T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

KIYMETLİ METAL ANALİZLERİNİN YAPILDIĞI KİMYA LABORATUVARINDA HAZOP, FMEA VE JSA METODLARIYLA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLAY ALTIN

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Aliye KAŞARCI HAKAN

İSTANBUL, 2025

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

KIYMETLİ METAL ANALİZLERİNİN YAPILDIĞI KİMYA LABORATUVARINDA HAZOP, FMEA VE JSA METODLARIYLA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLAY ALTIN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi ALİYE KAŞARCI HAKAN
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Tolga BARIŞIK
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Emre GÜMÜŞ

İSTANBUL, 2025

T.C.

İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

TEZ ONAY BELGESİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı 22111101011 numaralı yüksek lisans öğrencisi Gülay ALTIN'nin "Kıymetli Metal Analizlerinin Yapıldığı Kimya Laboratuvarında Hazop, Fmea ve Jsa Metodlarıyla İş Sağlığı ve Güvenliği İncelemeleri" adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 17.07.2025 tarih ve 2025/17 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliğiyle Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 11.08.2025

Dr. Öğr. Üyesi Aliye KAŞARCI HAKAN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Emre GÜMÜŞ

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Tolga BARIŞIK

Jüri Üyesi

ETİK BEYAN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tezde;

- 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 çalışmasında 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 kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

11/08/ 2025

Gülay ALTIN

ÖNSÖZ

Araştırma sürecimi özveriyle takip edip beni yönlendiren ve kıymetli görüşleriyle çalışmama yön veren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Aliye KAŞARCI HAKAN'a teşekkür ederim.

Hem ders döneminde hem de tez döneminde bilgilerinden istifade ettiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Hafiz Hulusi ACAR, Dr. Öğr. Üyesi Tolga BARIŞIK, Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Ayhan KEPEKLİ hocalarıma çok teşekkür ederim.

Araştırma verilerinin toplanmasında bana yardımcı olan DARPHANE VE DAMGA MATBAASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜN'e ve tüm Laboratuvar çalışanlarına çok teşekkür ederim. Bu süreçte bana yardımcı olan arkadaşlarım ve aileme gönülden teşekkür ederim.

İSTANBUL, 2025 Gülay ALTIN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN ..... **i**

ÖNSÖZ ..... **ii**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **vii**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **viii**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **x**

ÖZET ..... **xii**

ABSTRACT ..... **xiv**

1.GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER **4**

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği **4**

2.2. Risk Tanımı ve Risk Değerlendirmesi **11**

2.3. Risk Değerlendirmesi Yöntemleri **14**

2.4. Laboratuvarlarda İş Sağlığı ve Güvenliği **15**

2.4.1. Laboratuvar ortamı **30**

2.4.2. Havalandırma **20**

2.4.3. Atıklar…… **22**

2.5. Çalışma Türüne ve Riskine Göre Laboratuvarların Sınıflandırılması **23**

2.5.1. Düşük risk seviyesi **23**

2.5.2. Orta risk seviyesi **24**

2.5.3. Yüksek risk seviyesi **25**

2.6. Kimya Laboratuvarları **26**

2.6.1. Kimyasal risk faktörleri **30**

2.6.2. Fiziksel risk faktörleri **34**

2.6.3. Biyolojik risk faktörleri **39**

2.6.4. Psikososyal risk faktörleri **42**

2.6.5. Ergonomik risk faktörleri **45**

2.7. Kimyasal Tehlike Sınıfları ve Kaynakları **47**

2.7.1. Alevlenir maddeler 50
2.7.2. Oksitleyici (yakıcı maddeler) kimyasal maddeler 52
2.7.3. Aşındırıcı (korozif)/cildi tahriş edici kimyasal maddeler 52
2.7.4. Cildi tahriş edici/akut zehirli kimyasal maddeler 53
2.7.5. Toksik maddeler 53
2.7.6. Karsinojenler 53
2.7.7. Patlayıcı madde ve karışımlar 54
2.7.8. Sıkıştırılmış basınç altındaki gazlar 54
2.8. Tehlikeli Kimyasal Maddelerle Çalışma Kuralları ve Önlemler 55
2.8.1. Kimyasalların yönetimi ve depolanması 61
2.8.2. Kişisel güvenlik kapsamında koruyucu ekipman ve donanımlar 66
2.9. Kıymetli Metal Analizlerinin Yapıldığı Laboratuvar 67
2.10. Kıymetli Metallere Uygulanan Analiz Metotları 68
2.10.1. Altın analizi 69
2.10.2. Gümüş analizi 70
2.10.3. Platin analizi 71
2.10.4. Paladyum analizi 72
3. GEREÇ VE YÖNTEM 74
3.1. Gereç …….. 74
3.2. Risk Değerlendirme Yöntemleri 78
3.2.1. FMEA yöntemi 78
3.2.2. Tehlike ve işletebilme analizi (HAZOP) 82
3.2.3. İş güvenlik analizi (JSA) 89
3.3. Araştırma Planı 93
4. BULGULAR 94
4.1. Kıymetli Metal Analizleri Yapılan Bu Kimya Laboratuvarında Kullanılan Ekipmanlar ……. 94
4.1.1. Kupelasyon fırını 94
4.1.2. Titrasyon cihazı 95
4.1.3. Terazi ……. 95
4.1.4. Hassas Terazi 96

4.1.5. XRF cihazı.....97
4.1.6. El tipi XRF.....97
4.1.7. ICP-OES cihazı.....98
4.1.8. Optik emisyon spektroskopi cihazı.....99
4.1.9. Tavlama fırını kullanma.....100
4.1.10. Hadde Makinesi.....100
4.1.11. Masa matkabı.....101
4.1.12. Saf su cihazı.....101
4.1.13. Pnömatik tüp taşıma sistemi.....102
4.1.14. Otomatik pipet.....103
4.1.15. Dispenser.....104
4.1.16. Dijital mikroskop cihazı.....104
4.1.17. Dijital kumpas.....105
4.1.18. Isıtıcılı manyetik karıştırıcı.....106
4.1.19. Elektrikli istifleyici transpalet.....106
4.2. Kullanılan Kimyasallar.....107
4.2.1. Altın analizi sırasında kullanılan kimyasallar.....107
4.2.2. Gümüş analizi sırasında kullanılan kimyasallar.....109
4.2.3. Platin analizi sırasında kullanılan kimyasallar.....109
4.2.4. Kimyasal riskler.....111
4.2.4. Radyasyon riski.....112
4.3. HAZOP Metodu ile Hazırlanan Risk Analizi.....112
4.4. FMEA Yöntemi ile Hazırlanan Risk Analizi.....117
4.5. İş Güvenliği Analizi (JSA).....122
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....133
5.1. Bulguların Kendi İçinde Tartışılması.....134
5.2. Bulguların Benzer Literatüre Göre Tartışılması.....139
5.3. Sonuç …….....148
5.4. Öneriler …….....149
6. KAYNAKLAR.....151

EKLER.....158

EK-1 : Kupelasyon Fırını İçin Hazop Çalışma Formu.....158

EK-2 : Asit Odası İçin HAZOP Çalışma Formu 159

EK-3 : Fiziki Alan ve Tartım Kısmı İçin HAZOP Çalışma Formu 160

EK-4 : FMEA Tabanlı Risk Analizi: Kimya Laboratuvarı Uygulaması 169

EK-5 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Altın Analizi 179

EK-6 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Gümüş Analizi.....186

EK-7 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Platin Analizi.....194

EK-8 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Paladyum Analizi 200

EK-9 : Genel Kimya Laboratuvarı Riskleri 204

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 : Türkiye'de 2015-2024 arası toplam iş kazası 9
Tablo 2.2 : Kimyasal güvenlik seviyelerine göre alınması gereken önlemler 30
Tablo 2.3 : Kimyasalların vücut üzerindeki etkileri 32
Tablo 2.4 : Kimyasalların vücuda girme yolları.....33
Tablo 2.5 : İdeal termal konfor değerleri tablosu 36
Tablo 2.6 : Yıllık doz sınırları 39
Tablo 2.7 : Enfeksiyon riskine göre biyolojik etkenlerin gruplandırılması 40
Tablo 2.8 : Potansiyel çalışma ortamına negatif ve pozitif etkileri 44
Tablo 2.9 : Alevlenir sıvıların su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre sınıflandırılması 51
Tablo 2.10 : Sık kullanılan gazlar ve bunların standartlaştırılmış hortum renkleri ...55
Tablo 2.11 : Birbiriyle karışmaması gereken kimyasallar 63
Tablo 3.1 : FMEA şiddet puanları 79
Tablo 3.2 : FMEA olasılık puanları 80
Tablo 3.3 : FMEA fark edilebilirlik puanları 80
Tablo 3.4 : FMEA risk öncelik sırası.....81
Tablo 3.5 : Kılavuz kelimeler 84
Tablo 3.6 : Risk değerlendirme form örneği 85
Tablo 3.7 : Şiddet kategorileri 90
Tablo 3.8 : Olasılık seviyeleri.....91
Tablo 3.9 : Şiddet seviyesi 91
Tablo 3.10 : Şiddet türlerine göre renk kodları 92
Tablo 4.1 : FMEA metoduyla yapılan risk değerlendirme sonuçları.....118
Tablo 4.2 : FMEA metoduyla düzeltici ve önleyici sonrası yapılan risk değerlendirme sonuçları.....120
Tablo 4.3 : JSA metoduyla yapılan risk değerlendirme sonuçları.....123
Tablo 4.4 : JSA metoduyla düzeltici ve önleyici sonrası yapılan risk değerlendirme sonuçları 128
Tablo 5.1 : Faaliyet alanları ve tespit edilen riskler.....135
Tablo 5.2 : HAZOP, FMEA ve JSA yöntemlerinin öne çıkan özellikleri, avantajları, sınırlılıkları ve tespit edilen risk sayıları.....138

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 : Genel ve lokal havalandırma sistemleri 21
Şekil 2.2 : Sırası ile çeker ocakları, atıkların toplanma yeri ve atık depoları 22
Şekil 2.3 : Uyarı levhaları 23
Şekil 2.4 : NFPA tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması 48
Şekil 2.5 : Eski ve yeni etiketlerin karşılaştırması 49
Şekil 2.6 : Güvenlik bilgi formu 57
Şekil 2.7 : Kimyasalların güvenli depolanması 64
Şekil 2.8 : Eski etiket bilgileri.....65
Şekil 2.9 : Yeni etiket bilgileri 65
Şekil 2.10 : Laboratuvarlarda kullanılan çeşitli KKD örnekleri 67
Şekil 3.1 : Kıymetli metal analizlerinde iş akışı 77
Şekil 3.2 : HAZOP tehlikeli sapma hipotezi.....86
Şekil 3.3 : HAZOP takımının izleyeceği aşamalar 87
Şekil 3.4 : ASME standartında kullanılan semboller 88
Şekil 3.5 : Çalışma sürecinin detayları 93
Şekil 4.1 : Kimya laboratuvarında kullanılan kupelasyon fırını 94
Şekil 4.2 : Kimya laboratuvarında kullanılan titrasyon cihazı.....95
Şekil 4.3 : Kimya laboratuvarında kullanılan terazi.....96
Şekil 4.4 : Kimya laboratuvarında kullanılan hassas terazi.....97
Şekil 4.5 : Kimya laboratuvarında kullanılan XRF cihazı.....97
Şekil 4.6 : Kimya laboratuvarında kullanılan el tipi XRF cihazı.....98
Şekil 4.7 : Kimya laboratuvarında kullanılan ICP-OES cihazı.....99
Şekil 4.8 : Kimya laboratuvarında kullanılan optik emisyon spektroskopi cihazı.....99
Şekil 4.9 : Kimya laboratuvarında kullanılan hadde makinesi 101
Şekil 4.10 : Kimya laboratuvarında kullanılan masa matkabı 101
Şekil 4.11 : Kimya laboratuvarında kullanılan saf su cihazı 102
Şekil 4.12 : Kimya laboratuvarında kullanılan pnömatik tüp taşıma sistemi 103
Şekil 4.13 : Kimya laboratuvarında kullanılan otomatik pipet 103
Şekil 4.14 : Kimya laboratuvarında kullanılan dispenser.....104
Şekil 4.15 : Kimya laboratuvarında kullanılan dijital mikroskop cihazı.....105
Şekil 4.16 : Kimya laboratuvarında kullanılan dijital kumpas 105

Şekil 4.17 : Kimya laboratuvarında kullanılan ısıtıcılı manyetik karıştırıcı.....106
Şekil 4.18 : Kimya laboratuvarında kullanılan elektrikli istifleyici transpalet 107
Şekil 4.19 : FMEA yöntemi ile risklerin seviyelerine göre dağılımı 119
Şekil 4.20 : FMEA yöntemi ile önlem sonrası risklerin seviyelerine göre dağılımı 122
Şekil 4.21 : JSA yöntemi ile önlem öncesi risklerin seviyelerine göre dağılımı 127
Şekil 4.22 : JSA yöntemi ile önlem sonrası risklerin seviyelerine göre dağılımı 132

KISALTMALAR LİSTESİ

EN : Avrupa Standardı

ETA : Olay Ağacı Analizi

FMEA : Hata Türleri ve Etkileri Analizi

GBF : Güvenlik Bilgi Formu

GHS : Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi için Küresel Uyumlaştırılmış Sistem

H_2O_2 : Hidrojen Peroksit

H_2SO_4 : Sülfürik Asit

HAZOP : Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi

HCI : Hidroklorik Asit

HNO_3 : Nitrik Asit

HNO_3 + HCl : Aqua Regia (Kral Suyu)

ICP : İndüktif Eşleşmiş Plazma

ICP-MS : Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi

ICP-OES : İndüktif Eşleşmiş Plazma–Optik Emisyon Spektrometresi

ICP-SIM-ROB : ICP Tabanlı Robotik Numune Hazırlama/Analiz Sistemi

IEA : Uluslararası Ergonomi Birliği

ILO : Uluslararası Çalışma Örgütü

ISO : Uluslararası Standardizasyon Örgütü

İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği

JSA : İş Güvenliği Analizi

KKD : Kişisel Koruyucu Donanım

LBMA : Londra Külçe Piyasası Birliği

N_2O : Diazot Monoksit

NaCN : Sodyum Siyanür

NaOH : Sodyum Hidroksit

NO : Azot Monoksit

OES : Optik Emisyon Spektrometrisi

RCCB : Kaçak Akım Koruma Anahtarı

RÖS : Risk Öncelik Sayısı

SEC : ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu

SEM : Taramalı Elektron Mikroskobu

SGK : Sosyal Güvenlik Kurumu

TS : Türk Standardı

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

XRF : X-Işını Floresans

ÖZET

KIYMETLİ METAL ANALİZLERİNİN YAPILDIĞI KİMYA LABORATUVARINDA HAZOP, FMEA VE JSA METODLARIYLA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İNCELEMELERİ

Bu araştırmada, HAZOP, FMEA ve JSA metodlarıyla ilgili laboratuvarların İSG çalışmaları değerlendirilmiştir. Araştırmada bu konunun seçilme sebebi, laboratuvarlarda çeşitli türde ürün ve maddelerin bir arada bulunması ve beraberinde önemli risk unsurlarını getirmesidir. Özellikle kimya laboratuvarlarında görev yapan personel, yüksek düzeyde risk faktörleriyle karşı karşıyadır. Kimyasal maddelerin bir arada bulunması ve bu maddelerin potansiyel olarak birbirleriyle reaksiyona girmesi, yangın, patlama ve zehirlenme gibi ciddi tehlikelerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla, laboratuvar ortamlarında kapsamlı güvenlik önlemlerinin alınması elzemdir. Bu çalışmada, kıymetli metal analizlerinin gerçekleştirildiği kimya laboratuvarlarında, İSG uygulamalarının HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleriyle incelenmesi amaçlanmıştır.

HAZOP yöntemiyle ulaşılan sonuçlar; kupelasyon fırını çevresinde kurşun buharına maruziyet, yetersiz havalandırma ve yüksek sıcaklık; asit odasında bu buharın solunması, havalandırma sistemlerinin arızalanması, ters hava akımı ve kişisel koruyucu donanımın eksik kullanımı; çekiçleme işlemleri, pürmüz kullanımı ve gaz dolumu gibi faaliyetler sırasında meydana gelebilecek yaralanma, yanma ve zehirlenme riskleri olduğunu göstermektedir. FMEA kapsamında, en yüksek risk kupelasyon fırınında kurşun buharına maruziyet riski belirlenmiştir. Asit odasında belirlenen yüksek riskler arasında asit buharı solunması, cam malzeme kırılması ve asit sıçraması yer alıp, acil müdahale donanımı ve eğitim önlemleri geliştirilmiş, son aşamada KKD kullanımıyla desteklenmiştir. Fiziki alanlarda çekiçle dövme, hadde makinesinde el kaptırma ve tavlama işlemlerinde yanma gibi mekanik riskler değerlendirilmiş; el koruma aparatları, acil durdurma sistemleri ve periyodik ekipman bakımları önerilmiştir. Tartım aşamasında, altın parçacıklarının ele batması ve makasla kesilme gibi nispeten daha düşük ancak tekrarlanabilir kazalar belirlenmiştir. Uygun eldiven kullanımı ve alet bakım prosedürleri önerilmiştir. JSA değerlendirmelerinde, kimyasallarla çalışma, yüksek sıcaklık, ekipmanla temas ve

ergonomik faktörler yüksek risk düzeyinde belirlenmiş; teknik mühendislik önlemleri, teknik mühendislik önlemleri ve eğitim faaliyetleri uygulanmış, son aşamada KKD kullanımıyla risklerin azaltılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Laboratuvar Güvenliği, Kimya Laboratuvarları.

Gülay ALTIN, 2025

ABSTRACT

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY EXAMINATIONS WITH HAZOP, FMEA AND JSA METHODS IN THE CHEMISTRY LABORATORY WHERE PRECIOUS METALS ANALYSES ARE PERFORMED

This study evaluated the OHS practices of laboratories using HAZOP, FMEA, and JSA methods. This topic was chosen because the presence of various types of products and substances in laboratories presents significant risks. Personnel working in chemical laboratories, in particular, face high levels of risk; the presence of chemical substances and their potential reactions can lead to serious hazards such as fire, explosion, and poisoning. Therefore, comprehensive safety precautions are essential in laboratory environments. This study aimed to examine OHS practices in chemical laboratories where precious metal analyses are performed using HAZOP, FMEA, and JSA methods.

The results obtained using the HAZOP method indicate that exposure to lead vapor, inadequate ventilation, and high temperatures around the cupellation furnace; inhalation of this vapor in the acid chamber; malfunctioning ventilation systems, reverse airflow, and inadequate use of personal protective equipment; and risks of injury, burns, and poisoning during activities such as hammering, blowtorch use, and gas filling. As part of the FMEA, the highest risk was identified for lead vapor exposure in the cupellation furnace. High risks identified in the acid room included acid vapor inhalation, glassware breakage, and acid splash. Emergency response equipment and training measures were developed, supported by the use of personal protective equipment (PPE). Mechanical risks, such as hammering, hand entrapment in the rolling mill, and burns during annealing operations, were assessed in physical areas. Hand protection devices, emergency stop systems, and periodic equipment maintenance were recommended. Relatively low-risk but reproducible accidents, such as gold particles stuck in the hand and scissors being cut during the weighing phase, were identified. Appropriate glove use and tool maintenance procedures were recommended. In the JSA assessments, working with chemicals, high temperature, equipment contact, and ergonomic factors were identified as high risk. Technical

engineering measures, technical engineering measures, and training activities were implemented, and the final stage aimed to reduce risks through the use of personal protective equipment.

Keywords: Occupational Health and Safety, Laboratory Safety, Chemical Laboratories

Gülay ALTIN, 2025

1. GİRİŞ

İnsanoğlu hayatı boyunca çalışmakta ve iş faaliyetleri yürütmektedir. İş, insanların hayatta kalmak adına pek çok faaliyete girmesi olarak tanımlanabilir. En küçük yaş grubundan en yaşlısına kadar her birey, hayatı boyunca iş faaliyeti göstermektedir. Çocukların oyun oynaması, yaşlıların gazete okuması bile iş kapsamında değerlendirilebilmektedir. İş, hayatın her alanı içerisinde kendisine yer bulmaktadır. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği de kavram olarak hayatın içerisinde özel bir yere sahiptir.

İş sağlığı ve güvenliği, kavram olarak yeni bir olgu gibi görünse de, iş güvenliği ve çalışan sağlığıyla ilgili uygulamalar çok eski zamanlardan beri mevcuttur. Piramitlerin yapımı sırasında çalışan köleler için de iş güvenliği kavramına rastlanmaktadır. Pek çok uygarlık, çalışanların sağlıkları ve güvenlikleri adına çeşitli uygulamalar geliştirmiştir. Örneğin Roma İmparatorluğu, işçiler ve köleler için kanunlar düzenlemiştir. Gladyatörlerin yaşamlarını sürdürebilmeleri ve sağlıklı kalabilmeleri için çalışma alanlarının düzeni resmi kanunlarla belirlenmiştir. Modern anlamda iş sağlığı ve güvenliği ise Sanayi Devrimi sonrasında yaşanan işçi hareketleriyle ortaya çıkmıştır. İşçi hareketleri ve sosyalist düşünce çerçevesinde, işçilerin çalışma alanlarında daha rahat koşullara sahip olmaları, meslek hastalıklarından korunmaları ve kazaların önlenmesi amacıyla modern kanunlar ve fikirler geliştirilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği, çalışma ortamlarında risklerin, meslek hastalıklarının ve iş kazalarının önlenmesini temel almaktadır. Risk kavramı genel anlamda, iş faaliyetlerini sekteye uğratacak ya da tamamen durmasına sebep olabilecek olumsuz olayların meydana gelme ihtimali olarak tanımlanmaktadır. Risk, yalnızca tüm işlerin durmasına neden olacak ölçekte bir olay değil, en düşük seviyede yaşanabilecek olumsuzlukları da kapsamaktadır. İş ortamında gerçekleşebilecek en küçük ölçekteki bir olumsuzluk bile risk kapsamında ele alınmaktadır. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği açısından risklerin değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. İş sağlığı ve güvenliğinde asıl olan, çalışma alanlarında meydana gelebilecek en basit

olayların dahi çözülmesi ve önlenmesidir. Risklerin değerlendirilmesi süreci, faaliyetlerin etkin şekilde yürütülmesiyle mümkün olmaktadır.

Risk değerlendirme süreci bir dizi aşamadan oluşmaktadır. Bu süreçte tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, risk kontrol yöntemlerinin uygulanması, kontrollerin gerçekleştirilmesi, dokümantasyon yapılması ve belirli aralıklarla risk değerlendirmesinin yenilenmesi adımları yer almaktadır. Özellikle risk kontrolünün gerçekleştirilmesi aşaması büyük önem taşımaktadır.

Çalışma ortamlarında ortaya çıkabilecek ya da dışarıdan gelebilecek ve iş ortamını veya çalışanları etkileyebilecek risklerin belirlenmesi ve kontrol altına alınması için gerekli faaliyetlerin yürütülmesi, bu aşamanın özünü oluşturmaktadır. Risk değerlendirmesinin temel amacı; tehlike kaynaklarını ortaya çıkarmak, riskleri belirlemek, etki alanlarını analiz ederek önleme faaliyetlerini planlamak şeklinde ifade edilebilir. Bu sürecin uygulanmasında ise pek çok farklı yöntemden yararlanılmaktadır. Sözü edilen yöntemlerin tamamı, çalışmanın ilgili bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Risklerin en yoğun şekilde görüldüğü alanlar arasında özellikle insan sağlığıyla doğrudan ilgili alanlar ve kimyasal laboratuvarlar öne çıkmaktadır. Literatürdeki pek çok çalışma da bu alanlara odaklanmaktadır. Bu araştırma kapsamında ise kıymetli metal analizlerinin gerçekleştirildiği kimya laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği incelemeleri yapılmıştır. Çalışmada risk değerlendirme yöntemlerinden HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, kıymetli metal analiz laboratuvarlarında karşılaşılan riskleri farklı metodolojilerle değerlendirerek, hangi yöntemin laboratuvar koşullarına daha uygun olduğunu ortaya koymaktır. Bu kapsamda, HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri; uygulama kolaylığı, kaynak ve zaman gereksinimi, tehlike tanımlama düzeyi ve önleyici tedbir geliştirme kapasitesi açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın önemi, yalnızca mevcut riskleri belirlemekle kalmayıp, farklı yöntemlerin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyarak laboratuvarlarda daha

güvenli ve sürdürülebilir bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi oluşturulmasına katkı sağlamasında yatmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

İş faaliyeti, herhangi bir şeyin geliştirilmesi, ortaya çıkarılması, bir sonuç ve verim elde edilmesi adına emek harcanarak gerçekleştirilen araştırmalar ve etkinlikler bütünü olarak değerlendirilmektedir. Temelde iş olarak ele alınan kavram hayatın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Evinin içerisinde resim çizen veya oyun oynayan bir çocuk da bir iş ortaya koymaktadır. Evinin temizliği ile uğraşan anneler de bir nevi iş faaliyeti yürütmektedir. İş, herhangi bir uğraş içerisinde olunan her alan içerisinde bulunmaktadır. Bu bağlamda iş sağlığı ve güvenliği de hayatın her alanında bulunmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği, çalışma alanlarının tehlike yaşanmadan önleyici tedbirlerin alınmasını sağlayan, araştırmaları ve analizleri herhangi bir sorun ortaya çıkmadan işletmeler içerisinde yaşanılacak risklerin ve tehlikelerin öngörülmesi sağlanarak, bunların kaynağı içerisinde etkisiz hale getirilmesini amaçlayan bir uygulama olarak değerlendirilmektedir. İş kazalarının en düşük seviyeye indirilmesi dahi mümkün olduğu zaman önüne geçilmesi, meslek hastalıklarının engellenmesi ve güvenli bir iş ortamının yaratılması iş sağlığı ve güvenliğinin temel ilkeleri arasında kabul edilmektedir (Tatlıcan ve Çöğenli, 2020).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Uluslararası Ergonomi Birliği (IEA), Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) gibi pek çok kurum ve kuruluşun ifadelerine göre iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin temel hedefi; "*Çalışan bütün insanların ruhsal, fiziksel, sosyal bakımdan tam iyilik durumlarının sağlanması, en yüksek seviyelerde devamlılık sağlaması, iş koşulları ve kullanılan zararlı malzemeler sebebi ile iş görenlerin sağlıkları üzerinde kötü etkileri olabilecek zararların önüne geçilmesini, çalışanların fizyolojik niteliklerine uygun olan işlere koşulmasını, yapılan işin insana ve insanların işe uyumlu hale getirilmesi*" şeklinde değerlendirilmektedir (Aras, 2021).

En tehlikeli sınıf içerisinde değerlendirilen sağlık sektöründe; "*insan sağlığı hizmetlerinde çalışan personellerin biyolojik risk etmenlerinin dışında, kimyasal, psikososyal ve uzun süreler boyunca ayakta kalmalarına bağlı olan ergonomik ve fiziksel risklere karşı karşıya kaldıklarını göstermektedir*". Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK)'nun sayısal verileri ekseninde "*on yedi bine yakın sağlık personellinin iş kazası ya da meslek hastalığı geçirmiş oldukları anlaşılmaktadır*". Faaliyetlerinden kaynaklı olarak mesleki risklere ve iş kazalarına sık olarak karşılaşan sağlık personellerinin, yaptıkları iş sırasında başlarına gelen iş sağlığı güvenliği tehlikelerinin önüne geçilmesi gerekmektedir (Oral ve Bekman, 2021). Bu durum kimya laboratuvarları içerisinde çalışan personeller içinde geçerli olmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği olgusunun öncelikli amacı çalışanların korunmasını sağlamak olarak ifade edilmektedir. Çalışanların iş ortamlarında faaliyetlerine devam edebilecekleri güvenli bir ortamın hazırlanması, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmektedir. Çalışanların etkin şekilde korunabilmesi durumu, mevcut olan risklerin önceden belirlenerek, gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir (Ünsar, 2003). Dünyada çalışma koşulları, teknolojik gelişmeler sayesinde hızla değişmektedir. Yaşanan değişimler pek çok yeni iş kazalarını ve meslek hastalıklarını beraberinde getirmektedir. Endüstri gelişim, seri üretim faaliyetlerinin en yüksek olduğu alanlarda daha hızlı ilerlemektedir. Hizmet sektöründe ise rekabet artışı nedeni ile farklı yöntemler kullanılmaya başlanmaktadır. Tüm bu süreçler risk yoğunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda bakıldığı zaman ülkelerin ve uluslararası işçi kuruluşlarının birinci amacı, iş sağlığı ve güvenliği adına ciddi önlemler alarak risklerin önüne geçilmesinin sağlanmasıdır (Yılmaz, 2009).

Çalışanların ve işverenleri arasında iş sağlığı güvenliği bilincinin artması gerekmektedir. Ancak bu sayede çalışma ortamlarında mutlak bir güvenlik ortamı sağlanabilmektedir. Çalışanlar kendi sağlıklarını korudukları gibi iş ortamının devamlılığını da korumaktadır. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yaygın hale getirilmesi sayesinde çalışanlar ve işverenler için güvenli bir ortam sağlanmaktadır. Ülkelerin iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri üzerine düşmesi sayesinde, çalışanların başlarına gelebilecek olası zararların önüne geçildiği gözlemlenmektedir. Bu sayede ülkeler kendi iş güçlerini ciddi oranda koruyabilmektedir. Sağlık harcamaları düşen

insanlarda ise refah artışlarının yaşandığı gözlemlenmektedir. Bu bağlamdan bakıldığı zaman iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri personellerin iş ortamlarında yaşadıkları kazaların sonucunda hastalanmalarını, sakatlanmalarını, ölmelerini önlemektedir. İş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri sayesinde daha güvenli bir ortam içerisinde çalışan personellerin motivasyonlarında büyük oranda artışlar yaşanmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği ürünlerinin ihracatı ciddi bir ekonomik alandır. Sözü edilen ürünler ciddi maliyetler ile ithal edilebilmektedir. Ülkelerin iş sağlığı üzerine yatırımlar yapmaları bu nedenle büyük önem arz etmektedir. Bu sayede ciddi bir mali yük ortadan kalkmış olacaktır. Bunların yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği ekseninde alınacak olan önlemleri etkili ve verimli faaliyetler sayesinde kayıpların azalmasını sağlamaktadır. Bu durum üretim seviyelerinde ciddi artışların yaşanmasını sağlamaktadır. Ülkenin toplam kar oranı yükselebilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri toplumsal gelişimin yanı sıra pek çok maddi ve manevi gelişimin sağlanmasını yardımcı olmaktadır (Yüce, 2017).

İş sağlığı ve güvenliği barındıran durumlar içerisinde, işletmelerde ya da çalışma ortamlarında aksilikler meydana gelmeden önleyici önlemlerin alınmasına olanak tanıyan, araştırmaları ve analizleri herhangi bir sorun yaşanmadan, işletmelerde meydana gelebilecek risklerin ve tehlikelerin öngörülerek, bunların kaynaklarında etkisiz hale getirilmesini mümkün hale getiren bir faaliyettir. İş kazalarının en düşük seviyeye indirilmesi ve dahi önüne geçilmesi, meslek hastalıklarının engellenmesi ve güvenli iş hayatının meydana getirilmesi iş sağlığı güvenliğinin amaçları arasında kabul edilmektedir (Sarı, 2019).

Birincil amaç iş ortamları içerisinde yaşanan pek çok kazanın ve çalışanların meslek hastalıklarına yakalanmasının engellenmesi olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle mesleki yeterliliği bulunan, iş sağlığı ve güvenliği öneminin farkına varan emekçilerin meydan getirdiği güvenli bir iş ortamı, meslek hastaları ve iş kazalarına sebep olan faktörlerin önüne geçilmesi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu duruma bağlı olarak güvenilir ve huzurlu bir iş görmenin yanı iş ortamında yaşanacak her türlü kaza ve hastalığın sebep olduğu manevi ve maddi hasarların

yerini, verimlilik ve üretime dönüşen bir iş ortamı meydana koymaktadır. Bir kuruluş içerisindeki en üst bölümdeki yönetimin kararlılığı ve iş sağlığı ve güvenliği politikalarını barındıran hesaplamalar sonucunda, iş görenlerin işlerine olan bağlılıkları ve sahiplenmeleri artış göstermektedir. Bu durumdan kaynaklı olarak her anlamda verimlilik artmaktadır. WHO ve ILO ortak komitesinin tanımlamalarına göre İş sağlığı, bütün mesleklerde iş görenlerin, ruhsal, bedensel, sosyal iyi olma durumlarının korunması, gelişim göstermesi, en üst seviyede devam ettirilmesi ve işin insanlara, çalışanların kendilerine uyumunun sağlanması" olarak ifade edilmektedir. İş sağlığının temel hedefi, iş görenlerin sıhhatinin muhafaza edilmesi, sağlığı kötüleşenlerin tedavi edilmesi ve rehabilitasyonlarını gerçekleştirmek olarak ifade edilmektedir (Sarı, 2019).

ILO, günümüzde iş sağlığı ve güvenliğinin hedefini, iş görenlerin refahlarını ve sağlıklarını en yüksek seviyeye çıkarmak, iş yeri koşullarının üretimi sağlanan malların ve çevrenin neden olduğu, sağlığa zararlı sonuçların önüne geçilmesi, iş görenlerin münasip iş alanlarına yerleştirilmesi ve ihtiyaçlara uygun şekilde ortaya koyulması gibi dışsal etmeleri de kapsamı altına alacak şekilde tanımlanmaktadır (Sarı, 2019).

İş kazalarının en düşük seviyeye indirilmesi meslek hastalıkları yaşanmadan engellenmesi ve korunaklı iş ortamının yaratılması iş sağlığı ve güvenliğinin en önemli amaçları arasında kabul edilmektedir. Mevcut içerisinde iş sağlığı ve güvenliği pratikleri bir zorunluluk olarak kabul edilmektedir (Aras, 2021).

İş sağlığı ve güvenliğinin değeri her geçen gün daha da artmaktadır. Bu durumun temel sebebi ise ekonomik, teknik ve sosyal zorunluluklar olarak üç temelde değerlendirilmektedir (Gerek, 2008).

Ekonomik zorunluklar olarak karşımıza üretimde yeni teknolojilerin kullanılmasının sağlanması ile birlikte üretim maliyetlerinin artması çıkmaktadır. Bu durumun temel sebebi olarak değişim gösteren teknolojinin genel anlamda sarfiyatın yükselmesine sebep olması işaret edilmektedir. İşverenler açısından yatırımlarının karşılıklarının alınması ve ilintili şekilde karın sağlanması büyük önem arz etmektedir. Aksi

durumlarda, üretim faaliyetlerinin karşılığını alabilmek adına iş ortamlarında vardiyalı çalışma gerçekleştirebilmektedir. Bu durumun sonucunda gerçekleştirilmesi mümkün olan işin bir kısmını gece saatlerine tekabül etmektedir. Gece saatlerinde iş görenlerin dikkatleri çok hızlı şekilde dağılabilmektedir. Bu çerçevede iş kazası risk oranlarının artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, işverenlerin kar güdüsü ile davranarak iş sağlığı güvenliği tedbirlerine gereken önemi vermeyerek geriye atılması il ortamlarında iş gücü devir hızının yükselerek iş kazalarında ve meslek hastalıklarından bir yükselmeye neden olmaktadır (Gerek, 2008, s. 45). Sayılacak olanlar, verimliliği, motivasyonu düşürmektedir. Kuruluşların ekonomik anlamda daha fazla kayıp yaşamasına sebep olmaktadır. Kayda geçmeyen faaliyetlerin sıradan hale gelmesi, iş görenlerin sağlıklarının ve güvenliklerinin korunması çok daha önemli hale getirebilmektedir (Süzek, 2011).

Sosyal zorunlulukların Sanayi Devrimi'nin arkasından Fransız Devriminin etkisi ile meydana gelen "*Bırakınız yapsınlar, bırakınız geçsinler*" şeklinde ifade edilen klasik liberal düşünce biçimlerine ilişkili olarak devletin iş hayatına müdahil olmayan, piyasalar içerisinde bütün tanımlamaların kendisine göre bir merkez noktası oluşturacağına inanılmaktadır. Ancak iş gücü arzının yüksek olduğu bu duruma karşılık olarak cihazlara yapılan üretimle ilişkili şekilde iş gücü rağbetinin çok daha düşük olması sonucunda çalışanlar fazlası ile menfi şartlarda iş görmek zorunluluğunda kalmışlardır. Halkın baskı göstermesi, dinsel meselelerden oluşan baskılarla birlikte devlet adına çalışma hayatına müdahale etmek bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Böylece sözü edilen düzenlemeler meydana gelmiştir. Günümüzde uzun saatler iş görmek, olumsuz işin görülmesi şartlarına, kamuoyunun alakası ile birlikte bu alan üzerinde dikkat artış göstermektedir. Nitekim Türkiye'de kamuoyu ilgisini tersanelerde yaşanan iş kazalarına yönelttiğinden dolayı bu alana yönelik çare teklifleri gündeme gelmektedir. Bu duruma benzer olarak, slikosiz hastalarının yaşamış oldukları toplumun dahil edilmesine sebep olmaktadır. Bu durum yine bu sebeple bu alanda çalışmalar gündeme gelmektedir. Bu duruma bağlı olarak kamuoyunun farklı bölgelerinden tepkiler yaşanması ile iş sağlığı güvenliği büyük önem kazanmaktadır (Baybora, 2019).

Teknik anlamda yaşanan zorunluluklar, günümüzde iş hayatında aktif olarak bulunan çalışanların birbirleri ile karşı karşıya geldikleri risklerin sayıları, özellikleri, geçmiş yıllarda meydana gelen üretime bağlı olarak çalışanların iş hayatında maruz kaldıkları risklerin sayı ve özelliklerinden oldukça farklı bir noktaya gelmektedir. Gelişim gösteren teknolojilere bağlı olan geleneksel risklerin azalması göstermektedir. Özellikleri farklı hale gelmektedir. Ancak yeni risklerin meydana geldiği karşımıza çıkmaktadır (Gerek, 2008). Yeni teknolojilerden kaynaklı olarak yeni korunma metotları geliştirmektedir. Bunun yanı sıra risklerin çok daha az gözlemlendiğini söylemek yanlıştır. En sık kullanılan kimyasalların sayısında zaman içerisinde artış göstermektedir. Bu duruma ilişkili olacak şekilde meslek hastalıklarının oranlarında bir yükselme yaşanmaktadır.

Günümüz dünyasında iş görenlerde, stres ve depresyonla ilişkili olarak psikolojik sorunlarla karşılaşma sıklığını arttırmaktadır. Çünkü iş görenlerin uzun saatler boyunca cihazların karşısında kalmaları, diğer insanlardan ayrı şekilde izole bir şekilde iş görmeleri çalışanlar üzerindeki psikolojik sorunlara yol açmaktadır.

Toplum içerisinde insanların fayda sağladıkları sanayileşmenin ve teknolojik gelişimlerin bedelini, iş görenlere ödetmeme düşüncesi çağdaş toplumların öncelikli hedeflerinden meydana gelmektedir. Bu nedenle ilintili şekilde iş sağlığı güvenliği meselesi çok daha büyük önem taşır hale gelmiştir (Süzek, 2011).

Aşağıda verilen Tablo 2.1'de Türkiye'de 2015-2024 arası toplam iş kazası verileri yer almaktadır (SGK, 2024).

Tablo 2.1 : Türkiye'de 2015-2024 arası toplam iş kazası

Yıl	Erkek	Kadın	Toplam
2015	206,922	34,625	241,547
2016	241,115	44,953	286,068
2017	300,770	58,883	359,653
2018	354,308	76,677	430,985
2019	331,108	85,355	422,463
2020	314,897	69,365	384,262
2021	417,078	94,006	511,084
2022	466,186	123,072	589,258
2023	530,012	151,643	681,635
2024	556,930	176,716	733,646

İş sağlığı ve güvenliği ekseninde bazı kavramların öncelikli olarak bilinmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bahsi geçen kavramlar, İş sağlığı ve güvenliği ile doğrudan ilişkilendirilen temel kavramlar olarak kabul edilmektedir.

Risk: Risk kavramı, arkasında kayıpların yaşanma ihtimalini barındıran, belirsizlik arz eden olarak kullanılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Kalkan ve Deniz, 2013).

Tehlike; Hasar, zarar ya da yaralanmaların ortaya çıkma potansiyeli genel olarak tehlike kavramı ile ifade edilmektedir. Dış ortamdan kaynaklanan tehlikeler de bulunmaktadır.

İş kazası: Toplumun içerisinde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin gelişmişlik seviyesi, toplum içerisindeki iş kazaları ve meslek hastalıklarının değerlendirilmesi ile elde edilmektedir. Adı geçen iki durumda çalışma ortamlarına özgü bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Gereken önlemlerin alınması durumunda iş kazalarının ve meslek hastalıklarının beklenme oranı oldukça düşük bir seviyededir (Bilir, 2016).

Gelişmiş ülkelerin iş sağlığı ve güvenliğine yönelik yürüttükleri çalışmalar, gelişmekte olan ülkelere nazaran çok daha verimli gerçekleşmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde ağır ve tehlikeli işlerde çalışan insanların oranı, gelişmekte olan ülkelere göre çok daha düşük seviyelerdedir. Bu durum ifade edilen oranların etkilenmesine sebep olmaktadır. Ancak bu etmende iş sağlığı ve güvenliği içerisinde ele alınmaktadır (Karadeniz, 2012).

Dünya Sağlık Örgütüne göre kaza kavramının tanımı, iş ortamları içerisinde yaşanan beklenmedik olaylar olarak karşımıza çıkmaktadır. İş kazasına yönelik yapılan tanımlama ise tehlikeli durumlar ve faaliyetlerin sonucunda meydana gelen, çalışanların psikolojik ve fiziksel olarak etkilenmesine sebep olabilen, yüksek potansiyeli bulunan, ekipmanlar üzerinde zarara sebep olabilen, beklenmedik olaylardır (Bilir, 2016).

İş kazası kavramına yönelik kanuni tanım içerisinde ise sigortalı bireylerin iş ortamlarında bulundukları sırada, iş verenler tarafından yürütülen işler ve ona verilen

görevler nedeni ile, kendi adına bağımsız şekilde çalıştığı durumlarda, iş sahasının içerisinde iş ya da çalışma koşullarından kaynaklanan, iş dışında bir faaliyetin tamamlanması adına dışarıya gönderildiği süre içerisinde yolda geçen zamanda servis ile iş sahasına gittiği zamanlarda, psikolojik ya da fiziksel olarak ciddi zararlara sebep olabilen her türlü olay ifadesi geçmektedir. Ayrıca emziren bir annenin, iş saatlerinde, emzirmesi adına ona tanınan süreç içerisinde başına bir şey gelmesi durumu da iş kazası olarak değerlendirilmektedir.

Meslek hastalığı: Meslek hastalığı personellerin, yaptıkları işe yönelik, işin sürekli yapılmasından kaynaklanan, çalışanlar üzerinde fiziksel ve psikolojik sıkıntılara yol açabilen, geçici ya da sürekli hastalık durumu olarak değerlendirilmektedir. Bir rahatsızlığın meslek hastalığı olarak ele alınabilmesi adına, yürütülen iş ile doğrudan bir bağ gerektirmektedir. Bu bağlamdan bakıldığı zaman yaşanan hastalığın, yapılan iş nedeni ile ortaya çıkması gerekmektedir (Ilıman, 2015).

Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan meslek hastalığı tanımına göre işin yapılmasından kaynaklanan risklere maruz kalma durumunda yaşanan hastalıklar bütünü meslek hastalığı kapsamında değerlendirilmektedir. Bu tanım içerisinde özellikle "iş ile ilgili hastalıklar" ifadesi büyük bir önem arz etmektedir. Meslek hastalıklarının yaşanmasının arkasında, iş ortamındaki etmenler büyük bir rol oynamaktadır.

Kanun içerisinde meslek hastalığına yönelik bir tanım bulunmaktadır. Bu tanıma göre sigortalı olan bireyler, çalıştıkları ya da yaptıkları işin özelliklerinden kaynaklı olarak tekrarlanan bir nedenle ya da işin yürütülmesindeki şartlar yüzünden maruz kaldığı sürekli ya da geçici hastalık durumudur. Meslek hastalıkları beraberinde ruhsal ve bedensel engelleri de getirmektedir.

2.2. Risk Tanımı ve Risk Değerlendirmesi

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi içerisindeki temel içerisinde "risklerin değerlendirilmesi" kavramını barındırmaktadır. Sözü edilen kavram, henüz yeni olmasına rağmen içerikleri ve kullanılan yöntemler çok daha önce kullanılanlardan farklı olmamaktadır (Özkılıç, 2005).

Tehlike: Mülkiyet ve yaşam kayıplarına neden olmasının yanı sıra, sosyo-ekonomik düzenleri ve faaliyetleri, doğal ve kültürel kaynaklara zarar verebilecek bütün durumları içerisinde barındıran olgular olarak karşımıza çıkmaktadır (Kadıoğlu, 2008).

Risk: Risk mevcut olan belirli bir tehlikenin meydana gelmesi durumu ve sözü edilen tehlikenin sonuçlarını barındıran bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır (Alataş, 2007).

Riskin Değerlendirmesi: Bir sistem içerisindeki tehlikelerin sebep olduğu risklerin büyüklüklerini öngörme ve var olan denetim önlemlerinin etkinliklerini düşünerek, sözü edilen risklerin kabul edilebilir seviyede olup olmadığına yönelik bir karar alma süreci olarak karşımıza çıkmaktadır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Risk Yönetimi: İnsan hayatı ve çevre anlamında risklerin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması adına, deneyimlerin, politikaların ve kaynakların düzenli olarak uygulanmasına yönelik bir sistem olarak değerlendirilmektedir (Buhurcu, 2016).

Risk Kontrol Noktası: Bir süreç içerisinde ya da yönetim sistemlerinde, risklerin azaltılması adına alınabilecek belirli önlemler ya da adımlar var olmaktadır. Sözü edilen aksiyonlar, bir nokta üzerine odaklanabilmektedir. Aynı zamanda çok daha kapsamlı olarak bir şekilde bütün bir yönetim sistemi adına geçerli olabilmektedir (Özkılıç, 2005).

ILO yönetim kurulu tarafından yapılan toplantının ardından hazırlanan rapor içerisinde risk "belirli bir zaman içerisinde ya da durumlar altında beklenmeyen bir olayın yaşanması ihtimali, çevre şartlarına bağlı olacak şekilde olasılık ve sıklık" olarak ifade edilmektedir. Risk yönetimi, "iş güvenliği tedbirlerinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi adına organizasyon içerisinde gerçekleşecek bütün çabalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Gün, 2007).

İş sağlığı ve Güvenliği Risk Yönetiminin en temel hedefi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının temel nedenlerini ve etkisi altına alan faktörleri ciddi bir titizlik ile

tespit edilerek, ansızın ortaya çıkabilecek tehlikeleri engelleyebilecek etkili güvenlik sistemlerinin kurulması olarak karşımıza çıkmaktadır. Etkin bir risk analizi, potansiyel olarak kazalardan korunma çerçevesinde kritik bir rol oynamaktadır. Öngörülemeyen tehlikelerin tespiti adına ve etkili güvenlik tedbirlerinin alınabilmesini mümkün hale getirmektedir (Ünal ve Aykaç, 2010).

İletmelerin ya da sürecin işlenmesi ya da geçmiş olması durumunda, en temel mesele, sürecin ya da işletmenin, ürünlerin ve çalışanların başına bir şey gelmesini engellemek olarak karşımıza çıkmaktadır. Risk analizlerinin yapıldığı iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi, prosesin güvenilir olması ve bundan kaynaklı olarak ürünlerin güvenilirliğini temin etmektedir. Ürünlerin sahip oldukları güvenilirlik, müşterilerin memnuniyetlerini ve güvenlerini artırabilmektedir. Ürünlerin sahip oldukları bu güvenin sağlanması adına bir iş ortamındaki bütün proseslerde meydana gelebilecek hataların çeşitlerini ve sözü edilen hataların ürünlere, çalışanlara ya da sürece olan etkilerini belirlemekte olan bir risk analizinin yapılması gerekmektedir. Karşı karşıya kalınan bir risk ile başa çıkabilmek adına ilk adım, riski meydana getiren temel meseleyi ve riskin etkilerini tespit edebilmektedir. Bu çerçevede riskin tanımlanması çok daha kolay olmaktadır. Riskle alakalı alınacak olan önlemler çok daha kolay ifade edilebilmektedir. Bu durumun yanı sıra hatalı bir şekilde belirlenen risklerin, başka riskleri ortaya çıkarabileceğinin altının çizilmesi gerekmektedir (Koru, 2006).

Risk değerlendirilmesi ekseninde bazı sorulara cevap verilmesi gerekmektedir. Bu sorular; "ortaya çıkabilecek tehlikeler nelerdir, olası sonuçlar ve etkiler nelerdir, bu sonuçlar ve etkiler kabul edilebilir bir seviyede midir, riskin kabul edilebilirlik durumumun sürdürülebilir olarak kalması adına kontrol ve koruma faaliyetleri yeterli midir" şeklinde sıralanabilmektedir (Sırakaya, 2019).

Bu durumdan kaynaklı olarak, fabrikaların ya da iş yerlerinin risk değerlendirmesi sonucunda erişmeyi istedikleri konular aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır (Özkılıç, 2005);

- Operasyonun, halk, çevre ve çalışanlar adına ne kadar sağlıklı ve güvenli olduğunun net olarak belirlenmesi,
- Güvenlik gerekliliklerine uygunluğun teyidinin yapılması,
- Bir hata yaşandığı zaman, bu hatanın mal, çevre ve can üzerindeki etkilerinin tespitinin sağlanması
- Yaşanan hataların ne şekilde değerlendirileceğinin belirlenmesi
- Gerektiği durumlarda yaşanan hataların kontrol altına alınabileceğinin belirlenmesi

2.3. Risk Değerlendirmesi Yöntemleri

Çalışma ortamları içerisinde yaşanan ya da dışardan gelebilecek, iş ortamını ve çalışanları etkileyecek olan risklerin ve tehlikelerin belirlenmesi, kontrol altına alınması adına gereken faaliyetlerin yapılması işlemidir. Risklerin değerlendirilmesi faaliyetlerindeki temel amaç, tehlike kaynaklarının ortaya çıkarılması, risklerin belirlenmesi, etki alanlarının bulunarak önlenme faaliyetlerinin belirlenmesi olarak ele alınmaktadır (Yılmaz, 2010).

Risklerin değerlendirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği aşamaları içerisinde büyük önem arz eden bir süreçtir. Risklerin değerlendirilmesi doğrultusunda pek çok çalışma yürütülmüştür. Sözü edilen çalışmalar sonucunda pek çok yeni risk değerlendirme yöntemleri meydana gelmiştir. Bu tez çalışmasın da uygulanacak olanları bu başlık içerisinde ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

Hata Türleri ve Etkileri Yöntemi (FMEA): Sözü edilen bu yöntem otomobil, uzay ve kimya sektörü içerisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Üretim basamağı içerisinde meydana gelebilecek risklerin ortadan kaldırılması adına gereken çalışmaların belgelenmesi olarak değerlendirilmektedir. Tüm bunların yanı sıra çeşitlerin ve şiddet derecelerinin belirlenmesi, üretim süreçlerinde kalite kayıplarının önlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Bütün hataların etki kaynakları ve sebepleri risklerin önceliklerine göre belirlenmesi ve düzeltme faaliyetlerinin yapılması gerekmektedir (Güneysu, 2016).

RÖS (Risk Öncelik Skoru)= = P (Olasılık) x Ş (Şiddet) x FE (Fark Edilebilirlik) (1)

Tehlike ve İşletebilme Analizi (HAZOP): Tehlike ve işletebilme analizi, sistemin uygulanması bağlamında kaynakların tehlikelerinin tanımlanması adına kullanılmaktadır. Bu analiz ekip olarak yürütülen bir çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır. HAZOP analizi teknik anlamda basit olarak ele alınsa da hazırlanması sırasında bütün süreçlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Analiz ilk kimya sektöründe kullanılmıştır. Süreç içerisinde ise kullanılmaya devam etmektedir. HAZOP analizi içerisinde tehlikelerin yaşanma ihtimali ve meydana getireceği sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir (Alçan, 2022).

İş Güvenlik Analizi (JSA): İş güvenlik analizi içerisinde, çalışma görevlerine özellikle dikkat edilmektedir. Bir işletme içerisinde görevlerin doğru şekilde belirtildiği durumlarda bu çalışma uygun olmaktadır. Sözü edilen yöntem, çalışma görevlerinden kaynaklı olarak ortaya çıkan tehlikeleri araştırmaktadır. Analiz sırasında tehlikeler, maruziyet miktarı, meydana gelme ihtimaline göre olasılık derecesi ve risk olasılığı ölçeklendirilmektedir. En yüksek değerden başlanarak önleme faaliyetleri yürütülmektedir (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014). İş güvenlik analiz formu içerisinde görevler ya da bölgeler belirlenmektedir. Ortaya çıkabilecek kaynaklar ve tehlikeler saptanmaktadır. Daha sonrasında yaşanacak olan ihtimaller hesaplanarak önlenme faaliyetleri belirlenmektedir.

2.4. Laboratuvarlarda İş Sağlığı ve Güvenliği

Laboratuvar güvenliği, daha yapım aşaması sırasında fiziki anlamda özelliklere uygun olarak planlanarak hazırlanması gereken bir süreci işaret etmektedir. Donanımların ve cihazların bu eksende korunması, bir düzen içerisinde yerleştirilmesi gerekmektedir. Atıkların depolanması, malzeme depolarının konumu ve özellikleri, çalışma tezgahlarının temizliği ve durumu, havalandırma sistemleri, gaz ve su tesisatı gibi konuların hepsi birbirini etkileyen önemli güvenlik etmenleridir (MEB, 2015).

Laboratuvarlar, kendi binaları içerisinde birbirinden farklı katlarda karşımıza çıkmaktadır. En yüksek çatı katlarında var olabilecekleri gibi, en alt katlarda hatta giriş katlarında bile olabildikleri gözlemlenmektedir. Ancak hangi katta olursa olsun

bütün laboratuvarlarda acil giriş ve çıkış kapılarının olması gerekmektedir. Ayrıca kullanım kolaylığı sağlayan ek kapılar ve koridorlar ile doğrudan girişe ve çıkışa bağlanmaları gerekmektedir. Koridorların uygun açıklıkta ve gerektiği kadar aydınlatılması büyük bir önem arz etmektedir. Odalar ve kapılar arasındaki çeker ocaklarının aktif olarak çalışması gerekmektedir. Laboratuvarların ani bir sel baskınından etkilenmeyecek şekilde tasarlanması, yangına karşı ise ekstra dayanıklı şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Yangın merdiveni gibi eklentilere doğrudan ulaşım imkanlarının tanınması, çalışan güvenliğinin sağlanması adına gerekli bir durum olarak kabul edilmektedir.

Ara katlarda ya da üst katlarda bulunan laboratuvarlarda, duvarların ve kapıların tamamının, mevzuata uygun olarak tasarlanmaları, gaz kacağı, yangın ve patlamalara karşı çalışanların güvenliklerini sağlayacak şekilde dayanıklı malzemeler kullanılarak üretilmesi gerekmektedir. Mevcut durumlarından laboratuvar haline getirilen odalar içerisinde, muhtemel bir depremden etkilenmeyecek şekilde güçlendirilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Risk durumunda acil tahliye, havalandırma, ulaşım, giriş-çıkış imkanı gibi pek çok etmeninin yanı sıra seri şekilde izole hale getirilmesi adına gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. İçerisinde çeşitli malzemeler, aletler, maddeler, cihazlar barındıran ve bunların kullanılması sağlanarak yapılan deneysel çalışmalar, testler yapılan araştırma ve analizleri gerçekleştiren bireylerin, gözlemler yaparak bulgular elde ettikleri bütün çalışma alanlarına laboratuvar adı verilmektedir. Bu alanlar içerisinde genel olarak teknik ve bilimsel araştırmalar yapılmaktadır. Geçtiğimiz yıllar içerisinde laboratuvarların sayıları ihtiyaçlardan kaynaklı olarak artış göstermiştir. Eğitim kurumları içerisinde, sanayi alanlarında ve özellikle sağlık alanlarında keşif ve buluşlara var olan ihtiyaç ve verilen önemden kaynaklı olarak artış göstermiştir. Araştırma, bilimsel, analiz ve teknik gelişmelerin artış göstermesi ve daha çok yapılması adına laboratuvarların modern ekipmanlar ve aletler ile donatılması gerekmektedir (Aydoğdu, 2016).

İşyeri tehlike sınıflandırılması gerçekleştirildiği zaman laboratuvarlar genel olarak tehlikeli faaliyet alanları şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle bu tarz alanlarda iş sağlığı ve güvenliği önlemleri büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle sağlık hizmetlerinin sağlandığı ve analizlerin gerçekleştirildiği laboratuvarlarda çalışanlar

adına sözü edilen önlemlerin aksatılmadan alınması gerekmektedir. Yürütülen faaliyetleri ve bulundurulan malzemelerden kaynaklı olarak pek çok tehlike ile birlikte bunlardan kaynaklanan riskleri de içerisinde bulundurmaktadır. Bu durumdan kaynaklı olarak burada çalışanların mevcut olan potansiyel tehlikeleri fark etmeleri ve acil durumlarda bu çerçevede hareket etmeleri gerekmektedir. Laboratuvar ortamları içerisinde faaliyetlerine davam edenlerin karşı karşıya kalabilecekleri belirli tehlikeler, alerji ve enfeksiyonlar, patlamalar, yanıklar, kesikler, göz üzerindeki yaralanmalar, oturma ve kalkma ile alakalı aşır tekrarlı hareketlerden kaynaklanan tehlikeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bunların yanı sıra meydana gelebilecek risklerden çalışanlar iş kazası ve mesleksel hastalıkları ile karşı karşıya kaldıkları gözlemlenmektedir. Bilimsel ve diğer çalışmalar yürüten laboratuvarlar içerisinde hazırlanan etkinliklerde araçların ve gereçlerle birlikte makine ve donanımlara yönelik ortaya çıkabilecek tehlikelere karşı önlemlerin alınması, aksama yaşanan koşulların düzeltilmesi ve olumsuz durumların iyileştirilmesi amacı ile yapılan çalışma süreçlerine laboratuvar güvenlikleri adı verilmektedir. Laboratuvarlar tehlikelerin sınıflandırılması sırasında tehlikeli gruplar içerisinde bulunduklarından kaynaklı olarak bu ortamlar içerisinde çalışanların burada var olan malzemelerin güvenlikleri adına güvenli çalışma kurallarının, yöntemlerinin ve ürünlerin kullanılması ve bilinmesi gerekmektedir. Çalışanların çalışmaları yürütürlerken bütün sağlık ve güvenlik kurallarına uymaları gerekmektedir (Aydoğdu, 2016).

Malzeme ve kimya laboratuvarları tipik laboratuvarların aksine daha fazla riski bünyesinde barındırmaktadır. Burada ilgin olan durum bazı özellikleri nedeni ile kullanımı sağlanan malzemelerin risk unsurları, alınmasına sebep olan özellikleri olmasıdır. Örnek olarak hızlı tepkimeye giren yanıcı maddelerin bu özellikleri sayesinde kullanılması, yine bu özelliği sebebi ile ekstra korunmasına sebep olmaktadır. Asitler ve bazların gösterdikleri reaktivite, kimyasal bir değişimin oluşturulması için kullanılmaktadır. Ancak sözü edilen malzemeler vücuda değdiği ya da yutulduğu zaman ciddi riskleri bünyesinde barındırmaktadır. Kuru buz ve nitrojen gibi ürünler aşırı düşük seviyelerde bulunan ürünlerdir. Laboratuvar ortamlarında soğutmanın sağlanması adına kullanılmaktadır. Özellikleri sebebi ile asla çıplak elle tutulmamaları gerekmektedir. Doğal gaz gibi ürünler kapalı

ortamlarda hızlıca birikebilmektedir. Bu durumun sonucunda bulunduğu ortamlarda patlama ve parlamaya sebep olabilmektedir. Kimyasal ürünlerin kullanıldığı laboratuvarlarda kimyasal ürünleri beraberinde riskleri de getirmektedir. İyi eğitilmiş bir kimyager ve kimya öğrencisi, bu ortamlar içerisinde ne şekilde çalışmayı bilen kimselerdir. Birbirinden farklı prosedürleri ve riskleri anlamaları ve çalışmalarını ona göre düzenlemeleri, onları iyi birer laborant yapmaktadır. Güvenli bir çalışma ortamının sağlanabilmesi adına muhtemel tehlikenin tanınması yeterli olmamaktadır. Bunun için meydana gelecek riskin değerlendirilmesi de gerekmektedir (Finster, 2017).

Bu durum güvenli çalışabilme yeteneği olarak isimlendirilmektedir. Örnek olarak herhangi bir organik çözücü madde, çok yanıcı nitelikler taşıyabilmektedir. Ancak laboratuvar içerisinde bu çözücü uygun bir şişe içerisinde, uygun koşullarda, tutuşma kaynaklarından yeteri kadar uzakta tutuluyorsa, risk çok düşük bir seviyede kalmaktadır. Yine örnek olarak yutulduğu durumlarda müthiş toksik bir ürün, yutulması çok zor koşullarda tutulduğu zaman risk en düşük seviyededir. Cilt üzerinde ciddi etkilere sebep olabilecek bir asidin uygun koşullarda saklanması ve uygun donanımlar ile kullanılması sonucunda risk olabildiğince düşük bir seviyede kalmaktadır. Kazaların önlenmesi süreci, laboratuvar içerisinde olan bütün personelin ortak görevidir. Laboratuvar içerisindeki bütün güvenlik sorumluluğu en düşük seviye çalışandan en yüksek sorumluya kadar herkese aittir. Laboratuvar içerisindeki bütün bireyler, kendilerinin ve birbirlerinin güvenliğini sağlamakla mükelleftir. Yaşanan riskli olaylar genellikle güvenlik zafiyetinin gözlemlendiği durumlarda meydana gelmektedir. Çalışan kişilerin alık dikkatsizliği, kayıtsızlığı, yaşadığı durumu tam olarak kavrayamaması gibi durumlar, ciddi kazaların yaşanmamasına sebep olmaktadır. Bu nedenle çalışanların tamamının dikkatli bir şekilde olayın içerisinde olması ve süreci takip etmesi gerekmektedir. Kimya laboratuvarları, büyük bir öğrenme ortamı olarak değerlendirilmektedir. Laboratuvarlar içerisinde çalışıldığı sırada, laborantların çevrelerine ve yaptıkları işe yönelik sürekli olarak uyanıl olmaları gerekmektedir. Kullanımı sağlanacak olan ürünlerin miktarlarında ve durumlarında yaşanan değişiklik ciddi kazaların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (Finster, 2017).

Türkiye'de geçtiğimiz on yıl içerisinde iş sağlığı ve güvenliği konusunun öneminin arttığı gözlemlenmektedir. Apayrı bir disiplin olarak derinlemesine değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Halihazırda var olan ya da yeni oluşturulacak olan laboratuvar ortamları içerisinde iş sağlığı ve güvenliği konularının dikkatli şekilde ele alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Laboratuvar ortamlarının güvenliği ve sürdürülebilirliği adına iş sağlığı ve güvenliği konusu büyük bir önem arz etmektedir. Laboratuvarlar içerisindeki tehlike sınıflar, NACE kodu ya da çalışanların işinin temeline göre tehlike sınıflarına ayrılmaktadır. Sözü edilen laboratuvarların bünyesinde pek çok risk bulunmaktadır. Bu şekilde fiziksel biyolojik ya da radyoaktif riskler barındıran maddeler kullanan laboratuvarlar içerisinde risklerin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi adına çalışanların tamamının, iş sağlığı ve güvenliği konusunda bilinçli ve kurallara uyan kimseler olması gerekmektedir. Sözü edilen tehlikeler en küçük laboratuvardan en kapsamlı araştırma tesislerine kadar hemen hemen hepsinde kendisini göstermektedir. Artış gösteren iş sağlığı endişesine karşılık olarak bütün laboratuvarların belirlenen yönetmeliklere uygun şekilde tasarlanması ve gerekli talimatlara uyulması gerekmektedir (Ordu ve Bilir, 2018).

2.4.1. Laboratuvar ortamı

Laboratuvar güvenliğinin sağlanması ekseninde laboratuvarların tasarımı da dikkate alınması gerekmektedir. Laboratuvar tasarımları (Sanin, 2019);

- Bina özellikleri
- Kullanım amaçları
- Laboratuvarlara erişim şeklinde ayrı şekilde bölümlendirilmesi gerekmektedir.

Tasarım içerisinde, laboratuvarların bütün ayrıntıları en temel detaylarına kadar projelendirilmeleri gerekmektedir. Kapıların genişliklerinin ve yüksekliklerinin gerekli seviyede sınırlandırılması büyük önem arz etmektedir. Tavan ve duvarların laboratuvar ortamlarına göre hazırlanması gerekmektedir. Raflar, deneylerin hazırlandığı ve uygulandığı masa ve tezgahların biçimlerinin sağlıklı şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Lavaboların ve çeker ocaklarının dikkatli düzenlenmesi

gerekmektedir. Tehlikeli olan kimyasalların muhafaza kabinleri ve yerlerinin belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Tehlikeli atıkların toplanması, depolanması ve muhafazasının sağlanmasının yapılması gerekmektedir. Yangın ve duman alarm sistemleri üzerine gerekli çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Laboratuvarlar içerisindeki havalandırma sistemlerinin detaylı şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Acil sızıntı suyu, su tesisatı ve drenaj kanalları, dondurucular, yangın tüpleri, deneyler içerisinde kullanılacak olan gaz tüplerinin etkin şekilde değerlendirildiği gözlemlenmektedir. Sıvı, katı, gaz maddeler, sıkıştırılan gaz sistemleri, elektrik panoları, prizler, olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal maddelerin depolandığı yerler, karanlık odalar, hücre kültür odalarının hazırlanması gerekmektedir. Biyo-güvenlik kabinler, duşlar, göz duşu, kıyafet dolapları, malzeme dolapları gibi ekstra alanların hazırlanması gerekmektedir. Acil çıkış koridor ve kapıları ve güvenlik sağlayacak şekilde hesaplanarak ve donatılması gerekmektedir.

2.4.2. Havalandırma

Kimyasal içerikleri olan pek çok malzeme yanlış uygulamalar durumunda kullanılmaları durumunda insan sağlığına zarar verebilmektedir. Solunum ya da temas yolu ile yanma yaralanma zehirlenme yaşanabilmektedir.

Kimyasallar farklı tehlikeler barındırmaktadır. Sözü edilen maddelerin bir kısmı yanıcı ya da patlayıcı bir kısmı zehirli ya da tahriş edici olmaktadır. Deri üzerinden çok kolay şekilde geçebilmektedir. Buharlaşarak teneffüs edilen havaya karışabilmektedir.

Çeker ocaklarının yanı sıra bazı cihazlardan kaynaklanmakta tehlikeli gazların ortamdan uzaklaştırılması adına lokal hava emme araçlarının kullanılması gerekmektedir. Laboratuvarlar içerisinde hava çıkışı adına hava çıkı hatlarının değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Şekil 2.1'de genel ve lokal havalandırma sistemleri verilmiştir.



Şekil 2.1 : Genel ve lokal havalandırma sistemleri

Laboratuvarlar içerisinde lokal havalandırma olarak çeker ocaklarının tercih edildiği gözlemlenmektedir. Kimya teknolojisi laboratuvarları içerisinde kullanılan çeker ocaklardan ziyade kimyasal ve biyolojik işlemler sırasında kullanılmaktadır. Sterilizasyon özellikleri bulunmasa da çalışanların korunmasına yönelik olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmaların yapıldığı sırada kullanımı sağlanan kimyasalların laboratuvar havasına yayılmadan hemen önce kabin içerisinde kalıpların ayrıştırılması ve atılması sağlanmaktadır. Hava çekiş hızları sözü edilen kabinlerin içerisinde saniyede 0.4-0.5 metre olarak belirlenmiştir. Bu sayede kirli havanın dışarı atılması sağlanmaktadır (Sanin, 2019).

Çeker ocaklar ya da havalandırma kabinleri, zararlı gazlar ya da buhar çıkışı meydana gelme durumunda bulunan kimyasal deney ve çalışmaların ya da mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı sırada kullandıkları, kullanıcıları ve diğer çalışanların zarar görmesini engelleyen sağlık güvenliğini koruyacak şekilde tasarlanan kabinler olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel bir güvenlik önlemi ekseninde zehirli gazları barındıran asitler adına çalışmalar yapıldığı zaman, sözü edilen maddelerin zararlı zehirli etkilerini ve yayılma sağlamalarını önleyebilmek adına çeker ocaklarının kullanılması gerekmektedir. Çalışmaların çeker ocak ekseninde planlanması gerekmektedir. Laboratuvarlarda kullanılacak olan pek çok kimyasal, uygun olan sıcaklık ve nem koşulları meydana geldiği zaman buharlaşarak gaz haline gelmektedir. Kimyasal buharlar havadan çok daha ağrı yükte olduğundan

tabana doğru inmektedir. B u sebeple alttan havalandırma faaliyetlerinin yapılmasına da özen gösterilmesi gerekmektedir (Sanin, 2019).

2.4.3. Atıklar

Laboratuvar çalışmalarının ardından meydana gelen atıkların, yıllık olarak planlanması yapılarak bölüm şefleri ve okul idaresinin kontrolü altında toplanması ve depolanması sağlanmaktadır. Uygun olan ve kimyasal türüne dayanıklı olan bidonlar içerisinde toplanmış olan kimyasal maddeler, sağlık ya da belediye ekipleri tarafından alınarak okul ortamlarının içerisinde uzaklaştırılmaktadır. Çevre üzerinde zararlı etkiler ortaya çıkmadan ve yayılmadan atıkların bertarafının sağlanması gerekmektedir. Atıkların toplanması, depolanması ve uzaklaştırılması laboratuvar yönetimlerinin aldıkları kararlar ve kurallar ekseninde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İlgili kimya teknolojisi laboratuvarları içerisinde atıklar ile alakalı yapılan iş ve işlemler ile alakalı, atıkların plastik bidonları içerisinde ayrı ayrı toplanarak biriktirilmesi gerekmektedir. Plastikler dolduğu zaman şefler tarafından belediye ekiplerine haber gelerek atık malzemeleri aldıkları söylenmektedir. Ancak sözü edilen bidonların kapalı bir ortam içerisinde değil, herkes tarafından ulaşılmasının mümkün oldukları bir yerde bırakıldığı, bu durumu ile tehlike ve risklere açık oldukları gözlerden kaçmamaktadır.

Şekil 2.2'de sırası ile çeker ocakları, atıkların toplanma yeri ve atık depoları verilmiştir.



Şekil 2.2 : Sırası ile çeker ocakları, atıkların toplanma yeri ve atık depoları

Atıklar yukarıda verilen şekillerde gözlemlendiği üzere çeker ocaklarının yanına bırakılmaktadır. Alınan bilgilere göre o gün içerisinde teslimlerin alınması üzere belediye çevre korumadan ilgililerin bidonları gelerek alacakları bu sebeple açığa çıkarılarak ortaya bırakıldığı öğrenilmektedir.

Şekil 2.3'te uyarı levhaları verilmiştir.



Şekil 2.3 : Uyarı levhaları

2.5. Çalışma Türüne ve Riskine Göre Laboratuvarların Sınıflandırılması

Laboratuvarlar çalışma türlerine ve risk faktörlerine göre 3 temel grup içerisinde değerlendirilmektedir. Bu gruplamanın temel amacı alınması gereken önlemlerin ve çalışma ortamlarının hazırlanmasında sınıflandırmanın yapılabilmesidir. Risk faktörlerine göre laboratuvar sınıflandırması düşük, orta ve yüksek risk olarak sıralanmaktadır.

2.5.1. Düşük risk seviyesi

Düşük risk seviyesi olan laboratuvarlarda çalışanlar, çevre ve genel olarak kullanıcılar üzerinde ciddi risk meydana getirecek çalışmaların yapılmadığı için tehlikeli malzemeler bulunmamaktadır. Bu nedenle özel bir koruma planına gerek duyulmamaktadır. Düşük risk seviyesi taşıyan ortamların içerisinde temel bir güvenli planlaması olmaktadır. Tüm laboratuvarlar arasında bilgisayar ve eğitim laboratuvarları, bu risk grubuna girmektedir (Gümüş, 2016).

Düşük seviyede risk taşıyan laboratuvarlar içerisinde uygulanması gereken genel bir güvenlik planı bulunmaktadır. Bu plan ekseninde laboratuvarlar içerisinde kullanılacak olan masalar, sandalyeler ve tezgâh gibi malzemeler belirtilerek çalışma alanlarının tanımlanması ilk öncelik olarak görülmektedir. Düşük seviyede risk barındıran laboratuvarlar içerisinde ikinci bir çıkışın yapılması gerekmektedir. Her ne kadar düşük risk konusu olmadan muhtemel acil durumlar adına gerekli yangın donanımları ve ilk yardım dolaplarının yerleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışanların laboratuvarlarda karşı karşıya kalacakları tehlikelere karşı uyarılması gerekmektedir. Ayrıca bu tehlikelere karşı eğitilmesi büyük bir önem arz etmektedir.

2.5.2. Orta risk seviyesi

Orta seviye risk barındıran laboratuvarlar, kurallara aykırı şekilde kullanıldıkları zaman çalışanlara topluma hatta laboratuvarların var olduğu yakın çevreye zarar verebilecek makinelerin ve kimyasalların var olduğu laboratuvarlardır. Ortaokul ve ilkokul seviyesindeki biyoloji ve kimya laboratuvarları orta seviye risk taşıyan laboratuvarlara örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Orta seviye riskli laboratuvarlar içerisinde uygulanması gerekmekte olan güvenlik planları genel bazı konuları içermesi gerekmektedir. Bunlar arasında özellikle laboratuvarların içerisinde çalışma alanlarının tanımlanması büyük bir önem taşımaktadır. Laboratuvarların kesinlikle ikinci bir çıkışa ihtiyaç duyulmaktadır. Analitik anlamda çalışmaların yapıldığı tezgahlar içerisinde yürütülebilmesi gerekmektedir. Ancak sözü edilen bu bölüm, deneyler yapılan bölümlerden ayrı olarak yapılması bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Radyoaktif maddelerin ve çok tehlikeli kimyasal maddelerin kullanımları sözü edilen laboratuvarlar içerisinde söz konusu olmamaktadır. Ancak patlama ihtimali bulunan kimyasallar barındırabildikleri ifade edilmektedir. Bu sebeple acil durum adına yangın donanımları ve ilk yardım dolapları olması gerekmektedir. Kimyasallar kullanımlar adına kesinlikle özel çekim ocakları düzeneklerinin tahsis edilmesi gerekmektedir. Laboratuvarlar içerisinde genel bir düzenin kurulması, orta seviye risk taşıyan laboratuvarlar adına büyük bir önem arz etmektedir. Bu laboratuvarlar içerisinde faaliyette bulunacak bireylere temel laboratuvar eğitimlerinin sağlanması

gerekmektedir. Kimyasalların GBF formları laboratuvarlar içerisinde özellikle bulundurulması büyük bir önem taşımaktadır. Atık kutuların tamamı yönetmeliğine uygun şekilde işaretlenmelerin yapılması ve bütün atık madde çeşitleri adına ayrıca atık kaplarının bulunması gerekmektedir. Saatte yaklaşık olarak 10-12 kere laboratuvarlarda bulunan kirli havanın taze hava ile değiştirilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Orta seviye risk bulunduran laboratuvarlar içerisinde yemek içmek kesinlikle sakıncalı olmaktadır. Orta riskli laboratuvarların taban alanlarının verimli şekilde temizlenebilmesi gerekmektedir. Çalışmaların yürütüldüğü masaların üzerleri yanmamaktadır. Kimyasalların tepkimelere karşı dayanıklı ve kolay şekilde temizlenebilir malzemelerden yapılması gerekmektedir. Orta seviye risk barındıran laboratuvarlar içerisinde bütün elektrik hatları topraklanarak kullanılması büyük bir önem arz etmektedir.

2.5.3. Yüksek risk seviyesi

Riskli ya da çok riskli laboratuvarlar genel olarak hastane, üniversite, genetik tanı koyma merkezileri gibi iş alanları içerisinde kullanılmaktadır. Kullanıcılara ve çevreye yüksek seviye zarar verebilecek kimyasalların ve donanımların var olduğu laboratuvar olarak değerlendirilmektedir. Sözü edilen laboratuvarlar içerisinde patlayıcı kimyasalların yanında mutajen ya da radyoaktif malzemelerin de kullanımı söz konusu olmaktadır. Bu nedenle riskli ve çok riskli sınıf içerisinde değerlendirilen kuralların dikkatle uygulanması gerekmektedir. Riskli ve çok riskli laboratuvarlar içerisinde uygulanması gereken güvenlik planları genel olarak aşağıda verilen planları içermektedir;

- Riskli ve çok riskli laboratuvarlara yalnızca söz konusu edilen çalışmaların eğitimlerini aldıkları personel ve görevlilerin girmesi gerekmektedir.
- Laboratuvarlar içerisinde kayıtlar tutan atın yönetim sistemlerinin var olması gerekmektedir.
- Kapalı devre havalandırma sistemlerinin kullanılması gerekmektedir.
- Kimyasalların GBF formları laboratuvarlar içerisinde eksiksiz olarak barındırmaları gerekmektedir.

- Kimyasalların bir başka radyoaktif ve mutajen maddeler ayrı şekilde bir dolap içerisinde etkileşimlere uygun şekilde yerleştirmeleri gerekmektedir.

2.6. Kimya Laboratuvarları

Kimyasal maddeler ile yürütülen çalışmaların tamamında Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte ifade edildiği üzere; kimyasal maddeler içerisinde kullanımı sağlanan alanlarda çalışma yerleri sürekli şekilde düzenli ve temiz tutulması gerekmektedir (Ocak, 2015). Yürütülen incelemeler sonucunda laboratuvarlardaki risk faktörleri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda düzen ve tertip etrafında kimyasal maddeler ile çalışmalar yürüten kişilere etkin eğitim verilmesi gerekmektedir.

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte de ifade edildiği üzere, laboratuvarlar içerisinde kullanılan bütün kimyasal maddelerin üzerindeki yönetmelikte ifade edildiği üzere özellikleri barındıran GBF'lerin bulunması gerekmektedir (Ocak, 2015). Yürütülen incelemelerde pek çok fakültenin sahip olduğu kimyasallar ile çalışılan laboratuvarların tamamında kullanılan ürünlerin GBF'lerinin eksiksiz olarak mevcut olduğu gözlemlenmektedir.

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkındaki Yönetmelik ekseninde, laboratuvar ortamlarında bulunan kimyasalların tamamının etiketlenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede yapılan incelemeler sonucunda pek çok fakültede bu kurala riayet edildiği gözlemlenmektedir. Alınan tedbirlerin artırılması gerekmektedir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu içerisinde ifade edildiği üzere, laboratuvar ortamları içerisinde yürütülen deneyler sırasında, personellerin, farklı bir beher içerisine aldıkları kimyasalları kolayca silinmeyen kalemler kullanarak kapların üzerine kimyasalların yanı sıra (Ocak, 2015). Bu bağlamdan bakıldığı zaman sorumluların bu konuda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

Laboratuvarlar içerisinde yürütülen çalışmalar sonucunda meydana gelen atık maddeler, doğrudan kanalizasyonlar içerisine dökülmemelidir. Sözü edilen bu zorunluluk Atık Yönetim Yönetmeliği sayesinde kanuni olarak zorunlu hale getirilmiştir (Ocak, 2015). Bu süreçte ortaya çıkan atıkların birbirleri ile karışmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Atıkların birbirlerini reaksiyona geçirmeyecek şekilde geçici alanlarda depolanması gerekmektedir. Bu geçicilik süreci tehlikeli atıklar adına 6 ay, nispeten tehlikesiz atıklar adına ise en fazla 1 yıl olacak kadar depolanmalıdır.

Mikrobiyoloji laboratuvarlar içerisinde olduğu gibi kimya laboratuvarlarının içerisinde güvenlik seviyelerinin belirlenmesi, uygun olan önlemlerin uygulanabilmesi adına çok büyük önem arz eden bir aşama olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen seviyeleme, yürütülen risk değerlendirmesi ekseninde belirlenmektedir. Yapılan değerlendirmeler temel olarak aşağıda ifade edilmektedir (Millipore, 2011).

- Kimyasal maddelere ait olan kimlik ve GHS bilgileri
- Kullanımı sağlanan kimyasal maddelerin konsantre durumları ve miktarları
- Kimyasal maddelerin muhtemel reaksiyonları
- Araştırma süreçlerinde ve laboratuvarlar içerisindeki faaliyetler
- Olası acil durum senaryoları,
- Güvenlik uzmanlarının konu eksenindeki görüşleri ile laboratuvarların yöneticisinin mesleki deneyimleri olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Kimya laboratuvarlarının güvenlik seviyeleri, çalışan kimyasal maddelerin miktarlarına ve niteliklerine göre dört grup içerisinde ele alınmaktadır.

Kimyasal Güvelik Seviyesi 1: KGS 1 grubu içerisinde değerlendirilen laboratuvarlar, fiziksel ya da sağlık anlamında en düşük seviyede tehlike barındıran kimyasal maddelerin bulunabileceği, farklı asitlerin ya da bazların toksik, teratojen ve karsinojen kimyasal ürünlerin bulunmadığı laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvarlar içerisinde alevlenebilir sıvıların seviyeleri 4 L'den çok daha düşük bir seviyede yer almaktadır. KGS 1 laboratuvarları çeker ocak ya da özel bir havalandırma sistemine gerek duymamaktadır. Hazır olan kitlelerle

çalışan ya da GHL'ye göre tehlikeli olan kimyasal maddelerin seviyelerinin en yüksek 500 mL olduğu araştırma laboratuvarlar olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra lazer laboratuvarları, mikroskopi odaları sözü edilen grup içerisinde değerlendirilmektedir.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 2: KGS 2 grubu içerisinde değerlendirilen laboratuvarlar, fiziksel ya da sağlık anlamında düşük seviyede tehlikesi bulunan kimyasal ürünlerin bulunabileceği, farklı ve güçlü asitlerin ya da bazların seviyelerinin 1 L'den yüksek olmadıkları, toksik ya da yüksek seviyede tehlike özellikleri barındırmayan, tehlikeli olsa bile sınırlı seviyede olan laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvarlar içerisinde toplanan alev alabilir sıvıların seviyesi yaklaşık olarak 40 L'den daha az seviyede karşımıza çıkmaktadır. Bu sayede laboratuvarlar içerisinde çeker ocaklara ihtiyaç duyabilmektedir. Lisans seviyesinde öğretim sağlayan kimya ve biyokimya laboratuvarları, standart olan biyomedikal laboratuvarları bu grup içerisinde değerlendirilmektedir.

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 3: KGS 3 grubu içerisinde değerlendirilen laboratuvarlar, orta seviyede kimyasal ya da fiziksel tehlikesi bulunan laboratuvarlar olarak kabul edilmektedir. Sözü edilen laboratuvarlar farklı asitler, bazlar, toksik kimyasal ürünler, pek çok tehlikeli kimyasal ürünler ya da kriyojenik sıvılar ile faaliyetlerine devam eden laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvar ortamlarında karsinojenler ya a üreme toksinleri de kullanılabilmektedir. Aşındırıcı özellikleri bulunan yanıcı ya da sıkıştırılan toksik gazlar, uygun olan kabin ocakları ve çeker ocaklarda bulunmaktadır. 40 L'den daha yüksek seviye hacimlerde yanıcı özellikleri bulunan sıvıların depolandığı laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvarlar içerisinde piroforik kimyasal maddeler, siyanürler veya hidroflorik asitler gibi çok büyük tehlikeler barındıran tehlikeli kimyasal ürünler, yasal düzenlemelere göre gereken onaylar alınarak, sınırlı sayıda bulunmaktadır. Söz edilen laboratuvarlar içerisinde çeker ocaklar ya da lokal tahliyenin gerekli olan laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvarlar içerisinde lokal tahliyenin ve çeker ocaklarının gereklilik arz ettiği laboratuvarlar olarak karımıza çıkmaktadır. Bazıları hava ya da su üzerine reaktif

kimyasal maddeler adına vakumlu odalar barındırmaktadır. Kimyasal madde araştırma laboratuvarları, kimya mühendisliği laboratuvarları, farmakoloji ve patoloji laboratuvarları bu sınıf içerisinde ele alınmaktadır (Millipore, 2011).

Kimyasal Güvenlik Seviyesi 4: KGS 4 grubu içerisinde değerlendirilen laboratuvarlar, yüksek seviyede kimyasal ya da fiziksel tehlikelerin bulundukları laboratuvarlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen laboratuvarlar, patlayıcılar ve patlama ihtimali yüksek olan maddelerin sıklıkla tercih edildikleri laboratuvarlar olarak kabul edilmektedir. Kontrolsüz salınımın meydana gelmesi ya da öngörülebilir kazalar sonucunda sağlık ve yaşam anlamında önemli ve ani tehlike koşulları meydana getirme ihtimali bulunan büyük seviyelerde ya da yüksek riskli materyallerinin kullanıldığı laboratuvarlar bu grup içerisinde ele alınmaktadır. Priforik ya da suya reaktif kimyasal ürünler adına vakum odalarının kullanılması gerekmektedir. Kullanılan yüksek seviyedeki tehlike ihtimali bulunan materyallerin seviyeleri adına üst limit belirleyecek olan laboratuvar yöneticilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Örnek olarak 5 g'dan çok daha fazla piroforik madde ya da 150 mL'den daha fazla 2 M t-butil lityum kullanımı yüksek seviyede karşımıza çıkmaktadır (Millipore, 2011).

Kimyasal madde güvenlik seviyesinin belirlenmesinden sonra sözü edilen seviyeye uygun bir laboratuvar tasarımının meydana getirilmesi gerekmektedir. Kimyasal Güvenlik Seviyelerine göre temel olarak alınması gereken önlemler üzerine aşağıda bir tablo verilmektedir (Millipore, 2011).

Aşağıda verilen Tablo 2.2'de kimyasal güvenlik seviyelerine göre alınması gereken önlemler verilmiştir (Millipore, 2011).

Tablo 2.2 : Kimyasal güvenlik seviyelerine göre alınması gereken önlemler

	Tesis	**Eğitim**	**KKD**	**Denetim**	**Yanıt Protokolü**
KGS1	Herhangi bir oda yeterlidir, havalandırma gerektirmez	Etiketler okunmalıdır	Kapalı ayak ve bacaklar	Genel kendi kendini denetleme kuralları	Olağan dışı bir tehlikeli materyal sorunu bulunmamaktadır
KGS2	Havalandırma gerekir	Prosedürler takip edilmeli	Nitril eldiven ve göz koruması	Genel eğitimler ve kontrol ziyaretleri	Çalışanlar genel alarma yanıt verir
KGS3	Lokal havalandırmalı laboratuvarlar (çeker ocaklar)	Beklenmedik durumlar için genel eğitimler	Uygun eldiven göz koruyucu ve laboratuvar önlüğü	Süreç eğitimi ve dış denetimler	Olaylara daha önceden belirlenmiş özel bir çalışan yanıt verir
KGS4	Özel tasarlanmış laboratuvarlar	Gerçek materyalle çalışmadan önce uygulama eğitimleri	İşleme özel KKD	Yazılı standart çalışma prosedürleri ve spesifik denetim uygulamaları	Özel cevaplama planlanması gerekir

Laboratuvarlar, içerisinde pek çok risk etmeni bulunmaktadır. Özellikle kimya laboratuvarları içerisinde pek risk etmeni bulunmaktadır. Sözü edilen risk etmenleri aşağıda başlıklar halinde açıklanmaktadır.

2.6.1. Kimyasal risk faktörleri

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda, Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ekseninde kimyasal madde; "Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenebilen, kolay şekilde alevlenebilen, toksik, fazla toksik, zararlı, aşındırıcı, tahrişe sebep olabilen, alerjik, mutajen, kanserojen, üreme adına toksik ve çevre üzerinde tehlikeli özelliklerden bir ya da bir kaçını bünyesinde barındıran maddeleri ve müstahzarları ya da yukarıda ifade edilen sınıflamalara girmemesinin yanı sıra kimyasal, fiziko-kimyasal ya da toksikolojik özellikleri ve kullanılma ya da iş ortamlarında bulundurmaları şekli sebebi ile çalışanların güvenlik ve sağlıkları ekseninde risk meydana getirebilecek maddeleri ya da mesleki maruziyet sınır değeri belirlenen maddeler olarak ifade edilmektedir. Dünyanın her alanında iş ortamlarında

kimyasalların üretilmesi ve kullanılması, iş ortamlarını koruma programları içerisindeki en temel zorluklardan birini meydana getirmektedir. Kimyasallar hayati faaliyetler için büyük önem arz etmektedir. Büyük faydaları bulunmaktadır. Sözü edilen faydalar yapılan araştırmalar sonucunda kanıtlanmıştır. Gıda üretim faaliyetlerinin kalitesini ve kapsamını daha iyi hale getiren pestisitlerden hastalıkları daha iyi hale getiren ilaçlar ve hijyenik yaşam koşullarını meydana getirmeye yardım eden temizlik ürünlerine kadar kimyasallar sağlıklı yaşamın ve modern anlamda rahatlığın anahtarları olarak karşımıza çıkmaktadır. Kimyasallar, ayrıca küresel olarak yaşam standartlarının sağlanması adına önemli olan ürünlerin geliştirilmesi adına pek çok endüstriyel sürecin kritik bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra iş ortamlarında sözü edilen kimyasallara maruz kalınmasının kontrol sağlanması ve çevredeki emisyonların sınırlı hale getirilmesi, hükümetlerin, iş verenlerin ve işçilerin başlıca görevleri olarak kabul edilmektedir (ILO, 2014).

Ciddi bir sağlık sorunu bulunan kimyasallar, kimyasalı ürettikleri ya da uygularken maruz kalan kişilerde olumsuz sağlık etkilerine sebep olabilmektedir. Kimyasallar, kanserojenik gibi sağlık tehlikelerinden ve yanıcılık gibi fiziksel tehlikelerden, yaygın kontaminasyon ve toksisite gibi çevresel anlamda tehlikelere ve su hayatına kadar geniş bir alan içerisinde potansiyel olarak olumsuz tehlikeler göstermektedir. Pek çok patlama, yangın ve diğer afetleri, fiziksel tehlikelerin yetersiz kontrol edilmesine dayanmaktadır. Yıllar içerisinde kimyasal güvenlik, iş sağlığı güvenliği alanlarında daha fazla çalışmaların yapıldığı alanlar arasında kendisini göstermektedir. Hızla ilerleyen teknolojik ve bilimsel ilerlemeye, kimyasal üretimi ekseninde küresel büyümeye ve iş organizasyonlarındaki değişikliklere tutarlı bir küresel tepki gerekmektedir. Benzer olarak, kimyasal tehlikeleri ve ilgili koruyucu önlemler ekseninde bilgileri çok daha etkin kılabilmek adına yeni araçların geliştirilmesine devam edilmesi gerekmektedir. Benzer olarak, kimyasal tehlikeler ve ilgili koruyucu önlemler hakkında bulunan bilgileri daha da kolay erişilebilir kılabilmek adına yeni araçların geliştirilmesine devam edebilmek adına sözü edilen bilgileri iş ortamlarında kimyasalların kullanılmasında güvenlik ve sağlığa yönelik sistemli bir yaklaşımın yapılandırılması adına düzenlemek ve kullanmak önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır (ILO, 2014).

Maddeler sadece içerisindeki barındırdıkları sebebi ile değil, aynı zamanda iş ortamlarında kullanılma şekilleri sebebi ile tehlikeli olarak değerlendirilebilmektedir. Sözü edilen kimyasalların bazıları, insan sağlığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra, diğer maddelerin tutuşma ya da yanmasını destekleyen ve patlatma potansiyeli gibi fiziksel anlamda tehlikeler de göstermektedir (HSA, 2021). Bazı kimyasalların insan vücudu üzerindeki etkilerini ifade eden bir tablo aşağıda verilmektedir.

Aşağıda verilen Tablo 2.3'te kimyasalların vücut üzerindeki etkileri verilmiştir (HSA, 2021).

Tablo 2.3 : Kimyasalların vücut üzerindeki etkileri

Mutajen	Kromozomlara zarar veren bir kimyasal maddeler (örn. benzen)
Kanserojen	Kansere neden olan veya potansiyel olarak kansere neden olan kimyasal maddeler (ör. asbest, formaldehit)
Alerjen	Önemli sayıda maruz kalan insanda alerjik reaksiyona neden olacak bir kimyasal maddeler (örneğin izosiyanatlar)
Aşındırıcı	Temas bölgesinde kimyasal etkiyle canlı dokuda görünür yıkıma veya geri dönüşü olmayan hasara neden olan kimyasal maddeler (örneğin hidroklorik asit)
Teratojen	Doğum kusurlarına neden olan bir kimyasal maddeler (örneğin talidomid)
Tahriş Edici	Aşındırıcı olmayan ancak temas bölgesinde canlı doku üzerinde geri dönüşümlü iltihaplı etkilere neden olan kimyasal maddeler (örn. güçlü çözücüler)

Kimyasalların bulunduğu ortamlarda üç farklı formda karşımıza çıkmaktadır, Sözü edilen formlar; tozlar, dumanlar lifler gibi katı durumda, sıvılar, buğular gibi sıvı durumda ve gazlar ve buharlar şeklinde gaz formunda karşımıza çıkmaktadır.

Bir kimyasalın insanların sağlıkları üzerinde zararlı etkilere sebep olabilmesi adına ilk olacak vücuda temas etmesi ya da vücuda girmesi ve kimyasalın vücut üzerinde

bazı biyolojik etkenlerinin olması gerekmektedir. Çeşitli kimyasal maddelerin vücuda girmesi yolları aşağıda verilen tablo içerisinde verilmektedir (HSA, 2021).

Aşağıda verilen Tablo 2.4'te kimyasalların vücuda girme yolları verilmiştir (HSA, 2021).

Tablo 2.4 : Kimyasalların vücuda girme yolları

Solunum	Kirlenmiş havada nefes almak, işyeri kimyasallarının vücuda girmesinin en yaygın yoludur
Ekjeksiyon	Keskin bir nesne (örneğin iğne veya sivri cisim) cildi deldiğinde kimyasal vücuda girmiş olur.
Yutma	Yiyecek veya eller kontamine olursa işyeri kimyasalları yanlışlıkla yutulabilir.
Cilt Teması	Bazı kimyasallar, doğrudan veya dolaylı temas yoluyla cilde zarar verebilir veya deriden kan dolaşımına geçebilir

Akut etkileri, kimyasal bir sorun oluşumundan hemen sonra meydana gelen etkiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Akut etkilere iyi bir örnek, asitlerin deri üzerine dökülmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Süreç içerisinde ilk olarak kimyasal bir yanık meydana gelmektedir. Kronik etkileri, önemli seviyede zaman geçmesinin ardından meydana gelen ve genel olarak belirli bir süre boyunca pek çok maruziyetin sonucu olarak ifade edilmektedir. Kanser, kronik bir etkinin en tipik örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun temel sebebi kimyasal maruziyetin sebep olduğu kanserler genel olarak ilk maruziyetten yirmi ya da daha fazla yılın ardından ortaya çıkmaktadır (HSA, 2021).

Tehlikeli kimyasalların etkilerinin genel olarak bazı yaygın örnekleri bulunmaktadır. Sözü edilen örneklerin içerikleri; Yağlar kullanılarak sık temastan meydana gelen cilt tahrişi, cilt kanseri ve dermatit, aşındırıcı sıvılar ile temastan kaynaklanan göz ve el yaralanmaları, boyalar içerisinde ve yapıştırıcılarda karşı hassasiyetten kaynaklanan astım, tozlu alanlara maruz kalınmasının ardından akciğer hastalıklarından kaynaklanan uzun süreli sakatlıklar, toksik dumanlara maruz kalma sebebi ile ölüm ve yaralanma, iş ortamlarında kanserojenlere ilk defa maruz kalınmasının sonra yıllar

içerisinde kanserin yaşanması şeklinde değerlendirilmektedir. Gözler bir giriş yolu olarak karşımıza çıkmaktadır. İş ortamlarında sadece çok ufak seviyelerde kimyasallar ağız ve gözlerden girmektedir. Kimyasal vücut içerisine ne şekilde girerse girsin, vücuda girmesinin ardından kan dolaşımı ile vücudun içerisinde herhangi bir yerine dağılabilmektedir. Bu türdeki kimyasallar, orijinal olan giriş noktalarından daha uzaktaki organlara saldırabilir ve zarar verebilmektedir. Kimyasallar göz, kan, cilt, böbrekler, karaciğer, akciğer ve siniş sistemleri gibi belirli organları hedefleyebilmektedir (HSA, 2021).

2.6.2. Fiziksel risk faktörleri

İnsanlar rahat hissettikleri çalışma ekseninde çok daha güvenli ve verimli şekilde çalışabilmektedir. Yeterli olmayan havalandırma, aydınlatma ve ısıtma gürültü gibi fiziksel koşullar insan sağlığı ve psikolojisi üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir.

Gürültü; ILO tarafından ifade edilenler ekseninde "işitme bozukluğuna sebep olabilecek ya da sağlığa zararlı başka şekillerde tehlikeye sebep olabilecek seslerin tamamı olarak ifade edilmektedir (ILO, 2014). Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği ekseninde gürültü yalnızca konforun azalmasına sebep olabilen bir etken olmasının yanı sıra sağlık ve güvenliğinden etkilenmesine sebep olan bir etmen olarak değerlendirilmektedir.

İnsan sağlına yönelik zararlı ibaresinin kullanılabilmesi adına gürültünün en az 85 desibeli aşması gerekmektedir. 125 desibel ve üzeri sesler bireylerde işitme kaybı ve fiziksel ağrılara sebep olabilmektedir. Gürültü bireylerin verimliliğini ve sağlıklarını negatif oranda etkilemeye başlamaktadır. Gürültü bireylerin verimliliğini ve sağlığını negatif oranda etkileyecek seviyede yüksek olmadığı zaman ise zarardan söz etmek pek geçerli olmamaktadır. Ortam gürültüsü 50-60 desibel seviyesine ulaştığı zaman iletişim zorlaşabildiği gözlemlenmektedir. Çalışanları gürültü ile risklerden korunabilmesine yönelik yönetmeliğe göre, işverenlerin maruz kalınmasının gürültü 8 dB'yi aşan durumlarda kullanıma hazır halde kulak koruyucusu bulundurması

gerekmektedir. Bu süreçte hiçbir ortam içerisinde ortam gürültüsünün 87 dB'yi aşmaması gerekmektedir (Sabuncu vd., 2012).

Gürültülerin insanlar üzerindeki psikolojik ve fizyolojik olmak üzere pek çok yan etkileri bulunmaktadır. Sözü edilen etkiler, kan basıncı üzerinde artış, dolaşım bozuklukları, konsantrasyon ve dikkat dağınıklığı, reaksiyonlarda azalma göstermesi, uykusuzluk ve uykuya geç dalma, bağ ağrıları, streste artış, işitme kayıpları şeklinde sıralanmaktadır (Ekerbiçer ve Saltık, 2008).

Hava akımı, nem, radyan ısı; İnsan vücudu metabolik anlamda yaklaşık olarak 37 derece sıcaklık değeri bulunmaktadır. Bu değerde değişiklikler sonucunda üşüme ya da bunalma gibi rahatsızlık verici durumlar meydana çıkmaktadır. Ortam içerisindeki ısı değişime uzun süreler boyunca rahatsızlık verici durumlar ile karşımıza çıkmaktadır. Ortam içerisindeki ısı değişimlerine uzun süreler boyunca maruz kalma durumunda vücut içerisinde bazı durumlar gerçekleşemeye başlamaktadır. Bunlar; ortam içerisindeki sıcaklıkların yükselmeye başlaması ile deri üzerindeki kan dolaşımı hızla artarak ter bezlerini uyarmaktadır. Terleme başlanmaktadır. Vücut ısıl seviyesini sağlamak adına içerisinde çevresi ile ısı alışverişi sağlamaya devam etmektedir. Bu ısı alışverişi ışıma, deri üzerinde temas halinde olan hava veya madde ya da buharlaşma yeni deriler üzerindeki suyun buharlaşması sırasında deri üzerindeki fazla ısıyı alması yolu ile gerçekleşebilmektedir (Çelik, 2007).

Radyan ısı, genel olarak yayılan ısı çevre üzerindeki sıcak cisimlerin yaydıkları ısı enerjisi olarak ifade edilmektedir. Globe termometre ile ölçümü sağlanmaktadır. Ortamı ısıtacak ya da soğutacak ekipman ya da koşullardan kaçınılması gerekmektedir. Ortam içerisinde yapılan ısınmayı sağlayacak ölçümlerin ortalanmasının 18,3 derece olması halinde ortamın konforlu oldukları sonucunda varılmaktadır. Çalışan ortamlarının ideal sıcaklığı 19-23 derece ideal bağıl nem seviyesinin kabul edilebilir oranı %40-60 olarak karşımıza çıkmaktadır. Tabi ki bu değerler yürütülen iş ekseninde değişiklik göstermektedir. Hava sıcaklığının ve radyan ısı seviyesinin olması gereken değerler arasında olduğu durumlarda ideal olan hava akım hızı 150mm/sn olarak karşımıza çıkmaktadır. 510mm/sn'den çok daha büyük hava akım hızı seviyesinde çalışma ortamının esintili olduğu

gözlemlenmektedir. 100mm/sn'den daha küçük olan değerlerde ise çalışma ortamı havasız olarak değerlendirilmektedir (Çelik, 2007).

Kişilerin tam olarak konfor durumu sağlayabilmek adına radyan ısı, sıcaklık, hava akımı ve nem bir bütün olarak ele alınmaktadır. Bütün bu şartlar insanlara uyun olarak düzenlendiği zaman ortam içerisinde termal konforun varlığından bahsedilebilmektedir. Termal olarak konforun sağlanabilmesi yalnızca ortam içerisindeki sıcaklığın hava akımının ve nemin ayarlanması ile sağlanabilmektedir. Çalışanların yaşları, kıyafeti, cinsiyeti, yürüttüğü iş ve genel sağlık durumunun da göze alınması gerekmektedir.

Çalışma şekiller ve iş yükü, hava sıcaklığı m/sn biriminde hava akımı ve % bağıl nem değerlerine bağlı olacak ideal termal konfor değerleri tablosu çizelgesi aşağıda verilmektedir (Çelik, 2007).

Aşağıda verilen Tablo 2.5'te ideal termal konfor değerleri yer almaktadır (Çelik, 2007).

Tablo 2.5 : İdeal termal konfor değerleri

Çalışma Şekli ve İş Yükü	**Hava Sıcaklığı (oC)**			**Hava Akım (m/sn)**	**Bağıl Nem (%)**		
	Min.	**Optimal**	**Max.**	**Max.**	**Min.**	**Optimal**	**Max.**
Büro İşleri	18	21	24	0,1	30	50	70
Oturarak Hafif İş	18	200	24	0,1			
Ayakta Hafif İş	17	18	22	0,2			
Ağır İş	15	17	21	0,4			
Çok Ağır İş	14	16	200	0,5			

Aydınlatma; iş yerinde aydınlatma, iş ortamlarını kullanan bütün herkesin sağlıkları ve güvenlikleri adına büyük bir önem arz etmektedir. Herhangi bir tehlikeyi görmek ne kadar kolay olursa, o kadar hızlı önüne geçilebilmektedir.

Sağlık bağlamında değerlendirildiği zaman zayıf olan aydınlatma, görüş sistemlerinin çok daha etkin çalışmasına sebep olmaktadır. Genel anlamda göz yorgunluğu şeklinde değerlendirilen semptomlara sebep olabilmektedir. Göz yorgunluğunun belirtileri ortamın aydınlatma koşullarına ve yürütülen işlere göre değişiklik göstermektedir. Yeteri kadar dinlenmenin yaşanmasının ardından belirli bir aktiviteden ayrıldıktan sonra kayıt altına alınabilmektedir. Sözü edilen belirtileri içerisinde; tahriş, göz ve göz kapağı iltihabı, görme bozukluğu, göz kaşıntısı, çift veya bulanık görme, bunların yan sıra baş ağrıları, yorgunluk, sersemliğe de sebep olabilmektedir. Zayıf aydınlatma, çok daha farklı etkilere sebep olabilmektedir. Yeteri kadar aydınlatmanın ya da örtülü yansımalara verilen tepkiler, çok daha yakından takip etme isteği ya da ona farklı bir noktadan bakmak olarak kabul edilmektedir. Bu durum sırt ve boyun gibi alanlar üzerinde ağrılara ve rahatsızlıklara sebep olmaktadır (HSE, 1997).

Titreşim; çalışanların maruz kaldıkları fiziksel risk etmenlerinden titreşim gerçekleştirilen işe ve maruz kalınan kaynaklara göre el-kol ve bütün vücut olarak iki sınıfta değerlendirilmektedir. El ve kolda gözlemlenen titreşimler, kemik, damar, sinir, kaslar ve eklemlerde risklere sebep olmaktadır. Bütün vücut titreşimleri özellikle bel bölgesi içerisinde rahatsızlıkları ve omurgada travmalara neden olabilmektedir. Sözü edilen etkiler titreşimlerin şiddetine, maruz olunan süreye ve frekansına bağlı şekilde farklılık göstermektedir. Laboratuvarlarda çeşitli olan aletler ve cihazlar ile çalışmaların sırasında titreşime maruz kalınmaktadır. Özellikle laboratuvarlar içerisinde uygulanan otoklav, vorteks ve çırpıcı gibi cihazlar ile çalışmalar içerisinde bütün vücuda ya da el-kol titreşimlerine sebep olabilmektedir. Bu nedenle laboratuvarlar içerisinde eşik değerinde kalınması büyük önem arz etmektedir. Laboratuvar çalışanlarının titreşimle alakalı risklerden korunmasına yönelik yönetmelik içerisinde yaklaşık olarak sekiz saatlik çalışma süresi içerisinde maruziyet eylem seviyeleri el-kol titreşimi adına 2,5 m/s^2 bütün vücut titreşimi adına 0,5 m/s^2 maruz kalma sınır değerleri için el-kol titreşimi 5 m/s^2, bütün vücut titreşimi 1,15 m/s^2 olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz ve Bilici, 2020).

Radyasyon; bir başka fiziksel risk etmenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. İyonlaştırabilen radyasyon, iyon haline gelebilen, kabaca içerisinde geçtikleri

ortamlarda bir atomun molekülünden bir elektron koparabilen elektromanyetik dalgaları ve parçacıkları temsil etmektedir. X ışınları ve gama ışınları iyon hale getiren radyasyonun dalga tipini meydana getirirken, alfa, beta parçaları ve nötronları ise parçacık tipini meydana getirmektedir. İyon hale getiren radyoysan maruz kalınmasından kaynaklı olarak canlı madde iyonlaşmaktadır. Bu süreçte atomlar ve moleküller geçici süre boyunca zorunlu olarak değişmektedir. Bu bağlamda hücrelerin zarar gördüğü gözlemlenmektedir. Yaşanan hücresel hasarların tamir edilmediği durumlarda hayatta kalmasını, çoğalması ya da normal olan işlevlerinin gerçekleşmesini engelleyebilmektedir. Bu durumun sonucunda da iyon hale getirmeyen radyasyonun canlılar üzerinde teratojen, kanserojen ve mutajen etkilere sebep olabilmektedir. Atom ya da moleküllerden elektronları ayırabilecek kadar yüksek seviye enerjisi olmayan radyasyon türlerine ise iyonlaştırıcı olmayan radyasyon adı verilmektedir. Mor ötesi ışınlar, radyo ışınları, güneş ışınları, elektronik cihazların, yaydıkları elektromanyetik dalgalar, mikro seviyedeki dalgalar, iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlara örnek olarak verilebilmektedir. İyonlaştırıcı özellikleri olmayan radyasyon olarak insanlar adına sınırlı kanıtı bulunmayan kanserojen olarak kabul edilmektedir. Tüm bunların yanı sıra maruziyetlerinde göz sıkıntıları, baş ağrıları, deri üzerindeki kızarıklıklar, yorgunluk, uykusuz kalmak, sese yönelik hassasiyet gibi pek çok soruna sebep olmaktadır (United Nations, 2000).

İnsan vücudu gibi ürünlerin maruziyetini ifade etmek adına kullanılan temel seviye, birimi grey olarak karşımıza çıkan soğrulan doz olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra, absorbe edilebilen dozun birim başına biyolojik olarak etkileri radyasyonun tipine ve vücudun maruz kaldıkları kısmına göre değişiklik göstermektedir. Sözü edilen durumları hesaplayabilmek adına birimi sievert olarak karşımıza çıkan etkin doz ismi verilen ağırlıklı bir seviye tercih edilmektedir. Bütün canlı organizmalar sürekli olarak gündelik hayatın içerisinde var olan iyonlaştırıcı radyasyona sürekli olarak maruz kalmaktadır. Sözü edilen maruziyetin kaynakları, uzaydan ve Güneş'in yüzeyinden yaşanan kozmik ışınlar, yer kabuğu üzerinde, yapı malzemelerinde, suda, havada ve yiyeceklerde yaşanan karasal radyasyon kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Doğal olan radyasyon kaynaklarından kaynaklanan yıllık olarak küresel kişi başına etkin olan doz 2,4 mSv olarak karşımıza çıkmaktadır. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğine göre radyasyon çalışanları, toplumun üyeleri

kişiler ve eğitim amacı ile radyasyona maruz kalan 18 yaşından küçük olan bireyler adına aşılmaması gerekmekte olan değerler aşağıda verilen tablo içerisinde verilmektedir (Türkkan ve Pala, 2009).

Aşağıda verilen Tablo 2.6'da yıllık doz sınırları yer almaktadır (Resmi Gazete, 2000).

Tablo 2.6 : Yıllık doz sınırları

	Etkin Doz	**El, Ayak, Cilt İçin Eşdeğer Doz**	**Göz İçin Eşdeğer Doz**
Radyasyon Görevlileri	Ardışık beş yılın ortalaması 20 mSv'i, herhangi bir yıl 50 mSv'i geçemez	500 mSv'i Geçemez	150 mSv'i geçemez
Toplum Üyesi Kişiler	1 mSv'i geçemez. Özel durumlarda ardışık beş yılın ortalaması 1 mSv olmak şartıyla yılda 5 mSv'i geçemez	50 mSv'igeçemez	15 mSv'igeçemez
18 Yaşından Küçük Eğitim veya Staj için Maruz kalan Kişiler	Herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez	150 mSv'i geçemez	50 mSv'i geçemez

2.6.3. Biyolojik risk faktörleri

Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik içerisinde "biyolojik ajan" olgusu; herhangi bit enfeksiyona, zehirlenmeye veya alerjiye sebep olabilen, genetik anlamda değiştirilenler da dahil olarak mikroorganizmaları, hücre kültürlerini ve insanların endoparazitleri" şeklinde ele alınmaktadır. Biyolojik ajanların pek çoğu mikroorganizmalar, virüsler, bakteriler, sıtma paraziti, mantarlar gibi mikroskobik seviyede endoparazitler, tripanozomlar, amipler ve helmintlerin larva ve yumurtaları gibi çok daha büyük endoparazitlerin mikroskobik biçimleri olarak karşımıza çıkmaktadır. İş ortamlarında biyolojik ajanlara maruz kalınmanın üç temel yolu bulunmaktadır. Bu yollar aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır (HSE, 2005);

- Biyolojik ajanlarla çalışmalarının bir sonucu olarak maruz kalma, örneklerin bir mikrobiyoloji laboratuvarlar içerisinde,

- İşin kendisinden kaynaklanmayan, ancak temel olarak biyolojik ajanların kirletici olarak mevcut olması sebebi ile tesadüfi olan maruz kalma durumu
- Yapılan bir işin sonucu olmayan maruz kalma durumu

Biyolojik ajanların sağlıklı insanları enfekte etme yeteneklerine göre sınıflandırılması yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre;

- İnsanlar adına patojenik olup olmadıkları
- Çalışmalar adına bir tehlike olup olmadıkları
- Topluma bulaşıp bulaşamayacakları
- Etkili tedavilerinin mevcut olup olmadığı

Şeklinde değerlendirilmektedir. Yukarıda verilen kriterler göz önüne alınarak Biyolojik etkenler Dört tehlike grubuna ayrılmaktadır.

Aşağıda verilen Tablo 2.7'de enfeksiyon riskine göre biyolojik etkenlerin gruplandırılması verilmiştir (Resmi Gazete, 2013).

Tablo 2.7 : Enfeksiyon riskine göre biyolojik etkenlerin gruplandırılması

Biyolojik Etmenler/1	İnsan hastalığına neden olma olasılığı düşüktür.
Biyolojik Etkenler/2	İnsanlarda hastalığa neden olabilir ve çalışanlar için tehlike oluşturabilir; topluma yayılması olasılığı yoktur ve genellikle etkili tedavisi mevcuttur.
Biyolojik Etkenler/3	Ciddi insan hastalıklarına neden olabilir ve çalışanlar için ciddi bir tehlike olabilir; topluma yayılabilir, ancak genellikle etkili tedavisi mevcuttur.
Biyolojik Etkenler/4	İnsanlarda ciddi hastalıklara neden olur ve çalışanlar için ciddi bir tehlikedir; topluma yayılabilir ve genellikle etkili bir tedavisi mevcut değildir.

Bu bağlamda unutulmaması gereken temel unsur, 1. Grup içerisinde bulunan biyolojik ajanlar sayılamayacak kadar fazla olmasından, bir ajan listenmişse, bu durum otomatik olarak 1. Grup içerisinde girdiği anlamına gelmemektedir. Biyolojik

ajanlar duyarlılık pnömonisi, alerjik, rinit, bazı astım türleri ve organik toz toksik sendromu gibi alerjik reaksiyonlara sebep olmaktadır. Biyolojik ajanların daha duyarlı hale gelmesinin etkileri risk grupları ile ilgili olmamaktadır. Mantarlar, bakteriler ve bazı parazit adına hassas hale gelen etkileri karşımıza çıkmaktadır. Normal şartlarda solunum sistemlerini etkilemektedir. Ancak bazılarının cildi de etkilediği ifade edilmektedir. Tüm bunların yanı sıra biyolojik ajanlar kronik olarak bir enfeksiyondan daha sonra kanserojen etkisi olabilmektedir. Bu konuda ciddi bir iş sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Halk sağılığı alanlarını da ilgilendirmektedir (HSE, 2005).

Biyolojik ajanlar her alanda karşımıza çıkmaktadır. Yaşam adına pek çok faydası olsa da tehlikeli oldukları durumlarda bulunmaktadır. Biyolojik ajanlar pek çok ticaret ve meslekle ilişkilendirilmektedir. Çalışan nüfusun önemli bir kısmı maruz kalma riski ile karşılaşılmaktadır. Bu duruma rağmen, işverenler ve işçiler biyolojik ajanlara maruz kalma riski hakkında çok daha az şey bilme eğilimi göstermektedir. Biyolojik ajanlar adına risk değerlendirmesi pek çok nedenden dolayı zor bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Ajanların çeşitlilik göstermesi nedenler arasında ilk sırayı almaktadır. Bir diğer sebep ise mesleki anlamda maruz kalma durumlarının limitlerinin belirlenmemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Patojenik mikroorganizmaları biyolojik ajanlar çıplak gözle görülememektedir. Aşırı düşük konsantrasyonlar da tehlike göstermektedir. Bir başka tehlikeli maddelerden farklı şekilde biyolojik ajanlar çoğalabilmektedir. Uygun koşullar içerisinde, daha az sayıda mikroorganizma çok kısa süre içerisinde çoğalarak önemli bir sorun meydana getirebilmektedir. Enfeksiyonun bulaşmasının temel durumu, enfeksiyon kaynağı, buharlaşma yolu ile konakçı olarak karşımıza çıkmaktadır. Vücuda soluma, cilt, göz, yutma, mukoza zarları ya da yaralar yolu ile girebilmektedir. Tüm bunların yanı sıra, bazıları kişiler arasında geçiş yapabilmektedir. Önlemede, iletim zinciri içerisindeki bağlantıların kesilmesine odaklanılması gerekmektedir. Çoğu durumda, temel kişisel hijyen önlemleri ve kişisel koruma sağlayan ekipmanların giyilmesi biyolojik ajanlara karşı yeteri kadar koruma sağlayacaktır (European Agency, E-Fact, 2010).

Biyolojik ajanlar yaşam adına gereklilik göstermektedir. Faydalı etkileri bulunmaktadır. Ancak bazı durumlarda insan hayatının tehlikeye atılabildiği

gözlemlenmektedir. Biyolojik olarak riskler, canlı organizmalar, dünya üzerinde ortaya çıkmasından beri var olmuştur. Her alanda bulunabildikleri gözlemlenmektedir. Biyolojik ajanlar kasıtlı şekilde kullanılabilmektedir. Ancak pek çok zaman işçiler henüz istemeden bu duruma maruz kaldıkları gözlemlenmektedir. Bilim adamları, laboratuvar personelleri ve doktorlar bu risklerin farkına varmışlardır. Ancak pek çok çalışan ve işveren, en azından görünmez olmalarından kaynaklı olarak haklarında çok az şey bilinebilmektedir. Sözü edilen risk değerlendirilmesinin yapılmasının ne şekilde zor olduğunu açıklayabilmektedir. Biyolojik riskler hakkında yeteri kadar bilgi eksikliğinin var olması ve işçilere iş sağlığı güvenliği eğitiminin yeteri kadar sağlanması da etkin olarak risk değerlendirmesini engelleyebilmektedir. Biyolojik risklerin ne şekilde mevcut olduğunu belirlemek adına, gerçekleşen aktiviteyi göz önüne almak gerekmektedir (European Agency, 2010).

2.6.4. Psikososyal risk faktörleri

Psikolojik tehlikeler, laboratuvar çalışmalarında yüksek seviyede toksik kimyasallar, bulaşıcı nitelikleri bulunan biyolojik ürünler, radyasyonlar, makineler ile çalışma kadar büyük bir önem arz etmektedir. Psikososyal riskler çok yeni bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavram, il organizasyonu, görevler, hiyerarşi ve iş faaliyetlerini destekleyebilecek ya da bozabilecek çalışma ortamları ile işçilerin yaşam kalitesi ve sağlıkları arasında var olan bağlantı ile alakalı bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. İfade edilen koşullar, uygun olduğu zaman, bireylerin kişisel olarak gelişimler olumlu yönden ilerlemektedir. Tersi durumlarda elverişsiz oldukları zaman, refahı ve sağlığı zayıflatmaktadır. Bireylere psikolojik, fiziksel ya da sosyal zarar verme durumu potansiyeli bulunan bir mesleki stres kaynağı noktasına gelmektedir.

Tüm koşullar uygun olduğu zaman, bireylerin kişisel olarak gelişimi olumlu olarak ilerlemektedir. Tersine, elverişin sağlanamadığı durumlarda, sağlık ve refahın azalmasına sebep olmaktadır. Bireyler üzerinde fiziksel, sosyal ve psikolojik zararlar ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Psikososyal risklere pek çok çeşitli etmen sebep olmaktadır. Psikososyal risklere sebep olabilecek etmenler, yürütülen işin içeriği,

çalışma hızı, iş yükü, çalışma saatleri, çevre ve kontrol, ekipman, örgütsel işlevler, işin içerikleri, iş ortamındaki ilişkiler, organizasyondaki rolleri, kariyer gelişimi ve iş ile ev etkileşimi şeklinde sıralanmaktadır (Fernandes vd., 2020).

Psikososyal etmenler, işe yönelik taleplerini, örgütsel desteğin kullanılabilirlik durumunu, ödülleri ve iş ortamlarındaki kişiler arası ilişkileri barındıran iş organizasyonu, yönetim ve tasarım yönlerini işaret etmektedir. Sözü edilen etmenler ilk bakışta olumlu ya da olumsuz bir çağrışıma sebep olmamaktadır. Psikososyal risk, psikososyal tehlikelerin zarar verme durumu olarak ifade edilmektedir.

Aşağıda verilen Tablo 2.8'de potansiyel çalışma ortamına negatif ve pozitif etkileri verilmiştir (Lerouge, 2017).

Tablo 2.8 : Potansiyel çalışma ortamına negatif ve pozitif etkileri

Psikososyal Tehlike Boyutları	**Olumlu Etkiler**	**Olumsuz Etkiler**
Örgüt kültürü ve işlevi	İyi psikososyal güvenlik ortamı, net kurumsal hedefler, problem çözme ve kişisel gelişim için uygun destek, iyi iletişim süreçleri	Kötü psikososyal güvenlik iklimi, zayıf iletişim, problem çözme ve kişisel gelişim için düşük destek seviyeleri, kurumsal hedeflerin tanımı veya üzerinde anlaşma eksikliği
İş içeriği	Anlamlı çalışma, becerilerin uygun kullanımı, çalışanların ilgisini ve bağlılığını koruyan çalışma, uygun destek	Çeşitlilik eksikliği veya kısa çalışma döngüleri, parçalanmış veya anlamsız iş, becerilerin kullanımı altında, yüksek belirsizlik, iş yoluyla insanlara sürekli maruz kalma
İş yükü ve çalışma hızı	Aşırı yük veya yük altında çalışma, makine hızı, yüksek zaman baskısı, sürekli olarak son teslim tarihlerine maruz kalma	Uygun düzeyde iş yükü, uygun çalışma hızı, makul ve ulaşılabilir teslim tarihleri
Çalışma programı	İş-yaşam dengesini korumak için makul vardiyalar ve makul çalışma saatleri, esnek çalışma uygulamaları	Vardiyalı çalışma, gece vardiyaları, esnek olmayan çalışma programları, öngörülemeyen saatler, uzun veya sosyal olmayan saatler
Kontrol	Karar vermeye katılım, iş yerinde kontrol	Karar verme sürecine düşük katılım, iş yükü üzerinde kontrol eksikliği
Çevre ve ekipman	İyi fiziksel çalışma koşulları	Yetersiz ekipman mevcudiyeti, uygunluğu veya bakımı; alan eksikliği, yetersiz aydınlatma, aşırı gürültü gibi kötü çevre koşulları
İş yerinde kişilerarası ilişkiler	İşyerinde iyi ilişkiler, ekip çalışması, sosyal destek, çatışmalarla başa çıkmak için uygun politikalar ve prosedürler	Sosyal veya fiziksel izolasyon, üstlerle zayıf ilişkiler, kişiler arası çatışmalar, sosyal destek eksikliği, taciz, şiddet
Organizasyondaki rol	Açık roller ve sorumluluklar, hedeflere ulaşmak için uygun destek	Rol belirsizliği, rol çatışması, aşırı sorumluluk
Kariyer gelişimi	Uygun kariyer beklentileri ve gelişim eşleştirme becerileri ve performansı, çaba ödül dengesi, değerli/anlamlı iş, iş güvenliği	Kariyer durgunluğu ve belirsizliği, yetersiz veya fazla terfi, düşük ücret, iş güvencesizliği, çalışmak için düşük sosyal değer
Ev-iş arayüzü	İş-yaşam dengesi, destekleyici kurumsal politikalar ve 'yaşam dengesi' elde etmek için uygulamalar	İş ve evin çatışan talepleri, evde düşük destek

2.6.5. Ergonomik risk faktörleri

Ergonomik anlamda işçilerin vücutlarının iş ortamlarına uyması adına fiziksel olarak zorlanmanın yerine, işi işçiye uygun olacak şekilde tasarlanması bilimi olarak karşımıza çıkmaktadır Görevleri iş ortamlarındaki istasyon araçları ve ekipmanları çalışana uygun şekilde uyarlamak, çalışanların vücudundaki fiziki stresin azaltılmasına imkân sağlamaktadır. Potansiyel anlamda ciddi, iş ile alakalı kas-iskelet sistemleri rahatsızlıklarını ortadan kaldırılabilmesine imkân sağlamaktadır (U.S. Department of Labor, 2000).

İşi ve ergonomi ekseninde ne şekilde iyileştirilebileceğinin analizi sırasında, ele alınması gereken beş temel unsur bulunmaktadır (McPhee, 2005). Sözü edilen usnurlar aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır;

1. İşçi – Çalışanların zihinsel ve fiziksel kapasiteleri de dahil olarak dikkate alınması gereken bir dizi özelliği barındırmaktadır. Bu özellikler; deneyim ve beceriler, eğitim ve öğretim, cinsiyet, sağlık, sakatlıklar örnek olarak verilmektedir. Bireylerin kendi ihtiyaçları ve isteklerinin de dikkate alınması gerekmektedir.
2. İşin tasarımı – Çalışanların ne yapmaları gerektiği ve gerçek anlamda neler yaptıkları olarak karşımıza çıkmaktadır. İşin temel içeriğini barındırmaktadır. İşin yapılması adına gereken süre gibi kısıtlamalar, bireylerin iş yükünün üzerindeki kontrolü, diğer çalışanlar ile birlikte çalışması durumu olarak karşımıza çıkmaktadır
3. Çalışma ortamı – Binalar, çalışma ortamları, gürültü, aydınlatma, termal konfor şeklinde değerlendirilmektedir.
4. Ekipman tasarımı – Elektronik ve mobil ekipmanların koruyucu kıyafet, mobilya ve aletlerin çalışanlar üzerindeki uygunluk seviyesi olarak karşımıza çıkmaktadır.
5. İş organizasyonu – Organizasyonun ve faaliyetlerin bir bütün olarak bireyleri ne şekilde etkilediği olarak karşımıza çıkmaktadır. İş yükü, vardiyalı çalışmalar, çalışma sırasındaki molalar ve dinlenme zamanları,

takım faaliyetleri, isin ne şekilde edildiği, iş yeri ortamlarının kültürleri gibi meselelerin çalışanlar üzerinde nasıl etki ettiği ifade edilmektedir.

Laboratuvar faaliyetlerinde tekrarlanması ve farklı el pozisyonları sebebi ile, pipetleme tekniği tipik şekilde bir el ve omuz sıkıntılarının kaynağını meydan getirmektedir. Manuel olan pistonlar kullanılarak faaliyete geçirilen pipet, mümkün olduğunca, aşırı seviyede başparmak kuvvetini ve tekrarını büyük seviyede azaltan elektronik ve çok kanallı pipetler ile değiştirilebilmektedir. Aksi durumlarda, mümkün mertebe kısa bir pipet olarak karşımıza çıkmaktadır. Başparmağın, dağıttıkları ve işaret parmağının aspire ettikleri pipetler kullanılabilmektedir. Pipetlemek adına sağ ve sol ellerin dönüşümlü şekilde kullandırılabilmektedir. Bilgisayar farelerinde gözlemlendiği gibi, pipetin seçilmesi de bireysel bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Kişiler rahat şekilde kullandıkları pipet çeşidini kullanmaları gerekmektedir. Uzun süren mikroskoplar ile çalıştırmak omuzlar, boyun, bel, kollar, gözler ve bilezikleri zorlayarak sağlık problemlerine sebep olmaktadır. Doğru seviyedeki yükseklikte ve açıda olmayan bir mikroskop üzerindeki çalışma, çalışma alanları kenarında ön kollar üzerinde bir kambur pozisyonu ve gerilim meydana getirebilmektedir. Görevlerin değiştirilmesi ve sıklıkla dinlenme molaları verilerek kesintisiz ve uzun mikroskop çalışmalarından uzak durulması gerekmektedir. Yaklaşık olarak 15 dakikalık aralıklarda gözler kapatılmalı ya da nispeten daha uzaktaki bir noktaya odaklanılması gerekmektedir. Her 30-60 dakika sonunda gerinmek, yürümek ve hareket etmek adına ayağa kalkılması gerekmektedir. Sözü edilen yaralanmaların önlenmesi ve iş gününün sonunda çok daha iyi hissetmek adına büyük bir önem arz etmektedir. Biyogüvenlik Kabinleri ve davlumbazlar adına çalışma, mikroskop çalışması ile benzer tehlikeler sunmaktadır. Duruş çok daha ilerde ele alınmaktadır. Genel olarak kamburluk göstermektedir. İşçiler öne uzanmak zorunda kalabildikleri gözlemlenmektedir. Pek çok laboratuvar tezgâhı sabit yükseklikte karşımıza çıkmaktadır. Çalışanlar adına yanlış yükseklikte bulunan bir bank üzerinde çalışmak, omuz, boyun ve sırt gerginliği dahil olmak üzere pek çok risk etmenine maruz bırakabilmektedir. Tabureler ve sandalyeler göz önüne alındığı durumlarda gelişmiş bel desteği bulunan bir laboratuvar taburesinin kullanılması gerekmektedir. Çekmeceler, dolap kapaklarını çıkartarak yeterli seviyede bacak alanlarının meydana getirilmesi

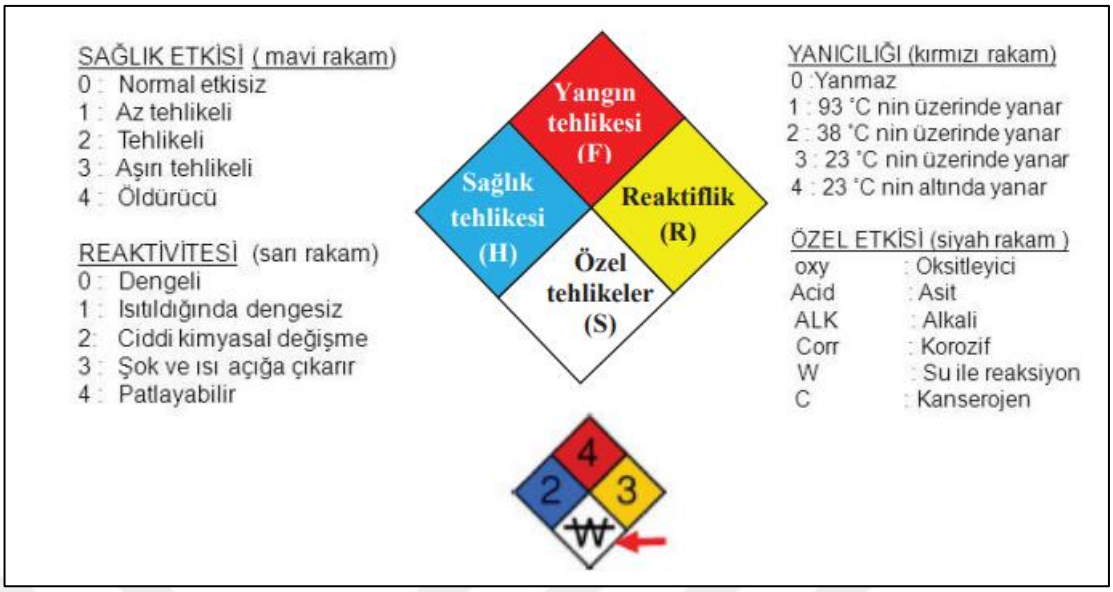
gerekmektedir. Tezgâhın ön kısmında ayakta çalışmalar yapıldığı durumlarda paspaslar ya da daha rahat ayakkabılar kullanılabilmektedir (Mitchell, 2010).

İş ortamlarında ergonomi, iş ortamlarının tasarımına, görevlere ve iş organizasyonlarına uygulanmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği bağlamında, güvenli, tatmin edici ve üretken bir çalışma ortamları tasarlanarak çalışanların sağlıklarını, verimliliklerini ve refahlarını arttırmak amaç edinilmektedir. İş ortamlarında iyi bir ergonominin amacı, üretkenlikleri ve moralin daha iyi hale getirilmesi ve yaralanmaları, hastalık izinler, personellerin değişimini ve devamsızlığı artış göstermektedir (McPhee, 2005).

2.7. Kimyasal Tehlike Sınıfları ve Kaynakları

Bir kimyasal madde kullanılmadan hemen önce yapılması gereken temel potansiyel tehlikeleri anlayabilmek ve bu duruma uygun olan çalışma planlarını meydana getirmektedir. Bütün kimyasal maddelerin kendisine haz nitelikleri olduğundan, yapılacak olan ilk güvenlik önlemleri ilk olarak kimyasal maddelerin etiketini okumak olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen etiketlerin üzerinde o kimyasal maddelere ait maruz kalınabilecek riskler; renkler, piktogramlar ve semboller ile değerlendirilmektedir. ABD Ulusal Yangınlardan Korunma Kurumu (NFPA) tarafından meydana getirilen tehlike sınıflandırılması ve açıklanması aşağıda verilen şekil içerisinde aktarılmaktadır. Sözü edilen sınıflandırmalar içerisinde sağlık riski-mavi, yangın riski-kırmızı, spesifik tehlike-beyaz, reaktivite-sarı olarak 4 farklı ana grup ve bütün gruplar içerisinde en yüksekten en düşük seviyeye 4 en yüksek, 0 ise en düşük seviyeyi işaret etmektedir. Tüm bunların yanı sıra su ile kolay şekilde reaksiyon gösteren kimyasal ürünlerin spesifik tehlike bölümlerinde su ile temastan uzak durulmasını ifade eden W simgesi bulunmaktadır (Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, 2014).

Şekil 2.4'te NFPA tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması verilmiştir.



Şekil 2.4 : NFPA tarafından yapılan tehlike sınıflandırılması ve açıklaması

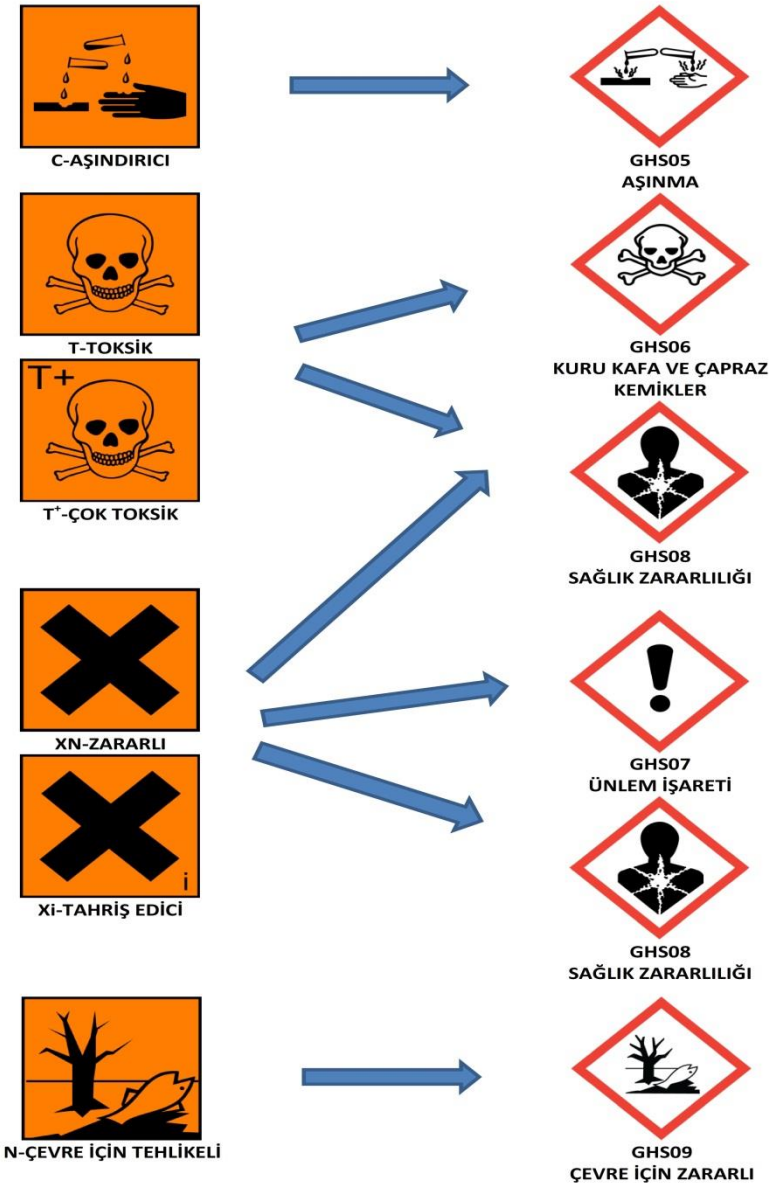
Kimyasal maddeler, bireylere çevreye ve ortam içerisine sağlayabilecekleri tehlikeler ve etkileri ekseninde altı grup içerisinde ele alınmaktadır. Bu gruplar aşağıda maddeler içerisinde ele alınmaktadır.

- Yanıcılık: Kolay şekilde alev alabilen kimyasal maddeler üzerinde
- Yakıcılık: Kolay şekilde yakabilen kimyasal maddeler üzerinde
- Koroziflik: Güçlü olan asitler ve bazlar gibi kimyasal maddeler üzerinde etki yapan ve dokular üzerinde zarar sağlayan kimyasal maddeler üzerinde
- Aşındırıcı maddeler ve akut zehirli ve cildi tahrişe sebep olan maddeler
- Toksisite: Toksik özellikler barındıran kimyasal maddeler üzerinde
- Reaktivite: Kendi başına kimyasal maddeler tarafından reaksiyona uğrayan ya da başka kimyasal ürünler ile seri şekilde reaksiyon maddeler üzerinde
- Çevre üzerinde zararlılık: Toprak ve su içerisine karışarak doğal yaşama zarar veren ürünler üzerinde

Görüldüğü üzere bütün kimyasal maddelerin etiketleri üzerinde sözü edilen kimyasal maddelere ait olan bilgilerini gösteren piktogramlar bulunmaktadır. Sözü edilen piktogramlar, 2019 yılı içerisinde yürürlüğe resmen giren GHS için kimyasal maddelerin çevresel uyum durumu üzerinde kesin bir karara vararak tüm toplum ve diller tarafından benimsenen bir standarda bağlanarak tekrar düzenlenmiştir. Aşağıda

verilen şekil içerisinde yeni ve eski piktogramlar ve sözü edilen piktogramların anlamları verilmektedir. Benzer olan uygulama etiket bilgilerinde de yapılan ve EC/1272/2008 sayılı Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına İlişkin AB tüzüğü oluşturularak etiketlerin standart hale getirilerek yeniden düzenlenmesi mümkün hale gelmiştir (CLP, 2018).

Şekil 2.5'te eski ve yeni etiketlerin karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 2.5 : Eski ve yeni etiketlerin karşılaştırması

GHS sisteminin yanı sıra, kimyasal maddelerin güvenli kullanımına ilişkin sınıflandırma çalışmaları uluslararası düzeyde farklı kurumlar tarafından da yürütülmektedir. Örneğin, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından 1990 yılında kabul edilen 170 No'lu Kimyasalların Kullanımında Güvenlik Sözleşmesi, kimyasalların sınıflandırılmasında sağlık ve fiziksel tehlikelerin esas alınması gerektiğini belirtmiş; bu sınıflandırmanın yetkili otoritelerce belirlenen standartlara göre yapılmasını öngörmüştür. ILO tarafından geliştirilen 177 Sayılı Tavsiye Kararı doğrultusunda ise kimyasal maddeler şu gruplar altında sınıflandırılmıştır: parlayıcı, patlayıcı, oksitleyici, reaktif, zehirli, tahriş edici, aşındırıcı, hassasiyet oluşturucu, kanserojen, üremeyi etkileyen ve mutajenik maddelerdir (Ateş ve Vatansever, 2018).

2.7.1. Alevlenir maddeler

Belirli koşullar ekseninde dışardan bir etki ya da kendiliğinden alevlenebilen maddeler olarak değerlendirilmektedir. Katı, gaz ya da sıvı formda olabilen alevlenebilir maddelerin temel özellikleri, parlama noktası, kendi kendine tutuşma noktası, alevlenme noktası, parlama limitleri, buhar yoğunluğu, elektrostatik enerji biriktirme özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Alevlenme özellikleri aşağıda verilen tanımlamalar içerisinde ele alınan özellikler ile ilişkilendirilmektedir.

Parlama noktası: Sıvıdan ayrılması sağlanan buharların hava aracılığı ile yanıcı bir karışımı meydana getirmesi ve sıvı yüzeylerine daha yakın bir alev kaynağı ile yanmaya başlaması adına gereken en düşük seviye sıcaklık olarak karşımıza çıkmaktadır. Kolayca tutuşabilen sıvılar adına kullanılmaktadır (Canel, 2013).

Alevlenme Noktası: Tutuşturucunun kaynak üzerinden uzaklaşmasının ardından buhar hava karışımının sürekli şekilde yanmaya devam ettikleri en düşük seviye sıcaklık olarak karşımıza çıkmaktadır (Canel, 2013).

Kendi Başına Tutuşma Sıcaklığı: Maddelerin uyuşturucu bir kıvılcıma ihtiyaç olmadan kendi başına tutuşarak yanmaya devam edebildiği en düşük seviye sıcaklık olarak değerlendirilmektedir (Canel, 2013).

Alevlenir Sıvılar: Alevlenir sıvıların belirli nitelikler altındaki buharları, hava ile karışarak bir dış etki ile tutuşabilmektedirler. Sözü edilen sıvılar, su ile karşıma niteliklerine ve alev alabilme noktasına göre aşağıda verilen tablo içerisinde aktarıldığı üzere sınıflandırılmaktadır. Depolanma ve kullanma sırasında yanma tehlikesini meydana getirdikleri adına çevrede açık şekilde alev olmamasına çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Elektrostatik yüklerin biriktirilerek tutuşabildiklerinden doldurma ve boşaltım yapma sırasında metal yapılı kapların mutlak suretle topraklanması gerekmektedir. Sözü edilen sıvılar buzdolaplarında saklamadıkları ifade edilmektedir. Sadece ark korumalı soğutucular içerisinde saklanmaları mümkün olmaktadır. Laboratuvarlar içerisinde en sık kullanımı sağlanan eter, etanol, aseton, izopropil, alkol, metanol, kloroform gibi alevlenebilir çözücüler, NFPA ekseninde yangın kategorisinde 3-4 olan ve en fazla risk barındıran kimyasal maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Aşağıda verilen Tablo 2.9'da alevlenir sıvıların su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre sınıflandırılması verilmiştir (Canel, 2013).

Tablo 2.9 : Alevlenir sıvıların su ile karışabilme özelliklerine ve alev alma noktasına göre sınıflandırılması

Sınıf	**Özellik**
A	Suyla karışmayan ve tutuşma sıcaklığı aşağıda verilen alevlenir sıvılar
A-I	Tutuşma sıcaklığı 21 °C'den küçük olanlar, örneğin; n-hekzan
A-II	Tutuşma sıcaklığı 21- 55 °C arasında olanlar, örneğin; metilstiren
A-III	Tutuşma sıcaklığı 55 °C'den büyük olanlar, örneğin; 1-oktanol
B	Suyla karışabilen ve tutuşma sıcaklığı 21 °C'den küçük olanlar, örneğin; aseton

Alevlenebilir Katılar: Alevlenebilir katılar, hava ya da su ile temas ettiğinden kendi kendisine tutuşabilmektedir. Bu tür katılara aşağıda aktarılan örnekler

verilebilmektedir. Özellikle alkali metaller, halojenli hidrokarbonlarla ve su ile kolay şekilde patlama reaksiyonları göstermektedir (Canel, 2013):

- Alkali metaller
- Alüminyum ve Magnezyum
- Metal hidrürler
- Orgometalik bileşikler
- Sülfür ve fosfor

2.7.2. Oksitleyici (yakıcı maddeler) kimyasal maddeler

Yapılarında yanma adına gereken oksijeni bulundurmaktadırlar. Bu nedenle yanması mümkün olan maddeler ile temas ettiği zaman reaksiyon sağlayan maddeler tarafından oksitleyici maddeler olarak ifade etmek mümkündür. Oksitleyiciler, yanıcı ya da patlayıcılar ile herhangi bir ısı kaynağına gerek duyulmadan yangın çıkarabilmektedirler. Peroksit, hidrojen, perklorik asit, potasyum ve sodyum metalinin nitratları, nitrik asit, peroksitler, permanganatlar, hipokloritler, perkloratlar, kloratlar, kalsiyum karbonat, amonyum nitrat oksitleyici, kromik asit oksitleyici maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır (Material Safety Data Sheet, 2018).

2.7.3. Aşındırıcı (korozif)/cildi tahriş edici kimyasal maddeler

Temasa geçtikleri yüzeylerin aşındırılmasına sebep olan zararlı kimyasal maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen kimyasal maddeler, baz yapılı dehidrate sebep olabildikleri gibi oksitlenmeye de sebep olabilmektedir (Material Safety Data Sheet, 2018). Bu maddelerin örnekleri aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- Güçlü asitler; sülfirik asit, hidroklorik asit gibi,
- Güçlü alkaliler; sodyum hipoklorit, potasyum hipoklorit, amonyum hidroksit gibi
- Dehidrate sebep olan ajanlar; Sülfirik asit, sodyum hidroksit, kalsiyum oksit gibi
- Oksitleyici ajanlar; Hidrojen peroksit, klor, brom gibi

2.7.4. Cildi tahriş edici/akut zehirli kimyasal maddeler

Cildin tahrişine sebep olan ve akut zehirli kimyasal maddeler, irritan ya da alerjiye sebep olan etkiler olabilmektedir. Formaldehit ve iyot irritan, nikel, krom, aldehit türevleri ve fenol türevleri alerjen etki göstermektedirler (CLP, 2018).

2.7.5. Toksik maddeler

Kimyasal maddelerin büyük bir kısmı toksik özellik barındırmaktadır. Ancak sözü edilen toksik özelliklerini dozları belirlemektedir (Material Safety Data Sheet, 2018). Toksisitesinin temel ölçüsü, bir defada ağız üzerinden verilen, yaklaşık olarak 14 günlük gözlem sonucunda deney hayvanlarının yaklaşık yarısının ölmesine sebep olan ve vücutlarının ağırlıklarının kilogram başına verilen LD50 mg/kg olarak ele alınan doz olarak karşımıza çıkmaktadır. Kimyasal maddelerin hava üzerinde yaklaşık olarak 4 saatlik maruziyetleri sonucunda, öldürücü derişimleri ise LC50 mg/L hava olarak verilmektedir (Canel, 2013).

Kimyasal maddeler, akut, ya da kronik anlamda zehirleme etkisi göstermektedirler. Toksik maddeler ağız, solunum ve cilt üzerindeki temas yolları ile alınabildikleri gözlemlenmektedir (Canel, 2013). Toksik maddeler doza bağlı olarak karaciğer, akciğer, sinir sistemi ya da hematopoietik sistemlerin üzerine organotoksik etki göstermektedir. Aşağıda sözü edilen maddelere örnekler verilmektedir.

- Akciğer hasarına sebep olan maddeler
- Karaciğerde hasara sebep olan maddeler
- Böbrek hasarına sebep olan maddeler
- Sinir sistemi üzerinde etki yapan maddeler
- Hematopoietik hasara sebep olan maddeler

2.7.6. Karsinojenler

Küçük dozları bile vücut üzerinde tersinme tahribata sebep olan maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü edilen etkiler ve bu maddelere yönelik açıklamalar aşağıda verilmektedir.

- Kanserojen; kötü huylu tümörün meydana gelmesini sağlayan kimyasal maddeler
- Mutajen; Genler üzerinde tahribata sebep olan kimyasal maddeler
- Teratojen; Anormal doğuma neden olan kimyasal maddeler

Karsinojen etkiler genel olarak uzun süreli maruziyet sonucunda meydana gelmektedir. Güçlü olan inorganik asit buharları, formaldehit etilen, oksit, kadminyum bileşikleri gibi kimyasal ürünlerin tamamı bu grup içerisinde ele alınmaktadır. Karsinejen etkiler genel olarak uzun süreçler boyunca maruz kalma durumunda meydana gelmektedir. Güçlü olan inorganik asit buharları, formaldehit, kadminyum bileşikleri, etilen oksit gibi kimyasal maddeler bu grup içerisinde ele alınmaktadır. Karsinojen olduğu ifade edilen ya da şüphe duyulan kimyasal maddelerin listesine ve detaylı olarak bilgiler paylaşan web sayfalarından ulaşabilmek mümkün olmaktadır (Health Effects, 2018).

2.7.7. Patlayıcı madde ve karışımlar

Bu şekildeki kimyasal maddeler, alev, ısı, sürtünme, çarpma gibi etkiler ile ekzotermik reaksiyon göstermektedirler. Bu maddelere örnek olarak nitrik asit esterleri, pikratlar, organik nitrozo ve nitro bileşikleri, nitröz asit ve tuzları, alifatik azo ve diazo bileşikleri, azidler verilebilmektedir.

2.7.8. Sıkıştırılmış basınç altındaki gazlar

Sıkıştırılması sağlanan oksijen gibi sıkıştırılan gazlar, asetilen gibi çözünen gazlar; propan karbondioksit gibi sıvı hale getirilen gazlar ve sıvı azot, sıvı helyum, sıvı haldeki argon ve kuru buz gibi kriyojenik sıvılar metal tüpler içerisinde korunmaktadır. Bunların yanı sıra en ciddi tehlikeler eğitimdeki eksiklikler, dikkatsiz kullanımlar, yanlış şekilde depolama, yetersiz havalandırma sistemleri şeklinde sıralanmaktadır (Kendir, 2013). Tüplerin taşınması ve depolanması sırasında yangın söndürücüler büyük bir önem kazanmaktadır. Bunların yanı sıra elektriğin depolanmasını sağlayacak olan şeritlerin olması gerekmektedir. Sözü edilen tüplerin elektriği toplayacak şeritler kullanılarak üretilmesi gerekmektedir. Bu tüplerin aksi bir uyarı sağlanmadıkça dik şekilde konumlandırılması gerekmektedir. Aşağıda

verilen tablo içerisinde sıklıkla kullanılan gazların standart hale gelmiş hortum renkleri verilmektedir.

Aşağıda verilen Tablo 2.10'da sık kullanılan gazlar ve bunların standartlaştırılmış hortum renkleri verilmiştir (Kendir, 2013).

Tablo 2.10 : Sık kullanılan gazlar ve bunların standartlaştırılmış hortum renkleri

Gazlar	**Renkler**
Asetilen, diğer yanıcı gazlar	Kırmızı
Oksijen	Mavi
Basınçlı hava, azot, argon, CO2	Siyah
LPG, MPS, doğal gaz, metan	Turuncu
Katkılı yakıt gazı	Kırmızı
Katkılı yakıt gazı hariç bu tabloda yer alan bütün yakıt gazları	Kırmızı/Açık

2.8. Tehlikeli Kimyasal Maddelerle Çalışma Kuralları ve Önlemler

Çalışması yapılan kimyasallara yönelik güvenlik önlemlerini mutlak suretle uyulması gerekmektedir. Güvenlik Bilgi Formlarına sürekli göz atılması, çalışmalara ise daha sonra başlanması gerekmektedir. Laboratuvar çalışmalarında hem çalışanların güvenlikleri gem de elde edilen verilen güvenlikleri açısından aşağıda maddeler halinde sıralanmakta olan çalışma kurallarının mutlak suretle ön plana alınması gerekmektedir (Yavuz ve Erdoğan, 2001):

- Bazı kimyasal maddeler üzerinde çalışılırken özellikle dikkat edilmesi gereken durumları bulunmaktadır. Bunlara uyulması gerekmektedir.
- Genel bir bilgi olarak asitler üzerine asla suyun dökülmemesi gerekmektedir.
- Genel bir kural olarak su içerisine asla sodyumun dökülmemesi gerekmektedir. Bu durum patlamaların yaşanmasına sebep olmaktadır.
- Etil alkol, aseton, benzen ve di etil eterler yanıcı özellikler barındırmaktadır. Bu maddeler üzerinde yapılan çalışmaları sırasında alevlerin olduğu alanlardan uzak durulması gerekmektedir. Etil alkol,

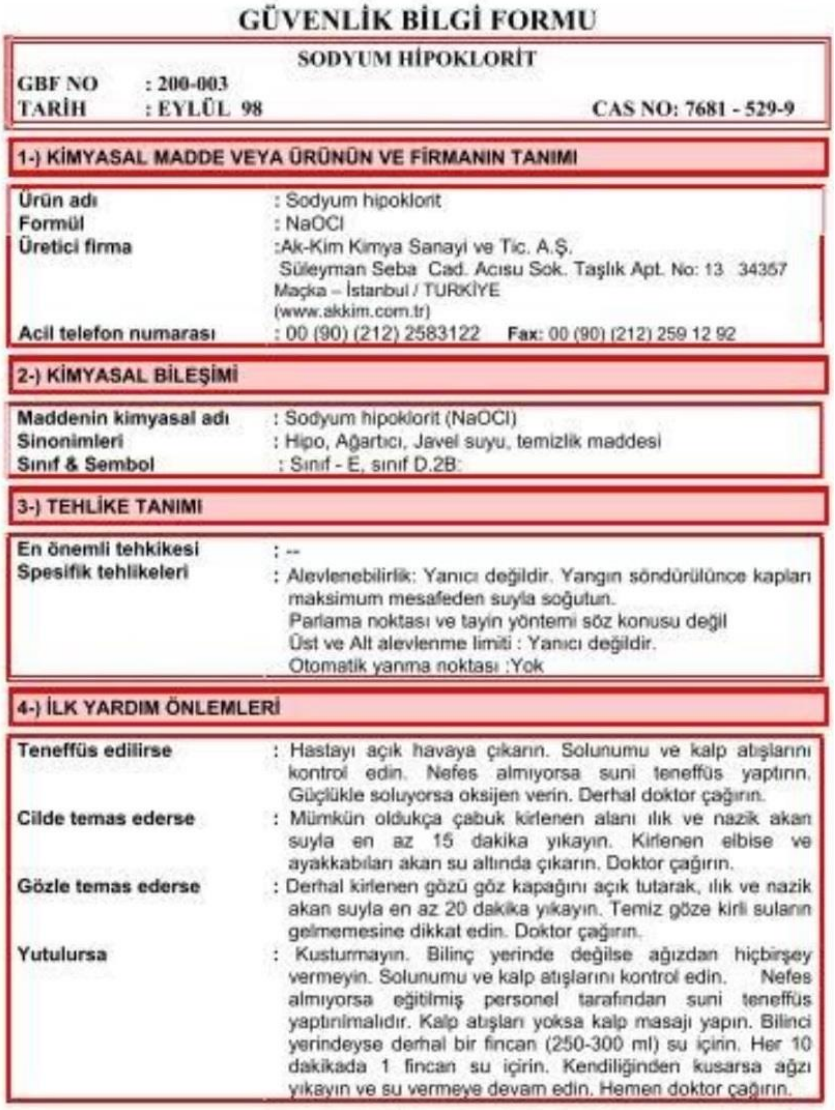
aseton gibi çözücülerin ısıtılması gerekmektedir. Bu nedenle su banyoları ve elektrikli ısıtıcıların kullanılması gerekmektedir.

- Bazı kimyasalların birbirleri ile asla temas etmemesi gerekmektedir. Bu kimyasalların zehirli gaz yaymamaları ya da patlamalarını engellemek adına bir arada tutulmamaları gerekmektedir. Sözü edilen maddelerin ayrı noktalarda depolanarak ambalajlanması büyük bir önem arz etmektedir.

Depolama sorunları kimya araştırma laboratuvarları içerisinde büyük bir sorun teşkil etmektedir. Yapılan iş gereği kimya laboratuvarları içerisinde birbirinden farklı özellikler barındıran pek çok ürün bir arada bulunmaktadır. Kimya laboratuvarları genel olarak üretim hizmeti sağlamaktadır. Üretim sırasında kullanılan ürünlerin fazlalık kısımları artmaktadır. Bu durum depolar içerisinde sürekli olarak maddelerin var olmasına sebep olmaktadır.

Deoplama faaliyetlerinin birincil kuralı, Güvenlik Bilgi Formları olarak ele alınan GBF'lerin üreticiden mutlak suretle alınması olarak değerlendirilmektedir. Laboratuvarlar içerisine alınan bütün kimyasalların GBF'lerinin dosyalanarak bilgisayar gibi dijital ortamlarda saklanması gerekmektedir. Bazı kimyasallar, farklı depolama alanlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle soğuk depo, yangın, patlama ve özel havalandırma gibi ekstrem özellikler arz eden ürünlerin belirlenmesi ve şartlara uygun depolanması gerekmektedir (Serda, 2015).

Şekil 2.6'da güvenlik bilgi formu verilmiştir.



GÜVENLİK BİLGİ FORMU

SODYUM HİPOKLORİT

GBF NO : 200-003
TARİH : EYLÜL 98 **CAS NO: 7681 - 529-9**

1-) KİMYASAL MADDE VEYA ÜRÜNÜN VE FİRMANIN TANIMI

Ürün adı	: Sodyum hipoklorit
Formül	: NaOCl
Üretici firma	:Ak-Kim Kimya Sanayi ve Tic. A.Ş., Süleyman Seba Cad. Acısu Sok. Taşlık Apt. No: 13 34357 Maçka – İstanbul / TURKİYE (www.akkim.com.tr)
Acil telefon numarası	: 00 (90) (212) 2583122 **Fax:** 00 (90) (212) 259 12 92

2-) KİMYASAL BİLEŞİMİ

Maddenin kimyasal adı	: Sodyum hipoklorit (NaOCl)
Sinonimleri	: Hipo, Ağartıcı, Javel suyu, temizlik maddesi
Sınıf & Sembol	: Sınıf - E, sınıf D.2B:

3-) TEHLİKE TANIMI

En önemli tehkikesi	: --
Spesifik tehlikeleri	: Alevlenebilirlik: Yanıcı değildir. Yangın söndürülünce kapları maksimum mesafeden suyla soğutun. Parlama noktası ve tayin yöntemi söz konusu değil Üst ve Alt alevlenme limiti : Yanıcı değildir. Otomatik yanma noktası :Yok

4-) İLK YARDIM ÖNLEMLERİ

Teneffüs edilirse	: Hastayı açık havaya çıkarın. Solunumu ve kalp atışlarını kontrol edin. Nefes almıyorsa suni teneffüs yaptırın. Güçlükle soluyorsa oksijen verin. Derhal doktor çağırın.
Cilde temas ederse	: Mümkün oldukça çabuk kirlenen alanı ılık ve nazik akan suyla en az 15 dakika yıkayın. Kirlenen elbise ve ayakkabıları akan su altında çıkarın. Doktor çağırın.
Gözle temas ederse	: Derhal kirlenen gözü göz kapağını açık tutarak, ılık ve nazik akan suyla en az 20 dakika yıkayın. Temiz göze kirli suların gelmemesine dikkat edin. Doktor çağırın.
Yutulursa	: Kusturmayın. Bilinç yerinde değilse ağızdan hiçbirşey vermeyin. Solunumu ve kalp atışlarını kontrol edin. Nefes almıyorsa eğitilmiş personel tarafından suni teneffüs yaptırılmalıdır. Kalp atışları yoksa kalp masajı yapın. Bilinci yerindeyse derhal bir fincan (250-300 ml) su içirin. Her 10 dakikada 1 fincan su içirin. Kendiliğinden kusarsa ağzı yıkayın ve su vermeye devam edin. Hemen doktor çağırın.

Şekil 2.6 : Güvenlik bilgi formu

Depolanacak olan kimyasal ürünlerin yan yana durdukları zaman tehlike meydana getirebilecekleri gözlemlenmektedir. Birbirlerine yakın durmaması gereken maddelerin tanınması ve ayrıştırılması gerekmektedir. Birbirlerine yakın oldukları durumlarda patlamalara sebep olacak, birbirleri ile yakın temas ettiği zaman buharlarından bile etkilenecek pek çok kimyasal ürün bulunmaktadır. Bu ürünlerin düzenli ve ergonomik olarak birbirlerinden ayrılarak depolanmaları gerekmektedir.

Kimya laboratuvarları içerisinde maddenin bütün formları ile işlemler gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bir ürün birkaç formda aynı laboratuvar içerisinde bulunabilmektedir. Sıvı formda olan maddeler ile çalışılacağı ve depolanacağı zaman

alt kısmına mutlaka toplama kaplarının konması gerekmektedir. Sıvıların depolandığı şişelerde çatlamalar ve kırılmalar meydana geldiği zaman, toplama kapları bir süre daha güvenlik sağlayabilmektedir. Bu nedenle şişelerin her iş sonunda ve iş başında kontrolünün sağlanması gerekmektedir. Toplama kaplarının kullanıldığı süreçlerde kimyasal maddelerin özellikleri büyük bir önem arz etmektedir. Plastik bir kabı eritebilecek bir maddenin altına plastik bir toplama kabının konması, tehdidin artmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle personellerin ürünlerini tanıması büyük bir önem arz etmektedir.

Depolama sırasında dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise ergonomik düzenin sağlanması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu düzen, ürünün kimyasal özelliklerinin yanı sıra genel geçer kurallar ile sabitlenmektedir. Büyük ve ağır kaplar daha aşağıdaki raflara, hafif ve küçük kaplar ise daha yukarlardaki alanlara yerleştirilerek ergonomik alan güvenliği sağlanabilmektedir. Kimyasal maddelerin depolandığı alanlarda, bir sorumlunun belirlenmesi gerekmektedir. Sorumlu kişinin haberi ve dahli olmadan herhangi birinin kimyasal bir ürün almaması gerekmektedir. Depolama sorumlusunun ürün alan herkesi ne kadar ürün aldığı ile birlikte kontrol etmeli, geri dönüşlerde ise ne kadar ürünü kullandığını belirleyerek kaydetmelidir. Depo sorumlusu, kimyasal ürünleri vermeden önce ilgili GBF'leri okuyarak, kullanıcıyı bilgilendirmesi gerekmektedir. Deponun bilgisayar ortamında bir haritasını çıkararak, hangi ürünün nerede konumlandığını belirlemesi gerekmektedir (Serda, 2015).

Kimyasal laboratuvarlar içerisinde araştırma sırasında kullanılan ürünler, bir başka araştırmada da kullanılmayacağı için laboratuvarların depolarında kalmaktadır. Bir başka üniversitede, benzer bir araştırma yapan kimyagerler ise bağımsız olarak sözü edilen ürünleri temin etmektedir. Bu süreç depolama alanlarında gereksiz risklerin yaşanmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yeni araştırmalar yapacak olan laboratuvarlara fazladan maliyet çıkarmaktadır. Bunun engellenebilmesi adına bir sistemin hazırlanarak ve ulusal anlamda bütün laboratuvarların bu sistem sayesinde birbirinden ürün alışverişi sağlamalarının büyük bir kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmacılar, kullanmayacakları kimyasalları sistem içerisinden paylaşarak diğer araştırmacıların görmesini sağlamak günümüz teknolojisi ile gayet

mümkün olmaktadır. Bu sayede kullanımı sağlanacak olan madde miktarı da ciddi oranda azalabilmektedir.

Kimya laboratuvarlarının çalışmalarının sonucunda pek çok atık meydana gelmektedir. Bu atıkların ve atık potansiyellerinin bizzat Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan "Atık Yönetimi Yönetmeliği" ekseninde uzaklaştırılması ve zararsız hale getirilmesi gerekmektedir. Bütün laboratuvarların kendi ortaya çıkardıkları atıklarını, sözü edilen yönetmeliğe göre sınıflandırması gerekmektedir Yine bu yönetmelik içerisinde belirtilenlere göre maddenin zararsız hele getirilmesi mümkün olmaktadır. Bu eksende laboratuvar ortamları içerisinde uyulması gereken temel kurullar ilgili yönetmeliğin uyarılarına göre aşağıda maddeler halinde ele alınmaktadır (Kerimak Öner, 2015);

- Laboratuvarda faaliyet yürütülen alanların sürekli olarak temizlenmesi gerekmektedir.
- Laboratuvar çalışmalarının sonucunda kullanılan alanlar ve ürün kaplarının mutlak suretle temizlenmesi gerekmektedir.
- Laboratuvar ortamlarında kimyasal ürünlerin ya da numunelerin dökülmesi sonucunda olabilecek en hızlı şekilde gerekli temizliği, ürünün türü ve özelliğine göre gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca laboratuvar sorumlusunun bu durumdan haberdar edilmesi gerekmektedir.
- Tüp içerisinde korunan bir sıvı ısıtılması gerektiği zaman, tüp, yukarıdan aşağıya doğru yavaş ve sakin bir şekilde ısıtılmadır. Tüp çok narin ve yavaş şekilde sallanmalıdır. Tüpün ağız kısmının, bir başkasına ya da çalışanının bizzat kendisine dönük olmaması gerekmektedir.
- Benzen, karbonsülfür ve benzen gibi yüksek derecede uçucu olan maddeler ne kadar uzak olursa olsun, bu ürünlerin çalışıldığı laboratuvarlar içerisinde ateşin olmamasının sağlanması gerekmektedir. Eter buharının 5 ve daha uzak mesafeden bile yanabileceği bilinmektedir. Yüksek seviyede buharlaşan eter, o mesafelerden ciddi yangınlara sebep olabilmektedir. Sülfürik asit, hidroklorik asit, nitrik asit gibi maddelerin yanı sıra bromür, hidrojen sülfür gibi zehirli gaz barındıran maddeler, yanıcı ve toksik

maddeler ile çalışıldığı sırada çeker ocaklarının aktif hale getirilmesi gerekmektedir.

- Cıva gibi yüksek seviyede zararlı ürünlerin dökülmesi durumunda, vakum kaynağı ya da köpük şeklinde sentetik süngerler yardımı ile toplanması gerekmektedir. Dökülen miktar çekilemeyecek kadar eser seviyede ise, düştüğü alan üzerine toz şeklinde kükürt serpilerek dökülen madde sülfürlü bir bileşik haline getirilerek zararsız bir hale getirilmesi gerekmektedir. Termometre gibi içerisinde cıva barındıran ürünlerin atıklarının asla lavabo ya da çöp gibi yerlere dökülmemesi, ilgili yönetmeliğe göre zararsızlaştırılması gerekmektedir.
- Kimyasal ürünlerin taşınması sırasında mutlak suretle taşıyıcının iki elini de kullanması gerekmektedir. Bir eli ile üst kapak kısmından tutarken bir eli ile alt kısmından destek sağlaması gerekmektedir. Desikatör gibi ürünlerin taşınması sırasında iki el mutlaka hem üst kapağı hem de ana kısmı birlikte tutulması gerekmektedir. Desikatör kapaklarının arada sırada vazelin kullanılarak yağlanması gerekmektedir.
- Asit gibi aşındırmaya sebep olan yakıcı maddeler deri üzerine damladığı ya da sıçradığı durumlarda, yönetmeliğe uygun şekilde ön muamelenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yapılan ön muamele sonrasında bol su kullanılarak bölgenin temizlenmesi gerekmektedir.
- Laboratuvar çalışmaları sonucunda ortaya çıkan atıklar, ilgili yönetmeliğe göre uzaklaştırılarak çalışmaların sona erdirilmesi gerekmektedir.
- Laboratuvar malzemelerinin temizliği aşamasında sorumluların eldiven gibi gerekli koruyucu kıyafetleri giymeleri gerekmektedir. Gereken ürünlerde gözlüklerin takılması zorunluluk olarak değerlendirilmektedir.
- Çözeltilerin ihtiyaca yönelik şekilde hazırlanması gerekmektedir. Çözeltinin hazırlanması sırasında kimyasallara ait olan GBF'lerin dikkate alınması gerekmektedir.
- Korozyona sebep olan maddeler ile çözeltilerin hazırlanması sırasında koruyucu gözlüklerin mutlak suretle takılması gerekmektedir. Asitler üzerine su ilave edilmemesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Asit içerisine su karıştırılmasının gerekli olduğu durumlarda suyun, azar azar ve yavaşça dökülmesi büyük bir önem arz etmektedir. Çözelti için kullanılacak olan

maddelerin tamamı, stok kaplarından gerektiği kadar alınarak kullanılması gerekmektedir. Fazla gelen ürünler ise stok kabı içerisine geri koyulmalıdır.

- Pipetlerin, stok kapları içerisine doğrudan daldırılmaması gerekmektedir. Pipetlerin kullanımı sırasında puarın kullanılması gerekmektedir. Sıvıların ağız kullanılarak çekilmemesi gerekmektedir. Yüksek seviyede buharlaşma gösteren ve oda sıcaklığında çok çabuk bozulabilen ürünlerin tamamı, uygun dolaplar içerisinde, uygun koşullarda ağzı sıkı sıkıya kapalı şekilde korunmalıdır. Uçucu özellikler gösteren maddelerin en düşük + 4 derecede saklanması gerekmektedir.
- Laboratuvar yönetimi tarafından temin edilen maddelerin tamamı, kimyasal madde saklama deposu içerisinde, belirtilen yönetmelikler uygun olarak saklamalıdır. Araştırma ve uygulama projelerinin kimyasal ürünlerinin durumları, etiketler üzerine kaydedilerek saklanması gerekmektedir.
- Kimyasal ürünlerin saklanması sırasında alfabetik ve numerik kodların kullanılması, işin daha kolay hale gelmesini sağlamaktadır.
- Satın alımı sağlanan ürünlerin tamamının envanter içerisine kaydedilmesi ve GBF dosyalarının saklanması gerekmektedir. Azalan kimyasal ürünlerin kaydı tutularak ilgili birimlere bildirilmesi gerekmektedir.
- Kimyasallar, ürünler, çözeltiler ve numuneler mutlak suretle etiketlenerek saklanmalıdır. Etiketlerin üzerinde hazırlanma tarihi, kullanma tarihi, son kullanma tarihi, numune sahibi gibi bilgilerin eklenmesi gerekmektedir. Sözü edilen maddelerin yeni bir kaba aktarılmasının ardından etiketin değiştirilmesi gerekmektedir.

2.8.1. Kimyasalların yönetimi ve depolanması

Sıvı, katı ve gaz formundaki kimyasalların mevzuata uygun şekilde sınıflandırılması ve depolanması ve son derece önemli ve bir o kadar zor bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle tehlikeli kimyasalların yönetimi büyük önem taşımaktadır.

Laboratuvarlar içerisinde etkin iş dağılımı yapılarak tehlikeli kimyasallar ile yapılacak çalışmalar içerisinde en düşük seviyede çalışan sayısının en düşük seviyede tutulması gerekmektedir. Laboratuvarlarda çalışanların maruz kalacakları

kimyasal madde seviyeleri ve maruziyet sürelerinin mümkün mertebede en düşük seviyeye indirgenmelidir. Standartlarda ve mevzuatlar içerisinde ifade edilen eşik değerlerinin aşılamaması adına işverenlerin iş ortamlarında ölçümler de dahil bütün tedbirleri almaları gerekmektedir. Laboratuvar, çalışmaları içerisinde risk kontrol hiyerarşisine göre ikame yöntemleri ile tehlikeli bir durumun çok daha az tehlikeli bir durum ile değiştirilebilmesi sureti ile önlemlerin alınması gerekmektedir. Laboratuvarların fiziki koşulları, sürekli olarak düzenli ve temiz tutulması büyük önem arz etmektedir. Laboratuvar çalışanlarına yönelik olarak kişisel hijyen adına uygun koşuların sağlanması gerekmektedir. Laboratuvarlar içerisindeki bütün cihazlar ve ekipmanlar sürekli şekilde kontrol altında tutulmaktadır. Periyodik kontrollerinin mutlak suretle denetlenmelidir. Sıvı durumdaki oksijen, argon ve azot depolama tanklarının yerleştirilmesi ekseninde asgari anlamda güvenlik uzaklıklarına uyularak patlama basınçlarının etkilerini azaltacak düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Zararlı çözeltiler uygun görülen depolama raflarına konulması gerekmektedir. Sızıntı halinde ise etraflarına taşma kaplarının tasarlanması gerekmektedir. Tehlikeli kimyasalların içerisinde bulundukları kapların taşınması durumunda tepsiler ve kovalar içerisinde taşınması gerekmektedir. Kullanımı sağlanacak olan tehlikeli kimyasalların atık ve artıkların laboratuvarlardan depolanması ve taşınması adına kanuna uygun şekilde düzenlemelerin yapılması büyük bir önem arz etmektedir. Alınan bütün önlemlerin sürekliliğinin sağlanması ve etkinliklerinin sağlamak adına gerekli olan kontrol ve denetim sağlanmalıdır.

Toksik, parlayıcı, patlayıcı tipte bulunan kimyasal maddeler, yangına karşı dayanıklılık gösteren güvenlik dolaplarında saklanması gerekmektedir. Depo odaları da serin ve iyi şekilde havalandırma sistemlerine sahip olması gerekmektedir. Kimyasal depoları birbirlerine çok bitişik şekilde olmaması gerekmektedir. Özellikle birbirleri ile reaksiyona girebilmesi muhtemel olan kimyasallar bir arada uygun depolar içerisinde saklanmalıdır. Buna rağmen aynı depo içerisinde bulundurulmamaları gereken maddelerin birbirlerinden ayrı ve uzak alanlarda bulunması gerekmektedir.

Tablo 2.11'de birbiriyle karışmaması gereken kimyasallar ve Şekil 2.7'de kimyasalların güvenli depolanması verilmiştir (Merck, 2007).

Tablo 2.11 : Birbiriyle karışmaması gereken kimyasallar

Kimyasal	**Karışmaması Gereken Kimyasallar**
Aktif karbon	Kalsiyum hipoklorit, oksidan maddeler
Alkali metaller (Na,K vb.)	Hidrokarbonlar ve sulu çözeltileri, su
Amonyak	Cıva, klor, iyot, brom, kalsiyum
Amonyum nitrat	Toz halindeki metaller, yanıcı sıvılar, kükürt, kloratlar, tüm asitler, nitritler
Anilin	Hidrojen peroksit, nitrik asit
Asetik asit	Kromik asit, nitrik asit, hidroksil içeren bileşikler, etilen glikol, perklorik asit, peroksitler, permanganatlar
Asetilen	Flor, klor, brom, bakır, cıva, gümüş
Aseton	Derin nitrik asit, derin sülfürik asit
Bakır	Asetilen, hidrojen peroksit
Brom	Amonyak, asetilen, butan ve diğer petrol gazları, turpentin
Cıva	Asetilen, amonyak
Flor	Bütün maddeler
Gümüş	Asetilen, oksalik asit, tartarik asit, amonyak, karbondioksit
Hidroflorik asit	Amonyak
Hidrojen peroksit	Bakır, krom, demir, metal ve metal tuzları, yanıcı sıvılar, anilin, nitrometan
Hidrojen sülfür	Nitrik asit, oksidan maddeler
Hidrokarbonlar	Flor, klor, brom, kromik asit, sodyum peroksit (benzen, eter)
Hidrosiyanik asit	Nitrik asit, alkaliler
İyot	Asetilen, amonyak
Kalsiyum oksit	Su
Klor	Amonyak, asetilen, butan ve diğer petrol gazları, turpentin
Kloratlar	Amonyak, toz halindeki metaller
Kromik asit	Asetik asit, gliserin, bazı alkoller, yanıcı sıvılar, turpentin
Kükürtlü hidrojen	Nitrik asit, oksidan gazlar
Nitrik asit	Asetik asit, anilin, asetilen, hidrojen asit, hidrojen sülfür, yanıcı sıvılar ve gazlar
Oksijen	Yağlar, gres, hidrojen, yanıcı sıvılar, yanıcı katılar ve yanıcı gazlar
Oksalik asit	Gümüş, cıva
Perklorik asit	Asetik anhidrit, alkoller, karbon tetraklorür, karbon dioksit
Potasyum permanganat	Gliserin, etilen glikol, benzaldehit, sülfürik asit
Hidrokarbonatlar	Amonyum tuzları, amonyum nitrat, amonyum karbonatlar
Sülfürik asit	Kloratlar, perkloratlar, permanganatlar
Yanıcı sıvılar	Amonyum nitrat, kromik asit, hidrojen peroksit, nitrik asit, halojenler



Şekil 2.7 : Kimyasalların güvenli depolanması

Laboratuvarlarda kullanılacak olan kimyasalların depolanması sırasında ilk olarak yapılması gereken ilk faaliyet güncel bir envanter çalışmasının yürütülmesi gerekmektedir. Sözü edilen çalışma laboratuvarlar içerisinde yürütülecek olan çalışmalarda kullanılacak olan maddeler ve bu maddelerin taşıdıkları olası tehlikeleri ile alakalı yeterli bilgiye sahip olan kalifiye personeller tarafından titizlikle yürütülmesi gerekmektedir. Kimyasalların envanterinin oluşturulması sırasında, gereken KKD'lerin mutlak olarak kullanılması gerekmektedir. Daha önceden oluşturulacak olan kontrol listeleri ile de potansiyel olan tehlikelerin çalışmaların başladığı zaman ve çalışmanın sonuçlarında belirlenmesi gerekmektedir.

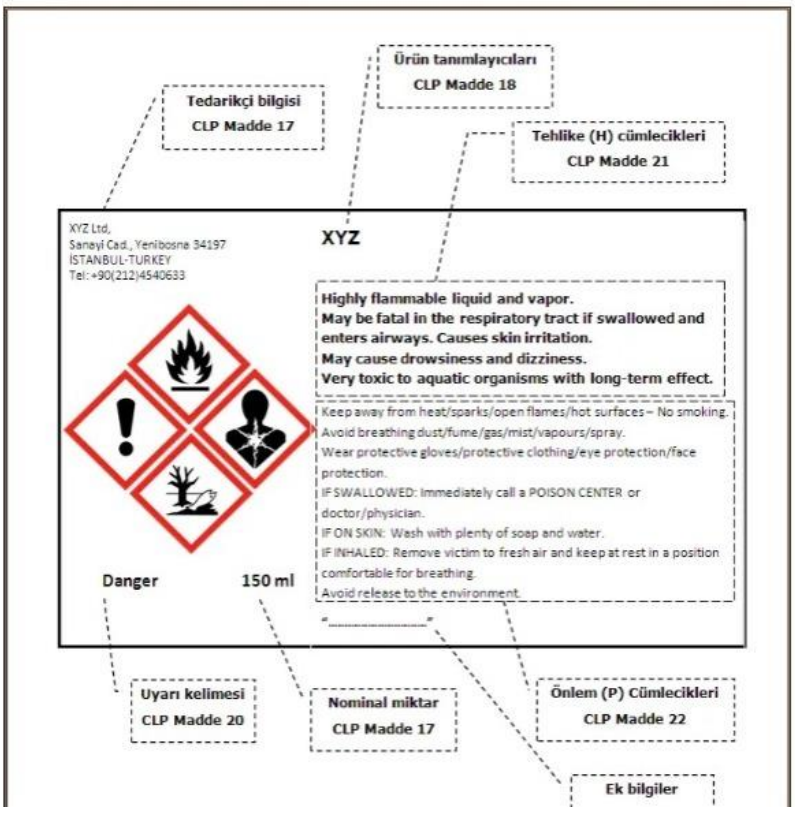
Kimyasal maddelerin taşınma ve depolanma işlemlerinin güvenli olarak yapılabilmesi adına bulundukları ambalajların/kapların üzerinde düzgün bir kimyasal etiketlemesinin yapılması büyük bir önem arz etmektedir. Laboratuvar ortamlarında "bilinmeyen" kimyasallar meydana getirmekten kaçınılması gerekmektedir. Etiketleme ile bütün risk faktörleri tanımlanarak kimyasalları tanıyan ve meydana gelebilecek negatif durumlardan haberdar olacak şekilde faaliyet gösterenler, doğru müdahale konusunda meydana gelebilecek olan hasarları da en düşük seviyeye indirilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede;

- Laboratuvarlar içerisinde işlemler sırasında kullanılacak olan bütün kimyasallar ile prosesteki ürünler etkilenerek personellerin bilgi sahibi olmasının sağlanması gerekmektedir.
- Kimyasallar üzerindeki hayati önemi bulunan bütün bilgilerin yer alması gerekmektedir.
- Çözelti ya da numuneler eğer başka bir kaba transferi sağlanması gerektiği zaman kesin suretle aktarılacak kabın da etiketlenmesi gerekmektedir.

Şekil 2.8'de eski etiket bilgileri ve Şekil 2.9'da yeni etiket bilgileri verilmiştir.



Şekil 2.8 : Eski etiket bilgileri



Şekil 2.9 : Yeni etiket bilgileri

2.8.2. Kişisel güvenlik kapsamında koruyucu ekipman ve donanımlar

Laboratuvar ortamlarında yürütülen çalışmalar sırasında tehlikeli kimyasal ürünlerin ortam içerisine dökülmesi, sızması, saçılması ya da laboratuvarlarda iş görenlerin kimyasallara temas etmesi gibi kazalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle laboratuvar çalışanlarını böylesi tehlikelerden koruyabilmek adına mutlaka uygun olan kişisel koruyucu olan donanımların kullanılması gerekmektedir. Laboratuvarlar ile alakalı kimyasal malzemelerin depolandığı alanlar içerisinde aşağıda verilen gerekli ekipmanların yerlerini öğrenmeleri ve etkin şekilde kullanılması gerekmektedir (Hazman, 2016, s. 77):

- Laboratuvar giriş, çıkış ve kaçış gibi yönlendirme işaretleri,
- Yangın alarm sistemleri,
- Yangın söndürücüler,
- Yangın battaniyeleri,
- Acil tahliye planları ve toplanma yerleri,
- Acil kapatma anahtarları
- Göz yıkama duşları
- Acil vücut yıkama duşları
- İkaz işaretleri
- Koruyucu donanım, malzeme ve kıyafet yerleri
- Kimyasal dökülme ve saçılmalarında kullanılacak olan maddeler ve ürünler

Şekil 2.10'da laboratuvarlarda kullanılan çeşitli KKD örnekleri verilmiştir.



Şekil 2.10 : Laboratuvarlarda kullanılan çeşitli KKD örnekleri

2.9. Kıymetli Metal Analizlerinin Yapıldığı Laboratuvar

Kıymetli metaller, doğada sınırlı bulunan, ekonomik değeri yüksek, kimyasal dirençli metallerdir. Altın, gümüş, platin ve paladyum bu grubun başlıca temsilcileridir. Altın, finansal istikrarın sembolü olarak külçe yatırımlarda, metali paralarda ve mücevherat sektöründe kullanılırken; gümüş hem mücevherat hem de endüstriyel uygulamalarda kritik rol oynar. Platin grubu metaller ise otomotiv katalizörlerinden tıbbi implantlara kadar hayati sektörlerde yer alır. Bu metallerin değeri, saflık derecelerine (ayar) doğrudan bağlıdır. Dolayısıyla darphane, rafineri ve kuyumculuk laboratuvarları, kıymetli metallerin ayar tespiti, bileşim analizi ve kalite sertifikasyonu için vazgeçilmezdir. Bu laboratuvarlar olmadan, yatırım araçlarının güvenilirliği, uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği ve tüketici güveni sağlanamaz.

Kıymetli metal analiz laboratuvarlarında iş akışı titizlikle planlanır. İlk adım, gelen külçe veya metali paralardan temsili numunelerin alınmasıdır. Masa matkabı ile mikro örnekleme yapılarak ana malzemeye zarar verilmez. Ardından, X-ışını floresans (XRF) cihazıyla tahribatsız ön tarama gerçekleştirilir; bu işlem metal bileşimini iki dakika gibi kısa sürede belirler. Yüksek doğruluk gerektiren durumlarda, örneğin resmi külçe sertifikasyonunda, altın için kupelasyon yöntemi devreye girer. Bu klasik yöntemde numune 1100°C'de kurşun oksit ile eritilir ve saf metal ayrıştırılır. Gümüş analizlerinde ise potansiyometrik titrasyon tercih edilir; nitrik asit çözeltisi ile ayar tespiti yapılır. Tüm bu süreçler, uluslararası standartlar (ISO 11426, LBMA kılavuzları) çerçevesinde yürütülür. Sonuçlar, dijital ortamda

raporlanır ve ilgili kurumlara iletilir. Bu laboratuvarlar aynı zamanda elektronik atıklardan altın geri kazanımı gibi sürdürülebilirlik projelerine de destek verir.

Kıymetli metal laboratuvarlarının toplumsal ekonomiye katkısı çok yönlüdür. Birincil işlevi, tağşişin önlenmesidir. Örneğin, yoğunluk testi ile saf altının (19.3 g/cm³) taklitlerden ayırt edilmesi, piyasa güvenini korur. İkincil olarak, uluslararası ticarette zorunlu olan sertifikasyonu sağlarlar. Londra Külçe Piyasası Birliği (LBMA) onayı olmayan altın külçeleri küresel piyasalarda kabul görmez. Türkiye Cumhuriyeti Darphanesi gibi kurumlar da analiz raporlarını gümrük süreçlerinde talep eder. Üçüncü katkı ise kaynak verimliliğidir. Rafineriler, laboratuvar analizleri sayesinde alaşımları optimize ederek üretim maliyetlerini düşürür. Örneğin, platin-paladyum alaşımındaki nikel oranının kontrolü, ürün dayanıklılığını artırır. Ayrıca, elektronik atıklardan kazanılan mikro altın miktarının ölçümü (ICP-MS ile), döngüsel ekonomiye katkı sunar. Bu laboratuvarların regülasyonlara uyumu da stratejiktir; ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC) gibi kurumlar, rezerv raporlamalarında analiz belgelerini zorunlu kılar.

Laboratuvar ortamındaki riskler, özel önlemler gerektirir. Kimyasal tehlikelerin başında aqua regia (nitrik asit + hidroklorik asit) buharı gelir. Bu nedenle, tüm çözündürme işlemleri vakumlu davlumbazlarda yapılmalıdır. Personelin korunması için toz ve partikül risklerinde FFP2/FFP3 maskeler, asit buharı ve gaz maruziyeti bulunan işlemlerde ise ABEK filtreli maskeler kullanılmaktadır. XRF cihazlarından yayılan iyonize radyasyon ise fiziksel bir risktir; kurşun kaplı odalar ve periyodik radyasyon ölçümleri zorunludur. İş sağlığı protokolleri kapsamında, tüm çalışanlar ISO 17025 kalite standardı eğitimini alır.

2.10. Kıymetli Metallere Uygulanan Analiz Metotları

Analizinin sağlanması amacı ile seçimi yapılan örneklerin barındırdıkları kıymetli metal seviyelerinin ön belirlenmesinin ve analize hazırlık süreçlerinin hesaplarının yapılabilmesi adına tahribat olmadan analiz yöntemi olarak kabul edilen X-Işını Floresansı (XRF) Analiz Metodu uygulanmaktadır.

Ön analiz işleminin tamamlanması sağlanan numunelerin barındırdıkları kıymetli metal türlerine göre, altının ayar tespitinde kupelasyon tekniği, gümüş ayarının tespitinde potansiyometri tekniği, platin ayarın tespitinde çöktürme tekniği ya da paladyum ayarının tespit edilmesinde çöktürme yöntemi kullanılarak kimyasal analizleri gerçekleştirilmektedir.

2.10.1. Altın analizi

Doğal durumda olan altının, insanoğlu tarafından yararlandıkları ilk metal olduğu düşünülmektedir. Bozulmamaya uğramaması, nadir olması ve pırıltılı olması, bütün dönemlerde ilgi görmesine sebep olmuştur.

Altının atom numarası Z=79, atomun ağırlığı M=196,967 simgesi AU'dur. Geçiş elementinin Bakır olduğu bilinmektedir. Gümüş tipli elementler çizelgesinin BI sütununda bulunmaktadır.

TS EN ISO 11426 "Mücevher-Altın ziynet eşyası alaşımlarında altın tayini-Kupelasyon yöntemi (ateş deneyi) metodu uygulanmaktadır (Yürürlük tarihi: 12.04.2021).

TS ISO 15093 "Mücevher ve değerli metaller- yüksek saflıkta altın ,platin ve paladyum tayini ICP-OES ile fark metoduyla uygulanmaktadır." (Yürürlük tarihi: 30. 09.2021).

Kupelasyon tekniği kolay şekilde uygulanabilen kısa süre zarfında sonuç alınabilen, hassas ve pek çok ayar tekniğine göre çok daha fazla ekonomik olan dünyada kabul gören ve yaygın şekilde kullanımı sağlanan bir referans tekniğini ifade etmektedir. Sözü edilen tekniği kullanılmasındaki temel amaç, numunenin içerisindeki diğer bileşenleri ortamdan ayırarak saf altın elde etmektedir. Yöntem kuşunu kullanarak altın alaşımında farklı metalleri uzaklaştırma prensibine dayanmaktadır (Ocak, 2015).

Altın analizinde kullanılan teçhizatlar şu şekildedir:

- 1/100.000 hassasiyet derecesi bulunan hassas bir terazi
- Isıtma gücü yaklaşık olarak 1000-1200 ºC'ye varabilen, havalandırma etkisi sağlayacak kupelasyon fırını
- Isıya dayanan magnezyum oksit potalar
- Ayırma şişesi ya da platin sepetler
- Hadde makinesi
- Sabit durumda olan sütunlu matkap
- Asit yıkama ünitesi ve Çeker ocak
- Kuyumcu avadanlığı

2.10.2. Gümüş analizi

Gümüş denildiği zaman ilk aklımıza gelen süs eşyaları, gümüş sikkeler ve takılardır. Ancak bunlar dünya üzerinde gümüşün tüketilmesi çok küçük bölümünü meydana getirmektedir. Gümüş diğer metaller ile karşılaştırıldıkları zaman en yüksek seviyede ısıl ve elektriksel iletkenliğine sahip olan ve yansıtıcı şeklinde kullanılan metaller olarak kabul edilmektedir. Sözü edilen özellikleri sayesinde camların yansıtıcı şekilde kullanılması bağlamında elektrik iletiminin sağlanması adına şarteller üzerinde ve pek çok kimyasal reaksiyon sırasında katalizör görevinde kullanılması gibi pek çok kullanım alanı bulunmaktadır.

TS EN ISO 13756 "Mücevherler ve değerli metaller -Gümüş Tayini- Sodyum Klorür ya da Potasyum Klorür kullanılarak potansiyometri" tekniği kullanılmaktadır (Yürürlük tarihi: 08.07.2024).

TS EN ISO 11427 " ziynet eşyası ve değerli metaller- gümüş tayini- potasyum bromür kullanılarak potansiyometri" yöntemi uygulanmaktadır (Yürürlük tarihi: 08.07.2024).

TS ISO 15096 " Mücehver ve değerli metaller- Yüksek saflıkta gümüşün belirlenmesi- ICP-OES ile fark metoduyla uygulanmaktadır. (Yürürlülük tarihi: 30.09.2021).

Potansiyometrik titrasyon tekniği, mücevher ve değerli metal alaşımlarında bulunan gümüş miktarını belirlemek adına kullanılmaktadır. Bu yöntem, sodyum klorür (NaCl) veya potasyum klorür (KCl) çözeltisi kullanılarak gümüş iyonlarının çöktürülmesine ve elektrotlar kullanılarak tayin edilmesine dayanmaktadır. Gümüş analizleri titrasyon cihazı kullanma talimatlarına uygun şekilde titrasyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Aydoğdu, 2016).

Gümüş analizinde kullanılan teçhizatlar şu şekildedir:

- Gümüş elektrotlu ve motor tahriki pistonu bulunan titrasyon cihazları
- 1/100.000 hassasiyet seviyesi olan teraziler
- Hadde makinesi
- Sabit sütunlu matkap
- Asit yıkama ünitesi ve çeker ocak
- 50 mL, özellikle titrasyon cihazına uygun şekilde üretilmiş olması gerekmektedir.
- Kuyumcu avadanlığı örs, çekiç, temizleme fırçası ve maşa

2.10.3. Platin analizi

Platin, kimyasal özellikleri ve nadir bulunması nedeni ile dünya üzerindeki en pahalı metaller arasında kabul edilmektedir. Platin değerli elementler arasında en fazla kullanım alanı olan metallerdendir. Takılardan sağlık teknolojisine, kimya endüstrisinden otomotive kadar pek çok alan içerisinde aktif şekilde kullanılabilmektedir. Dünya üzerindeki platin rezervlerinin yaklaşık olarak %90'ı Güney Afrika'da yer almaktadır. Türkiye'de platin rezervi ise bulunmamaktadır. Kalay beyazı ya da gümüş, çelik gibi grisi bir metalik rengi ile özellikle kuyumculuk faaliyetlerinde sıklıkla kullanılan ve altında çok daha değerli bir metal olarak karşımıza çıkmaktadır.

TS EN ISO 11220 "Mücevherat ve değerli metaller-Platin tayini-Amonyum klorür kullanılarak gravimetri tekniği uygulanmaktadır (Yürürlülük Tarihi: 24.04.2023).

TS EN ISO 11494 “Ziynet eşyaları- platin ziynet eşyaları alaşımlarında bulunan platinin tayini- itriyumu iç standart elementi olarak ICP-OES metoduyla kullanılmaktadır (Yürürlük tarihi: 30.09.2019).

TS ISO 15093 “Mücevher ve değerli metaller- Yüksek saflıkta altın platin ve paladyum tayini- ICP – OES ile fark metoduyla kullanılmaktadır (Yürürlük tarihi: 30.09.2021).

Sözü edilen analiz, mücevherat ve değerli metallerde kullanılan platin miktarını belirleyebilmek adına amonyum klorür çökertme yöntemi ile gerçekleştirilen gravimetrik analiz işlemi tanımlanmaktadır. Bu teknik, yüksek doğruluk ve hassasiyet barındıran klasik durumda olan gravimetrik tayin tekniği şeklinde değerlendirilmektedir. Özellikle %50-99 arasında platin barındıran alaşımlar adına kullanılmaktadır (Tatlıcan ve Çöğenli, 2020).

Platin analizinde kullanılan teçhizatlar şu şekildedir:

- 1000-1200 ºC' ısıya ulaşabilen ve içerisinde havalandırma imkânı sağlayan dijital bir sıcaklık kontrolü kupelasyon fırını
- 1/100.000 hassasiyet seviyesi bulunan terazi
- Hadde makinesi
- Sabit sütunlu matkap
- Asit yıkama üniteleri ve çeker ocaklar
- 100 mL – 250 mL kapasitesi bulunan Beherler
- Yakma işlemi adına seramik ve platin kapsüller
- Süzme sırasında kullanılacak olan hassas yapıdaki süzme kağıtları ve gooch potası
- Cam baget, pens, porselen ve pens gibi yan teçhizatlar

2.10.4. Paladyum analizi

Paladyum, platin ile benzerlik gösteren platine benzeyen bir metal olarak karşımıza çıkmaktadır. İçerisindeki farklı özellikleri nedeni ile pek çok ürünün hammaddesi olarak kullanılmaktadır. En değeri üçüncü emtia metalleri arasında kabul

edilmektedir. Paladyum, kimyasal ve ekonomik anlamda en değerli metaller arasında kabul edilmektedir. Emtia değerleri olan metaller arasında platinden sonra üçüncü sıraya yerleşmektedir. Platin grubu metaller arasında kabul edilmektedir. Beyaz altın yapımının yapı taşıdır. Bazı durumlarda beyaz altın şeklinde isimlendirilmektedir. Son yıllarda üretimi sağlanan nanoteknolojik ürünlerde olağanüstü nitelikleri gösterdiği gözlemlenmektedir. En belirgin özelliği olarak hidrojeni çok daha fazla emebilme ve depolayabilmesidir. Kâşifinin ilk kez "gümüş formu" şeklinde satışa çıkardığı paladyuma yönelik dünya üzerindeki talebi 200'li yıllarda artış göstermiştir.

TS EN ISO 11490 "Ziynet eşyası ve değerli metaller-Paladyum tayini-Dimtetilglioksin ile gravimetrik tayin" işlemi uygulanmaktadır (Yürürlük tarihi: 24.04.2023).

TS EN ISO 11495 "Ziynet eşyaları- paladyum ziynet eşyaları alaşımlarında bulunan paladyumun tayini- itriyumu iç standart elementi olarak ICP-OES metodu ile uygulanmaktadır (Yürürlük tarihi: 30.09.2019).

TS ISO 15093 " Mücevher ve değerli metaller- yüksek saflıkta altın, platin ve paladyum tayini- ICP-OES ile fark metoduyla uygulanmaktadır (Yürürlük tarihi: 30.09.2021).

Bu teknik, ziynet eşyaları ve değerli olan metal alaşımlarında paladyum seviyesini belirlemek adına dimetilglioksin kullanılarak gerçekleştirilen çözünemez durumda olan bir kompleks meydana getirilerek ve daha sonra tartılması prensiplerine dayanmaktadır. Özellikle %50-99 arasında paladyum içeren alaşımların kullanılması adına uygun görülmektedir (Yılmaz, 2010).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Bu çalışma, kıymetli metal analizlerinin gerçekleştirildiği bir kimya laboratuvarında yürütülmüştür. Laboratuvarın toplam brüt alanı 220 m², net alanı 140 m²'dir ve asit odası, iki ayrı fırın odası, fiziksel analiz alanı ve tartım odası olmak üzere dört ana bölümden oluşur. Farklı görev tanımlarına sahip toplam 18 çalışan, tek vardiya düzeninde günlük 8 saatlik çalışmaktadır.

Çalışmada kullanılan başlıca ekipmanlar; kupelasyon fırını, titrasyon cihazı, hassas ve analitik teraziler, XRF ve el tipi XRF cihazları, ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma–optik emisyon spektrometre), optik emisyon spektrometre, hadde makinesi, mıknatıs cihazı, santrifüj, pnömatik tüp taşıma sistemi, otomatik otoklav, dijital mikroskop, dijital kumpas ve ısıtıcılı manyetik karıştırıcıdır.

Analizlerde yaygın olarak kullanılan kimyasallar arasında nitrik asit (HNO_3), hidroklorik asit (HCl), sülfürik asit (H_2SO_4), aqua regia, sodyum hidroksit (NaOH), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve sodyum siyanür (NaCN) yer almaktadır. Bu bileşenlerin ve yürütülen proseslerin niteliği nedeniyle laboratuvar ortamı hem fiziksel hem de kimyasal tehlikeler barındırmakta; bu yüzden risk değerlendirmesi çok disiplinli bir yaklaşımla yürütülmüştür.

Risk analizi tabloları ve hesaplamalar Microsoft Excel üzerinde yürütülmüş; HAZOP, FMEA ve JSA için yöntemlere özgü alanları içeren ayrı şablonlar (kılavuz kelimeler, RÖS alanları, iş adımı riskleri vb.) tasarlanmıştır. Veri kayıtları saha gözlemleri, çalışan görüşmeleri ve mevcut prosedür/denetim kayıtlarından derlenmiş; cihaz talimatları, Güvenlik Bilgi Formları (GBF) ve acil durum planları referans alınmıştır.

Bu çalışma; kıymetli metal analizlerinin yapıldığı laboratuvarda yürütülen numune hazırlama, asit çözme, ergitme/kupelasyon, cihaz analizi (ICP-OES, XRF) ve fiziksel iş adımları (haddeleme, tartım, kesme vb.) süreçlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesini kapsamaktadır. Riskler HAZOP, FMEA ve JSA

yöntemleriyle sistematik biçimde ele alınmış, yöntemlerin çıktıları karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Değerlendirme normal işletim koşulları temelinde yapılmış; bakım/durdurma, devreye alma ve acil durum senaryoları kapsam dışında bırakılmıştır.

Araştırma tek bir laboratuvar ve belirli bir zaman dilimi ile sınırlıdır; mevsimsel/operasyonel dalgalanmalar ile gece vardiyaları değerlendirmeye dâhil edilmemiştir. Uygulamalar örnek risk değerlendirme çalışmaları niteliğindedir; tüm olası analiz türlerini kapsamayabilir ve genellenebilirlik sınırlıdır. Ölçüm cihazları üretici standartlarına uygun kalibre edilse de cihaz hassasiyeti sonuçları etkileyebilir. Ayrıca, özellikle FMEA'da olasılık/şiddet/keşfedilebilirlik puanları ve JSA'da adım bazlı değerlendirmeler öznel yargı içerebilir; bu durum risk önceliklendirmesinde sınırlı belirsizlik yaratabilir.

Bu çalışmada, kıymetli metal analizlerinin yapıldığı laboratuvarda ortaya çıkabilecek tehlikeleri bütüncül biçimde değerlendirmek üzere üç tamamlayıcı yöntem birlikte uygulanmıştır: HAZOP, FMEA ve JSA.

HAZOP, proses değişkenlerindeki sapmaları kılavuz kelimelerle sistematik olarak inceleyerek olası tehlike ve işletilebilirlik sorunlarını ortaya koymuştur (IEC 61882:2016).

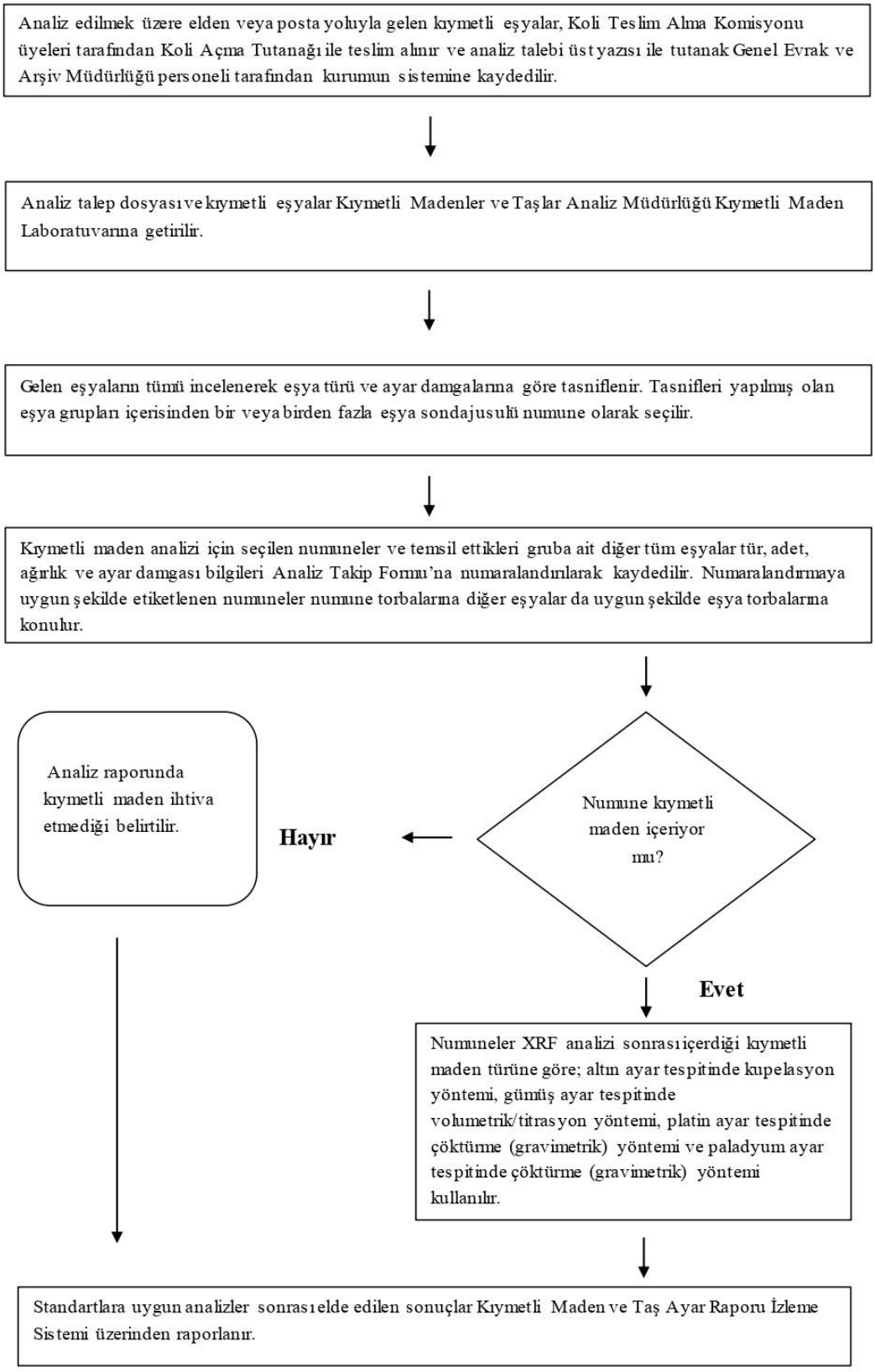
FMEA, potansiyel hata türleri ile neden–etkilerini tanımlamış ve Risk Öncelik Sayısı (RÖS) ile sayısal önceliklendirme yapmıştır (SAE J1739:2021; AIAG & VDA FMEA Handbook, 2019).

JSA, iş adımı bazlı tehlikeleri belirlemiş; kurum risk matrisi ile risk derecelendirmesi yapılarak uygun kontrol önlemleri planlanmıştır (ANSI/ASSP Z590.3-2021).

Yöntemlerin uygulanması saha gözlemleri, çalışan görüşmeleri, prosedür incelemeleri ve ölçüm verileri ile desteklenmiş; elde edilen çıktılar kapsam, uygulanabilirlik, çıktı türü ve önceliklendirme kapasitesi bakımından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

İş Akışı; laboratuvarda yürütülen uçtan-uca analiz süreci; teslim/sistem kaydı, tasnif ve sondaj usulü numune seçimi, numaralandırma, XRF ön testi ve numunenin türüne göre (altın: kupelasyon; gümüş: volumetrik/titrasyon; platin–paladyum: çöktürme) analizin gerçekleştirilmesi ile raporlama adımlarından oluşmaktadır.

Kıymetli metal analizlerinde iş akışı ile ilgili bilgiler Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Kıymetli metal analizlerinde iş akışı

Bu akış, risk değerlendirme yöntemlerinin konumlanmasını da netleştirir: HAZOP proses parametrelerindeki teknik sapmaları (akış, sıcaklık, basınç vb.) sorgular, FMEA ekipman/süreç bileşenlerindeki olası hata türlerini sayısal olarak önceliklendirir, JSA ise her iş adımı için operasyonel tehlikeleri ve kontrol adımlarını tanımlar. Böylece XRF → kupelasyon/titrasyon/çöktürme gibi kritik aşamalarda İSG kontrolleri sistematik olarak doğrulanır.

3.2. Risk Değerlendirme Yöntemleri

3.2.1. FMEA yöntemi

FMEA bir ürünün veya sistemin potansiyel hata unsurlarını ve bunların etkilerini tanımlamak için kullanılan bir risk değerlendirmesi tekniğidir. FMEA, tasarım, üretim, montaj, kullanım ve bakım gibi tüm ürün yaşam döngüsü aşamalarında kullanılabilir. FMEA, bir sistemin veya ürünün güvenilirliğini ve performansını iyileştirmeye yardımcı olmak için kullanılır. FMEA'nın genel amacı, mümkün hataları ve bunların etkilerini belirlemek ve bu hataları önlemek veya azaltmak için önlemler almaktır.

RÖS (Risk Öncelik Skoru)= = P (Olasılık) x Ş (Şiddet) x FE (Fark Edilebilirlik) (2)

FMEA risk analizi tekniği, proseste veya üründe meydana gelebilecek olan hata türlerini ve hatanın etkilerini kararlaştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca proses veya üründe meydana gelebilecek olan olası hataları öncesinde belirleyerek, bu hataların meydana gelmesine engel olur.

FMEA risk değerlendirme yönteminde kullanılan puanlama sistemi için Tablo 3.1.'de şiddetin etkisi, Tablo 3.2.'de olasılık puanları, Tablo 3.3.'te fark edilebilirlik puanları ve Tablo 3.4'te risk öncelik sırası puanları gösterilmiştir.

Tablo 3.1 : FMEA şiddet puanları

Etki	Şiddet etkisi	Derece
Uyarısız gelen tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız gelen tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok yüksek	Sistemin tamamen hasar göreceği yıkıcı etkiye sahip, ağır yaralanmalara, 3. derece yanıklara, ölüm vb. etkilere sahip hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüm, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. etkilere yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı iş göremezlik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip hata	5
Çok düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok küçük	Sistemin çalışmasında karışıklığa yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

Tablo 3.1'de, FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) yönteminde kullanılan şiddet (S) değerlerinin hangi koşullarda kaç puanla değerlendirileceğini göstermektedir. Hataların sistem, ekipman veya insan sağlığı üzerindeki etkileri 1 (etki yok) ile 10 (felakete yol açabilecek tehlike) arasında puanlanır.

Yüksek puanlar (10–8), ölüm, büyük hasar veya kitlesel etkilere yol açabilecek ciddi durumları; orta düzey puanlar (7–5), kalıcı hasar, yanık veya sistem kaybı gibi etkileri; düşük puanlar (4–2) ise hafif yaralanma veya sistemin yavaşlaması gibi daha az tehlikeli durumları ifade eder. "1" puanı ise hiçbir etki yaratmayan hataları temsil eder.

Bu puanlama, risklerin önceliklendirilmesi ve uygun kontrol önlemlerinin belirlenmesi için temel teşkil eder.

Tablo 3.2 : FMEA olasılık puanları

Hata olasılığı (O)	Hata olasılık açıklaması	Hata ihtimali	Derece
Çok yüksek	Kaçınılmaz hata	1/2'den büyük	10
		1/3	9
Yüksek	Tekrarlanan hata	1/8	8
		1/20	7
Orta	Ara sıra olan hata	1/80	6
		1/400	5
		1/2000	4
Düşük	Nispeten az olan hata	1/5000	3
		1/150000	2
Pek az	Olası olmayan hata	1/10000000	1

Tablo 3.2'de, bir hatanın gerçekleşme olasılığının sayısal olarak değerlendirilmesini sağlar. Hataların sistemde ne kadar sık meydana gelebileceği 1 (çok nadir) ile 10 (kaçınılmaz) arasında puanlanır. Örneğin; 1/2'den büyük ihtimalli hatalar 10 puanla "çok yüksek risk" olarak değerlendirilirken, 1/10.000.000 gibi oldukça nadir hatalar 1 puanla değerlendirilir. Bu puanlama, hatanın meydana gelme sıklığına göre önceliklendirme yapılmasını sağlar.

Tablo 3.3 : FMEA fark edilebilirlik puanları

FARK EDİLEBİLİRLİK	FARK EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI (FE)	DERECE
Fark edilemez	Olası hatanın nedeninin ve devam eden hatanın keşfedilme özelliği mümkün değil	10
Çok az	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği çok uzak	9
Az	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği uzak	8
Çok düşük	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği çok düşük	7
Düşük	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği düşük	6
Orta	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği orta	5
Yüksek ortalama	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği yüksek	3
Çok yüksek	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Hata nedeni ve devam eden hata keşfedilme özelliği hemen hemen kesin	1

Tablo 3.3'te, olası bir hatanın veya hata nedeninin sistemde fark edilip önlenebilme olasılığını değerlendirir. 10 puan, hatanın fark edilmesinin neredeyse imkânsız olduğu durumları; 1 puan ise hatanın neredeyse kesin olarak fark edilebildiği durumları temsil eder. Fark edilebilirlik puanı düşükse (yani 8–10 arası), sistemde erken uyarı veya hata tespiti eksik demektir. Bu değerlendirme, hata kontrol sistemlerinin yeterliliğini analiz etmeye yardımcı olur.

Aşağıda verilen Tablo 3.4'te FMEA risk öncelik sırası verilmiştir (Yavuz, 2023).

Tablo 3.4 : FMEA risk öncelik sırası

Risk Öncelik Sırası Değeri (RÖS)	**Önlem Gerekliliği**
RÖS < 40	Hemen önlem almaya gerek yoktur
40 < RÖS < 100	Önlem alınmasında fayda vardır
RÖS > 100	Mutlaka önlem alınması gereklidir

Tablo 3.4'te verilen değerler öncelik sırası değerleri FMEA analizinde hesaplanan Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerlerinin yorumlanmasını ve hangi durumlarda önlem alınması gerektiğini belirlemeye yardımcı olur. RÖS değeri, Şiddet (S) × Olasılık (O) × Fark Edilebilirlik (FE) formülüyle hesaplanır ve çıkan sonuç bu tabloya göre değerlendirilir.

- RÖS ≤ 40 (Yeşil): Hata riski düşüktür, acil önlem almaya gerek yoktur.
- 40 < RÖS ≤ 100 (Sarı): Risk orta düzeydedir, önlem alınması faydalı olabilir.
- RÖS > 100 (Kırmızı): Yüksek risklidir ve mutlaka önlem alınmalıdır.

Bu sınıflandırma sayesinde, işletme kaynakları yüksek öncelikli risklere yönlendirilerek etkili ve hedefe yönelik risk yönetimi sağlanabilir(Şahin, İ. 2024).

3.2.2.Tehlike ve işletebilme analizi (HAZOP)

HAZOP risk analizi, ilk kez 1970'li yıllarda İngiltere'de Kimyasal Endüstri Enstitüsü (Institute of Chemical Industry, ICI) tarafından kullanılan bir metot haline gelmiştir. İngiltere'de 1977 yılında ise Kimyasal Endüstri Birliği (Chemical Industries Association, CIA) tarafından bir rehber halinde yıllar içerisinde geliştirilerek bir HAZOP rehberi olarak sunulmuştur.

Bu teknik beyin fırtınası yapılarak prosesteki sapmaların durumu tespit edilip mevcut akışıyla değerlendirerek risklerin giderilmesini sağlamaktır. "Tehlike ve İşletilebilme Çalışmaları" olarak tanımlanan bu yöntem ilk başta kimya sanayinin özel tehlike potansiyelleri göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Bu metot, kazaların yaşanması halinde veya acil durum planı hazırlamak isteyen birçok firma tarafından kullanılmaya başlanmıştır. HAZOP, aynı zamanda basit makinelerin bulunduğu firmalarda ve çevreye ilişkin risk analizlerinde kullanılmaktadır.

HAZOP risk değerlendirmesi farklı alanlarda uzmanların beyin fırtınası yaparak sapmaların belirlenmesi ve bu sapmalardan meydana gelebilecek sonuçları, alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacını taşınmaktadır. Bu analizi, yapan kişilerin deneyimi bu analizin ne derece etkili olabileceğini gösterecektir. HAZOP Risk analizi yapılırken uzman seçiminde takım lideri olarak deneyimli bir iş sağlığı ve güvenliği uzmanı seçilmelidir.

HAZOP ekip üyeleri şu kişilerden oluşur:

- İşveren Vekili
- Müdür
- İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı
- Proses Mühendisi
- Sistem ve Otomasyon Mühendisi
- Elektrik Mühendisi
- İnşaat Mühendisi (Gerekli ise)

HAZOP analizinde bazı parametreler bir başka anlamı olarak anahtar kelimeler (akış, basınç, sıcaklık, zaman, konsantrasyon gibi) vardır. Bu kelimeler yapılan işe göre değişiklik göstermektedir. Tehlikeli sapmaları daha doğru değerlerle ifade edebilmek ve anahtar kelimelerin buna karşılık olarak onları tanımlamak için kullanılan kılavuz kelimeler yer almaktadır. Kılavuz kelimelerinde değerlendirilmesi yapılan endüstriye göre değişiklikler göstermektedir.

Tehlike ve işletebilme analizi, sistemin uygulanması bağlamında kaynakların tehlikelerinin tanımlanması adına kullanılmaktadır. Bu analiz ekip olarak yürütülen bir çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır. HAZOP analizi teknik anlamda basit olarak ele alınsa da hazırlanması sırasında bütün süreçlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Analiz ilk kimya sektöründe kullanılmıştır. Süreç içerisinde ise kullanılmaya devam etmektedir. HAZOP analizi içerisinde tehlikelerin yaşanma ihtimali ve meydana getireceği sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir (Alçan, 2022, s. 9).

Tehlike ve işletilebilirlik analizi, HAZOP kısaltılmasıyla bilinmektedir. HAZOP analizi önceden planlanmış ya da halihazır bulunan ürünün, işleyişin, prosedürlerin sistematik olarak değerlendirilmesidir.

Kişilere, ekipmana, çevreye veya organizasyonel hedeflere yönelerek risklerin belirlenmesine yönelik bir yöntemdir. Tecrübeli bir ekip ile birlikte yürütüldüğünde başarı kaçınılmaz olunmaktadır. HAZOP çalışmasına daha ayrıntılı uygulamada değinilmiştir.

HAZOP çalışması kılavuz ve anahtar kelimeler ile yapılır. Bir tehlikeli görülen konu

Üzerinde yoğunlaşılarak bölümlere ayrılır. Bu ayrılan bölümler üzerinde incelemelerde oluşabilecek tehlikeli durumlar ve oluşturabilecekleri riskler tespit edilir. Sonra bu kilit noktalara çeşitli sorular sorulur. Anahtar ve kılavuz kelimeler ile devam eden çalışma başlamış olunur. Önceden oluşturulan tablolara bulunan bilgiler girilir ve alınması gereken önlemler HAZOP ekibi ile tartışılarak çözüm yolu aranmaktadır.

HAZOP yönteminin kılavuz kelimeleri tablo 3.5 de gösterilmeye çalışılmıştır. HAZOP risk değerlendirme form örneği şekil 3.6 da gösterilmiştir. Bunlar hazop yöntemi uygulanırken fayda sağlayan yön gösteren çizelgelerdir.

Tablo 3.5 : Kılavuz kelimeler

Kılavuz Kelime	**Anlamı**
Hiç (None/Not)	Tasarım amacının başarıya ulaşmaması (ileri ya da geri yönde akışın olmaması, ısı aktarımının gerçekleşmemesi, reaksiyonun olmaması vb.)
Az (Less)	İşletme parametresindeki azalma (sıcaklık, basınç, akış hızı, seviye, viskozite)
Fazla (More)	İşletme parametresindeki artma (sıcaklık, basınç, akış hızı, seviye, viskozite)
Ters (Reverse)	Dizayn amacının tersi gerçekleşmesi (ters yönde akış, ısı aktarımının ters yönde gerçekleşmesi)
(Yanı sıra) (As well as)	Amaca ilave birtakım olayların ve aynı zamanda diğer ilgili faaliyetlerin mevcut olması (istenmeyen maddeler, kirleticiler, hava, buhar, korozif ürünler, ekstra faz vb.)
Diğer (...den başka) (Other than)	İstenilen durumun aksine bir işlemin gerçekleşmesi (Akışın istenmeyen bir hatta yönlenmesi ya da istenilmeyen bir ürünün elde edilmesi)
Kısmen (Part of)	İstenen durumun tam gerçekleşmemesi (Bileşimin istenen durumdan farklı olması, istenen bileşimin bulunmaması)
Erken (Early)	İstenilen zamanlamanın dizayndan farklı şekilde meydana gelmesi (Sıralı proseslerde bir işlemin diğerinden önce veya sonra başlaması)
Geç (Late)	Erken kelimesinin aynısı.

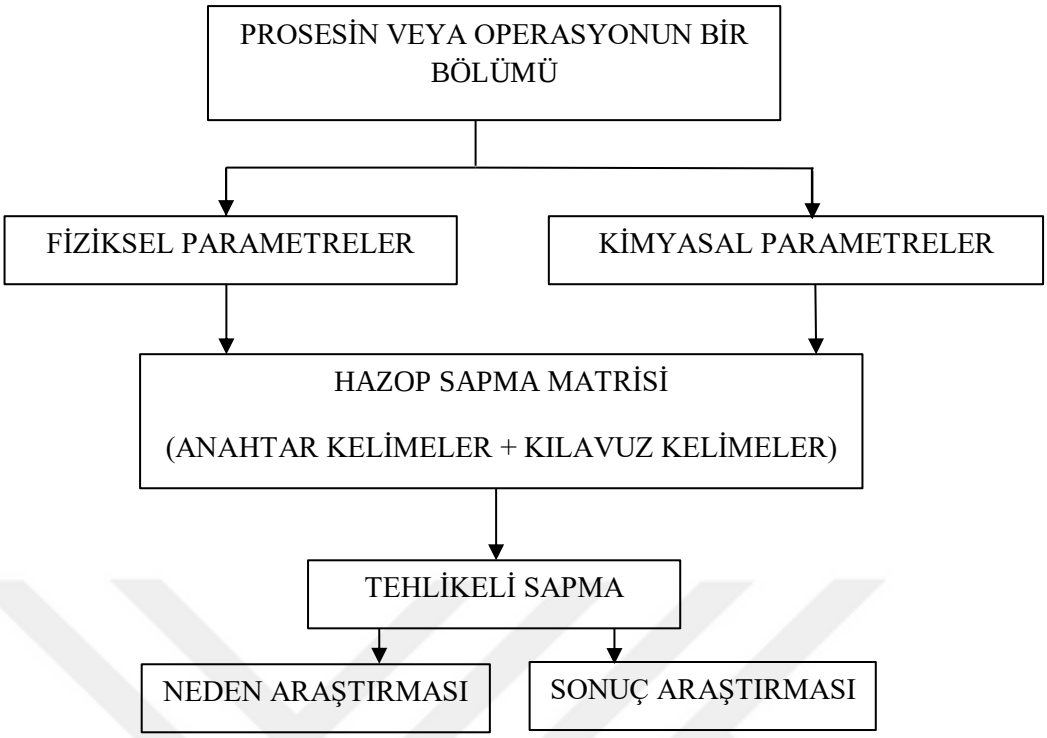
HAZOP (Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi) yönteminde kullanılan temel "kılavuz kelimeleri" ve anlamlarını özetlemektedir. Kılavuz kelimeler, proses parametrelerinde meydana gelebilecek sapmaları tanımlamak ve potansiyel tehlikeleri ortaya çıkarmak için kullanılır. Kelime grupları; sistemde hiçbir şeyin olmaması (None), azalma (Less), artma (More), ters yönde gerçekleşme (Reverse) gibi durumsal sapmaları tanımlar. Ayrıca beklenmeyen ek etkiler (As well as), istenmeyen yönlendirme veya ürün (Other than), kısmen gerçekleşme (Part of) ve zamansal sapmalar (Early, Late) gibi farklı risk senaryolarının analizine de olanak tanır. Bu kelimeler, proses sistemlerinin her bir parametresi üzerinde düşünülerek tehlikelerin sistematik olarak ortaya çıkarılmasını sağlar.

Tablo 3.6 : Risk değerlendirme form örneği

No	Kılavuz Kelime	Proses Parametresi	Sapma	Sebepler	Sonuç	Önlemler	Öneriler
1							
2							
3							

Bir proseste HAZOP yaklaşımıyla yapılacak risk değerlendirmesi için standartlaştırılmış bir form örneğidir. Her satırda belirli bir proses parametresi için olası sapmalar tanımlanmakta, bu sapmalara yol açabilecek muhtemel nedenler listelenmekte ve ortaya çıkabilecek sonuçlar ile bu riskleri azaltmaya yönelik önlemler sıralanmaktadır. Formun başında yer alan "Kılavuz Kelime" sütunu, HAZOP analizinin temelini oluşturan sapma türünü belirler (örneğin: Fazla, Ters, Hiç). Ardından bu kelimeye karşılık gelen proses parametresi (örneğin: basınç, sıcaklık, debi vb.) analiz edilir. Her bir sapma için sistematik olarak neden-sonuç ilişkisi kurularak, etkili önlemler planlanır. Özellikle kimyasal süreçlerde iş sağlığı ve güvenliği risklerinin sistematik şekilde belirlenmesi ve önceliklendirilmesi açısından kullanışlı bir analiz aracıdır.

Şekil 3.2'de HAZOP tehlikeli sapma hipotezi verilmiştir.



Şekil 3.2 : HAZOP tehlikeli sapma hipotezi

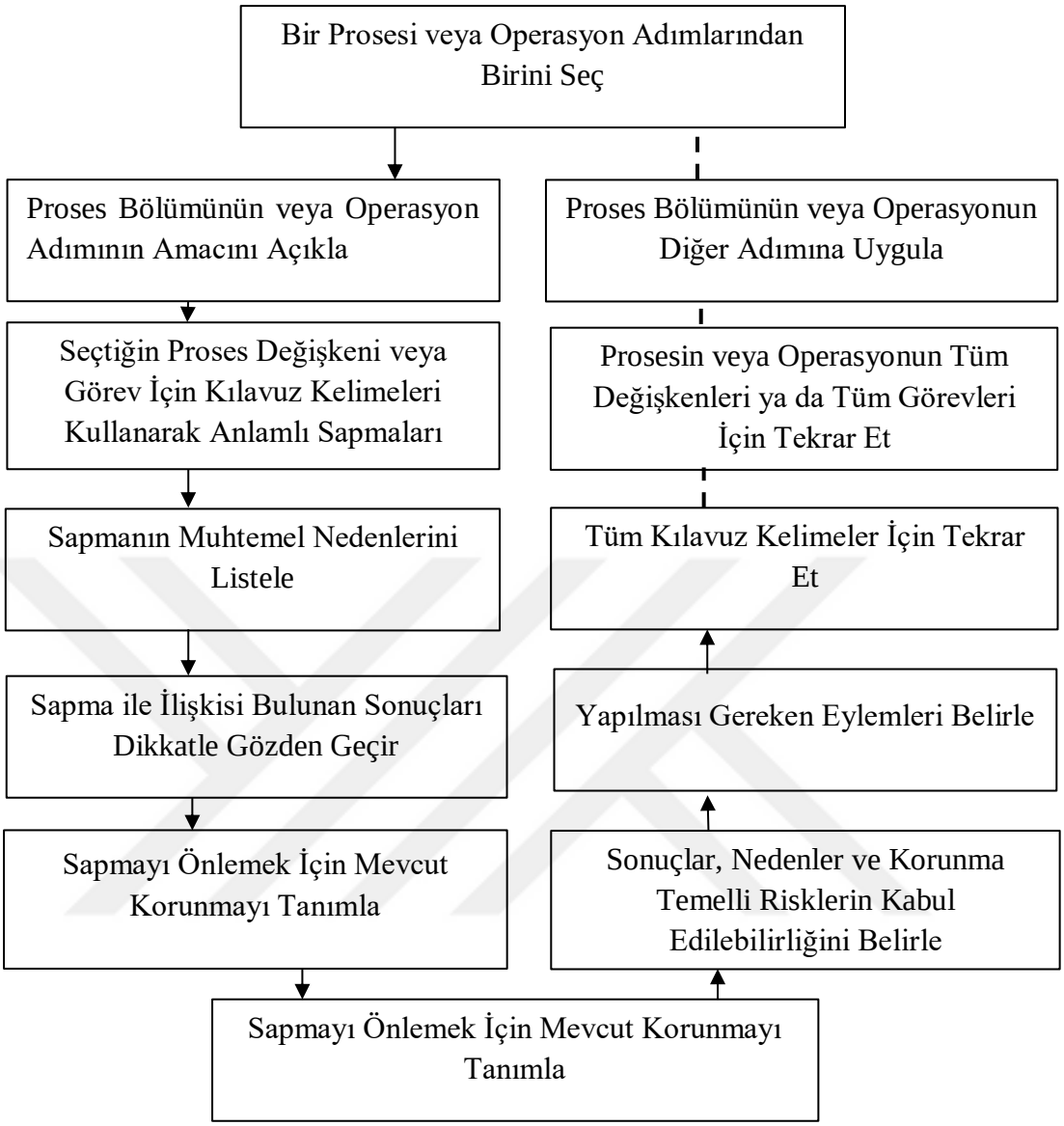
İlk adımda, incelenmek istenen prosesin bir bölümü belirlenir. Ardından bu bölüme ait fiziksel (sıcaklık, basınç, akış, seviye vb.) ve kimyasal parametreler (reaktivite, pH, konsantrasyon, bileşim vb.) ayrı ayrı ele alınır. Bu parametreler, HAZOP analizinin temelini oluşturan sapma matrisine aktarılır. Sapma matrisi, anahtar kelimeler (örneğin: akış, sıcaklık) ile kılavuz kelimeler (örneğin: fazla, az, ters) birleştirilerek oluşturulur. Bu sayede sistematik olarak olası sapmalar belirlenir.

Analizin devamında her tespit edilen tehlikeli sapma için iki temel soru sorulur:

1. Bu sapmanın nedeni nedir?
2. Bu sapma gerçekleşirse sonucu ne olur?

Bu sorgulama, hem olası arızaları önceden tespit etmeyi hem de uygun önlemleri geliştirmeyi mümkün kılar. Şema, HAZOP'un neden–sonuç ilişkisi üzerine kurulu sistematik yaklaşımını görsel olarak özetlemektedir.

Aşağıda şekil 3.3'te HAZOP takımının risk değerlendirmesi yaparken izleyeceği yol yer almaktadır.



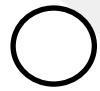
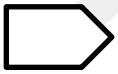
Şekil 3.3: HAZOP takımının izleyeceği aşamalar

HAZOP risk analizi için ekip oluşturulduktan sonra tüm iş prosesi ve HAZOP ekibi oluşturulduktan sonra bütün proses ve temel amacı belirtilir. Sonra proses parçalara ayrılır, bir parça seçilerek onunla ilgili parametreler (anahtar kelimeler) ve onlara karşılık gelebilecek kılavuz kelimelerle tehlikeli sapma tespit edilir. Daha sonra bu proses bölümlere ayrılır ve bu bölümler seçilerek anahtar kelime (proses parametresi) ve onlara uygun düşen kılavuz kelime belirlenerek tehlikeli sapma tespit edilir.

Proseste, uzmanlar sapmanın nedenlerini araştırır ve bir neden listeleri oluşturulur, bu kısımda ekibin deneyimi ve liderin stratejik yönlendirmeleri önemli bir rol oynar.

Tehlikeli sapmanın nedenleri belirlendikten sonra oluşabilecek sonuçları da dikkate alınarak ekip tarafından fikir alışverişi ile tespit gerçekleştirilir. Elde edilen veriler dikkate alınarak daha önce bu işyerinde bu tehlike için herhangi bir önleme yönelik bir adım atılıp atılmadığı incelenir. Tehlikeli sapma için önceden bir tedbir alınmışsa ek olarak alınması gereken tedbirler belirlenir, halihazırda alınmış bir önlem yoksa bütün tedbirler ve teslim süreside risk analizi dosyasında belirtilerek uygulanmaya başlanır.

Çalışmaya başlamadan önce ASME (American Society of Mecanical Engineers) standartına göre proses akım şemasının çıkartılması çalışmanın başarısını artıracaktır [17]. ASME standartında kullanılan semboller Şekil 3.4'te verilmiştir.

Sembol	**Aktivite**	**Çoğunlukla Sonucu**
	Operasyon	Ürün, başarılan adım, prosesteki ilerleme adımı, değişiklik adımı
	Denetleme	Kantitatif veya kalitatif uygulanan
	Taşıma	Nakliye veya Taşıma
	Gecikme	Müdahale, Çatışma, Engel veya Gecikme
	Depolama	Ambarda depolama, stoklama, bir bölümde tutma

Şekil 3.4 : ASME standartında kullanılan semboller

HAZOP risk değerlendirmesi güncellenmesi bazı durumlar gerekmektedir. Bunlar:

- En az beş yılda bir defa
- Prosese ilave bir yapı eklendiğinde ya da riskli bir durum meydana gelebilecek farklı bir projeye başlandığında
- Proseste kimyasallardan dolayı bir kazanın meydana gelmesi sonrasında
- Risk analizleri yapıldıktan sonra hazop ekibinin belirlediği sürelerde
- İşyerinde yapılan ortam ölçümleri ve çalışanların sağlık gözetimi sonrasında gerekli görüldüğü durumlarda
- Çalışma sırasında önemli bir değişim yaşandığında

- Proseste bakım onarım çalışmaları yapılmadan önce (Kabakulak, T. 2018 s 24-27).

3.2.3. İş güvenlik analizi (JSA)

Proje başlamadan önce:

- İş akış planına göre proje aşamalara ayrılır.
- Aşamalarda ayrı ayrı hangi işlerin yapılacağı listelenir.
- İşlerde ne gibi tehlikelerin olduğu ve bunların hangi risklere yol açacağı ve kimleri etkileyeceği analiz edilir.

İşlerde ne gibi tehlikelerin olduğu ve bunların hangi risklere yol açacağı ve kimleri etkileyeceği analiz edilir.

- Beyin fırtınası, balık kılçığı diyagramı (neden sonuç ilişkisi) kullanılır.
- Belirlenen riskler kendi arasında önem sırasına konur.
- Riskleri kontrol altına almak için gerekli tedbirler belirlenir ve tedbirler sonrasında riskler yeniden derecelendirilir.
- Tüm çalışmalar kayıt altına alınır.

Projenin uygulaması esnasında:

- Mevcut risk değerlendirmesi kapsamında çalışmalara başlanır
- Risk değerlendirmesinde öngörülen tedbirler uygulanır
- Öngörülemeyen tehlikeler ve riskler risk değerlendirmesine alınır ve risk değerlendirmesi güncellenir,
- Güncellenen risk değerlendirmesindeki tedbirler uygulanır ve tüm tedbirlerin devamlılıkları sağlanır
- Proje süresince risk değerlendirmesi sürekli güncel tutulur, gerekli düzeltme, güncelleme ve yenilemeler yapılır
- Tüm çalışmalar kayıt altına alınır
- Yapılan çalışmalar sürekli gözden geçirilir

Avantajları:

- Proje ile ilgili çok detaylı kontrol listeleri, güvenli çalışma metotları oluşturulmuş olur (risk değerlendirmesi ile beraber güncellenir)
- Yeni işe başlayan çalışanların eğitimlerinde bu dokümanlar çok faydalı olacaktır
- Eğitimlerde tutarlılık sağlar
- Performans değerlendirmesi sağlar
- Organizasyon, insan gücü planlaması ve koordinasyonun etkili yapılabilmesini sağlar (görev tanımlarının iyi yapılması gerekir)

1. **Adım. İş akış şemasına göre projenin aşamalarındaki işlerin listelenmesi**
   - Altın analizi
   - Gümüş analizi
   - Platin analizi
   - Paladyum analizi
2. **Adım. Listelenen işlere göre tehlike ve risklerin belirlenmesi**
3. **Adım. Risklerin derecelendirilmesi RİSK = Olasılık X Şiddet**
4. **Adım. Kontrol tedbirlerine karar verilmesi**
5. **Adım. Kontrol tedbirleri sonrası risklerin tekrar derecelendirilmesi**
6. **Adım. Kontrol Tedbirlerinin uygulanma sürecinin belirlenmesi**

Tablo 3.7'de şiddet kategorileri verilmiştir.

Tablo 3.7 : Şiddet kategorileri

ŞİDDET KATEGORİLERİ		
Açıklama	**Şiddet Kategorisi**	
Katastrofik	1	Ölüm, kalıcı iş göremezlik, geri döndürülemez ciddi çevresel etki, … TL yi geçen maddi zarar
Kritik	2	Kalıcı kısmi sakatlık, yaralanma veya en az 3 çalışanı etkileyecek meslek hastalığı, tersinir ciddi çevresel etki veya … TL'den çok … TL'den az maddi zarar
Az	3	İşgünü kaybı ile sonuçlanan yaralanma veya meslek hastalığı, tersinir çevresel etki, … TL'den çok … TL'den az maddi zarar
İhmal edilebilir	4	İşgünü kaybına sebep olmayan yaralanma veya meslek hastalığı veya … TL'den çok … TL'den az maddi zarar

Tehlikelerin etkileri dört ana kategori altında değerlendirilir ve her biri numerik olarak 1 ile 4 arasında puanlanır. Amaç, bir tehlikenin gerçekleşmesi durumunda doğurabileceği insan sağlığı, çevresel ve maddi zararları önceden öngörüp risk düzeyini belirlemektir. Bu sınıflandırma, JSA sürecinde riskin büyüklüğünü değerlendirmek, öncelik sıralaması yapmak ve hangi iş adımlarına daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini belirlemek için kritik öneme sahiptir.

Tablo 3.8'de olasılık seviyeleri verilmiştir.

Tablo 3.8 : Olasılık seviyeleri

OLASILIK SEVİYELERİ	
Açıklama	**Seviye**
Sık sık / Devamlı	A
Muhtemel	B
Ara sıra	C
Uzak	D
Beklenmedik	E
Olağanüstü	F

Olasılık düzeyleri, en sık karşılaşılan olaylardan en beklenmedik durumlara kadar sıralanmıştır. A (Sık sık / Devamlı) seviyesi ise F (Olağanüstü) seviyesi arasında sınıflandırma kullanılır. Bu sınıflandırma, şiddet seviyesi ile değerlendirildiğinde risk seviyesinin belirlenmesine katkı sağlar.

Tablo 3.9'da şiddet seviyesi verilmiştir.

Tablo 3.9 : Şiddet seviyesi

	ŞİDDET			
	Katostrofik (1)	Kritik (2)	Az (3)	İhmal edilebilir (4)
Sık sık / Devamlı (A)	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Ciddi
Muhtemel (B)	Yüksek	Yüksek	Ciddi	Orta
Ara sıra (C)	Yüksek	Ciddi	Orta	Orta
Uzak (D)	Ciddi	Orta	Orta	Düşük
Beklenmedik (E)	Orta	Orta	Düşük	Düşük
Olağanüstü (F)	Giderilmiş			

Tablo 3.9, JSA analizinde tehlikelerin hangi seviyede ele alınması gerektiğini görselleştiren kritik bir araçtır. Hem iş güvenliği uzmanlarının karar vermesini kolaylaştırır hem de çalışma ortamındaki risklerin sistematik ve öncelikli şekilde azaltılmasını sağlar.

Tablo 3.10 : Şiddet türlerine göre renk kodları

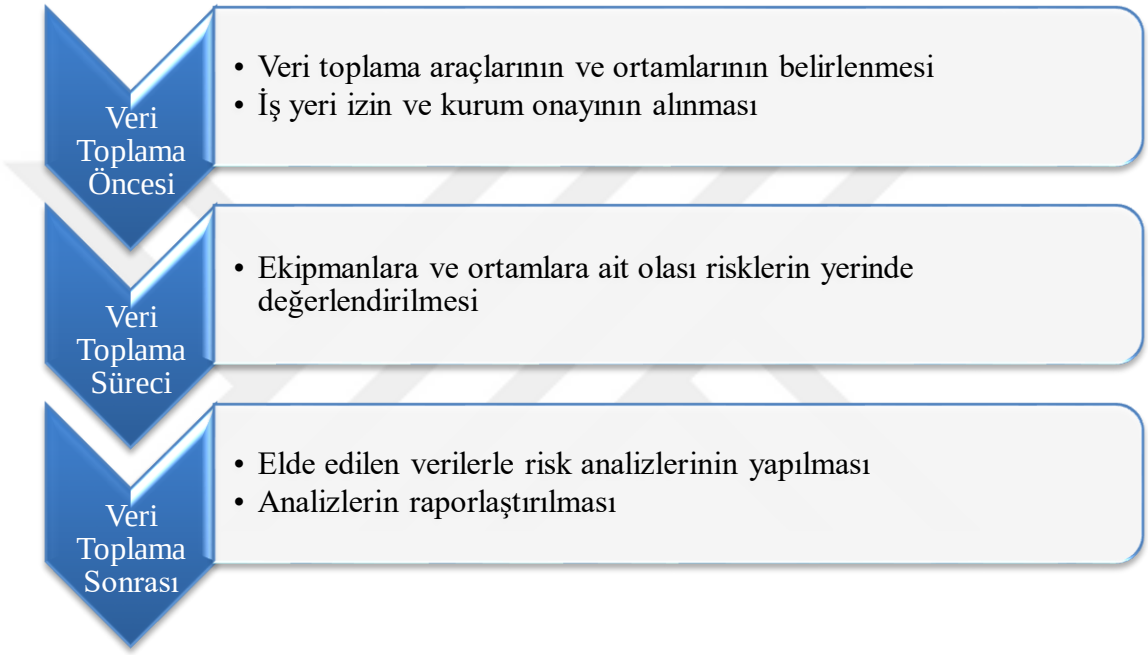
Renk Kodu	**Risk Türü**
	Kabul Edilemez Risk
	İstenmeyen Risk: Sadece daha fazla risk azaltımının uygulanamadığı veya maliyetin elde edilen iyileştirme ile fazlaca oransız olması durumunda kabul edilebilir
	Dikkate Değer Risk: Risk azaltım maliyeti elde edilen iyileşmeden fazla olacak ise kabul edilebilir
	Kabul Edilebilir Risk
	Giderilmiş olan risk: Kontrol tedbiri olarak eğitim, KKD, denetim vb. çalışanın inisiyatifine bağlı tedbirler söz konusu ise risk asla giderilmiş olarak belirlenemez

Tablo 3.10 iş güvenliği analizlerinde risk seviyelerinin daha anlaşılır ve hızlı değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılan renk kodlarını açıklamaktadır. JSA yöntemi kapsamında her bir iş adımı için belirlenen risklerin şiddeti ve olasılığı belirlendikten sonra, bu tablo sayesinde riskin kabul edilebilirlik durumu görsel olarak sınıflandırılır. Kırmızı renk, kabul edilemez riskleri temsil eder ve bu tür riskler için derhal önlem alınması gereklidir. Turuncu renk, istenmeyen ancak belirli koşullarda tolere edilebilecek riskleri ifade eder; bu tür risklerin azaltılması genellikle tercih edilir. Sarı renk, dikkate değer ancak çoğu zaman kabul edilebilir düzeydeki riskler için kullanılır. Yeşil renk, riskin kabul edilebilir olduğunu ve mevcut koşullarda işlemin güvenle sürdürülebileceğini gösterir. Mavi renk ise kontrol tedbirleri (örneğin eğitim, KKD veya denetim) ile yönetilmiş riskleri ifade eder; ancak bu tür riskler yalnızca çalışanın inisiyatifiyle kontrol altına alınmışsa "tam anlamıyla giderilmiş" olarak kabul edilmemelidir. Bu sınıflandırma,

tehlikelerin sistematik olarak yönetilmesine ve hangi önlemlerin ne derecede öncelikli olduğunu belirlemeye yardımcı olur (Topaloğlu, K (n.d)).

3.3. Araştırma Planı

Bu araştırmanın planlanmasında izlenen adımlara ilişkin akış diyagramı aşağıda verilen Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 : Çalışma sürecinin detayları

4. BULGULAR

HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri ile hazırlanan risk değerlendirme tabloları, ekte yer almaktadır.

4.1 Kıymetli Metal Analizleri Yapılan Bu Kimya Laboratuvarında Kullanılan Ekipmanlar

4.1.1. Kupelasyon fırını

Kupelasyon: Altın ve gümüş gibi kıymetli metallerin yüksek sıcaklıkta okside olmaması esasına dayanan bir analiz yöntemidir. 1100°C civarında bir miktar kurşun ile birlikte kupelde eritilen altın içeren alaşımdaki diğer tüm metaller havanın Oksijen (O2) ile birleşerek oksitler oluşturur ve kupel tarafından emilir. Altın ve gümüş kupelin dibinde boncuk şeklinde kalır. Bu açığa çıkan boncuk, nitrik asit (HNO3) ile gümüşten ayrılır. Bu işlem sonunda geriye saf altın kalır.

Kupelasyon Fırını: Kupelasyon fırınları, genellikle altın, gümüş ve diğer kıymetli metallerin analizinde kullanılan yüksek sıcaklıklı fırınlardır. Bu cihazlar, kurşun gibi uçucu bileşenlerin oksitlenerek uzaklaştırılması ve saf metal elde edilmesi için kullanılır.

Şekil 4.1'de kimya laboratuvarında kullanılan kupelasyon fırını verilmiştir.

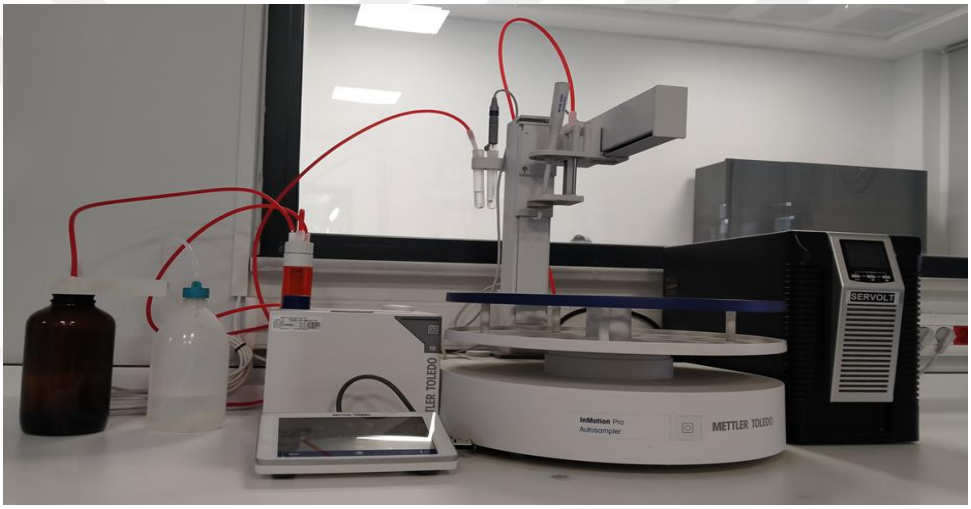


Şekil 4.1 : Kimya laboratuvarında kullanılan kupelasyon fırını

4.1.2.Titrasyon cihazı

Titrasyon: Bir çözeltideki bilinmeyen konsantrasyondaki bir maddeyi belirlemek için standart bir çözelti (titrant) kullanılarak yapılan analitik bir yöntemdir. Titrasyon sırasında, bilinmeyen konsantrasyona sahip çözeltiye bilinen konsantrasyondaki titrant belirli hacimlerde eklenir. Reaksiyon tamamlandığında (eşdeğerlik noktası), genellikle bir renk değişimi (gösterge ile) veya elektrot kullanılarak ölçülen belirli bir fiziksel değişiklik gözlemlenir.

Şekil 4.2'de kimya laboratuvarında kullanılan titrasyon cihazı verilmiştir.



Şekil 4.2 : Kimya laboratuvarında kullanılan titrasyon cihazı

4.1.3. Terazi

Terazi: Bir nesnenin ağırlığını ölçmek için kullanılan bir araçtır. Kıymetli Metal Laboratuvarında yürütülen analiz işlemleri esnasında kıymetli metal ve metali para türünden eşyaların gram cinsinden ağırlığını ölçmek için kullanılır.

Şekil 4.3'te kimya laboratuvarında kullanılan terazi verilmiştir.



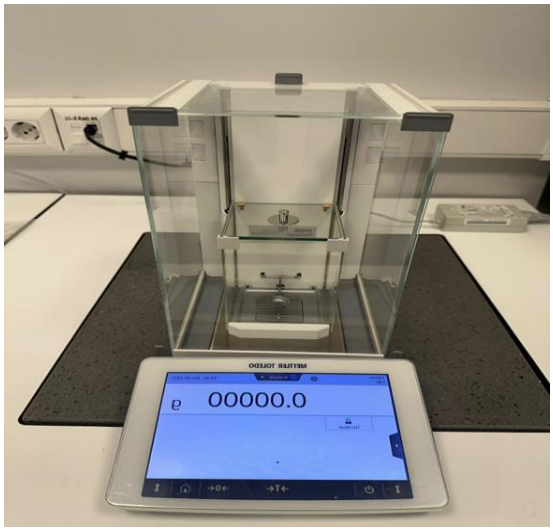
Şekil 4.3 : Kimya laboratuvarında kullanılan terazi

4.1.4. Hassas Terazi

Terazi: Bir nesnenin ağırlığını ölçmek için kullanılan bir araçtır. Kıymetli Metal Laboratuvarında yürütülen analiz işlemleri esnasında kıymetli metal ve metali para türünden eşyaların gram cinsinden ağırlığını ölçmek için kullanılır.

Hassas terazi: Çok düşük ağırlıkları ve küçük farkları ölçebilen, yüksek doğruluk ve hassasiyetle çalışan bir terazi türüdür.

Şekil 4.4'te kimya laboratuvarında kullanılan hassas terazi verilmiştir.

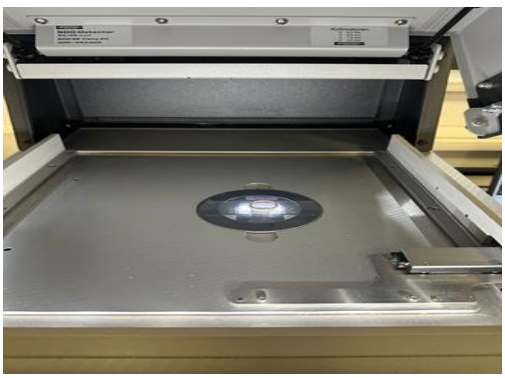


Şekil 4.4: Kimya laboratuvarında kullanılan hassas terazi

4.1.5. XRF cihazı

XRF (X-ray Fluorescence, X-ışını Floresans) Cihazı*:* Bir malzemenin elementel bileşimini belirlemek için kullanılan, temassız, hızlı ve hassas bir analitik ölçüm cihazıdır.

Şekil 4.5'te kimya laboratuvarında kullanılan XRF cihazı verilmiştir.



Şekil 4.5 : Kimya laboratuvarında kullanılan XRF cihazı

4.1.6. El tipi XRF

El tipi XRF (X-ray Fluorescence, X-ışını Floresans) cihazı, bir malzemenin elementel bileşimini belirlemek için kullanılan, temassız, hızlı ve hassas bir analitik ölçümler yapan taşınabilir bir spektrometre cihazıdır.

Şekil 4.6'da kimya laboratuvarında kullanılan el tipi XRF cihazı verilmiştir.



Şekil 4.6 : Kimya laboratuvarında kullanılan el tipi XRF cihazı

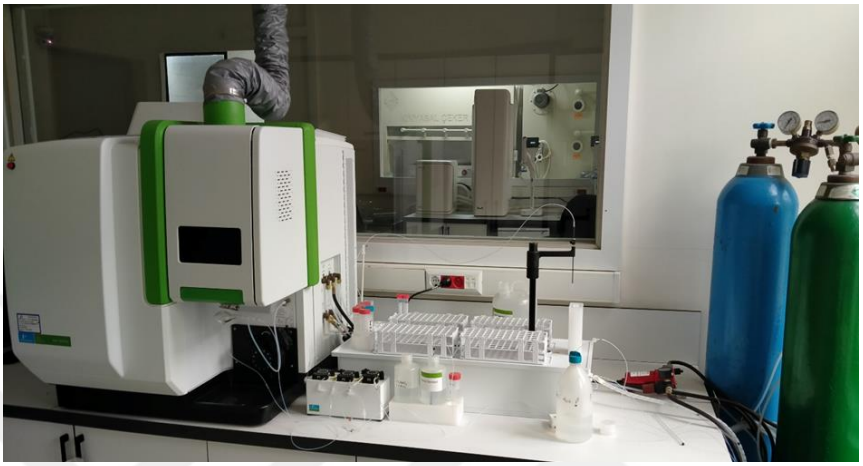
4.1.7. ICP-OES cihazı

ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy) cihazı, element analizi yapmak için kullanılan, yüksek hassasiyetli bir plazma kaynaklı optik emisyon spektrometresidir. Özellikle çoklu element tayini, düşük tespit limitleri, yüksek numune analiz hızı ve matriks toleransı ile öne çıkar. Altın, gümüş platin ve paladyum gibi değerli metallerin analizinde kullanılan bir yöntemdir.

Optik Emisyon Spektroskopisi (OES): Bir numunedeki elementlerin kalitatif ve kantitatif analizini yapmak için kullanılan bir teknik olup, özellikle metal ve alaşımların analizinde yaygın olarak tercih edilir.

İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES): Sıvı numunelerdeki elementlerin kalitatif ve kantitatif analizini yapmak için kullanılan yüksek hassasiyetli bir spektroskopik tekniktir.

Şekil 4.7'de kimya laboratuvarında kullanılan ICP-OES cihazı verilmiştir.



Şekil 4.7 : Kimya laboratuvarında kullanılan ICP-OES cihazı

4.1.8. Optik emisyon spektroskopi cihazı

Optik Emisyon Spektroskopi (OES) cihazı: Metal alaşımlarının kimyasal bileşimini hızlı ve hassas bir şekilde belirlemek için kullanılan bir cihazıdır. Cihaz, numuneye yüksek enerjili kıvılcım uygulayarak oluşan atomik emisyon spektrumunu analiz eder ve elementlerin bileşimini tespit eder.

Şekil 4.8'de kimya laboratuvarında kullanılan optik emisyon spektroskopi cihazı verilmiştir.



Şekil 4.8 : Kimya laboratuvarında kullanılan optik emisyon spektroskopi cihazı

Optik Emisyon Spektroskopi (OES) cihazının uzun ömürlü, güvenli ve verimli çalışmasını sağlamak için düzenli bakım ve güvenlik protokollerine uyulması gerekmektedir.

4.1.9. Tavlama fırını kullanma

Tavlama*:* Metal veya alaşımların mekanik özelliklerini iyileştirmek, iç gerilimleri azaltmak ve istenen mikro yapıyı elde etmek amacıyla kontrollü bir şekilde ısıtılıp belirli bir süre bekletildikten sonra yavaşça soğutulması işlemidir.

Tavlama Fırını: Metal ve alaşımların mekanik özelliklerini iyileştirmek, iç gerilimleri azaltmak ve mikro yapıyı düzenlemek amacıyla kontrollü ısıtma ve soğutma işlemlerinin gerçekleştirildiği endüstriyel fırınlardır.

4.1.10. Hadde Makinesi

Hadde: Metal veya diğer malzemelerin belirli bir kalınlık ve şekle getirilmesi için silindirler arasından geçirilerek şekillendirilmesi işlemine verilen isimdir. Bu işlem genellikle haddeleme olarak adlandırılır ve malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmek, yüzey pürüzsüzlüğünü artırmak veya belirli bir kalınlığa ulaşmasını sağlamak amacıyla yapılır.

Hadde Makinesi: Haddeleme işlemi, hadde makinesi olarak adlandırılan makinelerde gerçekleştirilir. Bu makineler, metal veya malzeme üzerinde kontrollü baskı ve sıkıştırma uygulayarak istenilen ölçü ve şekli verir.

Şekil 4.9'da kimya laboratuvarında kullanılan hadde makinesi verilmiştir.



Şekil 2.9 : Kimya laboratuvarında kullanılan hadde makinesi

4.1.11. Masa matkabı

Masa Matkabı: Metal, ahşap ve plastik gibi malzemelerde delik açma işlemleri için kullanılan, hassas delme kapasitesine sahip bir tezgâh tipi matkap tezgâhıdır.

Şekil 4.10'da kimya laboratuvarında kullanılan masa matkabı verilmiştir.



Şekil 4.10 : Kimya laboratuvarında kullanılan masa matkabı

4.1.12. Saf su cihazı

Saf Su (Tip 2): laboratuvar ortamlarında genel analitik ve bilimsel çalışmalar için kullanılan, yüksek saflık seviyesine sahip su türüdür. Ultra saf su (Tip 1) kadar saf

olmasa da, iyonik ve organik kirleticilerin büyük ölçüde giderildiği bir sudur ve birçok laboratuvar uygulamasında kullanılabilir.

Ultra Saf Su (Tip 1): Tip 1 su, genellikle Tip 2 veya Tip 3 saflıktaki suyun daha ileri saflaştırma işlemlerinden geçirilmesiyle elde edilir.

Ultra Saf Su (Tip 1) ve Saf Su (Tip 2) Arıtma Sistemi: Ultra Saf Su (Tip 1) ve Saf Su (Tip 2) Arıtma Sistemi, laboratuvar ortamlarında yüksek saflıkta su elde etmek için kullanılan gelişmiş su arıtma sistemleridir. Bu sistemler, suyun içerisindeki iyonları, organik ve inorganik kirleticileri, partikülleri ve mikroorganizmaları uzaklaştırarak laboratuvar çalışmalarında kullanılabilecek yüksek derecede saf su üretir. Bu sistemler, genellikle şehir şebeke suyunu veya distile suyu alarak, ileri arıtma işlemlerinden geçirip Tip 2 (Saf Su) ve Tip 1 (Ultra Saf Su) seviyelerine kadar saflaştırır.

Şekil 4.11'de kimya laboratuvarında kullanılan saf su cihazı verilmiştir.



Şekil 4.11 : Kimya laboratuvarında kullanılan saf su cihazı

4.1.13. Pnömatik tüp taşıma sistemi

Pnömatik Tüp Taşıma Sistemi: Laboratuvarlarda, üretim tesislerinde veya depolama alanlarında tüp, şişe veya benzeri nesnelerin taşınması için kullanılan bir

sistemdir. Bu sistem, hava basıncı ile tüpleri bir noktadan başka bir noktaya taşımaktadır.

Şekil 4.12'de Kimya laboratuvarında kullanılan pnömatik tüp taşıma sistemi verilmiştir.



Şekil 4.12 : Kimya laboratuvarında kullanılan pnömatik tüp taşıma sistemi

4.1.14. Otomatik pipet

Otomatik Pipet: Otomatik pipet, laboratuvar ortamında sıvıların hassas ve doğru bir şekilde ölçülerek transfer edilmesini sağlayan bir pipetleme aracıdır. Manuel pipetlere göre daha hassas, hızlı ve kullanımı kolaydır.

Şekil 4.13'te kimya laboratuvarında kullanılan otomatik pipet verilmiştir.



Şekil 4.13 : Kimya laboratuvarında kullanılan otomatik pipet

4.1.15. Dispenser

Dispenser: Laboratuvar ortamında sıvıların hassas, kontrollü ve tekrarlanabilir bir şekilde dağıtılmasını sağlayan bir cihazdır. Manuel pipetleme işlemlerine kıyasla daha hızlı, güvenli ve standartlaştırılmış bir sıvı dağıtımı sağlar.

Şekil 4.14'te kimya laboratuvarında kullanılan dispenser verilmiştir.



Şekil 4.14 : Kimya laboratuvarında kullanılan dispenser

4.1.16. Dijital mikroskop cihazı

Dijital Mikroskop: Numuneleri büyütmek ve görüntülemek için optik lensler yerine dijital kamera teknolojisini kullanan bir mikroskop türüdür. Geleneksel mikroskoplardan farklı olarak, görüntüleri bir ekran veya bilgisayara aktararak inceleme yapmayı mümkün kılar.

Şekil 4.15'te kimya laboratuvarında kullanılan dijital mikroskop cihazı verilmiştir.



Şekil 4.15 : Kimya laboratuvarında kullanılan dijital mikroskop cihazı

4.1.17. Dijital kumpas

Dijital Kumpas: Dijital kumpas, nesnelerin uzunluk, çap, iç ve dış ölçümlerini yüksek hassasiyetle ölçmeye yarayan elektronik bir ölçüm aletidir. Geleneksel sürgülü kumpaslardan farklı olarak, ölçüm değerlerini LCD ekranında dijital olarak gösterir.

Şekil 4.16'da kimya laboratuvarında kullanılan dijital kumpas verilmiştir.



Şekil 4.16 : Kimya laboratuvarında kullanılan dijital kumpas

4.1.18. Isıtıcılı manyetik karıştırıcı

Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı: Sıvıları homojen bir şekilde karıştırmak ve aynı anda belirli bir sıcaklığa kadar ısıtmak için kullanılan laboratuvar cihazıdır.

Manyetik Karıştırma Mekanizması: Cihazın tabanında dönen manyetik bir alan üreten motor bulunur. Karıştırılacak sıvının içine yerleştirilen manyetik bir karıştırıcı çubuk (stir bar) bu manyetik alanın etkisiyle döner ve sıvıyı karıştırır.

Isıtma Sistemi: Cihazın yüzeyi genellikle seramik veya paslanmaz çelikten yapılmış bir ısıtıcı plaka içerir. Elektrikli bir ısıtıcı bu plakayı ısıtarak sıvının belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılmasını sağlar.

Şekil 4.17'de kimya laboratuvarında kullanılan ısıtıcılı manyetik karıştırıcı verilmiştir.



Şekil 4.17 : Kimya laboratuvarında kullanılan ısıtıcılı manyetik karıştırıcı

4.1.19. Elektrikli istifleyici transpalet

İstifleyici Transpalet: Ağır yükleri kaldırmak, taşımak ve istiflemek için kullanılan bir depo ve lojistik ekipmanıdır. Forklift ile manuel transpalet arasındaki bir ara çözüm olarak düşünülebilir. Yüklerin raflara yerleştirilmesi, paletli malzemelerin taşınması ve depolama alanlarında düzen sağlanması için kullanılmaktadır.

Şekil 4.18'de kimya laboratuvarında kullanılan elektrikli istifleyici transpalet verilmiştir.



Şekil 4.18 : Kimya laboratuvarında kullanılan elektrikli istifleyici transpalet

4.2. Kullanılan Kimyasallar

4.2.1. Altın analizi sırasında kullanılan kimyasallar

- Nitrik Asit %65'lik çözelti
- Hidroklorik Asit %37'lik çözelti
- Dimetilglioksim çözeltisi %1'lik etanol ya da su kullanılan çözeltiler
- pH ayarı sağlamak adına %25'lik bir Amonyak çözeltisi
- Amonyak, sanayide ticarette sıklıkla tercih edilen
- Saf su
- Etil alkol
- Kurşun Oksit (Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü, 2025).

4.2.1.1.Kurşun oksit (PbO) levha

Kurşun, yumuşak yapıda, ağır, zehirli etkisi bulunan kolay doyulabilen bir metaldir. Genel anlamda inşaat sektörünün bunun yanı sıra çeşitli pil, mermi, lehim ve diğer

alaşımların yapılmasında kullanılmaktadır. Elektriğin iletkenlikleri düşük seviyededir. Kurşun levha imalatı, sıvı sıcak kurşunun kalıplar üzerine dökülerek silindirler içerisinde ezilmesi ile şekillendirilerek gerçekleşmektedir. Az seviyede antimon ya da diğer metallerle alaşımlı hale getirilerek sertlik değerinin yükseltilmesi sağlanmaktadır. Ergime derecesinin düşük seviyede olması sebebi ile iş hayatında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Az seviyede antimon ya da diğer metaller kullanılarak alaşımlı hale getirilen sertlik seviyesi yükseltilebilmektedir. Ergime derecesinin düşük seviyelerde olması sebebi ile iş hayatında çok daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. 550°C'nin üzerindeki ortam havasında buharlaşmaya başlamaktadır (Yavuz ve Erdoğan, 2001):

6.2.1.2. Nitrik asit özellikleri

Nitrik asidin, elde edilen eski kayıtlara 14. yüzyıl içerisinde cesur simya insanlarının girişimlerine kadar uzanabilmektedir. O zamanlar platin ve altının çözülmesine imkân veren bir çözelti olarak kabul edilen kraliyet suyunu üretebilmek adına kullanılmaktadır. Temelde HNO_3 oldukça aşındırıcı bir seviyededir. Kimyasal anlamda ise büyük oranda aktiftir. Nitrik asit, son derece keskin bir kokusu bulunan ve aşındırıcı nitelikler nedeni ile renksiz bir sıvı olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun süreler boyunca depolanması ve sıcaklık durumunda nitrojen oksitlere ve suya kendiliğinden ayrışmaya başlamaktadır. Bunun sonucunda sarımsı bir renge sahip olmaktadır. Çok yüksek sayıda madde ile etkileşime girerek su üzerinde çözündüğü zaman ısı üretmektedir. Onu içeren reaksiyonların en önemli kısmı patlayıcı olarak ifade edilmektedir. Nitrik asitlerin kendisi hem tuzları güçlü oksitleyiciler olarak kaşımıza çıkmaktadır. Bu durum gerçek, hidrojen salınımı ile sonuçlanan metallerle reaksiyonların şiddetini açıklamaktadır. Ancak, aktif durumda olmayan kükürt, karbon ve fosfor gibi metal olmayan grafit formdaki birtakım metaller ile reaksiyona girdiği bilinmektedir. İkincisi asitlere oksitlenmektedir (Türkkan ve Pala, 2009).

4.2.1.3. Amonyak

Amonyak, sanayide ve ticarette sıklıkla kullanmaktadır. Bunların yanı sıra insanlarda ve çevre üzerinde doğal şekilde bulunabilmektedir. Amonyak pek çok biyolojik süreç

adına gereklilik arz etmektedir. Amino asit ve nükleotid sentezi adına bir öncü görevi üstlenmektedir. Ortam içerisinde amonyak, nitrojen döngüsünün bir parçası şeklinde değerlendirilmektedir. Toprak üzerinde bakteriyel işlemlerden üretilmesi sağlanmaktadır. Amonyak ayrıca hayvanlar, bitkiler ve hayvansal atıklar da dahil olmak üzere organik maddelerin ayrışmasından doğal şekilde üretilmesi gerekmektedir.

4.2.2. Gümüş analizi sırasında kullanılan kimyasallar

- %65'lik nitrik asit çözeltisi
- Sodyum klorür ve potasyum klorür
- Saf su (deiyonize su, Tip I kalite)
- Standart gümüş çözeltisi (kalibrasyon için, bilinen konsantrasyonda)

4.2.2.1. Potasyum klorür

Potasyum klorür, kimyasal bir bileşik olan potasyum klorür, klor ve potasyum elementlerinin birleşmesinden meydana gelmektedir. Kimya da sembolü KCl şeklinde gösterilmektedir. Beyaz renkli kristallerden meydana gelen bu elementin saf hali kokusuz bir durumdadır. Bir tuz olarak kabul edilen potasyum klorür su üzerinde yüksek çözünürlüğü bulunmaktadır. Potasyum klorür insan vücudu adına büyük önem taşıyan elementler arasında kabul edilmektedir. Bütün vücut sıvılarının pH sının uygun dağılımını ve sağlıklı şekilde sinir sistemi kas fonksiyonu oluşturmaktadır. Düşük klorür seviyesi vücut sıvılarının bazik hale gelmesi ve idrar üzerinde potasyum azlığına sebep olabilmektedir (Türkkan ve Pala, 2009).

4.2.2.2. Sodyum klorür

Genel olarak pek çok kişi tarafından mutfak malzemesi şeklinde bilinmektedir. Ancak aynı zamanda pek çok tıbbi kullanımları bulunmaktadır.

4.2.3. Platin analizi sırasında kullanılan kimyasallar

- %65'lik Nitrik Asit

- %37'lik Hidroklorik Asit
- Saf su
- Etanol

4.2.3.1. Hidroklorik asit

Hidroklorik asit, halk arasında tuz ruhu şeklinde bilinen klor ve hidrojen elementlerinden meydana gelen kimyasal bir bileşik olarak kabul edilmektedir. Normal basınç altında ve oda sıcaklığı seviyesinde gaz halinde bulunmaktadır. Günümüz modern zamanlarında demir çelik sektöründen, PVC alanında, organik maddenin üretimi ve gıda sektörüne kadar bütün alanlarda kullanılmaktadır. Sözü edilen kolaylıkların yanı sıra, hidroklorik asit temelde zehir içerikli bir üründür. Hidroklorik asit elde edebilmek adına, ilk olarak hidrojen gazının elde edilmesi gerekmektedir. Hidrojen klorür normal şartlarda 110 derecede kaynamaktadır.

4.2.3.2. Amonyum klorür

Amonyum klorür doğa üzerinde volkanik bölgelerde meydana gelmektedir. Amonyum klorürü sentetik şekilde üretmek nispeten kolay olmaktadır. Çoğunluk olarak diğer endüstrilerde bir yan ürün şeklinde meydana getirilmektedir. Özellikle sodyum karbonat üretiminde amonyak soda prosesinde bir başka yan ürün şeklinde elde edilebilmektedir. Su içerisinde kolay şekilde çözülebilmektedir. Amonyak kaynağı şeklinde kullanılabilmektedir. Amonyum perklorat üretiminde kullanılmaktadır. Sığırlar adına yem desteği şeklinde, saç şampuanlarında, tekstil baskıda, plywood bağlayan tutkallarda, mayalar adına besleyici ortamlarda bir bileşen, temizleme ürünlerinde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra öksürük ilacında kullanım alanları bulmaktadır. Bir başka uygulama alanı olarak kuru yapılı pillerde elektrolit şeklinde, çinko kaplama ve kalaylamada dekapajlama ajanı şeklinde, metallerde oksit kaplamaları ayırmak adına lehimlere akışları şeklinde ve lehimlerin yapılmasını iyileştirme şeklinde sıralanmaktadır (Yavuz ve Erdoğan, 2001):

4.2.3.4. Etil alkol

Etil alkol ya da bir diğer ismiyle etanol, toplumumuzun pek çok alanında karşımıza çıkabilen gündelik hayat içerisinde sıklıkla kullanılan bir alkol türü olarak kabul edilmektedir. Etil alkol, şekerli materyallerin fermantasyonu ya da sentetik yöntemler kullanılarak elde edilebilmektedir. Çeşitli sektörler içerisinde yaygın şekilde kullanılması ile bilinen bu alkol türü, bazı durumlarda yakıt şeklinde değerlendirilmektedir. Bazı durumlarda ise ilaç sanayisinde ve hammadde şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

4.2.4. Kimyasal riskler

Altın değerli metal denildiği zaman akla gelen ilk değerli metal türüdür. Kıymetli metal analiz laboratuvarları içerisinde en sık kullanılan metaller arasında kabul edilmektedir. Kıymetli metal türlerinin başında gelmektedir. Çözülmesi adına çeşitli asitlerin kullanıldığı ifade edilmektedir. Bu asitler, insan vücudunda ciddi zararlara sebep olabilmektedir. Bu gibi ürünlerin kullanılması sırasında koruyucu ekipmanların kullanılması gerekmektedir (Türkkan ve Pala, 2009).

Pek çok çözücü kimyasalın uçucu niteliği bulunmaktadır. Sözü edilen buharlaşma gücü sebebi ile solunum yolu aracılığı ile insan vücuduna girebilmektedir. Pek çok laboratuvar içerisinde sıklıkla kullanımı sağlanan ürünlerin bu gibi nitelikleri barındırdıkları bilinmektedir. Çeşitli kimyasal malzemeler, insan vücudunda yaralanmalara ve ciddi zararlara sebep olabilmektedir. Sözü edilen çözücü niteliği metalin kendisinde sahip olabilecekleri bir özellik şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Çözülme sırasında buharlaşma yaşayan pek çok kimyasal, solunum yolu üzerinden vücudun içerisine girmektedir (Ocak, 2015).

4.2.4.1. Paladyum analizi sırasında kullanılan kimyasallar

- %65’lik Nitrik Asit
- %37’lik Hidroklorik Asit
- Dimetilglioksim (DMG) çözeltisi (%1'lik etanol veya su bazlı çözelti)
- Amonyak (NH_3, %25’lik çözelti, pH ayarı için)

- Saf su (deiyonize su, Tip I kalite)
- Etil alkol (çökeleğin saflaştırılması için)

4.2.5. Radyasyon riski

Kıymetli metal analizi laboratuvarlarına pek çok çeşitli metal, analizinin yapılması ve cevher kalitesinin arttırılması üzerine numune şeklinde gönderilmektedir. İfade edilen metallerin büyük bir kısmında yüksek radyasyon görülmektedir. Radyasyon, insanların üzerinde fiziksel anlamda zarara yol açabileceği gibi uzun sürede kanser gibi çeşitli rahatsızlıklara sebep olmaktadır. Bu sebeple laboratuvarlara gönderilen metallerin çeşitli testlerden geçerek radyoaktif olup olmadığının bilinmesi ve gerçekleştirilecek analizlerin bu dereceye göre belirlenmesi gerekmektedir.

Radyasyon yayan cevherlerin yanında cevherler üzerine uygulanacak olan testlerde de radyoaktif araçların kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bilimsel alanlara ciddi katkılara bulunabilmesine rağmen, kullanım sırasında dikkat edilmemesi, ölümcül sonuçlar doğurabilmektedir. Bu sebeple personellerin, bu gibi araçların kullanılması ve kullanım sonrasında ve temizlenmesinde eğitim sahibi olmaları gerekmektedir.

4.3. HAZOP Metodu ile Hazırlanan Risk Analizi

Kupelasyon fırını çevresinde kurşun buharına aşırı maruziyet olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, fırının aşırı ısıtılması ve havalandırmanın yetersizliği gibi nedenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Fırın sıcaklığının kontrolsüz şekilde arttığı, sıcaklık kontrol sisteminde arıza, sensör kalibrasyonunun bozulması veya kullanım hataları olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışanların uygunsuz pozisyonlarda çalıştığı, uzun süreli çalışma ve ağır kaldırma gibi nedenlerle fiziksel zorlanmalar yaşandığı belirlenmiştir.

Asit odasında havalandırmanın yetersiz olduğu ve kişisel koruyucu donanım kullanımında eksiklikler olduğu gözlemlenmiştir.

Havalandırma sisteminin bozuk veya kapalı olması nedeniyle ortamda asit buharı birikimi meydana geldiği tespit edilmiştir.

Hava akışının ters yönde olduğu ve buharın çalışanlara yöneldiği durumlar saptanmıştır.

Kişisel koruyucu donanımın eksik veya hatalı kullanıldığı, bu durumun yeterli koruma sağlamadığı gözlemlenmiştir.

Asidin ters yöne sıçramasına neden olabilecek beher devrilmeleri ve dengesizlikler tespit edilmiştir.

Çekiç gibi el aletleriyle yapılan işlemler sırasında dikkatsizlik ve koruyucu ekipman eksikliği nedeniyle yaralanma riski olduğu belirlenmiştir.

Tavlama işlemlerinde alevin kontrolsüz şekilde arttığı, pürmüz kullanımında dikkat eksikliği gözlemlenmiştir.

Gaz dolumu sırasında hortum bağlantılarında sızıntı meydana geldiği durumlar tespit edilmiştir.

Hadde makinesinde koruyucu aparatın eksik ya da işlevsiz olduğu, bu nedenle el sıkışması riski bulunduğu belirlenmiştir.

Kuyumcu makasının dikkatsiz veya hatalı kullanımı sonucu kesici yaralanma riski bulunduğu gözlemlenmiştir.

Tartım sırasında altın parçalarının elle tutulduğu, bu durumun cilt temasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Zeminlerin ıslak veya yağlı olduğu alanlarda kayma riski olduğu belirlenmiştir.

Elle taşıma işlemlerinde ağır yük kaldırma ve yanlış tekniklerin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Acil çıkış kapılarının kilitli veya uygun yerleştirilmemiş olduğu tespit edilmiştir.

Acil çıkış kapılarının önünün malzeme ile kapatıldığı gözlemlenmiştir.

Tahliye güzergâhlarında yeterli aydınlatmanın bulunmadığı belirlenmiştir.

İlk yardım eğitimi almış personelin her vardiyada bulunmadığı tespit edilmiştir.

Yangın söndürme tüplerinin doluluk oranının yetersiz olduğu gözlemlenmiştir.

Yangın söndürücülerin önünün kapalı olduğu, cihazlara erişimde engel oluşturduğu belirlenmiştir.

Yangın alarm butonları ve siren sistemlerinin bazı alanlarda bulunmadığı tespit edilmiştir.

Duman ve ısı dedektörlerinin eksik olduğu gözlemlenmiştir.

Bina dış cephelerinde yangın merdiveni bulunmadığı belirlenmiştir.

Yangın söndürme cihazlarının sayısının yetersiz olduğu envanter analizinde ortaya konmuştur.

Tüplerin doluluk kontrollerinin yapılmadığı ve bakım kayıtlarının eksik olduğu tespit edilmiştir.

Yangın tüplerinin yanlış tipte seçildiği durumlar gözlemlenmiştir.

Bazı yangın tüplerine erişimin kısıtlandığı belirlenmiştir.

Yangın tüplerine ait periyodik bakım ve montaj kontrollerinin yapılmadığı tespit edilmiştir.

Tüp konumlarının yeterli şekilde işaretlenmediği gözlemlenmiştir.

Yangın tatbikatlarının yılda iki kez yapılmadığı belirlenmiştir.

Yangın ekipmanlarına ait dijital takip sistemlerinin eksik olduğu gözlemlenmiştir.

İlkyardım dolaplarının TS standardına uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Katlara ait acil durum organizasyon şemalarının yayımlanmadığı belirlenmiştir.

Yazılı acil durum planlarının hazırlanmadığı ve onaylanmadığı saptanmıştır.

Deprem eylem planının bulunmadığı ve toplanma alanlarının tanımlanmadığı belirlenmiştir.

Toplanma noktalarının haritada işaretlenmediği gözlemlenmiştir.

Acil durum telefonları ve GSM hat panolarının kurulmadığı tespit edilmiştir.

Yönlendirme levhalarının monte edilmediği ve yön kaybı riski oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Kat bazlı kroki planlarının eksik olduğu belirlenmiştir.

Katlara ait fiziki tahliye planlarının bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Elektrik kablolarının korumasız bırakıldığı ve izolasyon eksiklikleri tespit edilmiştir.

Elektrik panosu önünde eşya bulunduğu ve erişim engeli oluşturduğu belirlenmiştir.

Elektrik tesisatına yönelik bakım faaliyetlerinin düzenli yapılmadığı gözlemlenmiştir.

Yanıcı malzemelerin uygun alanda depolanmadığı tespit edilmiştir.

Elektrik panolarında kilit aparatının bulunmadığı belirlenmiştir.

Topraklama ölçümlerinin takip edilmediği ve eksiklikler olduğu gözlemlenmiştir.

Pano önlerinde yalıtkan paspas bulunmadığı ve kontrol süreçlerinin eksik olduğu belirlenmiştir.

Uyarı levhalarının eksik olduğu gözlemlenmiştir.

Elektrik panolarında yetkisiz erişimi önleyecek sistemlerin bulunmadığı belirlenmiştir.

Kablo uçlarında izolasyon eksiklikleri tespit edilmiştir.

RCCB rölelerinin test butonunun bulunmadığı ve test planının olmadığı belirlenmiştir.

Kimyasal kapların üzerinde yeterli etiketleme yapılmadığı gözlemlenmiştir.

Makine ve kimyasallara ait yazılı kullanım talimatlarının hazırlanmadığı tespit edilmiştir.

Tehlikeli kimyasallara dair eğitimlerin verilmediği belirlenmiştir.

Kimyasal kapaklarının kapatılmasına yönelik prosedürün eksik olduğu saptanmıştır.

Kimyasal depolama dolaplarının yetersiz olduğu ve uygun koşulların sağlanmadığı belirlenmiştir.

Kimyasalların güvenlik bilgi formlarına göre gruplandırılmadığı gözlemlenmiştir.

Patlayıcı ve yanıcı kimyasallar için alarm sistemlerinin kurulmadığı tespit edilmiştir.

Kimyasal atık yönetimine dair sistemlerin eksik olduğu belirlenmiştir.

Kişisel koruyucu donanım kullanımına dair talimatların yeterince kontrol edilmediği gözlemlenmiştir.

Alerjen ve tahriş edici kimyasallara karşı önleyici malzeme temininde eksiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal depolama koşullarının (ısı, nem) izlenmediği gözlemlenmiştir.

Depo personelinin kimyasal güvenliği konusunda yeterli eğitime sahip olmadığı belirlenmiştir.

Kişisel koruyucu donanım tedarik sisteminin kurulmadığı tespit edilmiştir.

KKD kullanımının denetlenmediği ve hatalı kullanımların fark edilemediği gözlemlenmiştir.

KKD seçiminde ergonomik uyumluluğun dikkate alınmadığı tespit edilmiştir.

Hasarlı KKD'lere dair muayene ve imha prosedürlerinin eksik olduğu belirlenmiştir.

Modifiye edilmiş KKD'lere yönelik kontrol süreçlerinin eksik olduğu gözlemlenmiştir.

Göreve uygun olmayan KKD kullanımının yaygın olduğu tespit edilmiştir.

Bazı KKD parçalarının eksik olduğu ve ekipman bütünlüğünün sağlanamadığı gözlemlenmiştir.

4.4. FMEA Yöntemi ile Hazırlanan Risk Analizi

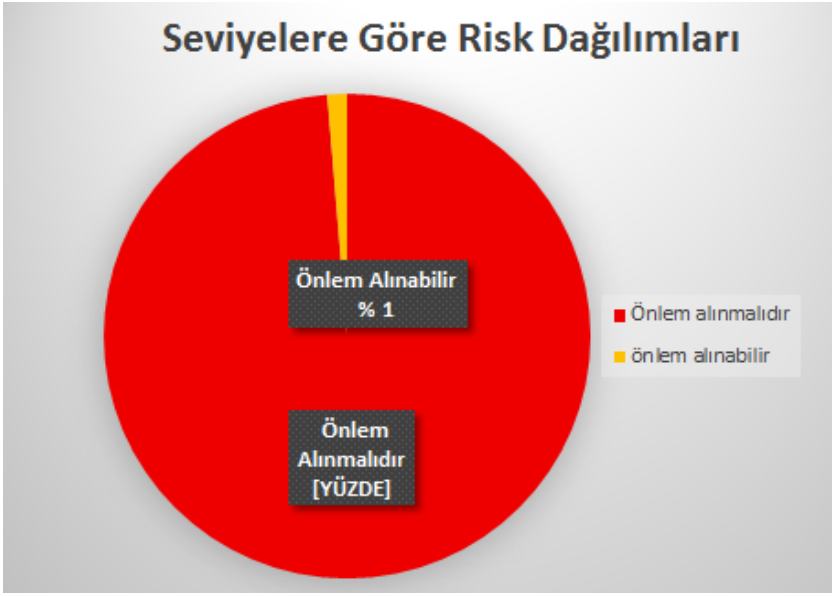
Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA) Yöntemi Gerçekleştirilen Risk Analizi Sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 : FMEA metoduyla yapılan risk değerlendirme sonuçları

Risk Numarası	Olasılık	Şiddet	Farkedilebilirlik	Risk Skoru	Risk Derecesi (Önlem öncesi)
1	7	9	7	441	Önlem alınmalıdır
2	6	8	4	192	Önlem alınmalıdır
3	7	8	6	336	Önlem alınmalıdır
4	5	9	6	270	Önlem alınmalıdır
5	6	8	6	288	Önlem alınmalıdır
6	5	8	6	240	Önlem alınmalıdır
7	5	8	6	240	Önlem alınmalıdır
8	6	7	6	252	Önlem alınmalıdır
9	5	7	6	210	Önlem alınmalıdır
10	5	8	6	240	Önlem alınmalıdır
11	3	4	5	60	Önlem alınabilir
12	5	6	5	150	Önlem alınmalıdır
13	6	7	6	252	Önlem alınmalıdır
14	6	6	5	180	Önlem alınmalıdır
15	6	9	6	324	Önlem alınmalıdır
16	5	8	4	160	Önlem alınmalıdır
17	4	10	6	240	Önlem alınmalıdır
18	7	10	2	140	Önlem alınmalıdır
19	5	9	3	135	Önlem alınmalıdır
20	5	10	6	300	Önlem alınmalıdır
21	6	9	3	162	Önlem alınmalıdır
22	6	9	8	432	Önlem alınmalıdır
23	6	8	7	336	Önlem alınmalıdır
24	6	10	8	480	Önlem alınmalıdır
25	6	10	7	420	Önlem alınmalıdır
26	5	10	6	300	Önlem alınmalıdır
27	6	9	8	432	Önlem alınmalıdır
28	6	10	8	480	Önlem alınmalıdır
29	6	10	7	420	Önlem alınmalıdır
30	6	8	8	384	Önlem alınmalıdır
31	6	10	8	480	Önlem alınmalıdır
32	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
33	6	9	7	378	Önlem alınmalıdır
34	6	7	8	336	Önlem alınmalıdır
35	6	8	7	336	Önlem alınmalıdır
36	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
37	6	9	8	432	Önlem alınmalıdır
38	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
39	5	9	7	315	Önlem alınmalıdır
40	6	10	8	480	Önlem alınmalıdır
41	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
42	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
43	6	7	8	336	Önlem alınmalıdır
44	5	9	8	360	Önlem alınmalıdır
45	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
46	7	8	6	336	Önlem alınmalıdır
47	6	7	7	294	Önlem alınmalıdır
48	5	9	8	360	Önlem alınmalıdır
49	6	9	4	216	Önlem alınmalıdır
50	6	9	3	162	Önlem alınmalıdır

51	4	9	6	216	Önlem alınmalıdır
52	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
53	7	9	5	315	Önlem alınmalıdır
54	6	8	6	288	Önlem alınmalıdır
55	7	8	6	336	Önlem alınmalıdır
56	6	9	7	378	Önlem alınmalıdır
57	6	8	7	336	Önlem alınmalıdır
58	6	7	7	294	Önlem alınmalıdır
59	6	9	8	432	Önlem alınmalıdır
60	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
61	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
62	6	9	7	378	Önlem alınmalıdır
63	6	10	8	480	Önlem alınmalıdır
64	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
65	6	9	7	378	Önlem alınmalıdır
66	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
67	5	8	7	280	Önlem alınmalıdır
68	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
69	6	7	6	252	Önlem alınmalıdır
70	5	7	7	245	Önlem alınmalıdır
71	6	7	6	252	Önlem alınmalıdır
72	6	7	6	252	Önlem alınmalıdır
73	5	7	6	210	Önlem alınmalıdır
74	6	6	6	216	Önlem alınmalıdır
75	5	6	7	210	Önlem alınmalıdır

Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemi ile Risklerin Seviyelere Göre Dağılımları Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19 : FMEA yöntemi ile risklerin seviyelerine göre dağılımı

Risklerin Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler öncesi seviyelerine göre dağılımına bakıldığında FMEA yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada belirlenen 75 riskin;

- 74'ü 'Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %99'unu
- 1'i ise 'Önlem Alınabilir' olup, toplam risklerin %1'ni oluşturmaktadır.

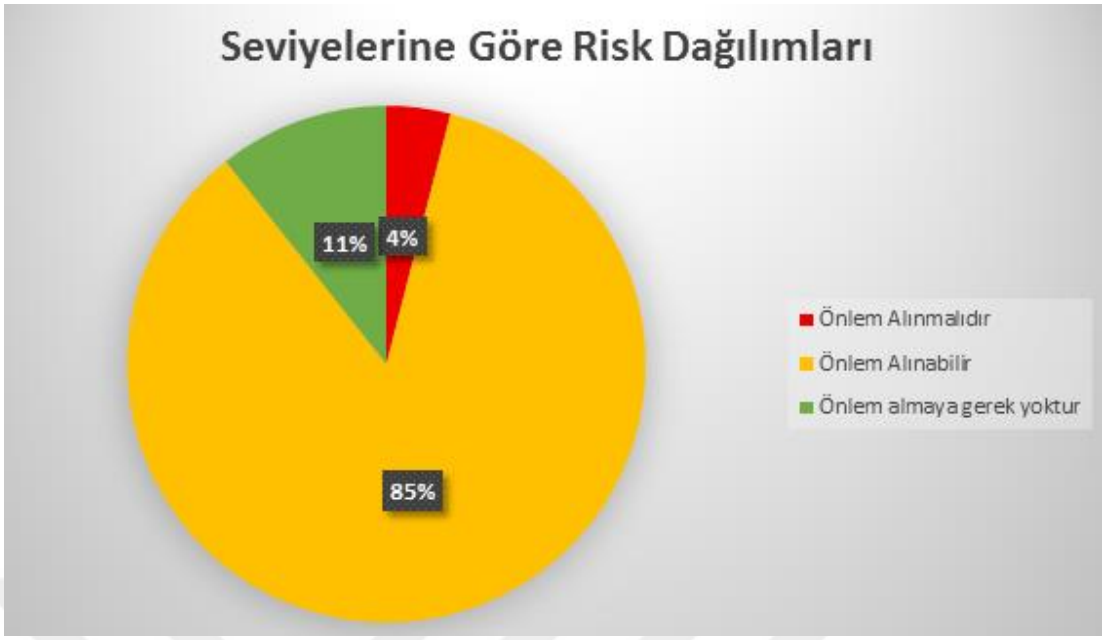
Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemi ile Gerçekleştirilen Düzeltici ve Önleyici Sonrası Yapılan Risk Değerlendirilme Sonuçları Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: FMEA metoduyla düzeltici ve önleyici sonrası yapılan risk değerlendirme sonuçları

Risk Numarası	Olasılık	Şiddet	Farkedilebilirlik	Risk Skoru	Risk Derecesi (önlem sonrası)
1	4	4	6	96	Önlem alınabilir
2	4	4	4	64	Önlem alınabilir
3	4	8	5	160	Önlem alınmalıdır.
4	4	8	5	160	Önlem alınmalıdır.
5	3	6	4	72	Önlem alınabilir
6	3	8	3	72	Önlem alınabilir
7	4	8	4	128	Önlem alınmalıdır.
8	3	6	4	72	Önlem alınabilir
9	3	7	4	84	Önlem alınabilir
10	2	8	3	48	Önlem alınabilir
11	2	3	3	18	Önlem almaya gerek yoktur
12	2	6	4	48	Önlem alınabilir
13	3	7	4	84	Önlem alınabilir
14	3	6	3	54	Önlem alınabilir
15	3	9	3	81	Önlem alınabilir
16	2	8	2	32	Önlem almaya gerek yoktur
17	2	10	2	40	Önlem almaya gerek yoktur
18	2	10	1	20	Önlem almaya gerek yoktur
19	1	9	1	9	Önlem almaya gerek yoktur
20	2	10	2	40	Önlem almaya gerek yoktur
21	2	9	1	18	Önlem almaya gerek yoktur
22	3	9	3	81	Önlem alınabilir
23	3	8	3	72	Önlem alınabilir
24	3	10	3	90	Önlem alınabilir
25	3	10	3	90	Önlem alınabilir
26	2	10	3	60	Önlem alınabilir
27	3	9	3	81	Önlem alınabilir
28	3	10	3	90	Önlem alınabilir
29	3	10	3	90	Önlem alınabilir
30	3	8	3	72	Önlem alınabilir
31	3	10	3	90	Önlem alınabilir

32	2	8	3	48	Önlem alınabilir
33	3	9	3	81	Önlem alınabilir
34	2	7	3	42	Önlem alınabilir
35	3	8	3	72	Önlem alınabilir
36	2	7	3	42	Önlem alınabilir
37	3	9	3	81	Önlem alınabilir
38	2	8	3	48	Önlem alınabilir
39	2	9	3	54	Önlem alınabilir
40	3	10	3	90	Önlem alınabilir
41	2	7	3	42	Önlem alınabilir
42	2	8	3	48	Önlem alınabilir
43	3	7	3	63	Önlem alınabilir
44	2	9	3	54	Önlem alınabilir
45	2	8	3	48	Önlem alınabilir
46	3	8	3	72	Önlem alınabilir
47	2	7	3	42	Önlem alınabilir
48	2	9	3	54	Önlem alınabilir
49	3	9	3	81	Önlem alınabilir
50	3	9	2	54	Önlem alınabilir
51	2	9	3	54	Önlem alınabilir
52	2	7	3	42	Önlem alınabilir
53	2	9	3	54	Önlem alınabilir
54	2	8	3	48	Önlem alınabilir
55	3	8	3	72	Önlem alınabilir
56	2	9	3	54	Önlem alınabilir
57	3	8	3	72	Önlem alınabilir
58	3	7	3	63	Önlem alınabilir
59	3	9	3	81	Önlem alınabilir
60	2	7	3	42	Önlem alınabilir
61	2	8	3	48	Önlem alınabilir
62	3	9	3	81	Önlem alınabilir
63	3	10	3	90	Önlem alınabilir
64	2	8	3	48	Önlem alınabilir
65	3	9	3	81	Önlem alınabilir
66	2	7	3	42	Önlem alınabilir
67	2	8	3	48	Önlem alınabilir
68	2	7	3	42	Önlem alınabilir
69	3	7	3	63	Önlem alınabilir
70	2	7	3	42	Önlem alınabilir
21	3	7	3	63	Önlem alınabilir
72	3	7	3	63	Önlem alınabilir
73	2	7	3	42	Önlem alınabilir
74	3	6	3	54	Önlem alınabilir
75	2	6	3	36	Önlem almaya gerek yoktur

Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA) ile Önlem Sonrası Risklerin Seviyelere Göre Dağılımları Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20 : FMEA yöntemi ile önlem sonrası risklerin seviyelerine göre dağılımı

Risklerin Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler sonrası seviyelerine göre dağılımına bakıldığında FMEA yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada belirlenen 75 riskin;

- 3 'ü 'Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %4'ünü
- 8 'i 'Önlem Almaya Gerek yoktur' olup, toplam risklerin %11'ini
- 64'ü ise 'Önlem alınabilir' olup, toplam risklerin %85'ini oluşturmaktadır.

4.5. İş Güvenliği Analizi (JSA)

İş Güvenliği Analizi (JSA) Metoduyla Gerçekleştirilen Risk Analizi Sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3 : JSA metoduyla yapılan risk değerlendirme sonuçları

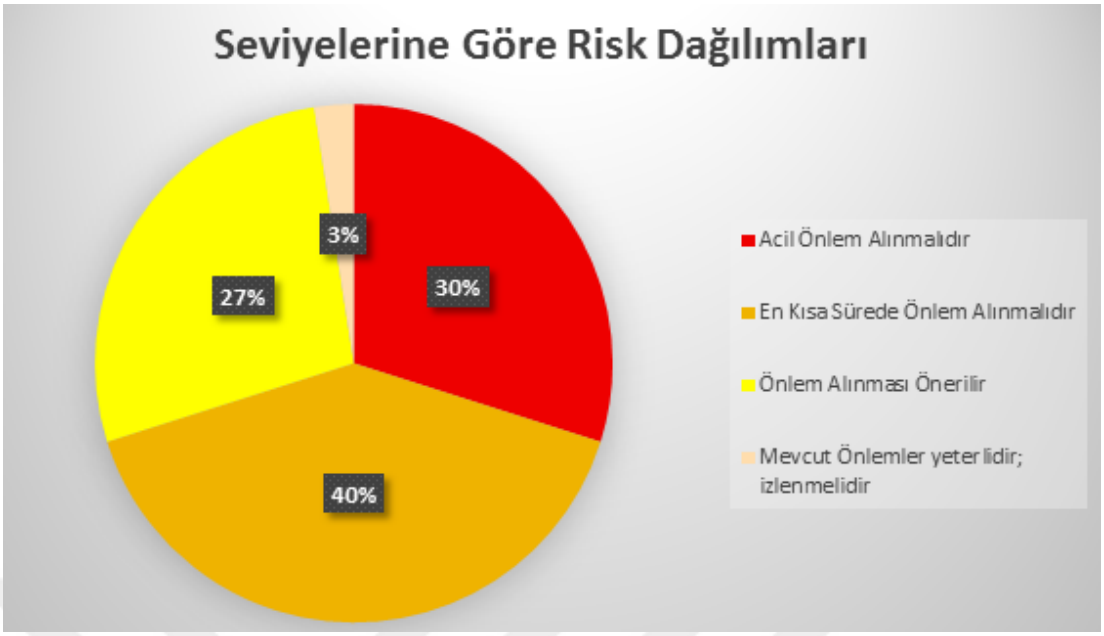
Risk Numarası	Olasılık	Şiddet	Risk skoru	Risk Derecesi (önlem öncesi)
1	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
2	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
3	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
4	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
5	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
6	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
7	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
8	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
9	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
10	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
11	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
12	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
13	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
14	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
15	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
16	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
17	C	2	Ciddi	Önlem alınması önerilir.
18	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
19	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
20	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
21	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
22	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
23	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
24	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
25	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
26	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
27	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
28	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
29	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
30	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
31	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
32	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
33	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
34	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
35	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
36	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
37	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
38	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
39	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
40	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
41	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
42	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
43	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
44	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
45	C	4	Orta	Önlem alınması önerilir.
46	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
47	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
48	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
49	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.

50	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
51	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
52	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
53	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
54	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
55	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
56	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
57	B	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
58	B	3	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
59	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
60	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
61	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
62	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
63	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
64	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
65	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
66	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
67	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
68	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
69	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
70	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
71	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
72	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
73	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
74	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
75	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
76	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
77	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
78	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
79	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
80	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
81	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
82	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
83	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
84	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
85	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
86	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
87	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
88	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
89	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
90	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
91	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
92	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
93	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
94	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
95	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
96	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
97	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
98	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
99	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
100	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
101	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
102	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
103	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.

104	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
105	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
106	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
107	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
108	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
109	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
110	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
111	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
112	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
113	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
114	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
115	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
116	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
117	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
118	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
119	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
120	C	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
121	D	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
122	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
123	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
124	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
125	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
126	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
127	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
128	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
129	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
130	D	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
131	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
132	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
133	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
134	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
135	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
136	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
137	C	4	Orta	Önlem alınması önerilir.
138	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
139	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
140	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
141	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
142	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
143	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
144	C	2	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
145	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
146	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
147	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
148	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
149	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
150	D	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
151	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
152	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
153	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
154	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
155	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
156	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
157	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.

158	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
159	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
160	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
161	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
162	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
163	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
164	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
165	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
166	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
167	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
168	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
169	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
170	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
171	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
172	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
173	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
174	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
175	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
176	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
177	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
178	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
179	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
180	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
181	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
182	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
183	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
184	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
185	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
186	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
187	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
188	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
189	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
190	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
191	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
192	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
193	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
194	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
195	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
196	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
197	B	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
198	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
199	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
200	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
201	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
202	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
203	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
204	B	2	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.

İş Güvenliği Analizi (JSA) ile önlem öncesi risklerin seviyelerine göre dağılımları Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21 : JSA yöntemi ile önlem öncesi risklerin seviyelerine göre dağılımı

Risklerin Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler öncesi seviyelerine göre dağılımına bakıldığında JSA yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada belirlenen 204 riskin;

- 5'i ' Mevcut Önlemler Yeterlidir; izlenmelidir' olup, toplam risklerin %3'ünü
- 56 'sı 'Önlem Alınması önerilir' olup, toplam risklerin %27'sini
- 61'i 'Acil Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %30 'unu
- 82'i ise 'En Kısa Sürede Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %40'ını oluşturmaktadır.

Tablo 4.4'te JSA metoduyla düzeltici ve önleyici sonrası yapılan risk değerlendirme sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.4 : JSA metoduyla düzeltici ve önleyici sonrası yapılan risk değerlendirme sonuçları

Risk Numarası	Olasılık	Şiddet	Şiddet	Risk Derecesi (önlem sonrası)
1	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
2	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
3	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
4	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
5	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
6	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
7	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
8	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
9	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
10	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
11	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
12	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
13		2	Orta	Önlem alınması önerilir.
14	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
15	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
16	C	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
17	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
18	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
19	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
20	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
21	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
22	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
23	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
24	D	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
25	D	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
26	C	1	Yüksek	Acil önlem alınmalıdır.
27	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
28	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
29	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
30	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
31	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
32	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
33	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
34	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
35	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
36	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
37	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
38	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
39	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
40	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
41	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
42	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.

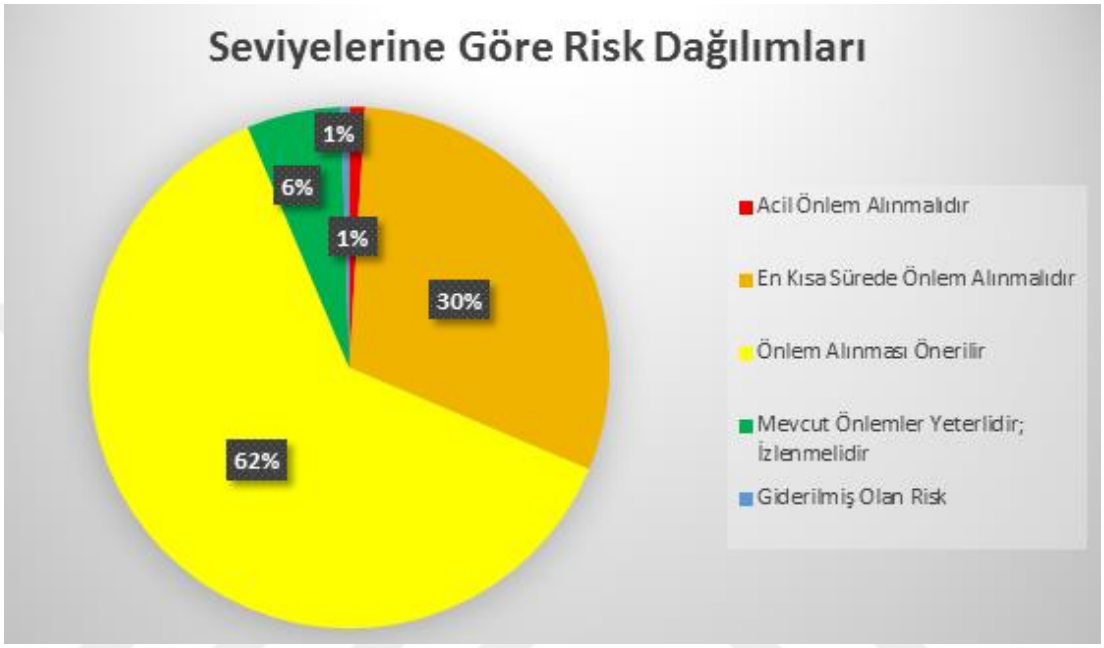
43	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
44	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
45	D	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
46	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
47	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
48	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
49	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
50	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
51	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
52	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
53	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
54	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
55	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
56	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
57	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
58	C	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
59	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
60	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
61	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
62	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
63	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
64	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
65	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
66	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
67	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
68	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
69	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
70	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
71	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
72	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
73	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
74	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
75	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
76	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
77	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
78	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
79	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
80	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
81	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
82	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
83	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
84	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
85	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
86	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
87	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
88	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
89	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
90	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
91	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
92	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
93	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
94	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
95	E	3	Orta	Önlem alınması önerilir.

96	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
97	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
98	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
99	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
100	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
101	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
102	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
103	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
104	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
105	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
106	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
107	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
108	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
109	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
110	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
111	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
112	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
113	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
114	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
115	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
116	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
117	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
118	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
119	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
120	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
121	E	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
122	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
123	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
124	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
125	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
126	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
127	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
128	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
129	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
130	E	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
131	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
132	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
133	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
134	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
135	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
136	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
137	D	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
138	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
139	E	1	Orta	Önlem alınması önerilir.
140	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
141	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
142	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
143	F	3	Giderilmiş	Giderilmiş olan risk
144	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
145	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
146	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
147	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
148	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.

149	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
150	E	4	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
151	E	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
152	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
153	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
154	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
155	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
156	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
157	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
158	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
159	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
160	D	3	Orta	Önlem alınması önerilir.
161	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
162	E	3	Düşük	Mevcut önlemler yeterlidir; izlenmelidir.
163	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
164	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
165	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
166	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
167	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
168	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
169	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
170	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
171	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
172	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
173	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
174	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
175	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
176	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
177	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
178	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
179	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
180	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
181	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
182	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
183	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
184	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
185	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
186	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
187	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
188	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
189	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
190	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
191	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
192	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
193	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
194	D	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
195	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
196	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
197	D	1	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
198	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
199	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.
200	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
201	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
202	D	2	Orta	Önlem alınması önerilir.

203	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.
204	C	2	Ciddi	En kısa sürede önlem alınmalıdır.

Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA) ile Önlem Sonrası Risklerin Seviyelere Göre Dağılımları Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4.22: JSA yöntemi ile önlem sonrası risklerin seviyelerine göre dağılımı

Risklerin Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler sonrası seviyelerine göre dağılımına bakıldığında JSA yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmada belirlenen 204 riskin;

- 1'i 'Giderilmiş Olan Risk' olup, toplam risklerin %1'ini
- 2'i 'Acil Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %1'ini
- 12'si 'Mevcut Önlemler Yeterlidir; İzlenmelidir' olup, toplam risklerin %6'sini
- 62'si 'En Kısa Sürede Önlem Alınmalıdır' olup, toplam risklerin %30'unu
- 127'si ise 'Önlem Alınması Önerilir' olup, toplam risklerin %62'sini oluşturmaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği, kavram olarak büyük bir önem barındırmaktadır. Teknolojik anlamda yaşanan gelişmelerin tamamı, ciddi bir tüketim çılgınlığına sebep olmuştur. Özellikle seri üretim teknolojisinin geliştiği Sanayi Devrimi ile birlikte fabrikaların açılması, insanların ürünlere en kısa sürede ulaşma isteklerinin artmasına sebep olmuştur. Bu süreç günümüze kadar gelmiştir. Günümüz dünyasında aşırı tüketim, aşırı hızlı üretim faaliyetlerini de beraberinde getirmektedir. Üretim faaliyetlerinin bu kadar hızlı artması sonucunda ise iş sağlığı ve güvenliği kavramı karşımıza çıkmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği kavramı; çalışanların işlerini yürüttükleri alanlar içerisinde, yaptıkları işlerden kaynaklanan riskler sebebi ile zarar görmesinin önüne geçilmesini amaçlayan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üretim alanları, içerisinde pek çok riski barındıran alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çeşitli makinelerin, ekipmanların kullanılması, üretimin hızının artmasını sağlasa da çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle risk seviyesi yüksek olan alanlar içerisinde yürütülen işlerde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin daha büyük bir önem arz ettiği gözlemlenmektedir. Metal arama çalışmaları, kazı alanları, yüksek sıcaklık ve soğuklukta çalışılması gereken ortamlar, tersaneler gibi pek çok çalışma sahası, çok riskli alanlar arasında değerlendirilmektedir. Çok riskli alanlar içerisinde ise laboratuvarlar çok farklı bir noktada durmaktadır.

Laboratuvar ortamları, üzerinde çalışılacak alanlara göre farklı risk seviyelerini barındırmaktadır. Bilgisayar çalışmalarının yapıldığı laboratuvar alanların en düşük seviye risk taşıyan alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak o ortamda bile ciddi iş kazaları meydana gelebilmektedir. Ancak çalışmanın da konusunu ifade eden kimyasal ürün laboratuvarları, iş sağlığı ve güvenliği konusunda üzerinde ciddi çalışmaların yapılması gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Kimya laboratuvarları içerisinde pek çok çalışma için birbirinden farklı kimyasal ürünler bir arada bulunmaktadır. Bu durum risk faktörünü en yüksek seviyeye çıkarmaya yeterli bir durum olarak kabul edilmektedir.

Kimya laboratuvarları içerisinde ürünlerin diziliş ve birbirlerine olan konumları bile, risk faktörünün değişiklik göstermesine sebep olmaktadır. Birbirleri ile yakın oldukları zaman tepkimeye sebep olabilen ürünlerin, birbirlerine olan konumları, ölümlü kazaların önüne geçen temel bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki birbirleri ile beş metre yaklaşması durumunda ciddi patlamalara sebep olabilen kimyasal ürünler ile yürütülen çalışmalar bulunmaktadır. Yapımından, kullanımına kadar, atıkların atılması ve depolanmasından, ekipmanların rutin bakımına kadar pek çok durum laboratuvarlar içerisinde güvenli bir çalışma ortamının yaratılmasına imkân sağlamaktadır.

Kimya laboratuvarlarının içerisinde yürütülecek olan faaliyetler, yoğun bir denetim sonrasında başlamaktadır. Bu denetimlerin amacı, çalışan güvenliğinin sağlanması olarak karşımıza çıkmaktadır. İçerisinde yürütülecek olan çalışmaların tamamında gözetmenler, çalışanların güvenliğini sağlamak ile sorumlu tutulmaktadır. Ancak ortam güvenliğinin sağlanması adına birlikte çalışma bilincinin bütün laboratuvar personelinde yerleşmiş olması gerekmektedir. Bunun adına yetkin ve etkili eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Özellikle ortaokul seviyesinden itibaren laboratuvarları bulunan okulların tamamında iş sağlığı ve güvenliği bağlamına laboratuvar kullanım derslerinin verilmesi ciddi bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tez içerisinde de ifade edildiği üzere, kimya laboratuvarları içerisinde pek çok ürün belirli miktarlarda kullanılmaktadır. Kalan ürünler ise uzun süreçler boyunca saklanarak çeşitli riskleri de barındırarak, uzaklaştırılacağı günü beklemektedir. Ortak bir sistemi meydana getirilmesi ile elde kalan ürünlerin paylaşımının yapılması, iş sağılığı ve güvenliğinin yanı sıra laboratuvarların ekonomik anlamda yarar sağlamasına imkân tanıyacaktır. Bu gibi çalışmalar, laboratuvarların sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

5.1. Bulguların Kendi İçinde Tartışılması

Bu çalışmada kıymetli metal analizlerinin yapıldığı kimya laboratuvarında gerçekleştirilen risk değerlendirmesi sonucunda, laboratuvar genelinde yürütülen

işlemler 10 ayrı faaliyet alanında incelenmiş ve bu alanlara ilişkin tespit edilen risklerin sayısal dağılımları Tablo 5.1'de sunulmuştur.

Tablo 5.1 : Faaliyet alanları ve tespit edilen riskler

Faaliyet Alanı	FMEA	HAZOP	JSA
Acil Durum	29	29	29
Kimyasallar	12	12	12
Kupelasyon Fırını	2	3	
Elektrik	11	11	11
KKD	7	7	7
Genel Laboratuvar Koşulları	4	4	
Altın Analizi			42
Gümüş analizi			30
Platin analizi			45
Paladyum analizi			30

Not: Altın, gümüş, platin ve paladyum analizlerine ilişkin riskler, JSA yönteminde iş adımı bazında değerlendirildiğinden tabloda bağımsız olarak gösterilmemiş, genel başlıklar (kimyasal kullanımı, laboratuvar koşulları, KKD vb.) içerisinde ele alınmıştır.

Bu dağılım, laboratuvar faaliyetlerinin farklı adımlarında farklı düzeylerde risklerin söz konusu olduğunu ve özellikle acil durum yönetimi ile kimyasal madde kullanımı gibi alanların öncelikli kontrol gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada kullanılan HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri; laboratuvar ölçeğinde avantajları, sınırlılıkları ve uygulama uygunlukları açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

HAZOP yöntemi, süreç parametrelerindeki olası sapmaları sistematik biçimde değerlendirmeye dayanmaktadır. "Hiç (None)", "Az (Less)", "Fazla (More)", "Ters (Reverse)" gibi kılavuz kelimeler yardımıyla, özellikle akış, basınç ve sıcaklık gibi

teknik değişkenlerdeki anormallikler tespit edilebilmiştir. Bu yaklaşım, vakum sistemleri, gaz debisi, kupelasyon fırını sıcaklığı gibi kritik proseslerde tehlikelerin derinlemesine tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Ancak bu yöntemin uygulanması, çok sayıda uzmanın katılımıyla uzun oturumlar gerektirmekte ve sonuçlar sayısal önceliklendirme sunmadığı için hangi riskin daha kritik olduğunu belirlemekte yetersiz kalmaktadır. Laboratuvar ölçeğinde bu durum, zaman ve kaynak kullanımı açısından maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle HAZOP, bu çalışmada özellikle teknik proses değişkenlerinin analizinde tamamlayıcı ve destekleyici bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

FMEA yöntemi ise hata türlerini, bu türlerin nedenlerini ve etkilerini belirleyerek Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplama esasına dayanır. Bu çalışmada FMEA, kupelasyon fırınında kurşun buharı maruziyeti, kimyasal reaksiyonlar sırasında cihaz arızaları, havalandırma eksikliği gibi risklerin şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik düzeylerini ayrı ayrı puanlamış ve bu riskleri sayısal olarak önceliklendirme imkânı sunmuştur. RÖS > 100 olarak hesaplanan durumlar için mutlaka önlem alınması gerektiği değerlendirilmiş ve bu eşikler sayesinde tehlikelerin yönetiminde şeffaflık sağlanmıştır. Ayrıca FMEA'nın kısa süreli atölye çalışmalarıyla uygulanabilir olması, mevcut ekipman ve işlem hatlarının hızlı analizine olanak tanımıştır. Bu nedenlerle FMEA, laboratuvar düzeyinde yapılan risk değerlendirmelerinde en uygun, sistematik ve uygulanabilir yöntem olarak öne çıkmıştır.

JSA yöntemi, analizleri iş adımı temelli olarak yapar. Numune hazırlama, asit çözme, cihaz kurulumu gibi adımlarda, her adım başlamadan önce potansiyel tehlikeler belirlenir; mevcut veya önerilen kontrol önlemleri ile birlikte değerlendirme yapılır. Riskler “Kabul Edilemez”, “İstenmeyen”, “Dikkate Değer”, “Kabul Edilebilir” ve “Giderilmiş” gibi kategorilere ayrılarak, çalışanın tehlikeleri önceden öngörmesini sağlar. Bu yönüyle JSA, iş başlamadan önce yapılması gereken önleyici bir analizdir. Ancak JSA yönteminde risklerin olasılık ve şiddet değerleri sayı ile ifade edilse de, bu değerler yalnızca risk seviyesini belirlemek için kullanılmakta; risklerin birbirine göre önceliğini belirleme konusunda FMEA gibi yöntemlerde olduğu kadar sayısal bir karşılaştırma sunmamaktadır. Bu nedenle JSA, daha çok uygulamaya yönelik saha güvenliğini sağlamada kullanılan etkili bir yöntemdir.

Bu yöntemlerin uygulanması sırasında, tespit edilen risk sayılarında da yöntemler arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. JSA yönteminde 204 risk belirlenmesinin temel nedeni, analizlerin iş adımı bazında yapılmasıdır. Her iş adımı; kullanılan malzemeler, ekipmanlar ve ortam koşulları ayrı ayrı ele alındığından, tek bir süreç içinde dahi birden fazla risk tanımlanabilmiştir. Buna karşılık, HAZOP yönteminde 78, FMEA yönteminde ise 75 risk tespit edilmiştir. Bu iki yöntemde riskler daha çok süreç parametreleri (HAZOP) veya hata türleri (FMEA) üzerinden gruplandırılarak değerlendirildiğinden, benzer nitelikteki tehlikeler tek başlık altında toplanmış ve toplam risk sayısı daha düşük kalmıştır. Dolayısıyla JSA yöntemi, kapsamı geniş ve detay düzeyi yüksek bir tarama sağladığından daha fazla sayıda risk tespit ederken; HAZOP ve FMEA, daha özet ve gruplandırılmış bir analiz yaklaşımı sunmuştur..

Çalışmanın güçlü yönleri, kıymetli metal analiz laboratuvarında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin üç farklı yöntem (HAZOP, FMEA ve JSA) ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi, her bir yöntemin uygulama kolaylığı, kaynak ve zaman gereksinimi, çıktı üretme kapasitesi ve tehlike tanımlama ayrıntısı açısından değerlendirilmesidir. Ayrıca, FMEA ve JSA yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla hem önceliklendirme hem de sahaya yönelik önleyici tedbirlerin belirlenmesi mümkün olmuş, HAZOP ile teknik proses değişkenlerine yönelik ayrıntılı analizler yapılmıştır. Zayıf yönleri ise, çalışmanın belirli bir laboratuvar ölçeğinde yürütülmüş olması nedeniyle sonuçların farklı ölçeklerdeki işletmelere doğrudan genellenememesi, HAZOP'un zaman ve uzman gereksiniminin yüksek olması, JSA'nın ise sayısal önceliklendirme açısından sınırlı kalmasıdır. Ayrıca, risk değerlendirmelerinin belirli zaman diliminde yapılmış olması, laboratuvar koşullarında meydana gelebilecek değişikliklerin analize yansıtılamaması gibi metodolojik sınırlılıklar da bulunmaktadır.

Bu üç yöntemin öne çıkan özellikleri, avantajları, sınırlılıkları ve tespit edilen risk sayıları Tablo 5.2'de özetlenmiştir.

Tablo 5.2 : HAZOP, FMEA ve JSA yöntemlerinin öne çıkan özellikleri, avantajları, sınırlılıkları ve tespit edilen risk sayıları

Kriter	**HAZOP**	**FMEA**	**JSA**
Tespit Edilen Risk Sayısı	78	75	204
Analiz Yaklaşımı	Süreç parametrelerindeki sapmaların sistematik incelenmesi	Hata türleri, nedenleri ve etkilerinin sayısal önceliklendirme ile analizi	İş adımı bazlı tehlike tanımlama
Odak Noktası	Teknik proses değişkenleri	Hata türlerinin önceliklendirilmesi	Operasyonel adımlar ve saha güvenliği
Çıktı Türü	Nitel, teknik öneriler	Sayısal RÖS değerleri ve önceliklendirme	Risk dereceleri ve kontrol önlemleri
Zaman / Kaynak Gereksinimi	Yüksek (uzman ekibi ve uzun oturumlar)	Orta (kısa atölye çalışmaları ile yapılabilir)	Orta–Yüksek (saha gözlemleri ve detaylı adım analizi)
Avantajı	Teknik detayda derinlik	Sayısal önceliklendirme ve net eşik değerler	Sahaya yönelik pratik önlemler
Sınırlılık	Sayısal önceliklendirme yok, zaman maliyeti yüksek	Benzer hata türlerini tek başlıkta toplar	Önceliklendirmede FMEA kadar net değil

Tablo 5.2'de görüldüğü üzere, HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri; kapsam, analiz yaklaşımı ve odak noktaları bakımından farklılık göstermektedir. Üç yöntemin her tehlikeye aynı derecede uygun olduğu söylenemez; yöntem seçimi tehlikenin doğasına göre yapılmalıdır. JSA, iş adımı düzeyindeki operasyonel ve davranışsal tehlikeler için; HAZOP, süreç parametrelerindeki (akış, sıcaklık, basınç vb.) teknik sapmaların sistematik sorgulanması için; FMEA ise ekipman/süreç bileşenlerine ait hata türlerinin sayısal olarak önceliklendirilmesi için daha uygundur. Bu nedenle yöntemler tamamlayıcı ve entegre kullanılmalıdır; HAZOP'ta tanımlanan teknik sapmalar FMEA ile önceliklendirilip, öncelikli alanlar için JSA üzerinden somut kontrol adımları tasarlanabilir. Çalışmada JSA'da 204, HAZOP'ta 78 ve FMEA'da 75 risk tespit edilmiş olması da bu granülarite farkının doğal sonucudur.."

Özetle, bu çalışmada HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri birlikte uygulanarak kıymetli metal analiz laboratuvarındaki riskler çok boyutlu olarak değerlendirilmiştir. Her bir yöntem, farklı risk türlerine odaklanarak özgün katkılar sağlamaktadır: HAZOP, proses değişkenlerine ilişkin teknik sapmaları analiz ederken; FMEA, hata türlerini sistematik biçimde puanlayarak sayısal önceliklendirme sunmakta; JSA ise iş adımı temelli yaklaşımla sahadaki operasyonel tehlikeleri belirlemektedir. Yapılan değerlendirmeler göstermektedir ki, bu yöntemlerden herhangi biri tek başına uygulandığında bazı risk alanları göz ardı edilebilmekte veya yetersiz analizlerle sonuçlanabilmektedir. Özellikle FMEA ve JSA yöntemlerinin birlikte kullanılması, hem önceliklendirme hem de uygulamaya yönelik önleyici tedbirlerin belirlenmesi açısından daha bütüncül sonuçlar doğurmaktadır. Buna ek olarak, HAZOP yönteminin de gerektiğinde FMEA veya JSA ile entegre edilerek teknik proseslerdeki karmaşık tehlikelerin daha ayrıntılı ele alınması mümkündür. Bu nedenle, laboratuvar gibi çok boyutlu tehlike barındıran ortamlarda tek bir analiz yöntemiyle yetinmek yerine, birden fazla yöntemin birlikte ve tamamlayıcı şekilde kullanılması, daha güvenli ve sürdürülebilir bir iş sağlığı yönetim sistemi geliştirilmesini mümkün kılacaktır.

5.2. Bulguların Benzer Literatüre Göre Tartışılması

Bu çalışmada, kupelasyon fırını, asit odası, laboratuvar ortamı ve çeşitli fiziksel iş alanlarında karşılaşılan tehlikeler Tehlike ve İşletebilme Analizi (HAZOP) yöntemiyle sistematik olarak analiz edilmiştir.

Kupelasyon fırını çevresinde kurşun buharına maruziyet, yüksek sıcaklık ve havalandırma eksiklikleri çalışan sağlığı açısından öncelikli riskler arasında yer almıştır. Bu alanda, KKD kullanımına ek olarak kurşun buharını etkili şekilde uzaklaştıracak lokal havalandırma sistemlerinin kurulması ve çalışanların düzenli aralıklarla sağlık taramasından geçirilmesi önerilmiştir.Asit odasında yapılan analizler, asit buharı solunması, sıçrama riski, kimyasal kapaklarının açık bırakılması ve buharlaşmaya bağlı inhalasyon tehlikelerini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, kapalı sistemler ve kapaklı dolaplar kullanılmalı, kimyasal maddelerin saklama talimatlarına uygun olarak depolanması sağlanmalıdır. Ek olarak, çalışanlara

buharlaşma riski ve uygun KKD kullanımı konularında özel eğitimler verilmesi gerekmektedir. Laboratuvar genelinde, pürmüz ile tavlama, gaz dolumu ve çekiçle dövme gibi faaliyetler sırasında oluşabilecek yanma, patlama ve yaralanma riskleri belirlenmiştir. Bu risklerin azaltılması için; güvenli alev kullanımı eğitimi verilmesi, sabitleyici aparatların kullanılması, gaz tüplerinin güvenli dolum alanlarına taşınması ve dolum öncesi hortum-konnektör kontrol listelerinin oluşturulması gereklidir. Fiziksel iş süreçlerinde; hadde makinesine el kaptırma, kuyumcu makası ile kesilme ve tartım sırasında altın parçalarının ele batması gibi yaralanma riski taşıyan durumlar tespit edilmiştir. Bunlara karşı el koruma aparatlarının kullanımı, makinelerde koruyucu kapakların ve acil durdurma butonlarının işlevsel hale getirilmesi, kesici aletlerin düzenli bakımı ve çalışanlara teknik kullanım eğitimi sağlanmalıdır. Zemin koşullarına yönelik analizlerde, kaygan yüzeyler, tıkanmış geçiş yolları ve yetersiz yönlendirme işaretleri düşme ve panik riski oluşturabilecek sapmalar olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, kaydırmaz zemin kaplamaları, düzenli temizlik ve uyarı levhalarının yerleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, elle taşıma işlemlerinde fazla yük kaldırma kaynaklı kas-iskelet sistemi sorunlarının önüne geçilmesi için yüklerin ağırlıklarının etiketlenmesi, kaldırma teknikleri eğitimi verilmesi ve kaldırma ekipmanlarının kullanımı zorunlu hale getirilmelidir. Acil durum hazırlıkları kapsamında; yangın tüplerine erişimin engellenmesi, cihazların periyodik bakımlarının yapılmaması, acil çıkış yollarının kapalı veya işaretlenmemiş olması, yönlendirme levhalarının eksikliği ve tatbikat yapılmaması gibi ciddi eksiklikler belirlenmiştir. Bu risklere yönelik olarak yangın söndürme sistemlerinin montajı, yönlendirme levhalarının güncellenmesi, tatbikat ve bakım takvimlerinin oluşturulması ve her kata yangın planlarının asılması gereklidir. Elektrik tesisatına ilişkin yapılan değerlendirmelerde ise, izolasyon yetersizlikleri, pano kapaklarının kilitsiz olması, kontrol eksiklikleri, uygun olmayan sigortalar, topraklama barası eksikliği ve yalıtım paspaslarının bulunmaması gibi tehlikeler belirlenmiştir. Bu tehlikelerin azaltılması için TS ve EN standartlarına uygun kurulumlar yapılmalı, dijital bakım kayıt sistemleri kurulmalı ve düzenli görsel denetimler gerçekleştirilmelidir.

Son olarak, kimyasal güvenlik uygulamalarında etiketleme eksiklikleri, yazılı talimatların olmaması, eğitimsiz personel, yanlış kimyasal sınıflama ve yetersiz

depolama koşulları gibi önemli sorunlara rastlanmıştır. Bu kapsamda GHS etiketlerinin eksiksiz uygulanması, güvenlik bilgi formlarına göre sınıflama yapılması, KKD kullanımının zorunlu hale getirilmesi ve çalışanlara yılda en az bir kez kimyasal güvenlik eğitimi verilmesi önerilmektedir.

Kıymetli metal analizlerinin yapıldığı laboratuvarda uygulanan FMEA yöntemi kapsamında, farklı işlem adımlarında ortaya çıkabilecek potansiyel hata türleri, bu hataların muhtemel nedenleri ve etkileri sistematik biçimde değerlendirilmiş, her biri için Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanmıştır. Belirlenen riskler RÖS büyüklüğüne göre sıralanarak önceliklendirilmiş ve her biri için düzeltici-önleyici tedbirler geliştirilmiştir.

En yüksek RÖS değeri 480 olarak; yangın alarm butonlarının ve siren sistemlerinin bulunmaması, kimyasal patlama/yangın/zehirlenme tehlikesine karşı yeterli tedbirlerin alınmaması ve deprem gibi afet durumlarına yönelik hazırlık eksiklikleri olmak üzere üç farklı riskte eşit şekilde tespit edilmiştir. Bu risklerin kontrol altına alınabilmesi için; laboratuvara alarm sistemlerinin kurulması, kimyasal güvenlik ekipmanlarının temin edilmesi, acil durum tatbikatları ve deprem senaryolarına yönelik eylem planlarının hazırlanması önerilmiştir. Kupelasyon fırınında kurşun buharına maruziyet riski (RÖS = 441), laboratuvar ortamındaki ciddi kimyasal tehlikelerden biri olarak dikkat çekmiştir. Bu risk için önerilen başlıca önlemler; havalandırma sisteminin modernize edilmesi, P3 filtreli solunum maskeleri gibi uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılması ve çalışanların düzenli sağlık kontrollerine tabi tutulmasıdır. Asit odasında belirlenen yüksek riskler arasında; asit buharı solunması (RÖS = 336), cam malzeme kırılması (RÖS = 288) ve asit sıçraması (RÖS = 270) yer almaktadır. Bu risklerin azaltılması için lokal havalandırma sistemlerinin kurulması, emici filtreli maskelerin kullanımı, göz duşları ve acil yıkama istasyonlarının yerleştirilmesi ile birlikte kimyasal güvenlik eğitimlerinin düzenli olarak yapılması önerilmektedir. Ayrıca, cam malzemelerle çalışırken koruyucu gözlük kullanımı ve kontrollü çalışma alanlarının oluşturulması da gerekli önlemler arasında yer almaktadır. Fiziki alanlarda meydana gelebilecek mekanik riskler arasında; çekiçle dövme sırasında el yaralanmaları (RÖS = 252), hadde makinesinde elin kaptırılması (RÖS = 240) ve tavlama işlemleri esnasında

yanma riski (RÖS = 210) gibi durumlar tespit edilmiştir. Bu riskler için; el koruma aparatlarının kullanımı, makinelerde acil durdurma sistemlerinin bulunması, periyodik ekipman bakımlarının yapılması ve çalışanlara yönelik ekipman kullanım eğitimlerinin verilmesi önerilmiştir. Tartım aşamasında tespit edilen riskler arasında; altın parçacıklarının ele batması ve makasla kesilme gibi nispeten düşük şiddette ancak tekrarlanabilir yaralanmalar yer almaktadır. Bu riskler için kesilmeye dayanıklı eldivenlerin kullanımı, kesici-delici aletlerin düzenli bakımı ve kullanım sırasında dikkat artırıcı uyarı levhalarının yerleştirilmesi önerilmektedir. FMEA yöntemi ile yapılan bu analizde, laboratuvar süreçlerinde karşılaşılan riskler sistematik bir yaklaşımla değerlendirilmiş; her bir faaliyet alanı için uygulanabilir kontrol önlemleri belirlenmiştir. Risk puanlarının yüksekten düşüğe sıralanması, sınırlı kaynakların en kritik risk alanlarına yönlendirilmesini sağlayarak daha güvenli bir çalışma ortamının tesis edilmesine katkı sunmuştur.

Kıymetli metallerin üretim ve analiz süreçlerine ilişkin iş adımları, İş Güvenliği Analizi (JSA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Her bir işlem basamağı için potansiyel tehlikeler, bu tehlikelerin olasılığı ve şiddeti dikkate alınarak risk seviyeleri belirlenmiş; ardından uygun kontrol önlemleri yapılandırılmıştır.

Kupelasyon fırını çevresinde kurşun buharı maruziyeti, fırın sıcaklığının aşırı yükselmesi ve ergonomik uygunsuzluklar öncelikli riskler arasında yer almıştır. Bu risklerin kontrolü için havalandırma sistemlerinin etkinliği artırılmalı, sıcaklık sensörleri kullanılmalı, kişisel koruyucu donanımlar (KKD) eksiksiz sağlanmalı ve çalışanlara yönelik eğitimler düzenli olarak yapılmalıdır. Asit odasında ise asit buharı soluma, buharın birikmesi, ters hava akımı, KKD kullanımındaki eksiklikler ve kimyasal sıçramalar gibi riskler değerlendirilmiş; çeker ocakların düzenli test edilmesi, buhar maskesi ve asit geçirmez eldiven gibi KKD'lerin temini, kimyasal elleçleme prosedürlerinin geliştirilmesi önerilmiştir. Fiziksel iş adımları kapsamında çekiçle dövme, pürmüzle tavlama, gaz dolumu, haddeleme, tartım, makas kullanımı ve zemindeki kayganlık gibi riskler analiz edilmiştir. Bu işlemler için sabitleyici aparat kullanımı, uygun eldiven ve gözlük temini, düzenli ekipman bakımı ve zemin kaymazlığına yönelik önlemler önerilmiştir. Gümüş, platin ve paladyum üretim süreçlerinde gerçekleştirilen işlemler; haddelenme, tartım, asit çözme, ısıtma,

çökelme, süzme, yıkama ve ergitme adımlarını kapsamaktadır. Bu adımlar için KKD kullanımı, çeker ocakta işlem yapma, asit geçirmez malzeme kullanımı, sıcaklık kontrol sensörleri ve vakum sistemlerinin güvenli çalışmasının sağlanması gibi teknik ve organizasyonel önlemler öne çıkmıştır. Ayrıca analizlerde, acil durum sistemlerine ilişkin eksiklikler de yüksek risk düzeyinde değerlendirilmiştir. Özellikle yangın söndürme alarm sistemlerinin ve alarm butonlarının bulunmaması, acil aydınlatma sisteminin yokluğu, acil çıkış yönlendirme levhalarının eksikliği, ilk yardım konusunda yetkin personelin olmaması ve tatbikat eksiklikleri dikkat çekmiştir. Bu risklerin azaltılması amacıyla yangın algılama ve alarm sistemleri kurulmalı, acil çıkışlar açık ve yönlendirilmiş olmalı, ilk yardımcı personel eğitimi sağlanmalı ve düzenli tatbikatlar yapılmalıdır.

Genel olarak JSA yöntemiyle yapılan değerlendirmelerde, özellikle kimyasallarla çalışma, yüksek sıcaklık, ekipmanla temas, acil durum sistem yetersizlikleri ve ergonomik faktörler yüksek risk düzeyinde belirlenmiştir. Risklerin kabul edilebilir düzeye indirilebilmesi için teknik mühendislik önlemleri, KKD temini, acil durum hazırlıkları ve sürekli eğitim faaliyetlerinin bütüncül şekilde uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu doğrultuda, laboratuvarda kullanılan cihaz ve ekipmanlara yönelik güvenlik önlemleri de ayrıca ele alınmıştır. Kimya laboratuvarlarında kullanılan her cihazın kendine özgü riskleri barındırması nedeniyle, bu ekipmanların güvenli kullanımı için teknik ve organizasyonel tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Örneğin, ICP-OES cihazında yüksek sıcaklık ve elektrik kaynaklı tehlikelere karşı cihazın topraklaması kontrol edilmeli, analiz sırasında sıçrama riskine karşı koruyucu gözlük ve asit geçirmez önlük kullanımı sağlanmalıdır. XRF cihazı gibi iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı içeren ekipmanlarda kurşun koruyucu paravanlar kullanılmalı ve radyasyon ölçüm cihazlarıyla periyodik kontroller yapılmalıdır. Kupelasyon fırını, yüksek sıcaklık ve kurşun buharı maruziyeti nedeniyle lokal havalandırma sistemleriyle desteklenmeli, çalışanlara özel solunum maskeleri ve ısıya dayanıklı eldivenler temin edilmelidir. Titrasyon cihazlarında, cam malzeme kırılmalarına karşı kontrollü kullanım alanı oluşturulmalı, koruyucu gözlük ve eldiven kullanımı zorunlu hale getirilmelidir. Hassas terazilerin kullanımı sırasında elektrostatik

etkilerden kaçınmak için cihazlar sabitlenmeli, terazi etrafında kimyasal madde bulundurulmamalı ve kalibrasyonları düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Tüm bu ekipmanlara yönelik alınacak güvenlik önlemleri, sadece cihaz bazlı kazaları azaltmakla kalmayacak; aynı zamanda laboratuvar genelinde sürdürülebilir ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır.

Karabulut (2016) tez çalışmasında ELMERİ risk değerlendirme metodunu kullanarak laboratuvarda risk analizi yapmıştır. Havalandırmanın yetersiz olması uçucu organik bileşiklere maruziyet önemli riskler içinde yer almaktadır. Bu çalışmada ki en yüksek seviyede tehlikeler nitrik asit ve etil alkolden dolayı çıkan buharın düzenli şekilde kontrol edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Er (2024) yaptığı çalışmada; kimya sektöründe HAZOP ve ETA yöntemlerini kullanarak bir risk değerlendirmesi yapmıştır. Kimyasal kaplama ve boyama işlemleri sırasında kullanılan kimyasalların büyük ölçüde patlama ve yangın risklerine sebep olabileceğini belirtmiştir.. Risk değerlendirmeleri sonucunda ise otomatik yangın söndürme sistemleri, havalandırma yetersizliği ve tesisattan kaynaklı arızalar eksiklik olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışanların kimyasala maruziyetlerinden kaynaklı sağlık gözetimi kapsamında kan tetkiklerinin izlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Bu çalışmada HAZOP, FMEA ve JSA metotları ile kimya laboratuvarında kullanılan n nitrik asit, kral suyu ve amonyak gibi kimyasalların sebep olduğu benzer riskler analiz edilmiştir. Havalandırmanın yetersizliği KKD kullanımı ve asit buharı maruziyeti gibi önemli riskler üzerinde durulmuştur.

Deliloğlu (2019) hastane laboratuvarı üzerine gerçekleştirdiği tez çalışmasında, etil alkol, ksilen, metanol ve dezenfektanlar gibi kimyasallar göz önünde bulundurularak Fine-Kinney metodu ile risk analizi yapılmıştır. Öncelikle yangın, solunum yolu ve toksisite etkisi en fazla rastlanıldığını tespit edilmiştir. Havalandırmanın yetersizliği KKD kullanımı ve kimyasalların uygun olan alanlarda bulundurulmaması gibi risklerin üzerinde durmuştur.

Ünverdi ve Çetinyokuş (2021), bir kamu kurumuna bağlı Asbest Uygulama Merkezi ve SEM laboratuvarında gerçekleştirdikleri çalışmada L Tipi Matris yöntemi ile risk değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışma sonucunda 4'ü kabul edilemez düzeyde olmak üzere toplam 13 risk belirlenmiştir. En yüksek risk puanı, kimyasal tehlike kaynaklarına bağlı olarak asbest maruziyeti, sıvı azot gaz sızıntısı ve patlama riski gibi durumlarda tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışanlara KKD temini, havalandırma delikleri bulunan koruyucu sistemlerin kurulması ve giriş çıkış kontrolü gibi iyileştirici önlemler önerilmiştir.

Bu çalışma, özellikle kimyasal madde maruziyeti, KKD eksikliği ve havalandırma ihtiyacı gibi risklerin varlığı bakımından bu tez çalışmasında nitrik asit, kral suyu ve amonyak gibi maddelerle yapılan işlemler sonucunda ortaya çıkan risklerle benzerlik göstermektedir.

Karahan ve Aydoğmuş (2023), üniversite bünyesindeki kimya mühendisliği laboratuvarında 5x5 L Tipi Matris yöntemi ile risk analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada toplam 50 risk tanımlanmış, bunların %60'ı yüksek risk seviyesinde değerlendirilmiştir. Risklerin azaltılması amacıyla havalandırma eksikliklerinin giderilmesi, uygun kişisel koruyucu donanımların sağlanması, kimyasalların kontrollü kullanımı ve depolanması, acil çıkış planlarının oluşturulması, acil durum tatbikatlarının yapılması, yangın söndürme sistemlerinin periyodik kontrolü ve göz duşları ile acil duş sistemlerinin bakımı gibi önlemler önerilmiştir.

Bu yönleriyle çalışma, kimyasal maruziyet, fiziksel koşul eksiklikleri ve acil durum hazırlığı açısından bu tez çalışmasındaki kıymetli metal analiz laboratuvarında belirlenen risklerle yüksek düzeyde benzerlik göstermektedir.

Gökkaya (2023), üniversitelerde yürütülen genel kimya laboratuvarı uygulamalarını iş sağlığı ve güvenliği açısından incelemiştir. Çalışmada, öğrencilerin güvenlik kurallarını yalnızca uyulması gereken kurallar olarak algıladıkları, bu nedenle riskleri yeterince içselleştirmedikleri tespit edilmiştir. Kimyasal hijyen planlarının oluşturulması, laboratuvar güvenlik kurallarının görünür şekilde asılması, yangın talimatlarının belirlenmesi, acil çıkışların tanıtılması, kişisel koruyucu donanım

kullanımının teşvik edilmesi, yangın tüplerinin ve ilkyardım malzemelerinin erişilebilir olması gibi birçok önlem önerilmiştir. Ayrıca laboratuvarlarda üretilen tehlikeli kimyasal atıkların yönetimi ve bertarafındaki eksiklikler ele alınmıştır.

Bu yönleriyle çalışma; kimyasallara maruziyet, fiziksel koruma önlemleri ve acil durum hazırlıkları konularında kıymetli metal analiz laboratuvarına yönelik gerçekleştirilen çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Sastrodiharjo ve diğerleri (2019), üniversite ortamında yürütülen üretim sistemi laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği risklerini incelemiş ve kıymetli metal laboratuvarlarında yürütülen işlemlerle benzerlik göstermektedir. Çünkü her iki ortamda da hem donanımsal ekipman kullanımı hem de kontrollü ortamda çalışma zorunluluğu vardır. Ancak kıymetli metal laboratuvarları, ilave olarak kimyasal buharlar, yüksek sıcaklık, ağır metaller ve toksik gazlar gibi farklı ve daha karmaşık tehlikeleri de içermekte, bu da sistematik iş güvenliği analizlerinin önemini daha da artırmaktadır.

Özet ve Büyükakıncı (2020), kuyumcu atölyelerinde mücevher üretimi sırasında biriken altın tozlarının ramatçılar tarafından kral suyuyla çözüldüğünü ve bu işlem sırasında çevreye zararlı NO gazı açığa çıktığını belirtmiştir. Geleneksel kostikli yıkama yöntemi NO'nun gideriminde yetersiz kalırken, çalışmada kral suyuna sülfamik asit eklenerek NO oluşumu önlenmiş ve bunun yerine daha az zararlı olan N_2O gazının açığa çıkması sağlanmıştır. Ölçümler, süreç boyunca NO gazının oluşmadığını göstermiştir. Bu yöntem, altın geri dönüşüm sürecinde hem iş sağlığına hem çevreye yönelik önemli bir iyileştirme sunmaktadır.

Gültaç ve diğerleri (2024) tarafından yürütülen çalışmada, katılımcıların mesleki biyolojik risk algılarının yanı sıra genel yaşam kaygıları ve biyolojik ajanlarla temas sonucu gelecekte sağlık sorunları yaşama konusundaki endişelerinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırma bulguları, çalışanların iş kazalarına karşı farkındalık düzeylerinin artırılması ve kişisel koruyucu donanım kullanımına daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, işyerlerinde aşı uygulamalarının

yaygınlaştırılması ve iş sağlığı ile güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin artırılması yönünde iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Farklı bir çalışma olarak Brill (1995), değerli metallerin analizine yönelik geliştirilmiş yüksek otomasyonlu bir sistemi tanımlamaktadır. ICP-SIM-ROB olarak adlandırılan bu sistem, indüktif eşleşmiş plazma (ICP) optik emisyon spektrometresine dayalı olup; numune hazırlama, barkod üretimi ve analiz süreçlerini otomatikleştiren robotik bileşenlerle desteklenmiştir. Ana bilgisayar kontrolünde çalışan bu yapı, operatör müdahalesi olmadan da çalışabilmekte ve sınırlı kullanıcı bilgisiyle analizlerin başlatılmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca sistemin modüler yapısı, teknolojik gelişmelere paralel olarak donanım ve yazılım güncellemelerine imkan sunmaktadır. Altın alaşımlarının ISO standartlarına uygun biçimde analiz edilebildiği bu yaklaşım, otomasyon ve kullanıcı güvenliği açısından dikkat çekici bir önlem olarak değerlendirilmektedir.

Festerova (2015), Slovakya'daki kimya laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını incelemiş ve özellikle kimyasal maddelerle çalışmanın doğasında bulunan risklere odaklanmıştır. Çalışmada, kimyasal etiketleme, güvenlik bilgi formları, kişisel koruyucu donanımlar ve güvenli çalışma alışkanlıklarının önemi vurgulanmıştır. Bu yönüyle, kimya laboratuvarı ortamında çalışan öğrenci ve personelin yaralanma, yangın ve patlama gibi risklere karşı eğitim yoluyla bilinçlendirilmesinin kritik olduğu ifade edilmiştir. Söz konusu yaklaşım, kıymetli metal analiz laboratuvarlarında yürütülen işlemlerle benzerlik göstermektedir. Çünkü her iki ortamda da kimyasal maddelerin kontrollü koşullarda kullanımı, maruziyet risklerinin azaltılması ve güvenli çalışma kültürünün yerleşmesi ön plandadır. Ancak kıymetli metal laboratuvarları, ağır metaller (örneğin kurşun), yüksek sıcaklık ve toksik gazlar gibi daha spesifik ve yüksek tehlike sınıfına giren riskleri barındırmaktadır ; bu da HAZOP, FMEA ve JSA gibi sistematik yöntemlerle yapılan iş güvenliği analizlerinin gerekliliğini artırmaktadır.

Genel olarak incelenen literatürler, kıymetli metal analiz laboratuvarındaki risklerin büyük oranda diğer laboratuvar çalışmalarında tespit edilen risklerle örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle havalandırma yetersizliği, kişisel koruyucu donanım

kullanım eksiklikleri, kimyasal buhar maruziyeti, yangın ve patlama riskleri ile acil durum hazırlıklarının yetersizliği, hem bu çalışmada hem de literatürde öne çıkan ortak bulgular olmuştur. Ancak mevcut çalışmaların hiçbiri aynı ortamda üç farklı risk değerlendirme yöntemini (HAZOP, FMEA ve JSA) birlikte uygulamamış ve yöntemleri karşılaştırmalı olarak değerlendirmemiştir. Bu çalışma, söz konusu yöntemleri laboratuvar ölçeğinde eş zamanlı olarak uygulayarak, her birinin avantaj ve sınırlılıklarını ortaya koymuş; HAZOP yöntemini özellikle proses parametrelerinin kritik olduğu alanlarda tamamlayıcı araç olarak kullanmış, laboratuvarda risklerin etkin yönetimi için ise FMEA ve JSA yöntemlerinin birlikte kullanılmasının en uygun yaklaşım olduğunu önermiştir. Bu yönüyle çalışma, mevcut literatüre metodolojik ve uygulama açısından özgün bir katkı sağlamaktadır.

5.3. Sonuç

Bu çalışmada HAZOP, FMEA ve JSA yöntemleri birlikte uygulanarak kıymetli metal analiz laboratuvarındaki iş sağlığı ve güvenliği riskleri çok boyutlu biçimde değerlendirilmiştir. Yöntemlerin kapsama ve ayrıntı düzeyi farklılıkları, tespit edilen risk sayısına da yansımıştır: JSA'da 204, HAZOP'ta 78, FMEA'da 75 risk belirlenmiştir. Bu fark, JSA'nın iş adımı düzeyinde ayrıntılı tarama yapmasından; HAZOP'un süreç parametrelerindeki teknik sapmaları sistematik olarak irdelemesinden; FMEA'nın ise hata türlerine odaklanıp RÖS ile sayısal önceliklendirme yapmasından kaynaklanmaktadır.

Bulgular, tek bir yöntemin tek başına kullanıldığında bazı risk alanlarını gözden kaçırabildiğini göstermektedir. En güçlü sonuç, yöntemlerin tamamlayıcı biçimde entegrasyonu ile elde edilmiştir: HAZOP ile belirlenen teknik sapmaların FMEA ile sayısal olarak kritikleşmesi ve öncelikli alanlar için JSA üzerinden somut kontrol adımlarının tanımlanması, hem önceliklendirme hem de uygulama tarafında etkili bir çerçeve sunmuştur. Çalışmanın kapsamı tek laboratuvar ve belirli bir zaman dilimiyle sınırlı olsa da, ortaya konan metodoloji benzer laboratuvar ortamlarına uyarlanabilir niteliktedir.

5.4. Öneriler

1. Kupelasyon fırını çevresinde çalışanların kurşun buharına maruziyetini azaltmak amacıyla yeterli havalandırma sistemleri kurulmalı, sıcaklık kontrolü sağlanmalı ve bu alanda görevli personel için kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı zorunlu hale getirilmelidir.
2. Asit odasında ortaya çıkabilecek ters hava akımı, kimyasal buhar solunması ve koruyucu donanım eksikliğinden kaynaklanan risklere karşı çeker ocaklar ve lokal havalandırma sistemleri düzenli aralıklarla kontrol edilmeli, asit buharlarına karşı filtreli maske ve gözlük gibi uygun KKD'lerin kullanımı denetlenmelidir. Ayrıca, kurşun buharı ve yoğun asit buharı risklerine karşı ABEK filtreli tam yüz maskesi (P2/P3 partikül filtresi ile kombinasyonlu) ile yerel havalandırma sistemlerinin zorunlu hale getirilmesi sağlanmalıdır.
3. Pürmüz kullanımı, çekiçleme ve gaz dolumu gibi fiziksel işlemlerin gerçekleştirildiği alanlarda yanma ve yaralanma risklerini önlemek için işlemler belirlenmiş güvenlik bölgelerinde yapılmalı; çalışanlar için eldiven, önlük, yüz siperi gibi kişisel koruyucular sağlanmalıdır.
4. Hadde makinesi ve makas gibi fiziksel ekipmanların kullanımı sırasında el kaptırma ve kesilme risklerini önlemek amacıyla acil durdurma sistemleri, koruyucu kapaklar ve periyodik bakım kontrolleri uygulanmalı, bu cihazların kullanımı için özel eğitim verilmelidir.
5. Tartım işlemleri sırasında altın parçacıklarının ele batması ve kesici aletlerle yaralanma gibi tekrarlanabilir düşük şiddetli riskler belirlenmiş olup, bu risklere karşı kesilmeye dayanıklı eldiven kullanımı ve tartım aletlerinin uygun şekilde bakımının yapılması önerilmektedir.
6. Zemin koşullarının iyileştirilmesi, kaymaz yüzey kaplamalarının kullanılması ve ağır kaldırma işlemlerinde kaldırma yardımcılarının temin edilmesi ile düşme ve kas-iskelet sistemi zorlanmalarına karşı ergonomik bir ortam oluşturulmalıdır.
7. Gaz tüplerinin devrilmeye karşı sabitlenmesi gerektiği, bu riskin yüksek RÖS değeriyle belirlendiği FMEA analizinde vurgulanmış; bu nedenle gaz

tüplerinin duvara sabitlenmesi, dik konumda depolanması ve tüp taşıma aparatlarının kullanılması zorunlu hale getirilmelidir.

8. Laboratuvar genelinde olası yangın, patlama veya kimyasal sızıntı gibi acil durumlara karşı her çalışanın katılımıyla düzenli tatbikatlar yapılmalı; acil çıkış kapıları açık, engelsiz ve işaretli olmalı, acil yönlendirme levhaları görünür şekilde yerleştirilmeli ve tahliye planları tüm çalışanlar tarafından bilinir hâle getirilmelidir.
9. Kimyasallarla çalışılan ortamlarda, kimyasal maddelerin uyumsuzluklarına dikkat edilerek uygun şekilde depolanması sağlanmalı, tehlikeli maddelere ait güncel Güvenlik Bilgi Formları (GBF) görünür şekilde bulundurulmalıdır.
10. JSA analizlerinde tanımlanan kimyasal, fiziksel ve ergonomik risklerin azaltılması için teknik mühendislik önlemleri, görev tanımı netliği, KKD kullanımı ve periyodik İSG eğitimleri bütüncül şekilde uygulanmalıdır.
11. FMEA yöntemiyle belirlenen yüksek öncelikli risklere yönelik geliştirilen düzeltici önlemlerin etkisi periyodik olarak gözden geçirilmeli; kontrol önlemleri yetersiz kalan riskler için alternatif stratejiler değerlendirilmelidir.
12. FMEA ve JSA yöntemlerinin birlikte kullanılmas , hem risklerin sayısal olarak önceliklendirilmesini hem de iş adımı temelli saha güvenliği önlemlerinin uygulanmasını mümkün kılacaktır. Bu nedenle laboratuvar ortamında risk değerlendirmelerinin entegre şekilde yürütülmesi önerilmektedir.
13. HAZOP analizinde belirlenen proses kaynaklı risklerin (örneğin sıcaklık, basınç ve gaz akışı gibi parametreler) yönetilebilmesi için bu yöntemin gerektiğinde FMEA ve JSA ile entegre edilerek destekleyici araç olarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Akman, A. (2015). Kimya sektöründe tehlike ve işletilebilirlik (Hazop) analizi. *Çalışma Dünyası Dergisi*, 3(2), 59-74.

Akpınar, T. & Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş sağlığı ve güvenliği açısından işverenlerin risk değerlendirme yükümlülüğü. *Çalışma ve Toplum,* 1(40), 273-304.

Aksay, K., Orhan, F., & Kurutkan, M. N. (2012). Sağlık hizmetlerinde bir risk yönetimi tekniği olarak FMEA: Laboratuvar sürecine yönelik bir uygulama. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 4(2), 121-142.

Alataş, C. (2007). *İş sağlığı ve güvenliği metotları ve risk yönetimi* [Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi.

Alçan, H. (2022). İnşaat sektöründe Hazop metodu ile risk değerlendirmesi. *Tas Journal*, 2(3), 06-18.

Aras, N. (2021). *Kimyasal üretimde süreç iyileştirmenin iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi, bir örnek olay uygulaması* [Yüksek Lisans Tezi].Marmara Üniversitesi.

Ateş, A. & Vatansever, B. K. (2018). Ar-Ge kuruluşunda kimyasal maddelerin sınıflandırılması, etiketlenmesi, ambalajlanması, depolanması, taşınması ve oluşan kimyasal atıkların bertarafı. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 159-173.

Aydoğdu C. (2019). *Laboratuvar Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği, İşte Sağlık Dergisi* (düzenli elektronik dergi). 2016 Nisan (Erişim Tarihi: Ekim 2019); 8. URL:http://www.istesaglikdergisi.com.tr/index.php/nisan-2016/198-laboratuvarcalisanlarinin-is-sagligi-ve-guvenligi

Baybora, D. (2019). *İş sağlığı ve güvenliğinin temelleri*. Anadolu Üniversitesi AÖF Yayınları.

Bilir, N. (2016). *İş sağlığı ve güvenliği*. Güneş Tıp Kitapevleri.

Buhurcu, K. (2016). *Yapı kimyasalları sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi].Niğde Üniversitesi.

Canel M. & Canel E. (2013) *Laboratuvar Güvenliği*. Gazi Kitabevi.

Ceylan, H. & Başhelvacı, V. S. (2011). Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: Bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 25-33.

CLP (2018) *clp.immib*. http://clp.immib.org.tr/tr-tr, Erişim Tarihi: 27.05.2025.

Çelik, İ. (2007). *Büro çalışanlarının maruz kaldığı risklerin ve alınması gereken önlemlerin belirlenmesi* [Uzmanlık Tezi].Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

Darphane ve Damga Matbaası Genel Müdürlüğü, Kalite Güvence Dairesi Başkanlığı. (2025). *Kıymetli metal laboratuvarı kurum dışı taleplerde analiz prosedürü*

Ekerbiçer, H. Ç. & Saltık, A. (2008). Endüstriyel gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri ve korunma yöntemleri. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, *7*(3), 261-264.

EMO (2018). www.emo.org.tr, Erişim Tarihi: 27.05.2025.

European Agency for Safety and Health at Work, (2010). *E-fact 53: Risk assessment for biological agents*, https://osha.europa.eu/en/publications/e-fact-53-risk-assessmentbiological-agents/view, Erişim Tarihi: 27.05.2025.

Fernandes, A., Figueiredo, M., Ribeiro, J., Neves, J. & Vicente, H. (2020). Psychosocial risks assessment in cryopreservation laboratories, *Safety And Health At Work*, 11(4), 431-442.

Finster, D.C. (2017). *Safety in academic chemistry laboratories*. Washington, USA.

Florence Nightingale https://www.florence.com.tr/guncel-saglik/etil-alkol-etanol-nedir, Erişim Tarihi: 26.05.2025.

Gerek, H. N. (2008). *İş sağlığı ve iş güvenliği*. Anadolu Üniversitesi, AÖF Yayınları.

Gümüş, B. (2016). *Okullarda iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ve öğretmenlerin bu konudaki bilgi düzeylerinin irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Aydın Üniversitesi.

Gün, T. (2007). *Biçimsel emniyet değerlendirmesi: İzmir Körfezi değerlendirmesi* [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Güneysu, G. (2016). *Bir kereste işletmesi üretim sürecinde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme çalışması* [Yüksek Lisans Tezi]. Bartın Üniversitesi.

Hazman Ö. (2016) *Fen edebiyat fakültesi kimya bölümü alan dışı ders notları*.

Healt and Safety Executive (HSE), (1997). *Lighting at work,* http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg38.pdf, Erişim Tarihi: 26.05.2025.

Healt and Safety Executive (HSE), (2005*). Biological agents: Managing the risks in laboratories and healthcare premises.*

Health Effects. (2018). http://scorecard.goodguide.com/health-effects/, Erişim Tarihi: 26.05.2025.

Ilıman, E. Z. (2015). Türkiye'de meslek hastalıkları. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 1(1), 21-36.

International Labour Organization (ILO), (2014). *Safety and health in the use of chemicals at work,* 70.

Kabakulak, T. (2018). Örnek bir örme kumaş sektöründe Hazop ve 5x5 uygulamalarının karşılaştırılması, 24-27

Kadıoğlu, M. (2008). Sel, heyelan ve çığ için risk yönetimi. Kadıoğlu, M ve Özdamar, E., (editörler). *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, Ankara.

Kalkan, M. E. & Deniz, V. (2013). Risk kavramı üzerine. *Ttb Mesleki Sağlık Ve Güvenlik Dergisi*, 13(48), 43-48.

Karadeniz, O. (2012) Dünya'da ve Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıkları ve sosyal koruma yetersizliği. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, *3*(34), 24-25.

Kerimak Öner, M. N. (2015). *Laboratuvar teknikleri ders notları.*

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete 28733. 12 Ağustos (2013) https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130812-1.htm, Erişim Tarihi: 24.05.2025.

Koru, E. (2006). *Otomotiv yan sanayiinde süreç hata türleri ve etkileri analizi ve bir uygulama* [Doktora Tezi].Uludağ Üniversitesi.

Lerouge, L. (2017). *Psychosocial risks in labour and social security law: A comparative legal overview from Europe*. Springer.

McPhee, B. (2005). *Practical ergonomics, coal services health & safety trust*, Australia.

MEB, (2015). *Lab. hizm. lab.* Güven.

Merck (2007). Laboratuvar el kitabı. Merck.

Millipore M., (2011). *Laboratuvar el kitabı*. Merck.

Ocak, S. (2015). *İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı*. Beta Yayıncılık.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), (2011). *Laboratory safety guidance*, U.S. Department of Labor, 8-12.

Oral, T. & Bekman, F. B. (2021). İnsan sağlığı hizmetleri çalışanlarının maruz kaldığı meslek hastalığı etkenlerinin iş sağlığı ve güvenliği kapsamında incelenmesi. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 160–78.

Ordu, K. M. & Bilir, G.Ç. (2018). Restructuring of university laboratories within the scope of occupational health and safety. *European Journal of Science and Technology*, Special Issue: 34-37.

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

Resmî Gazete (2012) *İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği*

Resmî Gazete, (2000). *Radyasyon güvenliği yönetmeliği*, Resmî Gazete Sayısı: 23999, Resmî Gazete Tarihi: 24.03.2000

Sabuncu, N., Babadağ, K., Taşocak, G., Atabek, T., Ed. Seçim H, (2012). *Hemşirelik esasları*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları No: 496.

Sanin, S. 2019), *Laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği* H.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü.

Sarı, Y. D. (2019). *İş sağlığı ve güvenliğinin temelleri*. Anadolu Üniversitesi, AÖF Yayınları.

Serda, S. (2015). AB uyumlaştırma çalışmaları kapsamında güvenlik bilgi formu *Calisma Dünyasi Dergisi*, *3*(1).

Sırakaya, L. (2019). *Mermer işletmelerinde uygulanabilecek risk analizi yöntemlerinin incelenmesi: Örnek bir uygulama* [Yüksek Lisans Tezi]. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.

Süzek, S. (2011). *İş hukuku*. 7. Beta Yayıncılık.

Şahin, İ. (2024). Elekomünikasyon sektöründe fine-kinney, fmea, hrns yöntemleri kullanılarak risklerin değerlendirilmesi, s 77-78

Tatlıcan, M. & Çögenli, M. Z. (2020). İş sağlığı ve güvenliği performans değerlendirme uygulamalarının iş tatmini üzerine etkisi: Endüstri işletmesi örneği. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 13(1), 181–94.

Topaloğlu, K.(n.d) *Job safety analysis: İşyerlerinde işin durdurulması ve risk değerlendirmesi*, s,15

Türkkan, A. ve Pala, K., (2009). Çok düşük frekanslı elektromanyetik radyasyon ve sağlık etkileri. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 14(2), 12-14.

U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration, (2000). Ergonomics: The Study of Work, https://www.oshatrain.org/courses/pdf/OSHAErgonomics.pdf.

Ünal, M. Ö. ve Aykaç, B. (2010). Yapı işlerinde asansör kazaları ve güvenlik önlemleri. *International Journal of Engineering Research and Development*, 2(2), 13-19.

Ünsar, S. (2003). *Türkiye'de işçi sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarının mevcut durumu ve konuyla ilgili yapılan bir araştırm*a [Doktora Tezi].İstanbul Üniversitesi.

Yavuz, C. I. & Erdoğan, S. (2001). İşyerinde kimyasallar. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 2(8), 33-39.

Yılmaz, F. (2010). Risk değerlendirmesinde yöntem tartışması. *Toprak İşveren Sendikası Dergisi, 86*, 16-19.

Yılmaz, G. (2009). İş kazaları: İş kazalarının nedenleri ve maliyeti. *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi*, 592, 27-32.

Yılmaz, Ş. ve Bilici, M., (2020). Üniversitelerin mühendislik fakülteleri bünyesinde bulunan laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği. *Ohs Academy*, 3(2), 102-113.

Yüce, S. (2017). *İnşaat sektöründe iş kazalarının tipleri ve kazların azaltılmasına yönelik alınacak önlemler* [Yüksek Lisans Tezi]. Mersin Üniversitesi, Mersin.

EKLER

EK-1 : Kupelasyon Fırını İçin Hazop Çalışma Formu

No	Kılavuz Kelime	Proses Parametresi	Sapma	Sebebler	Sonuç	Önlemler	Öneriler	Önerilen Tedbirler
1	Fazla	Kurşun buharı	Kurşun buharına fazla maruz kalmak	Fırının aşırı derecede ısıtılması havalandırmanın yetersiz olması	Çalışanlar, kurşun buharına fazla maruz kalınması sonucunda baş ağrısı, halsizlik, mide bulantısı gibi akut sağlık belirtileri ve uzun vadede kurşun birikimine bağlı kronik rahatsızlıklar görülebilir.	Havalandırma sistemleri bulunmaktadır.	Kurşun buharı maruziyetinin kontrolü amacı ile ortam ölçümleri yapılmalı ve çalışanların uygun KKD kullanması sağlanmalıdır.	Havalandırma sistemlerinin verimli çalışması için filtrelerin rutin olarak temizlenmeli.
2	Fazla	Sıcaklık	Sıcaklığın fazla olması	Fırının sıcaklık kontrol sisteminin arızalı olması, çalışanın hatası ile ayarın yanlış yapılması, sensör kalibrasyonunun zamanında yapılmamış olması	Çalışanlarda yanık oluşabilir. Fazla sıcaklıktan dolayı malzeme bozulması aşırı sıcaklık nedeni ile yangın riski	Kalibrasyon bakımları her yıl yapılmaktadır Acil durumlarda kullanılmak üzere yangın söndürme cihazları bulunmaktadır.	Çalışanlara ısıya dayanıklı KKD sağlanmalı ve kullanımı denetlenmelidir Ortamda sıcaklık sensörleri ve alarm sistemleri kurulmalıdır.	Sensör değişimi üretici tavsiyesine göre zamanında yenilenmelidir. Çalışanlara eğitim verilmelidir
3	Fazla	Ergonomi	Fazla zorlanma	Çalışanın uygun olmayan bir pozisyonda çalışması, çalışma süresinin uzun olması, ağır kaldırma, mola verilmemesi gibi etkenler	Çalışanın kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşabilir. Performansı düşebilir. İş verimliliği azalabilir. Zaman içinde meslek hastalığına sebep olabilir.	Çalışanın çalışma sürelerinde belirli aralıklarla mola verilmektedir. Ağır yükler için kaldırma ve taşıma donanımları bulunmaktadır.	Ergonomik koşullar sağlanmalıdır. Çalışanlara uygun duruş ve taşıma eğitimi verilmelidir.	Çalışanların ağır yük kaldırma taşıma ekipmanları ile alakalı eğitim verilmeli ve belgelendirilmelidir.

EK-2 : Asit Odası İçin HAZOP Çalışma Formu

No	Klavuz Kelime	Proses Parametresi	Sapma	Sebebler	Sonuç	Önlemler	Öneriler	Önerilen Tedbirler
4	Fazla	Asit buharı	Fazla asit buharı soluma	Havalandırmanın yetersiz olması, uygun KKD kullanılmaması	Solunum yolunun tahriş olmasına neden olabilir. Akut sağlık sorunları meydana getirir.	Havalandırma sistemleri mevcuttur. Çalışanlar uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaktadır.	Düzenli olarak ortam ölçümü yapılmalıdır.	Çalışanlara düzenli eğitimler verilmelidir.
5	Az	Asit buharı	Havalandırmanın az olması	Havalandırma sisteminin bozuk olması ya da kapalı olması	Asit buharı ortamda birikmesinden dolayı zehirlenme riski	Havalandırma sistemleri mevcuttur.	Asit buharı konsantresinin durumunu takip edilmesi açısından düzenli ortam ölçümleri yapılmalıdır.	Havalandırma sistemlerinin bakımları rutin olarak yapılmalıdır.
6	Ters	Hava akım yönü	hava akışının ters yönde olması	Havalandırma fanlarının hatalı ayarlanması	Asit buharının çalışanlara doğru gelmesi	Havalandırma sistemleri mevcuttur.	Havalandırma yönü kontrol edilmeli ve periyodik bakımları yapılmalı	Çalışanlara düzenli eğitimler verilmelidir
7	Kısmen	Kkd kullanımı	Kkd nin kısmen ya da yanlış kullanılması	Eğitim eksikliği, kullanıcı hatası	Maruziyet riskinin devam etmesi çalışanı yeterince korumaması	Çalışanlar uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaktadır.	Denetimler artırılmalıdır. Çalışanlara KKD kullanımı ve bakımı hakkında bilgilendirme eğitimi verilmelidir	KKD lerin üretici tavsiyesine uygun yenilenmesi
8	Ters	Asit	Asidin ters yöne sıçraması	Malzemenin dengesiz dökülmesi beherin kırılması veya devrilmesi, çalışanın hatası	Çalışanın cildine ya da gözüne asit sıçraması sonucu kimyasal yanıklar, görme kaybı gibi ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilir.	Beher sabit denge tutucusu bulunmaktadır.	Çalışma sırasında koruyucu siperlik kullanımı, beherlerin sabit tutulması için aparat ve çalışanlara eğitim verilmelidir	Beherin düzenli kullanıma uygunluk kontrolleri çalışma öncesi yapılmalıdır.

EK-3 : Fiziki Alan ve Tartım Kısmı İçin HAZOP Çalışma Formu

No	Klavuz Kelime	Proses Parametresi	Sapma	Sebebler	Sonuç	Önlemler	Öneriler	Önerilen Tedbirler
9	Kısmen	Çekiçle dövme işlemi	Çekiç kullanılırken kontrolsüz ya da uygunsuz kullanılması	Çalışanın uygun olmayan pozisyonda çalışması, dikkatsizlik, KKD eksikliği	El, parmak veya vücudunda yaralanmalara neden olabilir	KKD (eldiven, gözlük) kullanılmaktadır.	Güvenli çekiç kullanımı ile ilgili çalışanlara eğitim verilmelidir.	Sabitleyici bir aparat kullanılmalıdır.
10	Fazla	Alev (Tavlama sırasında)	Alevin fazla olması	Pürmüzün yanlış tutulması, KKD eksikliği, dikkatsizlik	Çalışanlarda yanık oluşabilir. Fazla sıcaklıktan dolayı malzeme bozulması aşırı sıcaklık nedeni ile yangın riski	KKD (ısıya dayanıklı eldiven, gözlük ve kaynak elbisesi) kullanılmaktadır.	Pürmüz kullanımı ile ilgili çalışanlara eğitim verilmelidir.	Pürmüzlerin kullanıldığı alan iyi havalandırılmalıdır.
11	Ters	Gaz doldurma	Gaz doldurma işlemi sırasında alevin kontrolsüz oluşması	Gaz doldurulurken hortumda sızıntı olması	Yangın çıkmasına neden olabilir.	Sabit dolum hattı kullanılmaktadır. Gaz dolumu yapılmadan önce hortum ve bağlantılar kontrol edilmektedir.	Çalışanlara konu ile ilgili bilgilendirme eğitimi verilmelidir	Tüpler sabitlenmeli,ve devrilme riskine karşı emniyetli taşıyıcı ekipmanlar kullanılmalıdır.
12	Kısmen	Hadde makinesi	Kısmen korumasız çalışma	Makinenin koruyucu aparatının olmaması ya da doğru kullanılmaması, dikkatsizlik, eğitim verilmeme	Eli makineye kaptırılabilir. Ciddi yaralanmaya ve parmak kaybı yaşanabilir.	Makinenin koruyucu kapağı bulunmaktadır.	Makine koruyucuları tam ve işlevsel olmalıdır. El koruma aparatı kullanılmalıdır. Riskli yerlere uyarı levhası yerleştirilmelidir.	Acil durdurma butonlara erişilebilir olmalıdır.
13	Diğer	Kuyumcu makası	Kuyumcu makasın kontrol dışı kullanılması	Dikkatsizlik ve uygun olmayan koruyucuların kullanılması makasın yanlış teknikte kullanılması	Elin kesilmesi ve yaralanmasına sebep olabilir	KKD bulunmaktadır.	Çalışanlara kesilmeye karşı dayanıklı eldiven kullanmalıdır.	Makasların bakımı ve keskinlik durumu düzenli bir şekilde kontrol edilmelidir. Çalışanlara eğitim verilmelidir.
14	Yanı sıra	El teması	Tartım sırasında altın parçalarının ele batması	Dikkatsizlik ve KKD Kullanılmaması	Elin kesilmesi ve yaralanmasına sebep olabilir	KKD bulunmaktadır	KKD kullanılmalı ve takibi yapılmalıdır.	Altın parçalarının kenarları törpülenmelidir.
15	Fazla	Zemin	Zeminin fazla kaygan olması	Islak veya yağlı zemin	Düşmelere ve yaralanmalara neden olur	Kaygan zeminin olduğu bölgelerde epoksi kaydırmaz kaplama kullanılmaktadır	Düzenli zemin temizliği yapılmalıdır. Uyarı levhaları yerleştirilmelidir	Çalışanlar dikkatli olmalı ve bu konuda bilgilendirilmelidir.
16	Fazla	Elle kaldırma	Fazla ağırlık kaldırma	Yükün ağırlığının bilinmemesi, hızlı hareket edilmesi	Kas ve iskelet yaralanmalarına neden olabilir. Bel fıtığı riski, düşme	Ağır yükler için kaldırma ve taşıma donanımları bulunmaktadır.	Kaldırılacak yükün ağırlığı önceden belirlenip etiketlenmelidir.	Tüm çalışanlara eğitim verilmelidir.

					sonucu travma			
17	Yok	Acil çıkış kapısına erişilememesi	Acil çıkış kapılarının kilitli olması	Bakım ve prosedür eksikliği	Tahliye etmekte zorluk yaşanması can kaybı riski	Önlem yok	Acil çıkış kapıları her zaman açık ve dışarıya açılır durumda olmalıdır	Acil çıkış prosedürleri oluşturulmalıdır. Çalışan bu konuda bilgilendirilmelidir.
18	Az	Acil çıkış yolunun açıklığı	Acil çıkış kapılarının ön ve arkasının dolu olması	Malzemelerin düzgün depolanmaması	Tahliye etmekte zorluk yaşanması çarpma ve yaralanma ,can kaybı riski	Önlem yok	Acil çıkış kapılarının önü ve arkası her daim boş olmalıdır.	Acil çıkış prosedürleri oluşturulmalıdır. Çalışan bu konuda bilgilendirilmelidir. 19
19	Yok	Yönlendirme işaretleri	Acil çıkış yollarının ve kapılarının belirlenmemesi	İşaret levhasının eksik olması	Acil çıkış kapısını gösteren levhanın bulunmaması tahliye etmekte zorlanma, can kaybı riski		Renkli acil çıkış levhaları asılmalıdır.	Acil çıkış prosedürleri oluşturulmalıdır. Çalışan bu konuda bilgilendirilmelidir.
20	Yok	Yangın söndürme tüpü	Yangın söndürme cihazının dolu olmaması	Periyodik bakımlarının yapılmaması	Müdahale edilememesi ve yangının büyümesi	Yangın söndürme tüpleri dolumu yapılmıştır.	Yangın söndürme tüpleri tamamlanmalı ve kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.	Periyodik bakımlarının atlanmaması için takip kaydı tutulmalıdır.
21	Az	Yangın söndürme tüpü	Tüpün önünde malzeme bulunmasından dolayı cihaza erişilememesi	Depolama ve konumunun hatalı olması	Cihaza erişilememesi nedeniyle erken müdahale edilemez ve yangının büyümesine neden olur. Can kaybına neden olur		Yangın söndürme tüplerinin önünde malzeme bulunmamalıdır.	Yangın söndürme tüpleri uygun yerlere konumlandırılmalıdır. 90 cm yüksekliğe monte edilmelidir.
22	Yok	Aydınlatma	Hiç ışık yok	Prosedür ve test programı eksikliği	Tahliyede karanlık, yön kaybı, panik	Ara sıra yapılan görsel tur	Aylık ışık testi	Kesintisiz güç kaynağı kurulması; sorumlu bakım görevlisi ataması; acil ışık bakım çizelgesi oluşturulması
23	Yok	Yetkinlik	Sertifikalı personel yok	Eğitim planı ve takip sistemi eksikliği	Müdahalede gecikme, ağır yaralanma riski	İlkyardım eğitimleri (tek seferlik)	Yıllık tazeleme eğitimi	Sertifika takip defteri oluşturulması; her vardiyada en az bir ilk yardım sorumlusu belirlenmesi
24	Yok	Bildirim	Buton/siren yok	Alarm altyapısı ve proje planı eksikliği	Yangın bildirimi gecikmesi	Bazı cihaz etiketleri var	Buton ve siren montajı	Tüm katlara yangın butonu ve siren kurulması; merkezi izleme entegrasyonu; aylık fonksiyon testleri
25	Yo	Algılam	Dedektör	Montaj ve	Erken alarm	Yıllık görsel	TS EN 54	Duman/ısı

	k	a	yok	otomasyon projesi eksikliği	yok, yangın yayılımı riski	denetim	dedektör kurulumu	dedektörleri ve kontrol panosu montajı; üç aylık test planı; bakım sözleşmesi
26	Yok	Mevcutluk	Merdiven yok	Projelendirme ve ruhsat aşamasında planlama eksikliği	Kaçış yolu olmadan tahliye imkânsız	—	Yangın merdiveni ekleme	Dış cepheye TS EN 1147'ye uygun yangın merdiveni inşası; yıllık yapı denetimi
27	Az	Adet	Yetersiz cihaz sayısı	Envanter analizi ve risk sınıfı belirleme eksikliği	Yangın anında müdahale güçlüğü	Eski envanter listesi	Cihaz sayısını güncelleme	TS EN 3'e göre cihaz adetlerinin güncellenmesi; aylık envanter teyidi
28	Az	Basınç	Basınç düşük/cihaz boş	Bakım/test takibi ve kayıt sistemi yokluğu	Yangın söndürme başarısızlığı	Yıllık basınç testi	Aylık doluluk kontrolü	Dijital bakım takvimi; eksik veya muayenesiz cihazların değiştirilmesi
29	Başka	Uygunluk	Yanlış tip cihaz	Risk analizine göre tip seçimi eksikliği	Yetersiz söndürme etkisi	Kısmi kalite kontrolleri	Doğru cihaz tipi seçimi	Alan risk sınıfına uygun CO_2/toz/KT cihazlarının belirlenmesi; etiketleme ve eğitim
30	Az	Geçiş açıklığı	Ön kısmen tıkalı	Depolama düzeni ve denetim eksikliği	Müdahale gecikmesi	"Tüp önü boş tutun" levhası	Koridor işaretlemesi	Zemine 1 m boşluk şeridi çizimi; haftalık denetim; ihlal durumunda sorumluya uyarı
31	Yok	Kontrol	Kontrol yapılmıyor	Bakım sözleşmesi ve takip sistemi yokluğu	Ekipmanın güvenilir olmaması	Kısmi manuel kontrol listesi	Yıllık bakım sözleşmesi	5 yıllık bakım planı; cihaz üzeri bakım etiketleri; dijital kayıt sistemi
32	Az	Montaj yüksekliği	Yüksekliğe uyumsuz	TS EN 3 montaj talimatı ve denetim eksikliği	Müdahale güçlüğü	Görsel kurulum kontrolü	Montaj yüksekliği standardı	Cihazların ≤ 1.5 m yükseğe sabitlenmesi; aylık montaj denetimi
33	Az	Adet	Tehlike sınıfına göre az	Bölge risk analizi ve envanter güncelleme eksikliği	Bölgesel müdahale yetersizliği	Eski envanter haritası	Bölgesel adet güncellemesi	Bölge risk sınıfına göre cihaz sayılarının güncellenmesi; haritaların yenilenmesi
34	Yok	İşaretleme	Levha/ok yok	Montaj planı ve malzeme temini eksikliği	Yeri bulamama, müdahale gecikmesi	Bazı geçici levhalar	Fosforlu levha montajı	Zemine yön okları çizimi; üç aylık fonksiyon testi
35	Yok	Tatbikat	Tatbikat yapılmıyor	Tatbikat planı ve sorumlu ataması eksikliği	Müdahale kabiliyetsizliği	Yıllık tek seferlik tatbikat	Yılda iki kez tatbikat	Kat sorumluları belirlenmesi; rapor ve iyileştirme planı
36	Yok	Takip	Liste/barkod yok	Barkod/RFID sistemi eksikliği	Kayıp cihaz, müdahale gecikmesi	Elle tutulan liste (güncel değil)	Barkod/RFID takibi	Aylık envanter kontrolü; dijital kayıt
37	Yok	Donanım	Dolap yok/exca yetersiz	Tedarik planı ve stok takip sistemi	Müdahale gecikmesi, malzeme	Temel set var (takip zayıf)	TS EN 13169 dolabı	Yıllık malzeme kontrolü; otomatik

				eksikliği	yetersizliği			sipariş sistemi
38	Yok	Organizasyon	Ekip/plan yok	Organizasyon şeması ve sorumluluk dağılımı eksikliği	Koordinasyonsuzluk, kaos	—	Yazılı şema yok	Kat eylem planları; ekip listeleri; iletişim testleri
39	Yok	Planlama	Yazılı plan yok	Prosedür dokümanı ve onay süreci eksikliği	Belirsizlik, müdahale gecikmesi	Dijital kopya yok	Yazılı eylem planı	İntranete yükleme; yıllık güncelleme
40	Yok	Deprem planlaması	Plan yok	Afet yönetimi entegrasyonu ve alan belirleme eksikliği	Kaos, can kaybı	Hiç yapılmamış	Deprem planı	Toplanma alanı işaretlemesi; yıllık tatbikat
41	Yok	Toplanma noktası	Nokta işaretlenmemiş	Harita ve alan işaretlemesi eksikliği	Kayıp, dağılım	Hiç işaret yok	Nokta işareti	Harita ve alanda işaretleme; personel eğitimi
42	Yok	İletişim	Telefon/donanım yok	Telefon altyapısı ve pano kurulum eksikliği	Çağrı gecikmesi, iletişim kopması	Hiç montaj yok	Duvar telefonları	GSM acil hat panosu; yedek cihaz
43	Yok	İşaretleme	Levha/şerit yok	Montaj planı ve malzeme eksikliği	Panik, kaybolma	Geçici levhalar	Fosforlu levhalar	Zemin şeritleri; yıllık denetim
44	Yok	Konum	Cihaz yerleri eksik	Envanter haritası güncelleme eksikliği	Müdahale gecikmesi	Eski harita	Harita güncellemesi	Tüm katlarda cihaz yeri işareti
45	Yok	Planlama	Kat planları yok	Basılı/dijital kroki eksikliği	Belirsiz kaçış rotası	—	Hiç kroki asılmamış	Her kata kroki panosu asılmalı Yıllık revizyon yapılmalı
46	Yok	İzolasyon	Kaplama yok	Kanal/boru projelendirme ve malzeme temini eksikliği	Elektrik çarpması, kısa devre, yangın	Yıllık görsel denetim	Kanal içi kablo montajı	Spiral boru veya PVC kanalda kablolar toplanmalı• Montaj planı hazırlanmalı• Aylık izolasyon testi ve görsel denetim
47	Az	Erişilebilirlik	Ön kısmen tıkalı	Depolama prosedürü ve pano önü işaretlemesi eksikliği	Acil durumda erişim gecikmesi	Ara sıra görsel tur	Pano önü boşluğu işaretle	Zemine 1 m boşluk şeridi çizilmeli Haftalık pano önü denetimi Sorumlu kişi ataması
48	Yok	Bakım	Periyodik bakım yapılmıyor	Bakım sözleşmesi ve takip sistemi eksikliği	Aşınma, bağlantı gevşemesi, yangın riski	Yıllık yetkili bakım	3 aylık bakım sözleşmesi	Periyodik olarak kontrol edilmeli Bakım kayıt formları tutulmalı Dijital takip platformu oluşturulmalı
49	Fazla	Depolama	Yanıcı malzeme fazla birikmiş	Saklama talimatı ve denetim planı eksikliği	Yangın kaynağı artışı	Haftalık ara kontroller	Yanıcı malzeme ayırma	Yanıcı malzemeler yangın dolabına taşınmalı Depo prosedürü güncellenmeli depo denetimi yapılmalı

50	Yok	Kilitlenme	Pano kapak kilidi yok	Kilit şartnamesi ve montaj talimatı eksikliği	Yetkisiz erişim, çarpılma riski	Nadiren yapılan kontrol	Pano kilidi takma	Pano kapaklarına kilit aparatı takılmalı Yetkili personel listesi asılmalı uyarı levhaları asılmalı
51	Yok	Topraklama	Barası takılmamış	Proje ve ölçüm planı eksikliği	Elektrik kaçak riski, çarpılma	Ölçüm cihazı mevcut (takip zayıf)	Yıllık ölçüm planı	Yılda bir topraklama ölçümleri yapılmalıdır yapılmalı Dijital ölçüm kayıt sistemi tutulmalı
52	Yok	Yalıtım	Paspas matı yok	Paspas temin ve montaj planı eksikliği	Çarpılma riski	Nadiren görsel kontrol	Isıya dayanıklı paspas	Paspas temini; pano önü için paspas döşeme; aylık kontrol ve temizlik yapılmalı
53	Yok	Uyarı	Uyarı levhası yok	İşaretleme prosedürü ve sembol listesi eksikliği	Çarpılma/ark riski	Bazı panolarda manuel not	Uyarı levhası asma	Dikkat Kapak kapalı tutun levhası asılmalıdır. Çalışanlara eğitim verilmelidir.
54	Yok	Erişim kontrolü	Kilit/sistem yok	Kartlı geçiş/kilit sistemi projelendirmesi eksikliği	Hatalı müdahale, arıza	Kapı kilidi var, izleme yok	Kartlı geçiş sistemi	Kartlı geçiş veya şifreli kapı; giriş-çıkış kaydı; erişim raporu
55	Başka	Uyum	Sigortalar projeye uymuyor	Teknik şartname güncellemesi ve bakım raporu eksikliği	Devre koruma hatası	Nadiren test (kayıt zayıf)	Sigorta değer güncellemesi	Proje değerleriyle uyumlu sigortaların montajı; yıllık kontrol; etiketleme
56	Yok	İzolasyon	Klemens/kanal yok	İzolasyon malzemesi ve uygulama talimatı eksikliği	Çarpılma riski	Ara ara yapılan görsel kontroller	Isı büzüşmeli boru ekleme	Tüm kablo uçlarında uygun izolasyon başlıkları kullanılmalı Aylık denetimler yapılmalıdır.
57	Yok	Fonksiyon	Test butonu yok	RCCB montaj ve test planı eksikliği	Kaçak akım koruması devre dışı	Görev formunda var (takip zayıf)	RCCB montajı	Tüm kaçak akım (RCCB) röleleri test butonlu olmalı .Elektrik bakım sorumlusu, 6 ayda bir ölçüm cihazıyla fonksiyon testi yapmalı.Röle üzerinde test takvimi veya kontrol etiketi bulundurulmalı .
58	Az	Koruma	Faz dengesi yapılmamış	Faz dağılımı ve MCB kurulumu eksikliği	Aşırı yük, ısı artışı, yangın riski	Dağıtım panosunda manuel kontrol	Faz dağılımı yapma	Ek priz tablo ve devre ekleme; fiş başı koruma cihazı

59	Başka	Uygunluk	Standardlara uymayan tesisat	Yenileme planı ve proje onayı eksikliği	Aşınma, izolasyon problemi	Görsel kontrol (proje yok)	Tesisat yenileme projesi	TS HD 60364'e uygun tadilat; proje onayı
60	Yok	Etiketleme	Etiket yok	Etiket prosedürü ve malzeme temini eksikliği	Yanlış kullanım, dökülme riski	Bazen manuel etiketleme	Her kaba etiketleme	Tüm kimyasallarda GHS etiketleri yer almalı Yıllık iç denetim planı oluşturulmalı Etiketleri silinmiş ambalajlar yeniden etiketlenmeli veya imha edilmeli. Çalışanlara bu konuda eğitim verimeli.
61	Yok	Talimat	Yazılı talimat yok	Talimat dokümanı ve onay süreci eksikliği	Hatalı dozaj, karışım riski	Sözlü uyarılar	Talimat kitapçığı	Tüm makine ve kimyasallar için kullanım talimatları hazırlanmalı.Talimatlar makine/ekipmanın yakınına asılmalı Çalışanlara talimatlara uygun kullanım eğitimi verilmeli. Yabancı dil gerekiyorsa çok dilli talimatlar hazırlanmalı (örneğin İngilizce-Türkçe).
62	Yok	Eğitim	Sertifikalı personel yok	Eğitim planı ve katılım takibi eksikliği	Prosedür ihlali, kaza riski	İlk eğitim verildi (takip zayıf)	Yıllık GHS eğitimi	Tüm kimyasal kullanıcılarına "Tehlikeli Kimyasal Eğitimi" verilmelidir Eğitimler yılda en az bir kez tekrar edilmeli, işe yeni girenlere oryantasyon sırasında verilmeli.
63	Yok	Kapak kullanımı	Kapak kapatılmamış	Saklama talimatı ve denetim eksikliği	Buharlaşma, inhalasyon riski	Ara kapak kontrolleri	Kapaklı dolap kullanımı	Kapak kapama işlemi her kullanım sonrası zorunlu hale getirilmeli ve prosedürle tanımlanmalı. Etiket üzerine Kullandıktan sonra kapağını kapatınız gibi uyarılar eklenmeli. Kapaksız bırakılan

								kaplar denetimlerde tespit edilip kayıt altına alınmalı.
64	Yok	Depolama	Yanmaz dolap yok	Dolap projelendirmesi ve malzeme temini eksikliği	Yangın, patlama riski	Nadiren görsel denetim	Yanmaz dolap kurulumu	Kimyasallar için ayrı özellikte özel depolama dolapları temin edilmeli. Dolaplar havalandırmalı, kilitlenebilir ve etiketli olmalı. Düzenli denetim ve dolap temizlik kontrolü yapılmalı.
65	Başka	Sınıflama	Yanlış grup	GBF kontrolü ve depo listesi eksikliği	Beklenmeyen reaksiyon, yangın	Bölgesel GBF dosyaları	Kimyasal sınıflama güncellemesi	Kimyasallar Güvenlik Bilgi Formu (GBF) üzerinden tehlike sınıflarına göre gruplandırılmalı. Aynı dolap veya rafta: Asit–baz, Yanıcı–oksitleyici ,Zehirli–reaktif maddeler birlikte bulundurulmamalı .Sınıflandırma sistemi etiketlerle desteklenmeli (renk kodu, piktogram, numara) .Çalışanlara bu konuda uygulamalı eğitim verilmelidir.
66	Yok	Tedbir	Güvenlik sistemi yok	Patlayıcı/yanıcı depolama prosedürü eksikliği	Patlama, büyük yangın riski	Rutin risk değerlendirmesi	Gaz dedektörü kurulumu	Gaz algılama sensörleri ve alarm entegrasyonu kurulmalı Patlayıcı depolama prosedürü ve acil müdahale ekibi oluşturulmalı
67	Yok	Atık yönetimi	Atık toplama kabı yok	Atık toplama yönergesi ve renk kodlama eksikliği	Çevre kirliliği, maruziyet riski	Atık kutuları var (takip zayıf)	Renk kodlu atık kapları	Renk kodlu atık kapları yerleştirilmeli. Atık taşıma ve kayıt prosedürü oluşturulmalı Aylık atık miktarı raporu hazırlanmalı Her atık kabına Tehlikeli Atık

								etiketi yapıştırılmalı.
68	Yok	KKD	KKD zorunluluğu yok	KKD politikası ve denetim eksikliği	Tahriş, yanık, inhalasyon riski	KKD stoğu mevcut (denetim yok)	KKD zorunluluğu	KKD kullanım zorunluluğu denetimi yapılmalı Günlük KKD kontrol fişi ve uygunsuz kullanım raporu tutul-malı
69	Yok	Koruyucu	Alerji/tahriş önlemleri yok	Alerji riski değerlendirme ve malzeme temini eksikliği	Kontakt dermatit, alerji	Nadiren sağlık taraması	Cilt bariyer kremi	Cilt bariyer kremi ve uygun eldiven temini sağ-lansın Periyodik cilt muayenesi yapılsın
70	Başka	Ortam kontrolü	Sensör/alarm yok	Dolap içi sensör ve alarm sistemi eksikliği	Kimyasal bozulma, ters reaksiyon	Sıcaklık-log kaydı yok	Isı/nem sensör kurulumu	Güvenlik Bilgi Formu (GBF) verilerine göre tüm maddelerin saklama koşulları belirlenmeli Uygun olmayan koşullar tespit edilirse müdahale prosedürü uygulanmalı.
71	Yok	Eğitim	Bilgilendirme oturumu yok	Eğitim materyali ve devamsızlık takibi eksikliği	Prosedür ihlali, kaza riski	Ara ara sunumlar	Depo personel eğitimi	Depo personeline kimyasallar konularda eğitim verilmelidir
72	Yok	Stok	Ekipman stokta yok	Stok yönetimi ve sipariş prosedürü eksikliği	Maruziyet riski, kazalar	KKD stoğu var (takip yok)	Stok takip sistemi	İşin niteliğine göre hangi işte hangi KKD kullanılmalı listesi oluşturulmalı. Bu donanımlar eksiksiz ve kişiye özel olarak tedarik edilmeli (numara, model, tip vs.)Yıpranan KKD'ler zamanında değiştirilmeli; eskiyen koruyucular tehlike yaratır.
73	Yok	Uygulama	KKD kullanılmıyor	Denetim ve disiplin prosedürü eksikliği	Yaralanma, maruziyet	Ara denetimler	Günlük KKD kontrolü	Günlük KKD kontrol fişi tutulmalı Uygunsuz kullanım raporu ve anında eğitim verilmeli Ceza-teşvik mekanizması yapılmalı

74	Başka	Ergonomi	KKD ergonomik değil	Alım kriterleri ve test prosedürü eksikliği	Uzun süreli kullanımda rahatsızlık	Test grupları (ara sıra)	Ergonomik KKD seçimi	Çalışanlara deneme yaptırılarak beden uyumu gözetilmeli.
75	Yok	Durum	Hasarlı/eskimiş KKD	Muayene ve imha prosedürü eksikliği	Koruma başarısızlığı, kazalar	Görsel muayene (düşük frekans)	Periyodik muayene planı	KKD'lerin düzenli görsel ve fonksiyonel kontrolü yapılmalı.Kullanım süresi ve değişim aralıkları belirlenmeli (özellikle filtreli maskeler, emici pedler, gözlükler vb.)Yıpranan ürünler için hızlı tedarik ve değiştirme sistemi kurulmalı.
76	Başka	Uygunluk	Modifiye edilmiş KKD	Onay süreci ve kontrol mekanizması eksikliği	Koruma performansı düşer	Ara uygulama kontrolleri	Üretici onay süreci	Çalışanlara modifikasyonun yaratacağı riskler konusunda özel eğitim verilmelidir. KKD denetimleri sırasında modifiye ürünler tespit edilmeli, derhal toplatılmalı.
77	Başka	Uyum	Göreve uygun olmayan KKD	Risk değerlendirme ve iş tanımı takibi eksikliği	Yetersiz koruma	KKD rehberi mevcut (takip yok)	Göreve özel KKD listesi	Sahada KKD uygunluğu denetlenmeli, uygunsuz kullanım tespit edilirse değiştirilmelidir. KKD seçiminde ürün sertifikaları ve standardına (EN, ISO) göre uygunluk aranmalı.
78	Yok	Tamlık	Bazı KKD parçaları eksik	Kontrol panosu ve ikaz sistemi eksikliği	Maruziyet riski	Haftalık stok kontrolü (zayıf)	Stok ikaz sistemi	İşe özgü KKD setleri belirlenmeli ve çalışanlara tam takım teslim edilmeli. Denetimlerde KKD bütünlüğü kontrol edilmeli, eksik parçalar derhal tamamlanmalı.

EK-4 : FMEA Tabanlı Risk Analizi: Kimya Laboratuvarı Uygulaması

FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)								***O:** Olasılık, **Ş:** Şiddet, **FE:** Fark Edilebilirlik, **RÖS** :Risk Öncelik Sırası*				
No	**Sistem/ Parça**	**Hata Türü**	**Hatanın Nedenleri**	**Mevcut Durum**				**Tavsiye Edilen İyileştirmeler**	**İyileştirme Sonrası**			
				O	**Ş**	**FE**	**RÖS**		**O**	**Ş**	**FE**	**RÖS**
1	Kupelasyon fırını	Kupelasyon fırınında yüksek sıcaklıkta Kurşunun buharlaşması sonucunda çalışanın sağlığının zarar görmesi	Kurşun içeren numunelerin yüksek sıcaklıkta açık sistemlerde eritilmesi, havalandırma sistemlerinin olmaması veya yetersiz olması, çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmamaları	7	9	7	441	Kurşun buharına maruziyetin azaltılması için düzenli ortam ölçümleri yapılmalıdır. Havalandırma sisteminin etkinliğinin arttırılması ve işlem odasından sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Çalışanlar kişisel koruyucu donanımları kullanmalıdırlar. Periyodik sağlık muayenelerinin düzenli yapılmalı ve maruziyet riskine karşı çalışanlar bigilendirilmeli	4	4	6	96
2	Kupelasyon fırını	Fırın sıcaklığına temas sonucu çalışanlarda ciddi yanık meydana gelmesi	Fırının yüksek sıcaklıkta olması, fırının etrafında koruyucu bariyerlerin bulunmaması sebebiyle çalışanların fırına temas etmeleri sonucunda ciddi yanık riski meydana gelmektedir. Aynı zamanda dikkatsizlik de bu riskin artmasına neden olabilir.	6	8	4	192	Fırın etrafına ısıya dayanıklı koruyucu bariyer yerleştirilmesi, çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaları ve dikkatli çalışma için uyarı levhaları yerleştirilmesi önerilmektedir	4	4	4	64
3	Asit odası	Asit buharının solunması sonucunda çalışanlarda solum yolu tahrişi ve uzun süreli maruz kalma durumunda ciddi sağlık sorunları	Yetersiz havalandırma sisteminin olması, koruyucu maske kullanılmasının ihmal edilmesi, asit buharının yayılımına karşı önlem eksikliği	7	8	6	336	Ortam ölçümleri yapılarak maruziyet düzeyleri beirlenmeli, etkin havalandırma sağlanmalı ve uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı zorunlu hale getirilmelidir.	4	8	5	160
4	Asit odası	Asit sıçraması nedeniyle cilt ve gözlerde ciddi yanıkların oluşması	Koruyucu gözlük eldiven ve önlük kullanımının yetersiz olması, asitle çalışma sırasında dikkatsizlik, asit kaplarının uygun olmaması	5	9	6	270	Kişisel koruyucu donanımların kullanımı sürekli ve doğru şekilde sağlanmaldır. Çalışanlara düzenli eğitim verilmelidir. Kolay ulaşılabilecek şekilde acil yıkama duşları(göz duşu ve güvenlik duşları) bulundurulmalıdır. Kimyasal sıçramalarında hızlı müdahale için acil müdahale prosedürleri oluşturulmalıdır	4	8	5	160

5	Asit odası	Cam malzemenin (örneğin beherin) kırılması sonucu kesilme ve yaralanma riskinin olması	Cam malzemelerin kırılgan olması, uygun olmayan kullanımı ve taşınması, dikkatsizlik koruyucu önlemlerin eksik ve yetersiz olması	6	8	6	288	Kişisel koruyucu donanmlar tam kullanılmalı, acil yıkama istasyonları kurulmalı, çalışanlara bilgilendirme eğitimi verilmeli ve ortamda havalandırmanın yeterli düzeyde olması riski minimuma indirebilir	3	6	4	72
6	Asit odası	Asit buharının solunması	Havalandırma sisteminin yetersiz olması	5	8	6	240	Ortam ölçümleri belirli aralıklarla yapılmalıdır. Lokal havalandırma sistemleri iyileştirilmelidir. Çalışanlar sağlık kontrollerini periyodik olarak yapmalıdır. KKD kullanılmalı ve takibi yapılmalıdır. Asit buharı algılayan sistemler ve alarm sistemleri kurulmalıdır.	3	8	3	72
7	Asit odası	Asidin üzerine dökülmesi sonucu kimyasal yanık riski	Asit kaplarının kontrolsüz taşınması, kapların sızıntı yapması çalışanların dikkatsiz olması, uygun taşıma ekiplerinin olmaması	5	8	6	240	Aside dayanıklı kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır. Dökülme anında hızlı müdahele için asit yıkama duşlarının yakın olmalıdır.	4	8	4	128
8	Fiziki alan	Dövme işlemi sırasında çekiç gibi el aletleri kullanırken elin yaralanması ve ezilmesi riskinin olması	Koruyucu eldiven kullanılmaması, dikkatsizlik ve yorgunluk, uygun el aletlerinin olmaması	6	7	6	252	Eldiven gibi ygun KKD kullanımının zorunlu hale getirilmesi ve denetlenmesi Çekiçleme sırasında el koruma aparatları kullanılabilir. Aydınlatma ve iş pozisyonlarının iyileştirilmesi sağlanmalıdır. Çalışanların yorgunluğunu azaltmak için molalar planlanmalıdır	3	6	4	72
9	Fiziki alan	Pürmüzle tavlama işlemi yapılırken elin yüksek ısıya maruz kalması sonucunda yanma riski	Alevin kontrolsüz yönlendirilmesi, KKD ısıya dayanıklı eldiven kolluk kullanılmaması Çalışanın dikkatsizliği ya da hızlı çalışması Tavlanacak parçanın uygun şekilde sabitlenmemesi	5	7	6	210	Isıya dayanıklı kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Tavlanacak parçanın mengene gibi sabitleyicilerle sabitlenmelidir. Yangın battaniyesi ve ilk yardım malzemelerinin bulundurulmalıdır.	3	7	4	84
10	Fiziki alan – hadde makinesi	Hadde makinesinde işlem sırasında makineye el kaptırma riski	Makine koruyucu kapaklarının olmaması veya çıkartılması Çalışanın dikkatsizliğinden kaynaklı kazanın meydana gelmesi Eğitimin verilmemiş olmaması	5	8	6	240	Koruyucu muhafaza ve siperlik kullanılmalıdır. İki elle çalışmayı zorunlu kılan güvenlik sistemleri kurulmalıdır. Acil durdurma butonlarının kolay erişilebilir olması gereklidir. Makinenin periyodik bakımları yapılmalıdır. El ile müdahalenin yasaklanması ve gerekirse otomatik besleme sistemine geçilebilir	2	8	3	48
11	Tartım kısmı	Tartım sırasında keskin /sivri altın parçacıkların	Koruyucu eldiven kullanılmaması Çalışanın dikkatsizliği	3	4	5	60	Kesilmeye dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Parçacıkların el ile değil aletle taşınması sağlanmalıdır. Tartım ekipmanlarının uygunluğunun sağlanması	2	3	3	18

		ele batması sonucu kesici delici yaralanma										
12	Tartım kısmı	Kuyumcu makası kullanılırken elin kesilmesi sonucunda parmakta yaralanma meydana gelmesi	Çalışanın koruyucu eldiven kullanılmaması Makasın kör veya kontrolsüz kesmesi, çalışanın dikkatsizliği	5	6	5	150	Kesilmeye dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Makasın uygun şekilde bakımı ve keskinlik kontrolü yapılmalıdır. Çalışanlara doğru kesim tekniklerinin eğitimi verilmelidir.	2	6	4	48
13	Genel	Ağır kaldırma sırasında koli vb. düşmesi sonucunda sırt, bel yaralanmaları	Uygun olmayan kaldırma tekniğinin uygulanması Dengesiz yükleme yapılması	6	7	6	252	Doğru kaldırma teknikleri hakkında eğitim verilmelidir. Gerektiğinde kaldırma ekipmanları kullanılmalıdır. Ağırlıklar ergonomik şekilde düzenlenmeidir.	3	7	4	84
14	Genel	Zemin yüzeyinde kayganlık nedeniyle kayma ve düşme sonucunda meydana gelen kaza	Zemin temizliğinin yetersiz yapılması Sıvı dökülmesi halinde hemen müdahale edilmemesi Uygun olmayan zemin kaplaması Uygun olmayan aydınlatma	6	6	5	180	Kaymaz zemin kaplamalar yapılmalıdır. Dökülen maddelerin hemen temizlenmelidir. Uyarı levhaları yerleştirilmelidir. Düzenli zemin kontrolü ve temizlik takibi yapılmalıdır. uygun aydınlatma yapılmalıdır	3	6	3	54
15	Genel	Basınçlı gaz tüplerinin sabitlenmeden dik şekilde bırakılması sonucunda devrilme, ciddi yaralanma ve ölüme neden olabilir	Tüp sabitlenme aparatlarının kullanılmaması Uygun saklama prosedürlerinin olmaması	6	9	6	324	Gaz tüplerinin sabitlenmesi için zincir veya kelepçeli duvar aparatları kullanılmalıdır. Tüp taşıma aracı harici elle taşınmamalıdır. Tüpler etiketlenmiş ve gaz türüne göre ayrılmış olmalıdır. Tüpler uygun alanda ve kapalı ortamda saklanmalıdır.	3	9	3	81
16	Genel	Transpaletle yük taşıma işlemi yapılırken yükün devrilmesi/ düşmesi	Yükün doğru şekilde istiflenmemesi hatalı yerleştirme	5	8	4	160	Transpalette yük taşınırken yükün sabitlenmesi ve yüksekliğinin sınırlandırılması gerekmektedir. Operatörün eğitim alarak belgelendirilmelidir. Ehliyeti olmayan çalışanlar kullanmamalıdır. Transpalet geçiş yolu yapılmalı temiz düz ve kaymaz zemin olmalıdır.	2	8	2	32
17	Acil durum	Acil çıkış kapılarının kilitli olması	Güvenlik nedeni ile kapılar kilitleniyor	4	10	6	240	Acil çıkış kapıları her zaman açık ve dışarıya açılır durumda olmalıdır.	2	10	2	40
18	Acil durum	Acil çıkış kapılarının ön ve arkasının dolu olması	Depolama alanı yetersizliğinden ve çalışma alanı düzensizliği	7	10	2	140	Acil çıkış kapılarının önü ve arkası her daim boş olmalıdır.	2	10	1	20
19	Acil durum	Acil çıkış yollarının ve kapılarının belirlenmemesi	İşaret levhalarının olmaması	5	9	3	135	İşyerinin tüm bölümlerinde acil çıkış yoları belirlenerek acil çıkış kapıları dışarıya doğru açılacaktır. Acil durum kaçış yolları uygun genişlikte olmalı, acil geçiş yolları üzerinde malzeme bırakılmamalıdır, her katta en az çıkış bulunmalı ve kilitli olmamalıdır. Acil çıkış kapısı dönerli ve raylı sistem olmamalı, acil çıkış kapıları ve yolları uygun şekilde işaretlenmiş olmalı	1	9	1	9

								,işaretler kalıcı olmalıdır.				
20	Acil durum	Yangın söndürme cihazının dolu olmaması	Periyodik bakımlarının yapılmaması	5	10	6	300	Yangın söndürme tüpleri tamamlanmalı ve kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.	2	10	2	40
21	Acil durum	Yangın söndürme tüpünün önünde malzeme bulunmasından dolayı cihaza erişilememesi	Depolama alanı yetersizliğinden ve çalışma alanı düzensizliği	6	9	3	162	Yangın söndürme tüplerinin önü malzemelerden ayıklanarak bunun takibi sağlanmalıdır..	2	9	1	18
22	Acil Durumlar	Acil aydınlatma sistemin olmaması ve Kaçış yollarının karanlık olması	Elektrik tasarımında acil aydınlatma öngörülmemesi; bakım ve tes	6	9	8	432	Acil aydınlatma lambaları ve bataryalı armatürler kurulmalı; kaçış yolu işaret levhaları kalıcı olarak monte edilmeli; periyodik test planı oluşturulmalı.	3	9	3	81
23	Acil Durumlar	İlk yardım sertifikası almış personelin olmaması durumunda yaşanacak kazalarda müdahalenin gecikmesi	Personel atama prosedürünün eksikliği; sertifika takibi ve yenileme programı yapılmaması	6	8	7	336	En az bir personel ilk yardım eğitimi almalı; sertifikalar panoya asılmalı	3	8	3	72
24	Acil Durumlar	Yangın alarm butonunun ve sirenininolmaması durumunda oluşacak acil durumların diğer çalışanlara iletilmesinde gecikilmesi	Alarm altyapısı kurulmamış olması	6	10	8	480	Tüm katlarda manuel yangın butonları ve sirenler kurulmalı; merkezi izleme sistemine entegre edilmeli; aylık fonksiyon testi yapılmalı.	3	10	3	90
25	Acil Durumlar	Yangın algılama sisteminin olmaması	Dedektör montajı ihmal edilmiş; otomasyon projelendirmesi tamamlanmamış	6	10	7	420	Duman ve sıcaklık dedektörleri montajı yapılmalı; kontrol panosu kurulmalı; üç aylık bakım sözleşmesi planlanmalı.	3	10	3	90
26	Acil Durumlar	Yangın merdiveni olmaması - Yangın merdivenlerin in standarda uygun olmaması	Yapı ruhsat ve proje aşamasında merdiven planlaması yapılmamış; yönetmelik takibi eksikliği	5	10	6	300	Dış cephesine yangın merdiveni eklenmeli; korkuluk ve basamak aralıkları TS EN 1147'ye uygun hale getirilmeli; yıllık kontrol yapılmalı.	2	10	3	60
27	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazının bulunmaması	Risk analizi ve TS EN 3 standardına göre ölçüm yapılmamış; envanter eksikliğinin bulunması	6	9	8	432	Cihaz sayısı, kapasiteye göre TS EN 3 standardına uygun olarak artırılmalı; yerleri işaretlenmeli; aylık basınç kontrolü yapılmalı.	3	9	3	81

28	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazının dolu olmaması sebebiyle yangına müdahale edilememesi	Periyodik bakım kaydı tutulmaması; kontrol takvimi oluşturmama	6	10	8	480	Basınç ve doluluk kontrolleri aylık planlanmalı; dijital bakım kayıt sistemi kurulmalı; eksik cihazlar tamamlanmalı.	3	10	3	90
29	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazının kullanım alanına göre uygun tipte (KKT,CO2 vb.) olmaması sebebiyle yangının söndürülememesi ve yangının büyüyerek çalışanları etkilemesi	Alan risk sınıfı analizi yapılmamış; cihaz tipi seçimi eksik	6	10	7	420	Alanın risk sınıfına uygun cihaz tipi seçilmeli (elektrik için CO_2, yanıcı sıvılar için toz); etiketleme ve eğitim yapılmalı.	3	10	3	90
30	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazının önüne malzeme konulması sebebiyle yangına geç müdahale edilmesi	Depolama düzeni yetersiz; denetim kontrol listesi bulunmaması	6	8	8	384	Cihaz önü en az 1 m boş bırakılmalı; zemin işaretleri ve uyarı levhaları konulmalı; günlük denetim listesine eklenmeli.	3	8	3	72
31	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazının periyodik kontrollerinin yapılmaması sebebiyle yangına müdahale edilememesi	Bakım sözleşmesi veya sorumlu ataması eksik; takip sistemi olmaması	6	10	8	480	Yıllık iç muayene, 5 yıllık bakım sözleşmesi yapılmalı; bakım etiketleri cihaz üzerinde bulundurulmalı; takip çizelgesi oluşturulmalı.	3	10	3	90
32	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazlarının duvara uygun yükseklikte montajının yapılmaması	Montaj talimatı ve TS EN 3 standardı göz ardı edilmiş; denetim eksik	5	8	7	280	Cihazlar zemin ≤ 1,5 m olacak şekilde TS EN 3'e uygun sabitlenmeli; montaj yükseklikleri aylık denetlenmeli.	2	8	3	48
33	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazlarının ilgili tehlike sınıfına göre yeterli sayıda bulunmaması	Risk sınıfı analiz raporu bulunmaması; envanter güncellemesi yapılmaması	6	9	7	378	Bölge risk analizine göre sayılar güncellenmeli; bölge haritaları güncel tutulmalı; sorumlu kişiler atanmalı.	3	9	3	81
34	Acil Durumlar	Yangın söndürme cihazlarının yeri ile ilgili bilgilendirme levhasının olmaması sebebiyle çalışanların cihazların yerini bilmemeleri durumunda yangına geç	Levha montaj planı yapılmamış; malzeme temini eksik	6	7	8	336	Fosforlu levhalar asılmalı; levha fonksiyon testi üç ayda bir yapılmalı; bakım çizelgesine eklenecek.	2	7	3	42

		müdahale edilmesi										
35	Acil Durumlar	Yangın söndürme tatbikatının yaptırılmaması durumunda çalışanların olası yangın durumunda müdahalede yetersiz kalması	Tatbikat takvimi oluşturulmaması; sorumlu ataması eksik	6	8	7	336	Yılda en az iki tatbikat planlanmalı; kat sorumluları belirlenmeli; sonuç raporları saklanmalı; iyileştirme planı hazırlanmalı.	3	8	3	72
36	Acil Durumlar	Yangın söndürme tüplerinin numaralandırılarak, listesinin oluşturulmaması ve takibinin düzenli yapılmaması sonucunda yangına geç müdahale edilmesi	Envanter kontrol sistemi kurulmaması; barkod/RFID uygulaması yapılmaması	5	7	7	245	Numara ve liste oluşturulmalı; barkod/numaralandırma ile takip sağlanmalı; aylık envanter kontrolü yapılmalı.	2	7	3	42
37	Acil Durumlar	İlkyardım/Ecza dolabı bulunmaması ve içinde yeterli malzeme bulunmaması	Ekipman tedarik planı eksik; stok takip sistemi olmaması	6	9	8	432	İlkyardım dolabı TS EN 13169'a uygun malzemelerle donatılmalı; içerik yıllık kontrol edilmeli; otomatik sipariş sistemi kurulmalı.	3	9	3	81
38	Acil Durumlar	Acil Durum organizasyonlarının yapılmaması	Organizasyon şeması ve sorumluluk dağılımı oluşturulmaması	5	8	7	280	Kat eylem planları ve ekip listeleri hazırlanmalı; sorumlu ekipler tatbikatlarda aktif rol almalı; iletişim ağları test edilmeli.	2	8	3	48
39	Acil Durumlar	Acil durum eylem planının oluşturulmaması	Yazılı prosedür ve şablon bulunmaması; onay süreci eksik	5	9	7	315	Yazılı eylem planı hazırlanmalı; tüm personele dağıtılmalı; dijital kopya intranete eklenmeli; yılda bir güncelleme yapılmalı.	2	9	3	54
40	Acil Durumlar	Deprem	Afet yönetimi entegrasyonu eksik; toplanma alanı çalışması yapılmamış	6	10	8	480	Deprem eylem planı ve toplanma alanları belirlenmeli; işaretleme ve haritalama yapılmalı; yıllık tatbikat planlanmalı; iletişim prosedürü oluşturulmalı.	3	10	3	90
41	Acil Durumlar	Acil toplanma noktasının belirlenmemiş olması / bulunmaması	Yer seçimi ve işaretleme yapılmamış; personele duyuru yapılmaması	5	7	7	245	Yapı çevresi ve harita üzerinde toplanma noktası işaretlenmeli; çalışanlara duyurulmalı; mob konumu güncel tutulmalı.	2	7	3	42
42	Acil Durumlar	Acil durum telefonlarının olmaması veya belirli noktalara asılmaması	Telefon donanımı ve kablolama projelendirilmemiş; sorumlu ataması eksik	5	8	7	280	Duvar telefonları ve GSM acil hat numaraları panolara asılmalı; arıza durumunda yedek cihaz bulundurulmalı; yıllık test yapılmalı.	2	8	3	48
43	Acil Durumlar	Acil yönlendirme lavhalarının yerleştirilmemiş olması	Levha malzemesi temini ve montaj planı eksik; sorumluluk ataması yapılmamış	6	7	8	336	Fosforlu yönlendirme levhaları ve zemin şeritleri konulmalı; düzenli temizlik kontrolleri yapılmalı; yıllık denetim raporu hazırlanmalı.	3	7	3	63

44	Acil Durumlar	Yangın,söndürme tüplerinin katlarda belirlenen noktalarda bulunmaması	Tesisat ve envanter haritası güncellenmemiş; depolama alanı planlaması eksik	5	9	8	360	Kat planına göre cihaz konumları güncellenmeli; depo düzenlenmeli; aylık denetim yapılmalı; yer işaretleri yenilenmeli.	2	9	3	54
45	Acil Durumlar	Acil durum kat planlarının olmaması	Bina krokisi güncellenmemiş; basılı/ dijital plan paylaşımı eksik	5	8	7	280	Her katta acil durum krokileri asılmalı; güncel bina planları intranete eklenmeli; değişikliklerde basılı yeni kroki hazırlanmalı.	2	8	3	48
46	Elektrik	Elektrik kablolarının açıkta olması	Montaj standartlarına uyulmaması; kanal/boru projelendirme eksik	7	8	6	336	Kablolar kanal veya spiral boru içine alınmalı; duvar kanallarına montaj yapılmalı; aylık görsel denetim yapılmalı.	3	8	3	72
47	Elektrik	Elektrik panosunun önünde malzeme bulunması	Depo düzeni ve pano önü boş bırakma prosedürü yok	6	7	7	294	Pano önü en az 1 m boş bırakılmalı; izolasyon paspası yerleştirilmeli; işaret levhası konulmalı.	2	7	3	42
48	Elektrik	Elektrik tesisatının bakımının yapılmaması	Periyodik bakım sözleşmesi yapılmamış; bakım takibi sistemi eksik	5	9	8	360	Yetkili kurumla periyodik bakım sözleşmesi yapılmalı; üç aylık bakım raporu alınmalı; eksik parçalar derhal değiştirilmeli.	2	9	3	54
49	Elektrik	Kağıt ve kolay tutuşabilir malzemeler	Kablo koruyucu yapılmaması	6	9	4	216	Elektrik kabloları yer seviyesinden sürülmemeli uygun kanallar içinde duvara monteli şekilde uzatılmalı, kablolar kanal içine alınmalıdır.	3	9	3	81
50	Elektrik	Pano kapaklarının açık olması	Depolama alanı yetersizliğinden ve çalışma alanı düzensizliği	6	9	3	162	Elektrik pano önleri daima boş olmalıdır ve yalıtkan paspas bulunmalıdır. Panolara yetkisiz kişilerin erişimi engellenmeli, bu amaçla uygun levhalar bulundurulmalıdır.	3	9	2	54
51	Elektrik	Pano topraklamalarının yapılmamış olması	Takip sisteminin olmaması	4	9	6	216	Elektrik iç tesisatı 3 ayda bir yetkili kişilerce kontrol edilmeli, mümkün olduğunca az uzatma kablosu kullanılmalı, şarj aletleri prizlerde unutulmamalı, elektrik periyodik kontrolü yapılmalı. Topraklama, periyodik bakım ve kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.	2	9	3	54
52	Elektrik	Panoların önünde yalıtkan paspas olmaması	Yalıtkan paspas temin edilmemesi, eğitim verilmemesi	5	7	7	245	Yalıtkan paspas ve ısıya dayanıklı matlar yerleştirilmeli; düzenli temizlik planı oluşturulmalı. Çalışanlara bilgilendirme eğitimi verilmelidir.	2	7	3	42
53	Elektrik	Pano kapaklarının açık olması sonucu çarpılma	Kapak kilit/bağlantı eksik; uyarı işareti ve eğitim verilmemesi	7	9	5	315	Panolar kapak kilidi ve uyarı levhalarıyla korunmalı; personel uyarı eğitimi yapılmalı.	2	9	3	54
54	Elektrik	Yetkisiz kişilerin müdahalesi	Çalışanlara bu konuda eğitim verilmemesi, uyarı levha eksikliği	6	8	6	288	Yetkisiz erişim engellenmeli (kartlı geçiş veya kilit); pano odasına girişler kayıt altına alınmalı; denetim listesi oluşturulmalı.	2	8	3	48
55	Elektrik	Elektrik kabloları	İzolasyon malzemesi ve klemens başlıkları eksik; ısı büzüşmeli boru uygulaması yapılmamış	7	8	6	336	İzolasyon malzemeleri ve klemens başlıkları takılmalı; ısı büzüşmeli boru uygulaması yapılmalı; müdahale işlemleri eğitimli personelle sınırlı tutulmalı.	3	8	3	72

56	Elektrik	Kaçak akım rölesi	RCCB montajı ve test programı yapılmamış	6	9	7	378	Kaçak akım rölesi (RCCB) takılmalı; test düğmeli modeller tercih edilmeli; periyodik bakımlar yapılmalı	2	9	3	54
57	Kimyasalar	Çalışma sırasında kullanılan tüm kimyasalların üzerinde uygulama yöntemi, kullanılacak koruyucu ekipman ve zararlarını gösteren etiketlerin bulunmaması	GHS etiketi uygulama planı eksik; etiket temin prosedürü oluşturulmamış	6	8	7	336	Her kaptaki kimyasal için GHS etiketi yapıştırılmalı; etiket eğitimi verilmeli; yıllık iç denetim yapılmalı.	3	8	3	72
58	Kimyasalar	Çalışanlara, kimyasalların üzerinde yer alan etiketlerdeki hususlara uygun olarak çalışmaları konusunda talimat verilmemesi	Çalışma talimatlarının dağıtım prosedürü eksik; onay takibi yapılmaması	6	7	7	294	Talimatlar yazılı/dijital olarak asılmalı; onay takibi yapılmalı; periyodik güncelleme eğitimi planlanmalı.	3	7	3	63
59	Kimyasalar	Çalışanların, tehlikeli kimyasalların güvenli kullanımına yönelik talimatları almaksızın bu malzemeler ile çalışmalarının engellenmemesi	Eğitim takvimi ve katılım takibi yapılmaması	6	9	8	432	Tehlikeli kimya eğitimi sertifikası olmayan personel kimya alanına alınmamalı; eğitim takibi yapılmalı.	3	9	3	81
60	Kimyasalar	Kimyasalların açık bırakılması	Kapaklı dolap kullanımı prosedürü oluşturulmaması	5	7	7	245	Kimyasallar kapaklı dolaplarda saklanmalı; kapak kontrolleri günlük yapılmalı; kapak etiketleri yenilenmeli.	2	7	3	42
61	Kimyasalar	Kimyasalların açıkta depolanması	Depolama dolapları ve havalandırma gereksinimi göz ardı edilmesi	5	8	7	280	Güvenlik veya yanmaz dolaplar kullanılmalı; dolaplar topraklamalı ve havalandırmalı olmalı; depo prosedürü güncellenmeli.	2	8	3	48
62	Kimyasalar	Uygunsuz kimyasal	Risk sınıfı ayrımı yapılmamış; karışım tolerans ve GBF prosedürü eksik	6	9	7	378	Risk analizine göre liste oluşturulmalı; tehlike sınıfına göre dolaplarda saklanmalı; GBF dosyaları güncellenmeli.	3	9	3	81
63	Kimyasalar	Çalışılan ortamda ortaya çıkabilecek patlama, yangın, ya da zehirlenme tehlikesi bulunan durumlara karşı tedbir	Patlayıcı/yanıcı depolama prosedürü ve algılama sistemi kurulmamış	6	10	8	480	Patlayıcı/yanıcı madde depolama prosedürü oluşturulmalı; gaz dedektör ve alarm sistemi kurulmalı; acil müdahale eğitimi verilmeli.	3	10	3	90

		alınmaması										
64	Kimyasalar	Kimyasallara temas etmiş bez parçaları vb. atıkların yerlere atılmayıp uygun bir şekilde ortamdan uzaklaştırılması konusunda çalışanların bilgilendirilmemesi	Atık toplama yönergesi ve renk kodlu kap prosedürü eksik	5	8	7	280	Atık toplama yönergeleri hazırlanmalı; renk kodlu kaplar kullanılmalı; atık taşıma prosedürü belgelendirilmeli.	2	8	3	48
65	Kimyasalar	Kimyasallar ile yapılan çalışmalar sırasında gerekli kişisel koruyucu donanımların kullanımı konusunda çalışanlara talimat verilmemesi	KKD kullanım politikası ve denetim sistemi oluşturulmaması	6	9	7	378	KKD kullanımı zorunlu hale getirilmeli; stok takibi yapılmalı; eğitim ve denetimli uygulama seansları düzenlenmeli.	3	9	3	81
66	Kimyasalar	Kimyasalların kullanımı sırasında alerji ve tahrişleri önlemek için cilt, göz veya solunum temasının engellenmemesi	Alerji riski değerlendirme ve cilt bariyer kremi temini prosedürü eksik	5	7	7	245	Alerji riski yüksek kimyasallar için cilt bariyer kremi ve uygun eldivenler temin edilmeli; tetkik sonuçları izlenmeli.	2	7	3	42
67	Kimyasalar	Kimyasal maddelerin (özellikle içerikleri nedeniyle alevlenebilir olanların) saklama koşullarına uyulmaması, bu malzemeler ısı, ışık ve diğer malzemelerden uzakta muhafaza edilmemesi	Saklama sensörü ve alarm sistemi kurulmamış	5	8	7	280	Dolap içi sensör (ısı, nem) kurulmalı; alarm sistemi entegre edilmeli; aylık kontrol raporu alınmalı.	2	8	3	48
68	Kimyasalar	Kimyasalların kullanım ve depo şartlarında uygun olmaması	Eğitim materyalleri güncellenmemiş; devamsızlık telafi prosedürü yok	5	7	7	245	Depo personeline yıllık GHS eğitimi verilmeli; materyaller güncellenmeli; devamsızlık telafi eğitimi planlanmalı.	2	7	3	42
69	KKD	Gerekli kişisel koruyucu donanımların temin edilmemesi	Stok yönetimi ve tedarik planı eksik	6	7	6	252	Tüm pozisyonlar için KKD listesi oluşturulmalı; stok takip sistemi kurulmalı; eksik ekipman sipariş prosedürü hazırlanmalı.	3	7	3	63
70	KKD	Kişisel koruyucu malzemeleri kullanmama	Denetim eksikliği; disiplin ve eğitim prosedürü	5	7	7	245	KKD denetimlerinde uygunsuz kullanım tespit edilen personele uyarı ve eğitim verilmeli; günlük kontrol fişi kullanılmalı.	2	7	3	42

			uygulanmaması									
71	KKD	Güvenli ve Ergonomik olmayan KKD Kullanımı	Ergonomi değerlendirme ve ön alım testleri yapılmamış	6	7	6	252	Ergonomik KKD tedarik edilip test edilmeli; geri bildirim toplanmalı; uygun modeller revize edilmeli.	3	7	3	63
72	KKD	Eski veya Hasar görmüş KKD Kullanımı	Periyodik muayene ve imha prosedürü yok	6	7	6	252	KKD periyodik muayenesi yapılmalı; hasarlı ekipmanlar imha edilip yenisiyle değiştirilmeli; muayene etiketleri kullanılmalı.	3	7	3	63
73	KKD	Kullanılan KKD'ın orjinal yapısında değişiklik yaparak çalışma	Modifikasyon onay süreci ve kontrol mekanizması oluşturulmamış	5	7	6	210	Üretici onaylı KKD dışında hiçbir modifikasyona izin verilmemeli; uygunsuz ekipman imha edilmeli; eğitimle farkındalık oluşturulmalı.	2	7	3	42
74	KKD	İşe özel olmayan KKD Kullanma	Risk değerlendirme ve iş tanımı uyum takibi yapılmaması	6	6	6	216	Her iş için risk değerlendirmesine uygun KKD seçilmeli; iş tanımları güncellenmeli; personele KKD rehberi dağıtılmalı.	3	6	3	54
75	KKD	Eksik donanımlı KKD kullanma	Kontrol panosu ve otomatik ikaz sistemi oluşturulmamış	5	6	7	210	KKD kontrol panoları oluşturulmalı; eksik malzeme tespitinde otomatik ikaz sistemi kurulmalı; haftalık stok denetimi yapılmalı.	2	6	3	36

EK-5 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Altın Analizi

No	İş Adımı	Olası Tehlike	Olasılık	Şiddet	Risk Skoru	Risk Derecelendirilmesi	Tehlike Kontrol Yöntemi	Tedbirler Sonrası			Risk Derecelendirilmesi
								Olasılık	Şiddet	Risk skoru	
1	Numunenin haddelenerek incelti lmesi	Elin haddedesıkışmasına neden olabilir.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Koruyucu muhafaza ve siperlik kullanılmalıdır. İki elle çalışmayı zorunlu kılan güvenlik sistemleri kurulmalıdır. Acil durdurma butonlarının kolay erişilebilir olması gereklidir. Makinenin periyodik bakımları yapılmalıdır. El ile müdahalenin yasaklanması ve gerekirse otomatik besleme sistemine geçilebilir	D	2	Orta	Dikkate değer risk
2	Numunenin haddelenerek incelti lmesi	Metal parçasının sıçrayarak göze zarar vermesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Kişisel koruyucu donanım (gözlük , eldiven vb.) kullanılmalıdır. Sıçramayı önlemek için koruyucu bariyerler takılmaldır. İşlem sırasında dikkatli ve kontrollü çalışılması için uygun prosedürler hazırlanmalıdır. Haddeler ve kesici aletlerin düzenli bakımları yapılmalıdır	D	2	Orta	Dikkate değer risk
3	Numunenin haddelenerek incelti lmesi	Keskin kenarlarla el kesilmesi	B	3	Ciddi	İstenmeyen risk	Kişisel koruyucu donanım (kesilmeye dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Kenarların taşlanarak pürüzsüz pürüzsüz hale getirilmesini sağlamak.	C	3	Orta	Dikkate değer risk
4	Numunenin haddelenerek incelti lmesi	Gürültüye uzun süreli maruz kalma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Kulak koruyucu zorunlu hale getirilmelidir. Ortam ölçümleri yapılmalıdır. Düzeni gürültü ölçümü Çalışma süreleri gürültüye göre sınırlandırılmalı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
5	Numunenin haddelenerek incelti lmesi	Metal tozlarının solunması	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Uygun solunum koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Toz oluşumunu en aza indirecek işlemler yapılmalıdır. (ıslak işlemler) Lokal havalandırma sistemleri kurulmalıdır. Periyodik sağlık muayeneleri yapılmalıdır. Çalışanları bu konuda eğitim verilmelidir.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
6	Hassas tartım ile numu	Tartım sırasında metal tozun solunma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Uygun solunum koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Lokal havalandırma sistemleri kurulmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk

	ne alınması	sı					Periyodik sağlık muayeneleri yapılmalıdır. Çalışanları bu konuda eğitim verilmelidir.				
7	Hassas tartım ile numune alınması	Numune kabının devrilmesiyle saçılma	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Numune kaplarının sağlam ve dengeli olacak şekilde yerleştirilmelidir. Çalışma alanı düzenli tutulmalıdır. Dökülme prosedürü oluşturmak.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
8	Hassas tartım ile numune alınması	Tartım sırasında el ile doğrudan temas edilmesi	B	3	Ciddi	İstenmeyen risk	Kişisel koruyucu donanım (eldiven) kullanılmalıdır. Temas sonrası derhal elleri yıkamak. Çalışanlara kimyasal maddeler hakkında bilgilendirmek.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
9	Hassas tartım ile numune alınması	Tartı cihazının elektriksel arızası	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Cihazların düzenli olarak bakım ve kontrolleri yapılmalıdır. Acil durum prosedürleri oluşturmak.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
10	Kurşun levhaya numune ve saf gümüş yerleştirilmesi	Kurşunla doğrudan temas edilmesi toksik maddeye maruziyet	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Kişisel koruyucu donanım (eldiven) kullanılmalıdır. Temas sonrası derhal elleri yıkamak. Çalışanlara kimyasal maddeler hakkında bilgilendirmek.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
11	Kurşun levhaya numune ve saf gümüş yerleştirilmesi	Küçük parçaların düşerek sıçraması veya kaybolması	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Parçaların yerleştirilirken dikkatli olunmalıdır. Çalışma alanını sınırlandırılması örneğin kenarlıklı tabla veya kaymaz yüzeyler tercih edilebilir.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
12	Kurşun levhaya numune ve saf gümüş yerleştirilmesi	Kurşun parçalarının solunabilir toz oluşturması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Uygun solunum koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Lokal havalandırma sistemleri kurulmalıdır. Periyodik sağlık muayeneleri yapılmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
13	Kurşun levhaya numune ve saf gümüş yerleştirilmesi	Gümüş parçanın kayması yla tartı hassasiyetinin bozulması	D	3	Orta	Dikkate değer risk	Parçaları dikkatli bir şekilde yerleştirmek. Cihazın kalibrasyon kontrollerinin sıklıkla yapılması gerekmektedir. Tartının sabitlendiğinden ve dengede olduğundan emin olunmalıdır.	E	2	Orta	Dikkate Değer Risk

14	Kurşun levhanın misket haline getirilmesi	Kurşunla temas edilmesinden dolayı toksik maddeye maruz kalınması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Kimyasal geçirmez koruyucu eldiven kullanılmalıdır. İşlem sonrası eller hemen yıkanmalıdır. Kurşunla temas eden yüzeyler düzenli olarak temizlemelidir. İşyerinde ortam ölçümleri ypılmalıdır	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
15	Kurşun levhanın misket haline getirilmesi	Küçük parçaların düşmesi ve kaybolması	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Çalışma yüzeyi kenarlıklı tabla gibi sınırlandırıcılar kullanılabilir. Yüzeyin düzenli ve temiz tutulmalıdır.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
16	Kurşun levhanın misket haline getirilmesi	Mekanik aletlerin el veya parmakları sıkıştırması	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Aletlerin hareketli parçaları için koruyucu muhafazaları olmalıdır. Çalışana bilgilendirme eğitimi verilmelidir. Kişisel koruyucu donanım (eldiven, reflektif önlük vb.) kullanılmalıdır. Çalışma esnasında ellerin sıkışma alanından uzak tutulması gereklidir.	C	2	Orta	Dikkate Değer Risk
17	Kurşun levhanın misket haline getirilmesi	Toz veya partiküllerin solunması	C	2	Ciddi	Dikkate değer risk	Yerel havalandırma sistemleri kurulmalıdır. Toz maskesi gibi uygun koruyucu kullanılmalıdır. Ortamda toz ölçümleri yapılmalıdır.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
18	Kupelasyon fırınında eritme işlemi	Yüksek sıcaklık nedeni ile yanık riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Yalıtımlı veya ısıya dayanıklı kişisel koruyucu donanım (eldiven , önlük, yüz koruyucu kullanılmalıdır. Fırın kapaklarını açarken dikkatli olmalı ve temas edilmemelidir. Çalışanlar bu konuda eğitim verimelidir.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
19	Kupelasyon fırınında eritme işlemi	Fırından çıkan sıcak güversin le temastan kaynaklı yanık	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Sıcak güversin (eritilmiş metal) taşınırken uygun kaplar ve araçlar kullanılmalıdır. Sıcak malzeme ile doğrudan temas edilmemelidir. Acil durum müdahale ekipleri hazır bulundurulmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
20	Kupelasyon fırınında eritme işlemi	Kurşun buharı solunması	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Lokal havalandırma sistemi kullanılmalıdır. Solunum koruyucu maske kullanılmalıdır. Ortam ölçümleri yapılmalı ve çalışanlar sağlık gözetimine alınmalıdır.	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk
21	Kupelasyon fırınında eritme	Yüksek sıcaklık ortamında uzun süreli	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Uygun havalandırma sağlanmalıdır. Düzenli molalar verilmelidir. Çalışanları sıvı alımına	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk

	işlemi	çalışma nedeniyle ısı stresi					teşvik edilmelidir.				
22	Kupelasyon fırınında eritme işlemi	Fırının aşırı ısınması veya kontrolsüz sıcaklık artışı	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk	Otomatik kontrol sistemleri kurulmalıdır. Sıcaklık sensörleri ve alarmlar çalışır durumda olmalıdır. Acil durdurma mekanizması aktif olmalıdır	E	1	Orta	Dikkate Değer Risk
23	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve soğutulması	Yüksek sıcaklıktan dolayı yanık riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Çalışanlara ısıya dayanıklı kişisel koruyucu donanımlar (ısı yalıtımlı eldiven, ısıya dayanıklı önlük, yüz siperi) sağlanmalı. Çalışanlar yüksek sıcaklıkta çalışma prosedürleri konusunda eğitilmeli. Sıcak malzeme taşıma işlemi yalnızca eğitim almış personel tarafından yapılmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
24	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve soğutulması	Sıcak güvesin le temas sonucu ciltte tahriş ve yanık meydana gelmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Güvesin yalnızca özel olarak tasarlanmış ısıya dayanıklı pense veya uygun taşıma aparatları ile taşınmalı. İşlem sırasında refleks hareketleri önlemek amacıyla dikkat dağıtıcı unsurlar ortadan kaldırılmalı. Çalışma alanında acil durum duşu ve yanık müdahale malzemeleri bulundurulmalıdır.	D	2	Ciddi	İstenmeyen risk
25	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve soğutulması	Güvesinin düşmesi sonucu yaralanma veya maddi kayıplar	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Güvesin taşıma işlemi sadece sağlam, uygun kavrama sağlayan penselerle yapılmalı. Penselerin düzenli bakım ve kontrolü sağlanmalı. Taşıma yolu açık ve güvenli olmalı. İşlem sadece eğitimli personelce yapılmalı. Düşme durumuna karşı zemin malzemesi ve koruyucu bariyerler değerlendirilmeli. İşlem öncesi konsantrasyonu bozacak unsurlar ortadan kaldırılmalı.	D	2	Ciddi	İstenmeyen risk
26	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve	Kurşun buharı ve gazlarının ortamda kalması ve solunması	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	İşlem sırasında etkin lokal havalandırma (aspirasyon sistemi) çalıştırılmalı. İşlem yapılan alanlarda negatif basınç sağlanmalı. Çalışanlar uygun sınıfta (P3/FFP3) partikül ve gaz filtresi içeren solunum koruyucuları kullanmalıdır. Ortam havasında düzenli	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk

	soğutulması						olarak kurşun seviyesi ölçümleri yapılmalı ve yönetmelik sınırları aşılmamalıdır.				
27	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve soğutulması	Soğutma sırasında su veya başka bir sıvı ile temas sonucu buhar oluşumu	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Güversin soğutma işlemi öncesinde ortam sıcaklığına kısmen düşürülmeli. Doğrudan hızlı soğutma yapılmamalı. Sıvı temasını kontrollü hale getirecek düzenekler (korunaklı soğutma kabı, buhar saptırıcı kalkanlar) kullanılmalı. Sıçrama riskine karşı gözlük ve yüz siperi takılmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
28	Kupelasyon işlemi sonucu çıkan güvesin fırından çıkarılması ve soğutulması	Kupelin penseyle çıkarılması sırasında pense kayması sonucu kupelin düşmesi veya sıçrama ile yanık/yaralanma	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Yalnızca uygun tasarımlı, ısıya dayanıklı ve kupeli sıkıca kavrayabilen penseler kullanılmalı. Penselerin düzenli kontrolü yapılmalı (gevşeme, deformasyon kontrolü). İşlem sadece eğitimli ve dikkatli personel tarafından gerçekleştirilmelidir. Çalışma sırasında dikkat dağıtıcı unsurlar ortadan kaldırılmalı ve taşıma hattı net şekilde açık tutulmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
29	Güversin yüzeyinin temizlenmesi ve haddelenerek rulo yapılması	Temizlik sırasında kesici yüzeyle elin temas etmesi nedeniyle elin kesilmesi	B	3	Ciddi	İstenmeyen risk	KKD de kullanılması gerekmektedir. Temizlik esnasında kesici yüzeylerin emniyetli duruma getirilmelidir.	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk
30	Güversin yüzeyinin temizlenmesi ve haddelenerek rulo yapılması	Haddede sıkışma veya makineye elin kaptırılması	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	KKD kullanılması gerekmektedir. Makine koruyucu donanımlarının aktif olarak kullanılmalıdır.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
31	Güversin yüzeyinin temizlenmesi ve haddelenerek rulo yapılması	Kurşun tozu veya parçacıklarının solunması veya ciltle temas halinde olması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	KKD kullanılması gerekmektedir. Lokal havalandırma sistemlerinin düzenli çalıştırmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk

32	Asit kaynatma işlemi	Yüksek asit buharı solunması ve tahrişi	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Asit işlemi yalnızca etkin havalandırmalı (aspirasyon sistemli) kabinlerde yapılmalı. Çalışanlar uygun kimyasal kartuşlu solunum koruyucu kullanmalı. Alanın genel ve lokal havalandırması yeterli olmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
33	Asit kaynatma işlemi	Asit sıçraması sonucu cilt ve göz yanıkları	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Asit geçirmez eldiven, gözlük ve yüz siperi kullanılmalı. Asit kapları dikkatle kullanılmalı, hızlı reaksiyonlardan kaçınılmalı. Acil durum göz duşu ve vücut duşu kolay erişilebilir olmalı.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
34	Asit kaynatma işlemi	Asitin yanlış miktarda kullanılması veya karışımı sonucu tehlikeli reaksiyonların meydana gelmesi	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk	Standart çalışma prosedürleri oluşturulmalı, kimyasal karışımlar etiketli ve kontrollü yapılmalı. Eğitimli personel çalışmalı. Asit ekleme işlemi "daima asidi suya" kuralına göre yapılmalı.	E	1	Orta	Dikkate Değer Risk
35	Asit kaynatma işlemi	Asitlerin ısı nedeniyle taşması veya taşma sırasında yaralanma meydana gelmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Isıtma kontrollü yapılmalı, asit kabının kapasitesinin üzerinde doldurulmamalı. Aşırı ısınmayı önlemek için sıcaklık izlenmeli. Asit kabı uygun tepsi veya ikincil kap içinde kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
36	Yıkama ve kurutma işlemi	Kimyasal kalıntılarla cilt teması ve tahrişin meydana gelmesi	B	3	Ciddi	İstenmeyen risk	Eldiven ve koruyucu önlük kullanılmalı. Yıkama işlemi sonrası uygun nötralizasyon sağlanmalı. Cilt ile temas eden alanlar derhal suyla yıkanmalı.	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk
37	Yıkama ve kurutma işlemi	Kaygan zemin nedeni ile düşme riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Zemin kaymaz özellikte olmalı, dökülen sıvılar hemen temizlenmeli. Uyarı levhaları yerleştirilmeli. Uygun iş ayakkabısı giyilmeli.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
38	Yıkama ve kurutma işlemi	Elektrikli kurutma cihazlarında elektrik çarpma riski	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk	Cihazların topraklaması yapılmış olmalı, ıslak elle temas edilmemeli. Düzenli bakım yapılmalı. Kullanım talimatlarına uygun kullanılmalı.	E	1	Orta	Dikkate Değer Risk

39	Tavlama işlemi	Yüksek sıcaklıktan yanık riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Isı yalıtımlı eldiven, önlük ve yüz siperi kullanılmalı. Sıcak bölgeye fiziksel bariyer konulmalı. İşlem yalnızca eğitimli personel tarafından yapılmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
40	Tavlama işlemi	Isınan fırının yakınında uzun süre kalma nedeniyle ısı stresi	B	3	Ciddi	İstenmeyen risk	İş süresi sınırlandırılmalı, mola sıklığı artırılmalı. Ortam sıcaklığı izlenmeli. Su ve sıvı tüketimi teşvik edilmeli.	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk
41	Tavlama işlemi	Fırın gaz kaçağı veya duman riski	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Fırınlar düzenli kontrol edilmeli, gaz dedektörleri yerleştirilmeli. Kullanım öncesi sızdırmazlık kontrolü yapılmalı. Alan havalandırması yeterli olmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
42	Tavlama işlemi	Yanıcı malzemelerin fırın çevresinde bulunması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Fırın çevresi düzenli kontrol edilmeli, yanıcı ve kolay tutuşur maddeler uzak tutulmalı. Yangın söndürücü erişilebilir olmalı	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk

EK-6 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Gümüş Analizi

NO	İş Adımı	Olası Tehlike	Olasılık	Şiddet	Risk Düzeyi	Risk Derecelendirilmesi	Kontrol Önlemleri	Tedbirler Sonrası			Risk Derecelendirilmesi
								Olasılık	Şiddet	Risk düzeyi	
43	**Numunenin Haddelenmesi**	El Veya Parmak Sıkışması	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Haddelenme İşlemi Sırasında, Acil Durdurma Butonları Ve Koruyucu Muhafazalar Mutlaka Kullanılmalıdır. Personelin Bu Makinayı Kullanmadan Önce Kapsamlı Eğitim Alması Zorunludur. Çalışma Alanında Dikkatli Olunması, Ellerin Mekanik Hareketli Parçalardan Uzak Tutulması Ve Her Zaman Kesilmeye Dayanıklı Eldivenler Takılması Gerekmektedir. İşlemi Yapan Operatörlerin El Hareketlerine Dikkat Etmesi Ve Acele Etmeden Kontrollü Çalışması Sağlanmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
44	**Numunenin Haddelenmesi**	Haddede Kesici Kenarlar	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Haddelenen Numune Ve Makinenin Çevresinde Bulunan Kesici Kenarlar, Kullanıcılar İçin Tehlike Oluşturabileceğinden, Bu Bölgeler Uygun Şekilde Koruyucu Kapaklarla Kaplanmalıdır. Ayrıca İş Alanında Eldiven Ve Koruyucu Gözlük Kullanılması Gerekmektedir. İş Güvenliği Talimatlarında, Çalışanların Kesinlikle Ellerini Bu Bölgelerden Uzak Tutmaları Gerektiği Belirtilmeli Ve Denetimlerle Bu Uygulamanın Devamlılığı Sağlanmalıdır.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
45	**Numunenin Haddelenmesi**	Gürültü Maruziyeti	C	4	Orta	Dikkate Değer Risk	İşlem Sırasında Oluşan Gürültü Seviyeleri, İş Yerindeki Sınır Değerlerin Üzerinde İse, Makinaya Ses İzolasyon Çözümleri Uygulanmalıdır. Çalışanların Maruz Kalacağı Gürültüyü Azaltmak İçin Çalışma Süreleri Kısıtlanmalı Ve Bu Süreler Kayıt Altına Alınmalıdır. Ayrıca Tüm Çalışanların Gürültüye Karşı Koruyucu Kulaklık Veya Tıkaç Kullanması Sağlanmalıdır. Gürültü İle İlgili Sağlık Taramaları Düzenli Olarak Yapılmalıdır.	D	4	Düşük	Kabul edilebilir risk

46	**Numunenin Haddelenmesi**	Uçan Metal Parçacığı	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Haddelenme İşlemi Sırasında Metal Parçacıkların Etrafa Saçılması Riskine Karşı Makineler Kapalı Muhafazalar İle Donatılmalıdır. Çalışma Alanında Kesinlikle Koruyucu Gözlük Veya Yüz Siperi Kullanımı Zorunlu Hale Getirilmelidir. Personel, Olası Sıçramalara Karşı Uyarılmalı Ve İşlem Esnasında Dikkatli Olması Gerektiği Konusunda Bilgilendirilmelidir. Ayrıca Çalışma Alanı Düzenli Olarak Temizlenmeli Ve Metal Parçacık Birikimi Önlenmelidir.	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
47	**Hassas Tartım**	Toz Soluma		3	Orta	Dikkate Değer Risk	Tartım İşlemi Sırasında Oluşabilecek Metal Veya Kimyasal Tozların Solunmasını Önlemek Amacıyla Laboratuvar Havasının Yeterince Havalandırılması Sağlanmalıdır. Eğer Mümkünse, Tartım Alanı Kapalı Bir Cam Muhafaza İçinde Yapılmalı Veya Lokal Egzoz Sistemi Kullanılmalıdır. Personel Mutlaka Toz Maskesi Takmalı Ve Bu Maskelerin Düzenli Bakımı İle Değiştirilmesi Sağlanmalıdır. İşlem Sırasında Yeme, İçme Ve Sigara İçilmemeli, El Hijyenine Dikkat Edilmelidir.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
48	**Hassas Tartım**	Yanlış Tartım	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk	Tartım İşleminin Doğruluğunu Artırmak İçin Kullanılan Terazinin Kalibrasyonu Düzenli Olarak Yapılmalı Ve Kayıt Altına Alınmalıdır. Operatörler Tartım Öncesinde Cihazın Temiz Olduğundan Emin Olmalı Ve Numune Kaplarının Doğru Etiketlenmesine Özen Göstermelidir. Tartım Yapılırken Dış Etkenlerden Kaynaklanan Titreşim Ve Hava Akımlarına Karşı Tedbir Alınmalıdır. Tartım Prosedürleri Dokümante Edilmeli Ve Çalışanlar Bu Prosedürlere Kesinlikle Uymalıdır.	E	2	Orta	Dikkate Değer Risk
49	**Hassas Tartım**	Kimyasal Temas	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Tartım İşlemi Sırasında Kullanılan Kimyasallarla Cilt Teması Riskini Azaltmak İçin, Operatörlerin Uygun Koruyucu Eldivenler (Nitril Vb.) Kullanması		3		Dikkate Değer Risk

							Zorunludur. Ayrıca Kimyasal Bulaşmaları Önlemek İçin Tartım Alanı Düzenli Olarak Temizlenmeli, Kimyasal Dökülme Durumunda Derhal Uygun Temizleme Prosedürleri Uygulanmalıdır. Çalışanlar Kimyasal Maddelerin Tehlike Sınıfları Hakkında Bilgilendirilmeli Ve Güvenlik Veri Sayfaları Kolayca Erişilebilir Olmalıdır.	D		Orta	
50	**HNO_3 İle Çözme**	Asit Buharı Soluma	B	2	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	Asit Çözme İşlemi Mutlaka Kimyasal Çekmecesi (Davlumbaz) Veya Lokal Aspirasyon Sisteminde Yapılmalıdır. Personel Uygun Gaz Maskesi Veya Solunum Koruyucu Ekipman 2kullanmalıdır. Laboratuvar Havalandırması Sürekli Ve Etkili Olmalıdır. Asit Kullanımı Sırasında Gözlük, Yüz Siperi Ve Koruyucu Eldiven Kullanımı Zorunludur. Çalışanlara Asit Dökülmesi Durumunda Uygulanacak Acil Müdahale Prosedürleri Öğretilmelidir.	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk
51	**HNO_3 İle Çözme**	Asit Sıçraması	C	1	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	Asit Kullanımı Sırasında Kaplar Sağlam Ve Uygun Boyutta Olmalıdır, Taşma Ve Sıçrama Riskini Azaltacak Şekilde İşlem Yapılmalıdır. Eldivenler, Önlük Ve Koruyucu Gözlük Sürekli Kullanılmalı, Kimyasal Yanıklara Karşı Acil Duş Ve Göz Yıkama Cihazları Yakın Olmalıdır. Ayrıca Asit Çözeltilerinin Hazırlanması Ve Transferi Sırasında Yavaş Ve Dikkatli Hareket Edilmelidir. Çalışanlar Bu Konuda Eğitilmeli Ve Deneyimsiz Personelin Asit Kullanımı Sınırlandırılmalıdır.	D	1	Ciddi	İstenmeyen Risk
52	**HNO_3 İle Çözme**	Kimyasal Cilt Teması	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Asitla Çalışırken Uygun Koruyucu Giysi Ve Eldivenler Kullanılarak Cilt Teması Önlenmelidir. Kimyasal Bulaşma Durumunda Bol Su İle Derhal Yıkama Yapılmalı Ve Tıbbi Yardım Aranmalıdır. İşlem Alanı Düzenli Olarak Temizlenmeli, Dökülen Asitler İçin Nötralizasyon Malzemeleri Hazır Bulundurulmalıdır. Çalışanlar Koruyucu	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk

							Ekipmanların Doğru Kullanımı Ve Kimyasal Tehlikeler Hakkında Bilgilendirilmelidir.				
53	**Isıtma**	Kaynama Taşması	C	1	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	Isıtma İşlemi Kontrollü Ve Uygun Ekipmanlarda Yapılmalıdır. Kullanılan Kaplar Isıya Dayanıklı Ve Uygun Boyutta Seçilmelidir. Taşma Riskini Önlemek İçin Sıvı Hacmi Sınırlandırılmalı, Aşırı Isı Kullanımından Kaçınılmalıdır. Personel Mutlaka Isıya Dayanıklı Eldiven, Önlük Ve Yüz Koruyucu Kullanmalıdır. İşlem Sırasında Sürekli Gözlem Yapılmalı Ve Acil Durum Müdahale Ekipmanları (Yangın Söndürücü, Acil Duş) Hazır Bulundurulmalıdır.	D	1	Ciddi	İstenmeyen Risk
54	**Isıtma**	Yanık	B	2	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	Isıtıcı Yüzeylere Doğrudan Temas Engellenmeli, Sıcak Ekipmanlar İçin Uyarı İşaretleri Konmalıdır. Personel Yanık Riskini Azaltmak İçin Uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanmalı Ve İşlem Alanı Dışında Beklenilmemelidir. Yanık Vakalarında Hızlı Müdahale İçin Soğutma Jelleri Ve İlk Yardım Malzemeleri Hazır Bulundurulmalıdır. Eğitimlerle Çalışanların Yanık Tehlikeleri Ve İlk Yardım Konularında Bilinçlenmesi Sağlanmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk
55	**Isıtma**	Kimyasal Buhar	B	2	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	Isıtma İşlemi Uygun Havalandırmalı Alanlarda Yapılmalı Ve Mümkünse Lokal Aspirasyon Sistemi Kurulmalıdır. Gaz Maskesi Veya Solunum Koruyucu Kullanılmalıdır. Kimyasal Buharın Oluştuğu İşlemler Sırasında Personelin Alanı Terk Etmesi Ve Ortamın Havalandırılması İçin Prosedür Oluşturulmalıdır. Ayrıca, Sıcaklık Ve Buhar Oluşumu İzlenmeli Ve Kritik Seviyeler Aşıldığında Otomatik Uyarı Sistemleri Kullanılmalıdır.	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk
56	**Soğutma**	Cam Malzeme Kırılması	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Soğutma İşlemi Sırasında Kullanılan Cam Kaplar, Kaliteli Ve Isı Şokuna Dayanıklı Camdan Seçilmelidir. İşlem		2		Dikkate Değer Risk

							Dikkatlice Yapılmalı, Ani Sıcaklık Değişimlerinden Kaçınılmalıdır. Cam Malzemeler Düzenli Olarak Kontrol Edilmeli, Çatlak Ve Deformasyon Tespit Edilirse Hemen Değiştirilmelidir. Personel Uygun Eldiven Ve Gözlük Kullanmalı, Kırılma Durumunda Acil Müdahale Prosedürleri (Temizlik, Atık Yönetimi) Uygulanmalıdır.	D		Orta	
57	**Soğutma**	Sıvı Sıçraması	B	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Sıvı Transferleri Dikkatlice Yapılmalı, Sıçrama Riskini Azaltmak İçin Kapların Doluluk Seviyeleri Ve Aktarım Tekniklerine Dikkat Edilmelidir. Personel Kimyasal Sıçramasına Karşı Koruyucu Önlük, Gözlük Ve Eldiven Kullanmalıdır. İşlem Alanında Kaymaz Zemin Ve Sıçrama Uyarı Levhaları Bulunmalı, Olası Sıvı Dökülmelerinde Hızlı Temizlik İçin Uygun Malzemeler Hazır Bulundurulmalıdır.	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk
58	**Saf Su İlavesi**	Taşma Riski	B	3	Ciddi	İstenmeyen Risk	Saf Su İlavesi Sırasında Kapların Taşmaması İçin Dikkatli Ve Kontrollü Yapılmalıdır. İşlem Sırasında Ölçüm Kapları Uygun Büyüklükte Seçilmeli, Aşırı Doldurmadan Kaçınılmalıdır. Personel İşlem Öncesi Ve Sonrası Çalışma Alanını Kontrol Etmeli, Taşma Durumunda Derhal Temizleme Prosedürü Uygulanmalıdır. İşlem Alanında Kayganlık Riskine Karşı Kaymaz Paspas Ve Uyarı Levhaları Bulundurulmalıdır.	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk
59	**Titrasyon Cihazına Aktarım**	Kimyasal Sıvı Dökülmesi Nedeniyle Kayma Ve Düşme Riski	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	- Dökülmeyi Önlemek İçin Uygun Kaplar Ve Aktarım Aparatları Kullanılmalı. - Çalışma Alanı Kaymayı Önleyecek Şekilde Düzenlenmeli, Dökülen Sıvılar Hemen Temizlenmeli.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
60	**Titrasyon Cihazına Aktarım**	Sıvının Elektronik Aksamla Temas Ederek Kısa Devre	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	- Cihazın Elektronik Bölümleri Su Ve Sıvı Temasından Korunmalı. - Cihaz Muhafazaları Sağlam Ve Kapalı Tutulmalı.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk

		Riski									
61	**Titrasyon Cihazına Aktarım**	Kimyasal Sıvı İle Temas Sonucu Cilt Veya Göz Tahrişi	B	2	Yüksek	Kabul Edilemez Risk	- Kimyasallara Dayanıklı Eldiven, Önlük Ve Koruyucu Gözlük Kullanılmalı. - Kimyasal Maddelerle Çalışma Alanında Acil Yıkama İstasyonları Hazır Bulunmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk
62	**Titrasyon Cihazına Aktarım**	Kimyasal Buhar Solunması Sonucu Solunum Tahrişi	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	- İşlem Alanı İyi Havalandırılmalı Veya Lokal Aspirasyon Kullanılmalı. - Gerekirse Uygun Solunum Koruyucu Ekipman (Maske) Kullanılmalı.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
63	**Elektrotların Yerleştirilmesi**	Elektrik Bağlantısı Sırasında Elektrik Çarpması Riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	- Elektrotlar Cihaz Kapalıyken Ve Kuru Elle Takılmalıdır. - Elektrik Bağlantıları Düzenli Kontrol Edilmelidir. - Yalıtkan Eldiven Kullanımı Teşvik Edilmelidir.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
64	**Elektrotların Yerleştirilmesi**	Cam Elektrotların Kırılmasıyla Kesilme Riski	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	- Elektrotlar Dikkatli Taşınmalı Ve Yavaşça Yerleştirilmelidir. - Kırılmaya Dayanıklı Eldiven Kullanılmalı.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
65	**Elektrotların Yerleştirilmesi**	Elektrot Başlıklarının Sıvı İle Teması Sonucu Kısa Devre Riski	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk	- Cihaz Yüzeyi Kuru Tutulmalı, Sıvı Dökülmeleri Anında Temizlenmelidir. - Elektrotlar Yerine Yerleştirilmeden Önce Kuru Bezle Silinmelidir.	E	2	Orta	Dikkate Değer Risk
66	**Elektrotların Yerleştirilmesi**	Elektrot Kablolarına Takılma, Çarpma	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk	- Kablolar Düzenli Toplanmalı, Yere Sarkmayacak Şekilde Sabitlenmeli. - Laboratuvar Zemininde Kablo Koruyucu Kanallar Kullanılmalı.	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
67	**Otomatik Titrasyon Sırasında Sıçrama**	Titrasyon Çözeltisinin Operatöre Sıçraması	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Cihaz Başlatılmadan Önce Numune Kabı Kapağı Kapalı Olduğundan Emin Olunmalı. Operatör Titrasyon Cihazının Başında Durmamalı. Cihaz Etrafı Şeffaf Koruyucu Siperlik İle Çevrelenmelidir. İşlem Sırasında Laboratuvar Gözlüğü, Yüz Siperi Ve Kimyasallara Dayanıklı Önlük Giyilmelidir.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk

68	**Otomatik Titrasyon Sırasında Sıçrama**	Kimyasal Sıçrama Nedeniyle Göz/Deri Yanıkları	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Operatörün Nitril Eldiven, Gözlük Ve Laboratuvar Önlüğü Kullanması Zorunlu Olmalıdır. Cihaz Kullanımı Sırasında Dikkatli Olunmalı, Sıvı Seviyesi Kontrol Edilmelidir. Cihazın Kullanım Prosedürleri Tüm Personele Yazılı Ve Uygulamalı Olarak Anlatılmalı, Periyodik Eğitimler Verilmelidir.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
69	**Otomatik Titrasyon Sırasında Sıçrama**	Cihazdan Sızan Sıvıların Zemine Damlaması – Kayma Riski	C	3	Orta	Dikkate Değer Risk	Cihaz Altında Sıvı Toplama Tepsisi Kullanılmalı, Cihaz Zeminine Yakın Alanlar Düzenli Olarak Kontrol Edilmeli. Sıvı Dökülmelerine Karşı Uyarı Levhaları Asılmalı. Personel Kaymaz Tabanlı İş Ayakkabısı Giymelidir. Dökülme Sonrası Müdahale Prosedürü Net Olmalı Ve Uygun Temizlik Malzemeleri Hazır Bulundurulmalıdır.	D	3	Orta	Dikkate Değer Risk
70	**Cihazın Temizlenmesi (Titrasyon Sonrası)**	Asidik Temizlik Çözeltisinin Cilde Veya Göze Sıçraması	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Temizlik Sırasında Operatör Mutlaka Sızdırmaz Nitril Eldiven, Laboratuvar Gözlüğü Ve Yüz Siperi Kullanmalıdır. Temizlik İşlemi Lavaboda Veya Kimyasal Dayanıklı Tepside Yapılmalıdır. Temizlik Çözeltisi Yavaşça Dökülmeli, Sıçrama Riski En Aza İndirilmelidir. İşlem Öncesinde GBF (Güvenlik Bilgi Formu) İncelenmeli, Kimyasalların Karıştırılmaması Gerektiği Açıkça Belirtilmelidir.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
71	**Cihazın Temizlenmesi (Titrasyon Sonrası)**	Cihaz İçine Su Veya Asit Kaçması Sonucu Elektriksel Arıza / Kısa Devre	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Temizlik Öncesi Cihaz Kapatılmalı, Fişi Prizden Çekilmelidir. Elektronik Bileşenlere Yakın Temizlik Yapılmamalı, Cihazın Yalnızca Üretici Talimatlarına Göre Dış Temizliği Yapılmalıdır. Temizlikten Sonra Cihaz Kurulanmalı Ve Kuruma Süresi Beklenmeden Çalıştırılmamalıdır. Gerekirse Uzman Teknik Personel Desteği Alınmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk
72	**Cihazın Temizlenmesi (Titrasyon Sonrası)**	Kullanılan Cam Malzemenin Elde Kırılması Ve Kesik Oluşması	C	2	Ciddi	İstenmeyen Risk	Cam Malzemeler Dikkatli Taşınmalı, Çatlak Veya Zedelenmiş Camlar Kullanılmamalıdır. Temizlik Sırasında Cam Ekipmanlar Lavaboda Tek Tek Yıkanmalı Ve Yumuşak Plastik Fırça Kullanılmalıdır. Personel Kesilmelere Karşı	D	2	Orta	Dikkate Değer Risk

							Koruyucu Eldiven Giymeli, Temizlenen Malzeme Dikkatli Kurulanmalıdır. Kırık Camlar Özel Kırık Cam Kutularına Atılmalıdır.				

EK-7 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Platin Analizi

No	İş Adımı	Olası Tehlike	Olasılık	Şiddet	Risk Düzeyi	Risk Derecelendirilmesi	Kontrol Önlemleri	Tedbirler Sonrası			Risk Derecelendirilmesi
								Olasılık	Şiddet	Risk Skoru	
73	Numune Haddelenmesi	Parmakların haddeye sıkışması	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Hadde makinesinde acil durdurma butonu bulunmalı, çalışanlar yalnızca eğitimli ve yetkilendirilmiş kişiler olmalı, işlem sırasında eldiven giyilmemeli, parmaklar makineye çok yaklaştırılmamalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
74	Numune Haddelenmesi	Elin hareketli parçalara teması	c	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Makinenin tüm hareketli parçaları koruyucu kapaklarla örtülmeli. Makine çalışırken koruma kapağı açık olmamalı. Operasyon öncesi cihaz kontrolleri yapılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
75	Numune Haddelenmesi	Sıkışan numunenin elle çıkarılmaya çalışılması	C	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Sıkışma durumunda makine mutlaka durdurulmalı, el ile müdahale edilmemeli. Özel pense veya maşa ile çıkarılmalı. Gerekirse sorumlu kişiden yardım alınmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
76	Numune Haddelenmesi	Gürültüye uzun süreli maruz kalma	C	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Haddeleme sırasında oluşabilecek gürültüye karşı kulak koruyucular kullanılmalı. Uzun süreli maruziyetlerde çalışma süresi sınırlandırılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
77	Numune Haddelenmesi	Metal parçasının sıçraması	B	2	**Yüksek**	Kabul edilemez risk	Parçaların yüzeye sıkışması sırasında sıçrama olabileceği için koruyucu gözlük kullanılmalı. Çalışma alanı dağınık olmamalı, parça uçuşması için çevre alan korumalı olmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
78	Hassas Tartım	Metal tozunun solunması	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Tartım işlemi lokal egzoz havalandırma (LEH) sistemi altında yapılmalı. Gerekirse maske (P2 filtreli) kullanılmalı. İşlem sırasında hava akımı engellenmeli.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
79	Hassas Tartım	Doğru tartım yapılamaması (yanıltıcı sonuç)	C	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Tartım işlemi öncesi terazi kalibrasyonu yapılmalı. Numune el değmeden spatül ile yerleştirilmeli. Operasyon sadece eğitilmiş kişilerce yapılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
80	Hassas Tartım	Tartım sırasında cam kapların kırılması	C	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Tartımda kullanılan cam malzemeler dikkatle tutulmalı, düz ve kaymaz yüzeyde çalışılmalı. Kırılma durumunda özel cam süpürgesi ve eldivenle temizlik yapılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk

81	Hassas Tartım	Tartım kabının devrilmesi sonucu numune kaybı	D	2	**Orta**	Dikkate değer risk	Tartım kabı teraziye doğru şekilde yerleştirilmeli. Kabın yüzeyi temiz ve kuru olmalı. Tartım yapılan alan sarsıntıdan korunmalı, hareket sınırlanmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
82	Kral Suyu ile Çözme	Asit buharına maruz kalma	B	2	**Yüksek**	Kabul edilemez risk	İşlem, yerel egzoz havalandırma (LEH) sistemli çeker ocak altında yapılmalı. Kimyasallarla çalışma sırasında koruyucu gözlük, asit geçirmez önlük ve nitril eldiven kullanılmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
83	Kral Suyu ile Çözme	Asit sıçraması sonucu cilt/ göz yanığı	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Asitler yavaş ve kontrollü şekilde eklenmeli. Reaktif ilavesi sırasında sıçrama önleyici kapak kullanılmalı. Acil durum duşu ve göz yıkama istasyonu çalışır durumda olmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
84	Kral Suyu ile Çözme	Yanlış oranlarda karışım sonucu tehlikeli reaksiyon	D	1	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Kral suyu %25 HNO_3 + %75 HCl oranında hazırlanmalı. İşlem eğitimli personel tarafından yapılmalı. Hazırlama öncesi GBF (Güvenlik Bilgi Formu) incelenmeli.	E	1	Orta	Dikkate değer risk
85	Kral Suyu ile Çözme	Kimyasal yanık	D	2	**Orta**	Dikkate değer risk	Eldivenler asit dayanımlı olmalı ve işlem süresince çıkarılmamalı. Ciltle temas durumunda etkilenen bölge bol suyla yıkanmalı, tıbbi yardım alınmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
86	Isıtma	Ani kaynama ve sıçrama	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Numune yavaşça ısıtılmalı, ani ısıtmalardan kaçınılmalı. Cam malzemenin ağız kısmı kullanıcıdan uzağa çevrilmeli. Sıçrama koruyucu gözlük takılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
87	Isıtma	Patlama riski (basınçlı gaz çıkışı veya kapalı kapta ısıtma)	D	1	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Asla kapalı sistemde ısıtma yapılmamalı. Beher ağzı açık bırakılmalı veya saat camı gevşek yerleştirilmeli. Kapalı kaplarda gaz birikimi engellenmeli.	E	1	Orta	Dikkate değer risk
88	Isıtma	Buhar soluma (özellikle NOx, Cl_2 gibi toksik gazlar)	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıtma işlemi sadece çeker ocak altında yapılmalı. Çeker ocak filtre ve egzoz sistemleri periyodik kontrol edilmeli. Gerekirse filtreli yarım yüz maskesi kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
89	Isıtma	Cam malzemenin aşırı ısınarak çatlaması	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıtıcılar kontrollü şekilde kullanılmalı. Kullanılan cam malzemenin ısıya dayanıklı borosilikat cam olması sağlanmalı. Hasarlı cam malzeme kullanılmamalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk

90	Isıtma	Yanık (ısıtıcıya veya sıcak cam malzemeye temas)	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıtıcılar etiketlenmeli ve uyarı levhaları konulmalı. Numuneye temas öncesi sıcaklık kontrol edilmeli. Isıya dayanıklı eldiven kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
91	Isıtma	Elektrikli ısıtıcı arızası veya kısa devre	D	1	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıtıcılar topraklamalı prizlere takılmalı. Cihaz kabloları düzenli kontrol edilmeli. Yangın söndürme cihazı (ABC tipi) ulaşılabilir yerde bulunmalı.	E	1	Orta	Dikkate değer risk
92	Soğutma	Cam malzemenin ani sıcaklık değişimiyle çatlaması	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Cam beherler soğuk yüzeye doğrudan temas ettirilmemeli. Soğuma aşamalı yapılmalı. Yüzeyler ısıya dayanıklı olmalı. Isıtıcıdan alırken dikkatli şekilde aktarılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
93	Soğutma	Sıvı sıçraması ve kimyasal yanık	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Cam kabın içindeki çözelti sıçramaya neden olmayacak şekilde bırakılmalı. Uygun çeker ocakta ve göz koruyucu ile çalışılmalı. Kimyasala uygun eldiven kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
94	Soğutma	Buhar çıkışı devam etmesi	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Cam kap çeker ocak içinde tutulmalı. Soğuma süreci gözlenmeli. Solunum yoluyla maruziyet riskine karşı ventilasyon aktif tutulmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
95	Soğutma	Cam kabın düşürülmesi veya kırılması	D	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Cam malzeme tutarken iki elle desteklenmeli. Kaymayı önleyici eldivenler giyilmeli. Düşme durumunda kırıklar dikkatlice toplanmalı, kesik riski değerlendirilmeli.	E	3	Orta	Dikkate değer risk
96	Soğutma	Kimyasal buharla temas	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Ortam havalandırması sağlanmalı. Kimyasal buhar sensörleri (varsa) izlenmeli. Gerektiğinde çeker ocakta bekletilerek buhar çıkışı tamamen bitmeden dışarı alınmamalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
97	2 Saat Bekletme (Çökelme Süreci)	Yanlış ortam koşullarında bekletme (sıcaklık/sarsıntı) nedeniyle çökelek kaybı	C	3	**Orta**	Dikkate değer risk	Numune sarsıntıdan uzak, sabit bir yüzeyde bekletilmeli. Oda sıcaklığı 20–25°C aralığında tutulmalı. Sıcaklık kontrolü için termometre veya klima kullanılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk

98	2 Saat Bekletme (Çökelme Süreci)	Numune kabının devrilmesi veya yanlışlıkla dökülmesi	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Numune kabı sabit bir zemin üzerinde, kaymaz yüzeyde muhafaza edilmeli. Uyarı etiketi konmalı. Başka kişilerce müdahale edilmemesi için koruyucu şeffaf kapakla örtülmeli.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
99	2 Saat Bekletme (Çökelme Süreci)	Numune kabının yanlışlıkla başkası tarafından taşınması	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Numune üzeri etiketlenmeli (adı, işlem aşaması, uyarı ibaresi). Bekletilen alan sadece yetkili personele açık olmalı.	D	2	2 / Orta	Dikkate değer risk
100	2 Saat Bekletme (Çökelme Süreci)	Numune içerisinde buharlaşma ile hacim değişimi	D	2	**Orta**	Dikkate değer risk	Bekletme sırasında cam beherin üstü saat camı ile kapatılmalı. Buharlaşmayı önlemek için kapaklı beher veya uygun koruyucu sistem kullanılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
101	Süzme (Vakum Cihazı ile)	**Cam süzgecin kırılması sonucu kesilme**	**C**	**2**	**Ciddi**	**İstenmeyen risk**	Cam ekipmanlar kullanılmadan önce çatlak, kırık kontrolü yapılmalı. Kullanıcı koruyucu gözlük ve kesilmeye dayanıklı eldiven takmalı. İşlem dikkatli şekilde yapılmalı.	D	**2**	Orta	Dikkate değer risk
102	Süzme (Vakum Cihazı ile)	Vakum hattında basınç değişimi nedeniyle sıvı sıçraması	**D**	**2**	**Orta**	**Dikkate değer risk**	**Vakum pompası kontrollü şekilde çalıştırılmalı. Sıvı yüksekliği kontrol edilmeli. Süzgeç düzgün yerleştirilmeli. İşlem sırasında gözlük ve laboratuvar önlüğü kullanılmalı.**	**E**	**2**	**Orta**	Dikkate değer risk
103	Süzme (Vakum Cihazı ile)	Vakum pompasının çalışması sırasında elektrik kaçağı	**D**	**2**	**Orta**	**Dikkate değer risk**	**Vakum cihazının topraklama ve elektrik bağlantıları düzenli kontrol edilmeli. Elektrikli ekipmanlar kuru ve temiz tutulmalı. Kullanıcı kuru el ile prize müdahale etmemeli.**	**E**	**2**	**Orta**	Dikkate değer risk
104	Süzme (Vakum Cihazı ile)	Kullanıcının vakum hortumunu çıkarırken oluşan ani sıvı geri tepmesi	**C**	**2**	**Ciddi**	**İstenmeyen risk**	**Hortum çıkartılmadan önce vakum durdurulmalı. Sistem sıvıdan arındırılmalı. Hortumlar düzgün ve sabit bağlantılı olmalı. Çalışanlar mutlaka yüz siperi, asit buharına dayanıklı koruyucu gözlük ve sıvı geçirmez laboratuvar eldivenleri giymelidir.**	**D**	**2**	**Orta**	Dikkate değer risk
105	Süzme (Vakum Cihazı ile)	Pompa motorunun aşırı ısınması nedeniyle yangın riski	**D**	**2**	**Orta**	Dikkate değer risk	**Pompanın fan sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli. Kullanım süresi prosedüre uygun sınırda tutulmalı. Periyodik bakım talimatına göre işlem yapılmalı.**	**E**	**2**	**Orta**	Dikkate değer risk

106	Etanol ile Yıkama	Etanolün alev alması – yangın riski	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	İşlem sırasında ortamda açık alev bulunmamalı. Isıtıcılar kapalı olmalı. Havalandırma iyi olmalı. Yangın söndürücü kolay ulaşılabilir olmalı. Antistatik önlemler alınmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
107	Etanol ile Yıkama	Etanol buharının solunması – solunum yolu tahrişi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	İşlem çekerek dolapta yapılmalı. Buhar birikmesini önlemek için yeterli havalandırma sağlanmalı. Gerekirse uygun tipte buhar maskesi kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
108	Etanol ile Yıkama	Etanolün cilde teması – tahriş, kuruma	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Kimyasal geçirmez eldiven (nitril gibi) kullanılmalı. Dökülmelerde cilt hemen bol su ile yıkanmalı. Gerekirse koruyucu krem veya bariyer uygulanmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
109	Etanol ile Yıkama	Etanolün göze sıçraması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Koruyucu siperlikli gözlük kullanılmalı. İşlem yavaş ve dikkatli yapılmalı. Göz duşu istasyonu erişilebilir olmalı. Şişe veya beher boşaltılırken **kontrollü döküm teknikleri** uygulanmalı, sıvı aniden boşaltılmamalıdır.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
110	Etanol ile Yıkama	Etanol kabının devrilmesi – dökülme, yüzeylerin kontaminasyonu	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Etanol şişeleri sabit yüzeyde tutulmalı. Küçük hacimli kaplarla çalışılmalı. Dökülme durumları için emici pedler ve kimyasal dökülme kitleri hazır bulundurulmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
111	Etanol ile Yıkama	Etanol buharının elektrikli cihazlarla etkileşimi	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Elektrikli cihazlardan uzakta işlem yapılmalı. Cihaz fişleri kuru ve sağlam olmalı. Buhar birikmesini engellemek için cihaz çevresi havalandırılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
112	800–1000° C'de Isıtma	Yüksek sıcaklıkla temas – el/kol yanığı	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıya dayanıklı koruyucu eldiven ve önlük giyilmeli. Fırın kapakları dikkatli açılmalı. Fırına yerleştirme/çıkarma için özel maşa veya pens kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
113	800–1000° C'de Isıtma	Isıtma sırasında ergiyik madde sıçraması – göz, cilt yaralanması	D	2	**Orta**	Dikkate değer risk	Yüz siperi ve gözlük kullanılmalı. Kapsül fırına dengeli yerleştirilmeli. Sıçrama riski olan maddeler için fırın önünde bariyer kullanılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
114	800–1000° C'de	Fırın kapağının aniden	B	2	**Yüksek**	Kabul edilemez risk	rın kapağı açılmadan önce dijital göstergeden sıcaklık kontrol		2		İstenmeyen risk

	Isıtma	açılması – sıcak hava teması					edilmeli ve güvenli seviyeye düşmesi beklenmelidir. Operatör, kapağı açarken **ısıya** dayanıklı yüz siperi, yanmaz önlük ve yalıtımlı eldiven kullanmalıdır. Açma işlemi **yavaş ve kontrollü**, mümkünse uzaktan kumandayla gerçekleştirilmelidir. Operatör fırına doğrudan karşıdan değil, yandan yaklaşmalıdır.	C		Ciddi	
115	800–1000° C'de Isıtma	Zehirli buhar veya gaz çıkışı (PtO_2, NOx kalıntısı)	C	2	**Ciddi**	İstenmeyen risk	Isıtma işlemi, belgelenmiş çekişli lokal havalandırma (aspirasyon sistemi veya kimyasal davlumbaz) altında yapılmalıdır. Ortamda negatif basınç sağlanmalı, yeterli hava değişimi (ACH) sağlanarak gaz birikimi önlenmelidir. Çalışanlar ABEK-P3 filtreli solunum koruyucu maske takmalıdır. Ortam havasında periyodik NOx ve platin buharı ölçümleri yapılmalı, sınır değerler aşılmamalıdır. NO_2 dedektörleri aktif olmalıdır. Tüm çalışanlar toksik gaz maruziyeti konusunda eğitimli ve belgeli olmalıdır.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
116	800–1000° C'de Isıtma	Fırının aşırı ısınması veya elektrik kaçağı sonucu yangın veya elektrik çarpması	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Fırınlar düzenli bakım ve kontrole tabi tutulmalı. Kablolar izole olmalı. Aşırı sıcaklık algılayan sensörler çalışır durumda olmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
117	800–1000° C'de Isıtma	Sıcak kapsülün düşmesi sonucunda yangın, yanma riski	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Kapsül taşıma sırasında dikkatli olunmalı, pens ile sabit tutulmalı. İşlem tezgâhı düzenli ve boş olmalı. Yangın battaniyesi ve yangın söndürme tüpü hazır bulundurulmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk

EK-8 : İş Güvenliği Analizi (JSA) Yöntemi ile Paladyum Analizi

No	İş Adımı	Olası Tehlike	Olasılık	Şiddet	Risk Düzeyi	Risk Derecelendirilmesi	Kontrol Önlemleri	Tedbirler sonrası			Risk Derecelendirilmesi
								Olasılık	Şiddet	Risk Düzeyi	
118	Numune Haddelenmesi	El-parmak sıkışması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Makine koruyucu kapakları kullanılmalı. Operatör eğitimi verilmeli.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
119	Numune Haddelenmesi	Kesici kenarlardan el kesilmesi	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Kesilmeye dayanıklı eldiven giyilmeli. Numune kenarları törpülenmeli.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
120	Numune Haddelenmesi	Haddelenmiş numunenin fırlaması	C	2	Orta	Dikkate değer risk	Koruyucu gözlük ve önlük kullanılmalı. Haddeden çıkan numune dikkatle tutulmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
121	Numune Haddelenmesi	Yüksek ses maruziyeti	D	4	Düşük	Kabul edilebilir risk	Kulak koruyucusu kullanılmalı. Haddelerin bakımı düzenli yapılmalı.	E	4	Düşük	Kabul edilebilir risk
122	Hassas Tartım	Metal tozu solunumu	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Tartım çeker ocakta yapılmalı. Toz maskesi kullanılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
123	Hassas Tartım	Tartım sırasında kabın devrilmesi	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Tartım yapılan kap stabil yerleştirilmeli. Cam eşya dikkatle tutulmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
124	Kral Suyu ile Çözme	HNO_3 ve HCl buharlarının solunması	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	İşlem çeker ocakta yapılmalı. Buhar maskesi kullanılmalı. KKD kullanılmalıdır.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
125	Kral Suyu ile Çözme	Asit sıçramasıyla	C	1	Yüksek	Kabul	Asit geçirmez eldiven,		1		İstenmeyen risk

		göz veya cilt yanığı				edilemez risk	gözlük ve önlük kullanılmalı. Acil duş ve göz 10yıkama istasyonu hazır olmalı.	D		Ciddi	
126	Kral Suyu ile Çözme	Cam kap ısınarak patlaması	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Isıya dayanıklı cam malzeme kullanılmalı. Kontrollü ısıtma uygulanmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
127	Kral Suyu ile Çözme	Yanlış oranla kral suyu hazırlama	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Hazırlık oranları sabit reçeteye göre yapılmalı. Önce su, sonra asit prensibi izlenmeli.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
128	Fazla Asidin Uzaklaştırılması	Asidin sıçraması	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Aktarım çeker ocakta, yavaşça yapılmalı. Koruyucu eldiven ve gözlük kullanılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
129	Fazla Asidin Uzaklaştırılması	Asit buharı soluma	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Maske takılmalı. İşlem süresince aspirasyon açık olmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
130	Fazla Asidin Uzaklaştırılması	Cam kapta ısınmadan dolayı çatlama	D	4	Düşük	Kabul edilebilir risk	Cam kap önceden kontrol edilmeli. Ani sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalı.	E	4	Düşük	Kabul edilebilir risk
131	Amonyak ile pH Ayarı	NH_3 buharı solunması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Çeker ocakta yapılmalı. Buhar kartuşlu maske kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
132	DMG (Dimetilglioksim) Çözeltisi İlavesi	Toksik çökeleğin oluşması ve solunması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	İşlem çeker ocakta yapılmalı. Uygun filtreli maske takılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
133	DMG (Dimetil	DMG çözeltis	D	3	Orta	Dikkate	Kimyasala dayanıklı		3		Kabul

	glioksim) Çözeltisi İlavesi	inin cilde teması				değer risk	eldiven kullanılmalı. Sıçrama 18önleyici gözlük takılmalı.	E		Düşük	edilebilir risk
134	1–2 Saat Bekletme (Çökeleğin Oluşması)	Numunenin buharlaşması	D	3	Orta	Dikkate değer risk	Kapaklı cam malzeme kullanılmalı. Sıcaklık sabit tutulmalı.	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
135	Süzme – Vakum Sistemli Filtrasyon	Cam vakum cihazının kırılması	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Filtre balonları çatlak-kırık kontrolü yapılmalı. Negatif basınç sınırlayıcı kullanılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
136	Süzme – Vakum Sistemli Filtrasyon	Sıvı sıçraması	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Cam aparat doğru monte edilmeli. Eldiven ve gözlük kullanılmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
137	Süzme – Vakum Sistemli Filtrasyon	Vakum kaynağı arızası	C	4	Orta	Dikkate değer risk	Ekipman bakım talimatına göre düzenli bakım yapılmalı.	D	4	Düşük	Kabul edilebilir risk
138	Süzme – Vakum Sistemli Filtrasyon	Kimyasal sızıntı	D	2	Orta	Dikkate değer risk	Conta, hortum bağlantıları önceden kontrol edilmeli. Tepsi altlığı kullanılmalı.	E	2	Orta	Dikkate değer risk
139	Etanol ile Yıkama	Yanıcılık – etanol buharının tutuşması	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk	Ortamda açık alev bulunmamalı. Etanol sadece çeker ocakta kullanılmalı.	E	1	Orta	Dikkate değer risk
140	Etanol ile Yıkama	Cilt ile temas sonucu tahriş	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Eldiven takılmalı. Etanol temaslı işler sırasında dikkatli olunmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
141	Etanol ile Yıkama	Etanolün göz ile teması	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Gözlük kullanılmalı. Sıçramaya karşı düşük hızlı akış tercih	D	3	Orta	Dikkate değer risk

							edilmeli.				
142	Saf Su ile Yıkama	Taşma sonucu sıçrama	D	3	Orta	Dikkate değer risk	Saf su yavaşça eklenmeli. Kap hacmi göz önünde bulundurulmalı.	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
143	Saf Su ile Yıkama	Suyun çökeleği parçalama riski	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk	Suyun doğrudan çökeleğe değil, kabın kenarına verilmesi sağlanmalı.	F	3	Giderilmiş	Giderilmiş olan risk
144	Saf Su ile Yıkama	Sıvı dökülmesi sonucu kayma	C	2	Düşük	Kabul edilebilir risk	Yüzeyler kuru tutulmalı. Dökmeler hemen temizlenmeli.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
145	Seramik Kapsülde Isıtma	Sıcak kapsüle temasla yanık	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Isı yalıtımlı eldiven kullanılmalı. İşlem sonrası soğuma beklenmeli.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
146	Seramik Kapsülde Isıtma	Kapsülün çatlayarak patlaması	D	3	Orta	Dikkate değer risk	Kapsül ön kontrolü yapılmalı. Ani sıcaklık artışlarından kaçınılmalı.	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
147	Seramik Kapsülde Isıtma	Buhar çıkışı ile solunum riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Havalandırma açık tutulmalı. Gerekirse aspirasyon kullanılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
148	PdO Oluşumu	PdO tozunun solunması	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	N95 veya daha üstün toz maskesi takılmalı. İşlem çeker ocakta yapılmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
149	PdO Oluşumu	Oluşan ürünün cilde teması	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Eldiven kullanılmalı. Ürün spatula ile alınmalı.	D	3	Orta	Dikkate değer risk
150	PdO Oluşumu	Analitik hatayla tekrar çalışma gerekliliği	D	4	Düşük	Kabul edilebilir risk	Her adımda kontrollü çalışma yapılmalı. İkili kontrol uygulanmalı.	E	4	Düşük	Kabul edilebilir risk

EK-9 : Genel Kimya Laboratuvarı Riskleri

No	İş Adımı	Olası Tehlike	Olasılık	Şiddet	Risk Skoru	Risk Renklendirme	Tehlike Kontrol Yöntemi	Tedbirler Sonrası			Risk Derecelendirilmesi
								Olasılık	Şiddet	Risk Skoru	
151	Acil aydınlatma sisteminin olmaması	Tahliyede karanlık, yön kaybı	D	2	Orta	Dikkate değer risk	UPS destekli acil lambalar kurulmalı Aylık ışık ölçüm testleri ve bakım çizelgesi oluşturulmalı	E	2	Orta	Dikkate değer risk
152	İlk yardım sertifikalı personel bulunmaması	Müdahalede gecikme, yaralanmanın ağırlaşması	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Her vardiyaya bir sertifikalı personel atanmalı Malzeme stoğu aylık **kontrol** edilmeli	D	2	Orta	Dikkate değer risk
153	Yangın alarm buton/siren eksikliği	Yangın bildiriminde gecikme, kontrolsüz yangın yayılımı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Her kata en az iki yangın butonu ve siren montajı yapılmalı Aylık fonksiyon testleri gerçekleştirilmeli	D	2	Orta	Dikkate değer risk
154	Duman/ısı dedektörü eksikliği	Erken uyarı alamama, yangın yayılımı	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	TS EN 54'e uygun dedektörler kurulmalı Üç ayda bir fonksiyon testi ve yıllık kalibrasyon yapılmalı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
155	Yangın merdiveni yokluğu	Tahliyede başarısızlık, can kaybı riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	TS EN 1147'ye uygun dış yangın merdiveni inşa edilmeli Yıllık statik/dinamik testler yapılmalı	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
156	Yangın tüplerinin sayısının yetersiz olması	Yangın müdahale güçlüğü	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	TS EN 3'e göre tüp adedi güncellenmeli RFID etiketli envanter takibi sağlanmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
157	Yangın tüplerinin doluluk kontrol eksikliği	Tüp boş veya basınç düşük, müdahale başarısızlığı	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Aylık basınç ölçümü ve dijital kayıt tutulmalı Beş yıllık hidrostatik test sözleşmesi yapılmalı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
158	Tüp tipinin uygunsuz seçimi	Yanlış cihaz, yetersiz söndürme etkisi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Risk sınıfına uygun CO_2/toz/KT cihaz listesi hazırlanmalı Her tüp	D	2	Orta	Dikkate değer risk

							üzerinde tip ve muayene tarihi etiketi bulunmalı				
159	Tüp önü tıkanması	Erişim engellenmesi, müdahale gecikmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Zemine 1 m boşluk şeridi çekilmeli "Tüp önü boş tutun" levhaları asılmalı Haftalık denetim listesi uygulanmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
160	Periyodik kontrol eksikliği (yangın tüpü)	Cihaz güvenilirliğinin düşmesi	C	3	Orta	Dikkate değer risk	Beş yıllık bakım planı CMMS'e entegrasyon edilmeli Her tüpe son kontrol tarihi etiketi yapıştırılmalı	D	3	Orta	Dikkate değer risk
161	Montaj yüksekliğinin uygunsuzluğu	Müdahale sırasında güçlük	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Tüpler ≤ 1.5 m yükseğe sabitlenmeli	D	2	Orta	Dikkate değer risk
162	Tüplerin sayısının tehlike sınıfına göre yetersiz olması	Bölge müdahale yetersizliği	D	3	Orta	Dikkate değer risk	Bölge risk sınıfına göre adet güncellenmeli Envanter haritası ve yıllık revizyon yapılmalı	E	3	Düşük	Kabul edilebilir risk
163	Tüp konum işaretlemesinin eksik olması	Yeri bulamama, müdahale gecikmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Fosforlu levha ve oklar monte edilmeli	D	2	Orta	Dikkate değer risk
164	Yangın tatbikatlarının yaptırılmaması	Müdahale tecrübesizliği, kaos	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Yılda iki kez tam tatbikat düzenlenmeli Her tatbikatta rapor ve aksiyon planı hazırlanmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
165	Cihaz takibinin olmaması (yangın tüpü)	Kayıp cihaz, müdahale gecikmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Barkod/RFID sistemi entegre edilmeli Aylık envanter sayımı yapılmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
166	İlkyardım dolabı eksikliği	Müdahale gecikmesi, malzeme yetersizliği	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	TS EN 13169 uyumlu ilk yardım dolabı kurulmalı Yıllık malzeme kontrolü yapılmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
167	Acil durum organizasyonunun olmaması	Koordinasyonsuzluk, müdahale kaosu	B	**1**	Yüksek	Kabul edilemez risk	Eylem şeması intranete eklenmeli Her kata acil durum sorumlusu atanmalı	D	**1**	Ciddi	İstenmeyen risk
168	Acil eylem planının oluşturulmaması	Belirsizlik, müdahale gecikmesi	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Acil durum planları oluşturulmalı Yıllık onay ve	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk

							dağıtım yapılmalı				
169	Deprem eylem planı hazırlanmaması	Kaos, can kaybı	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Toplanma alanı işaretleri yerleştirilmeli Yıllık deprem tatbikatı düzenlenmeli	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
170	Acil toplanma noktasının belirlenmemiş olması	Toplanma sonrası kaybolma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Harita ve alanda toplanma noktası işaretleri konulmalı Personel eğitimi verilmeli	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
171	Acil telefon iletişiminin olmaması	Acil çağrı gecikmesi, iletişim kopması	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Koridorlarda acil telefon cihazları yerleştirilmeli GSM acil hat panosu kurulmalı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
172	Acil yönlendirme levhalarının eksikliği	Panik, kaybolma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Fosforlu yön levhaları asılmalı Zemin şeritleri çekilmeli	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
173	Kat planlarının eksik olması (cihaz konumu)	Müdahale gecikmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Kat bazlı harita şablonları oluşturulmalı Dijital ve basılı planlar güncellenmeli	D	2	Orta	Dikkate değer risk
174	Acil kat planlarının asılmaması	Belirsiz kaçış rotası, karışıklık	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Her kata kroki panosu asılmalı Yıllık revizyon yapılmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
175	Elektrik kablolarının açıkta olması	Kısa devre, elektrik çarpması, yangın riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Spiral boru veya PVC kanalda kablolar toplanmalı Montaj planı hazırlanmalı Aylık izolasyon testi ve görsel denetim	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
176	Elektrik panosu önü tıkanıklığı	Acil durumda panele erişim gecikmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Zemine 1 m boşluk şeridi çizilmeli Haftalık pano önü denetimi Sorumlu kişi ataması	D	2	Orta	Dikkate değer risk
177	Elektrik tesisatının bakımsız olması	Aşınma ve bağlantı gevşemesi, yangın riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Periyodik olarak kontrol edilmeli Bakım kayıt formları tutulmalı Dijital takip platformu oluşturulmalı	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
178	Yanıcı malzeme yakınlığı	Isı kaynağı artışı, yangın riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Yanıcı malzemeler yangın dolabına taşınmalı Depo	D	2	Orta	Dikkate değer risk

							prosedürü güncellenmeli depo denetimi yapılmalı				
179	Pano kapakların ın kilitsiz olması	Yetkisiz erişim, ark riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Pano kapaklarına kilit aparatı Yetkili personel listesi asılmalı uyarı levhaları asılmalı	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
180	Pano topraklamasının eksik olması	Elektrik kaçak riski, çarpılma	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Yılda bir topraklama ölçümleri yapılmalıdır yapılmalı Dijital ölçüm kayıt sistemi tutulmalı	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
181	Pano önü yalıtkan paspas yokluğu	Çarpılma riski	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Isıya dayanıklı paspas döşeme• Aylık temizlik ve kontrol	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
182	Uyarı levhası eksikliği	Kapak açıkken fark edilmeme, ark riski	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	"Dikkat: Kapak kapalı tutun" levhası asılmalıdır. Çalışanlara eğitim verilmelidir.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
183	Yetkisiz müdahale	Hatalı ayar, kısa devre	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Yetkisiz kişilerin müdahale etmesi yasaktır uyarı levhası asılmalıdır. Çalışanlara eğitim verilmelidir.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
184	Kablo izolasyon başlıkların ın eksik olması	Çarpılma riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Tüm kablo uçlarında uygun izolasyon başlıkları kullanılmalı Aylık denetimler yapılmalıdır.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
185	Kaçak akım rölesi test butonu yokluğu	Kaçak akım koruması devre dışı	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Tüm kaçak akım röleleri test butonlu olmalı Elektrik bakım sorumlusu, 6 ayda bir ölçüm cihazıyla fonksiyon testi yapmalı. Röle üzerinde test takvimi veya kontrol etiketi bulundurulmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
186	Çalışma sırasında kullanılan tüm kimyasalların üzerinde uygulama	Yanlış kullanım, kimyasal dökülme ve maruziyet	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Tüm kimyasallarda GHS etiketleri yer almalı Yıllık iç denetim planı oluşturulmalı Etiketleri	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk

	yöntemi, kullanılacak koruyucu ekipman ve zararlarını gösteren etiketlerin bulunmaması						silinmiş ambalajlar yeniden etiketlenmeli veya imha edilmeli. Çalışanlara bu konuda eğitim verimeli.				
187	Kullanım talimatlarının hazırlanmaması	Cihazların/kimyasalların yanlış kullanımı, kazalar, yanık, zehirlenme, ekipman hasarı	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Tüm makine ve kimyasallar için kullanım talimatları hazırlanmalı. Talimatlar makine/ekipmanın yakınına asılmalı Çalışanlara talimatlara uygun kullanım eğitimi verilmeli. Yabancı dil gerekiyorsa çok dilli talimatlar hazırlanmalı (örneğin İngilizce-Türkçe).	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
188	Tehlikeli kimyasal eğitimi verilmemesi	Prosedür dışı kullanım, kimyasal maruziyet	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	• Tüm kimyasal kullanıcılarına "Tehlikeli Kimyasal Eğitimi" verilmelidir. Eğitimler yılda en az bir kez tekrar edilmeli, işe yeni girenlere oryantasyon sırasında verilmeli.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
189	Kapak kapama kontrolünün olmaması	Kimyasal buharlaşması, dökülme, inhalasyon riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Kapak kapama işlemi her kullanım sonrası zorunlu hale getirilmeli ve prosedürle tanımlanmalı. Etiket üzerine Kullandıktan sonra kapağını kapatınız gibi uyarılar eklenmeli. Kapaksız bırakılan kaplar denetimlerde tespit edilip kayıt altına alınmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
190	Kimyasal depolama dolaplarının	Kimyasalların dökülmesi, reaksiyona girmesi,	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Kimyasallar için ayrı özellikte özel depolama	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk

	yetersizliği	yangın, maruziyet					dolapları temin edilmeli. Dolaplar havalandırmalı, kilitlenebilir ve etiketli olmalı. Düzenli denetim ve dolap temizlik kontrolü yapılmalı.				
191	Uygunsuz kimyasal sınıflaması	Yanlış gruplandırma, beklenmeyen reaksiyon	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Kimyasallar Güvenlik Bilgi Formu (GBF) üzerinden tehlike sınıflarına göre gruplandırılmalı. Aynı dolap veya rafta: Asit–baz, Yanıcı–oksitleyici ,Zehirli–reaktif maddeler birlikte bulundurulmamalı .Sınıflandırma sistemi etiketlerle desteklenmeli (renk kodu, piktogram, numara) .Çalışanlara bu konuda uygulamalı eğitim verilmelidir.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
192	Patlayıcı/yanıcı risk tedbirlerinin eksikliği	Patlama veya büyük yangın riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Gaz algılama sensörleri ve alarm entegrasyonu kurulmalı Patlayıcı depolama prosedürü ve acil müdahale ekibi oluşturulmalı	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
193	Kimyasal atık yönetimi prosedürü olmaması	Yanıcı-atık yangını, patlama, çevre kirliliği, zehirli buhar salınımı, yasa ihlali	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Renk kodlu atık kapları yerleştirilmeli. Atık taşıma ve kayıt prosedürü oluşturulmalı Aylık atık miktarı raporu hazırlanmalı Her atık kabına Tehlikeli Atık etiketi yapıştırılmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
194	KKD talimatlarının eksik verilmesi	Tahriş, yanık, inhalasyon riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	KKD kullanım zorunluluğu denetimi yapılsın Günlük KKD kontrol fişi ve	D	2	Ciddi	İstenmeyen risk

							uygunsuz kullanım raporu tutulsun				
195	Alerji/tahriş önleyici tedbirlerin eksikliği	Kontakt dermatit, alerji riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Cilt bariyer kremi ve uygun eldiven temini sağ-lansın Periyodik cilt muayenesi yapılsın	D	2	Orta	Dikkate değer risk
196	Depolama koşullarının izlenmemesi	Kimyasal bozunma, reaksiyon, buhar salınımı, yangın/patlama, çevre kirliliği	C	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Güvenlik Bilgi Formu (GBF) verilerine göre tüm maddelerin saklama koşulları belirlenmeli. Uygun olmayan koşullar tespit edilirse müdahale prosedürü uygulanmalı.	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
197	Depo personeli eğitiminin yapılamaması	Prosedür ihlali, kaza riski	B	1	Yüksek	Kabul edilemez risk	Depo personeline kimyasallar konularda eğitim verilmelidir	D	1	Ciddi	İstenmeyen risk
198	KKD tedarik eksikliği	Korunmasız çalışma sonucu yaralanma, zehirlenme, maruziyet, ölüm	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	İşin niteliğine göre hangi işte hangi KKD kullanılmalı listesi oluşturulmalı. Bu donanımlar eksiksiz ve kişiye özel olarak tedarik edilmeli (numara, model, tip vs.)Yıpranan KKD'ler zamanında değiştirilmeli; eskiyen koruyucular tehlike yaratır.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
199	KKD kullanım denetim eksikliği	Uygunsuz kullanım, yaralanma riski	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Günlük KKD kontrol fişi tutulmalı Uygunsuz kullanım raporu ve anında eğitim verilmeli Ceza-teşvik mekanizması yapılmalı	D	2	Orta	Dikkate değer risk
200	Ergonomik KKD seçimi eksikliği	Uzun süreli kullanımda rahatsızlık ve yaralanma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Çalışanlara deneme yaptırılarak beden uyumu gözetilmeli.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
201	Hasarlı/eskimiş KKD kullanımı	Koruma başarısızlığı, kaza riski	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	KKD'lerin düzenli görsel ve fonksiyonel kontrolü yapılmalı.Kull		2		İstenmeyen risk

							anım süresi ve değişim aralıkları belirlenmeli (özellikle filtreli maskeler, emici pedler, gözlükler vb.)Yıpranan ürünler için hızlı tedarik ve değiştirme sistemi kurulmalı.	C		Ciddi	
202	Modifiye edilmiş KKD	Koruma performansı düşmesi	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk	Çalışanlara modifikasyonun yaratacağı riskler konusunda özel eğitim verilmelidir. KKD denetimleri sırasında modifiye ürünler tespit edilmeli, derhal toplatılmalı.	D	2	Orta	Dikkate değer risk
203	Göreve uygun olmayan KKD kullanımı	Yetersiz koruma	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	Sahada KKD uygunluğu denetlenmeli, uygunsuz kullanım tespit edilirse değiştirilmelidir. KKD seçiminde ürün sertifikaları ve standardına (EN, ISO) göre uygunluk aranmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk
204	Eksik donanımlı KKD kullanımı	KKD'nin eksik kullanımı nedeniyle maruziyet, yanık, yaralanma, zehirlenme	B	2	Yüksek	Kabul edilemez risk	İşe özgü KKD setleri belirlenmeli ve çalışanlara tam takım teslim edilmeli. Denetimlerde KKD bütünlüğü kontrol edilmeli, eksik parçalar derhal tamamlanmalı.	C	2	Ciddi	İstenmeyen risk