

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ELEKTROMETAL KAPLAMA İŞLEMLERİNDE HAZOP RİSK
DEĞERLENDİRMESİ ; ÖRNEK UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Reyhan ÇETİNKAYA UZUN
Y1413.220024

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer UTLU

TEMMUZ, 2016

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY BELGESİ



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.220024 numaralı öğrencisi **Reyhan ÇETİNKAYA UZUN**'un "ELEKTROMETAL KAPLAMA İŞLEMLERİNDE HAZOP RISK DEĞERLENDİRİLMESİ ÖRNEK UYGULAMASI" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 31.05.2016 tarih ve 2016/15 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **başarılı** ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :21/07/2016

1)Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer UTLU

2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Behiye YÜKSEL

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Bülent DEMİR

(Handwritten signatures in blue ink)

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**ELEKTROMETAL KAPLAMA İŞLEMLERİNDE HAZOP RİSK DEĞERLENDİRMESİ ; ÖRNEK UYGULAMASI**” adlı çalışmamın, akademik kurallar ve etik değerler gözetilerek yazıldığını, yararlandığım tüm belgeler kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bu belgelere atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bu durumu onurumla doğrularım.

(21/07/2016)

Reyhan ÇETİNKAYA UZUN

ÖNSÖZ

İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana bilim dalında yüksek lisans tezi “ELEKTROMETAL KAPLAMA İŞLEMLERİNDE HAZOP RİSK DEĞERLENDİRMESİ ;ÖRNEK UYGULAMASI” konulu hazırladığım tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, yardımını ve gülüyüzünü hiç bir zaman esirgemeyen tez danışmanı Sayın Hocam Prof. Dr. Zafer UTLU’ya çok teşekkür ederim.

Yaptığım bu çalışmayı beni yetiştiren her anımda yanımda olan aileme, her zaman benden desteğini esirgemeyen eşime ve tez yazımı aşamasında bana zorluk çıkarmayan minik kızım AZRA UZUN’a ithaf ederim.

Temmuz, 2016

Reyhan ÇETİNKAYA UZUN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	vii
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1 GİRİŞ	1
2 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	3
2.1 Temel Kavramlar.....	3
2.1.1 İş güvenliği.....	3
2.1.2 İş sağlığı.....	3
2.1.3 İş sağlığı ve güvenliği.....	3
2.1.4 Tehlike.....	4
2.1.5 Risk.....	4
2.1.6 Risk değerlendirme.....	5
2.1.7 Tehlike ve işletilebilirlik analizi (HAZOP).....	5
2.1.8 Tehlikeli kimyasal madde.....	5
2.1.9 Malzeme güvenlik bilgi formu.....	5
2.1.10 Kişisel koruyucu donanım.....	6
2.2 Dünyada ve Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği.....	6
3 RİSK DEĞERLENDİRMESİ	7
3.1 Geçmişten Günümüze Risk Değerlendirmesi.....	7
3.2 Risk Değerlendirme Çeşitleri.....	9
3.2.1 Ön tehlike analizi (PHA).....	9
3.2.2 İş güvenlik analizi-JSA.....	11
3.2.3 Kök neden analizi (RCA).....	13
3.2.4 Çeklist-birincil risk analizi (Preliminary Risk Analysis PRA).....	13
3.2.5 Risk değerlendirme karar matrisi.....	13
3.2.6 Hata ağacı analizi (Fault Tree Analysis - FTA).....	16
3.2.7 Olay ağacı analizi (Event Tree Analysis - ETA).....	17
3.2.8 Olası hata türleri ve etki analizi (FMEA).....	18
3.2.9 Papyon analizi (Bow-Tie Analizi).....	22
3.2.10 Sistem güvenlik Analizi (Safety Audit).....	23
3.2.11 Neden-sonuç analizi (Balık kılçığı metodu).....	23
3.2.12 Korunma katmanları analizi (LOPA).....	24
3.2.13 HAZOP risk değerlendirme yöntemi.....	26
3.2.14 Olursa ne olur? (What If?).....	28
3.2.15 Makine risk değerlendirmesi.....	28

4	PROSESİN TANITILMASI.....	29
4.1	Elektrometal Kaplama Hakkında Genel Bilgi	29
4.2	Elektrometal Kaplama Yapılan Prosesin Tanıtılması.....	30
4.2.1	Ultrasonik yağ alma	30
4.2.2	Saf su ile durulama	30
4.2.3	Elektrolitik yağ alma	30
4.2.4	Saf su ile durulama	31
4.2.5	%3'lük sülfürik asit su durulaması	31
4.2.6	Saf su ile durulama	31
4.2.7	Siyanürlü bakır kaplama.....	31
4.2.8	Saf su ile durulama	31
4.2.9	%3'lük sülfürik asit su durulaması	31
4.2.10	Saf su ile durulama	32
4.2.11	Asitli bakır kaplama.....	32
4.2.12	Saf su ile durulama	32
4.2.13	Parlak nikel kaplama	32
4.2.14	Saf su ile durulama	32
4.2.15	Krom kaplama	32
5	PROSESTE OLUŞABİLECEK GENEL TEHLİKELER VE BU TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN SAĞLIK VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	33
5.1	Proseste Oluşan Genel Tehlikeler.....	33
5.1.1	Kazalara yol açan tehlikeler	34
5.1.2	Fiziksel tehlikeler	34
5.1.3	Kimyasal tehlikeler	35
5.1.4	Biyolojik tehlikeler.....	35
5.1.5	Ergonomik psikososyal ve örgütsel faktörler	35
5.1.6	Diğer tehlikeler.....	35
5.2	Prosesteki Genel Tehlikelere Karşı Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri	36
5.2.1	İkame	36
5.2.2	İzolasyon	36
5.2.3	Mühendislik kontrolleri.....	36
5.2.3.1	Egzoz havalandırma	36
5.2.3.2	Hava akım yönü.....	38
5.2.3.3	Tanklarda Serbest Tahtalar	38
5.2.3.4	İtme-Çekme Davlumbazı.....	39
5.2.3.5	Buhar önleyiciler	39
5.2.3.6	Sıcaklık kontrolü.....	39
5.2.4	Kişisel korunma önlemleri	39
5.2.4.1	Koruyucu ekipmanlar	40
5.2.4.1.1	Eldiven	40
5.2.4.1.2	Kıyafet ve yüz koruma	40
5.2.4.1.3	Maskeler	40
5.2.5	Diğer güvenlik önlemleri	41
5.2.5.1	Elektrik önlemleri	41
5.2.5.2	Yürüme yolları.....	41

5.2.5.3	Tehlikeli atıkların kontrolü.....	41
5.2.5.4	İlkyardım	42
5.2.5.5	Güvenlik işaretleri	43
6	HAZOP (TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK)	45
6.1	Giriş	45
6.2	Tehlike ve İşletilebilirlik(HAZOP) Takım Üyelerinin Seçimi.....	45
6.3	HAZOP Yönetimi.....	46
6.3.1	HAZOP toplantısı prosedürü.....	46
6.3.2	Sistem.....	47
6.3.3	Tasarım Amacı	47
6.3.4	HAZOP kılavuz kelimeler.....	47
6.3.5	HAZOP risk değerlendirmesi.....	49
6.3.6	Korunma önlemleri ve öneriler	53
7	ELEKTROMETAL KAPLAMA YAPAN TESİSTE HAZOP RİSK DEĞERLENDİRME UYGULAMASI.....	55
7.1	HAZOP Risk Değerlendirmesi Yapılacak Proses	55
7.1.1	Proseste risk değerlendirme çalışması	56
7.1.2	Prosesteki tehlikelerin belirlenmesi	58
7.1.3	Prosesteki risklerin belirlenmesi	58
7.1.4	Proseste kontrol tedbirlerinin alınması.....	59
7.1.5	Proseste kontrol tedbirlerinin uygulanması.....	60
7.1.6	Gözden geçirme revize etme	60
7.2	Prose HAZOP Risk Değerlendirmesi Uygulaması	61
7.2.1	Ultrasonik yağ alma tankı	61
7.2.2	Elektrolitik yağ alma tankı	65
7.2.3	Siyanürlü bakır kaplama tankı	68
7.2.4	Asitli bakır kaplama tankı	80
7.2.5	Nikel kaplama tankı	88
7.2.6	Krom kaplama tankı.....	93
8	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
	KAYNAKÇA	101
	ÖZ GEÇMİŞ.....	103

KISALTMALAR

- ILO** : Uluslar arası Çalışma Örgütü
WHO : Dünya Sağlık Örgütü
HAZOP : Tehlike Ve İşletilebilirlik Analizi
MSDS : Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
KKD : Kişisel Koruyucu Donanımlar
M.Ö : Milattan Önce
M.S : Milattan Sonra
P.V.C : Polivinil Klorür
İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği
y.y : Yüzyıl

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1: Ön tehlike analizi risk derecelendirme seçim diyagramı.....	10
Çizelge 3.2: Ön tehlike analiz risk değerlendirme formu.....	11
Çizelge 3.3: İş güvenlik analizi puan seçim tablosu	12
Çizelge 3.4: İş güvenlik risk değerlendirme formu	12
Çizelge 3.6: L tipi matris risk değerlendirme formu	14
Çizelge 3.5: Risk matrisi derecelendirmesi	14
Çizelge 3.7: X tipi matris derecelendirmesi	15
Çizelge 3.8: X matrisi risk değerlendirme form örneği.....	15
Çizelge 3.9: Hata ağacı akım şeması sembolleri	16
Çizelge 3.10: FMEA – Şiddet etki sınıflandırılması	20
Çizelge 3.11: FMEA Olasılık derecelendirme sınıflandırılması	20
Çizelge 3.12: Örnek FMEA uygulaması.....	21
Çizelge 3.13: Sistem güvenlik analiz örneği	23
Çizelge 3.14: HAZOP Parametreler	26
Çizelge 3.15: HAZOP Kılavuz kelimeler.....	27
Çizelge 3.16: HAZOP Uygulama şeması	27
Çizelge 6.1: HAZOP Kılavuz kelimeler.....	48
Çizelge 6.2: HAZOP Risk değerlendirme parametreleri.....	49
Çizelge 6.3: Örnek HAZOP şeması.....	49
Çizelge 7.1: Ultrasonik yağ alma tankı için HAZOP uygulaması.....	63
Çizelge 7.2: Elektrikli yağ alma tankı için HAZOP uygulaması.....	66
Çizelge 7.3: Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması.....	70
Çizelge 7.4: Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması.....	82
Çizelge 7.5: Nikel kaplama tankı için HAZOP uygulaması.....	89
Çizelge 7.6: Krom kaplama tankı için HAZOP uygulaması	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Ön Tehlike Analizi Metodolojisi Aşamaları	12
Şekil 3.2: İş Güvenlik Analizi Aşamaları	14
Şekil 3.3: Hata Ağacı Analizi Diyagramı	17
Şekil 3.4: Örnek Olay Ağacı Analizi	18
Şekil 3.5: FMEA Prosesi	19
Şekil 3.6: Papyon Analizi Örnek Şeması	22
Şekil 3.7: Balık Kılçığı Metodu Örneği	24
Şekil 3.8: LOPA Katmanları	25
Şekil 4.1: Elektrometal Kaplama Prosesi	32
Şekil 5.1: Hava Akım Yönü Şekli	42
Şekil 5.2: Tanklarda Serbest Tahtalar	42
Şekil 5.3: İtme Çekme Davlumbazı	43
Şekil 6.1: HAZOP İnceleme Aşamaları – Akış Süreci	52
Şekil 7.1: Ultrasonik Yağ Alma Tankı	65
Şekil 7.2: Elektrolitik Yağ Alma Tankı	65
Şekil 7.3: Siyanürlü Bakır Kaplama Tankı	68
Şekil 7.4: Koruyucu Kaplama Tankı Kapağı	82
Şekil 7.5: Kapalı Tartım Aleti	79
Şekil 7.6: Otomatik Pipet	79
Şekil 7.7: Asitli Bakır Kaplama Tankı	81
Şekil 7.8: Anot Torbaları	91
Şekil 7.9: Nikel Kaplama Tankı	92
Şekil 7.10: Krom Kaplama Tankı	97

ELEKTROMETAL KAPLAMA İŞLEMLERİNDE HAZOP RİSK DEĞERLENDİRMESİ; ÖRNEK UYGULAMASI

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği kavramı, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanuna uygun olarak düzenlenip, denetlenebilir bir mekanizma halinde olması çalışanın karşılaşacağı tüm risklerin en aza indirgenmesini sağlamaktadır. Bunun için öncelikli olarak hangi sektöre ne tür düzenlemelerin ve kuralların getirilmesi gerektiğini belirlemek için o sektörün hangi tehlike grubunda olduğunu, çalışanlara özel hangi mesleki eğitimin verileceğinin belirlenmesi için gerekli yönetmelikten yardım alınması gerekmektedir.

Ayrıca, mevcut iş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek olan tehlikelerin oluşturacağı risklerin ne denli kabul edilebilir ya da edilemez olduğunu belirlemek için öncelikle risk değerlendirme yönetmeliğine uygun olarak kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapılması gerekmektedir. Literatürde pek çok risk değerlendirme çeşidi bulunmaktadır. Ancak her risk değerlendirmesi tüm sektörlerde uygulanabilir gibi gözükse de bir işyerinin bulunduğu sektör ve gerçekleştirdiği proses ele alındığı vakit o iş yeri için daha spesifik bir çalışma yapılması gerekmektedir.

Elektrometal kaplama işlemlerinde pek çok kimyasal bir arada kullanıldığı için detaylı bir risk değerlendirmesi için en uygun yöntem olan HAZOP Risk Değerlendirmesi Yöntemi tercih edilmiş ve bu yöntemin nasıl uygulanabileceği hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk Değerlendirmesi, HAZOP Risk Değerlendirmesi, Elektrometal Kaplama

HAZOP RISK ASSESSMENT IN ELECTROMETAL COATING PROCESS; SAMPLE APPLICATION

ABSTRACT

Occupational health and safety concept, No. 6331 Occupational Health and Safety in conformity with the law provides at least the reduction of all the risks facing employees to be in an auditable mechanism. For this purpose, primarily to determine which sector what should the introduction of such regulations and rules that the industry in which the groove in the danger group, taking help from the necessary regulations to determine whether given special which vocational training for employees is necessary.

Also, must be made available in the workplace exists or the risks posed dangers that may come from outside to determine how acceptable or is not primarily in accordance with the Risk Assessment is a comprehensive risk assessment. There are many types of risk assessment in the literature. However, any risk assessment that may seem to be applied to all sectors of the business sector and the time taken should be made more specific process carried out a study for that work.

HAZOP is the most appropriate method for a detailed risk assessment for many chemicals are used in a combination of electro metal plating Risk Assessment Method This method is preferred and are given information about how to implement.

Keywords: Occupational health and safety, risk assessment, HAZOP, Electro metal coating

1 GİRİŞ

Çalışma ortamında var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin; çalışanı, çalışma ortamı ve çevresine ne kadar zarar verebileceğine ve bu zararlara karşı nasıl önlem alınması gerektiği konusunda bilgi sahibi olabilmek için firma içinde detaylı bir risk değerlendirmesi yapılması zorunlu hale getirilmiştir.

Yapılan risk analizinden maksimum verim elde etmek için; analizin gerçekleştiği yerin, uygulanan prosesin, kullanılan kimyasal ve teçhizatların doğru bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Seçilen risk değerlendirme yönteminin doğruluğu yapılan analizi doğrudan etkilemektedir. Doğru seçilmiş olan bir risk değerlendirme yöntemi, yapılan analizden alınan verimin kalitesini arttırmaktadır. Bu nedenle risk değerlendirme analizi yapılmış olan elektrometal kaplama sektörüne ait olan firmada yüksek oranda kimyasal kullanımı risk değerlendirme yöntemlerinden HAZOP Risk Değerlendirme yönteminin tercih edilmesini gerekli kılmıştır.

Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmış olan "Elektrometal Kaplama İşlemlerinde HAZOP Risk Değerlendirmesi; Örnek Uygulaması" adlı makalemde HAZOP Risk Analizi ile ilgili örnek bir çalışma paylaşılmıştır.

Elektrometal kaplama sektöründe birbirinden farklı kimyasallar kullanılmakta olup bu kimyasalların çalışana ve çalışma ortamına hangi şartlarda zararlı olabileceği ya da bu kimyasalların zarar vermesi halinde ne şekilde davranılması gerektiği konusunda bilgi almak için malzeme güvenlik bilgi formlarına başvurulmuştur.

Elektrometal kaplama yapan firmalarda kullanılan kimyasalların sadece tek başlarına değil birbirleri ile etkileşim içinde olmaları da birbirinden farklı yeni tehlikelerin gün yüzüne çıkmasına sebebiyet vermekte ve bu tehlikelerin ön görülmesi için de detaylı ve uzun bir çalışma yapılması gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. HAZOP Risk Değerlendirme yönteminin tercih edilmesinin ikinci bir nedeni de beyin fırtınasına dayanan, ön görüye açık bir değerlendirme yöntemi olmasıdır.

Günümüz Türkiye'sinde İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili geniş çaplı çalışmalar yapılmakta olup bu çalışmalar 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu ve birçok yönetmeliklerle resmîyete dökülmüştür. Oluşturulan kanun ve yönetmelikler çerçevesinde kimyasal ve tehlikeli kimyasal maddelerle yapılan çalışmaların hangi ortamda ve nasıl bir şekilde olacağından ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiş, bu tür maddelerin kullanımı esnasında ne tür risk değerlendirmesi yapılması ve hangi güvenlik önlemlerinin alınmasının gerektiğine de yer verilmiştir. Bu bilgilerin ışığında elektrometal kaplama yapan firmaya HAZOP Risk Analizi uygulanmıştır.

2 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1 Temel Kavramlar

2.1.1 İş güvenliği

İş güvenliği; işçilerin iş ortamında karşılaşılabilecekleri tehlikelerin, yok edilmesi veya azaltılması için getirilen yükümlülüklerden oluşan teknik kuralların bütünüdür. ifade eden, iş kazaları ve meslek hastalıklarını azaltan bir bilim dalıdır. [1]

2.1.2 İş sağlığı

İş sağlığı; tüm sektörde çalışanların fizyolojik ve psikolojik açıdan sağlığını, sosyal haklarını güvence altına almak, çalışma şartlarını ve kullanılan araçları çalışan sağlığı için uygun hale getirmek ve iş ile işçi uyumunu en üst seviyeye getirmek üzere kurulmuş birçok bilim dalının entegre olarak çalıştığı bilim dalıdır.

2.1.3 İş sağlığı ve güvenliği

İş sağlığı ve güvenliği; iş yerlerinde işin yürütülmesi esnasında, çeşitli nedenlerden dolayı çalışanın sağlığına zarar verebilecek durumlardan çalışanları ve işyerine bulunan diğer kişileri korumak amacıyla sistematik olarak yapılan bilimsel çalışmalardır.

İş sağlığı ve güvenliğinin ilk amacı çalışanları fiziksel, psikolojik ve sosyal olarak tüm olumsuzluklardan korumaktır. Çalışanları bu olumsuzluklardan korumak için iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kanun ve yönetmelikler çıkartılmış olup iş sağlığı ve güvenliği kavramlarının uygulanması ve denetimi de bu kanun ve yönetmeliklere göre yapılmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği sadece çalışanın sağlık ve güvenliğini değil, çalışma ortamında bulunan tüm insanların (ziyaretçiler, müşteriler, yöneticiler vb.) sağlık ve güvenliğini korumak ve çalışma ortamını sağlıksız ve güvensiz hale getiren etmenleri

inceleyerek ve bunları ortadan kaldırmayı da amaçlayan bilim dalı olarak tanımlanabilmektedir.

İş sağlığı güvenliği; çalışma ortamında işin işleyişi esnasında, çalışma koşulları sebebiyle çalışanların maruz kaldıkları olumsuz durumlar sebebiyle karşılaştıkları meslek hastalıklarının da oluşmasına engel olmak için yapılan çalışmalar bütünüdür.

İş sağlığı ve güvenliği, meslek hastalıkları ile birlikte çalışanın her an karşılaşabileceği iş kazalarını da minimuma indirmek için yapılan çalışmaları içerir.

2.1.4 Tehlike

Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışmanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelidir.[2]

Tehlike, bir şeyin zarar verme potansiyelidir. Tehlike; insanları, eşyaları, süreçleri etkileyebilir; kazalara, sağlık sorunlarına, kayıplara ve makinelerde hasarlara neden olabilir. [3]

2.1.5 Risk

Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalidir.[2]

Risk, belirli bir zaman aralığında, hedeflenen bir sonuca ulaşamama, kayıba ya da zarara uğrama olasılığıdır ve gelecekte oluşabilecek potansiyel problemlere, tehdit ve tehlikelere işaret eder. Riskin iki temel bileşeni vardır;

1. Belirli bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen bir olayın oluşma olasılığı (olasılık)

2. Riskin oluşması durumunda sonuca etkisi (şiddet)

Risk = f (olasılık, şiddet)

Risk = Tehdidin Olma İhtimali (likelihood) * Tehdidin Etkisi (impact)

formülü kalitatif risk analizinin temel formülüdür. [4]

2.1.6 Risk değerlendirme

Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dđnüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade eder.[2]

Risk değerlendirmesi bağımsız bir faaliyet değildir; risk yönetim sürecinde yer alan diğer tüm unsurlara tamamıyla entegre edilmelidir. Risk değerlendirmesi; kapsamlı bir risk tanımlama süreci, risk analizi ve risk tespitinden oluşur. Bu sürecin uygulanma biçimi yalnızca risk yönetim sürecine değil; risk değerlendirmesi yapılırken kullanılan yöntem ve tekniklere de dayalıdır. [4]

2.1.7 Tehlike ve işletilebilirlik analizi (HAZOP)

Hatalı operasyon ve imalatlar sebebiyle oluşacak tehlike kaza senaryolarını dizayn aşamasında kurgulayarak her bir hattın, ekipmanın güvenli çalışmasını hedefleyen çalışmadır. [5]

2.1.8 Tehlikeli kimyasal madde

Tehlikeli kimyasal madde; Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen, üreme için toksik ve evre için tehlikeli özelliklerden bir veya birkaçına sahip maddeleri ve müstahzarları veya yukarıda sözü edilen sınıflamalara girmemekle beraber kimyasal, fiziko-kimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanılma veya işyerinde bulundurulma şekli nedeni ile çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden risk oluşturabilecek maddeleri veya mesleki maruziyet sınır değeri belirlenmiş maddeleridir. [6]

2.1.9 Malzeme güvenlik bilgi formu

Güvenlik bilgi formu, en geç tehlikeli maddenin veya müstahzarın ilk teslimatında ve daha sonra revize edildiğinde, ücretsiz olarak verilir. Güvenlik bilgi formunun güncellenmesi durumunda; güncellenmiş form, güncellenme tarihinin 12 ay öncesine kadar geçen sürede, tehlikeli madde veya müstahzarın verildiği kullanıcılar ile depolayana güncellenme tarihini takip eden üç ay içinde iletilir ve formda güncelleme tarihi ve kaçınıcı güncelleme olduğu belirtilir. [7]

2.1.10 Kişisel koruyucu donanım

Kişisel Koruyucu Donanım, bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunmak için kişilerce giyilmek, takılmak veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzemedir.[8]

Kişisel koruyucu donanımlar, bir sistemde güvenlik tedbirleri alınırken en son aşamada yer almaktadır. Ancak her ne kadar toplu koruma önlemleri alınmış olsa da bazı durumlarda kişisel koruyucu donanım kullanılması gerekmektedir. Bu duruma en iyi örnek verilecek sektörlerden biri kimya sektörüdür.

2.2 Dünyada ve Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve güvenliğinin temelini insan oluşturduğu için geçmişi de antik Yunanlara kadar dayanmaktadır. Meslek hastalıklarına olan ilgi, antik Yunan’dan başlar. Hipokrat (MÖ 460-370) madenlerdeki kurşun zehirlenmesi üzerinde durmuş ve Romalı Pliny (MS 23-77) kurşun ve kükürdün zehirli etkilerini ele alarak, ilk kişisel korunma aracı olan deri maskeleri yapmıştır.[9]

18.yy’dan sonra gelişen sanayi ile açılan fabrika ve istihdam edilen çalışan sayısında oldukça artış gözlenmiş bundan dolayı da yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları da bu duruma paralel olarak artış göstermiştir. O dönemin uygunsuz çalışma şartlarına çalışanların eğitimsiz oluşu da eklenince yaşanan kazalarda bir hayli artmış ve meslek hastalıkları önlenemez duruma gelmiştir. 19. yy’da “Çırakların Sağlığı ve Morali” yasası ile iş kazalarının ve meslek hastalıklarının bir nebze de olsa önüne geçilmeye çalışılmıştır.

İş sağlığı ve güvenliğinin ülkemizdeki gelişimi 1860 yıllarında Dilaver Paşa Nizamnamesi ile başlamış, Maaddin Nizamnamesi ile gelişmeler devam etmiştir. 1900’lü yıllarda da pek çok gelişim gözlenmesine karşın 2003 yılında çıkan 4857 iş yasasında iş sağlığı ve güvenliği kavramına yeteri derecede yer verilmediği gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak 2012 yılında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu ile tam bir İSG kültürü oluşturulmuştur. Çıkan bu yasayı destekleyici nitelikte olarak yönetmelikler çıkarılmış ve İSG’nin iş hayatı için ne denli önemli olduğu resmi olarak belgelenmiştir.

3 RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Risk değerlendirmesi; işyerinde çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, tehlikelerin istenmeyen risklere dönüşmesine neden olan faktörler ile tehlikelerin oluşturduğu risklerin analiz edilerek öncelik sırasına göre değerlendirilmesi ve bunlara ilişkin kontrol önlemlerinin alınması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar bütünüdür.

Risk değerlendirmesinin başlıca amacı çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumaktır. Risk değerlendirmesi, işle ilgili aktivitelerin çalışanlara ya da çevreye zarar verme olasılığının asgariye indirilmesine yardımcı olur. Risk değerlendirmesi, işinizin rekabet gücünü ve etkinliğini korumanızı sağlar. Sağlık ve güvenlikle ilgili kanunlara göre tüm işverenler düzenli olarak risk değerlendirmesi yapmakla yükümlüdür.[3]

Bir işletmede risk değerlendirmesinin yapılmış olması; mevcut tehlikelerin veya daha sonra meydana gelebilecek olan tehlikelerin önüne geçilmesi demektir. İşletmeye uygun, doğru adımlarla yapılan bir risk analizi hem çalışanları hem de işletmeyi meydana gelebilecek pek çok olumsuz durumdan korumaktadır.

Risk analizi; çalışana, işletmede bulunan diğer kişilere, işletme ve çevresine zarar verme potansiyeli olan tehlikeli maddeyi belirlemeye ve tehlikeli maddeden kaynaklanacak riskleri tespit edip, oluşabilecek riskleri ortamdan bertaraf etme çalışmasıdır.

3.1 Geçmişten Günümüze Risk Değerlendirmesi

Geçmişte risk değerlendirmesi diye bir kavram bilinmemekteydi. Çalışma hayatında karşılaşılan tehlike ve bunlardan doğacak olan risklerden kurtulmak için insanlar kendi çabaları ile bir şeyler yapmakta olup aldıkları önlemler ise kişiden kişiye değişen belirli standardı olmayan göreceli önlemlerdi.

Risk değerlendirme kavramı ilk olarak sanayi devrimi ile ortaya çıkmış olup I. Dünya Savaşı döneminde savunma sanayisinin gelişmesiyle risk değerlendirmesi de savunma sanayisinin gelişimine paralel olarak gelişim göstermiştir.

Savaş zamanı oldukça önem arz eden savunma sanayi, havacılık alanında da önemli yol kat etmiş bununla birlikte risk değerlendirme yönetimi, eşitleri, uygulama Őekillerinde de pek çok gelişim izlenmiştir.

Havacılık sektörünün oldukça önem kazandığı 1930’lu yıllarda sektöre ait riskler gün yüzüne çıkmaya başlamış ve riskler için o dönemin Şartlarına göre riskleri minimuma indirgeyen çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla birlikte risk değerlendirmenin temeli olan ‘‘Güvenirlik Teorisi’’ ortaya çıkmıştır. 1955 yılında Ulusal Telekomünikasyon Araştırma Merkezi’nin çalışmalarını 1961 yılında tamamlayarak ‘‘Güvenirlik Merkezi’’ kurması ile güvenirlik teorisi hayata geçmiştir. Bu tarihten itibaren risk değerlendirme yöntem ve uygulamalarındaki gelişmeler oldukça hız kazanmış ve daha da gelişip çeşitlenerek günümüze kadar gelmiştir.

Ülkemizdeki risk değerlendirme kavramının resmi geçmişi oldukça yenidir. 30.06.2012 tarihinde resmi gazetede yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile bazı Őartlar altında iş yerlerinde risk değerlendirme zorunlu hale getirilmiş ve bilimsel olarak bir standarda erişmiştir.

Ülkemizdeki iş sahasında birbirinden farklı sektörler bulunması, risk değerlendirme uygulamasının da çeşitlenmesine neden olmaktadır. Her bir sektörün tehlike ve o tehlikelerden doğacak riskler birbirinden farklı oluğu için onların tespiti için kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin de farklılık göstermesi kaçınılmazdır.

Günümüzde spesifik olarak bir kaç risk değerlendirme yöntemi kullanılmış olsa da oldukça fazla risk değerlendirme çeşidi bulunmaktadır. Oldukça fazla çeşitlilik arz eden risk değerlendirme yöntemlerinin uygulanabilir hale gelmesi için denetimlerin sektör bazlı risk değerlendirmeye izin vermesinden geçmektedir. Burada anlatılmak istenen kimya sektöründe HAZOP Risk Değerlendirme Yöntemi geçerli ise bir kimya firmasına denetim yapıldığı vakit yapılan risk değerlendirmesinin HAZOP Risk Değerlendirme Yöntemi değil de başka bir yöntem olduğu tespit edilmesi ile firmanın risk değerlendirmesinin geçerliğinin askıya alınması ve sektörüne uygun

analiz yaptırması gerektiği vurgulanmalıdır. Böylelikle kullanılan analiz yöntemleri artmış ve değerlendirmeler daha özel hale gelmiş olur.

Yapılan çalışmalar ışığında asıl önemli olan; doğru yer ve zamanda doğru şekilde risk değerlendirmesinin uygulanması ve en kısa zamanda tehlikelerden doğabilecek olan zararların önüne geçilmesidir.

3.2 Risk Değerlendirme Çeşitleri

Risk değerlendirmesi, kalitatif ve kantitatif olarak iki şekilde ayrılmıştır. Kantitatif risk değerlendirme yöntemleri sayısal verilerin ışığında yapılırken, kalitatif risk değerlendirme yöntemlerinde ise sözel veriler baz alınmıştır.

İş sahalarında basitten karmaşığa kullanılabilir pek çok risk değerlendirme yöntemi vardır. Ancak uygulaması yapılan risk değerlendirme çeşitleri ne yazık ki oldukça sınırlıdır. Ülkemizde çeşitli sektörlerin bulunmasına rağmen bu derece az risk değerlendirme çeşidinin kullanılması profesyonelliğin oldukça dışında bir durum sergilemektedir. Çünkü her sektörün nasıl tehlike ve riski farklı ise onlar için uygulanan risk değerlendirme çeşitleri de birbirinden farklı olmalıdır.

Tezde en kullanılması muhtemel olan risk değerlendirme çeşitleri açıklanmaya çalışılmıştır.

3.2.1 Ön tehlike analizi (PHA)

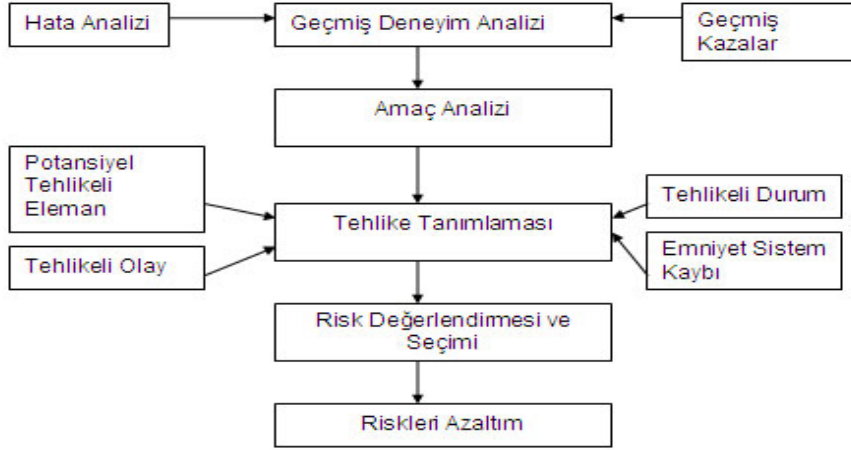
Ön tehlike analizi, tesisin son tasarım aşamasında ya da daha detaylı çalışmalara model olarak kullanılabilir olan hızla hazırlanabilen kalitatif bir risk değerlendirme metodolojisidir. [9]

Yeni kurulan, risk değerlendirmesi uygulaması yapılmamış ya da tasarım aşamasında olan bir tesiste yapılması gereken ilk iş tesisin işleyişine uygun olan bir risk değerlendirme yöntemi seçilmesi uygulanması işlemidir. Böylelikle proaktif bir yaklaşım sergilenmiş olup tehlikelerden zarar görmeden kurtulmuş olunur.

Ön tehlike analizi, tesisin tasarım aşamasında uygulanır ve tek başına kullanılması risklerin belirlenip değerlendirilmesi açısından oldukça yeterli olmadığı için başka bir risk değerlendirme yöntemi ile başlanır. Şekil 3.1' de anlatıldığı gibi geçmiş kazalarda risk değerlendirmesine yön veren diğer bir etmendir.

Önceden yapılmış olan bir risk değerlendirmesi ve geçmiş kazalarında verdiği bilgiler doğrultusunda analiz yapılır ve bu analiz doğrultusunda yapılması gereken risk değerlendirme yöntemi seçilmiş olur.

Yapılan risk değerlendirmesinden sonra ise belirlenen tehlikeler “Ön tehlike Analizi Risk Derecelendirme ve Seçim Diyagramı” kullanılarak önem derecesi ifade edilir.



Şekil 3.1: Ön Tehlike analizi metodolojisi aşaması [9]

Çizelge 3.1: Ön tehlike analizi risk derecelendirme seçim diyagramı [9]

FREKANS	ŞİDDET			
	(1) Katastrofik (Felakete Yol Açan)	(2) Tehlikeli	(3) Marginal (Pek az)	(4) Önemsiz
(A) Sık sık Tekrarlanan	1A	2A	3A	4A
(B) Muhtemel	1B	2B	3B	4B
(C) Ara Sıra Olan	1C	2C	3C	4C
(D) Pek Az	1D	2D	3D	4D
(E) İhtimal Dışı (Olanaksız)	1E	2E	3E	4E

RISK KATEGORİSİ:

■ YÜKSEK
 ■ CİDDİ
 ■ ORTA
 ■ DÜŞÜK

Çizelge 3.2: Ön tehlike analiz risk değerlendirme formu [9]

Tarih:		BAŞLANGIÇ TEHLİKE ANALİZİ				Değerlendirme No:	
Proses/Sistem:		RISK DEĞERLENDİRME FORMU				Düzenleyen:	
Alt Sistem:						Revizyon No:	
Dizayn Rehberi:						Revizyon Tarihi:	
Takım:						Sayfa:	
Potansiyel Tehlike Eleman	Tehlikeli Olay Nedeni	Tehlikeli Durum	Korunma Kaybı	Kaza	Şiddet/Frekans	Düzeltilici Önlem	

3.2.2 İş güvenlik analizi-JSA

İş sağlığı ve güvenliğinin amacı çalışanı hem bedensel hem de ruhsal bütünlüğünü koruyarak çalışana, sağlıklı ve güvenilir çalışma ortamı oluşturmaktır.

Sağlıklı ve güvenilir bir ortam oluşturmak için ise çalışma ortamında bulunan güvenlik açıklarının ortadan kaldırılması gerekmektedir.

İş Güvenlik Analizi (JSA), kişi veya gruplar tarafından gerçekleştirilen iş görevleri üzerinde yoğunlaşır. Bir işletme veya fabrikada işler ve görevler iyi tanımlanmışsa bu metodoloji uygundur. Analiz, bir iş görevinden kaynaklanan tehlikelerin doğasını direkt olarak irdeler. İş Güvenlik Analizi (JSA) olarak adlandırılan analiz dört aşamadan oluşur. Bu metod, İş Güvenlik Analizi (JSA), kişi veya gruplar tarafından gerçekleştirilen iş görevleri üzerinde yoğunlaşır. [9]

Şekil 3.2' de gösterildiği gibi tehlike ve riskler belirlenir ve elde edilen bilgilere uygun şekilde güvenlik önlemleri alınır.

Güvenlik önlemleri alınırken, tehlikeler tanımlandıktan sonra risklere sayısal değerler biçilir ve olma olasılıkları hesaplanır. Hesaplama yapıldıktan sonra İş Güvenlik puan tablosu oluşturulur. Oluşturulan bu puan tablosuna göre risk

değerlendirme formu oluşturulup risklere karşı alınacak güvenlik önlemleri bu formda yazılır.



Şekil 3.2: İş Güvenlik analizi aşamaları [9]

Çizelge 3.3: İş güvenlik analizi puan seçim tablosu [9]

POTANSİYEL	Olasılık			
	SIK SIK	ARA SIRA	SEYREK	ÇOK SEYREK
HAFIF	4	3	2	1
ORTA	8	6	4	2
CIDDI	12	9	6	3

Çizelge 3.4: İş güvenli risk değerlendirme formu [9]

İŞ GÜVENLİK ANALİZİ RISK DEĞERLENDİRME FORMU						
Yer:	Revizyon No:		Revizyon Tarihi:			
Tarih:	Formu Dolduran:			Birim:		
Yer:	Tehlike (Kazalrnhatsızlığın potansiyel nedeni)	Risk Potansiyeli (A)	Olasılık (B)	Risk Sınıflaması (A*B)	Etkinlik (Maruz kalınacak tehlike için yerine getirilecek etkinliği tanımla)	Önlemler
Tarih:						
Referans:						
KOD						
A01						
A02						
A03						
A04						
A05						
B01						
B02						
B03						

3.2.3 Kök neden analizi (RCA)

Kök neden analizinde amaç, hatanın kökenine inerek neden ortaya çıktığını bularak tekrar ortaya çıkmasına engel olan çalışmalar bütünüdür. Bu risk değerlendirmesi “Kök Neden Analizi” (Root Cause Analysis-RCA) veya “Kök Neden Hata Neden Analizi” (Root Cause Failure Analysis-RCFA) olarak adlandırılmaktadır. Bu risk değerlendirme metodunda kazanın altında yatan nedeni bulabilmek için oldukça geçmiş tarihe gidilir ve kazanın kök nedeni bulmak hedeflenir. Kazanın nedenini bulmak için bir kaç saat ya da bir kaç gün öncesine değil neden olan durum daha da geçmişe hatta bir kaç yıl öncesine gidilir.

3.2.4 Çeklist-birincil risk analizi (Preliminary Risk Analysis PRA)

Kullanılan risk değerlendirme çeşitlerinin en basiti ve en çok tercih edilenidir. Tecrübeye dayalı uzmanlık gerektiren çeklist yönetiminde ilk başta detaylı bilgi toplanır sonrasında bu bilgiler ışığında kontrol listeleri oluşturulur. Kolay uygulanan bir metottur ve işletmede var olabilecek tehlikeler hakkında hızlıca ön bilgi edilmesini sağlar.

Gözleme dayalı bir metot olduğundan dolayı daha detaylı bir araştırma yapılması istenilen bir işletme için ikinci bir risk değerlendirme analizinin kaynağı olarak ön bilgi sağlar. Bu metotta önemli olan doğru soruların sorulup doğru bir şekilde kontrol listelerin oluşmasıdır. Ne kadar doğru ve eksiksiz kontrol listeleri oluşturulursa, uygulanan işletmeye ait o denli tehlikeler ortaya çıkartılır ve alınan kontrol tedbirleri de daha geçerli bir hale gelir.

3.2.5 Risk değerlendirme karar matrisi

Risk değerlendirme çeşitlerinden en sık kullanılanlardan bir tanesidir. Amerika Birleşik Devletlerinde sistem güvenlik program ihtiyacını gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Ülkemizde de en sık kullanılan risk değerlendirme yöntemidir.

Karar matris diyagramında, iki veya daha fazla değişkenin birbirine karşı nasıl hareket ettiği hakkında bilgi vermesi için kullanılır. Biri diğerinin sebebi ya da sonucu niteliğindedir.

L tipi matris diyagramı 5x5 matris diyagramı olarak da adlandırılır. Bu diyagramda da kazaların sebep sonuç ilişkisi incelenir. Bu inceleme esnasında olayın gerçekleşmesi ihtimaline karşı gerçekleştiği anda ne derece şiddetle ortaya çıktığının

ölçümü ve değerlendirmesi yapılır. Bu ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda olayın olma ihtimali ile şiddetinin bileşkesi olan risk skoru elde edilir. Elde edilen bu skora göre risklerin kabul edilip edilemeyeceği konusunda bir karara varılır.

$$\text{Risk} = \text{İhtimal} \times \text{Şiddet}$$

X tipi matris yöntemi tek başına yapılması tercih edilen bir yöntem olmamakla birlikte ortaya tecrübeli bir takım liderine ve detaylı araştırma yapmasını gerektirir. Daha önceden yaşanmış bir kazanın ve bu kazanın tekrardan yaşanma ihtimali üzerine de değerlendirmeler yapılır.

Çizelge 3.5: Risk matrisi derecelendirmesi [9]

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

Çizelge 3.6: L tipi matris risk değerlendirme formu [9]

Tarih:	L TİPİ MATRİS						Değerlendirme No:
Proses/Sistem:	RISK DEĞERLENDİRME FORMU						Düzenleyen:
Alt Sistem:							Revizyon No:
Diğer Rehberi:							Revizyon Tarihi:
Takım:							Sayfa:
TEHLİKE	KİMLER ETKİLENEBİLİR	SORUÇ	TEHLİKENİN AÇIĞA ÇIKMA OLASILIĞI	ŞİDDET DERECE Sİ	RİSK SKORU	ETKİ KONTROL VARI MI	ÖNLEM

Çizelge 3.7: X tipi matris derecelendirmesi [9]

Ö	5	10	15	20	25	ONCEKİ BENZER KAZALAR	5	10	15	20	25
UK	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
İGK	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRK	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
OLASILIK						PERSONEL SAYISI					
ÇOK CİDDİ	5	10	15	20	25	ŞİDDET	5	10	15	20	25
CİDDİ	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
ORTA	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HAFİF	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
ÇOK HAFİF	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ÇOK KÜÇÜK	KÜÇÜK	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK		1 Kişi	1-3 Kişi	5	5-10	10'DAN FAZLA	

A= OLASILIK x ŞİDDET
 B= OLASILIK x ONCEKİ KAZALAR
 C= ONCEKİ KAZA x PERSONEL SAYISI
 D= PERSONEL SAYISI x ŞİDDET

Etki Yok (Sarı), Orta Derece Etki (Sarı), Yüksek Derece Etki (Kırmızı), Kabul Edilemez Bölge (Koyu Kırmızı), Etki Yok (Mavi)

Çizelge 3.8: X matrisi risk değerlendirme form örneği [9]

Tarih:		X TİPİ MATRİS							Değerlendirme No:				
Proses/Sistem:		RISK DEĞERLENDİRME FORMU							Düzenleyen:				
Akt Sistem:								Tarih:					
Disayn Rehberi:								Revizyon Tarihi:					
Takımı:								Sayfa:					
Sistem/ Purga/ Yapılan İş	A	Tehlike	Tehlikenin Sonucu	B	Önceki Kazadan Etkilenen Personel Sayısı	Önceki Kaza Sonucu	C	Risk Altındaki Personel Sayısı	D	RDS	Kontrol Var mı?	SORUÇ	Kanunda Yeri Var mı?
ONAY :													
İMZA :													

3.2.6 Hata ağacı analizi (Fault Tree Analysis - FTA)

Bu analiz adını, sistemin bozulmasına neden olabilecek hatalara ulaşılmasına kılavuzluk eden ağaç şeklindeki grafik yapısından almaktadır. Hata Ağacı Analizi ağaç tabanlı bir analizdir. Orijini, 1962 yılında Bell Telephone Industries tarafından Minutemen Kıtalararası Balistik Füze Kontrol Sistemi'nin güvenlik değerlendirmesinin yapılabilmesi için geliştirilen bir tekniğe dayanmaktadır.[10]






Hata ağacı analizi her tehlike için uygulanmamaktadır. Çok kritik tehlikelerin olduğu durumlar için uygulanmaktadır.

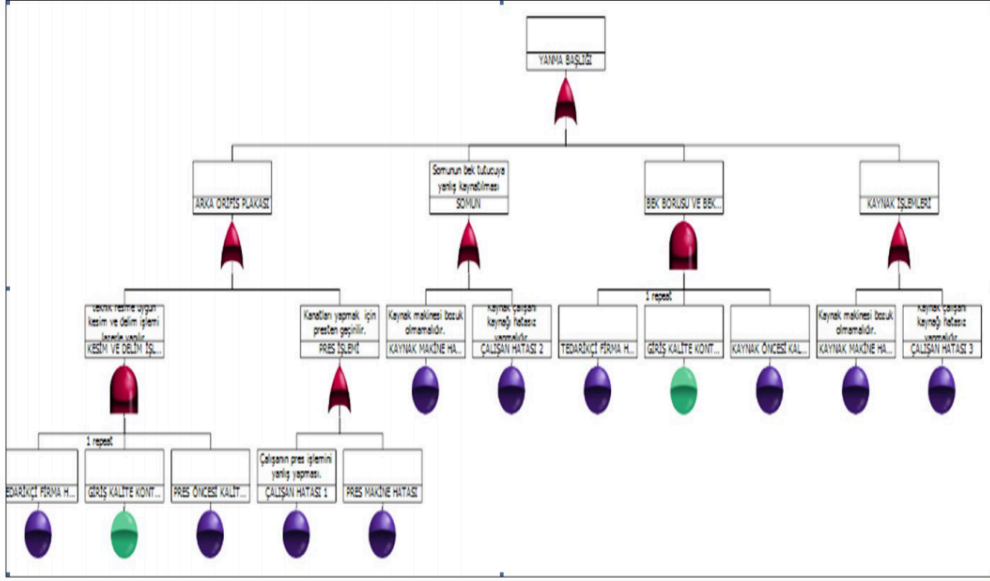
Hata ağacı analizi; sistem elemanlarının tümünü, başarısızlıkla sonuçlanan olayları, çevrenin yarattığı etkileri ve bunların her aşamasını kapsamaktadır.

Hata ağacı analizi ve/veya bağlacının kullanımı üzerine kurulmuş kalitatif risk değerlendirmesidir. Meydana gelmiş veya gelme ihtimali yüksek olan olay üzerine çalışır. Olayın oluşumu seçilir ve bu olay içerisinden zirve olay belirlenir. Zirve olayın olmasına neden olabilecek hatalar ve bu hataların sebepleri üzerine çalışma yapılır. Hatalar tek tek irdelenir, her bir hata için çözüm bulunur. Bulunan çözümler birleştirilerek ana olayın çözümüne gidilir.

Her bir olay farklı şekilde sembolize edilir. Bu semboller sayesinde hata ağacı analizi diyagramı elde edilir ve bu diyagram yorumlanarak risk değerlendirmesi yapılır. Yapılan risk değerlendirmesinin sonucunda oluşan hataların tekrarlanması önlenirken, oluşması muhtemel olan hataların da önüne geçilmiş olunur.

Çizelge 3.9: Hata ağacı akım şeması sembolleri [10]

Sembol	İsim	Tip	Açıklama
	Düğüm Metin Kutusu	-	Tüm FT düğümlerinde metni içerir. Metin kutunun içerisine yazılırken sembol kutunun altına yazılır.
	Birincil Hata (Arıza, Başarısızlık)	Temel olay	Temel bileşen hatası; bir bileşenin birindi, içsel, hata modu. Bir rastgele hata olayı.
	İkincil Hata	Temel olay	Harici nedenlerle olan hata veya hata modu. ikincil hata istenirse daha ayrıntılı olarak geliştirilebilir.
	VE Kapısı	-	Girdilerin tamamı birlikte oluşması durumunda çıktı oluşur. $P = P_A \cdot P_B = P_A P_B$ (2 girişli kapı) $P = P_A \cdot P_B \cdot P_C = P_A P_B P_C$ (3 girişli kapı)
	VEYA Kapısı	-	Girdilerin en az birisi oluşursa çıktı oluşur. $P = P_A + P_B - P_A P_B$ (2 girişli kapı) $P = (P_A + P_B + P_C) - (P_{AB} + P_{AC} + P_{BC}) + (P_{ABC})$ (3 girişli kapı)



Şekil 3.3: Hata ağacı analizi diyagramı [10]

3.2.7 Olay ağacı analizi (Event Tree Analysis - ETA)

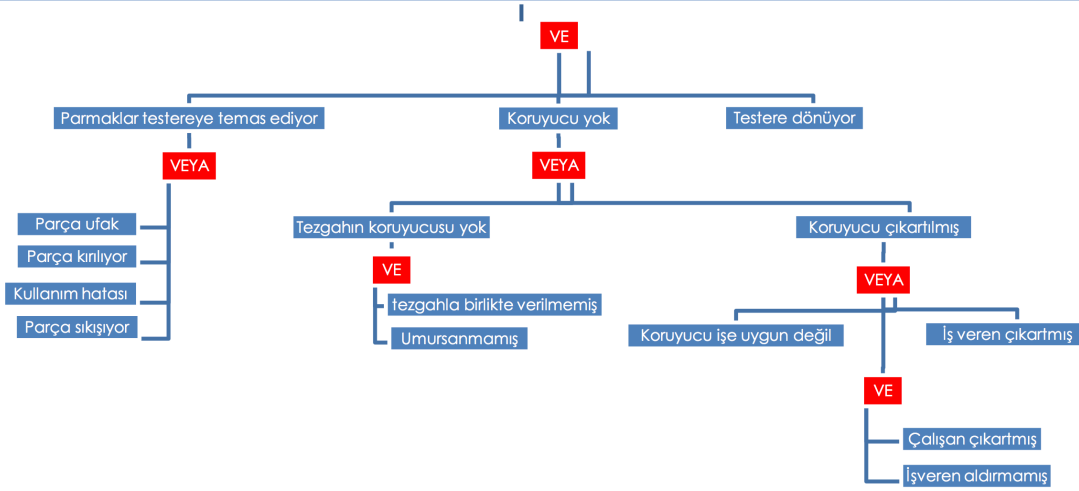
Olay ağacı analizi, bir sistemin kontrolden çıkış sıklıklarının incelemektedir. Tümevarım yaklaşımı kullanılarak yapılan bu analizde; hata oluşumuna neden olabilecek olaylar belirlenir ve bu olayların hafifletilmiş ya da ağırlaştırılmış durumları bir diyagramda gösterilir.

Bu yöntemde hem sayısal hem de sözel veriler aynı anda kullanıldığı için karma bir risk değerlendirme yöntemidir.

Olay ağacı analizi; büyük endüstriyel tesislerinde oluşabilecek kazaların önlenmesi veya bu kazaların etkilerinin minimuma çekilmesi kapsamında uygulanan bir risk değerlendirmesi yöntemidir. Çoğunlukla nükleer enerji santralleri gibi oldukça tehlikeli sistemlerin bulunduğu tesislerde uygulanır.

Hata ağacı analizinin tersi mantıkta işler. Hata ağacı tümdengelim yaklaşımını benimserken olay ağacı analizi tümevarım yaklaşımını benimsemektedir.

TESTERDE PARMAKLARIN KESİLMESİ



Şekil 3.4: Örnek olay ağacı analizi [21]

3.2.8 Olası hata türleri ve etki analizi (FMEA)

Herhangi bir sistemin tamamı veya bölümleri ele alınıp, bunlardaki kısımlar, aletler, komponentlerde ortaya çıkabilecek arızalardan hem bölümlerin hem de bütün sistemin nasıl etkilenebileceği ve ortaya çıkabilecek sonuçları analiz eder.[9]

FMEA yöntemi ilk olarak havacılık sektöründe kullanılmaya başlanmış olup daha sonralarında kimya, otomobil ve uzay sektörü gibi oldukça teknoloji ile iç içe olan sektörlerde kullanılmaya devam edilmiştir.

FMEA yöntemi; tasarım, proses, hizmet ve sistem olmak üzere dört başlıktan oluşur.

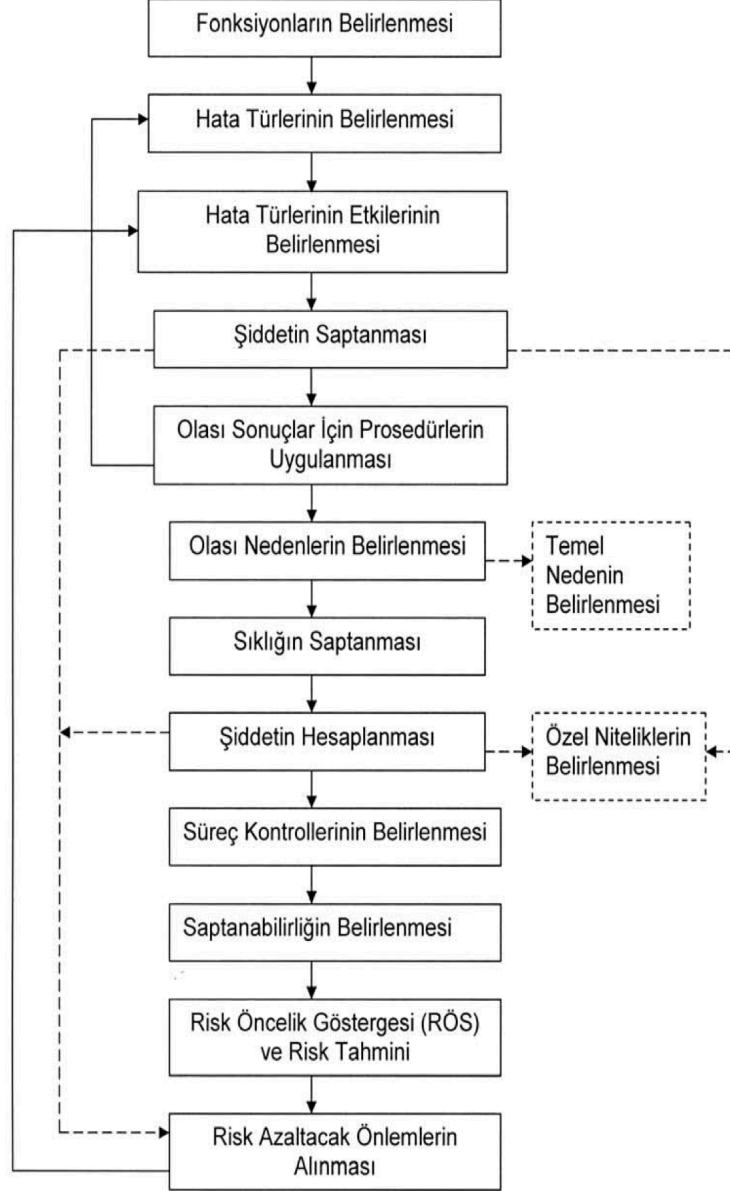
Tasarım FMEA; bir işletmede üretime geçilmeden tasarım aşamasındayken oluşabilecek muhtemel hataların tanımlanmasını ve bunlara uygun düzeltici-önleyici faaliyetlerin uygulanmasını kapsar.

Proses FMEA; mühendislik çözümlerini hedefleyen, müşteri için önemli olan kalite, maliyet, ve güvenilirlik kavramlarının yerine getirilmesini sağlayan çalışmalar bütünüdür.

Hizmet FMEA; müşteri hizmetlerini geliştirmek amaçlı üretim, kalite, güvenilirlik ve pazarlama dörtlüsünün birbirileri ile entegre biçimde geliştirilmesi için çalışılan yöntemdir.

Sistem FMEA; sistemde var olan bütün parametrelerin tamamlanmasından sonra

diğer FMEA yöntemlerinde olduğu gibi üretim, kalite ve güvenilirlik gibi kavramların geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar bütünüdür.



Şekil 3.5: FMEA prosesi [9]

Çizelge 3.10: FMEA – Şiddet etki sınıflandırılması [9]

Sistem OFMEA Şiddet Etki Sınıflaması		
Etki	Şiddetin 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 ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3. derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük 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 çalışmasında yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki Yok	1

Çizelge 3.11: FMEA Olasılık derecelendirme sınıflandırılması [9]

Hata Olasılığı	Hatanın İhtimali	Derece
Çok Yüksek: Kaçınılmaz Hata	$>1 / 2$	10
	$1 / 3$	9
Yüksek: Tekrar Tekrar Hata	$1 / 8$	8
	$1 / 20$	7
Orta: Ara Sıra Olan Hata	$1 / 80$	6
	$1 / 400$	5
	$1 / 2,000$	4
Düşük: Nispeten Az Olan Hata	$1 / 15,000$	3
	$1 / 150,000$	2
Pek Az:Olası Olmayan Hata	$<1 / 1,000,000$	1

Çizelge 3.12: Örnek FMEA uygulaması [9]

Tarih :	01.11.2013	Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA)										FMEA Tipi:	Risk Değerlendirme
Proses/Sistem :	Fırın											FMEA No:	5
Alt Sistem :	Propan Tankı											Düzenleyen:	IG Uzmani
Bileşen:												FMEA Tarihi:	01.11.2013
Dizayn Rehberi:												Revizyon Tarihi:	
FMEA Takımı:	Fabrika Müdürü, İş Güvenliği Uzmanı, Bakım Amiri, İşleme Müh., Elektrik Müh.											Sayfa:	1
Sistem /Parça	Potansiyel Hata Türleri	Hatanın Sonuçları	Hataların Nedenleri	D	ÖS	Tavsiye Edilen İyileştirmeler/ Eylemler	Sorumlu & Tamamlama Tarihi	Hareket Tarihi	Yeni (S)	Yeni (P)	Yeni (D)	Yeni RÖS	
Valf 1 (propan enjeksiyonu esnasında sıcaklık kontrolü)	Valf bloke, açılmıyor	Patlama	8 Bakım prosedürü oluşturulmamış	4 Sıcaklık alarmı ve basınç alarmı kontrolü	3	96	Bakım prosedürünün gözden geçirilmesi, operatör eğitimi	Bakım Amiri, 1.11.2013	13.11.2013	8	2	1	16
	Valf bloke, açılmıyor	Fırında basınç ve sıcaklık artışı	7 Bakım prosedürü oluşturulmamış	4 Sıcaklık alarmı ve basınç alarmı kontrolü	2	56	Bakım prosedürünün gözden geçirilmesi, operatör eğitimi	Bakım Amiri, 1.11.2013	13.11.2013	7	2	1	14
	Valf bloke, kapanmıyor	Fırında sıcaklık düşüşü, ekonomik kayıp	3 Bakım prosedürü yetersiz	4 Sıcaklık alarmı ve basınç alarmı kontrolü	1	12	Bakım prosedürünün gözden geçirilmesi, operatör eğitimi	Bakım Amiri, 1.11.2013	01.12.2013	3	2	1	6
Propan Tankı	Propan sızıntısı	Patlama riski	10 Tankta veya ekipmanına çarpma	4 Tankın etrafını çevrilmesi ve tanka yakın araç park ettirilmemesi	3	120	Tankın etrafının tel örgü ile çevrilmesi kapısına kilit takılması, park mesafesi bırakılması	İSG Mühendisi 1.11.2013	13.11.2013	10	2	2	40
	Propan sızıntısı	Yangın riski	7 propan alarmı veya tankın basınç alarm sisteminin olmaması	5 Propan seviyesinin kontrolü ve sızıntının tespiti	2	70	Propan dedektörü ve tank basınç alarmı kurulması	İSG Mühendisi 1.11.2013	20.12.2013	7	2	1	14
ONAY:													
İMZA:													

FMEA yönteminde olasılık, şiddet ve derecelendirme üçlüsü birlikte kullanılır ve bir sonuç elde edilir. Elde edilen sonuç yorumlanarak var olan ya da oluşabilecek riskin kabul edilebilir edilemez olduğu kanaatine varılır.

3.2.9 Papyon analizi (Bow-Tie Analizi)

Papyon analizi; papyon şeklinde oluşturulan diyagramlardan ismini almaktadır.

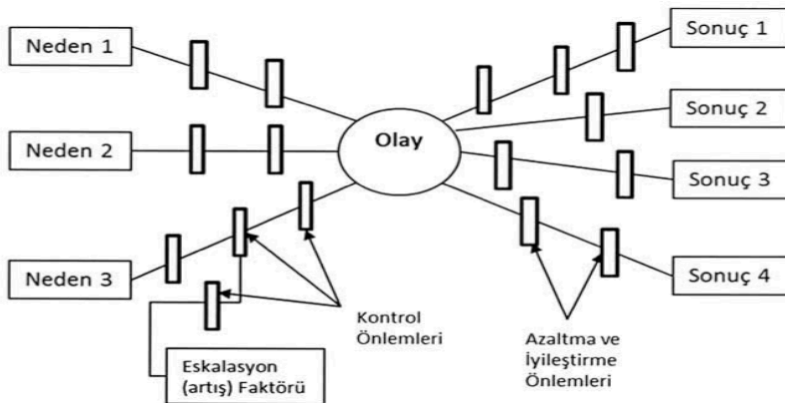
İşletmede var olan tehlikeli materyal ile bağlantısı olan papyon diyagramları, işletmede hiç bir şekilde güvenlik tedbirlerinin olmadığı ya da bu tedbirlerin uygulanmadığı varsayımına dayanılarak meydana gelebilecek büyük ölçekli kazalara ilişkin risklerin belirlenmesinde kullanılır.

Papyon diyagramının kilit noktasında kritik olan olay konumlandırılır. Kritik olayın sol tarafında kritik olaya sebebiyet veren olaylar, sağ tarafına ise kritik olayın olması sonucunda meydana gelebilecek olaylar konumlandırılır. Kritik olayın çözümünde sebep-sonuç ilişkisi kurulur ve tehlikeli materyale karşı uygun güvenlik önlemleri alınır.

Bu yöntemde hem kalitatif hem de kantitatif değerlendirme yapıldığı için karma bir risk değerlendirme metodudur.

Papyon analizi, görevli iş güvenliği uzmanının deneyimine bağlı olarak birbirinden farklı risk değerlendirme yöntemlerinin bir arada kullanılmasına olanak sağlar.

Papyon analizinde kullanılan en çok tercih edilen ikili risk değerlendirme yöntemleri hata ağacı ve olay ağacı analiz yöntemleridir.



Şekil 3.6: Papyon analizi örnek şeması [9]

3.2.10 Sistem güvenlik Analizi (Safety Audit)

Sistem güvenlik analizi; çok fazla deneyim gerektirmeyen, uygulaması kolay olan bir risk değerlendirme yöntemidir. Sistem güvenlik analizi uygulaması; işletme ziyaretinde ve risk değerlendirmesinden önce oluşturulan kontrol listelerinden oluşur.

Tipik bir Çek-List yöntemine benzer görünmesine rağmen farklı yönleri bulunmaktadır. Çek-List yöntemine göre risk değerlendirme yapılacak işletmeye ait risk bölgelerinin belirlenmiş ve risk derecelerine göre sınıflandırılmış olması gerekmektedir. Risk bölge ve sınıflandırılması sonucunda o bölgelere ait risk kontrol listeleri oluşturulur ve analiz yapılır.

Güvenlik denetiminde talimatlar, iç yönergeler ve çalışma izinlerinin de hazırlanması gerekmektedir. [11]

Çizelge 3.13: Sistem güvenlik analiz örneği [11]

Konu Başlığı	Kontrol Listesi
Bina Genel, Asansör ve Merdivenler	Merdiven genişlikleri ve basamak yükseklikleri uygundur.
	Merdivenler boyunca tırabzanlar mevcuttur.
	Merdiven basamaklarının yüzeyleri kaymayacak şekildedir.
	Zeminde eşik, basamak ve benzerleri için gerekli uyarı vardır.
	Temizlik yapılan alanda kaymayı önlemek için gerekli önlemler alınmaktadır.
	Asansörler düzenli olarak kontrol edilmekte ve periyodik bakımları yapılmaktadır.
	Tüm alanlar düzenli olarak havalandırılmaktadır.
	Tüm alanlarda yeterli aydınlatma sağlanmış ve aydınlatmalar çalışır halde bulunmaktadır.
	Binada acil çıkışlar belirlenmiştir. Uyarı ve yön levhaları mevcuttur.
	Yangın merdiveni kullanılabilir durumdadır.

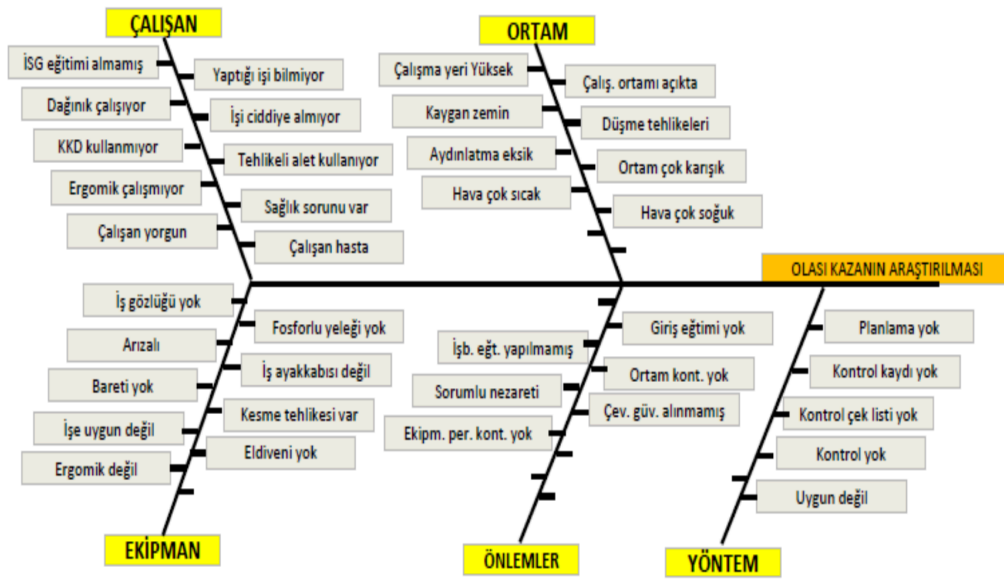
3.2.11 Neden-sonuç analizi (Balık kılıcı metodu)

Sistemde oluşan hataların nedenlerini ve hatalardan kaynaklanabilecek tehlikeli durumları ortaya çıkarmayı amaçlayan bir risk değerlendirme yöntemidir.

Hataya neden olan etmenler incelenir ve belirli kategorilere ayrılır. Bu kategoriler genellikle; çalışma ortamı, çalışan, yöntem, makine/ekipman gibi tüm işletme parametrelerini içerir.

Neden sonuç analizi, farklı bakış açıları gerektirdiği için kalabalık bir ekip tarafından uygulanır ve herkesin görüşü alınarak en kötü senaryo çizilip oluşabilecek tehlikelerin önüne geçilmesi sağlanır.

Neden-sonuç analizi diyagramı; şekil itibari ile balık kılıçığına benzediği için diğer ismi “Balık Kılıçığı Metodu” olarak da bilir ve Pareto Analizi ile birlikte kullanılır.



Şekil 3.7: Balık kılıçığı metodu örneği [22]

3.2.12 Korunma katmanları analizi (LOPA)

Korunma katmanları risk değerlendirme yöntemi, işletmede oluşabilecek tehlikeli olaylara ilişkin riskleri ön görmeyi amaçlayan kalitatif bir risk değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemde risklere karşı alınan ya da alınması gereken korunma önlemlerinin yeterli olup olmadığının analizi yapılır.

LOPA, genellikle kimya, petrol ve nükleer sanayi gibi oldukça tehlikeli sektörlerde uygulanan bir risk değerlendirme yöntemidir.

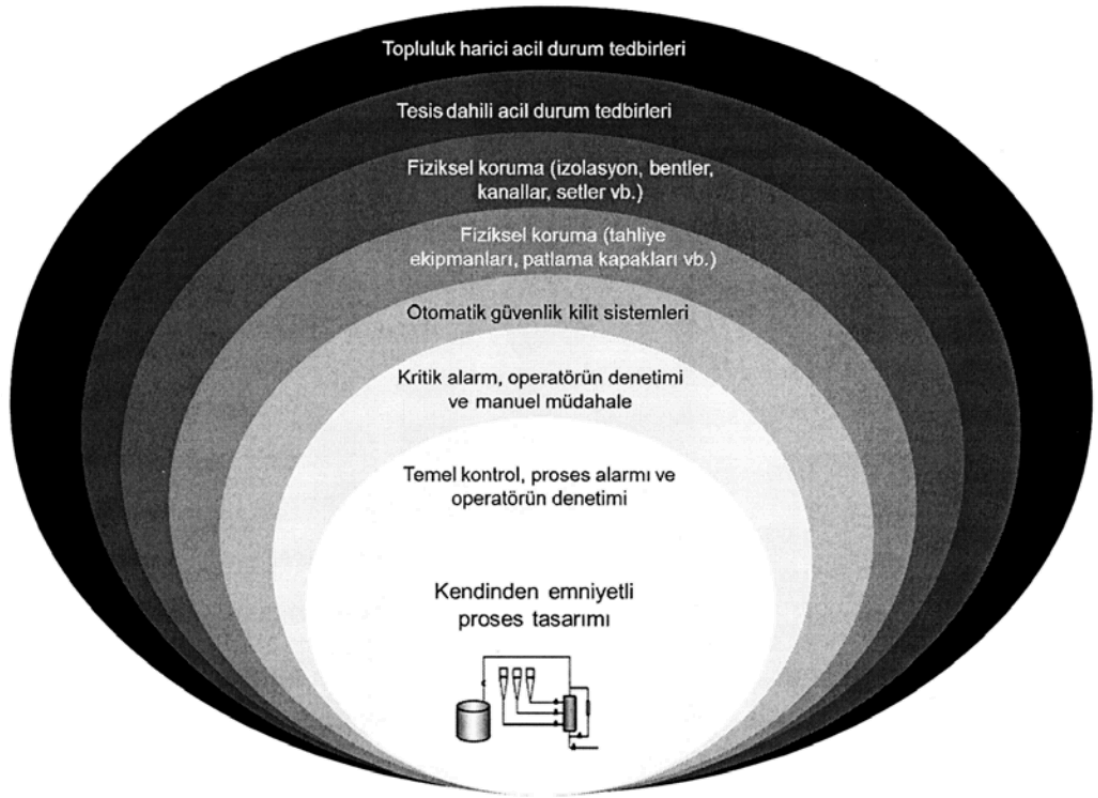
LOPA, Seveso Direktifi’ni baz alarak sistemde alınan korunma önlemlerinin yeterliliğini ve hangi korunma önleminin tehlikeleri daha iyi bertaraf edebileceği üzerine durur.

LOPA, genel itibari ile kalitatif bir risk değerlendirmesi olmasına karşın kantitatif bir yöntem olarak kullanıldığı durumlarda olmaktadır.

Kimya sektöründe oldukça sık kullanılan diğer risk değerlendirme yöntemi olan HAZOP Risk değerlendirme yönteminin kullanıldığı proseslerde ne derece koruyucu katmana ihtiyaç olduğunu saptayabilmek için LOPA risk değerlendirmesi kantitatif özellikte bir risk değerlendirme yöntemi görevini görür.

LOPA, IEC 61508, Elektrik/elektronik/ programlanabilir elektronik güvenlik ile ilgili sistemlerin işlevsel güvenliği ve IEC 61511, İşlevsel emniyet - Proses endüstrisi sektörü için emniyetli enstrmante sistemleri'ni referans alır. [9]

LOPA, sistemde oluşabilecek kazalara karşı 8 katmandan oluşur.



şekil 3.8: LOPA katmanları [9]

3.2.13 HAZOP risk değerlendirme yöntemi

HAZOP; tehlike ve işletilebilirlik çalışmasıdır. HAZOP tekniği ilk kimya prosesleri için geliştirilmiş olsa da daha sonra karmaşık işlemler ve yazılım işlemleri için de kullanılmıştır. [13]

HAZOP, sistemdeki tehlikeleri bulmaya yardım eden parametreler ve anahtar kelimelerden oluşur.

Parametrelerin ve kılavuz kelimelerin belirlenmesi için deneyimli bir risk değerlendirme ekibi gerekmektedir. Çünkü her bir tehlike için birden fazla kılavuz kelime ve parametre kullanılmaktadır. Bu da daha tehlikenin daha fazla irdelenmesini sağlamaktadır. HAZOP risk değerlendirmesi beyin fırtınası gerektiren bir çalışma soncunda ortaya çıkmakta olup bu nedenle risk değerlendirme ekibinde iş güvenliği uzmanı başta olmak üzere çalışan temsilcisine kadar geniş kitlenin risk değerlendirme uygulamasına katılması gerekir.

Çizelge 3.14: HAZOP Parametreler

Akış	Yoğunluk
Basınç	Karışım
Ayrıştırma	Absorbsiyon
Reaksiyon	Kapatama
Korozyon	Başlatma
Titreşim	Erozyon
Sıcaklık	Drenaj
Seviye	Deşarj

Çizelge 3.15: HAZOP Kılavuz kelimeler

Kılavuz Kelime	Anlamı
Fazla	Kantitaif Çoğalma
Az	Kantitaif Azalma
Hiç	Mevcut Değil
Ters	Öngörülen yönün aksinde
Parçası	Sistemin bir bölümü
-kadar iyi	Aynı derecede
-den başka	Tamamen farklı

Çizelge 3.16: HAZOP Uygulama şeması [9]

Tarih :		TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLME ÇALIŞMASI				Değerlendirme No:	
Proses/Sistem		RISK DEĞERLENDİRME FORMU				Düzenleyen:	
Alt Sistem :		(HAZOP)				Revizyon No:	
Design Rehberi:						Revizyon Tarihi:	
HAZOP Takımı:						Sayfa:	
Anahtar Kelime	Kılavuz Kelime	Tehlikeli Sapma	Olası Nedenler	Sonuçlar	Azaltma Ölçümü		

3.2.14 Olursa ne olur? (What If ?)

Olursa ne olur risk değerlendirme yöntemi, beyin fırtınası odaklı bir çalışma gerektirmektedir.

Bu risk değerlendirme yönteminde; analizi yapılan tasarımın belirli bir noktası ele alınır ve bu noktaya sorular sorulur, sorulara alınan cevaplarla tasarımın seçilen noktasındaki sapmalar ve zayıf yönler belirlenir. [12]

Yapılan çalışma sonucu elde edilen tehlikelerin ve bunların potansiyel sonuçları risk açısından değerlendirilir.

Olursa ne olur analizi “SEMİ S2 Güvelik Değerlendirme” ölçütüne uygunsuzluğun olduğu noktada ekipman kaybı, yaralanma veya ölüme neden olabilecek olayları denetlemek için kullanılır. [12]

3.2.15 Makine risk değerlendirmesi

Makine risk değerlendirmesi; Makine Emniyeti Yönetmeliği ve TS EN 12100 Makinelerde Risk Değerlendirmesi Standardı baz alınarak yapılmaktadır. Makinenin elektrikle ilgili kısmı için yapılan analizler de ise TS EN 13849 standardı baz alınmaktadır. Bu üç temel bileşen sayesinde makineden kaynaklanabilecek riskler mekanik mi yoksa elektrikselsel kaynaklı riskler olup olmadığı belirlenir ve ona göre kontrol önlemleri alınır.

Makine risk değerlendirmesi aşamasında; özellikle makinenin normal çalışması sırasında tehlikeli bölgelere ulaşmanın gerekli olduğu durumlarda, güvenlik koruma tedbirleri ara kilitlemeli koruyucu, hassas algılama tertibatı, kendiliğinden kapanan koruyucu, iki el kumanda tertibatı vb. koruyuculardan seçilmelidir. [14]

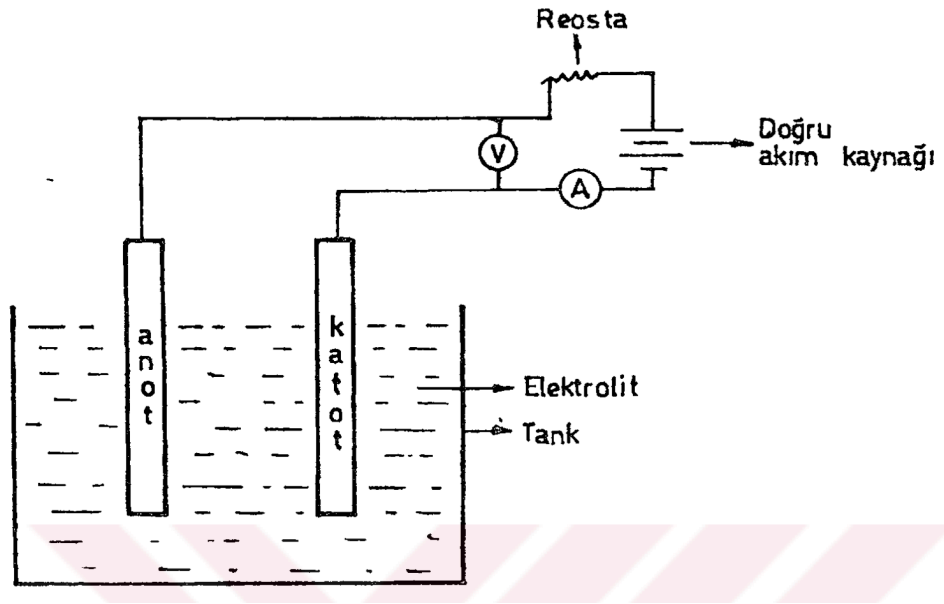
Alınan güvenlik önlemleri hem çalışanı korumalı hem de yürütölen işin aksamasına neden olmamalıdır.

Makine ile çalışılmadığı durumlarda ya da makinenin bakım onarımı esnasında makine güç kaynağından ayrılmalı, en üst seviyede güvenlik önlemi alınmalıdır.

4 PROSESİN TANITILMASI

4.1 Elektrometal Kaplama Hakkında Genel Bilgi

Bir elektroilit çözeltilisine iki metal iletken daldırılır. Bunlar birkaç voltluk doğru akım kaynağına bağlanırsa çözeltilen doğru akım geçer. Bu sırada çözeltili içinde iyonlarla akım taşınır. Her iki elektrotta bazı kimyasal değişimler olur. Bu olaya elektroliz denir.[15]



Şekil 4.1: Elektrometal Kaplama Prosesi[15]

Elektrometal kaplama ise; bir elektroliz ünitesinde doğru akım kullanılarak, (-) kutba, yani katoda asılan iş parçasının (+) kutup ya da anot malzemesi ile belirli bir tabaka kalınlığında kaplanmasıdır. Olayda anotta yükseltgenme dolayısıyla sıfır değerli metal pozitif yüklü iyonlar halinde çözünür. Katotta ise bu iyonlar indirgenerek iş parçaları üzerine; ince bir metal tabaka halinde kaplanırlar. [16]

Elektrometal Kaplama pek çok işlem için uygulanmaktadır. Bu işlemlerin başlıcaları; Metale dekoratif bir görünüm kazandırmak, korozyon direncini arttırmak, mekanik dayanıklılığı arttırmak ve metalik kalınlıktan düşmüş(ölçüden düşmüş) olan parçanın kurtarılmasıdır.

Yapılan çalışmada; elektrometal işlemi; bir metral parçasına dekoratif görünüm kazandırmak amaçlanmaktadır.

4.2 Elektrometal Kaplama Yapılan Prosesin Tanıtılması

Elektrometal kaplama uygulaması yapılan sistemde bir dizi kaplama ve temizleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Sisteme dahil olan numune öncelikle temizleme işleminden geçilir böylelikle üzerinde kaplamaya engel olan kirlilikler giderilmiş olur. Sonrasında ise kaplama ve yıkama işlemlerine tabii tutulur ve kurutulup paketlenerek işlem tamamlanır.

İnceleme yapılan sistemde elektrometal kaplama, dekoratif amaçlı yapılmaktadır. Dekoratif görünüm kazandırılan parça en son krom ile kaplanır ve proses dekoratif krom kaplama olarak adlandırılır.

Bu proses dahilinde kullanılan iş parçası; metal, zamak ve alaşım olabilir

4.2.1 Ultrasonik yağ alma

Kaplama yapılacak iş parçasının üzerinde bulunan organik yağlardan oluşan kirlilikleri gidermek için yapılan bir işlemdir. Kimyasal olarak sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit kullanılır.

4.2.2 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan kimyasalların arınması ile bir sonraki aşamaya kirliliklerin aktarılması engellenir.

4.2.3 Elektrolitik yağ alma

Kaplama yapılacak materyalin üzerinde bulunan ince yağları temizlemek için; 1-15 volt ve 200-300 amper akım altında, ortam sıcaklığında, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit türevleri kullanılır. Gerekli görüldüğü durumlarda sodyum siyanür eklenir.

4.2.4 Saf su ile durulama

İş parçasında elektrolitik yağ almadan arta kalan kimyasalların arınması ile bir sonraki aşamaya mevcut kirliliklerin aktarılması engellenir.

4.2.5 %3'lük sülfürik asit su durulaması

Ön işlemlerdeki tanklardan gelen alkaliteyi yok etmek için %3'lük sülfürik asit içeren çözelti içerisinde yapılan durulama işlemidir.

4.2.6 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan kirliliğin arınması ile bir sonraki aşamaya kirliliklerin aktarılması önlenir.

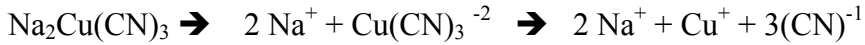
4.2.7 Siyanürlü bakır kaplama

Sodyum siyanür, bakır siyanür hammadde olarak kullanılır. Çözelti içerisinde ultinal parlatici ve nemlendiriciler bulunmaktadır. Ph:10 -12 civarında, 3 - 5 volt gerilimdeki 250 - 300 amper akım altında çalışılır.

Siyanürlü bakır kaplama gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar;



(çözünmez) (çözünebilir)



Çözelti içerisinde serbest şekilde gezen bakır iyonları iş parçasının üzerine tutunur ve birinci kaplama işlemi sonlanır.

4.2.8 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan siyanürlü bakır kaplamadan kaynaklanan kimyasalların arınması ile kirliliklerin bir sonraki aşamaya taşınması önlenir.

4.2.9 %3'lük sülfürik asit su durulaması

Ön işlemlerdeki tanklardan gelen alkaliteyi yok etmek için %3'lük sülfürik asit içeren çözelti içerisinde yapılan durulama işlemidir.

4.2.10 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan kimyasalların arınması ile bir sonraki aşamaya kirliliklerin taşınması engellenir.

4.2.11 Asitli bakır kaplama

Bu kaplama nikel kaplanmadan önce yüzeyin daha parlak ve pürüzsüz hale gelmesi için kullanılan bir prosestir. Amaç sadece görüntüdeki kaliteyi arttırmaktır. Hammadde olarak bakır sülfat ve sülfürik asit kullanılır. Kaplanacak malzeme için anot olarak saf bakır madeni kullanılır. Tankın ph değeri 1'in altında tutulur. 15-20 voltluk gerilimde 3 amper akım verilerek kaplama yapılır. Her firmaya özel parlatici, taşıyıcı ve nemlendirici kullanılır.

4.2.12 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan kimyasalların arınması ile bir sonraki aşamaya kirliliklerin taşınması engellenir.

4.2.13 Parlak nikel kaplama

Kaplanan metalin korozyonunu arttırmak ve dekoratif bir güzellik kazandırmak amacıyla kaplanır. Asitli bakır ile benzer akım aralıklarında çalışma yapılır. Hammadde olarak nikel sülfat, nikel klorür ve borik asit kullanılır. Ph ayarlaması için sülfürik asit ve amonyak kullanılır ve Ph 4.5-5.5 arasına ayarlanır. Firmaya özel parlatici, taşıyıcı ve kurutucu kullanılır. Anot olarak ize saf nikel kullanılır.

4.2.14 Saf su ile durulama

İş parçasında bulunan nikel kaplamadan kaynaklanan kimyasalların arınması ile kirliliklerin bir sonraki aşamaya geçmesi engellenmiş olur.

4.2.15 Krom kaplama

Nikel kaplama ile sağlanan dayanıklılığı arttırmak ve dekoratif olarak kaplamanın rengini kendi rengine çevirmek için kullanılır. Krom kaplamada hammadde olarak kromik asit kullanılır ve çözeltide iletkenliği sağlamak için ise sülfürik asit kullanılır. Anot olarak ise %7 kalay alaşımli kurşun kullanılır.

5 PROSESTE OLUŞABİLECEK GENEL TEHLİKELER VE BU TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN SAĞLIK VE GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

5.1 Proseste Oluşan Genel Tehlikeler

Elektrometal kaplama tesislerinde birbirinden farklı hem katı hem de sıvı olmak üzere pek çok kimyasal kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasalların taşınması, tartılması, çözelti oluşturmak için kullanılması sırasında pek çok tehlikeler ortaya çıkabilmektedir.

Elektrometal metal kaplamalar bir çözelti içerisinde gerçekleştiği için kaplanacak malzemenin çözelti içerisine daldırılması ya da çözülden çıkartılması sırasında zemine bir miktar da olsa çözelti dökülmektedir. Dökülen bu sıvı çalışanlar için kayıp düşme riskini ortaya çıkarmaktadır.

Kaplama tesisinde kaplanacak materyallerin yüzeylerinin keskin olabilir bu da çalışanların dikkat etmemesi ile birlikte çalışanların ellerinde ve kollarında kesiklere neden olabilir.

Dekoratif kaplama banyolarında belirli sıcaklıklarda çalışılmaktadır. Kaplama banyolarında malzeme daldırma veya çıkarması sırasında banyo içindeki çözülden sıçraması söz konusu olabilir. Bunun akabinde ise deride tahrişe ve yanıklara neden olabileceği gibi göze temas etmesi gibi ciddi sorunlarda ortaya çıkabilir.

Kaplama banyolarının çözümleri oluşturulurken pek çok kimyasal madde karıştırılır ve bu esnada kimyasal reaksiyonlar gerçekleşir. Eğer kimyasal tepkimeyi oluşturacak maddelerin sırası veya miktarı olması gereken gibi konulmamış ise istenmeyen yeni bir kimyasal reaksiyon oluşur bu da parlama, patlama veya yangına neden olabilir.

Kaplama banyolarında korozif sıvılarda kullanılmaktadır. Bu tür tehlikeli sıvıların kontrolsüz kullanımı yanıklara neden olabilir.

Dekoratif kaplamanın en tehlikeli kaplama banyolarından biri olan krom kaplama banyosunda oluşan zehirli gazların çalışanların solunması, krom banyosun ile birlikte diğer banyolarda kullanılan asitler ve aerosoller de çalışanın solunum bölgesini tahrişine neden olmaktadır.

Kaplama banyolarında kullanılan bazı kimyasalların başlı başına kullanımı dahi tehlike arz etmektedir. Bu nedenle kullanılan tehlikeli kimyasalların depolanması, taşınması ve kullanımı gibi durumlarda kesinlikle malzeme güvenlik bilgi formlarına uygun şekilde hareket edilmelidir. Kaplama esnasında oluşan tehlikeleri sınıflanırsa;

5.1.1 Kazalara yol açan tehlikeler

- Sulu çözeltiler ve solventlerin yere dökülmesi sonucu ıslak zeminde kayıp düşme,
- Sıcak kaplama banyolarındaki sıçramalardan, solvent ve diğer sıvıların buharlarından kaynaklanan yanıklar,
- Sıcak kaplama banyolarındaki sıçramalardan, solvent ve diğer sıvıların buharlarından kaynaklanan yanıklar,
- Kaplanacak materyalin keskin tarafıyla oluşabilecek kesik ve çizikler,
- Temizleme esnasında uçan parçaların gözleri hasara uğratması,
- Yüzey temizleme işlemlerinde kullanılan solventlerden, metal tozlarından ya da hidrojen gazı içeren kaplama proseslerinden kaynaklanabilecek patlama ve yangınlar,
- Kontrolsüz kimyasalların karıştırılması sonucu oluşabilecek güçlü kimyasal reaksiyonlar,
- Yüzey kaplama ve hazırlık işlemlerinde kullanılan kimyasallardan kaynaklanabilecek akut zehirlenmeleri,
- Kaplanacak materyalin tankın içine düşürülmesi ile tank içi sıvının gözlere sıçraması,

5.1.2 Fiziksel tehlikeler

- Kaplama ve temizleme işlemlerinde kullanılan mekanik aletlerden kaynaklanan gürültülere maruz kalma,
- Olumsuz çevresel faktörlere maruz kalma, (yüksek sıcaklık ve nem)

5.1.3 Kimyasal tehlikeler

- Organik çözücüler ve çeşitli temizlik formülasyonları ve onların buharlarına maruz kalma,
- Kaplama ve yüzey hazırlama banyoları gaz evrimi ve spreyler ile diğer mekanik işlemleri tarafından oluşturulan potansiyel olarak tehlikeli metal tozları maruz kalma(parlatma, temizleme fırçalama, vb.)
- Kaplama yapılan tesislerinde kullanılan kimyasalların çoğunun solunum yolu ile alınmasıyla oluşabilecek kronik zehirlenme,
- Temizlik maddeleri, asit ve alkali çözeltileri, organik çözücülere derinin maruz kalma sonucu oluşan dermatozlar,
- Asit ya da alkali buharlar veya aerosoller ve diğer kimyasalların (solunum yolu özellikle) mukoza zarının tahrişi,

5.1.4 Biyolojik tehlikeler

- Elektrometal kaplama işinde çalışanlarda spesifik biyolojik tehlikeler tespit edilmemiştir.

5.1.5 Ergonomik psikososyal ve örgütsel faktörler

- Bilinçsiz çalışma duruşları ile ilgili kas-iskelet yaralanmaları(kaplama tanklarına materyalleri yerleştirirken dikkatli duruş sergilememe)
- Ağır yüklerin toplu taşınması, metal kaplama için kullanılacak kimyasal varillerinin kontrolsüz hareket ettirilmesi,
- Uzun süreli koruyucu kıyafetler kullanımına ait psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklar(ağır botlar, önlük ve diğer geçirimsiz parçaları dahil) ve işin tehlikeli yönlerinin bilincinde olarak oluşan korkular

5.1.6 Diğer tehlikeler

Elektrometal kaplama sisteminde elektrikten kaynaklanabilecek tehlikeler; topraklı olmayan iletkenler, hasarlı yalıtım, kırık prizler ve sistemden kaynaklı korozyona uğramış sistem parçaları ve ısıtıcılardır.

5.2 Prosesteki Genel Tehlikelere Karşı Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri

Tüm tesis güvenli çalışma koşullarını sağlayacak şekilde dizayn edilmeli. Tesisin adımlarının tanımlanması, değerlendirilmesi ve sonrasında ise tehlikeleri kontrol etmek için adımlar atılmalıdır. Yapılan değerlendirme sonucunda sağlık ve güvenlik için acil bir tehlike durumunda, tehlike kontrolü için gecikmeden eyleme geçilmelidir. Bunun için öncelikle toplu koruma önlemi alınmalı ve gerekli görüldüğü takdirde diğer güvenlik önlemlerinden de yararlanılması gerekmektedir.

5.2.1 İkame

Bir süreçten tamamen tehlikeli maddelerin ortadan kaldırılması, genellikle mümkün olacağını öngörülmemektedir. Bununla birlikte, tehlikeli madde ile az tehlikeli madde ikame ettirilmelidir. Su bazlı bir ön-muamele işlemi ile solvent kullanan bir yağ giderme işleminin değiştirilmesi örnek olarak verilebilir.[17]

5.2.2 İzolasyon

İşçiler kaplama yaparken tamamen bir izolasyonunu sağlamak mümkün değildir, etkin bir lokal aspiratör sistemi tehlikelerin azaltılmasında tercih edilebilir bir yöntemdir. Kaplama işlemlerinde eliminasyon sistemi ilk olarak krom kaplama tankı için geliştirilmiştir. Krom kaplama sisteminde uygulanan prosedürler diğer tanklarda da uygulanır.[17]

5.2.3 Mühendislik kontrolleri

Krom kaplama tankında elektrik verimi oldukça düşüktür ve bu elektriksel verim ile katottan salınan hidrojen gazı ile tank içinde kromik asit kabarcıklarının oluşumuna neden olur. Yüzeyde oluşan bu kabarcıklar kromik asit buharlarına neden olur. Kontrol sistemlerinin asıl amacı kromik asit salınımını minimize etmek içindir. Kontrol sistemleri sıralanacak olursa; hava tahliye sistemi, çözeltilerin yüzey gerilimini değiştirmeye yönelik buhar gidericiler ve küçük plastik topları içerir. Buhar baskılayıcılar ve küçük toplar kullanmak yerine egzoz havalandırma sistemi kullanılması önceliklidir. Sadece binanın yapısını korumak için bile egzoz havalandırma sisteminin kaplama yapılan bölgeye kurulması gerekir.[17]

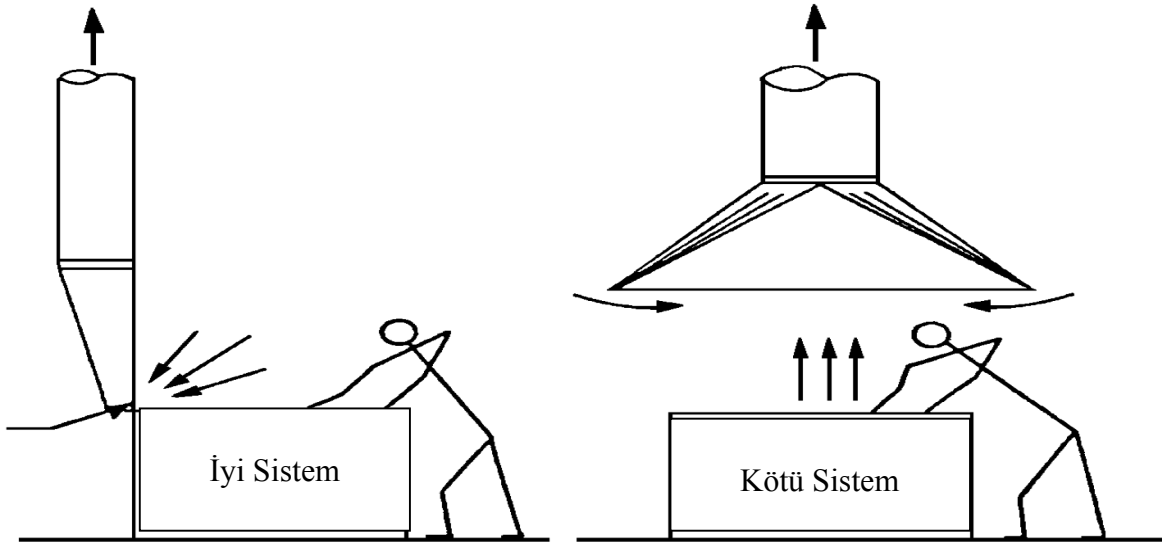
5.2.3.1 Egzoz havalandırma

- Egzoz havalandırma aşağıdaki ilkelere uygun olarak tesis edilmelidir;

- Potansiyel tehlikelere yakın yerlere konumlandırılması gerekir.
- Kaplama tankı etrafına yapılan sistem rastgele şekilde değil, sistematik bir şekilde düzenlenmeli; hem tank tam kapasite çalışmalı hem de çalışana gelecek olacak zehirli buharlar havalandırma yöntemi ile tam şekilde korunmalıdır.
- Hava girişleri hava çıkışından kirlenmiş havayı çekmelidir. Egzoz havası devir daim edilmemelidir.
- Kanallar çatlaklara dayanıklı malzemelerden yapılmalı ve titreşimli çalışmamalı, yön değişimi olmayan sabit bir yapıda konumlanmalıdır.
- Vantilatör parçaları, fan kanatları ve yataklar gibi korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmış olmalıdır.
- Etkili bir denetim ve bakım programı tüm havalandırma tesisi için ayarlanmış olması gerekir.
- Havalandırma sistemi tavsiye yakalama hızı (saniye/0.5 metre) emisyon noktasında bir koruma sağlamak için yeterli olmalıdır.
- Egzoz havalandırma gereksinimleri tesisin türüne göre değişir. Tanka çalışanın erişimine engel olmadan kirletici konsantrasyonu en aza indirecek bir sistem uygulanmalıdır.
- Egzoz havalandırma sistemleri mevcut en son teknoloji kullanılarak dizayn edilmelidir. Sisteme taze hava verilir ve kirli hava operatörden uzak bir şekilde çekilerek ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Elektrometal kaplama tesislerinden kaynaklanan hava emisyonları çevre yönetmeliklerine uygun olarak kullanılmalıdır.
- Açık yüzey tanklarında kullanılan havalandırma sistemlerine ait egzoz havalandırması ilkeleri ve bunları gösteren şemalar aşağıda verilmiştir. [17]

5.2.3.2 Hava akım yönü

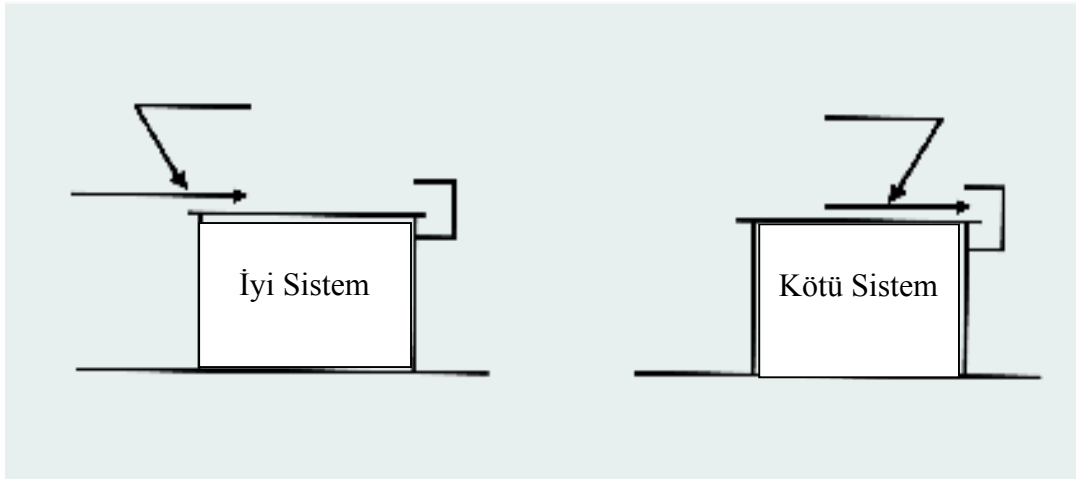
Kirli hava, çalışanın solunum bölgesine gelmeden uzaklaştırılır.



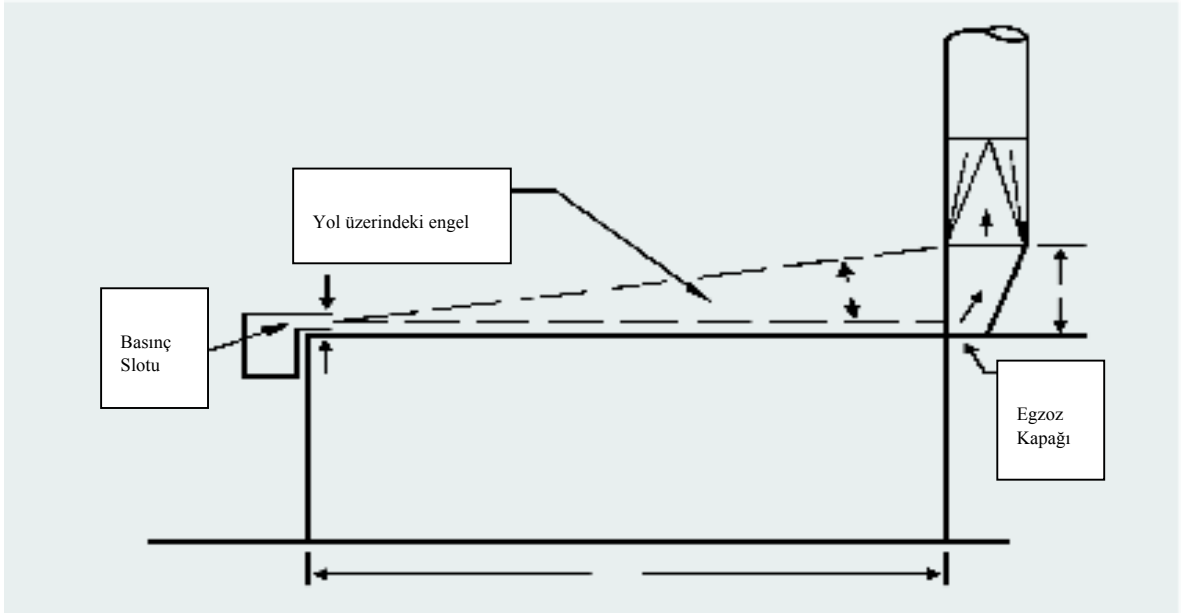
Şekil 5.1: Hava akım yönü şekli [17]

5.2.3.3 Tanklarda Serbest Tahtalar

Kirlenen havayı yakalamak için yeterli derecede hava akışı oluşturmak gerekir. Uygun standartlar genellikle; m / dk, kaynağında yakalama ise; m³/dk veya m³/dakika/ kaynak şeklindedir.[17]



Şekil 5.2: Tanklarda serbest tahtalar [17]



Şekil 5.3: İtme çekme davlumbazı [17]

5.2.3.4 İtme-Çekme Davlumbazı

5.2.3.5 Buhar önleyiciler

Bir buğu giderici kullanıldığı durumlarda, konsantrasyonu, etkili bir seviyede muhafaza edilmesinin sağlanması önemlidir. Tanka buhar önleyicinin düzenli eklemeler gerektirir.[17]

5.2.3.6 Sıcaklık kontrolü

Kontrolünü gerektiren tüm tankların sıcaklığı ürünün üreticisi veya tedarikçisi tarafından belirlenen sınırlar içinde tutulmalıdır.[17]

5.2.4 Kişisel korunma önlemleri

Çalışanlara, çalışma ortamına uygun olarak koruyucu giysi ve ekipman temin etmek iş verenin sorumluluğundadır.

Çalışanlar, kendileri için sağlanan koruyucu ekipman ve giysiler kullanması sorumluluğundadır.

5.2.4.1 Koruyucu ekipmanlar

5.2.4.1.1 Eldiven

Kaplama tankında çalışanlara temin edilen eldivenler yapılan kaplamaya uygun özellikle olmalıdır. Temin edilen eldivenler çalışanların dirseklerine kadar ve PVC gibi maddeden yapılmış geçirimsiz özellikte olmalıdır. Tüm çalışanlara ve herkesin kendi el boyutuna uygun şekilde olacak büyüklükte ve çalışmalarına engel teşkil etmeyecek ölçüde olan eldivenler tercih edilmelidir.[17]

Eldivenlerin astarları pamuktan yapıldığı için terleme yapabilmektedir ve bu nedenle günlük temizliğe dikkat edilmeli ve gerekirse eldivenler her gün, gün sonu yıkayıp bir sonraki güne hazır edilmelidir.

Eldivenler kullanılmadığı zaman uygun yerlerde muhafaza edilmeli ve yağ arındırma, nikel kaplama gibi cilt tahrişine neden olma ihtimali yüksek olan kaplama tanklarına yakın yerde muhafaza edilmemesi sağlanmalıdır.

5.2.4.1.2 Kıyafet ve yüz koruma

Kaplama sırasında uygun tulumlar giyinilerek tehlikeli maddelerin cilt ile temasına engel olunmalıdır. Geçirimsiz önlükler, tulumların üzerine giyinilerek tanklarda bulunan tehlikeli çözeltilerin sıçraması sonucu oluşacak olumsuzlukların önüne geçilmelidir.[17]

Ayakkabı tercihinde ise aside dayanıklı olan ayakkabılar tercih edilmelidir. Eğer çalışma esnasında tanktaki çözeltilerin yüze sıçraması söz konusu ise yüz siperi, uygun gözlük ve gerekirse yüz kalkanı kullanılmalıdır. Kullanılan bu koruyucu ekipmanlar günde en az bir defa yıkayıp sterilize edilmelidir.

Kullanılmış olan ekipmanlar ile temiz olanlar farklı dolaplara konulmalıdır. Koyucu ekipman temizliği belirli bir periyotta yapılmalı ve belgelenmelidir.

5.2.4.1.3 Maskeler

Kaplama için kullanılan maskeler, ortamda var olan kirleticilerin konsantrasyonunu azaltmak için uzun süreli kullanılmamalıdır. Genellikle kısa süreli olarak kullanılmalı, gün boyu kullanılmamalıdır.

Yüz maskeleri kişiden kişiye aktarımlı kullanıldığı vakit enfeksiyona neden olacağından kişiye özel olmalı ve çalışandan çalışana tekrarlı kullanımına izin verilmemelidir.

Çalışanlar, kullanacakları maskeler için nasıl kullanılması ve muhafaza edilmesi konusunda eğitilmelidir.

Maskeler, çalışma alanına yakın bir yerde ve kirli olmayan ortamda tutulmalıdır.

Herkesin bulabileceği, işaretlenmiş ve tehlike bölgesine yakın olan yerlerde muhafaza edilmelidir.

5.2.5 Diğer güvenlik önlemleri

5.2.5.1 Elektrik önlemleri

Elektrometal kaplama yapılan bir firmada oluşabilecek tehlikeler düşünüldüğünde ilk akla gelen tehlikelerden biride elektrikten kaynaklanan tehlikelerdir. Bu nedenle elektrikten kaynaklı tehlikeleri önlemek için de çalışma yapılması gerekmektedir.

İlk olarak sistemin kullandığı güç devrelerine aşırı yüklenmeyi önleyici uygun sigortalar ve devre kesiciler kullanılmalıdır. Kaçak akım rölesi kullanılması sağlanarak firmada olası olumsuz durumda elektriklerin devre dışı bırakılması sağlanmalıdır.[18]

Kaplama sisteminde kullanılan cihaz ve ekipmanlar; nemli, ıslak ortamda ve kullanılan kimyasallardan dolayı korozyona uğrayabileceği için izolasyonu iyi şekilde tertip olanlar tercih edilmeli ve bu cihazların rutin kontrolleri sağlanmalıdır.

Firma tesisatı yetkili kişiler tarafından yapılmalı ve kaplamada kullanılacak olan elektrikli aletler ve makineler yetkili kişi tarafından onay almalıdır.

5.2.5.2 Yürüme yolları

Kaplama tanklarının bulunduğu zeminler genellikle ıslaktır ve çalışanların kayıp düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle kaplama tanklarının zeminin üzerine iç içe geçmiş bir tabakadan oluşan yüksek platform monte edilmelidir. Böylelikle tanklardan sıçrayan çözeltiler, tabakaların arasından akar ve çalışanların bulunduğu zemin kısmi de olsa kuru kalmış olur.[17]

5.2.5.3 Tehlikeli atıkların kontrolü

Elektrometal kaplama tesisi, metal tuzları, asitler, alkali ve siyanür gibi kimyasallar kullanır. Kullanılan bu tehlikeli maddelerin atıklarının doğru etiketlenmiş bir şekilde bozunmadan muhafaza edilmelidir. Tehlikeli maddelerin bulunduğu kaplardaki etiketler; ürün, risk ibareleri ve güvenlik ibarelerini içermelidir.

Kaplama tesisindeki yağ alma ve yıkama durulama tanklarında biriken yağlar ve sıvılar, kaplama için kirlilik oluşturduğu vakit değiştirilmektedir. Tanklardaki bu sıvılar değiştirilirken yağ ile karışmış halde bulunan kimyasal sıvılar, tesisin bulunduğu sanayi sitesinin arıtma tesisine gönderilerek bertaraf edilmelidir.

Tesisten kaynaklanan atıklar, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun şekilde bertaraf edilmelidir.

5.2.5.4 İlk Yardım

Tesis içerisinde bir kaza meydana geldiği zaman doğru ve hızlı ilk yardım önlemleri gerekmektedir. Tesiste çalışan sayısı baz alınarak gerekli sayıda ilk yardım eğitimi almış çalışan bulunması gerekmektedir. İlk yardım çantası, çalışma alanına yakın yerde bulunmalıdır.[17]

İlk yardım esnasında yapılması gerekenler;

- Hava yolunun açık olduğundan emin olmak
- Solunumun yeterli olduğundan emin olmak
- Dolaşımın yeterli olduğundan emin olmak (kalp masajı yapılması ve kanamanın durdurulması gibi.)
- Kusan kişiye ve bilinci yerinde olmayan kişiye bir şey yedirip içirmemek

Kaplama tesisinde karşılaşılan kazaların genelinde;

- Asit ve alkali çözeltinin cilde temasında;
 - 10 dakika içerisinde direk su ile yıkanmalı
 - Yıkama esnasında kirlenmiş giyişiler çıkartılmalı
 - Kullanılan kimyasalların MSDS'lerine uygun şekilde ilk yardım uygulanmalı
- Asit veya alkali çözelti yutulmasında;
 - Kusturulmamalıdır.
 - Kullanılan kimyasalların MSDS'lerine uygun şekilde ilk yardım uygulanmalıdır.
- Göze sıçramalarda;
 - Derhal müdahale edilmelidir.
 - Kazadan sonra ilk 15 dakika içerisinde göz yıkaması yapılmalı ve gözün açık olduğuna dikkat edilmelidir.

- Göz yıkama işlemi ve göz ile gerçekleşen kazalara müdahalelerde; kaplamada kullanılan kimyasalların MSDS'lerine uygun şekilde ilk yardım uygulanmalıdır.

5.2.5.5 Güvenlik işaretleri

Güvenlik işaretleri, çalışanların sorumluluklarını hatırlatmak ve olabilecek tehlikeleri belirtmek için kullanılırlar. Kullanılan güvenlik işaretleri, tehlikeli ortamda çalışanın görebileceği ve okuyup anlayabileceği şekilde konumlanmalıdır. Örneğin, kaplama tanklarının karşısına, kaygan zemin, eldiven kullan, gözlük ve maske kullan gibi güvenlik işaretleri konulmalıdır. [18]

Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliğinde belirtildiği üzere elektrometal kaplama firmasında kaplama tanklarının görünebilir kısımlarına kullanılması gerekli sağlık güvenlik işaretlerine aşağıdaki sağlık ve güvenlik işaretleri örnek olarak verilebilir;



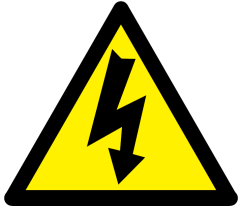
Tehlikeli Madde



Aşındırıcı Madde



Düşme Tehlikesi



Elektrik Tehlikesi



Zararlı ve Tahriş

Edici Madde



Tehlike



Gözlük Kullan



Eldiven Kullan



Maske kullan



İş ayakkabısı kullan



Yüz Siperi Kullan



Koruyucu Elbise Giy

6 HAZOP (TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK)

6.1 Giriş

Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP); planlanan veya var olan sürecin ve işleyişin, personel, araç-gereçler veya verimli çalışmanın üzerinde oluşturabileceği riskleri tanımlamak ve değerlendirmek amacı ile yapılandırılmış sistematik bir çalışmadır. Tehlike ve işletilebilirlik çalışması, multidisipliner bir takım(HAZOP Takımı) tarafından bir veya daha fazla toplantıda rehber kelimeler üzerine temel alınarak gerçekleştirilen niteliksel bir tekniktir. Tehlike ve işletilebilirlik(HAZOP); işleyiş doğrulama yapısıdır. İşleyiş geliştirme yapısı olarak kullanılmamalıdır. [19]

Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP) ön mühendisliğin tamamlandığı ve temel tasarımın netleştiği seviyede kullanılmalıdır. Bu bütün işleyiş yapısını, iş akış şemasını, iş ekipmanının ara bağlantılarını, tesis ve ekipmanın düzenini, işleyiş felsefesini, kontrol ve aygıtların felsefesini, yan gereksinim ihtiyaçlarını, ana ekipmanların seçimi ve tarifini, koruyucu sistemleri, çalıştırma ve kapatma sistemlerini içerir. Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP), işler halde olan bir işletmedeki riskleri azaltmak ve işleyiş sorunlarına karşı yapılması gereken değişiklikleri tanımlamada uygulanabilir. [19]

6.2 Tehlike ve İşletilebilirlik(HAZOP) Takım Üyelerinin Seçimi

Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP) çalışması en az 4 kişi içeren bir takım çalışmasıyla uygulanır. Belirlenen projedeki gerekli bilgi ve beceriye sahip olan HAZOP takım üyeleri, sorumlu çalışan ve HAZOP lideri tarafından seçilip aşağıdakileri içerir:

- Müşteri temsilcisi,
- İşleyiş bilgisi olan biri,
- Güvenlik bilgisi olan biri,
- Çevre bilgisi olan biri,

- Benzer çevrelerde işletme/bakım tecrübesi olan biri,
- Mühendislik/Tasarım bilgisi olan biri,
- Sekreter,

HAZOP çalışmasının büyüklüğüne ve niteliğine bağlı olarak bu takım üyeleri değişebilir. Yine de, potansiyel riskin büyüklüğüne bağlı olarak son seçim HAZOP lideri ve/veya sorumlu çalışanın inisiyatifindedir. [19]

HAZOP takımına seçilen üyelerin, HAZOP işleyişi ile ilgili işbirliğinde olması beklenir. [19]

6.3 HAZOP Yönetimi

6.3.1 HAZOP toplantısı prosedürü

HAZOP toplantısında, Hazop lideri takımını yönetmek aşağıdaki adımları uygulamak için başkan olarak hareket eder.

a.Proje sunumu

1. Tüm takım üyelerinin HAZOP işleyişini bildiğinden emin olmak.
2. Takıma projeyi açıklamak.
3. Öngörülen işleyişi gözden geçirmek ve "İşleyiş ve araçlar şeması" ile değişiklik yapmak ve işleyişinden bahsetmek.

b. HAZOP çalışmasının uygulanmasının nasıl olduğunun açıklanması

1. Detaylı gözden geçirme için özel bir sistem seçimi ve tasarım biçimini o sistem için tanıtmak.
2. HAZOP rehber kelimeler aracılığıyla, HAZOP iş akış şemasını oluşturmak.
3. Her bir rehber kelime için, normal çalışma şartları dışında oluşabilecek sapmaları, rehber kelimelerin ışığında tespit etmek.
4. Eğer sapma oluşursa, sapmaya neden olabilecek nedenleri tanımlamak.
5. Sapma meydana gelmesi halinde olası sonuçları tanımlamak.
6. Tanımlanan sonuçlarla ilk risk değerlendirmesini uygulamak.
7. Sonuçları engellemek veya hafifletmek için önerilmiş olan tedbirleri gözden geçirmek.

8.Risk seviyesini kabul edilebilir bir seviyeye çekmek için önerilmiş olan tedbirlerin seviyesini değerlendirmek, uygun olmaması halinde sonuçlara ve önerilmiş olan tedbirlere bağlı olarak farklı faaliyet önermek.

9.Diğer sistem için prosedürü adım (a) ‘ dan itibaren tekrar etmek.

10.Devamlı şekilde HAZOP çalışma kayıtlarını ve diğer faaliyetleri kayıt etmek.

c. Uygulamanın nasıl kayıt altına alınacağıının açıklanması

1. HAZOP Çalışma Kaydında;

- Proje başlığı
- Proje numarası
- Proje kapsamı
- Çalışma tarihi
- Katılımcı isimleri, ünvanları

2. HAZOP çalışmalarına ait tartışmalarının imzaları

3. Çalışmada kullanılan proseslerin orijinallerinin kopyası

4. Kullanılan kılavuz kelimeler ve varyasyonları

5. Çalışma uygulama akış şemasının özetinin onaylanması

6. Çalışma uygulama akış şemasının tamamının onaylanması

6.3.2 Sistem

Sistem, işleyiş veya operasyonun amaçlanan yapının dışında olası sapmalarını değerlendiren özel alanı veya mantıksal bir parçasıdır. Örnek olarak, ısı eşanjörü, kazan, pompa, kompresör, birbiriyle bağlantılı boru hattı, hat grupları verilebilir. [19]

6.3.3 Tasarım Amacı

Tasarımın amacı, işleyişin sistem çalışmasının ardından nasıl tepki vereceğini açıklamaktır. Bu niteliksel olarak besleme, reaksiyon, transfer, ısıtma ve sayısal olarak basınç, sıcaklık, akış gibi işleyiş parametrelerini açıklar. [19]

6.3.4 HAZOP kılavuz kelimeler

HAZOP kılavuz kelimeleri, HAZOP analizi yürütülmesinde temel destek unsurlardır. Tasarım amacındaki sapmaların belirlenmesi için önceden belirlenmiş kılavuz kelimeler kullanılarak sorgulama işlemi gerçekleştirilir. Kılavuz kelimelerin amacı; fikir ve tartışma ortamı oluşturmak için yaratıcı düşünmeye teşvik etmektedir. [20]

HAZOP çalışmalarında kullanılan kılavuz kelimeler, her bir sistem için ayrı HAZOP takımı tarafından karşılaştırılır. [19]

Çizelge 6.1: HAZOP Kılavuz kelimeler

Kılavuz Kelime	Anlamı	Yorumlar	Örnek
Hayır Yok Asla	Bütünüyle olumsuz	Tasarım biçiminin hiçbir kısmı başarıya ulaşmadı, bunun dışında bir şey olmadı.	Akış yok
Daha, Daha yüksek/ iyi	Adet artışı	Akış derecesi ve sıcaklıkta ısı ve reaksiyonda olduğu gibi artıştır.	Daha fazla akış
Daha az Daha düşük	Adet düşüşü	Akış derecesi ve sıcaklıkta ısı ve reaksiyonda olduğu gibi azalıştır.	Daha az akış
Olduğu üzere	Nitelik artışı	Bütün tasarım ve işleyiş amacının bazı ek aktiviteler ile uygulanması.	Akış ile birlikte başka bir şey
Bir kısmı	Nitelik düşümü	Dizayn amacının sadece bir kısmının başarıya ulaşması, bir kısmının ulaşmaması.	Kısmi akış
Tersi	Tam tersi mantıkta	En çok akış, kimyasal reaksiyonlar gibi aktiviteler için kullanılır. Aynı zamanda zehir ve panzehir gibi maddeler için de kullanılır.	Ters akış
Haricinde	Bütünüyle yerine koyma	Asıl amacın hiçbir kısmı başarıya ulaşmadığı ve bu amacın başka bir şeyle değiştirildiği durum.	Akış dışında bir şey
Daha erken	Çok erken veya yanlış sırada	İşleyişin adımları veya faaliyetleriyle bağlantılıdır.	Erken akış
Daha geç	Çok geç veya yanlış sırada	İşleyişin adımları veya faaliyetleriyle bağlantılıdır.	Geç akış
Başka bir yerde	Ek alanlar	İşleyiş alanları veya alanların içerisindeki çalışma prosedürleriyle ilgilidir.	Akışın farklı yerde gitmesi

Çizelge 6.2: HAZOP Risk değerlendirme parametreleri

HAZOP Risk Değerlendirmesi Parametreleri			
Akış	Ph	İlave	Kontrol
Basınç	Viskozite	Karışım	Örnek Alma
Sıcaklık	Voltaj	Ayırma	Denetleme
Seviye	Hız	Reaksiyon	Bakım
Yapı	Frekans	Zaman	Bilgi

Aşağıdaki tablo rehber kelimeleri ve işleyiş parametrelerini kullanarak sapma yaratmayı örneklendirilebilir;

Çizelge 6.3: Örnek HAZOP şeması

Kılavuz Kelime	İşlem Parametresi	Sapma
Yok	Akış	Akış yok
Dahası	Basınç	Yüksek basınç
Olduğu gibi	İlk aşama	Çift aşama
Dışında	İşlem	Bakım

6.3.5 HAZOP risk değerlendirmesi

Risk değerlendirme, risklerin sapmalara ve onların potansiyel sonuçlarına bağlantılı olarak ölçümüyle, ve planlanan tedbirlerin yeterliliğinin saptanmasında ve diğer gerekli faaliyetlerde kullanılır.

Risk, planlanan tedbirler ve risk azaltıcı önlemler karara eklenerek tekrar gözden geçirilir. Özellikle güvenlik raporunda büyük olaylar olarak geçen kısımlarda risk değerlendirme; insanlara, iş yerine ve çevreye gelebilecek zarara bakılması gerekmektedir. Daha az önem arz eden riskler ile farklı tedbirler gerektiren durumlarda HAZOP çalışma takımının tecrübe ve kararı üzerine uygulanır.

Yüksek risk hallerinde, riskin azaltılması için genellikle birden fazla koruma katmanı gerekir. Eğer HAZOP takımı uygun görürse bölgede planlanan tedbirler olduğu sürece, istenmeyen riskler kabul edilebilir seviyeye düşürülür. Bunun için daha başka

bir işlem gerekmemektedir.

Büyük tehlike ifade eden olaylarda alınan önemlerin yeterliliği ve yapılacak diğer işlemlerin değerlendirilmesi için ise Katmanların Koruması Analizi (LOPA) gibi yüksek seviye risk değerlendirme teknikleri kullanılır. Bunun saptanması için iş güvenliği danışmanına danışılmaktadır.

Bir işletmede HAZOP risk değerlendirme uygulaması dört aşamadan oluşmaktadır.

a) Tanımlama aşaması: Genellikle risk değerlendirme ekibi üyelerinin ön tanımlama çalışmaları ile başlar. Uygun yetenek ve deneyime sahip farklı disiplinlerden oluşan uzmanların katılımı ile oluşturulan takım çalışması sonucu analize başlanır. HAZOP analizi her zaman pozitif düşünme ve dürüst bir tartışma ortamında yapılmalıdır. Bu aşamada; çalışma sınırlarını ve anahtar ara birimlerinin yanı sıra değerlendirme altında yapılacak anahtar varsayımlarını içerir. [20]

Tanımlama aşamasında risk, tehlike ve zarar kavramları tanımlanır ve işletme içinde ne gibi tehlikeler, riskleri doğurarak işletmeyi sağlık ve güvenlik açısından zarara uğratabilir onun değerlendirmesi yapılır.

Tehlike; fiziki yaralanma veya insan sağlığına zarar verme, mülke zarar verme veya çevreye zarar verme potansiyeli olarak tanımlanır.

Zarar; fiziksel yaralanma, kişi sağlığına, mal ya da çevreye verilen hasarlardır. Bir tehlike oluşumunun sonucudur ve birçok form alabilir. İş güvenliği, çalışan güvenliği, çalışma riskleri, düzenleme riski, çevresel riskler vs.

Risk; zararın ortaya çıkma olasılığı ve bu zararın şiddetidir. Risk tanımlama tekibi gereken durumlarda riskleri önem derecesine göre sıralar ve risk analizine öncelik verdiği riskten başlar .[20]

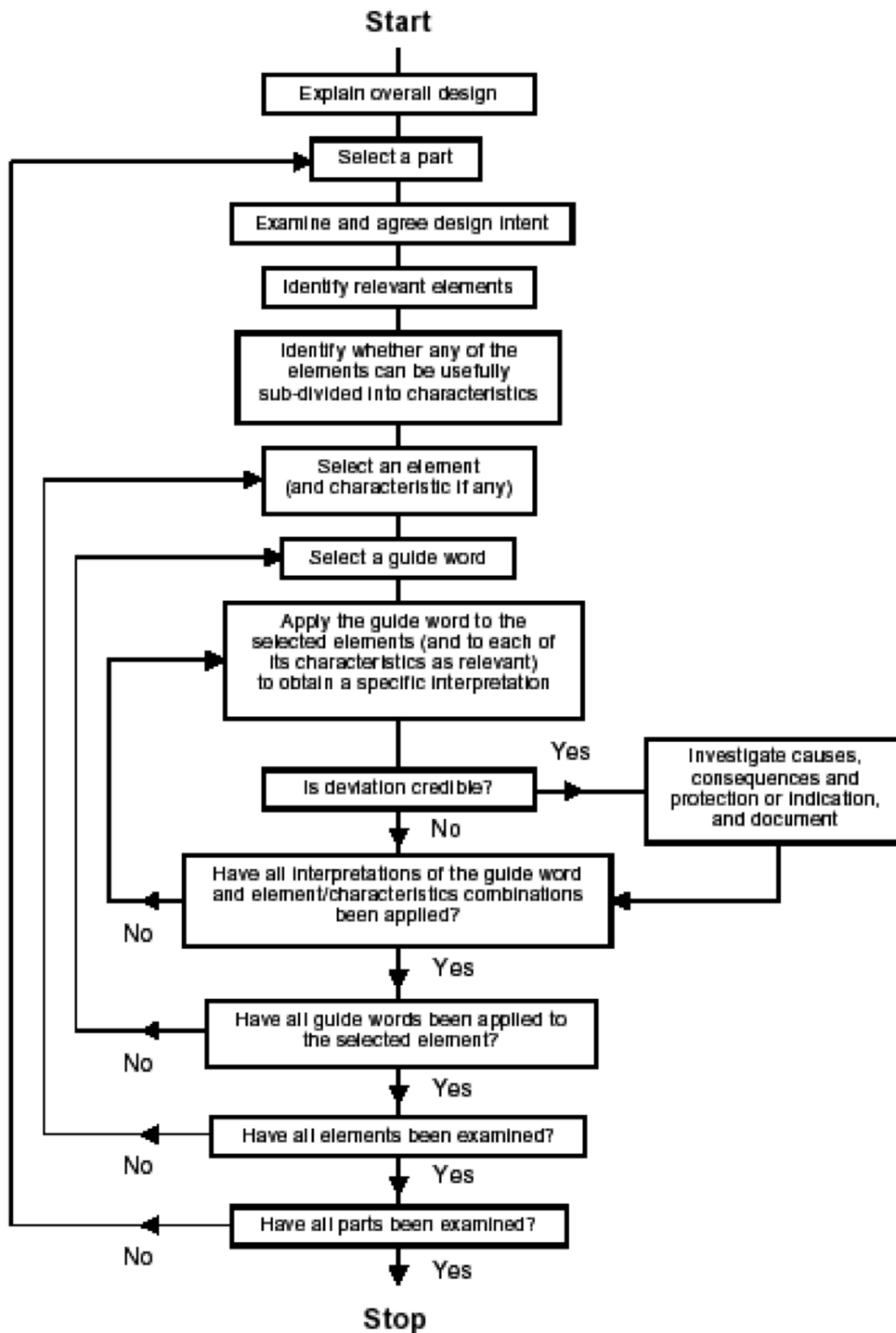
b) Hazırlık aşaması: Proje yönetim hazırlıklarının yapıldığı bölümdür. Analiz esnasında kullanılacak anahtar kelimelerin belirlenmesi ve belirli bir şablon haline getirilmesi bu aşamada yapılmaktadır. HAZOP analizi, rehber kelimelerin yardımıyla yapılmaktadır ve IEC 61882 Standardı baz alınarak uygulanmaktadır.

IEC 61882 standardına göre; Tasarım amacından sapmaları belirlenmesi, önceden belirlenmiş "anahtar" kelimeleri kullanarak bir sorgulama işlemi ile elde edilir. Anahtar kelimenin rolü, çalışmaya odaklanmak, fikir ve tartışma ortaya çıkarmak için, yaratıcı düşünmeyi teşvik etmektir. [20]

Risk değerlendirme ekibi, analizin kapsamında problemi belirlemek için anahtar kelimeleri tanımlamakla sorumludur. Tanımlanan anahtar kelimeler; iş akışındaki sapmaları belirlemek için ekip içerisinde beyin fırtınası oluşturmaya yardımcı olmaktadır. HAZOP alışması için anahtar kelimeleri belirlendikten sonra inceleme aşamasına geçilir.[20]

c) İnceleme aşaması: İnceleme aşamasına, analizlenecek sistem veya surecin tüm unsurlarının parçalara ya da bölümlere ayrılarak tanımlanması ile başlanır. HAZOP kılavuz kelimeleri, surecin tüm bölümlerine, parçalarına ya da adımlarına ayrı ayrı uygulanır. Buralarda oluşan sapmalar kapsamlı ve sistematik bir şekilde incelenir. Anahtar kelimeler ile elde edilen sapmaların mantıklı ve güvenilir sapmalar olup olmadığına bakılır. Eğer elde edilen sapmalar mantık dışı ve güvenilir olmadığı kanaatine varılırsa analize dahil edilmez ve belgelenmezler. Bu aşamaya ait akış şeması şekil 6.1' de gösterilmiştir. [20]

d) Dökümantasyon ve takip aşaması: IEC 61882 standardında verilen şablon ve kayıt formlarına göre HAZOP alışmalar dökümante edilir. HAZOP çalışmasının kayıt altına alınmasının nedeni; daha belirgin ve önceliklendirilme yapılmış risk değerlendirmesi yapılması, bazı şirket politikaları gereği, denetim ve izlenebilirliği kolaylaştırmak ve düzenleme gereksinimlerini uygun şekilde yerine getirmek içindir. [20]



Şekil 6.1: HAZOP İnceleme aşaması – Akış süreci [20]

6.3.6 Korunma önlemleri ve öneriler

Tedbirler, işletmeler, işleyişler veya prosedürlerin üzerinde olan sapmaların ortaya çıkma ihtimalini veya sıklığı azaltır veya sonuçlarını hafifletmek için uygulanır.

- a. Sapma olayı halinde uygulanacak olan hangi prosedürlerin tanımlanması.
- b. Muayene sıklığının arttırılması, kiritik malzemelerin servisinin veya kalibrasyonunun yapılması.
- c. Sapma haline işaret eden araçlar Örn.(göstergelerin ve operatörleri uyaran alarmların olması ve bunların işleyişi daha güvenli kılması)
- d. Sapmayı otomatik olarak telafi eden araçlar Örn.(Otomatik kontrol sistemi, genellikle işlem kontrolüne entegre edilmiş kısmı)
- e. Neden olabilecek sapmaları önleyen araçlar. Örn. (Aşırı akış vanası)
- f. Sapmaların artmasını engelleyen araçlar Örn.(Aktivitenin toplam hatası, kontrol sistemi veya acil durum kapatma (ESD) sistemi)
- g. Tehlikeli sapmalardan kurtaran araçlar.(Basınç emniyet vanası (PSV) ve havalandırma sistemleri [19]

Tanımlanan her bir neden ve sonuç senaryoları; alınan tedbirlerin, bir sapma olması halinde, sapmayı engelleyebilmek için veya sistemi korumak için yeterli düzeyde olmalıdır.[19]

Her bir senaryo genellikle birden fazla koruma katmanına sahiptir. Yüksek riskli sapmalardaysa, tedbirlerin yeterli olacağına karar verilmeden önce her bir koruma katmanının gözden geçirilmesinde fayda vardır.[19]

7 ELEKTROMETAL KAPLAMA YAPAN TESİSTE HAZOP RİSK DEĞERLENDİRME UYGULAMASI

7.1 HAZOP Risk Değerlendirmesi Yapılacak Proses

HAZOP Risk Değerlendirme uygulaması, elektrometal kaplama yapan dekoratif krom kaplama tesisine uygulanmıştır. Tesise giren herhangi bir numune (alaşım, metal, zamak) krom kaplama yapılanaya kadar bir dizi kaplama, yıkama ve yağ alma işlemlerine tabii tutulmaktadır. Bu işlemler gerçekleşirken birbirinden farklı özelliğe sahip kimyasal madde kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasal maddelerin haricinde kaplama tanklarında, kaplamanın gerçekleşmesini sağlayan diğer materyallerde bulunmaktadır.

Elektrometal kaplama, elektrolitik bir çözelti ile içerisinde gerçekleştiği için elektrik akımı, anot ve katot bulunmaktadır. Çözelti içerisindeki elektrik akımını sağlayan güç kaynağı olarak redresörler kullanılırken, elektrik akımını iletimini sağlamak için anot kullanılmaktadır. Anodun karşısına katot olarak ise kaplanacak numune kullanılmaktadır. Elektrolitik çözelti içerisine katot olarak konumlandırılan numune, redresörün alternatif akımı doğru akıma çevirerek çözelti içerisine vermesi ve çözelti içerisinde çözülmüş halde bulunan metal iyonlarının anottaki elektrik akımı yardımıyla katoda hareket etmesi ile katotta bulunan numune kaplanmış olur. Bu işlem genel hatları itibarı ile tüm kaplama tanklarında gerçekleşmektedir. Tesise giren numune ilk olarak kirliliklerinden arındırılır ve sonrasında belirli bir sıra farklı kaplama işlemlerine tabii tutulur. Her kaplama banyolarının aralarında banyolardaki kimyasalların birbirlerine bulaşmasına engel olmak için yıkama banyoları bulunmaktadır. Numune son olarak krom kaplanır, temizlenir, kurulanır, paketlenir, müşteriye teslim edilir.

HAZOP Risk Değerlendirmesi uygulanan tesis, küçük ölçekli olup, zemin katta bulunmaktadır. Firmanın ilk giriş bölümünde kimyasalların depolandığı alan bulunmaktadır. Kaplama yapılan bölüm içerisinde tanklar, U şeklinde

konumlandırılmış olup elektrik panosu paketleme bölümünün yanında bulunmaktadır. Redresör ise elektrolitik yağ alma tankı ile siyanürlü bakır kaplama arasına konumlandırılmıştır. Ofis bölümü, kaplama yapılan bölümü görecektir şekilde giriş kapısının yan kısmında yer almaktadır.

Tesis ağırlıklı olarak kimyasallarla çalıştığı için risk değerlendirme yöntemi olarak HAZOP Risk Değerlendirme yöntemi tercih edilmiştir. Risk değerlendirmesi, numunenin tesis içerisine girip kaplanıp tesisten çıktığı andaki tüm süreç içerisinde geçen işlemlere uygulanmıştır. Yapılan bu çalışmada değişen koşullar altındaki kaplama tanklarında kullanılan kimyasalların etkileşimi üzerine durulmuştur.

Risk değerlendirmesi olarak tercih edilen HAZOP uygulaması; detaylı veri toplama ve bunların doğru analiz edilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle yapılan bu risk değerlendirmesi işine hakim, detaycı ve bilinçli bir ekip tarafından yürütülmelidir.

7.1.1 Proseste risk değerlendirme çalışması

Bir firmada risk değerlendirmesi yapılmadan önce ilk yapılması gereken, risk değerlendirmesi yapılacak firma hakkında detaylı bir şekilde bilgi toplanmasıdır. Detaylı bilgi toplanması için risk değerlendirme ekibi kurulmalı ve ekip üyelerinin risk değerlendirilmesinin her aşamasına katılımı sağlanmalıdır.

Risk değerlendirme ekibi, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği'nde bahsedildiği üzere; işveren ya da işveren vekili, iş güvenliği uzmanı, iş yeri hekimi, iş yeri çalışan temsilcisi, iş yeri destek elemanı, iş yerindeki bütün birimleri temsil edecek şekilde belirlenen ve işyerinde yürütülen çalışmalar, mevcut veya muhtemel tehlike kaynakları ve riskler konusunda bilgi sahibi çalışandan oluşmalıdır. [1]

HAZOP Risk Değerlendirmesinde ekip içerisinde bilgi akışı çok olduğu için firma bünyesinde bulunan inşaat mühendisi, makine mühendisi, elektrik mühendisi gibi teknik yönden donanımlı kişilerinde ekibe alınması gerekmektedir. Risk değerlendirmesi yapılan firma ağırlıklı olarak kimyasallarla çalıştığı için risk değerlendirme ekibine ek olarak bir kimyager dahil edilmiştir.

Ekip kurulumu tamamlandıktan sonra ise firma içerisinde risk değerlendirmesi yapılacak olan faaliyetlerin tanımlanması gerekmektedir. Bir sonraki adım olarak ise risk değerlendirme planı oluşturulmalıdır. Bu planın oluşturulmasındaki amaç hangi

bölüme öncelik verilerek risk değerlendirmesinin yapılacağına kararlaştırılmasıdır. Öncelik sırası olarak yüksek riskli bölge tercih edilmelidir.

Oluşturulan risk değerlendirme planı, risk değerlendirme ekibine anlatılmalı, gerekli görülen kısımlar hakkında eğitilmeli ve ekibin risk değerlendirmesi yapması için ön hazırlık çalışmasına geçişi sağlanmalıdır. Risk değerlendirmesi yapılan elektrometal kaplama firmasındaki ön hazırlık çalışmasında kullanılan kimyasalların özellikleri, kullanım şekilleri, bertarafı, zehirli gaz çıkışı ve bunlara nasıl müdahale edileceği üzerinde durulmuştur.

Risk değerlendirmesi yapmaya hazır olan ekibin yanı sıra firmaya ait faaliyet alanı, kimyasalların depolandığı alan, sistem prosesi, ilk yardım ekibi, bakım onarım kontrol çizelgeleri, ortam ölçümleri, çalışanların sağlık raporları gibi pek çok bilgilerinde toplanması gerekmektedir. Elde edilen bu ve buna benzer veriler ve yapılan sistem incelemesi ile elde edilen bilgiler doğrultusunda firmada var olan ya da meydana gelebilecek tehlike ve riskler belirlenmelidir. Belirlenen bu tehlike ve riskler önem derecesine göre sıralanmalı, bu tehlike ve risklerden kimlerin daha fazla etkileneceği saptanarak risk kontrol önlemleri bu bilgiler ışığında uygulanmalıdır. Uygulanan risk değerlendirmesi tek defaya mahsus olmamalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği'nde yer alan sürelerle uygun olarak belirli sürelerde tekrarlanıp revize edilmelidir.

Risk değerlendirmesi yapılacak olan faaliyetleri basamaklandırarak olursak;

- 1-Proje ekibi tanımlanmalı
- 2- Risk değerlendirilmesi yapılan firmanın faaliyetleri tanımlanmalı
- 3-Risk değerlendirme planı oluşturulmalı
- 4- Risk değerlendirme ekibi kurulmalı
- 5- Risk değerlendirme için ön hazırlık yapılmalı
- 6- Tehlike ve riskler tanımlanmalı
- 7- Tehlike ve riskler önem derecesine göre sıralanmalı
- 8- Tehlike ve risklere kimlerin daha fazla maruz kalacağı belirlenmeli
- 9- Risk kontrol tedbirleri belirlenmeli

10- Risk değerlendirme son olarak gözden geçirilmeli ve gerekli görüldüğü zaman ya da revizyon tarihi geldiği zaman revize edilmeli

Yukarıda anlatılan bilgilerin doğrultusunda elektrometal kaplamanın bir dalı olan dekoratif krom kaplama yapan firmaya HAZOP Risk Değerlendirmesi uygulanmıştır.

Kaplama yapılan firmada öncelikli olarak kaplama yapılan bölümlerde gerçekleşen faaliyetlerin üzerinde durulmuştur. Kaplama yapılan bölümde dört adet kaplama tankı, iki adet yağ alma tankı, her tankın arasında bulunan toplam sekiz adet saf su bidonu, alkaliteyi yok etmek için ise iki adet sülfürik asitli durulama bidonu bulunmaktadır. Her tank için kullanılan kimyasal hakkında bilgi toplanıp, kullanılan bu kimyasalların birbirleri ile olan etkileşimleri doğrultusunda açığa çıkabilecek olan tehlikeler üzerinde durulup riskler minimuma indirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada, firmaya giren iş parçasının kaplanıp çıktığı ana kadar geçen süreçteki işlemlerde oluşabilecek olan tehlikeler ve bu tehlikelerden açığa çıkabilecek olan riskler üzerinde durulmuştur. Her bir tankta birbirinden farklı özellikte kimyasal kullanılmakta olup bu kimyasalların hem birbirleri ile olan etkileşimleri hem de çalışana direk temas anında oluşabilecek etkileşimler incelenmiştir.

7.1.2 Prosesteki tehlikelerin belirlenmesi

Sistemdeki tehlikelerin belirlenmesi için firmada risk değerlendirmesi yapılacak olan bölüm, yetkili kişilerle (iş güvenliği uzmanı, işveren ya da işveren temsilcisi, çalışan temsilcisi, kimyager) gezilerek var olabilecek tehlikeler ve bu tehlikelerden doğabilecek riskler ön görülmeye çalışılmıştır.

Dekoratif krom kaplama yapan firmada kullanılan kimyasallar, bu kimyasallara maruz kalan çalışanlar ve bir çalışma yapılan süreçteki diğer faaliyetler için alınan tedbirlere dikkat edilmeye çalışılmıştır.

7.1.3 Prosesteki risklerin belirlenmesi

Sistemdeki risklerin belirlenmesi aşamasında, süreçte var olan tehlikeler ve bu tehlikelerden oluşabilecek riskler tespit edilmeye çalışılmıştır. Risk değerlendirmenin ilk aşamalarında oluşturulan risk değerlendirme ekibi ile görüş alış verişi yapılarak irili ufaklı riskler bulunmuştur. Bulunan bu riskler için yapılan araştırmalar ışığında

önerilerde bulunulmuş ve HAZOP Risk Değerlendirme uygulaması yapabilmek için adım atılmıştır.

7.1.4 Proseste kontrol tedbirlerinin alınması

Risk değerlendirmesindeki bu aşama, uygulama yapılan firma için oldukça önem arz etmektedir. Bu aşama için yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan risklerin kabul edilip edilemeyeceği ya da hangi riskin çalışan üzerinde daha fazla etki gösterdiği üzerinde fikir birliğinde bulunup ona göre hangi sıra ile önlem alınması gerektiği kararlaştırılmıştır. Alınan kararlar doğrultusunda risklerin nasıl bertaraf edileceği aşamasına geçilmiştir.

Kontrol tedbirleri uygulanırken riskler tamamen ortadan kaldırılamadığı takdirde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği'nin 10. Maddesinin b bendinde yer alan;

1. Tehlike ve tehlike kaynaklarının ortadan kaldırılması,
2. Tehlikelinin, tehlikeli olmayanla veya daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi. (ikame)
3. Riskler ile kaynağında mücadele edilmesi.

Maddelerinin ışığında ortamdaki riskler, minimuma indirilmeye çalışılmıştır.

Sistemdeki faaliyetlerdeki riskler tamamen ortadan kaldırılamadığı kanaatine varıldığı zaman ikinci aşama olan çok tehlikeli olanı az tehlikeli olanla değiştirilmesi için uygulamalar yapılmıştır. Krom kaplama tanklarında +6 değerlikli krom insan sağlığı için +3 değerlikli kroma göre daha tehlikelidir. Bu nedenle +6 değerlikli krom yerine +3 değerlikli krom kullanılması, elektrometal kaplama firmasında ikame yöntemi için yapılan bir çalışmadır. İkame yöntemi için örneklendirmeler çoğaltılabilmektedir.

İkame yönteminin uygulanamadığı durumlarda izolasyon yöntemine başvurulmalıdır. İzolasyon yöntemi; tehlikeli maddeyi daha az tehlikeli madde ile değiştirilemediği takdirde çalışanın tehlikeye daha az maruz kalması için tehlikeli maddenin etrafının izole edilmesidir. Elektrometal kaplama firmasında izolasyon işlemi uygulanmamıştır.

Kontrol tedbirlerinin toplu koruma yöntemleri uygulandığı takdirde hala tehlike devam ediyorsa ikincil korunma olarak kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.

Kimyasallar ile yapılan çalışmalarda kişisel koruyucu donanımlar oldukça önem arz etmektedir. Ne kadar toplu koruma önlemlerine başvurulmuş olsa da kimyasallarla temas kaçınılmaz olduğu için kişiye özel KKD kullanımı oldukça önemlidir. Her kimya firmasında olduğu gibi risk değerlendirme uygulaması yapılan firmada da kişisel koruyucu donanım kullanımının öneminden bahsedilmiş ve KKD kullanılması sağlanmıştır.

Kişisel Koruyucu Donanım; Kontrol tedbirlerinde önlem alınırken en son aşama olmasına rağmen kimyasallarla yapılan çalışmalarda kullanılmaları kaçınılmazdır. HAZOP Risk Değerlendirmesi yapılan elektrometal kaplama yapılan firmada kişisel koruyucu donanım olarak gaz maskesi, yüz siperi, aside dayanıklı ayakkabılar gibi kullanılması gerekli pek çok KKD örneği verilebilir.

KKD' ler çalışılan prosese uygun olarak seçilmeli, hem çalışanın güvenle çalışması sağlanmalı hem de iş sürecini aksatmayacak özellikte olmalıdır.

7.1.5 Proseste kontrol tedbirlerinin uygulanması

Kontrol tedbirlerinin uygulanması aşaması çalışanların güvenliği için ne derece önem arz etmekteyse iş akışının zamanında ilerlemesi içinde aynı derecede önem arz etmektedir. Bir firmada çalışanlar ne kadar güvenli ve rahat çalışırsa, yaptıkları iş o denli düzgün ve iş akış süreci ise o denli hızlı olmaktadır.

Dekoratif krom kaplama firmasında yapılan kontrol tedbirlerinin uygulanması; kaplama yapılan bölümlerdeki tanklar için oldukça önemlidir. Çünkü her bir tankta birbirinden farklı kimyasal kullanılmakta olup kullanılan bu kimyasallar çalışanlar için tehdit oluşturmaktadırlar.

7.1.6 Gözden geçirme revize etme

Risk değerlendirme çalışmasının en son aşaması olan gözden geçirme ve revize işleminin amacı; kontrol tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığının kontrol edilmesidir. Firmanın bulunduğu tehlike grubuna göre ya da firmaya dahil olan yeni bir ünitenin olmasına bağlı olarak risk değerlendirmesinin revize edilmesini gerektirir.

7.2 Prose HAZOP Risk Değerlendirmesi Uygulaması

Dekoratif krom kaplama yapan firmanın kaplama sürecinde tehlikeli kimyasalların kullanıldığı kaplama tanklarından; ultrasonik yağ alma tankı, elektrikli yağ alma tankı, siyanürlü bakır kaplama, asitli bakır kaplama, parlak nikel kaplama ve krom kaplama tanklarında meydana gelebilecek tehlikeleri ve bu tehlikelerden doğabilecek risklerin çalışanlara ve iş ortamına ne tür zararlar verebileceği, bu zararların nasıl bertaraf edilmesi hususunda HAZOP risk değerlendirmesi yapılmış ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmıştır.

7.2.1 Ultrasonik yağ alma tankı

Ultrasonik yağ alma işleminde firmaya giren ürün üzerinde bulunan kaba yağların temizlenir. Temizleme işlemi, 55-65°C derecede, sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit bileşenlerinin bulunduğu alkali ortamda, ses dalgası çıkaran cihaz yardımıyla yapılır.



Şekil 7.1: Ultrasonik yağ alma tankı

Ultrasonik yağ alma tankında kullanılan kimyasallar ve yüksek sıcaklıkta çalışılması tehlikeleri de beraberinde getirmekte olup bu tehlikeler için önlem alınması gerekmektedir. Bu nedenle hangi tehlikelerin ne gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkaracağı konusunda HAZOP Risk Değerlendirmesi yapılmış ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmıştır. Bunun için öncelikle tankta yüksek sıcaklıkta sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit ile çalışılması sonucu; çalışanın eline, yüzüne, gözüne sıçraması söz konusudur. Bu gibi durumlarda ne tür sonuçlar ortaya çıkacağı ve bu durumda nasıl önlem alınması gerektiği konusunda bilgi sahibi olabilmek için kimyasallara ait malzeme güvenlik formlarından yararlanılmıştır.

Çizelge 7.1: Ultrasonik yağ alma tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU										
Sistem proses:		Krom Kaplama					Hazop no:		GÖ:01	
Bileşen:		Ultrasonik yağ alma tankı					Sayfa no:			
Malzeme kaynağı		Yağ almada kullanılan kimyasallar					Hazop tarihi:			
Açıklamalar							Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Kılavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk	
1	Sıcaklık	fazla	Sodyum hidrok sit (NaOH) ve potasyu m hidrok sit (KOH) çözeltilerinin buharlaşması	Çalışma tankı üzerinde kapak olmaması, Çalışma tankı üzerinde lokal havalandırma olmaması	Tank üzerinde çalışanın kimyasalı solunması sonucu solunum bölgesinde tahriş ve ileri durumlarda ödem oluşumu	Tank üzerine lokal havalandırma ve çalışma ortamı için ise genel havalandırma sisteminin kurulması	Kaplama sektörüne ait iş sağlığı ve güvenliği bilgilerini çalışana ve işverene bildirilmesi	Tankın üzerine havalandırma sistemi kurulması gerekir. Çalışanın solunum bölgesi için KKD kullanımı zorunlu hale getirilmeli.	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.	

Çizelge 7.1(Devamı): Ultrasonik yağ alma tankı için HAZOP uygulaması

2	Seviye	fazla	Tank içerisine malzeme daldırılırken kimyasal çözeltinin çalışanın eline, yüzüne sıçraması	Çalışanın hızlı ve dikkatsiz çalışması	Sıçrayan kimyasalın çalışanın cildini ve gözünü tahriş etmesi	Çalışanın iş yükü azaltılmalı	Çalışana çalıştığı tank içinde bulunan kimyasallar ve bu kimyasalların birbirleri ile etkileşimi sonucunda çalışan sağlığına olan etkisi hakkında bilgi verilmeli	Çalışana KKD kullanım zorunluluğu getirilmeli ve düzenli denetim yapılmalı	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	--------	-------	--	--	---	-------------------------------	---	--	--

7.2.2 Elektrolitik yağ alma tankı

Elektrikli yağ alma tankında, ultrasonik yağ alma işlemiyle temizlenemeyen ince kirlilikler giderilir. Elektrikli yağ alma tankı; 1,5-2 volt gerilim, 200-300 amper akımda sodyum hidroksit, potasyum hidroksit veya sodyum siyanür içeren çözeltide çalışılır.

Ultrasonik yağ almadaki tehlikelerin yanı sıra sodyum siyanürle çalışılmasından kaynaklanan tehlikeler ve bu tehlikeler için alınması gereken önlemler bulunmaktadır.

Çizelge 7.1 ' de bulunan tüm tehlike ve önlemleri bu tank içinde geçerlidir.



Şekil 7.2: Elektrolitik yağ alma tankı

Şekil 7.2' de görüldüğü gibi tankta kullanılan kimyasallardan ve akımdan kaynaklı köpüklenme mevcuttur. Çalışan tankın içerisine malzeme daldırırken ister istemez tankın içerisindeki çözeltiliye temas etmektedir. Bu nedenle tankın içerisinde bulunan kimyasalların tehlikelerine maruz kalmaktadır. Çalışanların maruz kaldıkları bu tehlikelerden en az nasıl etkileneceği konusunda analiz yapılmış ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmıştır.

Çizelge 7.2: Elektrikli yağ alma tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU										
Sistem proses:		Krom Kaplama					Hazop no:		GÖ:01	
Bileşen:		Elektrikli yağ alma tankı					Sayfa no:			
Malzeme kaynağı		Yağ almada kullanılan kimyasallar					Hazop tarihi:			
Açıklamalar							Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Kılavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk	
1	Seviye	Fazla	Tank içerisine malzeme daldırılarak kimyasal çözeltinin çalışanın eline, yüzüne sıçraması	Çalışanın hızlı ve dikkatsiz çalışması	Sıçrayan kimyasal çözelti içerisinde bulunan sodyum siyanürün çalışanın cildini ve gözünü tahriş etmesi	Çalışanın iş yükü azaltılmalı	Çalışana çalıştığı tank içinde bulunan kimyasallar ve bu kimyasalların birbirleri ile etkileşimi sonucunda çalışanın sağlığına olan etkisi hakkında bilgi verilmeli	Çalışana gerekli KKD kullanılması zorunluluğu getirilmeli	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi ilgili bölüm sorumlusu gerekli bilgi verilmelidir.	

Çizelge 7.2 (Devamı): Elektrikli yağ alma tankı için HAZOP uygulaması

2	Hava akımı	var	Sodyum siyanür (NaCN)'ün tartımı esnasında hava akımından kaynaklanarak uçuşması	Kullanılan kimyasalların nasıl kullanılması gerektiğinin bilinmemesi	Sodyum siyanür (NaCN)'ün solunması sonucu yağ alma tankında çalışan sağlığına zarar vermesi	Hava akımını kontrol altına alabilecek çift taraflı cam kapaklı tartım aletinde tartılmalı	Çalışanlara işe başlamadan önce kullandıkları kimyasallar hakkında bilgi verilmeli. Çalışanlara işe başlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği kapsamında eğitim verilmeli.	KKD kullanılması zorlu hale getirilmeli. Sodyum siyanür için uygun ağız ve burun maskesi kullanılması sağlanmalıdır.	Çalışanlardan sorumlu olan yetkili kişiye gereken bilgiler verilerek önlem alınması sağlanmalıdır.
---	------------	-----	--	--	---	--	--	--	--

7.2.3 Siyanürlü bakır kaplama tankı

Elektrometal kaplama işlemlerinden olan krom kaplama, metal yüzeye kaplanmadan önce üç farklı kaplama işlemine tabii tutulmaktadır. Siyanürlü bakır kaplama bu kaplama işlemlerinin ilkidir.

Siyanürlü bakır kaplama tankında kimyasal olarak bakır siyanür veya sodyum siyanür kullanılmakta olup her firmaya özel parlatici ve nemlendiriciler kullanılmaktadır. Siyanür ve siyanürlü bileşikler sağlık açısından oldukça zararlı kimyasallardır bundan dolayı bu tarz kimyasalların kullanımından önce alınması gereken önlemler ve kimyasalları kullanırken ise uyulması gereken kurallar bulunmaktadır.



Şekil 7.3: Siyanürlü bakır kaplama tankı

Şekil 7.3' te gösterildiği üzere siyanürlü bakır kaplama üstü açık kaplama tankında gerçekleşmektedir. Ancak siyanürlü çözeltilerle yapılan çalışmalarda el, yüz gibi ten temasından kaçılması gerekmekte olup buharlaşma yoluyla havaya yayılan zehirli bileşikten uzakta kalmak için öncelikli olarak tank üzerine kapaklı sistem kurulmalı sonrasında kişisel koruyucu önlem olarak ise yüz ve burun maskesi kullanılması gerekmektedir.

Yürütülen HAZOP çalışmasında ilk olarak her kaplama tankı için muhtemel riskler gün yüzüne çıkarılmasıyla birlikte tüm kimya firmalarında olacağı gibi krom kaplama firmasında da öncelikli olarak çalışanların hem mesleki yönden eğitimi hem

de iş sağlığı ve güvenliği yönünden eğitimlerinin tam olması konusunda yetkili kişilere bilgi verilmiştir.

Kaplama işlemlerinin ilk basamağı olan siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP risk değerlendirmesi uygulanmış olup kaplama öncesinde veya esnasında oluşabilecek olumsuz durumlara karşı sekiz parametre bulunmuş ve bunlar üzerine inceleme yapılmıştır.

Çizelge 7.3: Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU									
Sistem proses:		Krom Kaplama				Hazop no:		GÖ:01	
Bileşen:		Siyanürlü Bakır Kaplama Tankı				Sayfa no:			
Malzeme kaynağı		Siyanürlü Bakır kaplamada kullanılan kimyasallar				Hazop tarihi:			
Açıklamalar						Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Kılavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk
1	Hava akımı	var	Bakır siyanür (CuCN)'ün tartım esnasında hava akımında n kaynakla narak uçuşması	Tartımın hava akımı olan ortamda yapılması.	Bakır siyanür (CuCN)'ün solunması sonucu kaplama tankında çalışan sağlığına zarar vermesi	Hava akımını kontrol altına alabilecek çift tarafı cam kapaklı tartım aletinde tartılmalı	Çalışanlara işe başlamadan önce kullandıkları kimyasallar hakkında bilgi verilmeli Çalışanlara işe başlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği kapsamında eğitim verilmeli	KKD kullanılması zorunlu hale getirilmeli Bakır siyanür için uygun ağız ve burun maskesi kullanılması sağlanmalıdır	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

2	Karışım	var	Kaplama sırasında kullanılan asitle siyanürün karışması	Kaplama için kullanılan kimyasalların birbiri ile ilgili etkileşiminin bilinmemesi	Siyanürün asitle tepkimesi sonucu hidrojen siyanür (HCN) gazı açığa çıkması ve ortamdakilere zarar vermesi	Siyanür tanklarının ağzı kapalı tutulmalı Tankların üzerine etiketleme sistemi ile hangi kaplama tankı olduğu belirtilmeli	Çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmeli	Kaplama yapılan ortam iyi bir şekilde havalandırılmalı Bakır siyanür için özel tank havalandırma sistemleri kurulmalı Çalışanların KKD (ağız ve burun maskesi) kullanması sağlanmalı	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	---------	-----	---	--	--	--	---	--	--

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

3	pH	fazla	pH dengesinin sağlanması için tartarik asit kullanımından kaynaklı hidrojen siyanür (HCN) gazı açığa çıkması	pH dengesini sağlamış olması	Tartarik asit ile siyanürün tepkimesinden açığa çıkan zehirli gazın ortama yayılarak çalışana ve ortama zarar vermesi	pH değeri 12-12,6 arasında sabitlenmesi için pH metre kullanılması	Çalışanlara iş başı eğitimi verilmeli Kullanılan kimyasallar ve birbirleri ile ilgili etkileşimin de ne tür durumlara maruz kalınacağı konusunda çalışanlar bilinçlendirilmeli	Tankın derinliği en az 75cm olmalı Tankın bulunduğu ortam iyi havalandırılmalı	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	----	-------	--	------------------------------	---	--	---	---	--

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

4	Yapı	yok	Siyanürlü çözelti ile temas halinde olunması	Siyanürlü bakır kaplama tankı üzerinde kapaklı sistem olmaması	Siyanürlü çözeltinin cilde temas etmesi ile çalışan cildinin tahriş olması ve ciltte alerjik reaksiyon vermesi	Tank üzerine açılır kapanır kapak monte edilmeli	Öncelikle firmada yetkili kişilere sonrasında çalışanlara siyanürle nasıl çalışması gerektiği öğretilmeli	Mühendislik önlemlerinin yanı sıra çalışana KKD kullanımını zorunlu hale getirilmeli	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlusuna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	------	-----	--	--	--	--	---	--	---

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

5	Derişim	fazla	Tankta bulunan siyanürlü çözelti den pipetle numune alımı	Çözelti içerisindeki bakır oranının gerekenden %20 fazla olması	Numune alımı esnasında ağızlıklı pipet kullanımı ile siyanürlü çözeltiden yutma	Çözeltiye eklenecek kimyasal maddelerin tartımının hassas terazide yapılmalıdır Tartım öncesi yapılacak matematiksel işlemlerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Tanklardan numune alımında pipet kullanılmamasının uyarısının yapılması gerekmektedir.	Çalışanlara mesleki eğitimi verilmesi	Çalışanlara tehlikeli kimyasallarla nasıl çalışılması gerektiği ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamında eğitimler verilmeli	Çalışanlardan sorumlu olan yetkili kişiye gereken bilgiler verilerek önlem alınması sağlanmalıdır.
---	---------	-------	---	---	---	--	---------------------------------------	---	--

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü Bakır Kaplama Tankı İçin HAZOP uygulaması

6	Derişim	fazla	Tankta bulunan siyanürlü çözeltiden pipetle numune alımı	Çözeltide gerekenden fazla serbest siyanür bulunması	Numune alımı esnasında ağızlıklı pipet kullanımı ile siyanürlü çözeltide n yutma	Çözeltiye eklenecek kimyasal maddelerin tartımının hassas terazide olması Tartım öncesi yapılacak matematiksel işlemlerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Tanklardan numune alımında pipet kullanılması uyarısının yapılması gerekmektedir.	Çalışanlara mesleki eğitim verilmesi	Çalışanlara tehlikeli kimyasallarla nasıl çalışılması gerektiği ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki eğitimler verilmeli	Çalışanlardan sorumlu olan yetkili kişiye gereken bilgiler verilerek önlem alınması sağlanmalıdır.
---	---------	-------	--	--	--	---	--------------------------------------	---	--

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

7	seviye	fazla	Tank içerisine malzeme daldırılırken kimyasal çözelti ile temas	Çalışanın hızlı ve dikkatsiz çalışması	Siyanürlü çözeltinin çalışanın eline, yüzüne sıçraması sonucu çalışanın cildinin ve gözünün tahriş olması ve ciltte alerjik reaksiyon vermesi	Çalışanın iş yükü azaltılması	Çalışana çalıştığı tank içinde bulunan kimyasallar ve bu kimyasalların birbirleri ile etkileşimi sonucunda çalışan sağlığına olan etkisi hakkında bilgi verilmeli	Çalışana KKD kullanım zorunluluğu getirilmeli ve düzenli denetim yapılmalı	Çalışanlardan sorumlu olan yetkili kişiye gereken bilgiler verilerek önlem alınması sağlanmalıdır.
---	--------	-------	---	--	---	-------------------------------	---	--	--

Çizelge 7.3 (Devamı): Siyanürlü bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

8	Sızıntı	var	Kaplama tankından siyanür içeren çözeltinin sızması	Kaplama tankının gerekli malzemeden yapılmamış olması ve gerekli bakımın zamanında yapılması	Sızan çözeltinin cilde teması ve çevrede bulunan diğer kimyasallar ile oluşturabileceği istenmeyen reaksiyonlar	Kaplama tankının, kaplama işlemlerine uygun olması ve gerekli bakımlarının zamanında yapılıp periyodik olarak tekrar edilmesi	Daha önce böyle durumla karşılaşmamış olmasına karşın dikkat etmek gereklidir.	İşverene ve çalışana kullanılan taşınabilir veya taşınamaz tüm ekipman için ekipmanın alındığı firma tarafından bilgi verilmesi gerekmektedir.	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	---------	-----	---	--	---	---	--	--	--

Çizelge 7.3 de siyanürlü bakır kaplama tankında oluşabilecek tehlikelere karşı HAZOP risk değerlendirmesi uygulanmıştır. Bakır siyanür kaplama tankı için yapılan HAZOP risk değerlendirme yönteminin dördüncü parametresinde tank üzerinde kapak olmayışından kaynaklı tehlikeler ve sonuçları paylaşılmıştır. Siyanürlü bakır kaplama tankında şekil 7.4’ te gösterilen kapak kullanılması olası tehlikeleri minimuma indirmeye yardımcı olacaktır.



Şekil 7.4: Koruyucu kaplama tankı kapağı

HAZOP risk değerlendirmesi birinci parametrede zehirli siyanürlü bileşiklerin uçması ve bunun sonucu çalışan sağlığını ciddi derecede etkilemesi üzerine durulmuş ve kapalı sistem tartım aletlerinden bahsedilmiştir. Şekil 7.5’ te gösterilen

kapalı sistem tartım aleti, bakır siyanür partiküllerinin tartımı esnasında uçuşmasını minimuma indirmek için kullanılabilir.



Şekil 7.5: Kapalı tartım aleti

Yapılan HAZOP çalışmasının beşinci ve altıncı parametresinde siyanürlü çözelti içerisinde numune alınması gerektiği ancak otomatik pipetler kullanılmadığı takdirde ne tür tehlikelerle karşılaşılacağı, tehlikelerle karşılaşmamak için ise ilk yapılması gerekenin otomatik pipet kullanılmasına vurgulanmış olup Şekil 7.6 'da gösterilen otomatik pipet kullanımı ile çalışanın karşılaşabileceği tehlikeleri minimuma indirmek hedeflenmektedir.



Şekil 7.6: Otomatik pipet

Kaplama işleminin gerçekleştiği tanklara uygulanan HAZOP risk değerlendirme yönteminin sadece tanklarla sınırlı kalınmayıp tanklarda kullanılan kimyasalların depolanma alanlarına ve kimyasalların taşınması esnasında karşılaşılabilecek durumlara da uygulanması gerekmektedir.

7.2.4 Asitli bakır kaplama tankı

Elektrometal kaplama işlemlerinden krom kaplama yapılmadan önce siyanürlü bakır kaplamadan sonrasında asitli bakır kaplamadır. Siyanürlü bakır kaplama alkali özelliktedir ancak asitli bakır kaplama ise asidik özelliktedir. Bundan dolayı siyanürlü bakır tankından çıkan numune önce asitli suyun içerisine daldırılıp numunenin alkalitesi giderilir. Sonrasında ise asitli bakır kaplama banyosuna daldırılır.

Asitli bakır kaplama tankında bakır sülfat, sülfürik asit, firmaya özel parlaticı ve nemlendiriciler kullanılır.

Asitli bakır kaplama tankında asidik ortamda gerçekleşir ve asitliği sağlamak için ise sülfürik asit gibi kuvvetli asit kullanılır. Sülfürik asit doğası gereği, tehlikeli bir kimyasaldır ve sülfürik asit için spesifik olarak koruyucu önlem alınması gerekmektedir.

Tank içerisinde kullanılan kimyasalların tehlikelerini minimuma indirmek için HAZOP risk değerlendirme yöntemi uygulanmış olup çalışanların ve ortamdaki kişi ekipmanların güvenliği sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 7.7: Asitli bakır kaplama tankı

Şekil 7.7' de gösterilen asitli bakır kaplama tankı için uygulanmış olan HAZOP risk değerlendirmesinde beş parametre üzerine durulmuş olup gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmaya çalışılmıştır.

Her parametre için farklı kılavuz kelimeler kullanılarak parametreler üzerinde bulunan tehlikelerin ne tür olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülmüş ve bu olumsuz sonuçlar en aza indirmek için birbirinden farklı önlemler alınmaya çalışılmıştır.

Çizelge 7.4: Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU										
Sistem proses:		Krom Kaplama					Hazop no:		GÖ:01	
Bileşen:		Asitli Bakır Kaplama					Sayfa no:			
Malzeme kaynağı		Asitli Bakır kaplamada kullanılan kimyasallar					Hazop tarihi:			
Açıklamalar							Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Klavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk	
1	Sızıntı	var	Kaplama tankından asidik olan çözeltinin sızması	Kaplama tankının gerekli malzemeden yapılmamış olması ve gerekli bakımın zamanında yapılmaması	Sızan çözeltinin cilde teması ve çevrede bulunan diğer kimyasallar ile oluşturabileceği istenmeyen reaksiyonlar	Kaplama tankının, kaplama işlemlerine uygun olması ve gerekli bakımlarının zamanında yapılıp periyodik olarak tekrar edilmesi	Daha önce böyle durumla karşılaşılma karşın dikkat etmek gereklidir	İşverene ve çalışana kullanılan taşınabilir veya taşınmaz tüm ekipman için ekipmanın alındığı firma tarafından bilgi verilmesi gerekmektedir.	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.	

Çizelge 7.4 (Devamı): Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

2	seviye	fazla	Tank içerisine malzeme daldırılarak kimyasal çözelti ile temas	Çalışanın hızlı ve dikkatsiz çalışması	Asidik çözeltinin çalışanın eline, yüzüne sıçraması sonucu çalışanın cildinin ve gözünün tahriş olması Kullanılan parlatma ajanlarının kanserojen özellikte olması	Çalışanın iş yükü azaltılmalı	Çalışana çalıştığı tank içinde bulunan kimyasallar ve bu kimyasalların birbirleri ile etkileşimi sonucu da çalışan sağlığına olan etkisi hakkında bilgi verilmeli	Çalışana KKD kullanım zorunluluğu getirilmeli ve düzenli denetim yapılmalı	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.

Çizelge 7.4 (Devamı): Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

3	Yapı	yok	Asitli çözelti ile temas halinde olunması	Asitli bakır kaplama tankı üzerinde kapaklı sistem olmaması	Asidik çözeltinin cilde temas etmesi ile çalışan cildinin tahriş olması	Tank üzerine açılır kapanır kapak monte edilmeli	Öncelikle firmada yetkili kişilerin sonrasında çalışanlara asidik çözelti ile nasıl çalışması gerektiği öğretilmeli	Mühendislik önlemlerinin yanı sıra çalışana KKD kullanımı zorunlu hale getirilmeli	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlu suna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	------	-----	---	---	---	--	---	--	--

Çizelge 7.4 (Devamı): Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

4	Akış	fazla	Asidik olan çözüldüden püskürmelerin olması	Kurşun anot kullanımı	Asidik çözeltinin çalışanın eline, yüzüne, gözüne temas etmesi sonucu oluşan tahrişler	Tank üzerine açılır kapanır kapak monte edilmeli	İşverene kullanılan materyallerin çalışanın sağlığına olumsuz etkiler oluşturduğu bildirilmesi ve bu materyallerin değiştirilmesi sağlanmalıdır	Kurşun anot torbaları kullanılmalı Lokal havalandırma kurulmalı -KKD kullanımı zorunlu hale getirilmeli	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlusuna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	------	-------	---	-----------------------	--	--	---	---	---

Çizelge 7.4 (Devamı): Asitli bakır kaplama tankı için HAZOP uygulaması

5	Sıra	önce	Kimyasal çözelti oluşturulurken asit üzerine su eklenmesi	Çalışanlara kullandıkları kimyasallar hakkında bilgi verilmemesi	Asidin üzerine su ilavesi sonucu ani sıçramaların ya da patlamaların yaşanabilmesi	Asitli bakır kaplama tankının karşısında kalan duvar ya da çalışanların rahatlıkla görebileceği yerlere “Asidin üzerine su dökülmez” ibaresi içeren uyarı levhası asılmalı	Çalışana çalıştığı tank içinde bulunan kimyasallar ve bu kimyasalların birbirleri ile etkileşimi sonucunda çalışan sağlığına olan etkisi hakkında bilgi verilmedi. Çalışana kullanıldıkları kimyasalların hangi sıra ile kullanılması gerektiği hakkında bilgi verilmedi.	Tank üzerine gerekli lokal havalandırma kurulmalı Çalışana KKD kullanım zorunluluğu getirilmeli ve düzenli denetim yapılmalı	Değerlendirme sonucu eksikliklerin giderilmesi için ilgili bölüm sorumlusuna gerekli bilgiler verilmelidir.
---	------	------	---	--	--	--	--	---	---

Çizelge 7.4’ de asitli bakır kaplama tankına HAZOP risk değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Bu uygulama sonucu kaplama tankında alınması gereken önlemlerden bahsedilmiş ve ne tür koruyucu tedbirler alınacağı konusunda bilgi verilmiştir.

HAZOP çalışmasının dördüncü parametresinde kurşun anot kullanımından kaynaklı tehlikelerden bahsedilmiş ve hangi önlemler alınırsa çalışanların maruz kalabileceği tehlikeler minimuma indirilmiş olabileceğine dair bilgiler verilmiştir. Çalışmanın dördüncü parametresi kurşun anot için kullanılması gereken anot torbaları şekil 7.8’ de gösterilmiştir.

Anot torbaları çözünen kurşun anodun torbalanması ile anot kurşun anottaki aşınma en aza indirgenir ve anot üzerinde aşımından kaynaklı olarak oksijen gazı açığa çıkışını minimuma indirger.



Şekil 7.8: Anot torbaları

İlk koruyucu önlem olarak anot torbaları kullanılırken ikinci önlem olarak ise, tüm tanklarda olması gereken tankın üzerine şekil 7.4’te gösterildiği gibi kapaklı sistem kurulmalıdır. Diğer yapılması gereken mühendislik uygulaması ise tank üzerine lokal havalandırma sistemlerinin kurulmasıdır.

7.2.5 Nikel kaplama tankı

Krom kaplama aşamasında önce son olarak malzemeye kaplanacak olan metal nikeldir. Asitli bakır kaplama sonrasında malzeme üzerindeki asitliği gidermek için saf su ile yıkama yapılır sonrasında nikel kaplama aşamasına geçilir.

Nikel kaplama tanklarında kaplama işlemleri için; ph 4.5 ile 5.5 arasında ve 55°C' de nikel klorür, nikel sülfat ve borik asit kullanılarak kaplama yapılır. Parlatma ve nemlendirme için firmaya özel ürünler kullanılır.



Şekil 7.9: Nikel kaplama tankı

Şekil 7.9' da gösterilen kaplama tankı için hiçbir güvenlik önlemi alınmamış, tankın karşı duvarına gerekli uyarı işaretleri içeren levhaların asılmamış olması, istenmeyen tehlikelerin oluşumuna neden olabilmektedir.

Bu sebeplerden dolayı nikel kaplama tankında karşılaşılabilecek tehlikeleri öngörmek için HAZOP risk değerlendirmesi uygulanmış olup gerekli güvenlik önlemlerinin alınması sağlanmıştır.

Çizelge 7.5: Nikel kaplama tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU										
Sistem proses:		Krom Kaplama					Hazop no:		GÖ:01	
Bileşen:		Nikel Kaplama Tankı					Sayfa no:			
Malzeme kaynağı		Nikel Kaplamada kullanılan kimyasallar					Hazop tarihi:			
Açıklamalar							Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Kılavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk	
1	ph	az	Tank içinden numune alımı Konsantre NH ₃ (Amonyak) kullanımı	pH dengesi ni sağlanmış olması	Oldukça alerjen madde olan nikel çözeltisine teması sonucu çalışmada alerjik reaksiyonlar Konsantre NH ₃ kullanımından kaynaklı ciddi yanıklar ve göze teması sonucu ciddi tahriş (körülüğe kadar gidebilir)	pH değeri 4.5-5.5 arasında sabitlenmeli pH metre kullanılmalı	Çalışana mesleki eğitim verilmeli	KKD kullanımı (eldiven, yüz maskesi) zorunlu hale getirilmeli Çözelti içinden numune alınırken otomatik pipet kullanılmalı	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı	

Çizelge 7.5 (Devamı): Nikel kaplama tankı için HAZOP uygulaması

2	Ph	fazla	Tank içinden numune alımı -Derişik H ₂ SO ₄ (Sülfirik asit) kullanımı	-pH dengesi nin sağlanma mış olması	Oldukça alerjen madde olan nikel çözeltisine teması sonucu çalışanda alerjik reaksiyon lar Derişik H ₂ SO ₄ kullanımın dan kaynaklı cilde temas halinde tahriş	pH değeri 4.5-5.5 arasında sabitlenmeli pH metre kullanılmalı	Çalışana mesleki eğitim verilmeli	KKD kullanımı (eldiven, yüz maskesi)zor unlu hale getirilmeli -Çözelti içinden numune alımında otomatik pipet kullanılmalı	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı
---	----	-------	--	-------------------------------------	--	---	-----------------------------------	--	---

Çizelge 7.5 (Devamı): Nikel kaplama tankı için HAZOP uygulaması

3	Sıcaklık	fazla	Çözüldüden buhar çıkışı	Çalışma tankının üzerinde kapak olmaması ya da havalandırma sisteminin olmaması	Çalışanların çözüldüdeki buhara maruz kalması	Çalışanın solunum bölgesinin altında kalacak şekilde havalandırma sistemi kurulmalı	İşverene ve çalışana İş sağlığı ve güvenliği hakkında eğitim verilmeli	Mühendislik önlemlerinin alınmasının yanı sıra KKD kullanılması zorunlu hale getirilmeli	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı
---	----------	-------	-------------------------	---	---	---	--	--	---

Çizelge 7.5 (Devamı): Nikel kaplama tankı için HAZOP uygulaması

4	Seviye	fazla	Tank içerisine malzeme daldırılırken kimyasal çözelti ile temas	Çalışanın hızlı ve dikkatsiz çalışması	Alerjen nikel çözeltinin çalışanın eline, yüzüne sıçraması sonucu çalışanın cildinin ve gözünün tahriş olması Kullanılan parlatma ajanlarının kanserojen özellikte olması	Çalışanın iş yükü azaltılması Çalışana mesleki eğitim verilmeli	Nikel ve bileşenlerinin sağlık üzerine etkisi hakkında bilgi verilmeli	Çalışana KKD kullanım zorunluluğu ve düzenli denetim yapılmalı Çalışana işverene iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmeli	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı
---	--------	-------	---	--	--	--	--	---	---

Nikel kaplamada kullanılan nikel bileşenleri oldukça alerjen yapıdadır ve bu nedenle çalışanların çözelti ile teması engellenmelidir. Nikel kaplama tankında yapılan HAZOP çalışmasında alınması gereken önlemler Çizelge 5.5’ de verilmiş olup çizelgeye ek olarak siyanürlü bakır kaplama, asitli bakır kaplama tankında olduğu gibi bu tank içinde açılıp kapanabilir kapak kullanılmalı ve çalışanın çözelti ile teması minimuma indirilmelidir.

7.2.6 Krom kaplama tankı

Krom kaplama, malzemenin son işlem olarak kaplanmasıdır. Krom kaplama işleminden sonra malzeme durulama, kurutma ve paketleme işleminden sonra müşteriye teslim edilir durumdadır.

Krom kaplama tankında; kromik asit ve sülfürik asit kullanılmaktadır. Şekil 7.10 ‘da gösterilen krom kaplama tankında kullanılan kimyasalların buldukları ortamda birbirleri olan etkileşimleri izlenmiş olup çalışan sağlığı açısından ne tür güvenlik açığı oluşturduğu üzerine HAZOP Risk Değerlendirmesi yapılmaya çalışılmıştır.



Şekil 7.10: Krom kaplama tankı

Çizelge 7.6: Krom kaplama tankı için HAZOP uygulaması

TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLİRLİK ÇALIŞMA FORMU										
Sistem proses:	Krom Kaplama						Hazop no:	GÖ:01		
Bileşen:	Krom Kaplama Tankı						Sayfa no:			
Malzeme kaynağı	Krom kaplamada kullanılan kimyasallar						Hazop tarihi:			
Açıklama Lar							Hazop ekibi:			
S N	Anahtar kelime (parametre)	Klavuz kelime	Tehlikeli sapma	Tehlikeli sapmanın olası nedenleri	Tehlikeli sapmanın sonucu ve etkileri	Tehlikeli sapmayı önleyici veya sonuçları hafifletici uygulanması gereken kontroller	Yorum ve öneriler	Alınması gereken tedbirler	Termin ve sorumluluk	
1	Sıcaklık	Fazla	Kromik asit çıkışının fazla olması	Krom kaplama tankının sıcaklığının kontrol altına alınmamış olması	Kromik asidin solunması sonucu çalışanın solunum bölgesinde tahriş Kromik asit taneciklerinin çalışanın cildini tahriş etmesi	Krom kaplama tankında termostatlı ısıtıcı veya soğutucu serpantin kullanılması	Çalışana mesleki eğitim verilmeli Teknolojik materyaller kullanılmı alı	Tank üzerine lokal havalandırma kurulmalı Çözelti yüzeyini kaplayacak şekilde yüzen plastik toplar konulmalı Gaz kesiciler kullanılmı alı KKD kullanımı zorunlu hale getirilmeli	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı	

Çizelge 7.6 (Devamı): Krom kaplama tankı için HAZOP uygulaması

2	Akım	Fazla	Katot veriminin düşmesi sonucu hidrojen gazı çıkışı.	Krom kaplama tankında akımın kontrol altına alınmamış olması	Kromik asidin sprey formunda havaya yayılması sonucu çalışanların cildinde ve solunum bölgesinde tahriş ve yanma hissi	Elektro nik kontrollü redresörler kullanılmalı	Kaplama tankı üzerine havalandırma sistemi kurulmalı	Çalışanlara KKD kullanım zorunluluğu getirilmeli	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı
---	------	-------	--	--	--	--	--	--	---

Çizelge 7.6 (Devamı): Krom kaplama tankı için HAZOP uygulaması

3	Değişim	Fazla	Kromik asit/Sülfirik asit oranının sapması sonucu sülfirik asit fazlalığı	Tanka sülfirik asit ilavesi yapılırken gerekli hassasiyet in gösteril memesi	BaCO ₃ kullanımı Tanka BaCO ₃ eklenmesi esnasında tanktan zararlı gaz çıkışından çalışan ların etkilen mesi	Tank içerisine sülfirik asit ilavesi ayarlı beher kullanı rak yapılmalı	Krom kaplama tankında çalışanlar için mesleki eğitim verilmeli	Baryum Karbonat (BaCO ₃) tartıldıktan sonra kapalı sistem ile çözeltinin dibine indirilmeli, gaz oluşumuna neden olan tepkimenin sıvı yüzeyine yakın yerlerde değil daha derinlerde olması sağlanarak gaz çıkışına engel olunmalı	Yapılan analiz sonucunda alınması gerekli önlemler bölüm sorumlusuna bildirilmeli ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı
---	---------	-------	---	--	---	---	--	---	---

Çizelge 7.6' da Krom kaplama tankına HAZOP Risk Değerlendirmesi uygulanmıştır. Yapılan uygulamaya ek olarak asitli bakır kaplamada yapılan Çizelge 7.4' ün 5' inci HAZOP çalışması krom kaplama için yapılan çalışma için de geçerlidir.

8 SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde binlerce iş sahası ve bu sahada çalışan milyonlarca insan bulunmaktadır. Çalışma sahasında aktif rol oynayan çalışanlar her gün pek çok tehlike ile karşı karşıya gelmekte ve bu da çalışanı hem fizyolojik hem de psikolojik olarak etkilemektedir. Konu insan ve insan sağlığı olduğu zaman insan ile ilişkili olan iş sağlığı ve güvenliği kavramı da bir hayli önem arz etmektedir. İş sağlığı güvenliği kavramı yasa ve yönetmeliklerle desteklenerek çalışan sağlığı ve çalışanın sosyal hakları güvence altına alınmaya çalışılmıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı Güvenliği kanunu işverene pek çok sorumluluk getirmiş ve bu sorumluluklarının yerine getirilmediği takdirde yaptırım uygulanacağı bildirimini yapılmıştır.

Bu çalışmada elektrometal kaplama firmasındaki proseste kullanılan kimyasallar ve çalışma şartlarının doğurduğu tehlikeler üzerine çalışmalar yapılmıştır. Kullanılan kimyasallar birinci derecede çalışanın sağlığına zarar verirken gerekli şekilde bertaraf edilmez ise çevreye de bir o kadar zarar vermektedir.

Kimyasal maddelerin tehlikeli olarak nitelendirilenleri ise sağlık açısından daha da olumsuz etkiler ortaya çıkarmaktadırlar. Bu nedendir ki bir kimyasal madde firmaya girdiği vakit o kimyasal maddenin ne olduğu, prosesin hangi aşamasında kullanılacağı, proses içinde kullanılan diğer kimyasal maddeler ile ne tür etkileşimde bulunabileceği ve hangi çalışma şartlarında içerisinde çalışması gerektiği gibi konular çalışanlar ile paylaşılmalıdır. Bu paylaşım yapılırken her kimyasala ait olan malzeme güvenlik formlarından yararlanılmalıdır.

Yapılan çalışma esnasında görülmüştür ki çalışanın maruz kaldığı tehlikeler kullanılan malzemelerden veya kimyasallardan olduğu kadar çalışanın çalışma hızından, çalışma şekline ve çalışana yüklenen iş yükünden de kaynaklanmaktadır.

Çalışana yapabileceğinden fazla iş yükü yüklenmesi ile istenmeyen kazalar da gün yüzüne çıkmaktadır. Bundan dolayı sadece bu firma için değil tüm firmalarda bir çalışma disiplini oluşturulmalı ve çalışanın üzerinde bulunan bu iş yükü

hafifletilmelidir. Eğer bu durumun üstesinden gelinmez ise pek çok çalışan çalışması gerekenden daha dikkatsiz ve hızlı çalışacak ve bu da kendisi için bir tehlike oluşturacaklardır. Dikkatsiz alışma sonucu ise pek çok yaralanmalı kaza olabileceği gibi tehlikeli kimyasal kullanan firmalarda bu lme kadar gidebilmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yönünden eğitildiği gibi işverenlerin de eğitilmesi gerekmekte ve gerekli zamanlarda ise denetlenmesi gerekmektedir.

Çalışanın sağlığını etkileyen diğer önemli bir konu ise proseste kullanılan teçhizatların insan sağlığını gözetmeden sadece işin tamamlanmasına yönelik olmasıdır. Burada iş, ilk başta işverene düşmektedir. Ancak bir işveren ne yazık ki bugünü düşündüğünden olsa gerek o günkü çıkan işe bakmakta, kullanılan teçhizatların çalışan sağlığına ne tür zarar vereceği aklına bile gelmemektedir. Bu gibi durumların nasıl önüne geçilebileceği; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun dördüncü bölüm, 25.maddesinde yer verilmektedir.

Tercih edilen HAZOP Risk Analizinin temeli, beyin fırtınasına dayalı olması da gün yüzüne çıkmamış olan ancak her an gün yüzüne çıkabilecek tehlikeleri belirlemeye ve bu tehlikeler için de nasıl bir güvenlik önlemi alınması gerektiği konusunda yol göstermektedir.

HAZOP Risk Analizinde kullanılan parametreler ve kılavuz kelimeler tehlikelerin belirlenmesinde bir ne nevi rehber görevi görmekte olup pek çok varsayımı beraberinde getirerek tehlikelerin oluşumuna engel olmaktadır.

Sonuç olarak kullanılan yöntemle yapılan çalışmalar proaktif bir çalışma olup çalışan ve sağlığı ön planda tutulması hedeflenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Temel Bilgiler 2011, İncelendiği tarih 23 Nisan 2016,
http://ometem.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/68/04/905576/dosyalar/2014_09/17024548_iskazalariweb.pdf
- [2] TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmelik, Resmi Gazete No: 18.01.2013,28251, Ankara
- [3] Risk Değerlendirme Esasları 2007, İncelendiği tarih 23 Nisan 2016,
<http://www.calisma.gov.ct.tr/Portals/123/Kitap%C3%A7%C4%B1k-Risk%20De%C4%9Ferlandirmesi%20Esaslar%C4%B1.pdf>
- [4] ÖZKILIÇ, Ö. (2014). *Risk Değerlendirmesi Atex Direktifleri Patlayıcı Ortamlar Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Kantitatif Risk Değerlendirme*. Ankara.
- [5] İsmuk, N 2015, *HAZID/HAZOP risk yönetim yaklaşımları*, İncelendiği tarih 19 Nisan 2016 <http://www.mmog.org.tr/yazar/nihat-ismuk/207-hazid-hazop-risk-yonetim-yaklasimlari.html>
- [6] TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete No: 12.08.2013, 28733, Ankara
- [7] TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Tehlikeli Maddeler ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkındaki Yönetmelik, Resmi Gazete No: 26.12.2008,27092 mükerrer, Ankara
- [8] TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmelik, Resmi Gazete No: 09.02.2009,25368, Ankara
- [9] Özkılıç, Ö. *Risk Değerlendirme Metodolojileri*, Ankara
- [10] Erdoğan, A 2015, “Hata Ağacı Analizi, Literatür Araştırması Ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulama”, *Çalışma Dünyası Dergisi*, Cilt. 3, no. 1, syf. 106-107.
- [11] Oralhan, B 2013, *Kalitatif Risk Değerlendirme Teknikleri*, PowerPoint slayt, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- [12] Graver, P 2002, *Semi S2 and examples of a ‘What If’ hazard analysis*, İncelendiği tarih 6 Mayıs 2016, <https://supplier.intel.com/ehs/whatifex.pdf>
- [13] Fuchs, P., Kamenicky, J., Valis, D., *Some Risk Assessment Methods and Examples of their Application*, İncelendiği tarih 6 Mayıs 2016 http://www.cztpis.cz/files/2011/02/Risk_Assessment_Methods.pdf
- [14] Özkılıç, Ö, ‘Makine Emniyeti Yönetmeliği ve İş Ekipmanları Yönetmeliği Çerçevesinde Makine Risk Değerlendirmesi’, syf. 21.
- [15] Kavak, S 2001, ‘Sert krom kaplamada işlem parametrelerinin değiştirilmesinin kaplama üzerine etkilerinin araştırılması’, Tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [16] Yaşar, H. *Makine Mühendisliği El Kitabı Üretim ve Tasarım*. Ankara: Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu.

- [17] Guidelines For The Safe Use Of Chemicals In Electroplating And Related Industries 1996, İncelendiği tarih 26 Mart 2016,
<http://www.business.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/chemicals-in-electroplating-and-related-industries/chemicals-in-electroplating-and-related-industries-208-kb-pdf>
- [18] Controlling Risks Associated With Electroplating 2012 , İncelendiği tarih 26 Mart 2016,
http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/SWA/about/Publications/Documents/678/Controlling_Risks_Associated_with_Electroplating.pdf
- [19] Gregorovich B, 2015, *HAZOP Process*, rapor no. GM-08-030-02, WesCEF.
- [20] Hazard & Operability Analysis (HAZOP), İncelendiği tarih 11 Nisan 2016
http://www.academia.edu/7666542/Manufacturing_Technology_Committee_Risk_Management_Working_Group_Risk_Management_Training_Guides_Hazard_and_Operability_Analysis_HAZOP
- [21] Risk Yönetimi ve Değerlendirilmesi, İncelendiği tarih 24 Nisan 2016,
http://www.emo.org.tr/ekler/3f3ee69344b1032_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=14
- [22] Tehlike Analizi Metodolojileri, İncelendiği tarihi 24 Nisan 2016
http://www.nurdogan.net/balik_dosyalar/7A-1505133-Balik_Kilcigi_R0B.pdf

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı: Reyhan ÇETİNKAYA UZUN

Doğum Tarihi ve Yeri: 30.06.1986, Bakırköy/İSTANBUL

E-posta Adresi: r.cetinkaya.34@hotmail.com

EĞİTİM

2000-2014 Özel Başarılı Lisesi

2005-2009 Celal Bayar Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü (Örgün Öğretim)

2009-2010 Celal Bayar Üniversitesi Tezsiz Yüksek Lisans

2010-2015 Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Bölümü

SEMİNERLER VE EĞİTİMLER

Güvenliği Uzmanlığı Eğitimi(C)

ISO/IEC 17025:2005 Deney Ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği

TS - EN ISO 22000: 2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi

OHSAS 18001: 2007 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi

TS - EN ISO 9001: 2008 Kalite Yönetim Sistemi

Sözsüz İletişim

Proje Yönetimi

Sorun Çözme Teknikleri

Bilgisayar İşletmenliği

İngilizce Dil Eğitimi

