınıfına ilişkin tüm iş yerlerinde risk değerlendirmesinin yapılması zorunludur. 30 Aralık 2012'de yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, risk değerlendirmesinin nasıl yapılacağına ilişkin esasları belirler. İşyerlerinde tehlikelerin yayılması, risklerin değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması ve iş kazalarını önlemek için temel bir gerekliliktir. Yönetmelik gereği, işverenin sorumluluğu sadece mevzuatta belirtilen önlemlerle sınırlı kalmayıp, tehlike unsurlarını tanımlayarak, bu unsurların yol açabileceği riskleri değerlendirip, gerekli tedbirleri almak şeklinde genişletilmiştir.

Türkiye tarafından kabul edilen 155 ve 156 sayılı ILO sözleşmelerine dayanarak oluşturulan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, işverenlere belirli sorumluluklar getirmiştir. Bu yasal düzenlemeler, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının devlet politikası olarak uygulanmasını sağlamıştır. Tehlikelerin kontrol altına alınması, risklerin tespit edilmesi ve risk değerlendirmesi yapılması gibi ilkeler, 6331 sayılı kanun kapsamında zorunlu kılınmıştır.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre, kamu yönetimi ile 50'den az çalışan olan az tehlikeli işyerlerinde iş güvenliği uzmanı ve işyerlerinde hekimi görevlendirme 31 Aralık 2023'e kadar ertelenmiştir. Bu durum, birçok eğitim kurumunda iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekiminin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Kurumlar, kendi kaynaklarıyla iş

sağlığı ve güvenliği çalışmalarını yürütmekte, eğitimci ve idari personel için İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi düzenlemekte ve risk analizi yapmaktadır. Kurumlar, bu çalışmalarını büyük bir özveriyle yürütmesine rağmen, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekiminin bulunmaması eğitim sektöründeki kurumları sıkıntıya sokmakta ve iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili faaliyetlerin yeterince gerçekleştirilememesine neden olmaktadır (Akaner ve Özdemir, 2022). Eğitim kurumlarında iş sağlığı ve güvenliği için özel bir bütçe ayrılmamaktadır. Ancak, bu alandaki faaliyetlerin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için yönetimin bütçe tahsis etmesi önemlidir. Böylece, eğitim kurumları gerekli donanım ve altyapıya sahip olabilir (Kilitci, 2018).

3.4.2. Risk değerlendirme ekibinin oluşturulması

Bazı ülkelerde risk değerlendirme ekibi oluşturulması zorunlu değilken, ülkemizdeki mevzuat bunu yasal bir gereklilik olarak belirlemektedir. Risk değerlendirmesi ekibi, işveren tarafından kurulan bir gruptur. Bu ekip, aşağıdaki kişilerden oluşmaktadır:

- İşveren ya da işverenin yetkilendirdiği temsilci
- İşletmede iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çalışmalarını yürüten iş güvenliği uzmanı ile işyeri hekimi
- İşlerdeki çalışanların temsilcileri
- İşyerinde görev yapan destek personeli
- İşyerinde risk analizine katkı sağlayabilecek bilgi ve deneyime sahip teknik personel

Bu bilgiler doğrultusunda, ekip üyelerinin sayısının kaç kişi olabileceği veya bir üst sınırın bulunup bulunmadığına dair herhangi bir sınırlama getirilmemiştir (Selek, 2019: 356). Risk değerlendirme sürecinde, insanların maruz kalacağı tehlikeler, seçilecek iş ekipmanları, kullanılacak kimyasallar ve müstahzarlar ile iş yerinin düzeni gibi faktörlere bağlı olarak ele alınabilir. İş sağlığı ve yaşam politikası rejimi, çalışma yöntemleri ve üretim paketleri; çalışanların sağlık ve beslenme düzeni şekilde tasarlanmalı ve işyerlerinin tüm yönetim aralıkları sürekli olarak sürdürülmelidir (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014: 276).

3.4.3. Risk değerlendirme aşamaları

Risk değerlendirme yönetmeliğine göre, risk değerlendirmesi işyerlerinde tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenip analiz edilmesi, ardından risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi sürecidir. Bu süreç, işletmenin tasarım veya kuruluş aşamasından itibaren başlar ve yapılan çalışmaların belgelenmesi, güncellenmesi ve gerektiğinde yenilenmesi adımlarını içerir. Risk değerlendirmesi belirli aşamalar izlenerek gerçekleştirilir. Risk değerlendirme çalışmaları sırasında, çalışanların sürece aktif katılımı sağlanarak her aşamada görüş ve nerileri alınır. Risk değerlendirmesinin nasıl yapılacağına dair detaylar, ayrıca risk değerlendirme aşamaları ve bu aşamaların içerikleri izelge 3.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği kapsamında yer alan risk değerlendirme aşamaları (İSGRDY/Mad. 7-8).

Risk Değerlendirme ekibinin oluşturulması	- İşveren veya işverenin yetkili temsilcisi. - İşyeri güvenliği uzmanları ve işyeri doktorları. Çalışanları temsilen görev yapan kişiler. - Destekleyici personel.
Tehlikelerin tanımlanması	- İşyerine, alışanlara ve çalışma koşullarına ilişkin gerekli bilgilerin derlenmesi. - Toplanan bu bilgiler doğrultusunda; İSG mevzuatında belirtilen kurallar dikkate alınarak, iş ortamında mevcut olabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik, psikososyal ve diğer risk unsurları ile bunların etkileşiminden kaynaklanabilecek tehlikeler tespit edilir ve kayıt altına alınır.
Risklerin belirlenmesi ve analizi	Belirlenen tehlikeler tek tek ele alınarak, bu tehlikelerin neden olabileceği risklerin ne sıklıkla ortaya çıkabileceği, bu risklerin kimleri, neleri, nasıl ve hangi derecede etkileyip zarar verebileceği tespit edilir.
Risk kontrol adımları	- Planlama aşaması - Risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi - Risk kontrol önlemlerinin hayata geçirilmesi - Uygulamaların izlenmesi
Dokümantasyon	Gerçekleştirilen risk değerlendirmesi, yönetmelikte belirtilen asgari şartları içerecek şekilde belgelendirilir.

3.5. Risk Değerlendirme Yöntemleri

İş sağlığı ve güvenliği alanında uygulanan risk değerlendirme teknikleri, risk değerini genellikle olasılık ve şiddet faktörlerine göre belirler. Bu süreç, riskin değerlendirilmesinde

kullanılan temel bir yöntemdir. Şiddet parametresinin nesnel bir şekilde ölçülememesi nedeniyle, değerlendirme sürecine subjektif yorumlar ve kategorik veriler dahil edilmektedir (İlbahar, Karaşan, Cebi ve Kahraman, 2018).

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kapsamında gerçekleştirilen risk değerlendirmesinin amacı, çalışanların ve diğer paydaşların güvenliğini korumaktır. Ayrıca, iş ve işyeri kaynaklı faaliyetlerden doğabilecek olası kayıpları ve zararları minimuma indirmeyi hedefler, bu sayede işletmenin verimliliğini ve rekabet gücünü artırır (Gül, 2018).

İş sağlığı ve güvenliği alanında kullanılan risk değerlendirme yöntemleri, risk değerlerini genellikle olasılık ve şiddet unsurlarına dayanarak belirler. Ancak, şiddet parametresi objektif bir şekilde ölçülemediği için, bu süreçte öznel değerlendirmeler ve kategorik veriler kullanılmaktadır. Risk değerlendirme teknikleri, kullanılan parametre türüne göre iki ana gruba ayrılmaktadır: nicel ve nitel.

Nicel teknikler, risk seviyesini tamamen sayısal veriler ve istatistiksel analizlerle belirlemeye odaklanırken, nitel teknikler ise gözlemler, kategorik değerlendirmeler ve sayısal olmayan ölçümler üzerinden risk değerlendirmesi yapar (Çebi, 2017; Ilbahar ve diğerleri, 2018). Örneğin, risk derecesini belirlemek amacıyla şiddet parametresi kullanılıyorsa, bu durumda ilgili yöntem nitel bir yöntem olarak değerlendirilir. Bunun nedeni, şiddeti sayısal olarak ölçmek için herhangi bir ölçüm aracı bulunmamasıdır. Diğer yandan, bir risk değerlendirme tekniği riski yalnızca olasılık parametresine dayanarak hesaplıyor ve olasılık değeri geçmiş verilere dayalı istatistiksel yöntemlerle belirleniyorsa, bu durumda nicel bir teknik olarak kabul edilir. Kategorik verilerin kullanılmasıyla nicel risk analizi tekniklerinden de faydalanmak mümkündür. Bu durumda, bu tür yöntemlere karma teknikler denilebilir (İlbahar ve diğerleri, 2018).

Her iş alanı için standart bir risk değerlendirme yöntemi mevcut değildir. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) uzmanları, uygulayacakları metodolojiyi belirlerken işin, işyerinin ve çalışanların özel durumlarını dikkate almalıdır. Bu işlem, tek bir uzmanın tek başına gerçekleştiremeyeceği kadar karmaşık bir süreçtir. Etkili bir risk değerlendirmesi, iş yerindeki herkesin, üst düzey yöneticilerden en alt seviyedeki çalışanlara kadar, katılımıyla mümkün olmaktadır. Risk analiz teknikleri, kullanılan parametre türlerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Topal, 2017):

Nicel risk analizi yöntemleri

- Kinney Risk Analizi
- FMEA-Olası Hata Türleri ve Etkileri Analizi
- L Tipi Matris, X Tipi Matris

Nitel risk analizi yöntemleri

- PHA-Ön Tehlike Analizi
- HAZOP-Tehlike ve İşletilebilme Yöntemi
- What if- Olursa Ne Olur, Neden Sonuç Analizi
- FTA-Hata Ağacı Analizi
- HTA-Hiyerarşik Görev Analizi

İş sağlığı ve güvenliği alanında kullanılan risk değerlendirme yöntemleri, risk değerini genellikle olasılık ve şiddet faktörleri üzerinden hesaplamaktadır. Ancak, şiddet parametresinin nesnel bir şekilde ölçülmesi zor olduğundan, değerlendirme sürecine öznel yorumlar ve kategorik veriler katılmaktadır.

Risk değerlendirmesinin temel amacı, risklerin kabul edilebilir olup olmadığını belirlemek ve kabul edilemez riskler için hangi önlemlerin alınması gerektiğini tespit etmektir. İşletmelerde kritik olan, belirlenen risklere uygun kontrol tedbirlerinin uygulanmasıdır. Yapılan risk değerlendirme çalışmaları sonucunda olası tehlikeler için gerekli önlemler alınmakta, bütçe planlamaları yapılmakta ve bu çalışmalar çalışma koşullarında iyileşmelere yol açmaktadır (Baba, 2022).

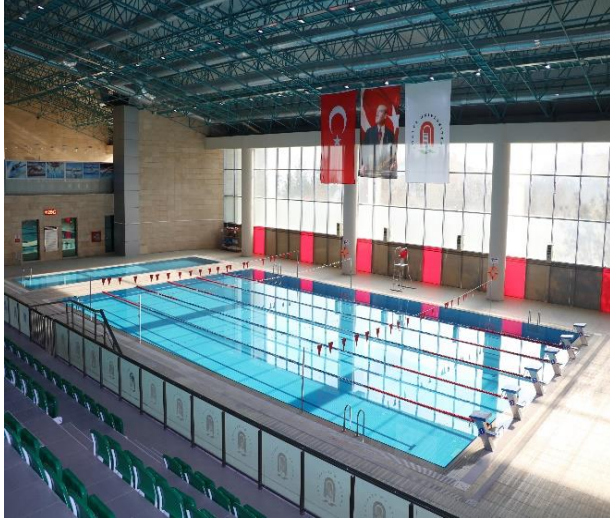
4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Gereç

Bu tez çalışması, Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzuna ait yarı olimpik yüzme havuzunda yürütülmüştür. Yüzme havuzu, 1200 m³ su kapasitesine sahip olup, 25 metre uzunluğunda, 12,5 metre genişliğinde ve 2 metre derinliğinde, 6 kulvarlı yarı olimpik standartlara uygun bir yapıya sahiptir. Havuz, üstten taşmalı ve tabandan beslemeli bir sistemle çalışmaktadır. Tesise ait görüntüler aşağıda gösterilmiştir.



Resim 4.1.Amasya üniversitesi kapalı yüzme havuzu genel görünüm



Resim 4.2. Tribünler



Resim 4.3. Atlama kulesi



Resim 4.4. Tribün merdivenleri



Resim 4.5. Zorunlu duş



Resim 4.6. Uyarı levhaları

4.2. Yöntem

Bu çalışmada yüzme havuzlarında kullanılan kimyasallar iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilip, risk analizi yapılmıştır. *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından hazırlanan Spor Merkezleri ve Yüzme Havuzları Risk Değerlendirmesi Kontrol Listesinden* yararlanılarak, risk analizi olarak **5x5 Matris (L-Tipi Matris)** yöntemi uygulanmış olup, anlaşılabilir ve yaygın bir yöntem olması nedeniyle tercih edilmiştir. Her sektörde olduğu gibi yüzme havuzlarında da bazı tehlike ve riskler vardır.

Az tehlikeli sınıfta yer alan yüzme havuzlarında meydana gelen iş kazalarına bakıldığında hem kullanıcıların hem de çalışanların güvenliğini sağlamak büyük önem taşımaktadır. Özellikle son yıllarda havuz sayısındaki hızlı artış dikkate alındığında, iş güvenliği açısından bu ortamların değerlendirilmesi, kontrol edilmesi ve mevcut eksiklerin giderilmesi kritik hale gelmiştir. Bu nedenle, bu çalışma yüzme havuzlarındaki iş kazası risklerini önleme ve kontrol altına alma amacıyla, L tipi (5x5) matris risk analiz yöntemi kullanarak potansiyel tehlikelerin risklerini analiz etmeyi hedeflemektedir.

4.3. L Tipi Matris Yöntemi

Risk değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan ABD Askeri Standardı MIL-STD-882-D, "L tipi matris yöntemi" ile tanınır. Bu yöntem, güvenlik programlarının gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir ve tehlikelerin olası etkilerini değerlendirmek için sistematik bir çerçeve sunar.

L tipi matris, risklerin hem şiddet hem de olasılığını ele alarak, riski önceliklendirme ve karar alma süreçlerini kolaylaştırır. Acil müdahale gerektiren tehlikelerin belirlenmesinde kullanılan bu yöntem, olayın meydana gelme olasılığı ile gerçekleştiğinde yaratacağı şiddeti değerlendirmek ve derecelendirmek amacıyla uygulanmaktadır (Aker ve Över Özçelik, 2020).

L Tipi Matris, işletmelerde pratik ve anlaşılır yapısıyla İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) alanında sıklıkla tercih edilen bir risk değerlendirme yöntemidir. Yalın yapısı sayesinde, birden fazla kişiye ihtiyaç duymadan tek bir kişi tarafından dahi uygulanabilir olduğundan bu tez çalışmasında tercih edilmiştir. Risk değerlendirmesinin ana hedefi, işletmenin amaçlarını gerçekleştirmesini engelleyen faktörleri tespit edip, gerekli tedbirleri belirleyerek bu engelleri ortadan kaldırmaktır (Selçuk ve Selim, 2018). L tipi matris yöntemi, sebep ve sonuç ilişkilerinin analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

Klasik 5x5 L tipi matris yönteminde, risklerin ortaya çıkma olasılığı ve şiddeti bir arada ele alınır. Bu yaklaşımda, risklerin olasılık ve şiddet derecelerinin çarpılmasıyla Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanır ve bu sayede risklerin önem derecesi belirlenir (Oturakçı, 2021). Bu yöntem, risk değerini olayın gerçekleşme olasılığı ile yarattığı etkinin bileşkesi olarak tanımlar. Hem şiddet hem de olasılık bileşenleri 1'den 5'e kadar sayısal değerlerle derecelendirilir.

Çizelge 4.1.L tipi matris şiddet değerleri (Özdemir ve Özdemir,2021).

Tanım	Puan	Şiddet
Neredeyse hiç	1	Çok Düşük
Çok nadiren (yılda bir kez)	2	Düşük
Nadiren (yılda birkaç kez)	3	Orta
Sıklıkla (ayda bir)	4	Yüksek
Çok sık (haftada bir, her gün)	5	Çok Yüksek

Çizelge 4.2. L tipi matris olasılık değerleri (Özdemir ve Özdemir,2021).

Tanım	Puan	Şiddet
İş saati kaybı yaşanmaz, ancak ilk yardım müdahalesi gerektiren.	1	Çok Hafif
İş günü kaybı söz konusu değil; ayakta tedavi ile geçici bir müdahale yeterli olan ve ilk yardım gerektiren	2	Hafif
Hafif yaralanma tedavi için kabul gerektirir	3	Orta
Ciddi yaralanma, uzun vadeli tedavi gerektiren ve meslek hastalığına yol açan durum	4	Ciddi
Ölüm durumu, sürekli iş göremezlikle sonuçlanan bir durum	5	Çok Ciddi

Bu aşamadan sonra, farklı şiddet seviyelerine karşılık gelen olasılık değerlerinin belirlenmesine yardımcı olacak risk derecelendirme skalası çizelge 4.3’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Risk Derecelendirme Skalası (Kınalı, 2019).

R=OLASILIK X ŞİDDET			ŞİDDET				
			Çok Hafif	Hafif	Orta	Ciddi	Çok Ciddi
OLASILIK	Çok Küçük	1	1	2	3	4	5
	Küçük	2	2	4	6	8	10
	Orta	3	3	6	9	12	15
	Yüksek	4	4	8	12	16	20
	Çok Yüksek	5	5	10	15	20	25

Elde edilen risk puanlarına dayanarak alınması gereken önlemler belirlenmiştir ve bu sonuçlara göre işletmede uygulanacak faaliyetler çizelge 4.4’te detaylandırılmıştır. Bu yöntem, iş sağlığı ve güvenliği risklerini belirleyip, uygun önlemlerin hayata geçirilmesine olanak tanıyan etkili bir yönetim aracı olarak işlev görebilir.

Çizelge 4.4. Risk Skoru Eylem Planı Tablosu (Gülbay, 2018)

Risk Skoru	Eylem
Katlanılamaz Risk (25)	Herhangi bir devam eden faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Riskler yeterince azaltılana kadar işe başlanmamalıdır.
Önemli Risk (15-16-20)	Eğer herhangi bir faaliyet sürüyorsa hemen durdurulmalıdır. Çalışmaya, gerekli önleyici tedbirler alındıktan sonra devam edilebilir.
Orta Düzeyde Risk (8-9-10-12)	Risk azaltıcı tedbirler alınmalı ve çalışmalar kontrollü bir şekilde sürdürülebilir.
Katlanılabilir (2-3-4-5-6)	Risk düşük olduğu için kısa vadede ek önleyici tedbirler almaya gerek yoktur. Ancak mevcut kontrollerin sürdürülmesi önemlidir.
Önemsiz (1)	Var olan kontrollerin sürdürülmesi gereklidir.

Riskin ölçümü, şiddet ve olasılık faktörlerinin çarpımıyla belirlenir. Yükselen risk değeri, alınması gereken önlemlerin ve müdahalelerin aciliyetini artırır. Etkili bir risk analizi, bu verilerin doğru değerlendirilmesini ve bu değerlendirmeye dayalı bir müdahale planı oluşturulmasını gerektirir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

L Tipi Matris yöntemiyle her tehlike için “olasılık” ve “şiddet” faktörlerine ait değerler tespit edilerek, risk skorları oluşturulmuştur. Analiz aşamasında, L Tipi Matris yöntemi kullanılarak her bir tehlikenin risk değeri, olasılık ve şiddet faktörlerinin çarpımıyla hesaplanmıştır. Tehlikeler incelenerek, her birinin ne tür bir risk oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu risklerin puanlaması için bir L tablosu hazırlanmıştır.

Çalışmanın devamında, belirlenen hedeflere uygun bir risk analiz çizelgesi hazırlanmıştır. Bu çizelgede, yüzme havuzunun fiziksel ortamı, kullanılan kimyasallar, kullanıcılar ve çalışanlar detaylı bir şekilde incelenmiş; günlük iş akışları ve çalışan davranışları gözlemlenmiş ve çeşitli parametreler üzerinden analizler yapılarak risk derecelendirmesi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen riskler, ilgili kanunlar, yönetmelikler ve uluslararası kuruluşların direktifleri, yönergeleri ve bildirimleri ışığında incelenmiş ve bu risklere karşı uygun öneriler geliştirilmiştir.

Mevcut durum analizi sonrasında, ortaya çıkan yeni riskler ve gerekli önlemlerin skorları da benzer şekilde L çizelgesinde yer almıştır. Uygulamaya dair risk analizi sonuçları (5x5-L matris) çalışmanın sonunda Ek 1’de gösterilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzunda yapılan risk analizi sonucunda 3 başlıkta 80 risk tespit edilmiştir. Bu risklerden 1’ i çok önemli, 23’ ü önemli, 38’ i orta, 18’i düşük risk bulunmuş ve bu risklere karşı alınması gereken tedbirler belirlenmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda çok önemli tehlike (Ek 1):

- Havuzda bağlı klor miktarının yüksek çıkması çok önemli tehlike kategorisinde olduğu tespit edildi.

Bağlı klor, sudaki organik ve inorganik maddelerle etkileşime girerek oluşan bir klor bileşiğidir. Havuzu kullananların ter, idrar gibi faktörleri, bağlı klor oranının artmasına sebep olur. Havuzda yeteri kadar klor miktarı olmadığı ve kullanıcı yoğunluğu fazla olduğu zaman bağlı klor miktarı artmaktadır. Yoğun tahriş edici klor kokusu, gözlerde yanma ve tahriş gibi

belirtilere yol açarak klorun dezenfektan etkisinin azalmasına neden olur. **Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmeliğe Göre (2011)** bağlı klor miktarı 0,2 ppm (mg/Lt) üstünde olmamalıdır. Sağlık Bakanlığı halk sağlığı laboratuvarı tarafından alınan havuz suyu aylık numune sonuçlarında bağlı klor yüksekse havuz faaliyeti durdurulur. İşletme gerekli tedbirleri aldıktan sonra faaliyete devam edilir. Havuz kullanıcılarının bağlı klor seviyelerinin artmaması için kişisel temizliklerine özen göstermeleri ve havuz işletmecileri, kullanıcıları bu konularda bilgilendirerek, olası riskleri önlemek adına gerekli farkındalığı yaratmalıdır.

Önemli tehlikenin olduğu tablo incelendiğinde (Ek 1):

- Yapılan çalışmalardan personelin zarar görme tehlikesi
- Asansör makine dairesinde su birikmesi sonucu oluşabilecek tehlikeler
- Havuzun ıslak zemininde kayma ve düşme
- Havuz derinliğinin belirtilmemesi
- Havuz kullanımından önce duş alınmaması ve ayak dezenfeksiyonunun yapılmaması
- Havuz suyu hazırlama ve kontrol görevini üstlenecek personelin olmaması
- Havuz kullanım kurallarının görünür bir alanda bulunmaması
- Havuz dip temizliğinin her gün yapılmaması
- Serbest klor seviyesinin sabit tutulmaması
- Klor miktarının düzenli olarak kontrol edilmemesi
- Klor gazı sızıntısı ihtimali
- Kimyasal maddelerin uygun olmayan şekilde depolanması
- Dezenfektanların birbiriyle etkileşime girmesi
- Kimyasal depo alanında yetersiz havalandırma
- Kimyasal maddelere ait güvenlik bilgi formlarının eksikliği
- Dezenfeksiyon maddelerinin son kullanma tarihlerinin geçmiş olması
- Havuz suyu sıcaklığının uygun aralıkta olmaması
- Duş sayısının yetersiz olması
- Koruyucu maske kullanılmaması
- Cankurtaran kulesinin havuz alanını tam olarak görememesi
- Yangın merdiveninin kullanılmaması

- Acil durumlarda çıkış kapısının yetersizliği nedeniyle izdiham oluşması
- Makine dairesinde acil durdurma butonunun bulunmaması

Bu nedenlerden dolayı, havuz alanında önemli tehlikelerin daha yoğun şekilde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Arani ve diğerleri (2020) tarafından yaptıkları, “Yüzme Havuzunda Sağlık ve Güvenlik Tehlikelerin Tespiti ve Risk Değerlendirmesi” çalışmasında 41 güvenlik ve 35 sağlık riski tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda yüksek klor konsantrasyonu, yetersiz havalandırma gibi sağlık tehlikelerinin havuzlarda yaygın olduğunu göstermektedir. Bu bulgular Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzu tespit edilen serbest klor miktarının sabit tutulamaması riskiyle benzerdir. Havuza ait otomatik klorlama sistemi çalışmadığından, manuel olarak yapılan klorlama işlemi yeterince etkili olmamış; havuz suyundaki serbest klor seviyesinin büyük ölçüde dalgalandığı ve genellikle istenilen seviyenin altında kaldığı gözlemlenmiştir. Klor miktarının havuzlarda sabit tutmak elle atıldığı sürece zordur. Bunun için havuzlarda klorun devamlı bakiye bırakması için otomatik dozajlama sistemiyle istenilen aralıklarda sabit tutulabilir.

Kısa vadede en ciddi ve çözümü en zor riskler, mikrobiyolojik kaynaklı olanlardır. Bu nedenle, suların mikrobiyolojik kalitesinin sağlanması için düzenli kontroller yapılmalı ve güvence altına alınmalıdır.

Zepak (2023) çalışmasında, spor merkezleri ve yüzme havuzları için hazırlanan risk değerlendirmesi kontrol listesi, kamuya ait 8 spor merkezi ve 2 yüzme havuzunda uygulanmıştır. Çalışmada mevcut durum iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiş ve elde edilen bulgular detaylı olarak tartışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, kontrol listesindeki her alt bölüm için ayrı ayrı incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek tartışılmıştır. Spor merkezleri ve yüzme havuzlarındaki sektöre özgü risklerin değerlendirilmesi amacıyla bir kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu listede, havuz alanındaki çeşitli öğelerin uygunluğunu değerlendiren toplam 16 soru bulunmaktadır. Sorular; havuz tabanı, havuz içi giriş-çıkış alanları, duş alanları, havuz yüzey malzemesi, havuz suyu sorumlusu ve sorumlunun sürekli olarak alanda bulunup bulunmadığı, su kalitesi, klor seviyesi ve klor kontrolü gibi konuları

kapsamaktadır. Yapılan değerlendirme sonucunda, tespit edilen uygunsuzluklar ile tez çalışmamızdaki tehlikeler benzerdir.

Velioğlu (2023), kapalı spor salonundaki riskleri iş sağlığı ve güvenliği perspektifinden incelemiş; tehlikeleri Fin Kinney ve Matris yöntemi ile belirleyerek, ardından risk analizlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Toplamda 51 risk tespit edilmiştir; bunlar arasında 12 çok yüksek risk, 18 yüksek risk, 18 önemli risk ve 3 kesin risk bulunmaktadır. Belirlenen risklere karşı alınması önerilen kontrol önlemleri sayesinde, kapalı spor salonlarında iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun bir çalışma ortamı oluşturulabilir. Bu önlemler, riskleri azaltarak daha güvenli ve sağlıklı bir ortam sağlamaya katkıda bulunacaktır.

Özdemir (2021) çalışmasında, kapalı spor salonunu incelemiş; bina içerisinden elde edilen görseller ve canlı gözlemlerle toplanan veriler doğrultusunda bir risk değerlendirme tablosu oluşturmuş ve bu verileri derecelendirmiştir. Sonuç olarak, 7 çok yüksek risk, 5 yüksek risk, 22 önemli risk ve 3 kesin risk olmak üzere toplamda 37 risk tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, kapalı spor salonunun iş sağlığı ve güvenliği kriterlerine uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Özgür (2021), çalışmasında içme suyu arıtma tesisinin dezenfeksiyon ünitelerinde ortaya çıkabilecek tehlikeleri ve bu tehlikelerin doğurduğu risk faktörlerini incelemiştir. Matris risk analizi yöntemi kullanılarak yapılan risk analizi ve değerlendirme çalışması sonucunda, 29 farklı tehlike yorumlanmıştır. Dezenfeksiyon ünitelerinde başlıca sorunların; çalışanların yetersiz eğitim alması, uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaması ve dezenfektan maruziyeti olduğu saptanarak çalışmamızla benzer tehlikeler tespit edilmiştir. Çalışmamızda, önemli tehlike olarak maske kullanımının ihmal edilmesi ve orta tehlike olarak dezenfektanların cilt ve gözle temas etmesi gibi sorunların, kişisel koruyucu ekipman eksikliğinden kaynaklandığı görülmüştür. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği'ne göre işveren, işyerinde kullanılacak ekipmanın yapılacak iş için uygun olmasını ve çalışanların sağlığına ya da güvenliğine zarar vermemesi için gerekli önlemleri almak zorundadır. Ayrıca, çalışanların kullanımına uygun olarak tam yüz maskesi, kimyasala karşı dirençli koruyucu kıyafet ve lastik eldivenler temin edilmelidir. Çalışanların

bilinçlendirilmesi ve düzenli aralıklarla verilecek eğitimlerle, dezenfeksiyon ünitelerinin hem çalışanlar hem de ortam sağlığı açısından güvenli bir hale gelmesi sağlanabilir.

Literatürde yer alan çalışmalar ile çalışmamızın sonuçları ve risk değerlendirme süreçleri arasında bir tutarlılık bulunmaktadır. Belirlenen önemli, orta ve düşük riskler için saptanan risk değerleri benzer özellikler göstermektedir.

Orta tehlikenin olduğu tablo incelendiğinde (Ek 1):

- Çalışanların dikkatsiz ve bilinçsiz hareket etme eğiliminde olmaları
- Kas-iskelet hastalıklarına karşı alınması gereken önlemlerin bilinmemesi
- Sürekli ayakta çalışan personelin sağlık sorunları yaşaması
- Hijyen konusunda personelin yeterli farkındalığa sahip olmaması
- Bina genelinde düzenli ilaçlama yapılmaması nedeniyle kemirgen, mikroplar ve parazitlerin ortaya çıkması
- Merdivenlerin uygun olmaması ve trabzan eksikliği
- Asansörlerin periyodik bakımının yapılmaması
- Elektrik kaçağı durumunda akımın kesilmemesi
- Elektrik tesisatının ve topraklama hattının düzenli olarak kontrol edilmemesi
- Elektrik panosunun önünde izolasyon malzemesinin olmaması
- Elektrikli aletlerin bozulmuş veya arızalı olması
- Havuz ortamında kullanıcılar ve personel için potansiyel tehlikeler
- Yetersiz aydınlatma nedeniyle alanların karanlık kalması
- Yangın ve patlama risklerine neden olabilecek kaçaklar
- Islak zeminlerde küf ve mantar oluşumu
- Havuzun suyla temas eden yüzeylerinde yosunlaşma meydana gelmesi
- Soyunma odaları, duşlar ve tuvaletlerin temiz olmaması

- Klor ölçüm cihazlarının arızalanması
- Klorun uygun olmayan koşullarda taşınması
- Dezenfektanların cilt ve gözle temasa neden olması
- Kimyasal ürünlerin açık bırakılması
- Kimyasal depo alanlarında gerekli uyarı levhalarının olmaması
- Acil durumlar için gerekli donanım ve personelinin bulunmaması
- Denge tankının bakımlarının yapılmaması
- Havuzlarda sertifikalı cankurtaran bulunmaması
- Cankurtaranların acil iletişim cihazlarını kullanmaması
- Cankurtaran malzemelerinin eksik olması
- Yangın söndürücülerin son kullanma tarihinin geçmesi
- Acil durumlarda aydınlatmanın sağlanamaması
- Acil çıkış kapılarının kilitli olması
- Acil çıkış yollarını gösteren uyarı levhalarının eksikliği
- İşyerinin gerekli yerlerinde işaretlenmiş bir krokisinin bulunmaması
- Binanın periyodik bakımının yapılmaması
- Doğal afetler sırasında yapılması gerekenlerin bilinmemesi
- Çalışanların daha önceki kazalar veya iş hastalıklarıyla ilgili verilerin analiz Edilmemesi
- Yangın söndürme tüplerinin erişilebilir olmaması
- Jeneratörlerin bakımının yapılmaması

Bu nedenlerden dolayı, bina genelinde, havuz alanında ve acil durumlara yönelik olarak orta düzeyde tehlikeler belirlenmiştir.

Doğan'ın (2021) temiz su arıtma tesisinde yaptığı risk değerlendirmesi sonucunda 3 yüksek, 26 orta ve 1 düşük düzeyde risk belirlenmiştir. Bu riskler doğrultusunda alınması gereken önlemler ayrıntılı şekilde tanımlanmıştır. Çalışmamızda da benzer tehlikeler saptanmıştır. Orta tehlike grubundaki klor ölçüm cihazının arızalanması, yetersiz havalandırma ve dezenfektanların cilt ve göz ile temas etme tehlikesi bulunmaktadır. Havuzdaki bakiye klor miktarını ölçen analizörlerin kalibrasyonu düzenli olarak kontrol edilmeli, ayrıca cihazın ölçüm sırasında kullandığı çözeltiler gözden geçirilerek gerektiğinde yenilenmelidir. Tesis içinde sürekli havalandırmanın aktif olduğundan emin olunmalıdır. Nem alma santrali düzenli olarak çalışarak havuz alanındaki kirli havayı temizlemelidir. Dezenfektanlarla çalışanlara yönelik eğitimler verilmesi, malzeme güvenlik bilgi formlarının çalışanlarla paylaşılması ve tesiste uyarı işaretlerinin yerleştirilmesi gereklidir. Ayrıca, kullanılan tüm dezenfektanlar, malzeme güvenlik bilgi formlarında belirtilen saklama koşullarına uygun şekilde muhafaza edilmelidir. Klorun insanlarla teması durumunda ciltte, gözlerde ve solunum sisteminde ciddi zararlara yol açabileceği bilinmektedir. Ayrıca, bu kimyasalın toksik özellikler taşıması nedeniyle çalışanların etkili bir şekilde korunması gerekliliği öne çıkmaktadır.

Yüzme havuzlarında acil durum tehlikelerini değerlendirdiğimizde, bir acil durum planının hazırlanması gereklidir. Bu plan, İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik hükümlerine uygun olarak düzenlenmeli, tesis edilip asılmalı, güncel tutulmalı ve tüm çalışanların erişebileceği şekilde sisteme yüklenmelidir. Çalışanlara, görevleriyle ilgili hizmet içi eğitimler verilerek bilinçlendirilmelidir. Uyarı işaretleri ve talimatlar stratejik noktalara asılmalı, acil çıkış levhaları herkesin kolayca görebileceği alanlarda bulunmalıdır. Ayrıca, acil durum toplanma alanları belirlenerek bu alanların acil toplanma yeri olduğunu gösteren işaretler yerleştirilmelidir (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik). Tesiste daima aktif acil durum telefonlarının bulunması sağlanmalıdır. Destek hizmet odasında, kapsamlı bir ilk yardım çantası, kurtarma ekipmanları ve sedye bulundurularak her an erişime hazır hale getirilmelidir (İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik). Yangın merdivenlerinin daima güvenli ve işlevsel olması sağlanmalıdır. Merdiven önleri ve üstleri tamamen boş bırakılmalı; kaçış yollarında engel olmaması için düzenli olarak kontrol edilmelidir. Erişimin hızlı sağlanabilmesi için kapılar periyodik olarak denetlenmeli ve yangın dışında başka amaçlarla kullanılmamalıdır (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında

Yönetmelik). Acil çıkış kapılarının her zaman kilitsiz ve dışarıya doğru açılabilir durumda olması sağlanmalıdır. Yangın söndürücülerin son kullanma tarihleri izlenmeli; tarihi geçenler yenisiyle değiştirilmelidir. Aynı zamanda, yangın söndürücülerin basınç seviyeleri de periyodik olarak denetlenmelidir.

Elektrik sigorta kutularının kilitli panolarda bulundurulması sağlanmalı, kauçuk paspas konmalı ve yetkili olmayan kişilerin erişimi engellenmelidir. Uyarı işaretleri belirgin bir şekilde yerleştirilmelidir (Elektrik İç Tesisleri Proje Hazırlama Yönetmeliği).

Düşük tehlikelerin olduğu tablo incelendiğinde (Ek 1):

- Engelliler için erişim imkânlarının yetersizliği
- Çalışanların tek başına taşınamayacak ağırlıktaki yükleri kaldırması
- Eğitim ve bilgilendirme belgelerinin kayıt altına alınmaması veya uygun şekilde saklanmaması
- Çalışanların görev tanımlarının yapılmaması ve ek iş yükü verilmesi
- İş dağılımındaki dengesizlikler ve anlaşmazlıklar nedeniyle stresli çalışma ortamlarının oluşması
- Çalışanlar ile işveren arasında yeterli iletişimin sağlanamaması
- Çalışanların kendi aralarındaki şakalaşma veya tartışmaların kazalara yol açma riski
- Kaygan zeminden dolayı düşme tehlikesi
- Elektrik odasının kilitsiz olması nedeniyle yetkisiz kişilerin erişim sağlaması
- Doğal ve yapay havalandırmanın yetersiz olması
- Havalandırma ve iklimlendirme cihazlarının çalışmaması sebebiyle oluşabilecek sağlık sorunları
- Temizlik ürünlerinin uygun koşullarda depolanmaması
- Çalışanların, temizlik kimyasallarının tehlikeleri ve doğru kullanımı konusunda bilgilendirilmemesi

- Yetersiz termal konfor koşulları
- İş kazaları ve meslek hastalıklarının sosyal güvenlik kurumuna bildirilmemesinden kaynaklanabilecek tehlikeler
- Acil durum toplanma alanı eksikliği
- Soyunma odasındaki fön makinesinin kullanım talimatının olmaması

Bu nedenlerle, bina genelinde ve acil durumlara ilişkin düşük seviyeli tehlikeler belirlenmiştir. Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzunda saptanan iş sağlığı ve güvenliği risklerinin, yukarıda belirtilen çalışmaların risk tanımları ile büyük ölçüde örtüştüğü gözlemlenmiştir. Çalışmamızda tespit edilen tehlikelerin ağırlıklı olarak fiziksel, havuz kimyasalları, biyolojik, acil durumlar, mekanik, elektriksel faktörler, psikososyal davranışlar, eğitim yetersizlikleri ve iş yeri koşullarından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu tehlikelere karşı önerilen tedbirlerin uygulanması durumunda risk seviyelerinin düşeceği öngörülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rekreasyonel amaçlarla su kullanımının tüm dünyada hızla yaygınlaştığı görülmektedir. Yüzme havuzları ve çeşitli su eğlence tesisleri hem eğlence hem de sağlık açısından önemli faydalar sunmaktadır. Ancak, gelişmiş yönetim yöntemleri, su arıtma ve kalite izleme için modern teknolojiler bu tesislerin güvenliğini artırsa da sağlık risklerinin ve iş sağlığı risklerini tamamen ortadan kaldırılamayacağı gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Havuz suyunun insan sağlığını tehlikeye atmaması için suyun mikrobiyolojik açıdan düzenli olarak izlenmesi ve uygun dezenfeksiyon işlemleri uygulanması büyük önem taşımaktadır. İşletme tarafından iş sağlığı ve güvenliği açısından suyun mikrobiyolojik kalitesinin yüksek tutulabilmesi için, etkin teknik yönetim sağlanmalı ve dezenfeksiyon ile su filtreleme sistemleri her gün dikkatle kontrol edilmelidir.

İş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan çalışmaların temel amacı, çalışanları iş kazalarından ve meslek hastalıklarından koruyarak sağlıklı bir çalışma ortamı yaratmaktır. Bir tesiste iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, o tesisi kullanan kişilerin yanı sıra toplumdaki diğer bireylerin de dolaylı olarak risklerden korunmasına yardımcı olur ve genel güvenlik bilincinin artmasına katkı sağlar. Sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturabilmek için risk değerlendirmesi yapmak büyük bir öneme sahiptir. Bu çerçevede, yüzme havuzlarının güvenliğini değerlendirmek amacıyla bir risk değerlendirmesi yapılmış ve "Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzu" bu araştırma için örneklem olarak seçilmiştir.

Çalışmamızda ilk olarak havuz da kullanılan dezenfeksiyon yöntemleri ve sağlık etkileri literatürden detaylı olarak incelenmiştir. Dezenfeksiyon, zararlı patojenlerin yok edilmesi ve bulaşıcı hastalıkların önlenmesi açısından önemlidir. Ancak, dezenfektanlar organik ve inorganik maddelerle etkileşime girdiğinde toksik dezenfeksiyon DYÜ oluşabilir. Bu yan ürünler hem insan sağlığı hem de çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Dezenfeksiyon sırasında kullanılan kimyasallar ve ortaya çıkan yan ürünlerin yönetimi, güvenli ve etkili bir dezenfeksiyon süreci için gereklidir. Bu sebeple, dezenfektanların dikkatle seçilmesi ve uygulanması büyük önem taşır. Bu süreçte, havuz personelinin çalışma şartları, ortam koşulları ve kullanılan ekipmanlar incelenerek olası tehlikeler belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada, L matris risk değerlendirme yöntemi kullanılarak 80 farklı risk tespit edilmiştir. Bu risklerden 1'i çok önemli, 23'ü önemli, 38'i orta seviyede, 18'i ise düşük risk olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, her bir risk için alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

İşyeri tehlike sınıflandırmasında, yüzme havuzları az tehlikeli işyerleri arasında yer almaktadır. Ancak sporcular, seyirciler ve diğer çalışanlar da göz önüne alındığında, havuzlarda karşılaşılabilecek olası tehlikelerin yeniden ele alınması gereklidir. Şu ana kadar, yüzme havuzlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından potansiyel riskler ve bu risklere karşı alınması gereken tedbirler tam olarak belirlenmemiştir.

Araştırmanın sonucunda pek çok bölümde tehlikelerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve güvenlik önlemleri önerilmiştir. Ancak bazı alanlarda eksiklikler bulunmakta, bazı bölümlerde ise henüz gerekli önlemler alınmamıştır. Bu eksiklikler ve güvenlik açıkları, özellikle havuz alanı, bina geneli, kimyasal kullanım ve acil durum yönetimi konularında yoğunlaşmaktadır. Yaptığımız risk değerlendirmesinde bu eksikliklerin nasıl giderileceğine dair detaylı çözümler sunulmuştur. Gerekli önlemler alındığında, bu tehlikelerden kaynaklanabilecek riskler ortadan kaldırılabilir.

Çalışmada yer alan Ek 1' de, belirlenen tehlike ve risklerin ayrıntılı bir analizini içermektedir. Bu tespitler doğrultusunda alınması gereken kararlar ve uygulanacak eylemler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Araştırma sonucunda, bazı tehlikelerin ciddi riskler taşıdığı, bu durumların yaralanma veya ölümle sonuçlanma olasılığının bulunduğu ve acil müdahale gerektirdiği ortaya konmuştur. Diğer yandan, bazı risklerin orta ve düşük seviyelerde olduğu ve uygun tedbirlerle kabul edilebilir düzeylere indirilebileceği belirlenmiştir.

Çalışanlara işin niteliği ve içerdiği tehlikelerle ilgili düzenli eğitimler verilmesi, kişisel koruyucu donanımların doğru kullanımı hakkında bilgilendirilmesi ve bu donanımların kullanımının denetlenmesi, tek başına yeterli olmamakla birlikte, olası iş kazalarının çoğunu önlemekte önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma ortamındaki tehlike ve risklerin ortadan kaldırılmasının ilk adımı, kaynakta ve ortamda gerekli önlemleri almaktır. Bu önlemler, riskleri kabul edilebilir seviyelere düşürmeli ve kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak, bireylerin karşılaşılabileceği olası tehlikeler için ek tedbirler uygulanmalıdır.

Bu tez çalışması çerçevesinde gerçekleştirilen risk analizi sonucunda, araştırmanın uygulandığı Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzunda mevcut tehlikeler, riskler, bunların yol açabileceği sonuçlar ve alınması gereken önlem ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- DYÜ oluşumu, doğrudan dezenfeksiyon yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterir. Ancak, düşük maliyetli, kalıcı ve uygulaması kolay olduğu için en çok tercih edilen dezenfektan klordur. DYÜ oluşumunu en aza indirmek için DYÜ öncüllerinin arıtılması ve uygun dezenfektan seçimi gereklidir. Bu nedenle, yüzme havuzlarındaki arıtma sistemleri, öncüllerin etkili bir şekilde giderilmesinde kritik bir rol oynar.
- Dezenfeksiyon sürecini kontrol edebilmek için havuzlarda otomatik dozajlama sisteminin faaliyete geçirilmesi önerilmektedir.
- 27886 sayılı ‘Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları ve Şartları Hakkında Yönetmelik’e DYÜ ile ilgili sınır değerlerin eklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Özellikle, THM gibi sağlık açısından ciddi riskler taşıyan yan ürünler için maksimum limitlerin belirlenmesi önemlidir. Bu tür yan ürünlerin kontrol edilmesi, havuz suyunun güvenliğini sağlamak ve kullanıcıların sağlığını korumak için kritik bir adımdır.
- Yüzücülerden kaynaklanan insan atıklarını azaltmak ve böylece DYÜ öncüllerinin seviyesini önemli ölçüde düşürmek için havuza girmeden önce duş alınması ve ayak dezenfeksiyon havuzu gereklidir. Bu amaçla, havuzlarda zorunlu duş alanlarının bulunması önerilmektedir.
- Dezenfeksiyonun etkin bir şekilde sağlanabilmesi için, kişilerin havuz kullanım kurallarına riayet etmeleri önemlidir.
- Havuz kullanım kuralları tesis de herkesin görebileceği şekilde asılmalıdır.
- Uçuculuğu yüksek olan DYÜ'ler, özellikle yüzme havuzlarının iç ortam havasında yoğunlaşır ve solunum yoluyla vücuda girmesi durumunda sağlık riski oluşturabilir.

- Yüzme havuzlarının teknik durumu, kullanıcı güvenliğini garanti altına almak için düzenli ve güvenilir bir şekilde denetlenmelidir. Havalandırma sisteminin performansı bu bağlamda çok önemli bir rol oynar.
- Havuzlardaki DYÜ'lere en fazla maruz kalanlar, genellikle kullanıcılar ve havuzda çalışan görevlilerdir. Bu riski azaltmak için DYÜ'lerin seviyesinin düşürülmesi ve etkin bir hava ventilasyonu sağlanması önemlidir. Bu durum, havuzlarda nem alma santralinin aktif bir şekilde çalışmasıyla sağlanır.
- Kullanılan kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formları, mutlaka mevcut olmalı ve çalışanların kolayca görebileceği bir yere asılmalıdır.
- Çalışanların, iş ekipmanlarını görevlerine uygun şekilde kullanmaları ve kişisel koruyucu donanımları takmaları sağlanmalıdır.
- Havuz ve duş alanlarındaki ıslak bölgeler, kayma ve düşme risklerinin sıkça yaşanabileceği yerler olduğundan, bu alanlar kaymaz malzemelerle kaplanmalıdır.
- Havuz personelinin ve can kurtaranların temel yaşam desteği sağlama ve acil durum ekipmanlarını etkin bir şekilde kullanabilme yeteneklerini düzenli eğitimlerle geliştirmesi önemlidir. Ayrıca, tüm havuzlar için kapsamlı bir acil durum planı oluşturulmalı ve su sporları federasyonları ile ilgili sivil toplum kuruluşlarıyla koordineli bir çalışma yürütülmelidir.
- Yangın riski nedeniyle yüzme havuzlarında yeterli sayıda yangın tüpü bulundurulmalı ve bu tüpler düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- Elektrik kabloları ve prizler açıkta olmamalıdır. Elektrik panolarının önüne yalıtkan paspas konulmalı, uygun uyarı işaretleri yerleştirilmeli, kaçak akım rölesi bulunmalı ve elektrik kutuları ile sigortalar her zaman kilitli tutulmalıdır. Makinelerin elektriksel topraklaması yapılmalı ve elektrikle ilgili bakım ve onarımlar yalnızca yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır.
- İş ekipmanlarının düzenli periyotlarla kontrol edilmesi sağlanmalıdır. Yapılan kontrollerde tespit edilen eksiklikler ise derhal giderilmelidir.

- Spor tesisleri, yüzme havuzları ve işyeri olarak kullanılan alanlar, mimari projeye tam uyum sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- İş sağlığı ve güvenliği kanunu ile ilgili mevzuatlar, işyerlerinde uyulması gereken kuralları net bir şekilde ortaya koymaktadır. Binalar, işe uygun şekilde tasarlanıp, ilgili kurallar ve mevzuatlara uyularak kullanıldığında, fiziki yapıya bağlı oluşabilecek riskler en aza indirilecektir.
- Makine dairesinde, olası acil durumlar için acil durdurma butonları bulundurulmalıdır.
- Alınan önlemler etkin bir şekilde hayata geçirilmeli, tehlikeli davranışlardan kaçınılmalı ve çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına tam olarak uymalıdır.
- İşyerindeki iş kazaları, meslek hastalıkları ve ramak kala olayları kayda alınmalı ve benzer durumların tekrarını önlemek amacıyla belirlenen tedbirler uygulanmalıdır.

Yüzme havuzlarında risk değerlendirmesi, karmaşık bir konu olup, bu alanda yapılacak disiplinler arası çalışmalar, konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Literatür taraması sonucunda, konuya ilişkin benzer araştırmaların mevcut olduğu belirlenmiştir. Ancak, yüzme havuzlarına yönelik bir risk analizi çalışması yapılmamıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmamız elde edilen verilerle alana önemli bir katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFFSET). (2010). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux piscines – Partie 1: piscines réglementées.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). (2012). Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines – Partie I: piscines réglementées. *Avis de l'ANSES*. Rapport d'expertise collective. ISBN: 978-2-11-129542-1.
- Ahmadpour, E., Halle, S., Valois, I., Ryan, P. E., Haddad, S., Rodriguez, M. and Debia, M. (2022). Temporal and Spatial Variations in the Levels of Prominent Airborne Disinfection by-Products at Four Indoor Swimming Pools. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 19(4), 185-196.
- Akaner, Ö. ve Özdemir, V. (2022). Kamu Kurumlarına Yönelik İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Model Önerisi. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 13(1), 41-59.
- Aker, A. and Över Özçelik, T. (2020). Risk Assessment With 5x5 Matrix and Fine-Kinney Method in the Metal Industry. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, 4(1), 65-75.
- Akinnola, O. O., Ajayi, A. S., Ogunleye, B. O. and Enueme, I. N. (2020). Disinfection by-Products in Swimming Pools and Health-Related Issues. In *Disinfection By-products in Drinking Water* (pp. 235-252). Butterworth-Heinemann.
- Akpınar, T. ve Çakmakaya, B. Y. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. *Çalışma ve Toplum*, 1(40), 273-304.
- Alexandrou, L., Meehan, B. J. and Jones, O. A. H. (2018). Regulated and Emerging Disinfection by-Products in Recycled Waters. *Science of the Total Environment*, 637–638, 1607–1616.
- Allen, J. M., Plewa, M. J., Wagner, E. D., Wei, X., Bollar, G. E., Quirk, L. E. and Richardson, S. D. (2021). Making Swimming Pools Safer: Does Copper–Silver Ionization With Chlorine Lower the Toxicity and Disinfection by Product Formation?. *Environmental Science and Technology*, 55(5), 2908-2918.
- Alvarado-Ávila, M. I., Toledo-Carrillo, E. and Dutta, J. (2022). Cerium Oxide on a Fluorinated Carbon-Based Electrode as a Promising Catalyst for Hypochlorite Production. *ACS omega*, 7(42), 37465-37475.
- An, W., Zhang, D. Q., Xiao, S. M., Yu, J. W. and Yang, M. (2012). Risk Assessment of Giardia in Rivers of Southern China Based on Continuous Monitoring. *Journal of Environmental Sciences*, 24(2), 309–313.
- Atalay, H. (2016). *İstanbul'daki Ham Su Kaynaklarında Dezenfeksiyon Yan Ürünlerinden Haloasetik Asitlerin Oluşum Potansiyellerinin Belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Avsar, E., Avsar, D. D. and Hayta, S. (2020). Evaluation of Disinfection by-Product (DBP) Formation and Fingerprint in a Swimming Pool in Bitlis/Turkey: A case study. *Environmental Forensics*.
- Azgın, Ş. T., Kekecoglu, N. and Yamaç, E. (2021). Evaluation of the Air Quality and CO₂-Equivalent Change of Kayseri During the Covid-19 Outbreak. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 9–15.
- Baba, Y. (2022). *Yatırımcı Perspektifinden Kurumsal Risk Yönetimi: Türk Teknoloji Şirketleri Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Balogopal, S., Malhotra, V., Pendleton, J. and Reid, K. J. (2012). *U.S. Patent No. 8,268,159*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Bekaroğlu, Ş. Ş., Yiğit, N. Ö., Ateş, N. ve Köseoğlu, T. (2018). Kapalı Yüzme Havuzlarında Klorlu Organik Yan Ürünlerin Oluşumu ve Kontrolü. *Isparta*, 1–30.
- Bernard, A. (2007). Chlorination products: Emerging Links With Allergic Diseases. *Current Medical Chemistry*, 14(16), 1771–1782.
- Bernard, A., Nickmilder, M. and Voisin, C. (2008). Outdoor Swimming Pools and the Risks of Asthma and Allergies During Adolescence. *European Respiratory Journal*, 32(4), 979–988.
- Bhusnure, O. G., Dongare, R. B., Gholve, S. B. and Giram, P. S. (2018). Chemical Hazards and Safety Management in Pharmaceutical Industry. *Journal of Pharmacy Research*, 12(3), 357–369.
- Boland-Nazar, N. S., Eslamirad, Z., Sarmadian, H. and Ghasemikhah, R. (2016). An in Vitro Evaluation of Ozonized Organic Extra-Virgin Olive Oil on Giardia Lamblia Cysts. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 9(11), e40839.
- Bureau, G., Levesque, B., Dube, M., Gauvin, D., Lépine, F. and Laliberté, D. (2017). Indoor Swimming Pool Environments and Self-Reported Irritative and Respiratory Symptoms Among Lifeguards. *International Journal of Environmental Health Research*, 27(4), 306–322.
- Campos-Martin, J. M., Blanco-Brieva, G. and Fierro, J. L. G. (2006). Hydrogen Peroxide Synthesis: An Outlook Beyond the Anthraquinone Process. *Angewandte Chemie International Edition*, 45(42), 6962–6984.
- Carter, R. A. A. and Joll, C. A. (2017). Occurrence and Formation of Disinfection by-Products in the Swimming Pool Environment: A Critical Review. *Journal of Environmental Sciences*, 58, 19–50.
- Carter, R. A. A., Allard, S., Croué, J. and Joll, C. A. (2019). Occurrence of Disinfection by-Products in Swimming Pools and the Estimated Resulting Cytotoxicity. *Science of the Total Environment*, 664, 851–864.

- Casini, B., Aquino, F., Totaro, M., Miccoli, M., Galli, I. and Manfredini, L. (2017). Application of Hydrogen Peroxide as an Innovative Method of Treatment For Legionella Control in a Hospital Water Network. *Pathogens*, 6(2),
- Cebi, S. (2017). Risk Management in Disasters. In S. Cebi (Ed.), *Risk and Crisis Management in Disasters* (pp. 1–20). Anadolu University Open Education Publications. Anadolu University.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). Pool Chemical Injuries Lead to Over 4,500 Emergency Department Visits Each Year. Retrieved From.
- Chaukura, N., Marais, S. S., Moyo, W., Mbali, N., Thakalekoala, L. C., Ingwani, T. and Nkambule, T. T. (2020). Contemporary Issues on The Occurrence and Removal of Disinfection byproducts in Drinking Water – A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(2), 103659.
- Cheng, G., Li, Z., Sun, L., Li, Y. and Fu, J. (2020). Application of Microwave/Electrodeless Discharge Ultraviolet/Ozone Sterilization Technology in Water Reclamation. *Process Safety and Environmental Protection*, 138, 148–156.
- Chowdhury, S., Al-Hooshani, K. and Karanfil, T. (2014). Disinfection byproducts in Swimming Pool: Occurrences, Implications and Future Needs. *Water Research*, 53, 68–109.
- Chukwuma, N. N. (2022). Physical Work Environment (ergonomics) and Workers' Productivity in Selected Small and Medium Scale Enterprises in Umuahia, Abia State, Nigeria. *South Asian Research Journal of Business and Management*, 4(3).
- Cimentière, N. and De Laat, J. (2014). Effects of UV-Dechloramination of Swimming Pool Water on the Formation of Disinfection by-products: A lab-scale study. *Microchemical Journal*, 112, 34–41.
- Codony, F., Domenico, P. and Mas, J. (2003). Assessment of Bismuth Thiols and Conventional Disinfectants on Drinking Water Biofilms. *Journal of Applied Microbiology*, 95, 288–293.
- Collivignarelli, M. C., Abba, A., Benigna, I., Sorlini, S. and Torretta, V. (2018). Overview of the Main Disinfection Processes for Wastewater and Drinking Water Treatment Plants. *Sustainability*, 10(1), 86.
- Colombo, L., Alberti, L., Azzellino, A. and Bellotti, M. (2020). Multi-Methodological Integrated Approach for the Assessment of Diffuse Pollution Background Levels (DPBLs) in Functional Urban Areas: The PCE case in Milano NW sector. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 1–17.
- Cortes, C. and Marcos, R. (2018). Genotoxicity of Disinfection by-Products and Disinfected Waters: A Review of Recent Literature. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 831, 1–12.
- Costet, N., Villanueva, C. M., Jaakkola, J. J., Kogevinas, M., Cantor, K. P., King, W. D., Lynch, C. F., Nieuwenhuijsen, M. J. and Cordier, S. (2011). Water Disinfection by-

- Products and Bladder Cancer: Is there a European Specificity? A Pooled and Meta-Analysis of European case-control studies. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(5), 379–385.
- Craik, S. A., Weldon, D., Finch, G. R., Bolton, J. R. and Belosevic, M. (2001). Inactivation of *Cryptosporidium Parvum* Oocysts Using Medium- and Low-Pressure Ultraviolet Radiation. *Water Research*, 35(6), 1387–1398.
- Craun, G., Calderon, R. and Craun, M. (2005). Outbreaks Associated with Recreational Water in the United States. *International Journal of Environmental Health Research*, 15(4), 243–262.
- Çiçek, H. ve Çağdaş, A. (2020). Ergonomik Faktörlerin Çalışan Performansına Olan Etkileri. *OHS ACADEMY İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi*, 3(2).
- Daiber, E. J., DeMarini, D. M., Ravuri, S. A., Liberatore, H. K., Cuthbertson, A. A., Thompson-Klemish, A., Byer, J. D., Schmid, J. E., Afifi, M. Z., Blatchley III, E. R. and Richardson, S. D. (2016). Progressive Increase in Disinfection byproducts and Mutagenicity From Source to Tap to Swimming Pool and Spa Water: Impact of Human Inputs. *Environmental Science and Technology*, 50(13), 6652–6662.
- Demir, F. and Atgüden, A. (2016). Experimental Investigation on the Microbial Inactivation of Domestic Well Drinking Water Using Ozone Under Different Treatment Conditions. *Ozone: Science and Engineering*, 38(1), 25–35.
- Denmark. (2012). *Statuary Order No. 623 from 13/06/2012: Statuary Order Regarding Swimming Pools et Cetera and These Water Quality*. Bekendtgørelsen om svømmebadsanlæg m.v. og disses vandkvalitet.
- Deutsches Institut für Normung (DIN). (2012). *Treatment of Water of Swimming Pools and Baths – Part 1: General Requirements* (English translation of DIN 19643-1:2012-11). Berlin, Germany.
- Ding, S., Deng, Y., Bond, T., Fang, C., Cao, Z., and Chu, W. (2019). Disinfection Byproduct Formation During Drinking Water Treatment and Distribution: A Review of Unintended Effects of Engineering Agents and Materials. *Water Research*, 160, 313–329.
- Doğan, S. (2021). *Temiz Su Arıtma Tesislerinin İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi: Çanakkale İlinde Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Du, Y., Lv, X.-T., Wu, Q.-Y., Zhang, D.-Y., Zhou, Y.-T., Peng, L. and Hu, H.-Y. (2017). Formation and Control of Disinfection Byproducts and Toxicity During Reclaimed Water Chlorination: A Review. *Journal of Environmental Sciences*, 58, 51–63.
- Du, Y., Zhao, L., Ban, J., Zhu, J., Wang, S., Zhu, X. and Li, T. (2021). Cumulative Health Risk Assessment of Disinfection By-products in Drinking Water by Different Disinfection Methods in Typical Regions of China. *Science of the Total Environment*, 770, 144662.

- Durmishi, B. H., Reka, A. A., Gjuladin, T., Srbinovski, M. and Shabani, A. (2015). Disinfection of Drinking Water and Trihalomethanes: A Review. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 12. Retrieved from ResearchGate.
- Erdinger, L., Klaus, K. and Gabrio, T. (2005). Formation of Trihalomethanes in Swimming Pool Water – Identification of Precursors and Kinetics of Formation. *International Conference on Health and Water Quality Aspects of the Man-Made Recreational Water Environment*.
- Erdoğan, E. ve Genç, K. G. (2023). İş Sağlığı ve Güvenliği Profesyonellerinin Temel Sorunları. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1), 57–93.
- Eyi, H. (2015). *Ozonlama İşlemi Sırasında Doğal Kaynak Suyunda Bromat Oluşumunu Etkileyen Parametreler ve Bromat Miktarının Kontrolünü Sağlayan Uygulamalar*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Fantuzzi, G., Righi, E., Predieri, G., Giacobazzi, P., Mastroianni, K. and Aggazzotti, G. (2010). Prevalence of Ocular, Respiratory, and Cutaneous Symptoms in Indoor Swimming Pool Workers and Exposure to Disinfection by-products (DBPs). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(4), 1379–1391.
- Fernandez-Luna, A., Burillo, P., Felipe, J. L., del Corral, J., Garcia-Unanue, J. and Gallardo, L. (2016). Perceived Health Problems in Swimmers According to the Chemical Treatment of Water in Swimming Pools. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 256–265.
- Ferrari, M., Schenk, K., Mantovani, W., Papadopoulou, C., Posenato, C. and Ferrari, P. (2011). Attendance at Chlorinated Indoor Pools and Risk of Asthma in Adult Recreational Swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 184–189.
- Florentin, A., Hautemanière, A. and Hartemann, P. (2011). Health Effects of Disinfection by-Products in Chlorinated Swimming Pools. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214(6), 461–469.
- Font-Ribera, L., Kogevinas, M., Schmalz, C., Zwiener, C., Marco, E., Grimalt, J. O., Liu, J., Zhang, X., Mitch, W. and Critelli, R. (2016). Environmental and Personal Determinants of the Uptake of Disinfection by-products During Swimming. *Environmental Research*, 149, 206–215.
- Font-Ribera, L., Marco, E., Grimalt, J. O., Pastor, S., Marcos, R., Abramsson-Zetterberg, L., Pedersen, M., Grummt, T., Junek, R. And Barreiro, E. (2019). Exposure to Disinfection by-products in Swimming Pools and Biomarkers of Genotoxicity and Respiratory damage – The PISCINA2 Study. *Environmental International*, 131, 104988.
- Fotseu Kouam, A. L. and Ajeagah, G. A. (2019). Dissemination of the Resistant Forms of Intestinal Worms in the Marshy Areas of the City of Yaounde (Cameroon): Importance of some abiotic factors of the medium. *Applied Water Science*, 9, 19.

- Gabriel, M. F., Felgueiras, F., Mourão, Z. and Fernandes, E. O. (2019). Assessment of the Air Quality in 20 Public Indoor Swimming Pools Located in the Northern Region of Portugal. *Environment international*, 133, 105274.
- Gardoni, D., Vailati, A. and Canziani, R. (2012). Decay of Ozone in Water: A review. *Ozone: Science and Engineering*, 34(4), 233–242.
- George, M. H., Olsen, G. R., Doerfler, D., Moore, T., Kilburn, S., and DeAngelo, A. B. (2002). Carcinogenicity of Bromodichloromethane Administered in Drinking Water to Male F344/N Rats and B6C3F1 Mice. *International Journal of Toxicology*, 21, 219–230.
- Ghouschi, N. G., Ahmadzadeh, K. and Ghouschi, S. J. (2023). A New Extended Approach to Reduce Admission Time in Hospital Operating Rooms Based on the FMEA Method in an Uncertain Environment. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics*, 1, 80–101.
- Gilca, A. F., Teodosiu, C., Fiore, S. and Musteret, C. P. (2020). Emerging Disinfection byproducts: A Review on Their Occurrence and Control in Drinking Water Treatment Processes. *Chemosphere*, 259, 127476.
- Gouveia, P., Felgueiras, F., Mourão, Z., Fernandes, E. D. O., Moreira, A. and Gabriel, M. F. (2019). Predicting Health Risk From Exposure to Trihalomethanes in an Olympic-size indoor Swimming Pool Among Elite Swimmers and Coaches. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 82, 577–590.
- Granger, C. O. and Richardson, S. D. (2022). Do DBPs Swim in Salt Water Pools? Comparison of 60 DBPs formed by Electrochemically Generated Chlorine vs. Conventional Chlorine. *Journal of Environmental Sciences*, 117, 232–241.
- Gul, M. (2018). A Review of Occupational Health and Safety Risk Assessment Approaches Based on Multi-criteria Decision-making Methods and Their Fuzzy Versions. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24, 1723–1760.
- Gulbay, M. (2018). Fuzzy Approaches to the Risk Assessment Methods for Occupational Health and Safety. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, (2), 334-337.
- Gunes, X., Chen, M., Wei, D. and Du, Y. (2019). Research Progress of Disinfection and Disinfection by-products in China. *Journal of Environmental Sciences*, 81, 52–67.
- Güvendi, A. (2024). *Gümüşhane İli Katı Atık Tesisindeki Süreçlerin Gözlem Metodu ve L tipi Matris Risk Analizi Yöntemi Kullanılarak İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Han, J., Zhang, X., Jiang, J. and Li, W. (2021). How Much of the Total Organic Halogen and Developmental Toxicity of Chlorinated Drinking Water Might be Attributed to Aromatic Halogenated DBPs?. *Environmental science and technology*, 55(9), 5906-5916.

- Hang, C., Zhang, B., Gong, T. and Xian, Q. (2016). Occurrence and Health Risk Assessment of Halogenated Disinfection by-products in Indoor Swimming Pool Water. *Science of the Total Environment*, 543, 425–431.
- Harman, B. İ., Tanaçan, E., Genişoğlu, M., Bekaroğlu, Ş. Ş. K., Ateş, N. and Yiğit, N. Ö. (2017). Formation of Carbon-Based Disinfection Byproducts in Facial Pools. *Dokuz Eylül University Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering*, 19(55), 63–78.
- Has, M. (2019). *Sakarya İli Şebeke Suyunda THM Miktarının Belirlenmesi ve Risk Analizi*. Yüksek lisans tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Health Canada. (2017). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table*. Water and Air Quality Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario.
- Hesami Arani, M., Jaafarzadeh, N., Khaleghi Dehabadi, P., Mostafaii, G., Tazik, M., Karimi, Z. and Mohammadzadeh, M. (2020). Health and Safety Hazards Identification and Risk Assessment in the Swimming Pools Using Combined HAZID and ALARP. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 7(3), 151-160.
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Wade, T. J., Backer, L. C. and Yoder, J. S. (2014). Recreational Water-Associated Disease Outbreaks – United States, 2009–2010. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*, 63(1), 6–10.
- Hu, H. Y. (2021). Development Report on Municipal Wastewater Treatment and Reuse in China (1978-2020). *China Building Industry Press, Beijing*.
- Hu, H., Du, Y., Wu, Q., Zhao, X., Tang, X. and Chen, Z. (2016). Differences in Dissolved Organic Matter Between Reclaimed Water Source and Drinking Water Source. *Science of the Total Environment*, 551–552, 133–142.
- Hu, Y., Qian, Y., Chen, Y., Guo, J., Song, J. and An, D. (2021). Characteristics of Trihalomethane and Haloacetic Acid Precursors in Filter Backwash and Sedimentation Sludge Waters During Drinking Water Treatment. *Science of the Total Environment*, 775, 145952.
- Hua, G. and Reckhow, D. A. (2007). Comparison of Disinfection byproduct Formation From Chlorine and Alternative Disinfectants. *Water Research*, 41(8), 1667–1678.
- Hua, P., Chen, Y. and Zhang, J. (2022). Modeling the Formation of Disinfection byproducts in Chlorinated Swimming Pool Water: Role of Body Fluid Analog. *Water Supply*, 22(9), 7337–7351.
- Huang, X., Yu, Y., Chen, H., Liang, H., Geng, M. and Shi, B. (2021). Disinfection by-product Formation and Toxicity Evaluation for Chlorination with Powered Activated Carbon. *Water Research*, 205, 117660.

- İlbahara, E., Karaşan, A., Cebi, S. and Kahraman, C. (2018). A Novel Approach to Risk Assessment for Occupational Health and Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP and Fuzzy Inference System. *Safety Science*, 103, 124-136.
- Ilyas, H., Masih, I. and van der Hoek, J. (2018). Disinfection Methods for Swimming Pool Water: Byproduct Formation and Control. *Water*, 10, 797.
- International Health, Racquet and Sportsclub Association (IHRSA). (2018). *Global Report, The State of the Health Club Industry*. Associate Publisher.
- İnternet: Anonymous. (2020). List of Classifications. Retrieved from. URL: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>. Son Erişim Tarihi: 29.08.2024
- İnternet: Health and Safety Executive (HSE). (2014). Risk Assessment. URL: <http://www.hse.gov.uk/risk/risk-assessment.htm>. Son Erişim Tarihi: 24.09.2024
- İnternet: İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. (2012). *Resmî Gazete*. URL: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm>. Son Erişim Tarihi: 25.09.2024
- İnternet: Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2014). Risk Assessment. URL: https://osha.europa.eu/en/toolsandpublications/publications/promotional_material/rat2007. Son Erişim Tarihi: 24.09.2024
- İnternet: Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Esas ve Şartları Hakkında Yönetmelik. (2011). *Resmî Gazete*. URL: <http://www.belgeler.com/blg/9y5/yuzmehavuzlar>. Son Erişim tarihi: 7.10.2024.
- İnternet: Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik. (2013). *Resmî Gazete*. URL: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130615-3.htm>. Son Erişim tarihi: 11.01.2025.
- İnternet: Topal, İ. (2017). Risk Değerlendirme Metotları. Data Akademi. URL: http://www.dataakademi.com.tr/wpcontent/uploads/2017/02/12_RD_METOTLARI.pdf. Son Erişim Tarihi: 8.10.2024.
- Jankowski, M., Charemska, A. and Czajkowski, R. (2017). Swimming Pools and Fungi: An Epidemiology Survey in Polish Indoor Swimming Facilities. *Mycoses*, 60(11), 736-738.
- Jo, Y. K., Lee, J. W., So, H. S. and Jung, B. J. (2023). Multiple Parallel Mediation Effects of Perceived Risk and Safety Practice Behavior in the Relationship Between Indoor Swimming Pool Safety Regulation and Safety Performance. *Korean Journal of Safety Culture*, 22, 193–206.
- Jonasson, S., Koch, B. and Bucht, A. (2013). Inhalation of Chlorine Causes Long-Standing Lung Inflammation and Airway Hyperresponsiveness in a Murine Model of Chemical-Induced Lung Injury. *Toxicology*, 303, 34–42.
- Judd, S. J. and Black, S. H. (2000). Disinfection By-products Formation in Swimming Pool Waters: A Simple Mass Balance. *Water Research*, 34(5), 1611–1619.

- Kadoya, S. S., Nishimura, O., Kato, H. and Sano, D. (2021). Predictive Water Virology: Using Regression Analysis to Anticipate Virus Inactivation Efficiency in Ozone Disinfection. *Water Research X*, 11, 100–109.
- Kanan, A. and Karanfil, T. (2011). Formation of Disinfection Byproducts in Indoor Swimming Pool Water: The Contribution From Filling Water Natural Organic Matter and Swimmer Body Fluids. *Water Research*, 45, 926–932.
- Kanat, A. (2009). Ultraviyole Işımları ile Suların Dezenfeksiyonu. In *IX. Ulusal Tesisat Kongresi*, İzmir, 989–1004.
- Kaur, R., Kushwaha, J. P. and Singh, N. (2018). Electro-oxidation of Ofloxacin Antibiotic by Dimensionally Stable Ti/RuO₂ anode: Evaluation and Mechanistic Approach. *Chemosphere*, 193, 685–694.
- Kędziora, A., Speruda, M., Krzyżewska, E., Rybka, J., Łukowiak, A. and Bugla-Płoskońska, G. (2018). Similarities and Differences Between Silver Ions and Silver in Nanoforms as Antibacterial Agents. *International journal of molecular sciences*, 19(2), 444.
- Kınalı, H. O. (2019). *Bir Cezaevinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulaması: L Tipi Matris Risk Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kilitci, Z. (2018). *Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarına İlişkin Yönetici Görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Kim, D., Ates, N., Bekaroğlu, S. S. K., Selbes, M. and Karanfil, T. (2017). Impact of Combining Chlorine Dioxide and Chlorine on DBP Formation in Simulated Indoor Swimming Pools. *Journal of Environmental Sciences*, 58, 155–162.
- King, W. D., Marrett, L. D. and Woolcott, C. G. (2000). Case-control Study of Colon and Rectal Cancers and Chlorination by-products in Treated Water. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 9, 813–818.
- Lee, B. A. (2023). Effects of Disinfection by-products in Swimming Pool Environments on the Immunological Mechanisms of Respiratory Diseases. *Journal of Water Health*, 21(10), 1600–1610.
- Lee, B., Kim, G., Jo, Y., Lee, B., Shin, Y. I. and Hong, C. (2019). Aquatic Exercise at Thermoneutral Water Temperature Enhances Antitumor Immune Responses. *Immune network*, 19(2).
- Lee, J., Ha, K. T. and Zoh, K. D. (2009). Characteristics of Trihalomethane (THM) Production and Associated Health Risk Assessment in Swimming Pool Waters Treated With Different Disinfection Methods. *Science of the Total Environment*, 407(6), 1990–1997.
- Lee, J., Jun, M. J., Lee, M. H., Eom, S. W. and Zoh, K. D. (2010). Production of Various Disinfection byproducts in Indoor Swimming Pool Waters Treated with Different

- Disinfection Methods. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213(6), 465–474.
- Lee, W., Westerhoff, P. and Croué, J.-P. (2007). Dissolved Organic Nitrogen as a Precursor for Chloroform, Dichloroacetonitrile, N-nitrosodimethylamine, and Trichloronitromethane. *Environmental Science and Technology*, 41(15), 5485–5490.
- Li, C., Lin, Q., Dong, F., Li, Y., Luo, F. and Zhang, K. (2019). Formation of Iodinated Trihalomethanes During Chlorination of Amino Acids in Waters. *Chemosphere*, 217, 355–363.
- Li, J. and Blatchley, E. R. III. (2007). Volatile Disinfection byproduct Formation Resulting From Chlorination of Organic-Nitrogen Precursors in Swimming Pools. *Environmental Science and Technology*, 41, 6732–6739.
- Li, J., Chen, J., Hu, Z., Li, X., Li, M., Wang, Y., Zhang, Z. and Liang, X. (2023). Overlooked Inorganic DBPs in Trichloroisocyanuric Acid (TCCA) Disinfected Indoor Swimming Pools: Evidence From Concentration, Cytotoxicity, and Human Health Risk. *Chemosphere*, 139061.
- Li, J., Wang, H., Wang, R. and Zhang, L. X. (2017). Giardia Duodenalis Infections in Humans and Other Animals in China. *Frontiers in Microbiology*, 8, 2004.
- Li, J.-H., Wang, Z.-H., Zhu, X.-J., Deng, Z.-H., Cai, C.-X., Qiu, L.-Q., Chen, W. and Lin, Y.-J. (2015). Health Effects From Swimming Training in Chlorinated Pools and the Corresponding Metabolic Stress Pathways. *PLoS ONE*, 10(2015), e0119241.
- Li, T. L., Wang, Z. G., Wang, C. X., Huang, J. Y. and Zhou, M. (2022). Chlorination in the Pandemic Times: The Current State of the Art for Monitoring Chlorine Residual in Water and Chlorine Exposure in Air. *Science of the Total Environment*, 838, 156193.
- Li, X. F. and Mitch, W. A. (2018). Drinking Water Disinfection byproducts (DBPs) and Human Health Effects: Multidisciplinary Challenges and Opportunities. *Environmental Science and Technology*, 52(4), 1681–1689.
- Li, X. and Li, J. (2021). Analysis of UV Disinfection in Water Supply Treatment. *Yunnan Chemical Technology*, 48, 88–89.
- Li, X. and Mitch, W. A. (2018). Drinking Water Disinfection Byproducts (DBPs) and Human Health Effects: Multidisciplinary Challenges and Opportunities. *Environmental Science and Technology*, 52(4), 1681–1689.
- Lin, C.-J., Zhang, R., Waisner, S. A., Nawaz, T., Center, L. and Gent, D. B. (2021). Effects of Process Factors on the Performance of Electrochemical Disinfection For Wastewater in a Continuous-flow Cell Reactor. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 36573–36584.
- Liu, Y., Chen, C. Y. and Wang, G. S. (2019). Bench-scale Assessment of the Formation and Control of Disinfection byproducts From Human Endogenous Organic Precursors in Swimming Pools. *Chemosphere*, 224, 607–615.

- Lourencetti, C., Grimalt, J. O., Marco, E., Fernandez, P., Font-Ribera, L., Villanueva, C. M. and Kogevinas, M. (2012). Trihalomethanes in Chlorine and Bromine Disinfected Swimming Pools: Air–Water Distributions and Human Exposure. *Environmental International*, 45, 59–67.
- Mazhar, M. A., Khan, N. A., Ahmed, S., Khan, A. H., Hussain, A., Rahisuddin, C., Changani, F., Yousef, M., Ahmadi, S. and Vambol, V. (2020). Chlorination Disinfection byproducts in Municipal Drinking Water – A review. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123159.
- Mecha, A. C. and Chollom, M. N. (2020). Photocatalytic Ozonation of Wastewater: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 1491–1507.
- Mecha, A. C., Onyango, M. S. and Ochieng, A. (2018). Inactivation of Waterborne Pathogens in Municipal Wastewater Using Ozone. In I. M. Mujtaba, T. Majozi, and K. M. Amosa (Eds.), *Water Management: Social and Technological Perspectives* (pp. 275–287). CRC Press.
- Mecha, A. C., Onyango, M. S., Ochieng, A., Fourie, C. J. S. and Momba, M. N. B. (2016). Synergistic Effect of UV–Vis and Solar Photocatalytic Ozonation on the Degradation of Phenol in Municipal Wastewater: A Comparative Study. *Journal of Catalysis*, 341, 116–125.
- Mijnendonckx, K., Leys, N., Mahillon, J., Silver, S. and Van Houdt, R. (2013). Antimicrobial Silver: Uses, Toxicity and Potential for Resistance. *Biometals*, 26, 609–621.
- Miller, L. K. (1997). *Sport Business Management* (Edd, Mba, Director, Sport Administration Program, Wichita State University, Wichita, Kansas, Aspen Publication, pp. 257-263).
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China (MHURD). (2016). *Water Quality Standards for Swimming Pool*. CJ/T-244-2016. Beijing, China.
- Mishra, V., Abrol, G. S. and Dubey, N. (2018). Sodium and Calcium Hypochlorite as Postharvest Disinfectants for Fruits and Vegetables. In *Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables* (pp. 253-272). Academic Press.
- Mohd Zainudin, F., Abu Hasan, H. and Sheikh Abdullah, S. R. (2018). An Overview of the Technology Used to Remove Trihalomethane (THM), Trihalomethane Precursors, and Trihalomethane Formation Potential (THMFP) From Water and Wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 57, 1–14.
- Momeniha, F., Oskouie, A. A., Esrafil, A., Janani, L. and Jafari, A. J. (2021). Trihalomethanes in Exhaled Air, Indoor Air and Water: A Parallel Design Trial in Chlorine and Ozone-Chlorine Disinfected Swimming Pools. *Building and Environment*, 205, 108316.

- Nabizadeh, R., Samadi, N., Sadeghpour, Z. and Beikzadeh, M. (2008). Feasibility Study of Using Complex of Hydrogen Peroxide and Silver for Disinfecting Swimming Pool Water and its Environment. *Iran Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 5, 235–242.
- National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). (2014). *Quality and Methods for Quality Parameters in the Changing Hygiene and Safety of Bathing Establishments and Swimming Facilities*. RIVM Report 2014-0121. Bilthoven, Netherlands.
- Noman, M., Mujahid, N. and Fatima, A. (2021). The Assessment of Occupational Injuries of Workers in Pakistan. *Safety and Health at Work*, 12, 452–461.
- Oakman, J., Macdonald, W., Bartram, T., Keegel, T. and Kinsman, N. (2018). Workplace Risk Management Practices to Prevent Musculoskeletal and Mental Health Disorders: What Are The Gaps? *Safety Science*, 101, 220-230.
- Oğur, R., Tekbaş, F. ve Hasde, M. (2004). *İçme ve Kullanma Sularını Klorlama Rehberi*. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı.
- Oturakçı, M. (2021). Fuzzy L Type Environmental Risk Assessment Method with Multi-Criteria Decision Making Approach. *Research and Reviews in Engineering*, 1.
- Ölmez, M. ve Saraç, D. (2009). Su Ürünleri İçin pH'nın Önemi. *Ziraat Mühendisliği*, 353, 12–17.
- Özdemir, K. and Özdemir, A. (2021). Risk Assessment for Work Health and Safety: A University Dining Hall. *International Journal of Health Services Research and Policy*, 6(2), 168-181.
- Özdemir, M. (2021). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Kapalı Spor Salonu Risk Analizi. Bayburt örneği. *Anatolia Sport Research*, 2(1), 30-45.
- Özgür, C. (2021). Dezenfeksiyon Ünitesi Risk Analizi: İçme Suyu Arıtma Tesisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 16-22.
- Padhi, R. K., Subramanian, S. and Satpathy, K. K. (2019). Formation, Distribution, and Speciation of DBPs (THMs, HAAs, ClO₂-, and ClO₃-) During Treatment of Different Source Water With Chlorine and Chlorine Dioxide. *Chemosphere*, 218, 540–550.
- Parasannan, A. (2018). *Global Fitness and Recreational Sports Centers Market Research*. Allied Market Research.
- Park, Y. K., Kwon, K. C., Lee, N. H., Choi, D. H. and Cho, J. Y. (2021). Effects of Living Swimming on Body Composition, Isokinetic Strength, and Blood Lactate in Middle-Aged Women. *Sport Science*, 39(2), 81–87.
- Parrat, J., Donzé, G., Iseli, C., Perret, D., Tomicic, C. and Schenk, O. (2012). Assessment of Occupational and Public Exposure to Trichloramine in Swiss indoor Swimming Pools:

- A Proposal for an Occupational Exposure Limit. *Annals of Occupational Hygiene*, 56(3), 264–277.
- Patermarakis, G. and Fountoukidis, E. (1990). Disinfection of Water by Electrochemical Treatment. *Water Research*, 24(12), 1491–1496.
- Peng, F., Lu, Y., Dong, X., Wang, Y., Li, H. and Yang, Z. (2023). Advances and Research Needs for Disinfection byproducts Control Strategies in Swimming Pools. *Journal of Hazardous Materials*, 454, 131533.
- Peng, F., Peng, J., Li, H., Li, Y., Wang, B. and Yang, Z. (2020). Health Risks and Predictive Modeling of Disinfection by-products in Swimming Pools. *Environment International*, 139, 105726.
- Peng, J., Huang, H., Zhong, Y., Yin, R., Wu, Q., Shang, C. and Yang, X. (2022). Transformation of Dissolved Organic Matter During Biological Wastewater Treatment and Relationships with the Formation of Nitrogenous Disinfection byproducts. *Water Research*, 222, 118870.
- Pereira, A. R., Simões, M. and Gomes, I. B. (2023). Parabens as Environmental Contaminants of Aquatic Systems Affecting Water Quality and Microbial Dynamics. *Science of The Total Environment*, 905, 167332.
- Pichel, N., Vivar, M. and Fuentes, M. (2019). The Problem of Drinking Water Access: A Review of Disinfection Technologies With an Emphasis on Solar Treatment Methods. *Chemosphere*, 218, 1014–1030.
- Polat, F., Boz, D., Filiz, A. Ç. and Duran, C. (2021). Workplace Ergonomics Scale. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, 38(5), 60-82.
- Richardson, D., and Kimura, Y. W. (2020). Water analysis. *Analytical Chemistry*.
- Richardson, S. D. and Plewa, M. J. (2020). To Regulate or not to Regulate? What to do With More Toxic Disinfection by-products?. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103939.
- Richardson, S. D. and Ternes, T. A. (2018). Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Anal. Chem*, 90(1), 398-428.
- Richardson, S. D. and Ternes, T. A. (2022). Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Analytical Chemistry*, 94(1), 382–416.
- Richardson, S. D., Plewa, M. J., Wagner, E. D., Schoeny, R. and DeMarini, D. M. (2007). Occurrence, Genotoxicity, and Carcinogenicity of Regulated and Emerging Disinfection byproducts in Drinking Water: A Review and Roadmap for Research. *Mutation Research*, 636, 178–242.
- Richardson, S. D., Thruston, A. D., Caughran, T. V., Chen, P. H., Collette, T. W., Floyd, T. L. and Majetich, G. (1999). *Analytical Methods for Drinking Water Contaminants*.

- Righi, E., Fantuzzi, G., Predieri, G. and Aggazzotti, G. (2014). Bromate, Chlorite, Chlorate, Haloacetic Acids and Trihalomethanes Occurrence in Indoor Swimming Pool Waters in Italy. *Microchemical Journal*, 113, 23–29.
- Rosenman, K. D., Millerick-May, M., Reilly, M. J., Flattery, J., Weinberg, J. and Harrison, R. (2015). Swimming Facilities and Work-Related Asthma. *Journal of Asthma*, 52(1), 52–58.
- Salas, L.A., Baker, E.R., Nieuwenhuijsen, M.J., Marsit, C.J., Christensen, B.C. and Karagas, M. R. (2019). Maternal Swimming Pool Exposure During Pregnancy in Relation to Birth Outcomes and Cord Blood DNA Methylation Among Private Well Users. *Environ. Int.* 123, 459–466.
- Salonen, H., Salthammer, T. and Morawska, L. (2020). Human Exposure to Air Contaminants in Sports Environments. *Indoor Air*, 30(6), 1109-1129.
- Schöning, S., Göğüş, E. H. S. and Pernsteiner, H. (2018). *İşletmelerde Risk Yönetimi: Türkiye, Almanya ve Avusturya Karşılaştırması*. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Selçuk, S. ve Selim, H. H. (2018). Mücevherat Sektöründe Kullanılan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Analiz Yöntemlerinden L Tipi Matris Yöntemi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(1), 21-27.
- Selek, H. S. (2019). *İş Sağlığı ve Güvenliği – Temel konular* (ISBN: 978-975-02-5378-2). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Shi, Q., Chen, Z., Liu, H., Lu, Y., Li, K., Shi, Y. and Hu, H. Y. (2021). Effective Synergistic Disinfection of Secondary Wastewater Using Ozone, UV Irradiation, and Chlorine. *Science of the Total Environment*, 758, 143–156.
- Siegrist, J., Wahrendorf, M. and Siegrist, S. (2016). *Work Stress and Health in a Globalized Economy: The Model of Effort-Reward Imbalance*. Springer International Publishing.
- Sinclair, M., Roddick, F., Grist, S., Nguyen, T., O'Toole, J. and Leder, K. (2016). Variability in 24-Hour Excretion of Cyanuric Acid: Implications for Water Exposure Assessment. *Journal of Water Health*, 14(2), 192–198.
- Skibinski, B. (2017). Swimming Pool Water Treatment With Conventional and Alternative Water Treatment Technologies (Doctoral dissertation, Dresden University).
- Song, J. (2015). Study on Trichloromethane Formation and Reduction Mechanism in Swimming Pool Water, Master's thesis, Chongqing University.
- South Carolina Department of Health and Environmental Control (SC DHEC). (2007). *R. 61-51 Public Swimming Pools, Bureau of Water*. Retrieved from
- Srivastav, A. L., Patel, N. and Chaudhary, V. K. (2020). Disinfection by-products in Drinking Water: Occurrence, Toxicity and Abatement. *Environmental Pollution*, 267, 115474.

- Sun, X., Chen, M., Wei, D. and Du, Y. (2019). Research Progress of Disinfection and Disinfection by-products in China. *Journal of Environmental Sciences*, 81, 52–67.
- Szabó, M., Simon, F. and Fábián, I. (2019). The Formation of N-Chloramines With Proteinogenic Amino Acids. *Water Research*, 165, 114994.
- Şener, S., Fandaklı, S., Yağimli, M. and Aslan, T. (2023). Eğitim Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği. *The Journal of International Scientific Researches*, 8(1), 83–94.
- Şengül, B. (2009). *İçme Suyu Dezenfeksiyonunda Yan Ürün Oluşturmayan Metotların Verimliliği*. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Taghohghor, V., Naomi, O. D. and Okeporo, T. S. E. (2019). Studies on the Physicochemical and Bacteriological Properties of Some Semi-Public Swimming Pools in Makurdi, Nigeria. *African Journal of Microbiology Research*, 13(14), 264–272.
- Tardif, R., Catto, C., Haddad, S., Simard, S. and Rodriguez, M. (2016). Assessment of Air and Water Contamination by Disinfection by-products at 41 Indoor Swimming Pools. *Environmental Research*, 148, 411–420.
- Tardif, R., Rodriguez, M., Catto, C., Charest-Tardif, G. and Simard, S. (2017). Concentrations of Disinfection by-products in Swimming Pool Following Modifications of the Water Treatment Process: An Exploratory Study. *Journal of Environmental Sciences*, 58, 163–172.
- Tarhan, G. (2019). Which Disinfection Method is Effective for Water Disinfection? *Cohesive Journal of Microbiology and Infectious Disease*, 2(4), 544–546.
- Teo, T. L. L., Coleman, H. M. and Khan, S. J. (2015). Chemical Contaminants in Swimming Pools: Occurrence, Implications and Control. *Environment International*, 76, 16–31.
- Thayer, K. A., Shaffer, R. M., Angrish, M., Arzuaga, X., Carlson, L. M., Davis, A. and Yost, E. (2022). Use of Systematic Evidence Maps Within the US Environmental Protection Agency (EPA) Integrated Risk Information System (IRIS) program: advancements to date and looking ahead. *Environment International*, 169, 107363.
- Tsamba, L., Cimetière, N., Wolbert, D., Correc, O. and Le Cloirec, P. (2020). Body Fluid Analog Chlorination: Application to the Determination of Disinfection byproduct Formation Kinetics in Swimming Pool Water. *Journal of Environmental Sciences*, 87, 112–122.
- Tsamba, L., Correc, O. and Couzinet, A. (2020). Chlorination Byproducts in Indoor Swimming Pools: Development of a Pilot Pool Unit and Impact of Operating Parameters. *Environment International*, 137, 105566.
- Türk Standartları Enstitüsü. (2003). *TS 11899 Yüzme Havuzları: Suyun Hazırlanması, Teknik Yapım, Kontrol, Bakım ve İşletmesi İçin Genel Kurallar*.
- UHE Teknik Komisyonu. (2009). *Havuz Operatör El Kitabı*. UHE Teknik Komisyonu, Teknik Yayın No: 3.

- Uhl, W. and Hartmann, C. (2005). Disinfection by-products and Microbial Contamination in the Treatment of Pool Water with Granular Activated Carbon. *Water Science and Technology*, 52(8), 71–76.
- Ulu, Ö. G. M. ve Arısoy, Ö. G. B. (2024). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Özel Politika Gerektiren Çalışanların Değerlendirilmesi. *Journal of Health and Social Welfare Research*, 4(1), 113–125.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2006). *National Primary Drinking Water Regulations: Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule; Final Rule*.
- US Census Bureau (US CB). (2020). Statistical Abstract of the United States: Recreation and leisure Activities – Participation in Selected Sports Activities. Retrieved From.
- Van Veldhoven, K., Keski-Rahkonen, P., Barupal, D. K., Villanueva, C. M., Font-Ribera, L. and Scalbert, A. (2018). Effects of Exposure to Water Disinfection by-products in a Swimming Pool: A Metabolome-wide Association Study. *Environment International*, 111, 60–70.
- Velioğlu, A. (2023). *Kapalı Spor Salonlarındaki Risk Analizi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Villanueva, C. M., Cantor, K. P., Cordier, S., Jaakkola, J. J. K., King, W. D. And Lynch, C. F. (2004). Disinfection Byproducts and Bladder Cancer: A Pooled Analysis. *Epidemiology*, 15, 357–367.
- Villanueva, C. M., Cantor, K. P., Grimalt, J. O., Malats, N., Silverman, D. and Tardon, A. (2006). Bladder Cancer and Exposure to Water Disinfection by-products Through Ingestion, Bathing, Showering, and Swimming in pools. *American Journal of Epidemiology*, 165, 148–156.
- Vincent, M., Hartemann, P. and Engels-Deutsch, M. (2016). Antimicrobial Applications of Copper. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219, 585–591.
- Vlaanderen, J., van Veldhoven, K., Font-Ribera, L., Villanueva, C. M., Chadeau-Hyam, M., Portengen, L., Grimalt, J. O., Zwiener, C., Heederik, D., Zhang, X., Vineis, P., Kogevinas, M. and Vermeulen, R. (2017). Acute Changes in Serum Immune Markers due to Swimming in a Chlorinated Pool. *Environmental International*, 105, 1–11.
- Wagner, E. D. and Plewa, M. J. (2017). CHO Cell Cytotoxicity and Genotoxicity Analyses of Disinfection by-products: An updated review. *Journal of Environmental Sciences*, 58, 64–76.
- Wang, W., Ding, L., Liu, X. and Liu, S. (2022). An Interval 2-tuple linguistic Fine-Kinney Model for Risk Analysis Based on Extended ORESTE Method With Cumulative Prospect Theory. *Information Fusion*, 78, 40–56.

- Wang, X., Leal, M. G., Zhang, X., Yang, H. and Xie, Y. (2014). Haloacetic Acids in Swimming Pool and Spa Water in the United States and China. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 1–5.
- Wang, Z., An, N., Shao, Y., Gao, N., Du, E. and Xu, B. (2020). Experimental and Simulation Investigations of UV/persulfate Treatment in Presence of Bromide: Effects on Degradation Kinetics, Formation of Brominated Disinfection by-products, and Bromate. *Separation and Purification Technology*, 242, 116767.
- Wen, G., Xu, X., Huang, T., Zhu, H. and Ma, J. (2017). Inactivation of Three Genera of Dominant Fungal Spores in Groundwater using Chlorine Dioxide: Effectiveness, Influencing Factors, and Mechanisms. *Water Research*, 125, 132–140.
- Weng, S. and Blatchley, E. R. (2011). Disinfection by-product Dynamics in a Chlorinated, Indoor Swimming Pool Under Conditions of Heavy Use: National Swimming Competition. *Water Research*, 45(15), 5241–5248.
- Westerlund, J. B. I., Löfstedt, H., Eriksson, K., Westberg, H. and Graff, P. (2019). Occupational Exposure to Trichloramine and Trihalomethanes: Adverse Health Effects Among Personnel in Habilitation and Rehabilitation Swimming Pools. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(1), 78–88.
- World Health Organization (WHO). (2006). *Guidelines For Safe Recreational Water Environments: Swimming pools and similar environments* (Vol. 2).
- Wyczarska-Kokot, J. (2009). Effect of Disinfection Methods on Microbiological Water Quality in Indoor Swimming Pools. *Architecture Civil Engineering Environment*, 4, 145–152.
- Wyczarska-Kokot, J. (2018). The Problem of Chloramines in Swimming Pool Water – Technological Research Experience. *Desalination and Water Treatment*, 134, 7–14.
- Xu, J., Kralles, Z. T. and Dai, N. (2019). Effects of Sunlight on the Trichloronitromethane Formation Potential of Wastewater Effluents: Dependence on Nitrite Concentration. *Environmental Science and Technology*, 53(8), 4285–4294.
- Xu, X., Mariano, T. M., Laskin, J. D. and Weisel, C. P. (2002). Percutaneous Absorption of Trihalomethanes, Haloacetic Acids, and Haloketones. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 184(1), 19–26.
- Yang, H., Gou, D. and Yan, M. (2019). Study on Ultraviolet Disinfection of Drinking Water and its Bacterial Dark Resurrection. *Journal of Shenyang Jianzhu University (Natural Science)*, 35, 945–952.
- Yang, L., Chen, X., She, Q., Cao, G., Liu, Y., Chang, V. W. C. and Tang, C. Y. (2018). Regulation, Formation, Exposure, and Treatment of Disinfection by-products (DBPs) in Swimming Pool Waters: A critical review. *Environment International*, 121, 1039–1057.

- Yang, Y., Komaki, Y., Kimura, S., Hu, H. Y., Wagner, E. D. and Plewa, M. J. (2014). Toxic Impact of Bromide and Iodide on Drinking Water Disinfected with Chlorine and Chloramines. *Environmental Science and Technology*, 48, 12362–12369.
- Ye, Z., Liu, W. J., Sun, W. J., Nie, X. B. and Ao, X. W. (2018). The Role of ammonia during Haloacetonitriles and Halonitromethane formation in Chlorination/chloramination of Water. *Chemical Engineering Journal*, 337, 275–281.
- Yiğit, O., Soyuncu, S., Eray, O. and Enver, S. (2009). Inhalational and Dermal Injury Due to Explosion of Calcium Hypochlorite. *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 28, 37–40.
- You, Y. J. (2020). Photodegradation and by-product by UV Irradiation of Sunscreen in Hypochlorite Aqueous Media, Master's thesis, Hanseo University.
- Young-gil Park, Ki-cheon Kwon, Nam-hee Lee, Dong-hoon Choi. and Jun-yong Jo. (2021). *Effects of Daily Swimming on Body Composition, Isokinetic Strength and Blood Lactic Acid in Middle-aged Women*. *Sports Science*, 39(2), 81-87. 10.46394/ISS.39.2.8.
- Zare Afifi, M. and Blatchley, E. R. (2016). Effects of UV-based Treatment on Volatile Disinfection byproducts in a Chlorinated, Indoor Swimming Pool. *Water Research*, 105, 167–177.
- Zepak, M. (2023). *Ağrı'da Kamu Kurumlarına Ait Spor Merkezleri ve Yüzme Havuzları İçin Risklerin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı.
- Zhang, D., Chen, L., Dong, S., Luo, J., Xu, Z. and Chu, W. (2022). Dramatically Increased Disinfection byproducts in Swimming Pool Water Caused by Commonly Used Urea Degradants. *Water Research*, 223, 118987.
- Zhang, D., Dong, S., Chen, L., Xiao, R. and Chu, W. (2023). Disinfection byproducts in Indoor Swimming Pool Water: Detection and Human Lifetime Health Risk Assessment. *Journal of Environmental Sciences*, 126, 378–386.
- Zhang, M., Yin, D., Guo, J., Wu, H., Gong, M. and Feng, X. (2021). Ternary catalyst Mn-Fe-Ce/Al₂O₃ for the Ozonation of Phenol Pollutant: Performance and Mechanism. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 32921-32932.
- Zhang, R., Wang, F., Chu, W., Fang, C., Wang, H., Hou, M., Xiao, R. and Ji, G. (2019). Microbial Degradation of Typical Amino Acids and its Impact on the Formation of Trihalomethanes, Haloacetonitriles, and Haloacetamides During Chlor(am)ination. *Water Research*, 159, 55–64.
- Zhang, T., Gan, Z., Gao, C., Ma, L., Li, Y., Li, X. and Sun, H. (2016). Occurrence of Artificial Sweeteners in Human Liver and Paired Blood and Urine Samples From Adults in Tianjin, China, and Their Implications for Human Exposure. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 18, 1169–1176.
- Zhang, Y., Zhang, N., Zhao, P. and Niu, Z. (2018). Characteristics of Molecular Weight Distribution of Dissolved Organic Matter in Bromide-Containing Water and

- Disinfection by-Product Formation Properties During Treatment Processes. *Journal of Environmental Sciences*, 65, 179–189.
- Zheng, G., Filippelli, G. M. and Salamova, A. (2020). Increased Indoor Exposure to Commonly Used Disinfectants During the COVID-19 Pandemic. *Environmental Science and Technology Letters*, 7(10), 760–765.
- Zheng, G., Webster, T. F. and Salamova, A. (2021). Quaternary Ammonium Compounds: Bioaccumulation Potentials in Humans and Levels in Blood Before and During the COVID-19 Pandemic. *Environmental Science and Technology*, 55(21), 14689–14698.
- Zwiener, C., Richardson, S. D., DeMarini, D. M., Grummt, T., Glauner, T. and Frimmel, F. H. (2007). Drowning in Disinfection byproducts? Assessing Swimming Pool Water. *Environmental Science and Technology*, 41, 363–37.





EKLER

EK- 1: L Tipi Matris Risk Analizi

NO	ALAN	TEHLİKE	RİSK	O	Ş	RİSK PUANI	AZALTICI/ÖNLEYİCİ FAALİYETLER	O	Ş	RİSK PUANI
1	Genel işyeri	Çalışanların Bilinçsiz ve Dikkatsiz Hareket Etmeleri	Yaralanma, Meslek hastalığına yakalanma, Maddi kayıp	2	5	10	Tüm Çalışanlara Temel İSG Eğitimi Verilmelidir.	1	5	5
2	Genel işyeri	Engelliler için Erişilebilirlik İmkanlarının Kısıtlı Olması	Düşme ,Yaralanma	2	3	6	Engelliler için Bütün Tesise Ulaşılabilirlik Sağlanmıştır.	1	3	3
3	Genel işyeri	Elle Taşınamayacak Kadar Ağır Yüklerin Çalışanlarca Kaldırılması	Kas iskelet Sistemi hastalıkları	2	3	6	Elle Taşıma ile ilgili Çalışanlar Bilgilendirilmelidir. Neden Olabileceği Kas İskelet Sistemi Hastalıklara Karşı Bilgilendirme yapılmalı ve Biliçli Hareket Etmeleri Sağlanacaktır.	1	3	3
4	Genel işyeri	Eğitim ve Bilgilendirme ile ilgili Belgelerin Kayıt Altına Alınmaması ve Uygun Şekilde Muhafaza Edilmemesi	Maddi kayıp	2	2	4	Eğitim Ve Bilgilendirme ile ilgili Tüm Belgeler Kayıt Altına Alınacaktır Ve Uygun Şekilde Muhafaza Edilecektir.	1	2	2
5	Genel işyeri	Çalışanların Görev Tanımları Yapılmamış Olup İlaveten İş Yükü Verilmesi, Çalışanların, Yaptıkları İş Konusunda Eğitilmemesi ve Yönlendirilmemesi	Psiko-sosyal rahatsızlıklar, Hastalık	3	2	6	Çalışanların Görev Tanımları Yapılacak ilave İş Yükü Verilmeyecektir. Yapacakları İşle ilgili Bilgi Verilecek ve Yönlendirilecektir.	1	2	2
6	Genel işyeri	İş Dağılımında Dengesizlikler, Anlaşmazlıklar Vs. Nedenlerle Oluşabilecek Stresli Ortamlar	Psiko-sosyal rahatsızlıklar, Hastalık	2	2	4	Yapılan İşin Kişiyeye Uygun Olmasına, Kişilerin Karakteristik Özelliklerine, İş Dağılımlarının Dengeli Olmasına Dikkat Edilecektir.	1	2	2
7	Genel işyeri	Çalışanlar ile İşveren Arasında İyi Bir İletişim Sağlanamaması	Psiko-sosyal rahatsızlıklar	2	2	4	Çalışanlar Yönetimden Ve Meslektaşlarından Yeterli Bilgi, Yardım Ve Desteği Almaktadırlar. İşyerinde Teşvik Sistemleri Uygulanmalıdır.	1	2	2

EK-1: (devam)

8	Genel İşyeri	Tekrarlanan Hareket, Monotonlaşan Çalışma Şekli, Kas İskelet Sistemi Hastalıklarına Karşı Korunma Yollarının Bilinmemesi	Kas ve iskelet sistemi hastalıkları, Meslek hastalığına yakalanma, Psiko-sosyal rahatsızlıklar	4	3	12	Dinlenme Molalarının Ayarlanması, Rotasyon Yapılması Çalışanların Monotonluktan Kurtarılması Adına Düzenlemeler Yapılması, Kas İskelet Sistemi Hastalıklarından Korunma Yolları Konusunda Bilgilendirilecektir.	1	3	3
9	Genel İşyeri	Personelin Gün İçinde Sürekli Ayakta Çalışmasına Bağlı Olarak Ortaya Çıkabilecek Rahatsızlıklar	kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları, Hastalık	3	4	12	Ayakta Çalışan Personel İçin, Çalışma Alanının Koyulabilen Yerlerine Ayaklı Tabure Veya Ayak Yaslama Çubukları Yerleştirilecektir, Uygun Dinlenme Molaları Verilecektir.	1	4	4
10	Genel İşyeri	Çalışanların Kendi Aralarında Şakalaşma, Kavga Vs. Şeklinde Münasebetlerinden Oluşabilecek Kazalar	Yaralanma, Düşme	2	3	6	Çalışanlar Kazalara Yol Açabilecekleri Şekilde Davranmamaları Konusunda Bilgilendirilecektir.	1	3	3
11	Genel İşyeri	Personelin Hijyen Konusunda Bilinçlenmemesinden Kaynaklı Enfeksiyon Riski	Hastalık, Maddi Kayıp	2	4	8	Personelin Kişisel Hijyenine Dikkat Etmesi Sağlanıp, Genel Hijyen Bilgisi Verilip, Gerekli Sağlık Kontrolleri Yapılacaktır.	1	4	4
12	Genel İşyeri	Bina Genelinde Periyodik İlaçlamanın Yapılmaması Sonucu Kemirgen, Mikrop ve Parazitler Oluşması	Hastalık	3	3	9	İlaçlamalar Düzenli Aralıklarla Yapılmaktadır.	1	3	3
13	Genel İşyeri	Yapılan Çalışmalardan Personelin Zarar Görme İhtimali	Yaralanma, Ölüm	3	5	15	Bakım Onarımı Yapacak Personele Çalışma Yapılacak Alanda Gerekli Güvenlik Önlemleri Alması Konusunda Gerekli Uyarılar Yapılacak. Hangi Alanda Hangi Çalışmanın Yapılacağına Ve Tehlike Ve Risklerine Karşın Personele Bilgi Verilecek, Çalışma Yapılan Alanların Etrafına Güvenlik Şeritleri Çekilecek, Gerekli Uyarı Levhaları Konulacaktır.	1	5	5

EK-1: (devam)

14	Genel İşyeri	Kaygan Zemin/Zeminde Defomasyonlar (Çökme, Erime) Nedeniyle Düşme	Yaralanma	3	2	6	Zemin Kayma Veya Düşmeyi Önleyecek Şekilde Kaplanmıştır. İç Zeminler Düzenli Kontrol Edilerek, Kaymaya Düşmeye Neden Olacak Şekilde Zemin Islak Bırakılmayacaktır.	1	2	2
15	Genel İşyeri	Merdivenlerin Uygun Olmaması ve Trabzanlarının Olmamasından Kaynaklı Düşme Vb. Tehlikeler	Yaralanma, Ölüm	3	4	12	İşyerinin Bulunduğu Yapıdaki Merdiven Genişlikleri Ve Basamak Yükseklikleri Uygun Olup Merdivenler Boyunca Trabzanlar Mevcuttur. Trabzan Ayakları Arasında Düşmeyi Önleyecek Kapalı Bloklar Veya Uygun Aralıklarla Düşmeyi Önleyecek Şekilde Dikmeler Vardır.	1	4	4
16	Genel İşyeri	Asansörlerin Düzenli Olarak Kontrol Edilmemesi ve Periyodik Bakımlarının Yapılmaması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	Asansörün Ayda 1 Defa Yetkili Kişiler Tarafından Periyodik Bakımı Yapılıp Ve Buna Dair Belge Bulunmaktadır.	1	5	5
17	Genel İşyeri	Asansör Makine Dairesinde Su Bulunması Sonucu Tehlikeler: Elektrik Çarpması, Yangın Vb.	Yaralanma, Ölüm, Maddi Kayıp	3	5	15	Asansör Makine Dairesinde Su Bulunmaması Sağlanarak, Gerekli Tedbirler Alınmıştır.	1	5	5
18	Genel İşyeri	Elektrik Kaçağı Durumunda Akımın Durmaması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	Kaçak Akım Rölesi Ana Elektrik Hattına Bağlı Olacaktır.	1	5	5
19	Genel İşyeri	Elektrik Tesisatının, Topraklama Hattının Periyodik Kontrolünün Yapılmaması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	İş Yerinin Bulunduğu Bina, Elektrik Ve Topraklama Tesisatının, Yetkili Bir Eleman Tarafından, Yıllık Periyodik Bakımı Yapılacak Ve Yapıldığına Dair Belge İşyerinde Bulundurulacaktır.	1	5	5

EK-1:(devam)

20	Genel işyeri	Elektrik Odasının Kilitli Olmaması Sonucu Yetkili Olmayan Kişilerin Girmesi	Yaralanma	2	3	6	Elektrik Odası Kilitli Tutulacak Yetkili Teknik Personel Hariç Girişler Önlenecektir.	1	3	3
21	Genel işyeri	Elektrik/Sigorta Kutuları Önünde Kauçuk Paspas Olmaması Sonucu Elektrik Çarpması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	Elektrik Panosunun Önüne Kauçuk Paspas Konulacaktır.	1	5	5
22	Genel işyeri	Elektrikli Aletlerin, Elektrik Prizlerin Bozuk veya Arızalı Olması	Yaralanma, Ölüm, Maddi Kayıp	2	5	10	Elektrikli Ekipmanlar Düzenli Olarak Kontrol Edilerek, Bozuk Veya Arızalı Ekipmanların Kullanımı Engellenecektir. Prizlerin Sağlamlığı Düzenli Kontrol Edilecektir.	1	5	5
23	Genel işyeri	Havuz Kullanıcı ve Personel için Tehlike Arz Eden Durumların Olması (Alçakta Açıkta Arızalı Kabloların Meydanda Olması, Vb)	Yaralanma	3	3	9	Kullanıcı Ve Personel için Tehlike Arz Eden Durumlar Düzeltilip, Alçakta Bulunan Prizler Kapaklı Olacaktır.	1	3	3
24	Genel işyeri	Tüm Alanlarda Yeterli Aydınlatma Sağlanamaması, Aydınlatmaların Çalışmaması	Yaralanma, Düşme	2	4	8	Arızalı Lambalar Değiştirilip Ve Teknik Personel Tarafından Periyodik Bakımı Yapılmaktadır.	1	4	4
25	GENEL İŞYERİ	Doğal ve Suni Havalandırmanın Yetersiz Olması, Termal Konfor Şartlarının Tüm Alanlarda Sağlanamaması (Havuz Alanı, Ofisler, Soyunma Odaları, Tesis Giriş Alanı)	Hastalık	2	3	6	Tüm Alanlar Düzenli Olarak Havalandırılıp, Yeterli Doğal Ve Suni Havalandırma Sağlanmaktadır. Havuzun Sıcaklık Ve Nemin Sabit Tutan Nem Alma Santrali Vardır.	1	3	3

EK-1:(devam)

26	Genel İşyeri	Havalandırma İklimlendirme Cihazlarının (Klimalar, Nem Alma Santrali vb) Çalışmaması Nedeniyle Oluşabilecek Hastalıklar	Hastalık,DYÜ Mazuryeti	2	3	6	Havalandırma İklimlendirme Cihazlarının, Klimaların, Nem Alma Santralinin Yıllık Periyodik Bakımları Yapılmaktadır.	1	3	3
27	Genel İşyeri	Jeneratör Bakımının Yapılmaması	Yaralanma	3	3	9	Jeneratörlerin Yılda 1 Kez Bakımlarının Yapılması Gerekir.	1	3	3
28	Genel İşyeri	Kaçak Olması, Yangın, Patlama Tehlikesi	Yaralanma, Ölüm, Maddi kayıp	2	5	10	Gaz Kaçağına Karşı Gerekli Önlemler Alınıp, Kablo Korumalarına Ve Topraklamalarına Dikkat Edilecektir. Kombin Periyodik Bakımları Yapılacaktır.	1	5	5
29	Genel İşyeri	Temizlik Maddelerinin Uygun Şekilde Depolanmaması	Yaralanma	2	3	6	Temizlik Maddeleri Her Katta Uygun Şekilde Depolanmaktadır.	1	3	3
30	Genel İşyeri	İşyeri Temizliğinin Düzenli Yapılmaması	Hastalık,Enfeksiyon	2	3	6	Tesis Genelinde, Havuz, Soyunma Odası Ve Duşlar Hijyen Şartlarına Uyularak Temizlik Yapılmaktadır.	1	3	3

EK-1:(devam)

31	Genel İşyeri	Çalışanların, Temizlikte Kullanılan Kimyasalların Tehlikeleri ve Kullanımı Konusunda Bilgilendirilmiş Olmaması	Hastalık	1	4	4	Çamaşır Suyu Ve Tuz Ruhunun, Klor Gazı Ağız Çıkmasından Dolayı Birlikte Kullanılmaması. Kimyasalların Aynı Bir Dolapta Tutularak, Çıplak Elle Temas Edilmemesi, Temizlik Esnasında Havalandırmanın Açık Olması Sağlanacaktır, Gerekli Bilgilendirme Yapılacaktır.	1	4	4
32	Genel İşyeri	Islak Zeminlerde Küf Mantarı Oluşması	Hastalık, Enfeksiyon	3	3	9	Özellikle Duş Ve Havuz Alanında Islak Zeminlerde Ortaya Çıkmaktadır. Hijyen Kurallarına Uyularak Temizlenmektedir.	1	3	3
33	Genel İşyeri	Termal Konfor Şartları ve Aydınlatmanın Yetersiz Oluşu	Meslek Hastalığına yakalanma, Görme bozukluğu, Hastalık,	2	3	6	Termal Konfor Şartları (Isı-Havalandırma-Nem) Sağlanacaktır. Yeterli Aydınlatma Mevcut olup, Gerekli Kontroller Ölçümler Yapılacaktır.	1	3	3
34	Havuz	Havuzun Islak Zemininden Düşme	Düşme, yaralanma	4	4	16	Havuz Tabanı, Merdiven Basamakları, Havuz Kenarı Alanları Kır Tutmayan Kolay Temizlenen, Hijyenik Kaymaz Tabanla Kaplanmıştır.	1	4	4

EK-1:(devam)

35	Havuz	Havuz Derinliğinin Belirtilmemesi	Boğulma, Yaralanma	4	4	16	Havuz Derinliğini Kullanıcıların Göreceği Şekilde 4 Yönde Belirtilmiştir.	1	4	4
36	Havuz	Havuz Girilmeden Önce Duş Alınmaması ve Ayak Dezenfeksiyonunun Kullanılmaması	Hastalık, Enfeksiyon	4	4	16	Tesislerde Bütün Kullanıcılar Havuz Kurallarına Uyarak Havuz Girilmeden Önce Duş Alması Ve Ayak Dezenfeksiyonu Kullanması Gerektilir.Tesisde Havuzun Giriş kısmında Zorunlu Duş vardır.	1	4	4
37	Havuz	Havuzun Su İle Temas Eden Yüzeylerinin Yosunlanması	Hastalık	4	3	12	Havuzun Tüm Yüzeyi Pürüzsüz Açık Renkli, Su Geçirmez Malzemeyle Kaplıdır. Havuz Suyuna Belirli Aralıklarla Yosun Önleyici Kullanılmaktadır.	1	3	3
38	Havuz	Havuz Suyunun Hazırlanması Ve Denetlenmesinin Sağlayan Elemanların Olmaması	Enfeksiyon, Hastalık	4	5	20	Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Ve Şartları Hakkında Yönetmeliğe Göre Havuz Suyu Operatörü Ve Mesul Müdür Bulundurmak Zorunludur. Amasya Üniversitesi Kapalı Yüzme Havuzunda Mevcuttur.	1	5	5
39	Havuz	Soyunma Odası Ve Duşlarda Yeterli Aydınlatmanın Olmaması	Düşme, Yaralanma	4	3	12	Soyunma Odası Ve Duşlar Yeterli Düzeyde Aydınlatılıp Elektrik Kesintisinde Jeneratör Devreye Girmektedir.	1	3	3
40	Havuz	Soyunma Odaları, Duşlar Ve Tuvaletlerin Hijyeninin Sağlanmaması	Enfeksiyon, Hastalık	4	3	12	Soyunma Odası Ve Duşlar Yeterli Düzeyde Aydınlatılıp Elektrik Kesintisinde Jeneratör Devreye Girmektedir.	1	3	3

EK-1:(devam)

41	Havuz	Havuz Kullanım Kurallarının Görünür Şekilde Olmaması	Hijyen, Hastalık	4	4	16	Havuz Kullanım Kuralları Tesisin Girişinde Herkesin Okuyabileceği Yere Asılmıştır.	1	4	4
42	Havuz	Bağlı Klor Miktarının Yüksek Çıkması	Enfeksiyon, Hastalık	5	5	25	Müdürlük Tarafından Alınan Numunenin Belirtilen Niteliklere Uygun Çıkması Halinde Havuzun Faaliyeti Durdurulur.	1	5	5
43	Havuz	Serbest Klor Miktarının Sabit Tutulamaması	Enfeksiyon, Hastalık	4	5	20	Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Ve Şartları Hakkında Yönetmeliğe Göre' Serbest Klor 1-1,5 Ppm Arasında Olmalıdır. Kullanım Sayısının Yoğun Olduğu Dönemlerde Normal Seviyeyi Tutmak Ve Koruma Korumak Zor Olmaktadır.	1	5	5
44	Havuz	Klor Miktarının Kontrolünün Sağlanamaması	Enfeksiyon, Hastalık	4	4	16	Havuz Suyunun Klor Miktarı Gün İçerisinde Sabah, Öğle, Akşam Olmak Üzere 3 Kere Ölçülmektedir.	1	4	4
45	Havuz	Klor Gazı Sızıntısı	Hastalık	3	5	15	Klor Sistemi Düzenli Olarak Kontrol Edilmeli, Havalandırma Sistemi Olmalı, Acil Durum Ekipmanı Hazır Bulundurulmalıdır.	1	5	5
46	Havuz	Klor Ölçüm Cihazının Çalışmaması	Hastalık	2	4	8	Klor Ölçüm Cihazı Belirli Aralıklarla Kalibre Edilerek Doğru Ölçüm Sağlanmalıdır.	1	4	4

EK-1:(devam)

47	Havuz	Klorun Uygun Taşınmaması	Yangın, Zehirlenme	3	4	12	Taşıma Ve Dezenfeksiyon Sırasında Gözlük, Maske, Eldiven, Çizme Koruyucu Giysi Kullanılmalıdır.	1	4	4
48	Havuz	Dezenfektanların Cilt Ve Gözle Teması	Yaralanma, Yanık	3	4	12	Klorun Yakıcı Etkisinden Dolayı Cilt Ve Göz Teması Olmadan, Kişisel Koruyucu Ekipmanlar Kullanılmalıdır.	1	4	4
49	Havuz	Kimyasalların Uygun Olmayan Şekilde Depolama	Zehirlenme, Yaralanma	3	5	15	Malzemeler Yerden Yüksek Olacak Şekilde Raf Sistemi İle Sınıflarına Ayrılarak Depolanmalıdır. Depo Alanına Yanıcı Patlayıcı Depolanmamalı, Sigara İçmemeli, Yangına Karşı Gerekli Önlemler Alınmalıdır.	1	5	5
50	Havuz	Kimyasalların Ağzının Açık Bırakılması	Yangın, Yaralanma	3	3	9	Kimyasal Kullanımından Sonra Ağzının Kapalı Olması Sağlanmalıdır. Çalışanlar Kullanılan Kimyasallar Konusunda Bilgilendirilecektir.	1	3	3
51	Havuz	Dezenfektanların Birbiriyle Etkileşimi	Patlama, Yangın,Zehirlenme	4	4	16	Kimyasalların Özelliklerine Göre Reaksiyona Girebilecek Maddelerin Aynı Bölümlerde Belirtilen Şartlarda Depolanması Sağlanması Gerekmetedir.	1	4	4
52	Havuz	Kimyasal Depo Alanının Yetersiz Havalandırması	Yaralanma, Maddi hasar	3	5	15	Yangın Ve Zehirlenmeye Sebebiyet Vermemesi İçin Kimyasal Deposunun Havalandırmasının Yeterli Düzeyde Olmasının Sağlanması Gerekmetedir.	1	5	5

EK-1:(devam)

53	Havuz	Kimyasal Depo Alanında Uyarı Levhasının Olmaması	Yaralanma, Maddi hasar	3	4	12	Açık "Alevle Yaklaşma" "Sigara İçilmez" "Tehlikeli" Gibi Uyarı Levhalarının Asılmasının Sağlanması Gerektileridir.	1	4	4
54	Havuz	Kimyasal Maddelere Ait Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının Olmaması	Zehirlenme, Yaralanma	4	4	16	Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarına Uygun Kullanılmalı Ve Depolanmalıdır. Depo Alanında Yanıcı, Parlayıcı Madde Depolanmamalı, Sigara İçilmemelidir.	1	4	4
55	Havuz	Dezenfeksiyon Maddelerinin Son Kullanma Tarihinin Geçmesi	Etkinlik, Maddi hasar	4	4	16	Dezenfeksiyon Maddelerinin Ömrü Genellikle Açıldıktan Sonra 1 Yıldır (Örn Toz Klor). Bu Tarihleri Takip Edip Tarihi Geçenleri Kullanılmaması Gerektileridir.	1	4	4
56	Havuz	Havuz Dip Temizliğinin Her Gün Yapılmaması	Hastalık, Enfeksiyon	4	5	20	Havuz Dip Temizliği Seanslar Bittikten Sonra Akşamdan Sabaha Kadar Havuz Robotu Atılıp Seans Başlayana Kadar Çalıştırılıp Temizliği Sağlanmalıdır.	1	5	5
57	Havuz	Havuz Suyu Sıcaklığının Uygun Aralıkta Olmaması	Hastalık, Enfeksiyon	3	5	15	Havuz Suyu Sıcaklığı En Düşük 26 C En Yüksek 28 C Geçmemelidir.	1	5	5
58	Havuz	Havuz Denge Tankının Periyodik Bakımının Yapılmaması	Hastalık, Enfeksiyon	3	4	12	Denge Tankı Yılda 1 kez Temizlenip Kumlarının Değişmesi Gerektileridir.	1	4	4
59	Havuz	Duş Sayısının Yetersiz Olması	Hastalık, Enfeksiyon	3	5	15	Hijyen Kurallarına Uyulmalı Ve Duşlar Düzenli Olarak Temizlenmeli. En Az Yirmi Kişiyi Bir Duş Düşecek Şekilde Düzenlenmelidir.	1	5	5

EK-1:(devam)

60	Havuz	Koruyucu Maske Kullanılmaması	Solunum yolları tahrişi,Kımyasala maruz kalma	4	5	20	Maske Kullanımı Sağlanmaktadır.	1	5	5
61	Acil Durumlar	Acil Durumlar İçin Gerekli Donanım Ve Sağlıkçı Olmaması	Yaralanma	4	3	12	Acil Durumlar İçin Gerekli Donanım Ve Hemşire Görev Yapmaktadır.	1	3	3
62	Acil Durumlar	Havuzlarda Sertifikalı Can Kurtaran Temini	Yaralanma, Ölüm	4	3	12	Tesisde Bir Bayan Bir Erkek Olmak Üzere TSSF Bronz Sertifikalı Can Kurtaran Bulunmaktadır.	1	3	3
63	Acil Durumlar	Cankurtaranların Acil İletişim Araçlarını Kullanmaması	Yaralanma, Ölüm	4	3	12	Cankurtaranlar Telefon, Portatif Telsizler, Dödükler Gibi Acil İletişim Araçlarını Kullanma Konusunda Yeterli Bilgiye Sahiptir.	1	3	3
64	Acil Durumlar	Cankurtaran Kulesinin Havuz Alanının Tamamını Görmemesi	Boğulma, Yaralanma	3	5	15	Cankurtaran Kulesi Havuzun Tamamını Görecek Şekilde Konumlandırılmıştır.	1	5	5
65	Acil Durumlar	Cankurtaranın Gerekli Malzemelerinin Bulunmaması	Boğulma, Yaralanma	4	3	12	Cankurtaranın Can Simidi, Uzun Değnek, İp Gibi Kurtarma Malzemeleri Havuzun Belirli Yerlerinde Mevcuttur.	1	3	3
66	Acil Durumlar	Yangın Söndürme Tüpünün Kolay Ulaşılır Olmaması	Yangın, Yaralanma	2	5	10	Yangın Söndürme Tüpleri Kolayca Ulaşılır Yerlerde Olmalı, Önlerinde Engel Bulunmamalıdır.	1	5	5

EK-1:(devam)

67	Acil Durumlar	Yangın Merdiveninin Kullanılamaması	Yangın, Yaralanma	3	5	15	Tesisde Yangın Merdiveni Mevzuata Uygun Şekilde Bulunmaktadır.	1	5	5
68	Acil Durumlar	Yangın Söndürme Tüpünün Son Kullanma Tarihinin Geçmesi	Yangın, Yaralanma	3	3	9	Yangın Söndürme Tüpleri Düzenli Aralıklarla Kontrol Edilmektedir.	1	3	3
69	Acil Durumlar	Acil Durumlarda Işıklandırmanın Sağlanamaması	Yaralanma	2	5	10	Acil Çıkış Kapılarında Işıklandırma mevcuttur	1	5	5
70	Acil Durumlar	Acil Çıkış Kapılarının Kilitli Olması	Yaralanma, Ölüm	4	3	12	Acil Çıkış Kapıları 7/24 Acil Durumlara Karşı Açık Bırakılmalıdır. Acil Çıkış Kapıları Hepsinde Dışarı Açılır Vaziyette Olmalıdır.	1	3	3
71	Acil Durumlar	Acil Durumlarda Dışarı Çıkışlarda Çıkış Sayısı Yetersizliğinde İzdiham Olması	Yaralanma, Ölüm, Maddi kayıp	3	5	15	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Madde 39- Gereğince 50 Kişinin Aşıldığı Her Mekanın En Az 2 Çıkış. Kişi Sayısı 500 Kişiyi Geçer İse En Az 3 Çıkış ve 1000 Kişiyi Geçer İse En Az 4 Çıkış Bulunmak Zorundadır. Yangın Çıkışlarının Aralarındaki Mesafe İlgili Maddenin (3) ve (4) Üçü Maddelerine Göre Ayarlanacaktır.	1	5	5
72	Acil Durumlar	Acil Kaçış Yollarını Gösteren Uyarı Levhalarının Olmaması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	Kapı ve Kaçış Yollarını Gösteren Acil Durum Levhaları ve Uyarı Levhaları Mevcut Olup, Eksik Olanlar Uygun Yerlere Yerleştirilecektir.	1	5	5

EK-1:(devam)

73	Acil Durumlar	Soyunma Odasında Kullanılan Fön Makinesinin Kullanım Talimatı Eksikliği	Elektrik Çarpması	2	3	6	Fön Makinesi Kullanacak Kişilerin Belirli Kurallara Dikkat Etmesi Amaçlı Talimat Hazırlanmalıdır.	1	3	3
74	Acil Durumlar	Gerekli Yerleri İşaretlenmiş İş Yeri Krokisinin Bulunmaması	Yaralanma, Ölüm	2	5	10	Acil Durum Ekipmanlarının Bulunduğu Yerler, Kaçış Yolları, Toplanma Yerleri , Uyarı Sistemlerinin de Yer Aldığı Tahliye Planı Belirlenerek Hazırlanan Kroki Bina İçinde Kolayca Görülebilecek Yerlerde Asılı Olarak Bulundurulacaktır.	1	5	5
75	Acil Durumlar	Makine Dairesinde Acil Durdurma Butonu Olmaması	Yangın, Elektrik Çarpması	3	5	15	Makine Dairesinde Enerjiyi sonlandıracak butonlar tesis edilmelidir.	1	5	5
76	Acil Durumlar	Binanın Periyodik Olarak Bakımının Yaptırılmamasından Kaynaklanabilecek Sorunlar	Yaralanma	2	5	10	Binaların Boya Badana ve Periyodik Kontrolleri Yapılacaktır.	1	5	5

EK-1:(devam)

77	Acil Durumlar	Doğal Afetler Sonucu Nasıl Davranılması Gerektiğinin Bilinmemesi	Yaralanma, Ölüm, Maddi kayıp	2	5	10	Herhangi Bir Doğal Afette Neler Yapılması Gerektiği Konularında Bilgi Sahibi Olunacaktır. Yıldırıma Karşı Paratoner Olacak ve Yıllık Bakımı Yaptırılacaktır. Acil Duruma Neden Olan Olayla İlişkin (Yangın, Gaz Kaçağı, Deprem vb.) Telefon Numaraları Görünür Yerlere Asılacaktır.	1	5	5
78	Acil Durumlar	Çalışanların Karşı Karşıya Kaldıkları Önceden Olmuş Kazalar Veya İşe Bağlı Hastalıkların İncelenmemesi	Yaralanma, Ölüm, Maddi kayıp	2	5	10	Çalışanların Karşı Karşıya Kaldıkları Önceden Olmuş Kazalar veya İşe Bağlı Hastalıklar İncelenerek Yeniden Meydana Gelmeleri Önlenecektir.	1	5	5
79	Acil Durumlar	Acil Durum Toplanma Alanı Bulunmaması	Acil Müdahale Güçlüğü	1	5	5	Acil Durum Toplanma Alanı Belirlenmeli ve Belirlenen Alanın Acil Durum Toplanma Alanı Olduğunu Gösterir Levhalar Yapılmalıdır.	1	5	5
80	Acil Durumlar	İş Kazaları Ve Meslek Hastalıkları Vakalarının Sosyal Güvenlik Kurumuna Rapor Edilmemesinden Kaynaklanacak Tehlikeler	Maddi kayıp	3	1	3	www.sgk.gov.tr Adresinden İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Bildirim Formu ile 3 İş Günü İçinde Elektronik Olarak Yapılacaktır.	1	1	1

EK-2: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Spor Merkezleri ve Yüzme Havuzları Kontrol Listesi



SPOR MERKEZLERİ VE YÜZME HAVUZLARI İÇİN KONTROL LİSTESİ



EK-2:(devam)

Konu Başlığı	Kontrol Listesi	Evet ☺	Hayır ☹	Alınması Gereken Önlem	Sorumlu Kişi	Tamamlanacağı Tarih
GENEL	Zemin, kayma veya düşmeyi önleyecek şekilde tasarlanmış ve iç ve dış zeminler (işyeri girişi, merdivenler vs.) düzenli olarak kontrol ediliyor mu?					
	Zeminde çökme, erime vb. deformasyonlar bulunması halinde bunlara yönelik düzeltici çalışmalar yapılıyor mu?					
	Zemin halıları, zemin kaplamaları ya da duvar yüzeylerinde yırtılmış veya soyulmuş bölümler onarılıyor mu?					
	Cam yüzeyler (cam aksamli mobilyalar, kapı, pencere vb.) üzerinde kırık ve çatlak bulunmamakta ve uygun şekilde monte edilmiş mi?					
	Merdiven genişlikleri ve basamak yükseklikleri uygun mu?					
	Merdivenler boyunca tırabzanlar var mı?					
	Tırabzan ayakları arasında düşmeyi önleyecek kapalı bloklar var mı?					
	Temizlik yapılan alanda kaymayı önlemek için gerekli önlemler alınıyor mu?					
	Tesiste içme suyu bulunuyor mu?					
	Çalışanların için yemek yeme yeri mevcut mu?					

EK-2:(devam)

TERTİP-DÜZEN VE HİJYEN	Çalışanlar, işlerini bitirdikten sonra kullandıkları bütün malzemeleri yerlerine yerleştiriyor mu?					
	Çalışmalar sırasında kullanılan hortum, kablolu vb. aletler takılma veya düşmeyi önleyecek şekilde mi?					
	Depo vb. alanların iç düzenlemesi yapılmış, tüm eşya veya malzemelerin kolay ulaşılabilir olması sağlanmış ve bu alanlar tertipli halde tutuluyor mu?					
	İşyerinin temizliği düzenli olarak yapılıyor ve işyerinde, hijyen açısından gerekli şartlar sağlanıyor mu?					
	Temizlik amaçlı kullanılan ürünler ve kimyasallar uygun şekilde depolanıyor mu?					
	Çöpler ve atıklar düzenli olarak ve uygun şekilde toplanıyor mu?					
	Çatıdan, duvarlardan ya da zeminlerden su sızıntısının olması engelleniyor mu?					
	Küf mantarı oluşumu engelleniyor mu?					

EK-2:(devam)

ACİL DURUMLAR	İşyerinde, acil durum planı hazırlanmış mı?					
	Çalışanların acil durumlarda ne yapması gerektiği konusunda bilgilendirilme yapılmış ve hazırlanan kroki uygun yerlere asılmış mı?					
	İşyerinin açık olduğu her saatte acil durum telefonu kullanılabilir durumda mı?					
	Acil durumlar ile ilgili iletişime geçilecek telefon numaraları (itfaiye, ambulans, polis vb.) görünür yerlere asılmış mı?					
	Acil durumlar için kapsamlı ilk yardım çantası, sedye ve kurtarma araçları mevcut mu?					
	Havuzlarda sertifikalı cankurtaran görev yapıyor mu?					
	Cankurtaranların bulunduğu yer havuzun tamamını görebilecek konumda mı?					
	Yangın merdiveni kullanılabilir durumda mı?					
	Yangın merdiveni kapıları/acil çıkışlar kilitli olmayıp her an dışarı doğru açılabilir durumda tutuluyor mu?					
	Yangın söndürücüler mevcut ve son kullanma tarihleri ile basınçları periyodik olarak kontrol edilerek bakımları yapılıyor mu?					
	Otomatik yangına müdahale sistemleri çalışır durumda ve bakımları yapılıyor mu?					

EK-2:(devam)

ELEKTRİK	Kaçak akım rölesi ana elektrik hattına bağlanmış mı?					
	Tüm sigortaların korunaklı yerlerde olması sağlanmış mı?					
	Elektrik/sigorta kutuları kilitlenmiş, yetkisiz kişilerin erişimleri önlenmiş mi?					
	Açıkta kablo bulunmamakta, prizlerin sağlamlığı düzenli olarak kontrol edilmekte mi?					
	Elektrikli spor aletlerinin, elektrik kaçaklarına karşı yalıtımları yapılmış mı?					
	Elektrik tesisatında topraklama mevcut mu?					
	Prizler ve elektrikli aletler ıslanma ihtimali olmayan yerlerde mi bulunuyor?					
	Sauna ve buhar odalarında sıcaklık kontrolü sistemi bulunuyor mu?					
	Sabit kurulumlar ve tesisatın, düzenli şekilde bakımı yetkili kişiler tarafından mı yapılmakta?					

EK-2:(devam)

Havuz tabanı, merdiven basamakları ve havuz kenarındaki gezinti alanları kir tutmayan, kolay temizlenebilen, hijyenik ve kaygan olmayan bir malzemeyle kaplı mı?					
Havuz içine giriş ve çıkışta güvenli giriş ve çıkış için gerekli düzenekler (havuz ipleri, can simidi, merdiven, korkuluk vb.) mevcut mu?					
Çevrede güvenlik için yeterince uyarı levhası var mı?					
Tesislerde, bütün kullanıcıların, yüzme havuzuna girmeden önce duş alabilmelerini ve ayak dezenfeksiyonu yapabilmelerini sağlayacak düzenleme yapılmış mı?					
Havuzun su ile temas eden tüm yüzeyleri pürüzsüz, temizlenebilir, yosun oluşmasına izin vermeyen, açık renkli ve su geçirmez bir malzemeyle kaplı mı?					
Havuz ve havuz suyunun teknik ve hijyenik şartlarından sorumlu bir kişi görevlendirilmiş mi?					
Havuz ve havuz suyunun teknik ve hijyenik şartlarından sorumlu yüzme saatlerinde devamlı iş başında bulunmakta mı?					
Soyunma yerleri, duşlar ve tuvaletler mevcut mu ve buralar sürekli temiz tutulmakta mı?					
Soyunma-giyinme yerlerinde yeterli sayıda, temiz, paslanmamış dolaplar var mı ve düzenli olarak ilaçlanarak hijyen sağlanmakta mı?					

EK-2:(devam)

SEKTÖRE ÖZEL RİSKLER 	Soyunma yerlerinde, tuvaletlerde, duş yerlerinde havalandırma, aydınlatma ve ısıtma yeterli mi?					
	Uyulacak kurallar göze çarpıcı afişler halinde bina içinde uygun yerlere asılmış mı?					
	Yüzme havuzuna verilecek su fiziki ve bakteriyolojik özellikleriyle (Berrak, renksiz, kokusuz, tortusuz ve bakteriyolojik bakımdan temiz) içme suyu kalitesinde mi?					
	Havuz suyunda serbest klor miktarı "Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Ve Şartları Hakkında Yönetmelik" 'te belirtilen sınır değerleri geçmemekte mi?					
	Havuz suyunun klor miktarı gün içinde kontrol edilmekte mi?					
	Havuzun köşeleri kazaları engellemek için kavisli yapılmış mı?					
	Havuzun etrafında ve bütün çevresi boyunca taşma oluğu bulunmakta mı?					
	Havuzun kenarında karşılıklı en az 2 merdiven mevcut mu ve merdivenlerin iki yanında tirabzan var mı?					
	Tirabzanlar, basamaklar ve havuzun içindeki dinlenme çıkıntıları açıkça görülebilir renklerde mi?					
	Tirabzanlar, basamaklar ve havuzun içindeki dinlenme çıkıntıları bakımlı mı?					

EK-2:(devam)

	Yeterli sayıda ve görülebilir yerlerde havuzun derinliğini gösterir yazılar var mı?					
	Su derinliğinde ani değişimler ya da dik eğimler için önlem alınmış mı?					
MAKİNELER VE SPOR EKİPMANLARI	Tüm makineler için, makinelerin kullanımı ve bakımı hususunda Türkçe olarak hazırlanmış kullanım kılavuzu mevcut mu?					
	Tüm makineler kullanma kılavuzuna göre kullanılmakta mı?					
	Çalışanlar ve müşteriler makinelerin güvenli kullanımı konusunda bilgilendiriliyor mu?					
	Halter ve ağırlık makinelerinde kullanılan bağlantı elemanları uygun ve doğru şekilde kullanılmakta mı?					
	Makine ve ekipmanların yanında ilgili güvenlik uyarıları, güvenli çalışma yükleri ve kullanım talimatları gösterilmiş mi?					
	Makine ve ekipmanların üzerinde CE uygunluk işareti bulunuyor mu?					
	Makine ve ekipmanların durumu kontrol edilmekte ve bakımları yapılmakta mı?					
	Bozulan makinelere uyarı asılarak tamiri yapılana kadar kullanım dışı olduğu belirtiliyor mu?					
	Makineler ve ekipmanlar çalışma alanına düzenli yerleştirilmiş mi ve çalışma alanı düzenli ve temiz tutulmakta mı?					

EK-2:(devam)

KİMYASALLAR	İşletme tehlikeli olmayan veya az tehlikeli kimyasallara öncelik veriyor mu?					
	Tehlikeli kimyasalların işletmenin koşullarına göre nasıl kullanılması gerektiğini açıklayan talimatlar bulunmakta mı?					
	Kirliliğe sebep olan kimyasalların kaynağına yakın bir yere aspiratörler yerleştirilmiş mi?					
	Çalışanların kimyasallarla yaptıkları çalışma biçiminin önemli bir sağlık riski teşkil edip etmediği kontrol ediliyor mu?					
	Tehlikeli kimyasallarla çalışanlar mevcut riskler konusunda bilgilendirilmiş mi?					
	Çalışanlar kişisel koruyucu donanımların kullanılması gerektiğinde kullanmakta mı?					
	Çalışanların cildi suyla günde iki saatten fazla doğrudan temas edip etmediği kontrol ediliyor mu?					
	Tam olarak ortadan kaldırılamayan gazların üretimine sebep olan süreçler için güvenlik önlemleri alınmış mı?					
	Çalışanların; sprey kullanımı, dökülme ya da bir sıvının buharlaşması durumunda cildi tahriş edebilecek ya da giysileri aşındırarak cilde işleyebilecek kimyasallarla çalışmadığı kontrol ediliyor mu?					
	Karıştırılarak kullanılmaması gereken kimyasallar konusunda çalışanlar bilgi sahibi mi?					

EK-2:(devam)

PSIKOSOSYAL ETKENLER	Çalışanlar, maruz kalabilecekleri olumsuz davranışlar (tehdit, hakaret vs.) karşısında nasıl davranacağını biliyorlar mı?					
	Çalışanlar ile işveren(ler) arasında iyi bir iletişim sağlanmakta mı?					
	İşyerinde yürütülen işler ile ilgili çalışanların da görüşleri alınmakta ve iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması hususunda katılımları desteklenmekte mi?					
	Çalışanlar; yetki, sorumluluk ve çalışma hedeflerini net olarak bilmekte mi?					
	Çalışanların iş yükü ve yorgunlukları kontrol edilmekte mi?					
GÜRÜLTÜ	Dışarıdan ve diğer insanlardan kaynaklanan gürültünün rahatsız edici seviyede olmadığı kontrol ediliyor mu?					
	Makine ve tesisatlardan gelen gürültünün rahatsız edici seviyede olmadığı kontrol ediliyor mu?					
	Gürültülü odalarda ses yalıtımı bulunmakta mı?					

EK-2:(devam)

BİYOLOJİK RİSKLER	Hem düzenli olarak hem de risk oluşturan maddelerle (kan, kirli malzemeler vb.) temastan sonra çalışanlar ellerini yıkamakta mı?					
	Çalışanlar çöplerin ve kirli malzemelerin taşınmasında hijyen kurallarına dikkat etmekte mi?					
	Hijyen standartları ve ilkyardım yöntemlerine uyulmakta mı?					
	Küf mantarı ve küf kokusu bulunmadığı gözlemleniyor mu?					
KAZALAR ve HASTALIKLAR	Çalışanların işe giriş raporları ve periyodik kontrolleri yaptırılmakta mı?					
	Çalışanların karşı karşıya kaldıkları kazalar ve işe bağlı hastalıklar Sosyal Güvenlik Kurumuna rapor edilmekte mi?					
	Çalışanların karşı karşıya kaldıkları önceden olmuş kazalar veya işe bağlı hastalıklar incelenerek yeniden meydana gelmeleri önlenmekte mi?					
	İçerisinde yeterli malzeme bulunan ilkyardım çantası temin edilmiş mi?					
ERGONOMİ ve MONOTON ÇALIŞMA	Çalışanların uzun süre aynı pozisyonda veya fiziksel anlamda zorlayıcı çalışmaları (ağır yük kaldırma dahil) engellenmekte mi?					
	Çalışanlara yaptıkları işe uygun masa, sandalye veya destek ekipmanlar sağlanmakta mı?					
	Fazlaca yukarıya uzanmayı veya aşağıya eğilmeyi gerektiren işlerde çalışanların uzun süre hareketsiz aynı pozisyonda kalması engellenmekte mi?					

EK-2:(devam)

BİLGİLENDİRME VE EĞİTİM	Çalışanlar ilkyardım eğitimi almış mı?					
	Spor eğitmenleri antrenörlük belgesine sahip mi?					
	Cankurtaranlar ilgili bir müesseseden alınan güncel, geçerli bir sertifikaya sahipler mi?					
	Cankurtaranlar temel yaşam desteği vermek konusunda eğitime sahip mi?					
	Cankurtaranlar telefonlar, portatif telsizler, düdükler gibi acil iletişim araçlarını kullanma konusunda yeterli bilgiye sahip mi?					
	Cankurtaranlar yasal yükümlülüklerini bilmekte mi?					
	Çalışanlara işyerine özgü prosedürler ve acil durumlara ilgili hizmet içi eğitim uygulanmış mı?					
	Çalışanlara kullandıkları ekipmanların doğru ve güvenli kullanımı hakkında eğitim ve gerekli talimatlar verilmiş mi?					

* Bu kontrol listesi, 6331 sayılı Kanunun "İşverenin genel yükümlülüğü" başlıklı 4'üncü maddesi birinci fıkrasının (c) bendi uyarınca işverenlerin yapmak/yaptırmak ile yükümlü oldukları risk değerlendirmesi çalışması yerine geçmez ancak çalışma ortamının iyileştirilmesine yönelik adımları içerir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Nihal ATABAY

Süleyman Demirel Üniversitesi, Burdur Sağlık Yüksek Okulu, Hemşirelik bölümü 2007 mezunuyum. Halen kamu kurumunda hemşire olarak görev yapmaktayım.

Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

1-) 7. Uluslararası Ankara Multidisipliner Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 5- 6 Mart 2024 – Ankara. ‘Yüzme Havuzlarında Kullanılan Kimyasalların İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi’