

Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi'nin L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

Merve Dinçer¹, İlknur Erol²

Öz

Su canlıların en temel ihtiyacıdır. Günümüzde kullanılamaz haldeki sular, atıksu arıtma tesislerinde birtakım işlemlere tabi tutularak kullanılabilir hale getirilmektedir. Atıksu arıtma tesisleri İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre, çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Bu tesislerde gerekli önlemler alınmadığında ciddi iş kazaları meydana gelebilir. Ayrıca, çalışanlarda çeşitli hastalıklar görülebilir. Çalışanlara güvenli çalışma ortamı sağlamak için, öncelikle tesislerdeki tehlikeler ve riskler belirlenmeli, daha sonra risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Bu çalışmada Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma tesisindeki tehlikeler ve riskler hem sağlık hem de güvenlik esaslı olarak belirlenmiştir. Çalışma ortamlarının ve donanımlarının güvenli olup olmadığının belirlenmesi, alınması gereken önlemlerin tespiti için L tipi matris yöntemi esas alınarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Tesiste tespit edilen yüksek düzeydeki riskler, yangın, elektrik çarpması, iş kazası, havuza düşme, zehirlenme, metan gazı patlamasıdır. Çürütücü tanklar, tesis geneli, atölyeler, trafo binası, gaz desülfürizasyon ünitesi, gaz jeneratörü ve boyler ünitesi, servis suyu pompa ünitesi yüksek düzeyde risk içeren bölümler ve ekipmanlar olarak belirlenmiştir. Birtakım düzeltici önleyici faaliyetler ile tesis içinde belirlenen yüksek düzey riskler ve orta düzey riskler, düşük düzey risklere dönüştürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atıksu Arıtma Tesisi, İş Sağlığı ve Güvenliği, L Tipi Matris, Risk Değerlendirmesi

Risk Assessment of Adana ASKİ Seyhan Wastewater Treatment Plant with L-Type Matrix Method

Abstract

Water is the most basic need of living things. Today, unusable water is made usable by being subjected to processes in wastewater treatment plants. Wastewater treatment facilities are in the very hazardous class according to the Workplace Hazard Classes Communiqué on Occupational Health and Safety. If necessary, precautions are not taken in these facilities, serious occupational accidents may occur. Additionally, various diseases may occur among employees. In order to provide a safe working environment for employees, hazards and risks in the facilities must first be determined and then a risk assessment must be made. In this study, the hazards and risks in the Adana ASKİ Seyhan Wastewater Treatment Plant were determined on both health and safety basis. The risk assessment was carried out according to the L-type matrix method in order to determine whether the working environment and equipment are safe, whether what the new measures are. High-level risks identified in the facility include fire, electric shock, work accidents, falling into the pool, poisoning, and methane gas explosion. Digester tanks, facility general, workshops,

¹ Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi, Adana

e-posta / e-mail: mervedincer03@hotmail.com ORCID No: 0009-0009-1821-3198

² Dr. Öğr. Üyesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

İlgili yazar e-posta/Corresponding author e-mail: ierol@cu.edu.tr ORCID No: 0000-0002-8968-1134

Bu makaleye atıf yapmak için / To cite this article

Dinçer, M. ve Erol, İ., (2024). Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi'nin L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 7(3), 677-696.

transformer building, gas desulfurization unit, gas generator and boiler unit, service water pump unit have been identified as high-risk sections and equipment. With a number of corrective and preventive actions, high level risks and medium level risks identified within the facility have been transformed into low level risks.

Keywords: L Type Matrix, Occupational Health and Safety, Risk Assessment, Wastewater Treatment Plant

1. GİRİŞ

Kentsel atıksu arıtımı, suların çeşitli kullanımlar sonucu kaybettikleri kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya deşarj edildikleri alıcı ortamın doğal, fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek amacıyla minimum biyokütle üretimiyle, minimum zamanda, kirlilik unsurlarının maksimum düzeyde uzaklaştırılabilmesi için uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlem ve proseslerinin bütünüdür (Damar, 2009; Judd, 2006). Atıksuların arıtımı ön arıtma, birincil arıtma, ikincil arıtma ve ileri arıtma şeklinde yapılmaktadır.

Ön arıtma ve birincil arıtma fiziksel arıtma yöntemidir. Atıksuyun içerisindeki büyük katı maddeler, süprüntü ve yabancı maddeler ön arıtma ile uzaklaştırılmaktadır (TBB, 2015). Bu maddelerin atıksudan uzaklaştırılması atıksu arıtma tesisi ünitelerinin etkinliğinin artması için önemlidir. Birincil arıtma, atıksuda kolayca çökebilen ve yüzebilen katı maddelerin atıksudan ayrıştırılmasıdır (Libhaber ve Jaramillo, 2012; Sperling, 2007; Balcıgil, 2013). Katı maddelerin sudan ayrıştırılması için ızgaralar; kum, çakıl gibi organik olmayan küçük maddelerin atıksudan ayrılması için kum tutucular, yoğunluğu atıksudan düşük yağ, solvent vb. yüzer maddelerin sudan ayrılması için yüzer madde veya yağ tutucular, çökebilen katıların ayrılması için çökeltim havuzları, atıksu arıtma tesislerinde bulunan arıtma birimleridir. İkinci arıtma, birincil arıtmadan çıkan atıksuyun içinde kalan çözünmüş organik ve askıdaki katı maddelerin biyolojik arıtma prosesleri ile uzaklaştırılmasıdır. Atıksularda biyolojik arıtmanın amacı, organik kirleticilerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılması ile atıksudan uzaklaştırılmasıdır. Askıdaki katılar, azot, fosfor, ağır metaller dahil olmak üzere diğer atıksu bileşenleri de biyolojik olarak arıtılabilmektedir. Evsel atıksularda biyolojik arıtmanın amaçları, atıksuda yer alan partikül ve çözünmüş haldeki biyolojik olarak ayrışabilir maddelerin dönüşümünü sağlamak, ayrıca askıda ve çökelemeyen kolloidal haldeki katıları biyolojik floklara veya biyofilme dönüştürmektir (Polat, 2008; Balçık, 2013; Dere, 2010; Sperling, 2007; İnce, 2008). İleri arıtma, ikincil arıtmayla ayrışamayan bazı atıksu bileşenlerinin, nütrientlerin (azot, fosfor) giderilmesi veya ikincil arıtmayla elde edilenden daha fazla arıtma verimi elde etmek için kullanılan fiziksel, kimyasal veya biyolojik proseslerdir (Spellman, 2009). İleri arıtma gerektiren kirleticiler organik maddeler, askıda katı maddeler, inorganik maddeler ve sentetik kompleks bileşiklerdir (Öztürk, 2017).

Atıksu Arıtma Tesisleri, çok tehlikeli sınıfta bulunmaktadır (ÇSGB, 2012). Bu işyerlerinde gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi iş kazaları ve çeşitli hastalıklar meydana gelebilir. Bu nedenle tesislerde tehlikeler belirlenmeli, risk değerlendirme yapılmalı ve çalışanlara güvenli çalışma ortamları sağlanmalıdır. Yapılacak risk değerlendirme çevre, iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikelerin ortaya konmasında, ölüme, hastalığa, yaralanmaya, flora-fauna gibi ekosistemde hasara neden olan veya olabilecek tehlikelerin en düşük seviyeye getirilmesinde faydalı olacaktır (Carroll, 2006). Risk değerlendirme yönteminin seçimi çok önemlidir. Risk değerlendirme yönteminin belirlenmesinde yapılacak hatalar işletmede sorunlar yaşanmasına hatta maddi zarara neden olabilir (Aytekin ark. 2015) Risk değerlendirme yöntemleri kantitatif ve kalitatif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kantitatif risk analizi, matematiksel formüller yardımıyla risk değerinin hesaplanmasıdır. Tehlikenin gerçekleşme ihtimali ile oluşacak zarar için sayısal değerler verilmektedir. Bu değerler üzerinden mantıksal ve matematiksel olarak bir değer hesaplanması yapılmaktadır. Kalitatif risk değerlendirme yapılırken sayısal ifadeler yerine risk

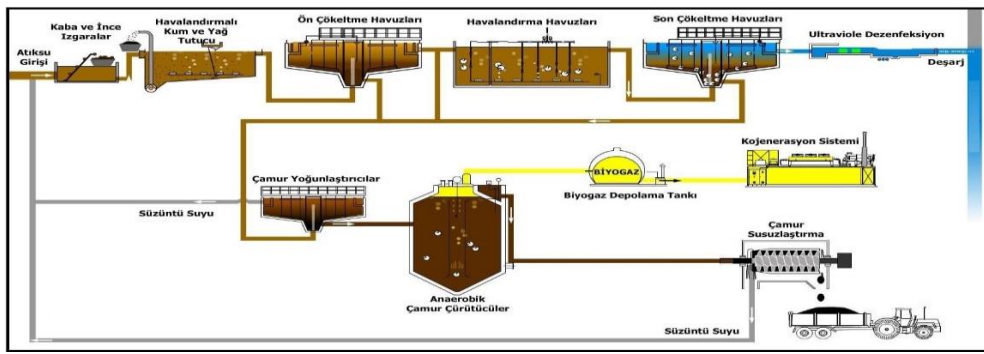
etmenleri esas alınır. Değerlendirmeler çok yüksek, yüksek, orta ve düşük olarak yapılır (Özcan, 2020).

Atıksu arıtma tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Özkars (2010) çalışmasında Sivas Atıksu Arıtma Tesisinde meydana gelebilecek kazalara ilişkin risk değerlendirmesi yapmıştır. Bu kapsamda en riskli etmenlerin hijyenik olmayan ortam koşulları ve ekipman tamir-bakım işlemleri sırasında yapılan çalışmalar olduğunu vurgulamıştır. Özkars ve Yıldız (2013) ülkemizde faaliyette olan 24 adet atıksu arıtma tesisinden 234 personele anket uygulamışlar. Tesisleri iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmişler. Anket sonuçlarına göre, Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanımında çalışanların isteksiz ve ihmalkâr olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca tesis çalışanlarının büyük bir kısmının koruyucu aşlarını yaptırdığı tespit edilmiştir. Aslan ve Yıldız (2017) Sivas içme suyu ve atıksu arıtma tesislerinde gürültü seviyelerini IKON72 model gürültü ölçüm cihazı ile ölçmüşler. Atıksu arıtma tesisinde, havalandırıcı, jeneratör, susuzlaştırma, kimyasal hazırlama ünitelerinde; içme suyu arıtma tesisinde ise kademeli havalandırma, havalandırıcı, kum tutucu jeneratör ve susuzlaştırma ünitelerinde gürültü seviyesinin 85 dBA'yı aştığını tespit etmişlerdir. Gürültünün çalışanlara etkisinin, kulak koruyucu ekipman kullanılması ve çalışma sürelerinin sınırlandırılması ile azaltılabileceğini vurgulamışlardır. Ayyıldız (2017) Afyon Atıksu Arıtma Tesisinin Fine-Kinney metoduna göre risk değerlendirmesini yapmıştır. Makine kaynaklı olası iş kaza riskini en aza indirmek için, makinelerin rutin kontrol testlerinin elektrik ve makine mühendisleri tarafından yapılmasının gerektiğini belirtmiştir. Gök (2018) Mersin ilinin Anamur, Bozyazı ve Mut ilçelerinde bulunan farklı teknoloji ve proseslerden oluşan atıksu arıtma tesislerindeki mevcut tehlikeleri ve bu tehlikelere karşı alınacak önlemleri, iş kazaları ve meslek hastalıkları yaşanmaması için yapılması gerekenleri tespit ederek, risk değerlendirmesi yapmıştır. Çalışmasında 3T metodunu kullanmıştır. Tesislerdeki büyük risklerin sırasıyla geri devir ünitesi, çamur susuzlaştırma ünitesi, giriş terfi ünitesi, havalandırma havuzları, çökeltme havuzları, laboratuvarlar, atölyeler, blower binası, kum ve yağ tutucu ünitesi, kaba ızgara, ince ızgara ve idari binalar olduğunu vurgulamıştır. Adıgüzel (2019) Kemalpaşa Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Atıksu Arıtma Tesisinde oluşabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ergonomik riskleri L tipi 5x5 matris yöntemiyle değerlendirmiş, en büyük risklerin kaymaya bağlı düşmeler, ekipmanların neden olduğu hasarlar ve evsel atıksulardan kaynaklanan bulaşıcı hastalıklar olduğunu belirtmiştir. Ulutaş (2019) Konya Atıksu Arıtma Tesisinin risk değerlendirmesini Fine-Kinney metoduna göre yapmıştır. Düzeltici önleyici faaliyetlere gerek duyulan risk kaynaklarının; el aletleri ve ekipmanlarıyla yapılan çalışmalarda ve arıtma tesisinin proseslerinde görüldüğünü vurgulamıştır. Türkmen (2019) Ordu ili Durugöl Atıksu Arıtma Tesisini iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmiştir. Tesis genelinde uygulanan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının yeterli olduğunu; iş sağlığı ve güvenliği konusunda tesis çalışanlarının yanı sıra idarecilerinde bilinçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Yılmaz (2019) İstanbul ili Silivri ilçesinde bulunan Atıksu arıtma tesisindeki SCADA operatörlerinin çalıştıkları ortamda maruz kaldıkları fiziksel riskleri belirlemek amacıyla Fine-Kinney yöntemini esas alarak risk değerlendirmesi yapmıştır. SCADA operatörleri için en tehlikeli fiziksel risklerin gürültü, aydınlatma ve termal konfor olduğunu tespit etmiştir. Çimen (2020) özel bir firmanın atıksu arıtma tesisinin risk değerlendirmesini L tipi 5x5 matris yöntemiyle yapmıştır. Bu çalışmasında tesisteki fiziksel, kimyasal ve ergonomik risk etmenlerini incelemiştir. Tesis genelinde 126 adet risk tespit etmiştir. Kimyasal zehirlenme, havuza düşme, atıksu sebebiyle hastalık oluşumu, yaralanma, yangın ve elektrik çarpmasını en önemli hayati risk olarak belirtmiştir. Doğan (2021) Çanakkale Ayvacık ilçesinde bulunan temiz su arıtma tesisinin risk değerlendirmesini L tipi 5x5 matris yöntemiyle yapmıştır. Tespit ettiği risklere karşı alınması gereken önlemleri vurgulamıştır. Göymen (2021) atıksu arıtma tesislerini iş güvenliği yönünden değerlendirmiştir. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının, çalışanların KKD malzemelerinin kullanılması, koruyucu aşlarını düzenli aralıklarla yaptırmaları, ilkyardım ve iş güvenliği eğitimini almasıyla azalacağını belirtmiştir.

Bu çalışmanın amacı Adana Seyhan Atıksu Arıtma Tesisİ'nin tüm ünitelerinde çalışanların güvenliğini ve sağlığını tehdit eden riskleri belirlemek, uygun risk değerlendirme yöntemi seçimi ile çalışanların karşılaşabilecekleri tehlikeleri ve riskleri değerlendirmek ve tesis çalışanlarına çözüm önerileri sunmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Atıksu arıtma tesisleri İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğı'ne göre, çok tehlikeli sınıfta bulunmaktadır. Tesislerde gerekli önlemler alınmazsa ciddi iş kazalarının ve çeşitli hastalıkların meydana gelmesi olağandır. Bu esasa Adana Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde yapılan faaliyetler proses bazında (Atıksu girişi binasından temiz su çıkış noktasına kadar) incelenmiş; tesiste yapılan her bir faaliyet için tehlikeler ve riskler belirlenmiştir (Şekil 1). L Tipi Matris (5x5) yöntemine göre risk değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 1. Atıksu arıtma işlemlerinin aşamaları

Tablo 1 ve Tablo 2 esas alınarak risklerin derecelendirilmesi yapılmıştır. Eşitlik 1'de gösterildiğı gibi, risklerin meydana gelme olasılığı ile oluşabilecek hasarın şiddetinin çarpımı ile risk skoru hesaplanmıştır (Tablo 3). Rakamsal değer 2-6 arasında düşük düzey risk, 8-12 arasında orta düzey risk, 15-20 arasında ise yüksek düzey risk, 25 ise tolere edilemez risk olarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \quad (1)$$

Risklerin öncelik sırası kararı ve risk düzeyi ise Tablo 4'e göre belirlenmiştir. Tehlikeli durumları ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar belirlenmiştir. Tehlikeli olayların yok edilmesi veya etkisinin kabul edilebilir seviyeye indirilmesine yönelik yapılan çalışmalar, risk analizi öncesi ve alınan önlem sonrası şeklinde değerlendirilmiştir (Özkılıç, 2005).

Tablo 1. Olasılık derecelendirmesi

Olasılık	Derecelendirme
1 (Çok Küçük)	Nerdeyse hiç
2 (Küçük)	Yılda bir ya da daha az
3 (Orta)	Yılda birkaç defa
4 (Yüksek)	Ayda bir
5 (Çok Yüksek)	Haftada bir ya da her gün

Tablo 2. Şiddet derecelendirmesi

Şiddet	Derecelendirme
5 (Çok Ciddi)	Ölümlü olay, uzuv kaybı, meslek hastalığı ve devamlı iş görmezlik
4 (Ciddi)	Ağır yaralı olma durumu, uzun bir müddet iş görmezlik
3 (Orta Şiddet)	Yaralanma hali, yatarak tedavi, kısa süreli iş görmezlik
2 (Hafif Şiddet)	İlk yardım ile ayakta tedavi
1 (Çok Hafif Şiddet)	İlk yardıma gerek olmayan ve iş kaybı yaşatmayan durumlar

Tablo 3. L tipi matris

İHTİMAL	ŞİDDET				
	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Tablo 4. Riskin kabul edilebilirlik değeri

Riskin Kabul Edilebilirlik Değerleri	Risk Öncelik Sırası	Sonuç
Tolere Edilemez Riskler (25)	1	İşe ara verilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Eğer risk seviyesi düşürülemezse iş sonlandırılmalıdır.
Yüksek Düzeydeki Riskler (15, 16, 20)	2	Risk seviyesi düşürülene kadar işe ara verilmelidir. Gerekli önlemler alınmasının ardından işe başlama kararı alınmalıdır.
Orta Düzeydeki Riskler (8, 9, 10, 12)	3	Risklerin giderilmesi için ilgili çalışmalar yürütülmelidir.
Düşük Düzeydeki Riskler (2, 3, 4, 5, 6)	4	Riskler, düzenli olarak takip ve kontrol edilmelidir.
Anlamsız, Önemsiz Riskler (1)	5	Çalışma gerektirmez.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma çok tehlikeli sınıfta yer alan Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi'nde yapılmıştır. Atıksu arıtma tesislerinde çok sayıda güvenlik esaslı risk değerlendirme çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmada literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak hem güvenlik hem de sağlık esaslı risk değerlendirmesi L tipi matris yöntemine göre ünite bazında yapılmıştır. Tesisin tüm bölümleri

için risk skorları hesaplanarak olası tehditler tespit edilmeye çalışılmıştır. Mevcut riskler belirlendikten sonra alınan düzeltici önleyici faaliyetler (DÖF) sonrası risk skorları tekrar hesaplanmıştır. Riskler yüksek, orta ve düşük düzey şeklinde ünite bazında belirlenmiştir.

3.1 Ünite Bazında Güvenlik Esaslı Risk Değerlendirme Sonuçları

3.1.1 Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde Belirlenen Yüksek Düzeydeki Riskler

Tesis genelinde, atölye, jeneratör dairesi ve trafo, çürütücü tanklar (digester), gaz desülfürizasyon, gaz jeneratörü ve boyler ünitesi ve pompa istasyonunda tespit edilen toplam 13 adet yüksek düzeydeki risklerin tehlike unsurları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Gök (2018) çalışmasında atıksu arıtma tesislerindeki yüksek düzey risklerin, geri devir ünitesi, çamur susuzlaştırma ünitesi, giriş terfi ünitesi, havalandırma havuzları, çökeltme havuzları, laboratuvarlar, atölyeler, blower binası, kum ve yağ tutucu ünitesi, kaba ızgara, ince ızgara ve idari binalarda olduğunu vurgulamıştır. Özkars (2010) Sivas Atıksu Arıtma Tesisinde yaptığı çalışmada yüksek düzey risklerin ilk sırasında hijyenik olmayan ortam koşullarının yer aldığını belirtmiştir. Ulutaşdemir vd. (2019) Gaziantep Merkez Atıksu Arıtma Tesisinde 2012, 2013, 2014 yıllarında L tipi matris metodu esas alınarak yapılan risk değerlendirme sonuçlarını karşılaştırmışlar. 2012 yılında yapılan risk değerlendirmesinde; yangın, kimyasallar, ilkyardım, periyodik ölçümler, elektrik tesisatı ve topraklama konularında yüksek düzey risk; talimatlar, eğitim, hijyen kuralları ve uyarı-ikaz levhaları konularında orta düzey risk; iş yeri fiziksel yetersizlikleri ve işletme dışı tehlikeler konularında düşük düzey risk saptamışlardır. 2012 yılında tespit edilen bu risklerin 2013 yılından itibaren düzeltilerek uygulandığını; 2014 yılında çamur kurutma binasına eklenen dekantör'ün risk değerlendirilmesine eklendiğini ve gerekli önlemlerin alınmaya başlandığı belirtilmiştir. Güner (2018) Bir Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisindeki tehlikeleri L tipi matris yöntemine göre analiz etmiştir. Arıtma tesisi için en önemli riskin, çalışan personelin kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaması sonucu kullanılan maddelerin teması ile bulaşıcı hastalık veya yaralanma olduğunu vurgulamıştır.

Bu çalışmada ise yüksek düzeydeki riskler tesis geneli, atölye, trafo binası, çürütücü tanklar, gaz desülfürizasyon, gaz jeneratörü ve boyler, servis suyu pompa ünitelerinde tespit edilmiştir. Tesisin tüm üniteleri değerlendirildiğinde belirlenen en yüksek skorlu risk (yüksek düzeyde), çürütücü tank kısmında (digester) görülmüştür. Buradaki tehlike unsuru çürütücü tank üzerindeki köprü, korkuluk ve yürüme yolu saclarının çürümesidir. Diğer yüksek düzeydeki riskler için tehlike unsurları, iş ekipmanlarının periyodik kontrollerindeki aksaklıklardan, elektrik aksamındaki problemlerden, metan gazından ve basınçlı kaplardan kaynaklanmaktadır. Çimen (2020) çalışmasında kimyasal zehirlenme, havuza düşme, atıksu sebebiyle hastalık oluşumu, yaralanma, yangın ve elektrik çarpmasını en önemli hayati risk olarak belirtmiştir. Bu çalışmada tespit edilen en önemli riskler ise metan gazı patlaması, basınçlı kapların patlaması, gaz kaynaklı zehirlenmeler, elektrik çarpması ve yangındır. Ayyıldız'ın (2017) da çalışmasında belirttiği gibi makinelerin rutin kontrolleri elektrik mühendisleri tarafından yapılırsa tesiste makine kaynaklı iş kaza riskinin en aza indirilebilir. Tesis genelinde acil önlem alınması gereken 4 adet yüksek düzey risk tespit edilmiştir. Bu gruptaki tehlikeler için, iş ekipmanlarının, elektrik tesisatı, topraklama tesisatı, paratoner ve jeneratörlerin periyodik kontrolleri mevzuata uygun olarak yapılmalıdır. Pano kapakları kapalı ve kilitli tutulmalı, kilit yetkilide bulunmalıdır. Tüm bina, tesis ve istasyonların elektrik tesisatlarının periyodik test ve ölçümleri mevzuata uygun olarak yapılmalıdır. Bu faaliyetler ile yeni oluşturulan risk puanlaması 4'e (düşük düzey risk seviyesine) düşürülmüştür. Atölyede belirlenen yüksek düzey risklerin, düşük düzey risk seviyesine düşürülmesi için; elektrik panolarının periyodik kontrolleri düzenli olarak yılda 1 defa yapılmalıdır. Taşlama tezgahı gövde topraklamalarının görünür şekilde monte edilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetler ile yeni oluşturulan risk puanlaması 4'e düşürülmüştür. Jeneratör dairesi ve trafo binasında belirlenen yüksek düzey risklerin, düşük düzey risk seviyesine düşürülmesi için; trafo binasının periyodik bakımı mevzuatta belirtilen aralıklarda elektrik mühendisleri tarafından yapılmalıdır. Pano kapakları kapalı tutulmalıdır. Çürütücü tanklarda

(digester) ve gaz desülfürizasyon ünitesinde belirlenen yüksek düzeydeki risklerin, düşük düzey risk seviyesine düşürülmesi için; sabit gaz dedektörlerinin kalibrasyon ayarları periyodik olarak yaptırılmalı ve 24 saat çalışır vaziyette olmalıdır. Çürütücü tank üzerinde çürümüş halde olan köprü, korkuluk ve yürüme yolu sacları düşme riskine karşı güvenli hale getirilmelidir. Gaz jeneratörü ve boyler ünitesinde belirlenen yüksek düzeydeki risklerin, düşük düzey risk seviyesine düşürülmesi için; gaz jeneratörü ve boyler ünitesinde kıvılcım çıkarabilecek tüm cihazlar alev sıçratmaz özellikte olmalıdır. Cihazların alev sıçratmaz olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kontroller belgelendirilerek kayıt altına alınmalıdır. Aydınlatmalar ve şalter gibi cihazlar exproof özellikli olanlarla değiştirilmelidir. Işıklı, sesli uyarı veren sabit gaz algılama cihazları monte edilmeli ve SCADA sisteminden gaz kaçağı takip edilmelidir. Servis suyu pompa istasyonunda belirlenen yüksek düzeydeki riskin, düşük düzey risk seviyesine düşürülmesi için; basınçlı kapların kapalı ortamlarda patlama tehlikesine karşı çalışanların zarar görmemesi için basınçlı kaplar muhafaza içine alınmalıdır.

Tablo 5. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde ünite bazında belirlenen yüksek düzeydeki riskler

Ünite	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Tesis Geneli	1	İş ekipmanlarının periyodik bakımlarının düzenli olarak yetkili firmalar tarafından yapılmaması	Yüksek Düzey Risk	16	4
	2	Elektrik, topraklama, yıldırımdan korunma tesisatı ve jeneratörlerin periyodik kontrollerinin düzenli olarak yapılmaması			
	3	Pano kapaklarının açık olması			
	4	Bina tesis ve istasyonlardaki tüm elektrik tesisatının periyodik test kontrol ve ölçümlerinin yapılmaması			
Atölye	5	Elektrik panolarının periyodik bakımının yapılmaması		16	4
	6	Taşlama tezgâhi gövde topraklamasının olmaması		16	4
Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası	7	Trafo binası periyodik bakımlarının yapılmaması, elektrik mühendisi tarafından periyodik kontrollerinin yapılmaması			
	8	Pano kapaklarının açık olması			
Çürütücü Tanklar (Digester)	9	Sabit gaz dedektörlerinin kalibrasyon ayarının yapılmaması ve çalışmaması		16	4
	10	Çürütücü tank üzerindeki köprü, korkuluk ve yürüme yolu saclarının çürümesi		20	5
Gaz Desülfürizasyon	11	Sabit gaz dedektörlerinin kalibrasyon ayarının yapılmaması ve çalışmaması		16	4
Gaz Jeneratörü ve Boyler	12	Metan gazı kaçağı		15	5
Servis Suyu Pompa İstasyonu	13	Basınçlı kapların kapalı alanda bulunması		16	4

3.1.2 Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde Belirlenen Orta Düzeydeki Riskler

Tesis genelinde, laboratuvar, atölye, ambar, hidrofor, ince ızgara, blower binası, mekanik susuzlaştırma, mazot tankı ve stoklama tankında tespit edilen toplam 48 adet orta düzeydeki risklerin tehlike unsurları Tablo 6'da gösterilmiştir. Tesisin tüm üniteleri güvenlik esaslı olarak değerlendirildiğinde belirlenen en çok orta düzeydeki riskler atölye kısmında görülmüştür. Buradaki tehlike unsurlarını ekipman koruyucunun olmaması, aydınlatma problemleri, kullanma talimatlarında ve periyodik bakımlarda eksiklikler oluşturmaktadır. Tesis genelinde belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için, düzeltici önleyici faaliyet olarak; merdivenler başka bir tedbir alınmadığı noktalarda ve hafif işlerde kullanılmalıdır. Seyyar merdivenler alt ve üstten sabitlenmeli, kaymayı önleyici tedbir alınmalıdır. A tipi merdivenlerde bacaların kapanmaması için zincirle ya da kancayla sabitlenmelidir. El merdivenleri,

kullanılırken kaymalara karşı, tırtır, lastik, mantar, mahfuz ve çengel koymak gibi gerekli tedbirler alınmalıdır. Çift el merdivenlerinde, ayakların birbirlerinden ayrılmaması için, her iki yanından çengelli demir çubuk veya zincir ile bağlanmalıdır. Yangın söndürme cihazları mevzuatta belirtilen yerlere uygun yükseklikte yerleştirilmelidir. Yangın söndürme tatbikatları periyodik olarak yapılmalıdır. Acil durum aydınlatma sisteminin periyodik kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır. Operatörler her gün işe başlamadan önce kullandığı iş makinelerini kontrol etmelidir. Kontrol tablosu oluşturulmalıdır. Yükleme alanına uyarı levhaları asılmalıdır. Tüm elektrik panolarının içerisine koruma levhası konulmalıdır. Aydınlatmalar etanj tip olmalıdır. Yanıcı ve oksitleyici sıvılar dışındaki sıvı döküntüler; tanecikli emici kile, kum veya talaş gibi tozsuz katı maddelere emdirilmeli ve katı atık alanına alınmalıdır. Etiketsiz ambalajlarda kimyasal madde bulundurulmamalıdır. Bu ürünler belirli ve işaretlenmiş alanlarda toplanmalı, birbirleri ile etkileşimi olan kimyasal maddeler ayrı tutulmalıdır. Gelen ziyaretçilere tanıtma kartı ve işletmede uyulması gereken talimatlar ve uygun KKD verilmelidir. Bilgisayar ekranları UV filtreli olmalıdır. Ekranlı araç kullanan personelin göz muayeneleri periyodik olarak yaptırılmalıdır. Bağlantılar klemens ile yapılmalı ve kabloların üzeri koruyucu sac ile kapatılmalıdır. Kablolar düzenlenip koruyucu içine alınmalıdır. Laboratuvar ortamı için belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; laboratuvar ortamındaki iç havalandırmanın yeterliliği kontrol edilmelidir. Atıksu arıtma işlemi sırasında birçok kimyasal bileşim yayılmakta ve bu bileşimlerin düşük konsantrasyonları bile çalışanların sağlığını etkileyebilmektedir. Çalışanlar kaygı, stres, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve bilinç kaybından muzdariptir (Dannoun, 2021). Bu esasla laboratuvar ortamında kullanılan kimyasal maddelerin maruziyet süreleri ve düzeyleri belirlenmeli, çalışan bu konuda bilgilendirilmelidir. Atölyede belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; bakım onarım talimatları hazırlanmalıdır. Kapak sistemleri açılınca elektriği otomatik kesen anahtarlar takılmalıdır. Yeni alımlarda 24 voltluk ürünler tercih edilmeli ya da pilli fenerler kullanılmalıdır. Makinelerin periyodik bakımları yapılmalıdır. Kimyasal malzemelerin MSDS'leri çalışma alanına asılmalı ve çalışanlara okutulmalıdır. Spiral makinasının periyodik bakımları yapılmalı, spiralle çalışma esnasında paravan bulundurulmalıdır. Ekipmanlar, koruyucu muhafazası üzerinden çıkarılmadan çalıştırılmalıdır. Sıcak yüzeye çalışanın eli temas ederken koruyucu eldiven kullanılmalıdır. Kaynak yapılan ortamda diğer çalışanların zarar görmemesi için paravan bulundurulmalıdır. Çalışanlar otomatik kararan kaynak maskesi kullanılmalıdır. Taşlama tezgahının periyodik bakımları yapılmalıdır. Taşlama tezgahı aydınlatmasının voltaj değeri 24 volt olmalıdır. Ambarda belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; acil kaçış kapısı belirlenmeli ve yönlendirme levhaları asılmalıdır. Yanıcı ve oksitleyici sıvılar dışındaki sıvı döküntüler; tanecikli emici kile, kum veya talaş gibi tozsuz katı maddelere emdirilmeli ve katı atık alanına alınmalıdır. Kullanılan kimyasallar kendi ambalajları dışında bir yerde depolanmamalı, böyle bir mecburiyet olması durumunda ambalaj temizlenmeli ve üzerine etiketleme yapılmalıdır. Hidrofor kısmında belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; basınçlı kapların mevzuata uygun periyodik kontrolleri yapılmalıdır. İnce ızgara bölümünde tespit edilen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; bandın yan taraflarına sınırlandırmalar (ipli şalter) monte edilmelidir. Blower binasında tespit edilen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; vinç vb. kaldırma araçları ile yük indirip kaldırılırken; çalışma alanı şeritlerle ayrılmalı, ortama çalışan girmesi engellenmelidir. Çalışma; yetkili bir gözlemci eşliğinde yapılmalıdır. Mekanik susuzlaştırma ünitesinde belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; bunker altı bandın avare tamburunun koruyucu muhafazası monte edilmelidir. Durdurucu tertibat sisteminin periyodik kontrolü yapılmalıdır. Çalışanlar bu konuda bilgilendirilmelidir. Hareket halindeki döner bantların koruyucu muhafazası monte edilmelidir. Mazot tankında belirlenen orta düzey riskleri, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; tank çevresine taşma havuzu yapılmalıdır. Mazot tankı etrafında yanıcı malzeme stoklaması yapılmamalıdır. Stoklama tanklarında tespit edilen orta düzey riskleri düşük düzey risk seviyesine düşürmek için; stoklama tankları platformlarının korkuluklarına eteklik monte edilmelidir. Stoklama alanında bulunan pompa motorlarının üzeri hava koşullarına karşı kapatılmalıdır.

Tablo 6. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi'nde ünite bazında belirlenen orta düzeydeki riskler

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru	
Tesis Geneli	1	Merdiven kullanımında uygun sabitleme yapılmaması	Orta Düzey Risk	12	4	
	2	Yangın söndürme cihazının zeminden 90 cm'nin üzerinde montajının yapılması ve yasal gereklere uygun olmaması		9	3	
	3	Yangın söndürme tatbikatının periyodik olarak yapılmaması		12	4	
	4	Acil durum aydınlatma sisteminin periyodik kontrollerinin yapılmaması ve kayıt altına alınmaması				
	5	Operatörlerin işe başlamadan önce kullandığı iş makinelerini kontrol ederek; fren sistemlerinde, halatlarında, yük aktarma (hidrolik-mekanik) aygıtlarında ve diğer donanımlarında (ses-elektrik) herhangi bir arıza olup olmadığını kontrol etmemesi				
	6	Yükleme alanında uyarı levhalarının olmaması				
	7	Elektrik panosunun içerisinde koruma sacının olmaması ve herhangi bir müdahale sonucu personelin etkilenmesi				
	8	Lambaların etanjlı olmaması				
	9	Yanıcı ve oksitleyici sıvılar dışındaki sıvı döküntüler; tanecikli emici kil, kum vb. tozsuz katı maddelere emdirilmemesi ve katı atık alanına alınmaması				
	10	Ziyaretçilere tanıtma kartı verilmemesi				
	11	Gelen ziyaretçilere işletmede uyulması gereken talimat verilmemesi				
	12	Gelen ziyaretçilere KKD giydirilmemesi				
	13	Ekran kullanımı nedeniyle göz bozulması		9	3	
	14	Ekranlı araç kullanan personelin periyodik göz muayenelerinin yapılmaması		12	4	
	15	Sigorta panosunun üstünde açıkta kablo bulunması				
	Laboratuvar	16		Düzensiz ve koruyucusuz elektrik kabloları	8	4
17		İç ortam havalandırmasının yetersiz olması	12	4		
18		Kimyasal maddeye maruziyet süresinin belirlenmemiş olması				
Atölye	19	Kullanılan kimyasalların iç ortamdaki miktarlarının ölçülmemesi	12	4		
	20	İş akış planı, kullanım talimatlarında eksiklik olması				
	21	Makine çalışırken dönen aksamların bulunduğu bölümlerin koruma kapaklarının açılarak bakım yapılması				
	22	Bakım ve tamirat işlerinde 24V aydınlatma kullanılmaması				
	23	Malzemelerin düzenli istiflenmemesi				
	24	Periyodik bakımların düzenli olarak yapılmaması				
	25	Kimyasal malzemenin MSDS asılı olmaması			9	3
	26	MSDS'lerin çalışanlara okutulmaması			8	4
	27	Spiralin periyodik bakımlarının yapılmaması				
	28	Spiralle çalışma esnasında paravan bulunmaması			12	4
	29	Ekipman koruyucusunun olmaması				
	30	Sıcak yüzeye çalışanın elinin temas etmesi				
31	Kaynak işlemi sırasında, çalışanın kaynak ışımından etkilenmesi	9	3			
32	Kaynak yapımı esnasında paravan bulunmaması					
33	Kaynak dumanının çalışanın solunum yoluna kaçması	12	4			
34	Taşlama tezgahı periyodik bakımlarının yapılmaması					
35	Taşlama tezgahı periyodik bakımlarının raporlanıp kayıt altına alınmaması					
36	Taşlama tezgahı aydınlatmasının 24 volt olmaması	8	4			
Ambar	37			Acil durum kaçış kapısının olmaması		
	38	Yanıcı ve oksitleyici sıvılar dışındaki sıvı döküntüler; tanecikli emici kile, kum vb. tozsuz katı maddelere emdirilmemesi ve katı atık alanına alınmaması				

Tablo 6. (devam ediyor)

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Ambar	39	Kullanılmakta olan kimyasalların kendi ambalajları dışında bir yerde depolanması	Orta Düzey Risk	8	4
Hidrofor	40	Basınçlı kabin periyodik kontrolünün yapılmaması		12	4
İnce Izgara	41	Bandın yan taraflarında sınırlandırmaların olmaması		12	4
Blower Binası	42	Kaldırma aracı ile taşıma sırasında insanların tehlikeli ortama yaklaşması		8	4
Mekanik Susuzlaştırma	43	Bantların yükleme ve boşaltma yerleriyle hareket ve germe tertibatının bulunduğu uygun yerlere durdurucu tertibat konulmaması		9	3
	44	Bantların altlarında döner aksamda sac levha veya tel kafesten koruyucular monte edilmemiş olmaması			
Mazot Tankı	45	Akaryakıt tankları etrafında taşma havuzu olmaması		12	4
	46	Mazot tankı etrafında yanıcı malzeme stoklanması			
Gaz Stoklama Tankları	47	Stoklama tankları platformlarının korkuluklarının etekliklerinin olmaması		12	4
	48	Açık alanda olan pompa motorlarının üzerinin kapalı olmaması			

3.1.3 Birçok Ünitelerde Ortak Olan Orta Düzey Riskler

Tesis bünyesinde birçok ünitelerde ortak olan orta düzeydeki risklerin toplam sayısı 162 adettir. Bu riskler için 17 başlık altında toplanan tehlike unsurları özetle; gürültü ölçümünün yapılmaması, uyarı levhaları, aydınlatma problemleri, yalıtkan paspas olmaması, kullanma talimatları, KKD kullanılmaması, kimyasal gaz problemi, kimyasallarda etiket bulunmaması, ekipman koruyucusunun bulunmaması ve elektrik-tesisat problemleridir (Tablo 7). Tesiste ortak olarak belirlenen 1 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine düşürmek için düzeltici önleyici faaliyet olarak; ortamda gürültü ölçümü yapılmalıdır. Aslan ve Yıldız'ın (2017) çalışmasında belirttiği gibi çalışanlara gürültülü çalışma ortamlarında kullanmaları için maruz kaldıkları gürültüye uygun kulak koruyucu kullanıldığı takdirde gürültünün çalışanlar üzerindeki etkisi azaltılabilir. 2 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; gerekli tehlikeler için uyarı levhaları asılmalıdır. 3 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; yapılan her işe uygun aydınlatma sistemi kurulmalıdır. 4 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; panoların önüne yalıtkan paspas konulmalı ve sabitlenmelidir. 5 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; ekipmanların kullanma talimatı hazırlanmalı ve uygun yerlere asılmalıdır. 6 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; ekipmanların kullanım talimatları çalışanlara okutulmalıdır. 7 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; çalışanların KKD kullanıp kullanmadığı kontrol edilmelidir. Özkars ve Yıldız (2013) çalışmasında KKD kullanımı konusunda özellikle kask ve eldiven'in çalışanların kullanmaktan en çok kaçındıkları malzemeler olarak belirlemiştir. 8 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; gaz algılama cihazı ile ölçüm yapıldıktan sonra eğer ortamda oksijen yetersiz ise oksijen tüpü ve solunum seti ile kapalı ortama girilmelidir. Ortamda oksijen var ancak zehirli gazlarda bulunuyorsa; öncelikle kapalı ortam havalandırılmalı ve ortamda gazın bitmesi beklenmelidir. Zorunlu nedenlerle gaz bulunan ortama, oksijen bulunması şartıyla kimyasal gaz maskesi ile girilmelidir. Gaz maskesinin filtresi kapalı ortamdaki gazın cinsine uygun olmalıdır. 9 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; pano kapakları kapalı tutulmalı, kilitlemeli ve uyarı levhaları asılmalıdır. 10 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; raflarda istiflenen malzemelerin düşmesine karşı eteklik montajı yapılmalıdır. 11 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk

seviyesine indirmek için; operatörün, bandın harekete geçeceğini haber veren sesli veya ışıklı bir tertibat monte edilmelidir. 12 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; etiketsiz ambalajlarda kimyasal madde bulundurulmamalıdır. Bu ürünler belli alanlarda toplanmalı, birbiri ile etkileşimi olan kimyasallar ayrılmalıdır. 13 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; kimyasal madde atık sahasına kaldırılmalı ve kontrollü imha edilmelidir. 14 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; makinaların/ekipmanların gövde topraklanması yapılmalıdır. 15 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; hareket halindeki döner bantların koruyucu muhafazası monte edilmelidir. 16 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; bunker altı bandın avare tamburunun koruyucu muhafazası monte edilmelidir. Çalışanlara bu konuda bilgilendirme yapılmalıdır. 17 no'lu orta düzey riski, düşük düzey risk seviyesine indirmek için; konveyör bantla taşıma işlemlerinde kullanılan bantların kullanma talimatları hazırlanmalı, çalışma ortamına asılmalı ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmelidir.

Tablo 7. Birçok üniteye ortak olan orta düzey riskler

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris
Dekantör, Mekanik Susuzlaştırma, Son Yoğunlaştırıcı Havuzları, Kazan, Ön Yoğunlaştırıcı Havuzları, Geri Dönen Pompa İstasyonu, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Havalandırma Havuzları, Blower Binası, Ara Pompa İstasyonu, Ön Çökeltme Havuzları, Kum Yağ Tutucu Havuzlar, İnce Izgara, Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası, Kompresör, Atölye	1	Ortamın gürültülü olması, gürültü ölçümünün yapılmaması	Orta Düzey Risk
Mazot Tankı, Son Yoğunlaştırıcı Havuzları, Gaz Stoklama, Mekanik Susuzlaştırma, Gaz Desülfürizasyon, Kazan, Ön Yoğunlaştırıcı Havuzlar, Geri Dönen Pompa İstasyonu, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Havalandırma Havuzları, Blower Binası, Ara Pompa İstasyonu, Ön Çökeltme Havuzları, Kum Yağ Tutucu Havuzlar, İnce Izgara Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası, Kompresör, Hidrofor, Ambar, Atölye, Laboratuvar, Tesis Geneli	2	Tehlikelere karşı uyarı ikaz levhalarının bulunmaması	
Mekanik Susuzlaştırma, Son Yoğunlaştırıcı Havuzları, Gaz Stoklama, Kazan, Ön Yoğunlaştırıcı Havuzlar, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Havalandırma Havuzları, Blower Binası, Ara Pompa İstasyonu, Ön Çökeltme Havuzları, İnce Izgara, Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Atölye, Tesis Geneli, Ambar	3	Ortam aydınlatmasının yetersiz olması	
Mekanik Susuzlaştırma, Son Yoğunlaştırıcı Havuzları, Kazan, Çürütücü Tanklar (Digester), Ön Yoğunlaştırıcı Havuzlar, Geri Dönen Pompa İstasyonu, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Havalandırma Havuzları, Blower Binası, Ara Pompa İstasyonu, Ön Çökeltme Havuzları, Kum Yağ Tutucu Havuzlar, İnce Izgara, Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi Ve Trafo Binası, Ambar, Atölye, Tesis Geneli	4	Panoların önünde yalıtkan paspas olmaması	
Son Yoğunlaştırıcı Havuzları, Gaz Stoklama, Gaz Desülfürizasyon, Kazan, Ön Yoğunlaştırıcı Havuzlar, Geri Dönen Pompa İstasyonu, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Havalandırma Havuzları, Blower Binası, Ara Pompa İstasyonu, Ön Çökeltme Havuzları, Kum Yağ Tutucu Havuzlar, İnce Izgara, Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası, Hidrofor, Atölye, Tesis Geneli	5	Ekipmanın üzerinde kullanma talimatı olmaması	
Gaz Stoklama, İnce Izgara, Kaba Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası, Hidrofor, Laboratuvar, Tesis Geneli	6	Ekipman kullanma talimatlarının çalışanlara bildirilmemesi	
Mekanik Susuzlaştırma, Ön Yoğunlaştırıcı Havuzlar, Kazan, Son Çökeltme Havuzları, Geri Dönüş Pompa İstasyonu, Blower Binası, Kum Yağ Tutucu Havuzlar, İnce Izgara, Giriş Yapısı, Jeneratör Dairesi ve Trafo Binası, Atölye, Tesis Geneli	7	KKD'lerin kullanılmaması, kullanımı konusunda da kontrol sisteminin oluşturulmaması, çalışanların eğitimsiz olması	
Son Çökeltme Havuzları, Havalandırma Havuzları, Ön Çökeltme Havuzları	8	Çalışma alanında kimyasal gaz olması	
Atölye, Ambar	9	Pano kapaklarının açık olması	

Tablo 7. (devam ediyor)

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris
Atölye, Ambar	10	Raflarda istiflenmekte olan malzemelerin devrilmesi	Orta Düzey Risk
Kaba Izgara, İnce Izgara, Mekanik Susuzlaştırma	11	Operatörün, bandın harekete geçeceğini bildirmesini sağlayacak sesli veya ışıklı bir tertibatın olmaması	
Tesis Genel, Ambar	12	Yeterince etiketlenmemiş kimyasal maddeler bulundurulması	
	13	Tüm kullanılan kimyasalların atık ambalajları ve kutuları olmaması	
Atölye, Kazan, Mekanik Susuzlaştırma	14	Makinanın/ekipmanın gövde topraklamasının olmaması	
Kaba Izgara, Mekanik Susuzlaştırma	15	Hareket halindeki döner bantların koruyucu muhafazasının olmaması	
	16	Bunker altı bandın avare tamburunun koruyucu muhafazasının olmaması	
	17	Konveyör bandın kullanma talimatının olmaması	

3.2 Ünite Bazında Sağlık Esaslı Risk Değerlendirme Sonuçları

Tesisin genelinde, büro/ofis ortamında, laboratuvar, yemekhane ve çay ocağında sağlık esaslı risk değerlendirmesi yapılmış ve orta düzeydeki riskler tespit edilmiştir. Yüksek düzeyde risk hiç görülmemiştir. Sağlık esaslı ortak olarak belirlenen en fazla orta düzeydeki riskler tesis genelinde görülmüştür. En az orta düzey risk büro/ofis ortamında belirlenmiştir. Tesis genelinde (toplam 43 adet) sağlık esaslı tespit edilen orta düzeyde riskler için tehlike unsurları Tablo 8'de sunulmaktadır. Tesis genelinde belirlenen orta düzey riskleri düşük düzey risk seviyesine indirmek için düzeltici önleyici faaliyet olarak; tüm çalışanların periyodik sağlık gözetimleri yapılmalıdır. Thorn vd. (2002) çalışmalarında atıksu arıtma tesisinde çalışanlarında üst ve alt solunum yolu, sindirim sistemi ve eklem ve sinir sistemi rahatsızlıklarının görülme oranının %74 oranında daha fazla olduğunu vurgulamışlardır. Kronik hastalığı olan çalışanların periyodik kontrolleri uzman doktor tarafından yapılmalıdır. Tesis çalışanlarının (borçlanma, boşanma, evlenme, yeni çocuğu olacaklar, uykusuz olanlar vb.) psiko-sosyal durumları irdelenmeli ve bu konuda güven vermeyen personellerin yalnız ve tehlikeli işlerde çalışmalarına izin verilmemelidir. İş kazası geçiren çalışanların iş kazası sonrası sağlık muayeneleri yapılmalı ve İSG eğitimleri tamamlanmalıdır. Tüm çalışanların periyodik İSG eğitimleri iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi tarafından verilmelidir. Gebe çalışanların en az 6 ayda bir defa olmak üzere ve doğum sonrası işe başlamalarından önce sağlık muayeneleri yapılmalıdır. Yüksek konsantrasyonlarda H₂S maruziyeti koku alma duyusunu yok etmekte ve zehirleyici bir etki yaratmaktadır (OSHA, 2024). Dzaman vd. (2009)'da çalışmasında atıksu arıtma tesislerinde çalışanların tat ve koku alma kaybı oluşma risklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu esasa koku yayılımını en aza indirmek için deşarj yönetmeliklerine göre kötü koku olmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Kollektör hatlarındaki deşarjların düzenli kontrolü yapılmalı, boru ve kanallar boyunca atıksu sıçramaları önlenmelidir. Kirli havanın etkilerini azaltan koku giderme sistemleri kurulmalı, tesis çevresindeki yaşam alanlarında koku analizleri yapılarak yayılımı kontrol altında tutulmalıdır. Tesis peyzaj çalışmalarında güzel koku veren ağaç ve bitkiler seçilerek kötü koku perdelenmelidir. Çamur yükleme sırasında yere dökülen atıklar düzenli olarak temizlenmelidir. Arıtma çamurunu depolama sahasına taşıyan araçların tekerlekleri tesis çıkışlarında yıkanmalıdır. Tetanoz aşılama durumu kayıt altına alınmayan çalışanların; 1. ve 2. doz arası 4 hafta, 2. ve 3. doz arası

en az 6 ay olacak şekilde 3 doz tetanoz aşısı ile aşılanmalıdır. Kayıtlı aşısı olanların kalan dozları yaptırılarak tetanoz aktif immünizasyonları tamamlamalı ve aşısı kartları işyeri hekimliğine getirilmelidir. Saha çalışmalarında yaralanma durumunda çalışanlara en yakın sağlık kuruluşunda tetanoz aşısı yaptırılmalıdır. Çalışma ortamlarında temiz su, sabun, kâğıt havlu, antiseptik solüsyonlar, ilkyardım çantası bulundurulmalıdır. Yönetmelik gereğince personel sayısının %10'u kadar sertifikalı ilkyardımcı bulunması zorunludur. İlkyardım odalarında, ilkyardım malzemeleri, ekipmanları ve sedyeleri kullanıma hazır halde olmalıdır. İlkyardım malzemesi ve ekipmanları bulunan yerler uygun şekilde işaretlenmelidir. Sertifikalı ilkyardımcılar; hastalanma veya yaralanma durumunda ilkyardım malzemelerini kullanmalıdır. Atölye, büro, ambar, depo vb. işyerlerinde yer alan materyaller kullanım sıklığı ve kullanım yerine göre ayrılarak düzenlenmelidir. Gıda maddeleri, temizlik malzemeleri ile mutfak araç gereçleri ayrı yerlerde düzenli şekilde ve hijyenik ortamlarda muhafaza edilmelidir. Gereksiz kullanılmayan materyaller çalışma alanından çıkarılmalıdır. Tüm ekipmanlar uygun temizlik maddeleri ile temizlenmelidir. Yüksekte, vardiyalı ve gece çalışması yapan personellerin sağlık durumlarının yaptıkları işe uygunluğunu gösteren sağlık raporu işyeri hekimi tarafından düzenlenmelidir. Gece vardiyasında çalışanlar belirli periyotlarla gündüz vardiyasında çalışmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar her kullanım öncesi kontrol edilmelidir. Çalışanlar kişisel koruyucu donanımlarında fark ettikleri bir arıza veya eksikliği işverene bildirmeli ve gerektiğinde yenisi ile değiştirilmelidir. Kişisel koruyucu donanımların iş bitiminde temizlik ve bakımı yapılmalıdır. Kişisel koruyucu donanımlar hijyenik şartlarda muhafaza edilmelidir. Dezenfeksiyon, temizlik işlerinde ortam havalandırılmalı ve çalışanlar önlük, maske, göz koruyucu, eldiven kullanmalıdır. Çalışanlara talimat verilmeli, okutulmalı ve bu talimatlara uygun çalışma yapılmalıdır. Gürültülü çalışma ortamlarında gürültü ölçümü yapılmalıdır. Gürültü problemi söz konusu ise öncelikle gürültü kaynağında yok edilmeli veya en aza indirilmelidir. Makinelerin bakım ve periyodik kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır. Gürültü yapan makineler izole edilmeli veya az gürültü yapan makineler ile değiştirilmelidir. Gürültüye maruz kalınan işyerleri uygun şekilde işaretlenmeli ve çalışanların işitme sağlığını korumak için kulak koruyucu kullanılmalıdır. Titreşime maruziyeti azaltmak için en az titreşim oluşturan uygun iş ekipmanı, araçlar seçilmelidir. Tüm vücut titreşimini azaltmak için makinelerin oturma yerleri, titreşimi azaltan malzeme ile donatılmalıdır. Çalışanlara mesai saatleri içerisinde yeterli dinlenme zamanı verilmeli ve uygun çalışma programı hazırlanmalıdır. El-kol titreşim maruziyeti azaltmak için, makinelerin tutma yerleri titreşimi azaltan malzeme ile kaplanmalıdır. Ayrıca operatörlerin titreşim önleyici eldiven kullanmaları sağlanmalıdır. Hijyen talimatları ilgili yerlere asılmalı, çalışanlar talimatlara uygun davranmalıdır. Soyunma odaları ve duşların hijyen şartları her zaman çalışanların kullanımına hazır halde olmalıdır. Elbise dolapları uygun deterjanlar ile temizlenmelidir. Duşlarda gerekli temizlik malzemeleri bulundurulmalıdır. Elbise dolabı kapaklarına ve askılıklara üst üste kıyafetlerin asılmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu konuda çalışanlara talimat verilmelidir. Vücudun kirli su ile teması sonrası kullanmak üzere acil boy duşu yapılmalıdır. Kimyasal gaz bulunma riski bulunan çalışma ortamlarında uygun solunum koruyucu maske, solunum seti vb. kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır. Richardson (1995) çalışmasında düşük seviyede H₂S gazı maruziyetinin akciğer fonksiyonlarında azalmaya sebebiyet verdiğini belirtmiştir. Bu esasla gaz algılama cihazı ile ölçüm yapıldıktan sonra eğer ortamda oksijen yetersiz ise; oksijen tüpü ve solunum seti ile kapalı ortama girilmelidir. Ortamda oksijen bulunması şartıyla havalandırma yapılmalı ve ortamdaki kirli ve zehirli gazın bitmesi beklenmelidir. Gaz algılama cihazı ile tekrar ölçüm yapıldıktan sonra kimyasal gaz maskesi ile giriş yapılmalıdır. Gaz maskesinin filtresi, kapalı ortamdaki gazın cinsine uygun olmalıdır. Tesisteki tüm kanal ve havuzlarda can simidi ve halatı bulundurulmalıdır. Kanal ve havuz etraflarına güvenli korkuluk yapılmalıdır. Atıksu ile temas sonrası kullanılmak üzere acil boy duşu bulundurulmalıdır. Mevzuata uygun sayıda ilkyardım personeli olmalıdır. Atıksu işlerinde vücut koruyucu kıyafet ya da önlük giyilmeden işe başlanılmamalıdır. Her iş bitiminde kişisel koruyucu donanımların temizliği yapılmalıdır. Kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formları (MSDS) bulunmalıdır. MSDS'ler sürekli olarak güncel tutulmalıdır. Formların tarihi ve kaçınıcı güncelleme olduğu belirtilmelidir. Çalışanlar MSDS'leri okumalıdır. Çalışanlar MSDS'de bulunan kişisel koruyucu donanımları kullanılmalıdır. Çalışanlar MSDS'de bulunan bilgilere uygun

çalışmalıdır. Orijinal kutusunda veya ambalajı dışında bulunma zorunluluğu olan kimyasalların kutu/şişesi üzerine kimyasalın etiket bilgileri yazılmalıdır. Uygun gözlük ya da tam yüz siperliği kullanılmalıdır. Çalışana talimat verilmeli, bilgilendirme yapılmalıdır. Göz duşu bulundurulmalıdır. Kimyasal ile yapılan işlerde uygun vücut koruyucu kıyafet ya da önlük kullanılmalıdır. Her iş bitiminde kirlenmiş KKD'lerin temizliği yapılarak yerine konması sağlanmalıdır. Çalışanlara elektrik çarpmaları ile ilgili olarak ilkyardım eğitimi verilmelidir. Tesiste yeterli sayıda ilkyardımcı çalışan bulundurulmalıdır. Acil durum müdahale ekipmanları bulundurulmalı ve çalışanlara güvenli kullanma talimatı verilmelidir. Elektrikli alet ve makinelerin bakım-onarım ve kontrolleri düzenli yapılmalıdır. Kaynak işleri sırasında oluşan zararlı toz, gaz ve dumandan çalışma ortamını temizlemenin en etkin yolu genel ve lokal havalandırma sistemleridir. Kaynak işlerinde; kaynak dumanını vakumlayan, aspiratör sistemi ile ortam havalandırılmalı, kimyasal gaz maskesi kullanılmalıdır. Çalışan ile ark kaynağı arasındaki mesafe artırılmalıdır. Az duman çıkaran elektrotlar tercih edilmelidir. Çevreye yayılan gaz ve dumanın solunmasını önleyen, alev almayan solunum koruyucu maske takılmalıdır. Kaynak gazları, buharı, dumanı solunmamalıdır. Açık alanlarda yapılan kaynaklarda lokal aspirasyon sistemleri ile havalandırma yapılmalıdır. Gaz ve duman kaynakçının solunum seviyesinin altından alınarak ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. Kaynak yapılacak kapalı ortama giriş öncesi kapalı alandaki olası zehirli gazlar ve mevcut oksijen seviyesi ölçülmelidir. Oksijen seviyesi %19,5-%23,5 arasında olmalıdır. Kaynak işlerinde yüzeyi alev almayan solunum koruyucu maske kullanılması sağlanmalıdır. Kapalı ortam kaynak işlerinde lokal aspirasyon sistemleri kullanılmalıdır. Polimer ile yapılan çalışmalarda polimerin tozuması önlenmeli, temiz çalışılmalı ayrıca solunum koruyucu maske, cilt koruyucu giysi, eldiven, kaymaz tabanlı iş ayakkabısı kullanılmalıdır. Polimer ile yapılan çalışmalarda göz koruyucu takılmalıdır. Göz yıkama duşu çalışır durumda olmalıdır.

Tablo 8. Tesis genelinde genelinde sağlık esaslı belirlenen orta düzeyde riskler

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Tesis Genel	1	Çalışanların işe giriş/periodyk muayene sağlık raporlarının olmaması	Orta Düzey Risk	12	4
	2	Çalışanın kronik hastalığının olması		9	3
	3	Psikososyal açıdan uygun olmayan personelin çalışması		8	4
	4	İş kazası geçiren çalışanın işyeri hekimine bildirilmemesi			
	5	Çalışanların İSG sağlık eğitimlerinin olmaması			
	6	Gebe, emziren çalışanların işyeri hekimine bildirilmemesi			
	7	Atıksu toplama sistemlerinden kaynaklı koku oluşması			
	8	Arıtma çamuru yüklemesi sırasında çamurun yere dökülmesi			
	9	Arıtma çamuru taşıyan araçların tekerlerinin yıkanmaması			
	10	Çalışmalar sırasında çizik, sıyrık, yaralanma vb. olması			
	11	Mevzuata uygun sayıda sertifikalı ilkyardımcı bulunmaması			
	12	İlkyardım malzemesi ve ekipmanları bulunmaması			
	13	Çalışma ortamlarının düzensiz olması		9	3
	14	Yüksekte, gece ve vardiyalı çalışma yapılması			
	15	Çalışanların kişisel koruyucu donanımlar ve ekipmanlardaki arıza ve eksiklikleri kontrol etmemesi			
	16	Kişisel koruyucu donanımların her iş bitiminde temizlenmemesi			
	17	Kişisel koruyucu donanımların hijyenik ortamda muhafaza edilmemesi			
	18	Hasarlı ve miadı dolmuş kişisel koruyucu donanımların kullanılması		8	4
	19	Temizlik-dezenfeksiyon işleri sırasında kişisel koruyucu donanım kullanılmaması			

Tablo 8. (devam ediyor)

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Tesis Geneli	20	İş ekipmanları ve makinelerin gürültü oluşturması	Orta Düzey Risk	9	3
	21	Gürültülü ortamlarda çalışma yapılması			
	22	Çalışma alanlarında gürültü ölçümünün yapılmaması		8	4
	23	Tüm vücut titreşimi			
	24	El-kol titreşimi		9	3
	25	Hijyen talimatlarının mutfak, çay ocağı, lavabo, duş ve soyunma odaları, tuvaletlerde asılı olmaması			
	26	Soyunma odası ve duşların hijyen şartlarına uygun temizlenmemesi		12	4
	27	Elbise dolabı kapaklarına ve askılıklara üst üste kıyafetlerin asılması			
	28	Tesiste boy duşu bulunmaması		8	4
	29	Kimyasal gaz (H ₂ S, CH ₄ , CO vb.)olan ortamda çalışma yapılması			
	30	Kimyasal gaz (H ₂ S, CH ₄ , CO vb.) bulunan alanlarda çalışanların solunum koruyucu kullanmaması		10	5
	31	Atıksu havuzuna veya kanala düşme			
	32	Atıksuyun iş elbisesine bulaşması		8	4
	33	Kimyasal maddelerin malzeme güvenlik bilgi formlarının (MSDS) bulunmaması veya güncel olmaması			
	34	Kimyasal maddelerin orijinal kutusu dışında bulunması		9	3
	35	Kimyasal maddenin göze kaçması			
	36	Kimyasal maddenin iş kıyafetine temas etmesi		12	4
	37	Elektrik ile çalışma yapılması			
	38	Kaynak işi sırasında aspirasyon sisteminin bulunmaması		8	4
	39	Açık alanda kaynak çalışması yapılması			
	40	Kapalı ortamda kaynak çalışması yapılması		12	4
	41	Polimer dökümü sırasında çalışanların solunum koruyucu kullanmaması			
42	Polimerin çalışanın cildine temas etmesi	9	3		
43	Polimerin çalışanın gözüne temas etmesi				

Büro/ofis ortamında (toplam 1adet), laboratuvar ortamında (toplam 14 adet), yemekhane ve çay ocağında (toplam 7 adet) tespit edilen toplam 22 adet orta düzeydeki riskler için tehlike unsurları Tablo 9'da sunulmaktadır. Büro/ofis ortamında belirlenen orta düzey riski düşük düzey risk seviyesine indirmek için; işyeri mekânları pencerelerinde zararlı haşere ve zehirli hayvan girmesini önlemek için sineklik takılmalıdır. Dışarı açılan kapılar açık bırakılmamalıdır. Kapı altlarından haşere girişini engelleyecek tedbirler alınmalıdır. Laboratuvar ortamında sağlık esası belirlenen orta düzey riskleri düşük düzey risk seviyesine indirmek için; iş elbiseleri ile günlük kıyafetlerin ayrı yerlerde saklanmalıdır. Bunun için iki bölmeli veya iki ayrı elbise dolabı ve yeterli sayıda oturma yeri bulunmalıdır. Her çalışan için ayrı dolap sağlanmalıdır. Kimyasalın dökülmesi durumunda kimyasalın türüne uygun sıvı absorbe edici ve nötralize edici malzeme kullanılmalıdır. Genel havalandırma sistemi sürekli çalışır durumda olmalıdır. Çalışma ortamında düzenli olarak haşere kontrolü ve uygun ilaçlama yapılmalıdır. Pencerelere sineklik takılmalı, dış kapılar açık bırakılmamalı içeri haşere girişi engellenmelidir. Sıcak malzemeleri tutmak için uygun el koruyucu iş eldiveni temin edilmelidir. Laboratuvarda İSG çalışma talimatı asılı olmalıdır. Çalışanlara işin niteliğine uygun KKD verilmelidir. KKD'lerin bakımı, temizliği ve kontrolü yapılmalıdır. KKD'ler hijyenik ortamda ve çalışanların kolay ulaşabilecekleri yerlerde muhafaza

edilmelidir. Çalışanlara KKD eğitimi verilmelidir. Düzenli aralıklarla uygun temizlik malzemeleri ile tezgah, zemin vb. yerler temizlenmelidir. Her mesai sonunda ve vardiya değişimlerinde araç ve gereçler, yeni kullanıcı tarafından uygun temizlik malzemeleri ile dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmalıdır. İşyerlerinin gün ışığı ile aydınlanması esas olmalıdır. Gün ışığından yeteri kadar faydalanılmalıdır. Aksi durumlarda veya gece çalışmalarında suni ışıkla uygun ve yeterli aydınlatma sistemi kurulmalıdır. Çalışma alanları, geçiş yolları, iş yeri mekanları çalışanlar için kaza riski oluşturmayacak, görme bozukluğuna veya göz rahatsızlığına neden olmayacak şekilde olmalıdır. Atıksu numune kabı laboratuvar içerisinde bulundurulmamalıdır. Bulundurma zorunluluğu var ise, ayrı temiz bir kap içerisinde muhafaza edilmelidir. Atıksu numunesi alan personel; eldiven, koruyucu gözlük ve solunum koruyucu maske kullanılmalıdır. KKD'ler hijyenik şartlarda muhafaza edilmelidir. İş kıyafetleri üst üste asılmamalıdır. Her iş bitiminde önlük, iş kıyafetleri vb. KKD'lerin temizliği yapılmalıdır. Yemekhane ve çay ocağında belirlenen orta düzey riski düşük düzey risk seviyesine indirmek için düzeltici önleyici faaliyet olarak; yemek hazırlama ve dağıtım işlerinde; maske, eldiven, bone, önlük ve gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Gıda numuneleri steril kaplarda en az 150 gr olacak şekilde alınmalı, buzdolabı şartlarında +4 derece ve altında 72 saat (3 gün) saklanmalıdır. Genellikle yemek şirketi çalışanı olan yemek hazırlama ve servisini yapan personelin periyodik sağlık gözetimleri mevzuata uygun yaptırılmalıdır. Çalışanların sağlık belgeleri istenmelidir. Sağlık raporu olmayan çalışanlar çalıştırılmamalıdır. Çalışan sağlığını tehdit eden hastalıklar, güvenli çalışma yöntemleri ve hijyen konusunda eğitimler verilmelidir. Kişisel hijyen malzemeleri (sıvı sabun, kağıt havlu, antiseptik solüsyon) bulundurulmalıdır. Çalışanların yemekhaneye iş kıyafetiyle girmesi engellenmelidir. Çalışanların yemekleri, yemek şirketi tarafından temin edilmesi durumunda; yemek şirketinin "Resmi Gıda Kontrolü Raporu", "İşletme Kayıt Belgesi" ve "Gıda Dağıtım İzin Belgesi" bulunmalıdır. Tüketilen gıdaların sağlıklı, hijyenik vb. şartlarda üretildiğini gösteren belgeler temin edilmeli ve arşivlenmelidir. Mutfak veya çay ocağı vb. yerlerde görevlendirilmiş çalışanlara en az yılda bir defa portör muayenesi yapılmalıdır. Uygun deterjanlar ile mutfak, çay ocağı, saklama alanları, lavabolar, musluk ve bataryalar, kapı kolları aydınlatma düğmeleri vb. yerler temizlenmelidir. Temizlik bezleri kullanım alanlarına göre tasnif edilmeli ve her kullanım sonrası temiz bırakılmalıdır.

Tablo 9. Büro/ofis, laboratuvar, yemekhane ve çay ocağında belirlenen orta düzey riskler

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Büro/Ofis	1	Pencerelerde sineklik olmaması veya arızalı olması	Orta Düzey Risk	9	3
	2	Soyunma yeri ve elbise dolabının olmaması		8	4
Laboratuvar	3	Kimyasal sıvıların dökülmesi			
	4	Pencerede sineklik bulunmaması			
	5	Etüvün sıcakken açılması			
	6	Çalışanların KKD kullanmaması			
	7	Çalışanların işin niteliğine uygun KKD kullanmaması			
	8	Laboratuvar temizliğinin yetersiz olması			
	9	Araç gereç ve malzemelerin dezenfeksiyon işlemlerinin yapılmaması			
	10	Aydınlatmanın yetersiz olması			
	11	Atıksu numune kabının laboratuvar içerisinde bulunması			
	12	Atıksu numunesi alınırken KKD kullanılmaması			
	13	KKD'lerin hijyenik ortamda muhafaza edilememesi			
	14	KKD'lerin temizlenmemesi			
	15	İş kıyafetlerinin (önlük vb.) üst üste asılması			
Yemekhane/ Çay Ocağı	16	Yemek hazırlama ve servisini yapan personelin kişisel koruyucu ekipman (maske, eldiven, bone, kolluk vb.) kullanılmaması			
	17	Yemek/gıda numunelerinin saklanmaması		9	3

Tablo 9. (devam ediyor)

Ünite Adı	Sıra No	Tehlike	L Tipi Matris	Risk Skoru	DÖF Sonrası Risk Skoru
Yemekhane/ Çay Ocağı	18	Yemek hazırlama ve servisini yapan personelin işe giriş/periodyk muayenelerinin olmaması	Orta Düzey Risk	8	4
	19	Çalışanların yemekhaneye iş kıyafeti ile girmesi		9	3
	20	Yemek şirketinin resmi belgelerinin (işletme kayıt belgesi, gıda kontrol raporu, gıda dağıtım izni) olmaması		8	4
	21	Çay hazırlama ve servisini yapan personelin portör muayene sağlık raporunun olmaması		9	3
	22	Çay ocağının hijyen kurallarına uygun temizlenmemesi		9	3

3.3 Tesiste Meydana Gelen İş Kazaları

İş kazaları dikkatsizlik, kurallara uymama ve gerekli önlemlerin alınmamasından kaynaklı olarak meydana gelmektedir. Kazalar insan kaynaklı olduğu kadar makine ve çevresel etkiler nedeniyle de oluşabilmektedir. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisinde son 5 yılda hiç ölümlü iş kazası yaşanmamış olup, toplam yaralanmalı iş kazası sayısı 9'dur. Tesiste meydana gelen iş kazalarına baktığımızda en fazla iş kazasının 2021 yılında meydana geldiği görülmektedir. 2020 yılında ise hiç iş kazası meydana gelmemesi dikkat çekmektedir (Tablo 10).

Ulutaşdemir vd. (2019) tesis çalışanlarının iş kazasına uğrama olasılığının en yüksek havuzlarda (%48), en düşük ızgaralarda (%1) olduğunu tespit etmişler. Ayrıca en fazla iş kazasının havuza düşmelerde (%28) ve ekipman tamirinde (%25) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da ön çökeltme havuzu ve çürütücü tank ünitelerinde kaygan zeminden dolayı düşme sonucu yaralanmalı iş kazaları tespit edilmiştir. Diğer yaralanmalı iş kazaları ise ekipman ve malzeme kullanımı kaynaklı, atölye ve mekanik susuzlaştırma ünitelerinde görülmüştür.

Tablo 10. Atıksu Arıtma Tesisinde meydana gelen yaralanmalı iş kazaları

Yıl	Kaza Sebebi	Sonuç	Çalıştığı Ünite
2019	Ekipman Kullanımı	El Kesiği	Atölye
2020	-	-	-
2021	Ekipman Kullanımı	Spiral Kesiği	Atölye
	Malzeme Kullanımı	Yüksekten Düşme	Geri Dönüş Pompa
	Sağlık Esaslı	Kalp Krizi	Genel Müdürlük
	Kaygan Zemin	Kayma, Düşme	Ön Çökeltme Havuzu
2022	Ekipman Kullanımı	Traktörden Düşme	Mekanik Susuzlaştırma
		El Üzerine Ağır Malzeme Düşmesi	
2023	Sağlık Esaslı	Halsizlik, Karın Ağrısı	SCADA Odası
	Kaygan Zemin	Kayma-Düşme	Çürütücü Tank

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma tesisindeki mevcut olan tehlike ve riskler, güvenlik ve sağlık esaslı olmak üzere iki ayrı şekilde ünite bazında ortaya konmuştur. Risk değerlendirmesi L tipi Matris yöntemine göre yapılmıştır. Yapılan risk değerlendirmesinde tolere gösterilemeyecek risk tespit edilmemiştir. Yüksek ve orta düzey riskler, alınan önlemler neticesinde düşük düzey risk seviyesine düşürülmeye çalışılmıştır. Güvenlik esaslı risk değerlendirmesinin sonucunda; çürütücü tanklar, tesis geneli, atölyeler, trafo binası, gaz desülfürizasyon ünitesi, gaz jeneratörü ve boiler ünitesi, servis suyu pompa ünitesi yüksek

düzeyde risk içeren bölümler ve ekipmanlar olarak tespit edilmiştir. Tesisin tüm üniteleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek skorlu riskin çürütücü tank (digester) kısmında olduğu belirlenmiştir. Çürütücü tank üzerindeki köprü, korkuluk ve yürüme yolu saclarının çürümesinden dolayı düşme riski söz konusudur. Bu kısım derhal müdahale edilerek güvenli hale getirilmelidir. Tesisin diğer ünitelerinde dikkat edilmesi gereken yüksek düzeydeki riskler; elektrik çarpması, yangın, patlama, zehirlenme, metan parlaması ve patlamasıdır. Orta düzeyde riskler çoğunlukla tesis genelinde ve atölye kısmında belirlenmiştir. Tesisin birçok ünitesinde ortak belirlenen orta düzeydeki riskler; gürültü ölçümünün yapılmaması, uyarı levhalarının bulunmaması, aydınlatma problemleri, yalıtkan paspas olmaması, ekipmanların kullanma talimatlarının olmaması, KKD kullanılmaması, kimyasal gaz problemi, etiketlenmemiş kimyasallar, ekipman koruyucusunun bulunmaması ve elektrik problemleridir. Bu problemlere ilişkin mutlaka önlem alınmalıdır. Sağlık esaslı risk değerlendirmesinin sonucunda en fazla (orta düzeyde) riskler tesis genelinde görülmüştür. Belirlenen riskler; çalışanların işe giriş raporlarının olmaması, kazaların işyeri hekimine bildirilmemesi, ilk yardım malzemelerin olmayışı, KKD'lerin eski olması, gürültü problemi, titreşim problemi, hijyen problemi ve kimyasal gazlı ortamlarda çalışma yapılmasıdır.

Atıksu arıtma tesis yeri seçiminde bölgenin depremselliği ve zemin etüdü oldukça önemlidir. 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş merkezli iki depremde de (7,7 ve 7,6 şiddetinde) Adana bölgesi sarsılmış ancak Adana ASKİ Seyhan Atıksu Arıtma Tesisleri'nin hiçbir ünitesinde hasar meydana gelmemiştir. Tesis genelinde yaralanmalı iş kazaları atölye, mekanik susuzlaştırma, çürütücü tank, ön çökeltme havuzu, SCADA odası, geri dönüş pompa istasyonu ve genel müdürlük binasında meydana gelmiştir. İş kazası sonrasında çalışana önce işyeri hekimi tarafından çalışabilir raporu verilmeli ardından iş sağlığı ve güvenliği eğitimi tamamlanarak iş başı yapması sağlanmalıdır. Gerek güvenlik gerek sağlık esaslı olarak belirtilen yüksek ve orta düzey risklere ilişkin mutlaka önleyici tedbirler alınmalı ve titizlikle uygulanmalıdır. Atıksu arıtma tesisleri çok tehlikeli sınıfta yer aldığından risk değerlendirmeleri iki yılda bir yenilenmelidir. Daha önce yapılmış risk değerlendirmeleriyle karşılaştırma yapıp, önlemler alınmalıdır. Tesis ortamında yapılacak olan herhangi bir iyileştirmede veya değişikliklerde, yaşanan iş kazaları sonrası risk değerlendirmesi revize edilmelidir. Çalışanlarda İSG kültürünün oluşması için İSG eğitimleri, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi tarafından yılda en az 16 saat olmak kaydıyla verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, İ. (2019). Enstitüsü atıksu arıtma tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, 53 s.
- Aslan, Ş., Yıldız, S. (2017). Atıksu ve içme suyu arıtma tesisinde gürültü kirliliği değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Science Journal*, 38 (4),798-812. <http://dx.doi.org/10.17776/csj.349336>
- Aytekin, O., Kaya, M. Ü., Kuşan, H. (2015). Yapı işlerinde proje tipi ve çalışma verilerine uygun isg risk değerlendirme yönteminin seçimi için öneriler. 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, ss. 127-136, İzmir.
- Ayyıldız, G. (2017). Atıksu arıtma tesisinde risk analizi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Balcıgil, M. (2013). Su mercimeği kullanarak (Lemnaminor L.) evsel atıksulardan nütrient ve ağır metal giderimi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Balçık, Ç. (2013). Evsel atıksularından nütrient gideriminde pilot ölçekli bardenpho ile kaskat proseslerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Carroll, S., Thomas, E., Hargreaves, F. R., Dawes, L. (2006). Integrated risk framework for onsite wastewater treatment systems. *Environmental Management*, 38(2), 286-303. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-0280-5>

ÇSGB (2012). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliği. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 28339 Sayılı RG, Ankara.

Çimen, İ. O. (2020). Evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde iş güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, 104 s.

Damar, Y. (2009). Tekstil endüstrisi atıksularının ardışık kesikli biyoreaktör ile arıtılması ve modellenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Dannoun, Y., Nouban, F. (2021). Occupational health hazards and risk assessments in a wastewater treatment. *International Journal of Advanced Engineering, Sciences and Applications*, 2(2), 21-25. <https://doi.org/10.47346/ijaesa.v2i2.83>.

Dere, T. (2010). Kentsel atıksuyun membran biyoreaktör ile arıtılması ve modellenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Doğan, S. (2021). Temiz su arıtma tesislerinin iş güvenliği açısından risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale, 77s.

Dzaman, K., Wojdas, A., Rapijko, H., Jurkiewicz, K. (2009). Taste and smell perception among sewage treatment and landfill workers. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 22(3), 227-234. <https://doi.org/10.2478/v10001-009-0025-4>

Güner, E. D. (2018). Environmental risk assessment for biological wastewater treatment plant. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg.*, 24(3): 476-480. <https://doi.org/10.5505/pajes.2017.16023>.

Gök, S. (2018). Atıksu arıtma tesislerinde risk analizi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Göymen, Y. (2021). Atıksu arıtma tesislerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 204-210, Osmaniye. <https://doi.org/10.47495/okufbed.838857>

İnce, M. (2008). Düzenli deponi sahası sızıntı sularının yüksek performanslı kompakt membran biyoreaktörle arıtılabilirliğinin araştırılması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gebze Teknik Üniversitesi, İzmit.

Judd, S. (2006). The MBR book: principles and applications of membrane bioreactors for water and waste water treatment. ISBN:978-1-85617-481-7, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-481-7.X5000-4> (Son Erişim:01.10.2023)

Libhaber, M., Jaramillo, A. O. (2012). Sustainable treatment and reuse of municipal waste water. Lwa Publishing, London, UK, ISBN: 9781780400167.

OSHA (2024). Fact sheet hydrogen sulfide. <https://www.osha.gov/hydrogen-sulfide>. (Son Erişim:25.09.2024)

Özcan, H. A. (2020). Madenlerde risk değerlendirmesi –örnek bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya,

Özkars, R. (2010). Sivas atıksu arıtma tesisi iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

Özkars, R., Yıldız, S. (2013). Türkiye'deki atıksu arıtma tesislerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29(3): 254-261, Kayseri. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erciyesfen/issue/25560/269621>

Özkılıç, Ö. (2005). İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri. TİSK Yayınları, Ankara.

Öztürk, İ. (2017). Atıksu Mühendisliği. İSKİ Teknik Kitaplar Serisi, 583s., İstanbul.

Polat, T. (2008). Eysel atıksuların döner biyodisk reaktör kullanılarak arıtılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Richardson, D. B. (1995). Respiratory effects of chronic hydrogen sulfide exposure. *American Journal of Industrial Medicine*, 28(1), 99-108. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7573079>.

Spellman, F. R. (2009). Handbook of water and waste water treatment plant operations. CRC Press, ISBN: 1566706270. <https://doi.org/10.1201/9781420075311>. (Son Erişim:01.10.2023)

Sperling, V. M. (2007). Waste water characteristics, treatment and disposal. IWA publishing, 296 p. ISBN: 9781843391616

TBB (2015). Atıksu arıtma tesisleri işletimi (El Kitabı). Türkiye Belediyeler Birliği, Ankara, 371s.

Thorn, J., Beijer, L., Rylander, R. (2002). Work related symptoms among sewage workers: A nationwide survey in Sweden. *Occupational and Environmental Medicine*, 8(59), 562-566. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12151615>.

Türkmen, S. (2019). Atıksu arıtma tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, 124 s., Samsun.

Ulutaş, Ö. (2019). Konya ili atıksu arıtma tesisi risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya Teknik Üniversitesi, Konya.

Ulutaşdemir, N., Özmuşul, B., Öztürk Çopur, E. (2019). Gaziantep'te merkez atık su arıtma tesisinde üç yıllık risk değerlendirmesi analizi. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 4(1), 22-33. <https://doi.org/10.25279/sak.349915>.

Yılmaz, S. (2019). Atıksu arıtma tesislerinde çalışan scada operatörlerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından oluşabilecek fiziksel risklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Esenyurt Üniversitesi, 134 s., İstanbul.