

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALUMİNYUM, SUNİ DERİ VE HİDROJEN PEROKSİT SEKTÖRLERİNDE OLASI
ENDÜSTRİYEL KAZA SENARYOLARININ İNSAN, ÇEVRE VE PROSES
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

SERKAN SATICI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. UĞUR KURT**

İSTANBUL, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALUMİNYUM, SUNİ DERİ VE HİDROJEN PEROKSİT SEKTÖRLERİNDE OLASI
ENDÜSTRİYEL KAZA SENARYOLARININ İNSAN, ÇEVRE VE PROSES
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Serkan SATICI tarafından hazırlanan tez çalışması 08.01.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Uğur KURT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Uğur KURT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Bülent İlhan GONCALOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr.Üyesi Rüştü UÇAN
Üsküdar Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tezin konusunun seçilmesinden, tezin son aşamaya gelmesine kadar çalışmalarım sırasında, kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam, Doç. Dr. Uğur KURT'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan, Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Bülent İlhan GONCALOĞLU'na, Doç. Dr. Ertan ARSLANKAYA'ya, Dr. Öğr. Üyesi Müge Ensari ÖZAY'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tezin özünü oluşturan kısımlarda birebir katkı sağlayan, sahada destek veren, bilgi ve tecrübeleri ile yön gösteren, Çevre Mühendisi İlker Paksoy'a, Endüstri Mühendisi Medet Çağlayan Erel'e, Kimyager Umut Varlıbaş'a, Teknik Müdür Engin Malkoç'a, Arge – Laboratuvar Sorumlusu Kenan Özdemir'e, Bakım- Onarım Formeni Mehmet Sevimli'ye ayrıca teşekkür ederim.

Tezin uygulama örnekleri kısımlarında kurumsal desteklerini esirgemeyen; Asist Alüminyum Profil San. Tic. A.Ş Personel ve İdari İşler Müdürü Ali YALÇINKAYA 'ya, Pelleteks Suni Deri Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. Genel Müdürü Ahmet DEMİRCİOĞLU'na, Hidrojen Peroksit Sanayi ve Ticaret A.Ş. Genel Müdürü Yunus DÜZMEKİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Sıkıcı çalışma saatlerinin, sönük hafta sonlarının, bitsin artık dediğim günlerin kurtarıcısı arkadaşlarım Ahmet Boşca'ya, Emre İncekara'ya, Abdulkadir Civelek ve Ozan Çelik'e varlıkları için teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Eğitimim ve Tez sürecinde bana inanan ve Yüksek Lisans Eğitimim tamamlanması hususunda şirket içi imkanları ve en uygun koşulları sağlayan LC Waikiki Mağazacılık Hizmetleri Ticaret A.Ş. Risk Yönetiminden Sorumlu Genel Müdür Yardımcısı Sn. Murat Mısırlı'ya, İş Sağlığı Güvenliği ve Teknik Emniyet Riskleri Grup Müdürü Sn. Tuncay Özkök'e ayrıca teşekkür etmek isterim.

En son zikrediyor gibi gözükse de varlığı ile yaşam mücadelemde bana güç veren ve bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan, hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, şüphesiz hayatımdaki en önemli kişilere aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2019

Serkan SATICI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT.....	xvii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
ENDÜSTRİYEL KAZA POTANSİYELİ OLAN İŞLETMELERDE RİSK YÖNETİMİ	4
2.1 Genel Prensipler.....	4
2.2 Gerekli Bilgilerin Toplanması	5
2.3 Kritik Ekipmanların Seçimi	6
2.4 Tehlike Tespiti ve Risk Değerlendirme Çalışmaları	8
2.5 Senaryo ve Papyon Diyagramlarının Oluşturulması	8
2.6 Endüstriyel Kaza Risklerinin Yönetimi.....	9
BÖLÜM 3	
RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ	11
3.1 Risk Değerlendirmesinde Genel Gereksinimler	11
3.1.1 Risk Değerlendirme Çalışmalarını Yürütecek Ekiplerin Oluşturulması	11
3.1.2 Riskin Tahmini	12

3.1.3	Risk Değerlendirilmesi	13
3.1.4	Risk Değerlendirmesinde Risk – Aksiyon/Güvenlik Dengesi.....	13
3.1.5	Alternatif Aksiyonların Önceliklendirilmesi	15
3.2	Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirmesi	16
3.2.1	Makine Sınırlarının Tanımlanması	18
3.2.2	Makine Yaşam – Kullanım Döngüsü.....	19
3.2.3	Tehlikelerin tanımlanması.....	22
3.2.4	Risk Tahmini	26
3.2.5	Risk kıymetlendirmesi – derecelendirmesi.....	27
3.3	Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirme Uygulaması	27
3.4	Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi.....	42
3.4.1	Genel Bilgilerin Toplanması	44
3.4.2	Risk Analizine Dahil Edilecek Kimyasalların Belirlenmesi	44
3.4.3	Envanter listesinin oluşturulması.....	46
3.4.4	Kimyasalların Sınırlarının Belirlenmesi.....	46
3.4.5	Proses Analizi	47
3.4.6	Saha incelemesi	47
3.4.7	Maruziyet Analizi	50
3.4.8	Fiziko- Kimyasal Analiz	50
3.4.9	Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Etki Olasılığının Tahmini	50
3.4.10	Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Etkinin Şiddet Değerinin Belirlenmesi	52
3.4.11	Kimyasal Bazlı Risk Analizinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi	54
3.5	Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi Uygulaması.....	55
3.6	İş Bazlı Risk Değerlendirmesi	93
3.7	İş Bazlı Risk Değerlendirmesi Uygulaması.....	94
3.8	Proses Bazlı Tehlike Analizi	99
3.8.1	Tehlike Tanımlama Metodu (HAZID)	100
7.4.1	Sıçrama.....	104
3.8.2	Tehlike ve işletilebilirlik Analizi Metodu	106
3.8.2.1	Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması İlkeleri.....	106
3.8.2.2	HAZOP Çalışması Uygulama Adımları.....	107
3.8.3	Yangın ve Patlama İndeksi- Kimyasal Maruziyet İndeksi	109
3.8.3.1	Yangın ve Patlama İndeksi- Kimyasal Maruziyet İndeksi Hesapları.....	110
3.9	Proses Bazlı Tehlike Analizi Uygulamaları	112
3.9.1	Doğalgazdan Hidrojen Eldesi Proses ve İzahı.....	112
3.10	Çevresel Risk Değerlendirmesi Metodu.....	145
3.10.1	Temel Kuruluş Tehlikeleri (S1 & E1).....	145
3.10.2	Sistemin Kendisinde Bulunan Emniyet Ve Çevresel Tehlikelerin Sınıflandırılması	149
3.10.3	Değerlendirme Matrisi.....	149
3.11	Çevresel Risk Değerlendirme Uygulaması	150
3.11.1	Tesis Özellikleri ve Uygulamaya Ait Datalar	150
3.11.2	Yayılım Senaryosu	154
3.11.3	Çevresel Risk Değerlendirme Hesabı	155

BÖLÜM 4

KAZA SENARYOLARININ BELİRLENMESİ-PAPYON (BOW-TİE) DİYAGRAMLARININ OLUŞTURULMASI	156
4.1 Basit Sebep- Sonuç Modelinin Geliştirilmesi	156
4.2 Papyon Diyagramı Modelinin Geliştirilmesi.....	157
4.2.1 Hata/Arıza Türleri.....	158
4.2.1.1 Hata- Arızaların Sebepleri	159
4.2.2 Hatalara Sosyo – Teknik Yaklaşım	161
4.2.3 Bariyer Kural Setleri	164
4.2.3.1 Bariyerlerin Sınıflandırılması	164
4.2.3.2 Birincil ve İkincil Bariyerler	168
4.2.3.3 Bariyer Hata – Çökme Modları.....	168
4.2.4 Uygulama Önerileri	174
4.2.5 Bariyerin Etkinlik ve Karmaşıklık Parametreleri.....	175
4.2.6 Papyon Diyagramı Çalışmalarının Personele Aktarımı.....	179
4.3 Papyon Diyagramlarının Görselleştirilmesi.....	182
4.3.1 Tehditlerden Korunmanın (papyon diyagramının sol tarafı) Görselleştirilmesi.....	182
4.3.2 Kaza Sonuçlarının (papyon diyagramının sağ tarafı) Görselleştirilmesi.....	183
4.4 Papyon Diyagramları Uygulamaları	184

BÖLÜM 5

YANGIN – PATLAMA SENARYOSUNUN FİZİKSEL ETKİ ALANLARININ BELİRLENMESİ....	191
5.1 Sistem Yaklaşımı.....	191
5.2 Temel Datalar.....	191

BÖLÜM 6

KORUMA KATMANLARI ANALİZİ – LOPA	194
6.1 Sistem Yaklaşımı.....	194
6.1.1 Koruma Katmanları Analizi Değerlendirme Matrisleri.....	198

BÖLÜM 7

ACİL DURUM EYLEM PLANLARININ OLUŞTURULMASI	208
7.1 Amaç	208
7.2 Kapsam.....	209
7.3 Sorumluluk Hiyerarjisi.....	210
7.4 Uygulama Adımları.....	213
7.4.1 Acil Durum Öncesi Hazırlık Çalışmaları	213
7.4.2 Tatbikat Esasları	216
7.4.3 Acil Durumlar Halinde Haberleşme Esasları	216

7.4.4	Acil Durumlar Organizasyon Yapısı	217
7.4.4.1	Tahliye ekibi	219
7.4.4.2	Arama – Kurtarma Ekibi	220
7.4.4.3	Yangınla Mücadele Ekibi	221
7.4.4.4	İlkyardım Ekibi	221
7.4.4.5	Koruma Ekibi	222
7.4.5	Acil Durumlarda Davranış Biçimleri	223
7.4.6	Acil Durumlar Sonrası Yapılması Gerekenler	236
7.4.7	Acil Durum Eylem Planının Güncellenmesi	236
7.5	Harici Acil Durum Eylem Planı	236
BÖLÜM 8		
SONUÇ VE ÖNERİLER		237
KAYNAKLAR		244
EK-A		
A.1	Genel Proses Tehlikelerinin Belirlenmesi	247
A.2	Özel Proses Tehlikelerinin Belirlenmesi	251
EK-B		
HİDROJEN MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ		257
EK-C		
DOĞAL GAZ MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ		258
EK-D		
DOP MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ		259
ÖZGEÇMİŞ		260

SİMGE LİSTESİ

Al ₂ O ₃	Alüminyum Oksit
CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	karbondioksit
Cr	Chromium
DOP	Diocetyl Phthalate
Fe	Iron
H ₂	Hidrojen
H ₂ O	Su
H ₂ O ₂	hydrogen peroxide
H ₂ S	Hidrojen sülfür
KSt	Yanıcı tozların patlama endeksi
Mo	Molybdenum
Nf	Yanıcı Tehlike Sınıflaması
Nh	Sağlık Tehlike Sınıflaması
Nr	Reaktiflik Tehlike Sınıflaması
pH	asitlik veya bazlık derecesi
PU	Polyurethane
PVC	Polyvinylchloride
Td	Adyabatik Bozunma Sıcaklığı
Th	Toksitite faktörü
Ts	ppm cinsinden maksimum maruziyet konsantrasyonu
ZnO	Zincoxide

KISALTMA LİSTESİ

AFAD	Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
ALOHA	Areal Locations Of Hazardous Atmospheres
API	American Petroleum Institute
ARAMIS	Accidental Risk Assessment Methodology For Industries
ASME	American Society Of Mecanical Engineers
BAC	Break Away Couplin
BPCS	Basic Process Control System
BS	British Standards
C	Corrosive
CLP	Classification And Labelling
COSHH	Control Of Substances Hazardous To Health
F&EI	Fire And Explosion Index
DPH	Degree Of Possible Harm
DPI	Differencial Pressure Indicator
E	Explosive
EKED	Etiketle Kilitle Emniyete Al Dene
EN	European Norms
EPA	United States Environmental Protection Agency
F	Flammable
FA	Flow Alarm
FE	Frequency Of Exposure
FEM	European Materials Handling Federation
FL	Filtre
FQIC	Flow Quality Indicator Controller
FV	Flow Control Valve
H	Hazard
HAZID	Hazard Identification
HAZOP	Hazard And Operability Analysis
HFR	Health Flammability And Reactivity
HRN	Hazard Rating Number
HSV	Hydraulic Safety Valve
IChemE	Institution Of Chemical Engineers

IPL	Independent Protection Layer
ISO	International Organization For Standardization
İSG	İş Sağlığı Güvenliği
JSA	Job Safety Analysis
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
KN	Kaynama Noktası
LAH	Level Alarm High
LAHH	Level Alarm High High
LEL	Lower Explosive Limit
LO	Likelihood Of Occurrence
LOPA	Layers Of Protection Analysis
LPGL	Liquified Petroleum Gas Liquid
LPGV	Liquified Petroleum Gas Vapour
MF	Material Factor
MGBF	Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
MIE	Minimum Ignition Energy
N	Hazardous For Nature
NP	Number Of Person
O	Oxidising
P&ID	Piping & Instrumentation Diagrams
PCV	Pressure Control Valve
PFD	Probability Of Failure On Demand
PI	Pressure Indicator
PN	Parlama Noktası
PRD	Pressure Relief Device
PSV	Pressure Safety Valve
PTA	Proses Tehlike Analizi
R	Risk
SAC	A Special Area Of Conservation
SIF	Safety Instrumented Function
SIL	Safety Integrity Level
SIS	Safety Instrumented Systems
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Realistic And Time-Bound
SPA	Special Protection Areas
T	Acute Toxicity
TI	Temperature Indicator
UEL	Upper Explosive Limit
UZEM	Ulusal Zehir Danışma Merkezi
Xi	İrritant
Xn	Harmful
ZAC	Position Alarm Closed
ZAO	Position Alarm Open

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Endüstriyel Kaza Potansiyeli Olan İşletmelerde Risk Yönetimi Modeli.....	10
Şekil 3. 1 Güvenlik Ve Risk Arasındaki İlinti.....	14
Şekil 3. 2 ALARP İlkesi ve Risk Düzeyleri.....	15
Şekil 3. 3 Önlem Alma Hiyerarjisi	16
Şekil 3. 4 Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirme Stratejisi.....	17
Şekil 3. 5 Alüminyum Profil Doğrama İmalatı ve Boyama Üretimi Akış Şeması.....	28
Şekil 3. 6 Alüminyum Ekstrüzyon Pres Şeması	28
Şekil 3. 7 Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirme Stratejisi	43
Şekil 3. 8 Suni Deri İmalatı Kimyahane İş Akış Şeması.....	56
Şekil 3. 9 Hidrojen Ünitesi P & ID Diyagramları ve Otomasyon Bilgileri	122
Şekil 3. 10 Güvenlik ve Çevresel Sınıflandırmanın Hesaplanması	150
Şekil 3. 11 Kuruluş Uydu Fotoğrafları	152
Şekil 3. 12 Kuruluşun Yakın Çevresinde Bulunan Riskli Alanlar.....	153
Şekil 3. 13 Ergene Su Havzası	154
Şekil 3. 14 Ergene Su Havzası İçerisinde Tesisin Konum Detayı	155
Şekil 3. 15 Yayılım Senaryosunun Temsili Olarak Gösterimi	156
Şekil 4. 1 Temel Papyon Diyagramı	158
Şekil 4. 2 Prosedür Detayının Bariyer İle İlişkilendirilmesi	159
Şekil 4. 3 Sosyo – Teknik Emniyet Pramidi	163
Şekil 4. 4 Güvenlik Bariyerlerinin Sınıflandırılması.....	165
Şekil 4. 5 Bariyer Sisteminin Sınıflandırılması	168
Şekil 4. 6 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattında Asetilen Tüpü Devrilmesi Senaryosuna Dair İlkel Papyon Diyagramı	186
Şekil 4. 7 Suni Deri PU ve PVC Hamur Kimyahanesinde DOP Kimyasalının Dökülmesi Senaryosuna Dair İlkel – Basit Papyon Diyagramı.....	187
Şekil 4. 8 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen- Karbonmonoksit) Yayılımına Dair Eskiz Papyon Diyagramı	188
Şekil 4. 9 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen- Karbonmonoksit) Yayılım Senaryosuna Ait Neden Ağacının Geleştirilmesi	189
Şekil 4. 10 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen- Karbonmonoksit) Yayılım Senaryosuna Ait Sonuç Ağacının Geleştirilmesi	190

Şekil 4. 11	Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen - Karbonmonoksit) Yayılımına Dair Geliştirilmiş Papyon Diyagram	191
Şekil 5. 1	1. Senaryo Gereği Girilen Veriler ve Jet Yangını Yayılımı	193
Şekil 5. 2	Jet Yangını Fiziksel Etki Alanının Harita Üzerinde Gösterimi	193
Şekil 5. 3	2. Senaryo Gereği Girilen Veriler ve Basınç Patlaması	194
Şekil 5. 4	Basınç Patlamasının Fiziksel Etki Alanının Harita Üzerinde Gösterimi.....	194
Şekil 6. 1	Temel Koruma Katmanları	196
Şekil 6. 2	Bağımsız Koruma Katmanlarının Yapısı.....	198
Şekil 7. 1	Organizasyon Yapısı	219
Şekil 7. 2	Yangın Durumunda Yapılması Gerekenler	225
Şekil 7. 3	Parlama Patlama Durumunda Yapılması Gerekenler	226
Şekil 7. 4	Deprem Durumunda Yapılması Gerekenler	227
Şekil 7. 5	Sel – Su Baskını Durumunda Yapılması Gerekenler	228
Şekil 7. 6	Kötü Hava Koşulları Durumunda Yapılması Gerekenler	229
Şekil 7. 7	Kaza Yaralanma Durumunda Yapılması Gerekenler	230
Şekil 7. 8	Zehirlenme Durumunda Yapılması Gerekenler	231
Şekil 7. 9	Toplumsal Karışıklık Durumunda Yapılması Gerekenler	232
Şekil 7. 10	Terör – Sabotaj- Şiddet Olayları Durumunda Yapılması Gerekenler	233
Şekil 7. 11	Gaz Sızıntısı Durumunda Yapılması Gerekenler	234
Şekil 7. 12	Enerji Kesilmesi Durumunda Yapılması Gerekenler.....	235
Şekil 7. 13	Kimyasal Madde Dökülmesi ve Maruziyeti Durumunda Yapılması Gerekenler	237

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1 Referans Kütleler	7
Çizelge 3. 1 Tipik Bir Makinenin Yaşam – Kullanım Döngüsü	20
Çizelge 3. 2 Tehlike Türü - Tehlikeli Durumlar ve Potansiyel Sonuçları.....	23
Çizelge 3. 3 Risk Tahmini - Kriterlerinin Nümerik Skalandırılması.....	26
Çizelge 3. 4 Risk Puanı - Zarar Boyutlarının Nümerik Skalandırılması	27
Çizelge 3. 5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi	29
Çizelge 3. 6 Tehlikeli Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi.....	45
Çizelge 3. 7 Kimyasal Bazlı Risk Analizi İçin Sahaya Yönelik Genel Kontrol Listesi.	48
Çizelge 3. 8 Kimyasal Etki Olasılığının Belirlenme Matrisi	51
Çizelge 3. 9 Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Şiddet Belirleme Matrisi	53
Çizelge 3. 10 Risk Puanı Değerlendirme Matrisi.....	54
Çizelge 3. 11 Kimyasal Bazlı Risk Analizinin Sonuç Değerlendirme Matrisi.....	55
Çizelge 3. 12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların Envanter Listesi	57
Çizelge 3. 13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi	63
Çizelge 3. 14 Makine Parkurunun Bakım – Onarım ve Temizlik Aşamalarını İçeren İş Bazlı Risk Değerlendirmesi	96
Çizelge 3. 15 HAZID Metodu İçin Genelleyici Rehber Kelimeler Listesi.....	103
Çizelge 3. 16 HAZID Değerlendirme Matrisi	106
Çizelge 3. 17 Malzeme Katsayısı Belirleme Matrisleri.....	112
Çizelge 3. 18 İndeksleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi İçin Tehlike Derecesi	112
Çizelge 3. 19 Besleme Gazı Verileri	113
Çizelge 3. 20 Ürün Verileri	114
Çizelge 3. 21 Kontrol Ekranında Ölçüm Aletlerinin Gösterge Değerleri.....	119
Çizelge 3. 22 Hidrojen Ünitesi Tank Türleri ve Dizayn Değerleri.....	121
Çizelge 3. 23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZID.....	123
Çizelge 3. 24 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZOP.....	134
Çizelge 3. 25 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin Hazırlanan Yangın ve Patlama İndeksi Hesabı	142
Çizelge 3. 26 Yanıcı - Patlayıcı Kimyasallar İçin Emniyet ve Çevre Faktörleri.....	146
Çizelge 3. 27 Toksik ve Diğer Kimyasallar İçin Emniyet ve Çevre Faktörleri.....	147

Çizelge 3. 28	Nüfus- Popölasyon Faktörü	148
Çizelge 3. 29	Sosyal Risk Faktörü	148
Çizelge 3. 30	Hassasiyet Faktörü	148
Çizelge 3. 31	Kirlilik Taşınım Yolu Faktörü	148
Çizelge 3. 32	Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Alıcı Ortama Göre Ayrılması.....	149
Çizelge 3. 33	Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Taşınım Türüne Göre Ayrılması	149
Çizelge 3. 34	Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Puanlama Rehberi	149
Çizelge 3. 35	Çevresel ve Teknik Emniyet Değerlendirme Skalaları	150
Çizelge 3. 36	İşletmede Çalışanların Bölüm ve Vardiya Bazlı Dağılımı	151
Çizelge 3. 37	Kuruluşun Koordinat Bilgileri	152
Çizelge 3. 38	Tekirdağ İli ve Çorlu İlçesi İçin Toplam Yerleşik Nüfus Sayıları.....	154
Çizelge 4. 1	Kazaların Kök Nedenleri ve Koruyucu Mekanizmaları	160
Çizelge 4. 2	Kazaların Doğrudan Sebepleri ve Kök Nedenleri	161
Çizelge 4. 3	Bariyer Sistemleri Ve Bariyer Fonksiyonları	166
Çizelge 4. 4	Bariyerler ve Bariyer Çökme Modları.....	170
Çizelge 4. 5	Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler	171
Çizelge 4. 6	Bariyerin Etkinlik ve Karmaşıklık Dereceleri.....	179
Çizelge 4. 7	Bariyer Yaklaşımına İşgücünün Katılım Fonksiyonu	182
Çizelge 5. 1	Meteorolojik Veriler	192
Çizelge 5. 2	Gifforda Göre Atmosferik Kararlılık Sınıfı Korelasyonu.....	193
Çizelge 6. 1	Senaryoya Dair Hedef Olay Tanımı - Frekans Değeri	199
Çizelge 6. 2	Senaryoya Dair Tetikleyici Olay Tanımı – Frekans Değeri	200
Çizelge 6. 3	Senaryoya Dair Koşula Bağlı Değişkenler İçin Frekans Değerleri	201
Çizelge 6. 4	Sonuç Kategorizasyonu	202
Çizelge 6. 5	Risk Değerlendirme Matrisi	202
Çizelge 6. 6	Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz) Yayılımına Dair LOPA Hesabı	203
Çizelge 6. 7	Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Hidrojen) Yayılımına Dair LOPA Hesabı	204
Çizelge 6. 8	Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Karbonmonoksit) Yayılımına Dair LOPA Hesabı	205
Çizelge 6. 9	Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (H ₂ -CO-CO ₂ -CH ₄) Yayılımına Dair LOPA Hesapları	207
Çizelge 7. 1	Acil Durumların Türlerine Göre Ayrımı.....	210
Çizelge 7. 2	Güvenli Tahliye Esaslar	213
Çizelge 7. 3	Acil Durum Müdahale Ekip Türlerine Göre Üye Sayılarının Belirlenmesi.....	220

**ALUMİNYUM, SUNİ DERİ VE HİDROJEN PEROKSİT SEKTÖRLERİNDE OLASI
ENDÜSTRİYEL KAZA SENARYOLARININ İNSAN, ÇEVRE VE PROSES
GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Serkan SATICI

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Uğur KURT

Türkiyede büyük endüstriyel kaza potansiyeline sahip, Seveso kapsamında sisteme kayıtlı 1.000 kadar işletme varken, toplam endüstriyel tesis sayısı 60.000'in üzerindedir. Seveso kapsamına giren tesisler için özel olarak büyük endüstriyel kaza politikası hazırlanması istenilse de diğer endüstriyel tesisler için, bu mantıkta bütünlük bir sistem kurgusu zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu açıdan endüstriyel tesislerde insan – çevre – tesis/proses güvenliği açısından bütünlük bir risk yönetimi sisteminin nasıl kurgulanması gerektiği sorusu akıllara gelmektedir.

Buradaki asıl nirengi noktası, ciddi boyuttaki endüstriyel kazalara sebep olması muhtemel kritik etmenlerin nasıl tespit edileceği, teknik emniyet zafiyeti oluşturacak senaryoların tahmini ve sonuçları açısından insana- çevreye- tesise vereceği potansiyel zarar- etki düzeyinin nasıl belirleneceği, sonrasında ise ne gibi önlemler alınacağıdır.

Genel olarak bakıldığında, prosesi gereği özellikle tehlikeli kimyasal kullanan tesislerin büyüklükleri ve makine parkurlarının karmaşıklığına bağlı olarak, proste yanlı giden şeylerin zamanın da farkına varılması ve olası etkileşimlerin tahmin edilmesi pek mümkün değildir. Bu noktada sistemsel bir kurgu ve farklı yöntemlerle risk değerlendirme çalışmaları yapılması; yani proses- işletme, bakım- onarım, idari - yönetimsel, insan faktörü, makine – ekipman, yazılım -otomasyon vb. birçok sosyo-

teknik hatanın gerçekleşmeden önce, zamanında fark edilebilmesi veya gerçekleşse dahi etkilerinin sınırlandırılması için risklerin tespiti ve mevcut ya da olması gereken kontrol mekanizmalarının belirlenmesi zorunludur.

Bu çalışmada; kapsam dışı, orta ve küçük ölçekli alt seviyeli kuruluş ya da üst seviyeli kuruluş ayrımı olmaksızın potansiyel olarak ciddi endüstriyel kaza riski taşıyan tesislerde risk yönetimi açısından nasıl bir sistem izlenmesi gerektiği, uygulama örnekleri ile anlatılmaya çalışılacaktır.

Esasen risk yönetimi açısından endüstriyel kaza senaryolarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarında bilinen birçok farklı metodoloji, birlikte kullanılarak, hibrit bir sistem yürütülür. Bu açıdan yürütülen çalışmada, farklı metotlar ve uygulama örnekleri sunularak genel geçer rehber bir kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışma en genel perspektifte sırasıyla; öngörülen ciddi endüstriyel kaza tehlikelerinin belirlenmesi, makine – kimyasal – çevresel – iş bazlı ve proses bazlı risk değerlendirme yöntemleri ile kritik – major risklerin belirlenmesi, mevcut ve olması gereken teknik emniyet ve güvenlik bariyerlerinin tanımlanması, referans kaza senaryoları üzerinden papyon diyagramlarının oluşturulması, senaryolara karşı bariyer performanslarının değerlendirilmesi, total risk yönetimi etkinliğinin değerlendirilmesi, tesis güvenlik açığının – etki alanlarının haritalandırması ve acil durum eylem planı oluşturma bölümlerinden oluşmaktadır.

Çalışmanın alt kırılım ve uygulama kısımlarında ise alüminyum, suni deri ve hidrojen peroksit sektörlerinde faaliyet gösteren işletmelerde örnek çalışmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Büyük Endüstriyel Kaza, Proses Güvenliği, Risk Değerlendirmesi, Koruma Katmanları Analizi, Papyon Diyagramı.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF POSSIBLE INDUSTRIAL ACCIDENT SCENARIOS IN ALUMINUM, ARTIFICIAL LEATHER AND HYDROGEN PEROXIDE SECTORS FOR HUMAN, ENVIRONMENT AND PROCESS SAFETY

Serkan SATICI

Department of Environmental Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Uğur KURT

The number of total industrial facilities in Turkey is above 60.000 while there are about 1000 facilities registered in the system within Seveso which have major industrial accident risk. Although the major industrial accident policy is wanted to be prepared especially for the facilities within Seveso, there isn't an obligation for a system construction that is integrated with this logic to other industrial facilities.

This brings the question of how a risk management system integrated in terms of human-environment-process safety in industrial facilities should be constructed to the mind. The real trick here is that how the critical elements which might cause great industrial accidents will be detected, the level of the potential damage to human-environment-facility in terms of the guessing and consequences of the scenarios that will cause technical safety infirmity will be determined and what kind of preventions will be taken afterwards.

Considering in general, it's not possible to notice things that go wrong in the process on time and predict the possible interactions depending the complication of machinery and the size of the facilities using dangerous chemical by force of their process. At this point, it's mandatory to work on a systematic construction and risk assessment with

different methods to determine the current or required mechanisms and risks for being able to notice process- business, maintenance- repair, managerial, -human factor, machine- equipment, software, automation etc. mistakes before happening and limit their impacts even if they happen.

It's going to be tried to be explained with application examples of what kind of system should be followed in terms of risk management in facilities without making discrimination of being out of scope industrial plant which have serious industrial accident risk in this study.

A hybrid system is conducted in the studies of determining and evaluating industrial accident scenarios in terms of risk management by using a number of different methodologies together. In this respect, the study is meant to be an universal guide source by presenting different methods and application examples.

The study consists of determining the predicted industrial accidents, critical risks with methods of risk evaluation based on machinery, chemistry, environment, work and process, defining the current or required technical safety and control barriers, forming bow-tie diagrams through reference accident scenarios, evaluating the total risk management activity, mapping the orbit of industry safety hole and emergency action planning.

Example studies are exercised in aluminum, artificial leather and hydrogen peroxide industrial sector in breakdown and application parts of the study.

Keywords: Industrial Major Accident, Process Safety, Risk Assesment, Layer of Protection Analysis, Bowtie Diagram.

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Bu çalışmada, kapsam dışı, alt seviyeli kuruluş ya da üst seviyeli kuruluş ayrımı olmaksızın potansiyel olarak ciddi endüstriyel kaza riski taşıyan tesislerde risk yönetimi açısından nasıl bir sistem izlenmesi gerektiği, uygulama örnekleri ile anlatılmaya çalışılacaktır.

Birinci bölümde metot ve hipotez detaylandırılmıştır.

İkinci bölümde risk yönetimi modelinin genel prensipleri, sistemin temel ihtiyaç analizinin nasıl yapılacağı, gerekli olan bilgilerin kapsamı ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, önerilen risk değerlendirme metotları detaylandırılmış, seçilen işletmelerin ihtiyaçlarına uygun olarak seçilen, makine/ekipman bazlı risk değerlendirmesi, kimyasal bazlı risk değerlendirmesi, iş bazlı risk değerlendirmesi, HAZID, HAZOP, Dow F&EI ve Çevresel Risk Analizi yöntemleri kullanılarak uygulama örnekleri verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde papyon diyagramları yaklaşımının metot detayları verilmiş ayrıca üçüncü bölümün uygulama kısımlarında hazırlanan risk değerlendirmeleri sonucunda belirlenen kritik – major riskler üzerinden senaryoların oluşturulması, teknik emniyet ve güvenlik bariyerlerinin tanımlanması ve papyon diyagramlarının oluşturulmasına yönelik uygulama örneklerine yer verilmiştir.

Beşinci bölümde total risk yönetimi etkinliğinin değerlendirilmesi, tesis güvenlik açığının değerlendirilmesi için LOPA analizi yapılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde olası senaryolara uygun olarak, yazılım desteği ile yangın – patlama senaryosunun fiziksel etki alanlarının belirlenmesi ve haritalanması yapılmıştır.

Çalışmanın yedinci bölümünde senaryolara uygun olarak örnek nitelikte bir acil durum eylem planı sunulmuştur.

Son bölümde ise hipotezin desteklendiği, çalışmanın sonuçları itibari ile yorumlandığı gelişime açık kısımların eleştirildiği, genel değerlendirmeyi içeren sonuç ve öneriler kısmı yer almaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Metot olarak bir kuruluşun ilk yapması gereken, yalın yönetim ilkesi açısından süreç ve proseslerini en genel hatları ile değerlendirerek; çalışmanın kapsamı, sınırlılıkları, ihtiyaçları, asgari gereksinimleri, mevzuat gereklilikleri, kuruluşun yasal – idari ve yönetsel sorumluklarını belirlemek, araştırmak olmalıdır. Bu araştırmanın ilk adımı ise; mevzuat ve rehber yönergeler ile endüstriyel kaza potansiyeli açısından işletmenin tehlike sınıfının belirlenmesi olmalıdır. Şu an mevzuatımızda tanımlanmış üç sınıflama bulunmaktadır;

- Üst Seviyeli Kuruluş
- Alt Seviyeli Kuruluş
- Kapsam Dışı

Bu sınıflamalar mevzuatın asgari beklentilerinin karşılanması için çizilmiş sınırlar olup, bu çalışmada üst seviyeli kuruluş, alt seviyeli kuruluş ayrımı olmaksızın genel geçer bir metot oluşturulmaya ve farklı kuruluşlardan seçilmiş örnek uygulamalar ile teorik olan soyut kavramlar aşılma çalışılmıştır.

Çalışmada, mevzuat gerekliliklerinin değişme durumu, yönetmelik, yönerge ve tebliğlerin henüz tamamlanmaması, dokümanın yalın ve özgün olması inancı dolayısıyla mevzuat detaylarına girilmek istenmemiştir.

Ayrıca bir işletme her ne kadar mevzuatça “Kapsam Dışı” olarak tanımlansada ciddi-büyük endüstriyel kaza potansiyeli taşıyabileceği düşüncesi ile çalışmanın kapsamı – sınırlılıkları genişletilmiştir.

1.3 Hipotez

Günümüzde ülkemizde büyük endüstriyel kaza potansiyeline sahip işletme sayısı 1000 kadarken (BEKRA Bildirim Sistemine kayıtlı) endüstriyel – sanayi kaza potansiyeline sahip işletme sayısı 64.825 dir [1].

Çalışmada endüstriyel – sanayi kazalarına karşı, mevzuatda belirtilen üst seviyeli kuruluş, alt seviyeli kuruluş, kapsam dışı kuruluş ayrımı olmaksızın genel geçer bir metot oluşturulmaya, insan sağlığı- can güvenliği, çevre ve halk sağlığı, tesis – bina emniyetinin sağlanması için idealize edilmiş bir risk yönetimi modeli savunulmaktadır.



ENDÜSTRİYEL KAZA POTANSİYELİ OLAN İŞLETMELERDE RİSK YÖNETİMİ

Öncelikle insan – çevre – proses emniyetine önem veren, endüstriyel kaza potansiyeli olan her işletme, hibrit ve birbirinin eksikliklerinin tamamlayabilen farklı disiplinleri kullanarak, üst yönetim tarafından da benimsenmiş bir risk yönetimi modelini uygulayabilmelidir.

2.1 Genel Prensipler

Riski yönetme sorumluluğu, her sürecin yöneticilerinin kendi risklerini üstlenmeleri ile sağlanır, sadece iş güvenliği uzmanı ya da proses emniyeti uzmanlarının çabaları ile risk yönetiminden söz edilemez.

Yetkili kişiler, oluşturdukları başlıca tehlike risklerini sistematik bir şekilde tanımlamak, profillemek ve yönetmekle ayrıca bu risklere ilişkin mevzuat ve iç prosedürlerin uyumundan sorumludurlar.

Kritik risklerin yönetiminden sorumlu kişilerin görevlileri ve süreçleri özel olarak incelenir. İncelemenin temel amacı, yalınlaşma ve süreç sahiplerinin performanslarının sürekliliğinin sağlanmasıdır.

Tehlikeli- kritik işlerin yürütümü sırasında, iş izin sistemi gereğince; saha kontrolleri, doküman incelemeleri ve emniyet raporlarında belirtilen aksiyonların alınması, sonuç olarak kritik işlerin emniyetli yürütümünün sürekliliğinin sağlanması süreç sahibi yöneticilerin taahhütleri altına alınmalıdır.

Teknik, organizasyonel ve yönetim faktörleri arasındaki karşılıklı etkileşimin uyumu, risk yönetimi için kritik öneme sahiptir.

Üst yönetim liderliği ve desteği, büyük endüstriyel tehlike risklerini yönetmede görevli kişilerin başarısının en önemli kaynağıdır.

Şirket içi performanslarına bakılmaksızın, özel olarak görevlendirilmiş süreç sahibi yöneticiler, büyük kaza risklerinin uygun şekilde yönetildiği, kamu güvenliğinin tesisi, mevzuat gerekliliklerinin karşılandığı ve iş sürekliliğinin sağlandığı, kritiklerine yönelik periyodik olarak iç veya dış denetime tabi olmalıdır.

2.2 Gerekli Bilgilerin Toplanması

Bu modelin uygulama adımlarına geçmeden önce tesisle ilgili doğru ve detaylı bilgilerin toplanması gereklidir. Bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi için gerekli olan minimum bilgi listesi aşağıdaki gibidir;

- Kuruluşun tanıtımı, kuruluştaki ana faaliyet konuları ve üretim bilgileri,
- Kuruluştaki çalışan yüklenici firmalar da dahil olmak üzere güncel kadın-erkek olarak her bir tesisteki çalışan sayısı ve vardiya yapısı,
- Kuruluşun koordinat bilgileri, kuruluşa ait haritalar ve vaziyet planları, kuruluşun konumu ve karayolu, demiryolu ve denizyolu bağlantıları, tesisin vaziyet planları,
- Kuruluşun çevresinin tanıtımı; kuruluşun yakın çevresinde bulunan yerleşim yerleri, yerleşim birimindeki sabit nüfus, bölgede bulunabilecek kişilerin tahmini sayısı, okul, hastane, sinema, otel, restoran, eğlence yerleri, havaalanı, cami, müze gibi toplanma amaçlı binalar ve komşu kuruluşlar hakkında bilgi,
- Kuruluşun yardımcı tesisleri hakkında bilgi; kuruluşun ek binaları, yaya alt geçidi, tünel gibi yeraltı yapıları, kuruluşun kanalizasyon ve drenaj sistemleri bilgisi,
- Meteorolojik bilgiler; en yüksek, en düşük ve ortalama kayıtlı yağış değerleri, fırtına şiddeti, yıldırım düşme ihtimali, sis, don ve nem değerleri, rüzgarlar, atmosferik kararlılık sınıfları, kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklıklar vb. diğer bilgiler,

- Jeolojik, hidrolojik ve hidrografik saha bilgileri; kuruluşun bulunduğu bölgenin jeolojik özellikleri, yer üstü toprak ve yer altı katman özellikleri, sismik veriler, seller ve toprak kayması ihtimali bulunan alanlar,
- Bölgeye özel diğer doğal faktörler; yüzey ve yeraltı sularının konumu, su kalitesi ve kullanım durumu, sahil ve deniz çevresine ait bilgiler, özel çevre koruma bölgeleri, doğal sitler ve tabiat varlıkları, gelgit ve akıntılar, acil durum müdahalelerini veya çevreleme önlemlerini engelleyebilecek çevre özellikleri,
- Kuruluşun etrafındaki alanda bulunan diğer faaliyetler hakkında bilgi,
- Kuruluşta bulunan tehlikeli maddeler hakkında bilgi; tehlikeli maddenin tanıtımı, tehlikeli maddenin bileşimi/içeriği hakkında bilgi, tehlikelerin tanıtımı, ilk yardım tedbirleri, yangınla mücadele tedbirleri, kaza sonucu yayılmaya karşı tedbirler, elleçleme- depolama, maruziyet kontrolleri/ kişisel korunma, fiziksel ve kimyasal özellikler, kararlılık ve tepkime, toksikolojik bilgi, ekolojik bilgi, bertaraf bilgileri, taşımacılık bilgileri, mevzuat bilgileri vb. [2].

2.3 Kritik Ekipmanların Seçimi

Bir ekipmanın kritik olarak belirlenebilmesi için içerisindeki tehlikeli maddenin türü ve miktarına göre bazı kabuller yapılır. Eğer miktar, kütsel eşik değere eşit veya büyükse, söz konusu makine, depo, silo, tank, basınçlı sistemler, kimyasal iletim hatları, reaksiyon – prosesin gerçekleştiği ekipmanlar kritik olarak değerlendirilir.

Bu eşik değeri maddenin tehlikeli özelliklerine, fiziksel haline, buharlaşma olasılığına ve olası domino etkilerini meydana getirebilecek diğer tehlikeli maddelere göre konumuna bağlıdır [3].

Bu metodu kullanabilmek için, potansiyel tehlikeli olarak tanımlanan her bir ekipman için aşağıda sıralanmış bilgilere ihtiyaç duyulur:

- Ekipmanın adı
- Ekipmanın tipi
- Maddenin fiziksel hali
- Çalışma sıcaklığı (°C olarak)
- Kaynama sıcaklığı (°C olarak)
- Tehlike sınıflandırılması (Risk ibareleri, Zarar cümleleri)
- Ekipman içindeki maddenin kütlesi (kg olarak) veya içinde akış olan ekipman için (borular gibi) 10 dakikada geçen tehlikeli madde miktarı

Kritik ekipmanların seçimi için referans kütleli eşik değerleri dikkate alınmalıdır [3].

Çizelge 2.1 Referans Kütleler [3]

Maddenin Özellikleri	Referans Alınan Kütle Ma (kg)		
	Katı	Sıvı	Gaz
1) Çok toksik	10000	1000	100
2) Toksik	100000	10000	1000
3) Oksitleyici	10000	10000	10000
4) Patlayıcı (Seveso II Direktifi Ek 1 Tanım 2a)	10000	10000	----
5) Patlayıcı (Seveso II Direktifi Ek 1 Tanım 2b)	1000	1000	----
6) Alevlenebilir	----	10000	----
7) Kolay alevlenebilir	----	10000	----
8) Çok kolay alevlenebilir	----	10000	1000
9) Çevre için zararlı	100000	10000	1000
10) R14, R14/15, R29 risk ibareleri kombinasyonlarında yukarıda verilen özellikler tarafından kapsanmayanlar	10000	10000	----

Eğer bir ekipman, içindeki tehlikeli maddenin varlığından ve/veya ekipman içerisindeki çalışma koşullarından dolayı kritik olarak nitelendiriliyorsa, bu ekipman, içerdiği tehlikeli madde kütlesi eşik değerden küçük olsa bile kritik ekipman olarak seçilebilir ve incelenebilir. Bu nedenle tesis içerisindeki tüm kimyasalları içeren kimyasal bazlı risk değerlendirmesi yapılması önerilir [3].

2.4 Tehlike Tespiti ve Risk Değerlendirme Çalışmaları

Bir işletme ister üst seviyeli ister alt seviyeli, isterse kapsam dışı olsun; risk değerlendirme çalışmalarına ihtiyaç duyacaktır. Bu açıdan çalışmanın özünde, endüstriyel tesisler için hibrit olarak birlikte kullanılacak farklı risk değerlendirme metodolojilerini örnekleri ile açıklayarak bütünleşik ve birbirinin eksikliğini tamamlayan bir yöntem oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada her işletmenin ihtiyaçlarına uygun olarak kullanabileceği; makine/ekipman bazlı risk değerlendirmesi, kimyasal bazlı risk değerlendirmesi, iş bazlı risk değerlendirmesi, HAZID, HAZOP, LOPA ve Çevresel Risk Analizi yöntemleri ele alınacak ve örneklendirilecektir.

Tartışmasız olarak hiçbir güvenlik tedbiri alınmadığı takdirde makina ve proseslerde bulunan bir kusurun er veya geç, zarara neden olacağı kabul edilmelidir.

Buradaki temel amaç, makine- ekipman, tesisat, kullanılan hammaddeler, proses, bakım-onarım, insan faktörü, idari- organizasyonel vb. hatalarından kaynaklanan ve büyük endüstriyel kazalara sebebiyet verebilecek nitelikteki tetikleyici olayların önceden öngörülebilmesi, mevcut ve olası tehlikelerin tespiti sayesinde, risk seviyesinin düşürülmesi, olası kaza etkilerinin sınırlandırılması veya kontrol altına alınması olmalıdır.

Böylece, tesisteki potansiyel tehlikeli ekipmanları/prosesleri, depolanan – taşınan – proses içerisinde kullanılan ya da proses içerisinde reaksiyona girerek değişen tehlikeli kimyasalları belirlemek ve büyük kazaları tetikleyebilecek her türlü riskin tanımlanabilmesi, senaryoların oluşturulması ve papyon diyagramlarının hazırlanması için data setleri elde edilmiş olur.

2.5 Senaryo ve Papyon Diyagramlarının Oluşturulması

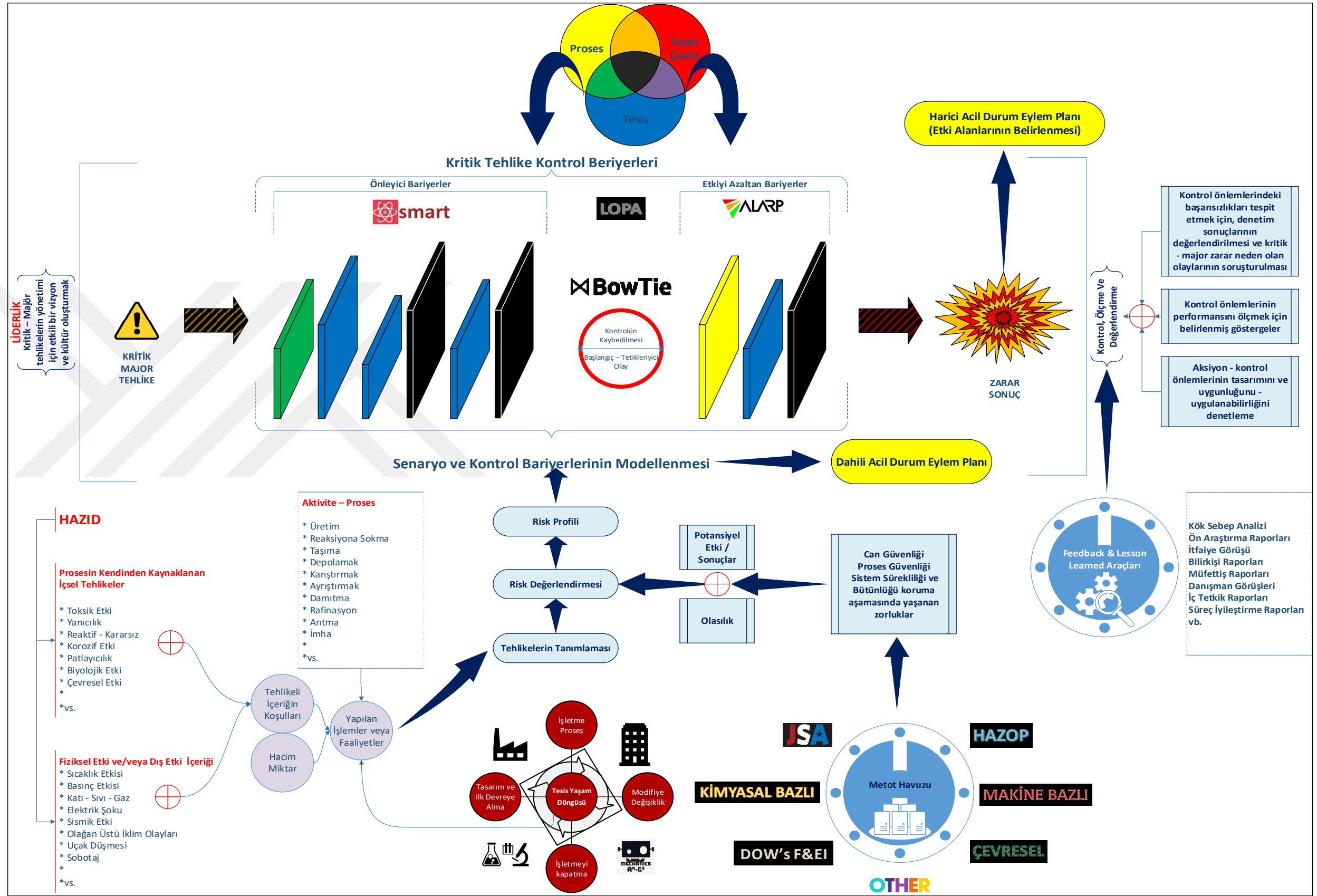
Tehlikeli- kritik ekipman/proseslerin belirlenmesi, risk değerlendirmelerinin ardından, her bir ekipman/proses ile ilişkili muhtemel kritik olayların listesi oluşturulur. Sonrasında belirlenen her bir kritik ekipman/proses için basit haliyle en temel neden ve en temel sonucun olduğu hata- olay ağaçları oluşturulur. İlk oluşturulan papyon diyagramları eskiz mahiyetinde olup, herhangi bir güvenlik bariyeri olmadığı kabulü ile oluşturulur. Papyon

diyagramları mutlaka kritik ekipman/proseslerde görevli çalışanlar ile birlikte oluşturulmalıdır.

Bu tür bir yaklaşımın çalışanlarla birlikte uygulanabilmesi için sistemsal olarak; işletmedeki görev tanımları, kritik süreçler, işleyiş – faaliyetler, üretim aşamaları dikkate alınarak farklı ekiplerin deneyimleri, eleştirel bakış açıları ve beyin fırtınası ile senaryoların oluşturulması sağlanmalıdır. Çalışanlar tehlikenin tanımlanması, tetikleyici olaylar/tehditler ile olan organik bağı anlamlandırabilmeli, ilişkilendirmeyi yapabilmelidir.

2.6 Endüstriyel Kaza Risklerinin Yönetimi

Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Yönetimi'ne genel bir modelleme aşağıdaki diyagramda sunulmaktadır. Bu model üst yönetimin, kamu müfettişleri ve/veya iç denetçilerin; büyük endüstriyel tehlikelerin yönetiminden sorumlu kişilerin performansını, bu kapsamda yapılan çalışmaların – düzenlemelerin etkinliğini, mevzuat gerekliliklerinin karşılanıp karşılanmadığını, risk yönetiminin teknik, organizasyonel ve yönetsel yönlerinin yeterliliğini değerlendirebilme olanağı sağlar. Ayrıca yapılacak çalışmalar arasında zamansal ve kuramsal olarak ilişkileri ortaya koyar.



Şekil 2. 1 Endüstriyel Kaza Potansiyeli Olan İşletmelerde Risk Yönetimi Modeli

RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirme, Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirme, İş Bazlı Risk Değerlendirme, Çevresel Bazlı Risk Değerlendirme, Tehlike Tanımlama Metodu (HAZID), Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP), Yangın ve Patlama İndeksi (DOW F&EI) metodları uygulama örnekleri ile verilecektir. Her metodun sonunda uygulama örneği için seçilen tesis – üretim bilgileri anlatılıp, risk değerlendirme tabloları sunulacaktır.

3.1 Risk Değerlendirmesinde Genel Gereksinimler

3.1.1 Risk Değerlendirme Çalışmalarını Yürütecek Ekiplerin Oluşturulması

Tehlikelerin belirlenmesi, risklerin değerlendirilmesi ve belirlenmiş risklere karşı önlemlerin alınması çalışmaları vardiya amiri/mühendisleri, bağımsız bölüm şefleri-yöneticileri bazında kurulacak ekip/ekipler aracılığı ile yürütülür.

Birden fazla üretim hattı, makine veya prosesin kesiştiği faaliyetlerle ilgili risk değerlendirme çalışmalarında bu ünitelerin herbirini temsil eden çalışanların katılacağı şekilde ekip oluşturulması sürecin sağlıklı yürütülmesi için zaruridir.

Her ünite – makine- prosesin faaliyetleri değerlendirilirken söz konusu ünitelerin vardiya mühendisi, makine operatörü, bakım- onarım ekibi, temizlik ekibi, meydancı vb. ilgili proses – makineya hâkim kişilerden destek alınması çalışmanın iskeletini oluşturur. Risk değerlendirmesi yapılırken tüm sistemin çözümlenmesi gerekeceğinden bu çalışma iş güvenliği profesyonellerinin tek başlarına yürütebilecekleri bir çalışma değildir.

3.1.2 Riskin Tahmini

Risk tahmininde bir zararın/ hasarın oluşma riski ile beklenen zararın/ hasarın ölçüsü ile ilgili tahmin yürütölür. Risk tahmini aşağıdaki parametreleri içerir:

- Bir riskin ortaya çıkma ihtimalinin belirli bir ölçek dahilinde tanımlanması (bu ölçek niteliksel veya niceliksel bir ölçek olabilir).
- Riskin doğuracağı sonuçların ve ortaya çıkacak hasarın tanımlanması
- Risk tahmininin varsayılan kesinliğı.

Her bir risk tahmin edilen yüksekliğıne göre belirli bir ağırlıkla değeriendirilir ve sonuç itibarı ile belirli öncelikler verilir. Riskin yüksekliğini yakından belirleyen üç faktör bulunmaktadır:

- Riskin çeşidi (Riskin tekrar hangi durumlarda ortaya çıkacağı).
- Hasarın derecesi ve ortaya çıkma ihtimalini veren oranı
- Maruz kalma süresi (kişilerin kaç kez ve ne kadar süre ile bu riske maruz kalacakları).

Risk tahmininin nesnel bir konu olduğı rahatlıkla söylene de öte yandan risk ölçüm sayılarını tanımlamak kolaylıkla mümkündür. Risk tahmini alana göre niteliksel veya niceliksel olarak yapılabilir (ancak özel ve ölçülebilir parametreler varsa).

Niceliksel risk parametreleri şunlar olabilir:

- Ölçülen maruz kalma verileri
- Bir maddenin miktarı (konsantrasyonu)
- İstatistiksel veriler (örneğin kaza sayıları, hastalık durumu beyanları)
- Maruz kalmanın (sayılarla tespit edilen) miktar, süre ve boyutu.

Niteliksel risk parametreleri ise şunlardır:

- Maruz kalındığında insan sağlığı üzerinde ortaya çıkan etkinin çeşidi
- Varsayılan (tahmin edilen) maruz kalma süresi
- Risk parametrelerinin karşılıklı etkileşimi.

Risk olayının tamamını yeterince açıklayabilmek için gerek niteliksel ve gerekse niceliksel parametrelerin yeterince güvenli olmaları gerekir. Maruz kalınan bir tehlike (gürültü, zararlı madde, ısıma, vs.) ölçülebilir ise, mutlaka ölçülmelidir [4].

3.1.3 Riskin Değerlendirilmesi

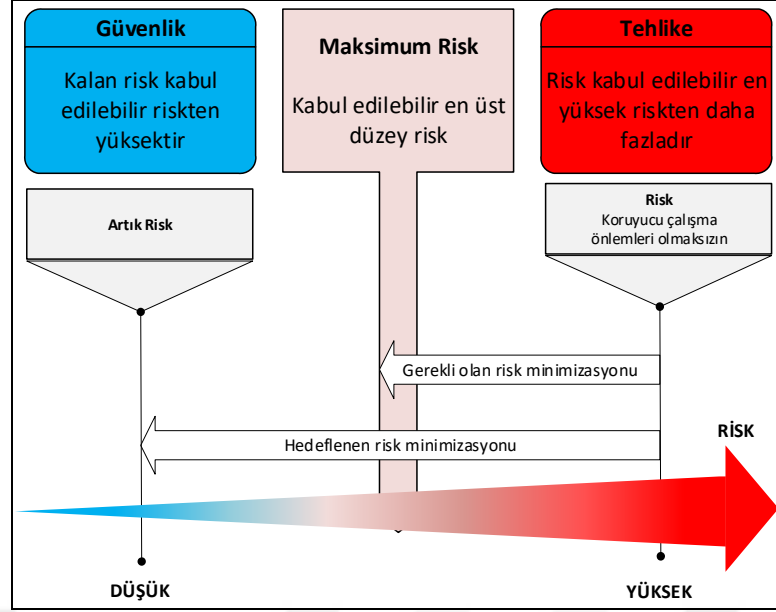
Risk değerlendirmesi sübjektif yoruma dayalı kararlara dayanır. Bu nedenle söz konusu kararlar; nicel metotlarla mümkün olduğu kadar tamamlanmış olmalı, nihai aşamada nitel metotlar ile desteklenmelidir. Nicel metotlar, potansiyel zarar etkisinin fazla ve geneli etkileceği durumlarda, ayrıca alternatif güvenlik tedbirlerinin değerlendirilmesi ve daha iyi koruma sağlayan tedbirlerin tayini konusunda faydalı bir yöntem sunar [4].

Nicel metotların uygulanması mevcut faydalı verilerin miktarı ile kısıtlıdır ve bu yüzden birçok işletmede sadece nitel risk değerlendirmesinin yapılması mümkün olur [4].

Risk değerlendirilmesi sonuçlarının ve belirlenen tedbirlerin alınması hususunda oluşturulan aksiyon planının doküman haline getirilmesi ve yayınlanarak sürecin yürütülmesi – aksiyon takibi yapılması esas ulaşılmaya çalışılan hedeftir. Maalesef işletmelerde yapılan birçok risk değerlendirilmesi içerik, teknik yeterlilik, reel dataların eksikliği, hatalı değerlendirme, aksiyonların smart olmaması gibi nedenlerle dokümantasyonun ötesine geçememektedir.

3.1.4 Risk Değerlendirmesinde Risk – Aksiyon/Güvenlik Dengesi

Risk tahminine göre riskin değerlendirilmesi gerekir. Risk değerlendirmesinde riskin azaltılması için daha başka önlemler alınmasına gerek olup olmadığı veya kalan riskin kabul edilebilir olup olmadığı (Şekil 3.1) belirlenir. Riskin kabul edilemez olmadığı durumlarda, riskin azaltılması için önlemler alınması gerekir [4].



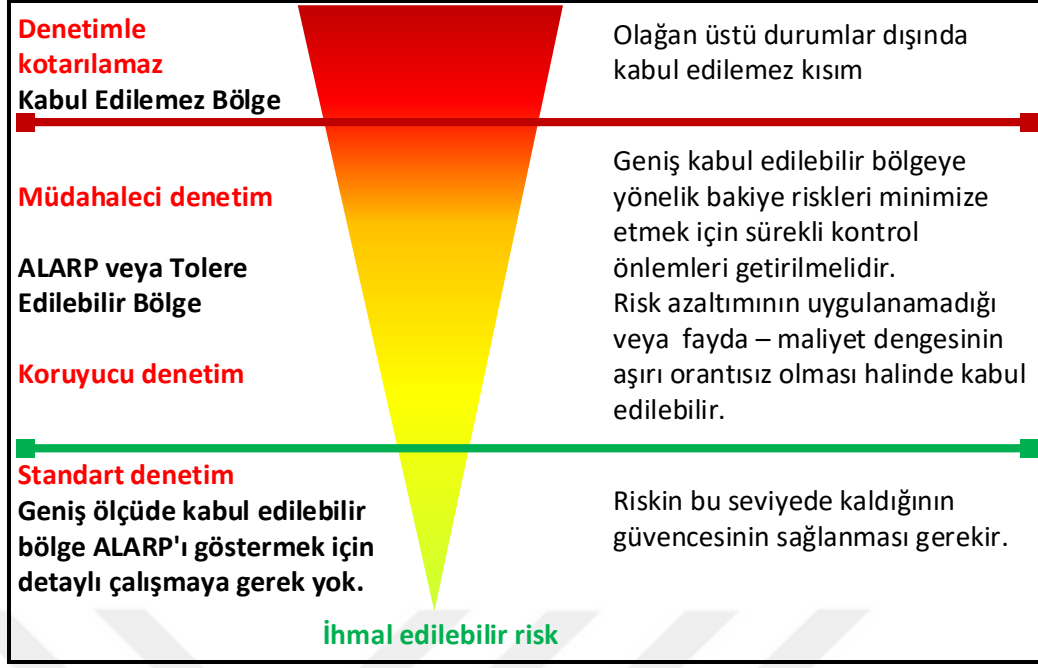
Şekil 3.1 Güvenlik Ve Risk Arasındaki İllinti [4]

Burada alınması planlanan aksiyonların SMART olarak (Specific- Measurable- Achievable- Realistic- Time bound) oluşturulması esastır. SMART aksiyondan kasıt, yatırımı yapılacak aksiyonun; özel / belirli, ölçülebilir, başarılabılır, makul / gerçekçi ve zamana bağlı oluşturulmasıdır.

Özellikle büyük endüstriyel kazaların önlenmesi için alınacak aksiyonların risk iştahi, aksiyonların etkinliği ile maliyeti arasında optimum dengeyi yakalamayı gerektirir. Bu noktada ALARP (As Low As Reasonably Practicable) kavramı devreye girer. Ancak bu kavram, can güvenliğinin para ile tartıldığı gibi bir hatalı algı oluşturmamalıdır.

ALARP prensibi, işletme şartları, mevzuat, teknoloji gibi mevcut şartlar altında mümkün olanın en iyisinin yapılmasını öngürür. “Uygulanabilirliği Akla Yakın Olduğu Kadar Düşük” risk prensiplerine göre alınması gereken önlem düzeyi belirlenir. ALARP prensibinde pratik olarak ulaşılabilecek en ideal seviyeye kadar risk skoru düşürülür.

ALARP tekiğinin uygulanmasının şematik olarak gösterimi ve kabul edilemez bölge, kabul edilebilir bölge, geniş ölçüde kabul edilebilir bölge ayrımı aşağıda verilmiştir.

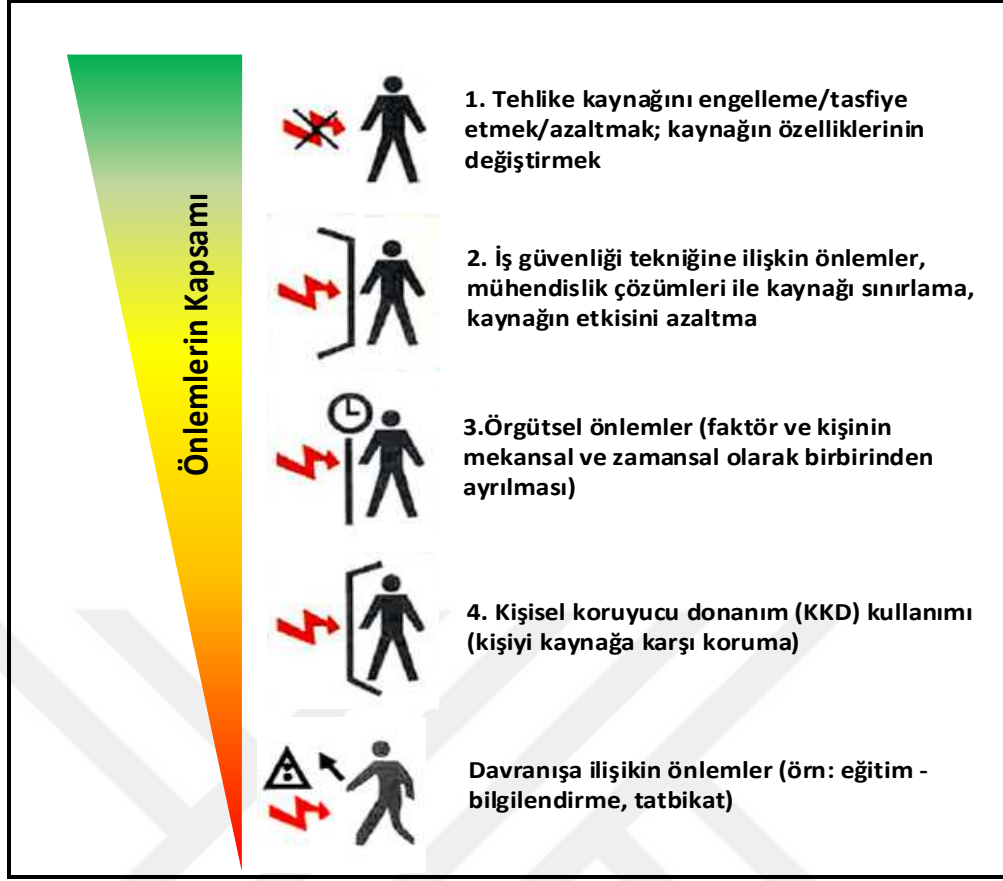


Şekil 3.2 ALARP İlkesi ve Risk Düzeyleri [5]

3.1.5 Alternatif Aksiyonların Önceliklendirilmesi

Aksiyon ister SMART olsun ister ALARP olsun, alternatifler içerisinde değerlendirilecekse aşağıdaki genel mantığa (Şekil 3.3) uyulması esastır.

Gerekli olduğu durumlarda risk değerlendirmesini takiben özellikle kritik risklerin azaltımı için ivedilikle aksiyonlar alınır. Aksiyonların, risklerin kıymeti derecesinde sırası ile alınması, tehlikelerin mümkün olduğu kadar giderilmesi ve güvenlik tedbirlerinin alınması sürecin sağlıklı yürütülmesine imkân tanır. Yani aksiyon hiyerarjisine uyulması kaynakların doğru kullanılmasını sağlar. Tam da bu noktata işin asıl nirengi noktası, risklerin doğru kıymetlendirilebilmesidir. Eğer sırası ile aşağıdaki adımlar takip edilerek risk değerlendirme çalışmaları tamamlanır ve her uygunsuzluk için kabul edilebilir (optimum) aksiyonlar tanımlanırsa teknik emniyet riskleri sistemli bir şekilde yok edilebilir.



Şekil 3.3 Önlem Alma Hiyerarjisi [6]

3.2 Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirmesi

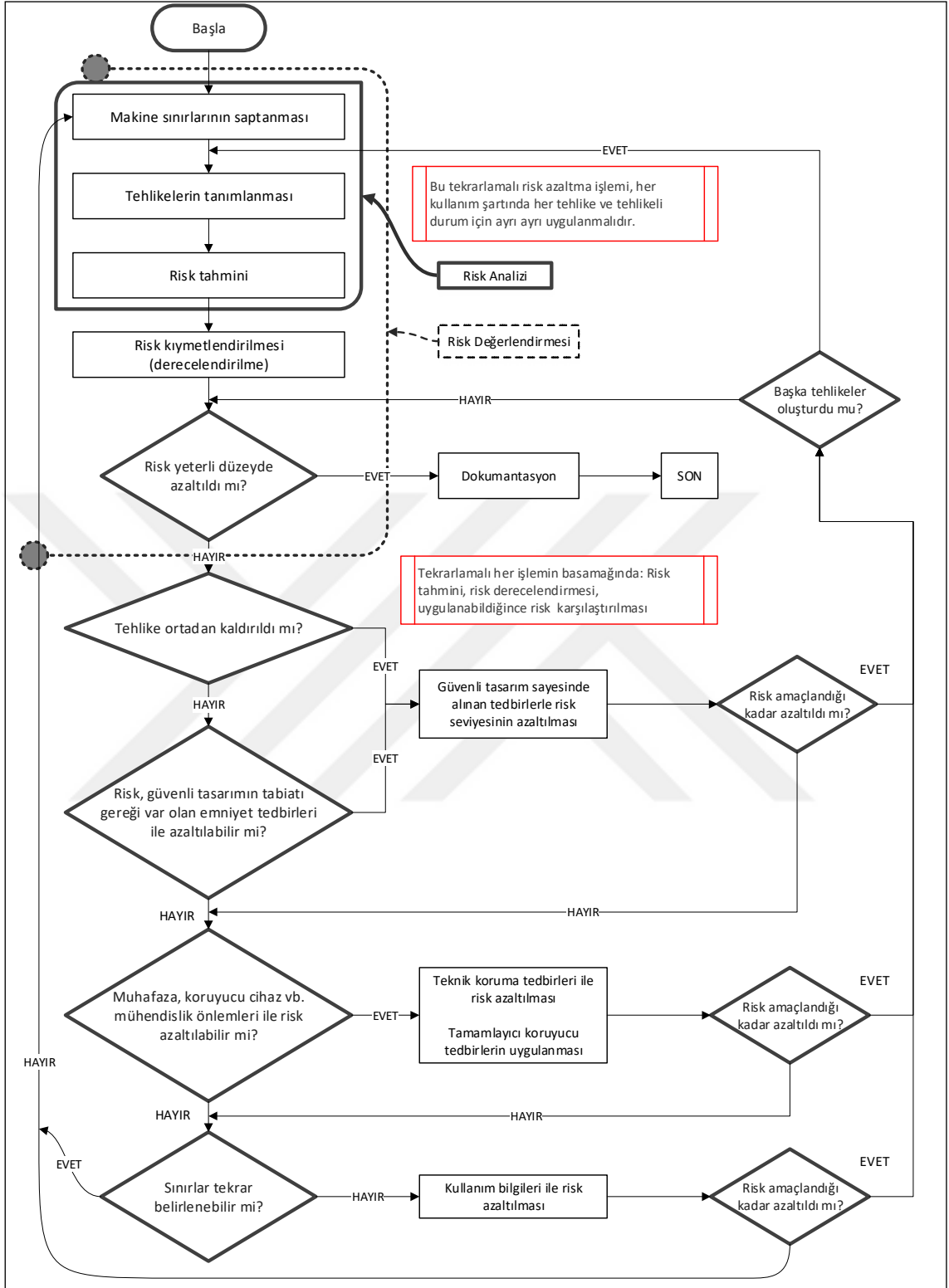
Bu kısımda makine – ekipman veya basit bir üretim hattının, sistematik bir yolla gözden geçirilmesine imkân tanıyan bir metot sunulacaktır. Risk analizi kurgusu, makine – ekipman güvenliği hususunda hüküm verilmesine, risklerin derecelendirilebilmesine, risk değerlendirmesi için gerekli asgari salt – reel bilgilerin toplanmasına imkân vermelidir. Makine/ekipman bazlı risk değerlendirmesinin temel adımları:

a) Risk analizi

- Makinenin sınırlarının tayin edilmesi
- Tehlikelerin tanımlanması
- Risk tahmini

b) Riskin kıymetlendirmesi – derecelendirmesi

c) Riskin değerlendirilmesi ve aksiyon planı oluşturma (riskin azaltımı çalışmaları) [7]



Şekil 3.4 Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirme Stratejisi [7]

3.2.1 Makine Sınırlarının Tanımlanması

Kullanım Sınırları: Kullanım sınırları normal koşullarda uygun işletme ve makul seviyede hatalı kullanımları içermektedir. Kullanım sınırlarının tanımlanmasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

a) Kullanıcılar için makinenin farklı işletim modları ve makinenin arızalanması nedeniyle gerekli olan müdahaleler dahil farklı müdahale prosedürleri

b) Makinelerin; yaş, cinsiyet, fiziksel yeterlilik, el – göz koordinasyonu ile sağlıkları, yapılan işe uygun olan yetkilendirilmiş kişilerce kullanımı (İşletme tarafından net bir bilgi verilemiyorsa makine kullanım kitapçıları – üretici görüşleri esas alınır)

c) Kullanıcılardan beklenen eğitim düzeyi, deneyim ve/veya yetenekleri;

- Makine/Ekipman Operatörü
- Bakım – Onarım personeli, teknisyen, tekniker
- Kursiyer/stajyer veya çırak
- Diğer çalışanlar

d) Makina ile ilgili makul ve öngörülebilir tehlikelere diğer kişilerin maruz kalması;

- Belirli tehlikeler hakkında iyi bir bilince sahip olma olasılığı yüksek kişiler (örneğin komşu makina operatörleri)
- Spesifik tehlikeler konusunda az farkındalığı olan, ancak idari, proses, genel güvenlik prosedürleri, kısıtlı alanlar vb. konularda iyi bir bilinç düzeyine sahip olma ihtimali olan kişiler
- Makine/proses tehlikeleri veya genel güvenlik prosedürleri hakkında az farkındalığı olabilecek kişiler (ziyaretçi, tedarikçi, müşteri, stajyer, çocuk vb) [7]

Alan Sınırları: Alan sınırları konusunda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir;

- a) Makinenin hareket, fiziksel çalışma aralığı,
- b) Makinede birebir çalışan kişiler için gerekli çalışma alanı (bakım – onarım – temizlik – kontrol/denetim – kalibrasyon vb.)
- c) Makinenin işletimi, kullanımı için operatör için gerekli olan alan, kullanım kabini vb.
- d) Makinenin güç – enerji kaynağı için gerekli alanlar [7]

Zaman Sınırları: Zaman sınırları konusunda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir;

- a) Makine ve bileşenlerinin (elektromekanik takılabilir, değiştirilebilir parça – ekipmanlar dahil) kullanım ömrü normal kullanım ve makul hatalı kullanım baz alınarak belirlenir
- b) Tavsiye edilen servis – bakım aralıkları [7]

Diğer Sınırlar: Üretim türü ve teknolojik gelişmelere göre değişmekle birlikte bu sınırların belirlenmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- a) İşlenecek malzeme veya kullanılan kimyasalların özellikleri
- b) İhtiyaç duyulan zorunlu temizlik düzeyi
- c) Çalışma sıcaklığı (max – min)
- ç) Çalışma basıncı (max – min)
- d) Açık havada kullanılan makine/ekipman için iklim koşulları, güneş ışınları etkisi vb.
- e) Toz, su, kimyasal vb. direnç toleransı
- f) Elektromanyetik direnç toleransı [7]

3.2.2 Makine Yaşam – Kullanım Döngüsü

Tehlikelerin eksiksiz olarak tanımlanabilmesi makine ve elemanların yaşam – kullanım döngüsünün iyi bir şekilde ele alınmasına bağlıdır. Aşağıdaki tabloda tipik bir makinenin yaşam – kullanım döngüsü verilmiştir;

Çizelge 3.1 Tipik Bir Makinenin Yaşam – Kullanım Döngüsü [7]

Tipik Bir Makinenin Ömrünün Aşamaları	Görev Örnekleri
Transport	* Kaldırma * Yükleme * Ambalaj * Taşıma- nakliye * Boşaltma * Paketin açılması
Montaj- kurulum ve devreye alma	* Makinenin ve bileşenlerinin ayarlamaları * Makinenin montajı * Atık - deşarj sistemlerine bağlama (egzoz sistemi, atık su tesisatı gibi) * Güç kaynağına bağlama (Elektrik güç kaynağı, ısı, buhar, basınçlı hava - su vb.) * Demo -test * Yardımcı sıvıların beslenmesi, doldurulması veya yüklenmesi (yağ, gres, yakıt, su, tutkal vb.) * Parmaklık, korkuluk vb. * Sabitleme, ankraj * Makine yerleşim için hazırlık işlemleri (Temel - zemin hazırlama, titreşim sönümleyici vb.) * Makineyi yük olmadan - boşta çalıştırmak * Test etme - ilk çalıştırma * Numune yük veya maksimum yük ile denemeler
Makine Ayarlarının Yapılması	* Koruyucu cihazların ve diğer parçaların ayarlanması- kurulması * Makinenin fonksiyonel parametrelerinin ayarlanması ve kurulması (hız, basınç, kuvvet, çalışma limitleri vb.)
Makine fonksiyonlarının, programlama ve/veya süreçlerinin değiştirilmesi, ayarlanması	* İş parçasının sıkıştırılması / sabitlenmesi * Hammadde besleme, doldurma ve yükleme * Fonksiyonel test, denemeler ve kalibrasyon * Ek aletlerin makineye takılması veya montajı, aletlerin ayarlarının yapılması * Yazılımın doğrulanması * Son ürünün değerlendirilmesi- doğrulanması

Çizelge 3.1 Tipik Bir Makinenin Yaşam – Kullanım Döngüsü (Devamı) [7]

Operasyon- Proses	* İş parçasının sıkıştırılması / sabitlenmesi * Kontrol / denetim * Makinenin sürülmesi * Hammadde besleme, doldurma ve yükleme * Manuel yükleme / boşaltma * Makinenin işlevsel parametrelerinin, ürüne özgü ince ayarlamaların yapılması (hız, basınç, kuvvet, sıcaklık,vb.) * Operasyon sırasında küçük müdahaleler (atık madde, salmastra suları, sıkışmaları giderme, yerel temizlik vb.) * Manuel olarak makineye klavuz olma - kumanda etme * Makineyi durdurduktan / prosesi kestikten sonra yeniden başlatma * Denetim * Son ürünün değerlendirilmesi - doğrulanması
Temizlik	* Ayarlamalar * Temizlik, dezenfeksiyon
Bakım – Onarım	* Makinenin parçalarının, parçalarının ve cihazlarının sökülmesi / sökülmesi
Teknik Muayene- Yasal Kontroller	* Genel kat- alan temizliği * İzolasyon ve enerji kaybı * Yağlama * Ekipman, araçların değişimi * Aşınmış- zarar görmüş parçaların değiştirilmesi * Sıfırlama * Sıvı – gaz vb. seviyelerinin geri yüklenmesi * Makinenin parçaları, kumanda, gösterge, ekran vb. cihazlarının doğrulanması * Emniyet açısından zorunlu test ve kontrollerin yapılması
Hata tespiti	* Ayarlamalar
Arıza durumu	* Makinenin parçalarının, parçalarının ve cihazlarının sökülmesi / sökülmesi * Hatanın teşhis edilmesi * İzolasyon ve enerji kaybı * Kontrol ve koruma cihazlarının arızalarının giderilmesi * Sıkışma- tıkanmanın giderilmesi * Tamir- onarım * Makinenin parçalarının, parçalarının ve cihazlarının değiştirilmesi * Hapsolmuş, sıkışmış kişilerin kurtarılması * Sıfırlama * Makinenin parçaları, parçaları, cihazlarının doğrulanması

Çizelge 3.1 Tipik Bir Makinenin Yaşam – Kullanım Döngüsü (Devamı) [7]

Söküm	* Güç- enerji sistemlerinden makineyi ayırma
Devre dışına alma	* Demontaj
	* Kaldırma
	* Yükleme
	* Paketleme- Ambalaj
	* Taşıma- nakliye
	* Boşaltma

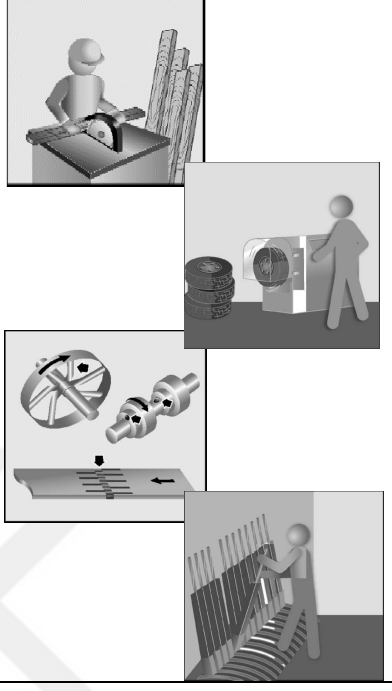
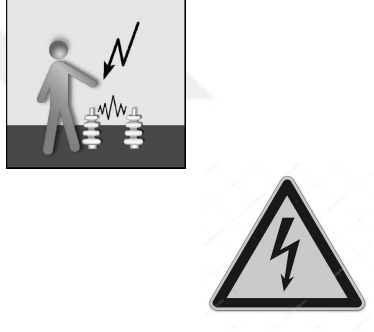
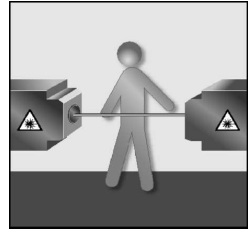
3.2.3 Tehlikelerin tanımlanması

Tehlike, en basit haliyle muhtemel zarar kaynakları şeklinde tanımlanabilir. Fakat makine bazlı risk değerlendirmesi söz konusu olduğunda mekanik tehlikeler, elektrik tehlikeleri veya bunların oluşturabileceği muhtemel zararın örneğin, elektrik çarpması tehlikesi, zehirlenme tehlikesi, yangın tehlikesi gibi dolaylı durumların oluşması gözden kaçabilir.

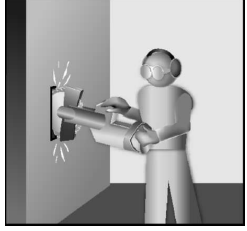
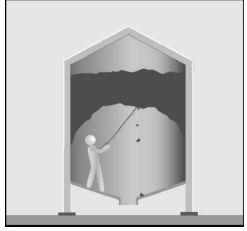
Ayrıca makine bazlı risk değerlendirmesi yapılırken kavramsal – teorik tanımlamanın dışında tehlike; makinenin amaçlanan kullanımı sırasında sürekli mevcuttur. Örneğin; hareketli elemanlardan kaynaklanan tehlikeler, kaynak sırasında elektrik arkı, sağlıksız duruş, gürültü yayılması, yüksek sıcaklık, patlama, istem dışı çalıştırma /beklenmeyen çalışma sonucunda ezme, kırılma sonucunda fırlatma, hızlanma veya yavaşlama sonucunda düşme gibi birçok beklenmeyen olay meydana gelebilir [7].

Yukarda da ifade etmeye çalıştığımız üzere makine bazlı risk değerlendirmesi yaparken tehlike avı yani makine ve prosesin incelenmesi çok detaylı bir çalışma gerektirecektir. Bu nedenle incelenmekte olan makine/prosesin doğurabileceği tehlikelerin tespiti ve sonucunda olası potansiyel zarar tahmini için aşağıdaki tablodan yararlanılması önerilir;

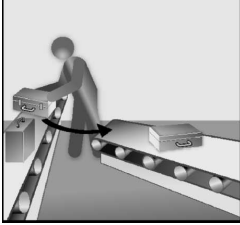
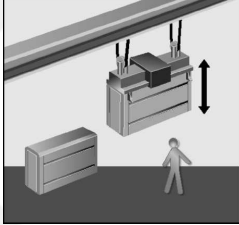
Çizelge 3.2 Tehlike Türü - Tehlikeli Durumlar ve Potansiyel Sonuçları [7], [8]

Tehlike Tipi/Türü	Tehlike Kaynağı	Potansiyel Sonuç Zarar/ Etki	Örnek Görsel
Mekanik Tehlikeler	* Hızlanma, yavaşlama * Sivri parçalar * Hareketli bir parçanın sabit bir kısma yaklaşımı * Keskin parçalar * Elastik parçalar * Düşen nesneler * Yer çekimi * Zemine göre yüksek yerler * Yüksek basınç * Stabil olmama, dengesizlik * Kinetik enerji * Makine hareketliliği * Hareket eden parçalar * Dönen parçalar * Kötü, pürüzlü, engebeli, yapışkan, kaygan vb. yüzeyler * Keskin köşeler * Depolanmış enerji * Vakum, emiş	* Üstünden geçme * Fırlatma * Ezme, presleme etkisi * Kesme, ayırma, bölme * Kısırtma, yakalama, kapma * Birbirine dolanma * Sürtünme veya aşınma etkisi * Darbe, çarpma etkisi * Enjektör etkisi * Vakum etkisi * Makaslama etkisi * Kayma, sendeleme ve düşme * Saplanma, delme * Boğma	
Elektriksel Tehlikeler	* Arc * Elektromanyetik olay * Elektrostatik olay * Canlı hat * Yeterli emniyet mesafesi olmayan yüksek voltaja sahip bölgeler, hatlar * Aşırı yüklenme * Arıza sonucu canlı hat haline gelen bölgeler, parçalar * Kısa devre * Termal radyasyon	* Yanık * Kimyasal etkiler * Tıbbi implantlar üzerindeki etkiler * Elektrik akımına kapılma * Düşme, akımın fırlatması * Yangın * Erimiş parçacıklara maruz kalma * Elektrik akımı şoku (Solunum spazmı- Kalp spazmı- kas spazmı- felç vb.)	
Termal Riskler	* Patlama * Alev * Yüksek veya düşük sıcaklıktaki nesneler veya malzemeler * Isı kaynaklı radyasyon	* Sıcak yüzey teması sonucu yanma * Su kaybı * Rahatsızlık verme * Soğuk yüzey teması sonucu yanma * Isı kaynaklarının yaydığı radyasyon- ışıma ile yaralanma * Kaynar sıvı/buhar/güneş vb. etki ile yanma * Aşırı sıcak etkisi * Aşırı soğuk etkisi * Ani sıcaklık değişimi etkisi	

Çizelge 3.2 Tehlike Türü - Tehlikeli Durumlar ve Potansiyel Sonuçları (Devamı) [7], [8]

Gürültü	* Egzos sistemi * Aşırı hızda sistem çalışması * Yüksek hızda kaz gaçağı, sızıntısı * Üretim süreçleri (presleme, kesme, delem vb.) * Hareketli parçalar * Yüzey söküm, sıyırma işlemleri * Balanssız dönen parçalar * Pnömatik sistemler * Aşınmış parçalar	* Rahatsızlık * Bilinç kaybı * Denge kaybı * Kalıcı işitme kaybı * Stres * konstrasyon, dikkat eksikli sonucu öngörülemeyen farklı risklere maruz kalma * Kulak çınlaması, * kısmi, geçici işitme kaybı * Yorgunluk, bitkinlik * Konuşma ve/veya akustik uyarıların engellenmesi sonucu öngörülemeyen farklı risklere maruz kalma	
Titreşim	* Egzos sistemi * Hareketli parçaların hızlanması, yavaşlaması * Mobil ekipman * Yüzey söküm, sıyırma işlemleri * Balanssız dönen parçalar * Titreşimli ekipman * Aşınmış parçalar	* Rahatsızlık * Bel morbiditesi * Nörolojik bozukluk * Osteoartiküler rahatsızlık * Omurga travması * Dolaşım sistemi bozukluğu	
Kimyasal	* Aerosol * Biyolojik ve mikrobiyolojik (viral veya bakteriyel) ajan * Kimyasal olarak yanabilen madde * Reaktif madde * Zehirli madde * Zararlı madde * Mutojen madde * Aşındırıcı, koroziv madde * Toz, katı madde * Patlayıcı madde * Lif, elyaf * Tutuşabilir, alevlenebilir madde * Akışkan, sıvı madde * Fume * Gaz * Mist * Oksitleyici madde	* Nefes almayı zorlaştırma, boğma * Kanser * Korozyon, aşındırma * Üreme kabiliyeti üzerindeki etki * Patlama * Yangın * Enfeksiyon * Mutasyon * Zehirlenme * Hasaslaştırma * Yangın etkisini artırma * Aşırı reaksiyon etkisi * Çevreye/ekosisteme olumsuz etki	

Çizelge 3.2 Tehlike Türü - Tehlikeli Durumlar ve Potansiyel Sonuçları (Devamı) [7], [8]

Ergonomik	* Erişim * Göstergelerin ekranların tasarımı veya yeri * Kontrol cihazlarının konumu, tasarımı veya tanımlamaları * Efor harcama, aşırı uğraşma * Yanıp sönen, göz kamaştırıcı, gölgeli- karanlık, stroboskopik vb. olumsuz etkiler * Bölgesel aydınlatma * Zihinsel aşırı/düşük yük * Postüre * Tekrarlı hareket * Sürekli sabit- monoton hareket * Görünebilirlik, görüş alanı	* Rahatsızlık * Yorgunluk, bitkinlik, tükenmişlik * Kas-iskelet sistemi bozukluğu * Stres * insan hatasının bir sonucu olarak öngörülemeyen risklere maruz kalma	
Makinenin Kullandığı Çevredeki Ek Riskler	* Toz ve sis * Elektromanyetik bozulma * Aydınlatma * Nem- rutubet * Kirlilik * Karlanma * Sıcaklık * Su * Rüzgâr * Oksijensizlik	* Yanık * Hafif hastalık * Kayma, düşme * Boğulma * makinenin veya makinenin parçalarının üzerindeki tehlikelerden kaynaklanan dolsylı risklere bağlı ortaya çıkan her türlü zarar etkilenme	
Karma – Kombine ve Diğer Riskler	* Yukarıda sayılan tehlike kaynaklarının kombinasyonu ile öngörülemeyen ve sınıflandırılmayan tehlikeler	* Yukarıda sayılan veya öngörülemeyen ve sınıflandırılmayan potansiyel zarar- etkilerin kombinasyonu	

3.2.4 Risk Tahmini

Riskin tahmini aşamasında sahadaki tespitler, mevcut aksiyonlar, olasılık, frekans, çalışan sayısı gibi faktörler ışığında riskin aşağıdaki skalalar yardımı ile tahmini yapılır.

Çizelge 3.3 Risk Tahmini - Kriterlerinin Nümerik Skalandırılması [8], [9]

OLASILIK		FREKANS		ŞİDDET		KİŞİ SAYISI	
0,033	Neredeyse imkânsız	0,5	Yılda birkez	0,1	Çizilme, sıyrılma	1	1-2 kişi
1	Çok zor olasılık	1	Ayda birkez	0,5	Kesilme, yırtılma, hafif hasar, ergonomik zorlanma	2	3-7 kişi
1,5	Zor olasılık	1,5	Haftada birkez	1	Küçük kemik kırılması, geçici hastalık	4	8-15 kişi
2	Olası	2,5	Günde birkez	2	Büyük kemik kırılması, 10 gun fazla hastalık	8	16-50 kişi
5	Mümkün	4	Saatte birkez	4	1-2 parmak kaybı, ciddi kanama / yaralanma, kısmi çevre kazaları	12	50+ kişi
8	Muhtemelen	5	Sürekli	8	El, kol, bacak kaybı, kısmi maluliyet, mes hast başlangıcı		
10	Yüksek ihtimalle			10	2 El, kol, bacak, göz kaybı, tam maluliyet, ciddi çevre kazaları		
15	Kesin			12	Ciddi kalıcı hastalık, meslek hastalığı		
				15	Ölümcül, Büyük endüstriyel kazalar		

Risk Puanı (HRN) hesaplanırken; Olasılık (LO), Frekans (FE), Şiddet (DPH) ve Etkilenen Kişi Sayısı (NP) değerleri çarpılır. Hesaplanan risk puanı, Çizelge 3.4'den yararlanılarak değerlendirilerek, aksiyon önceliği için sıralama yapılır.

$$HRN = LO \times FE \times DPH \times NP \quad (3.1)$$

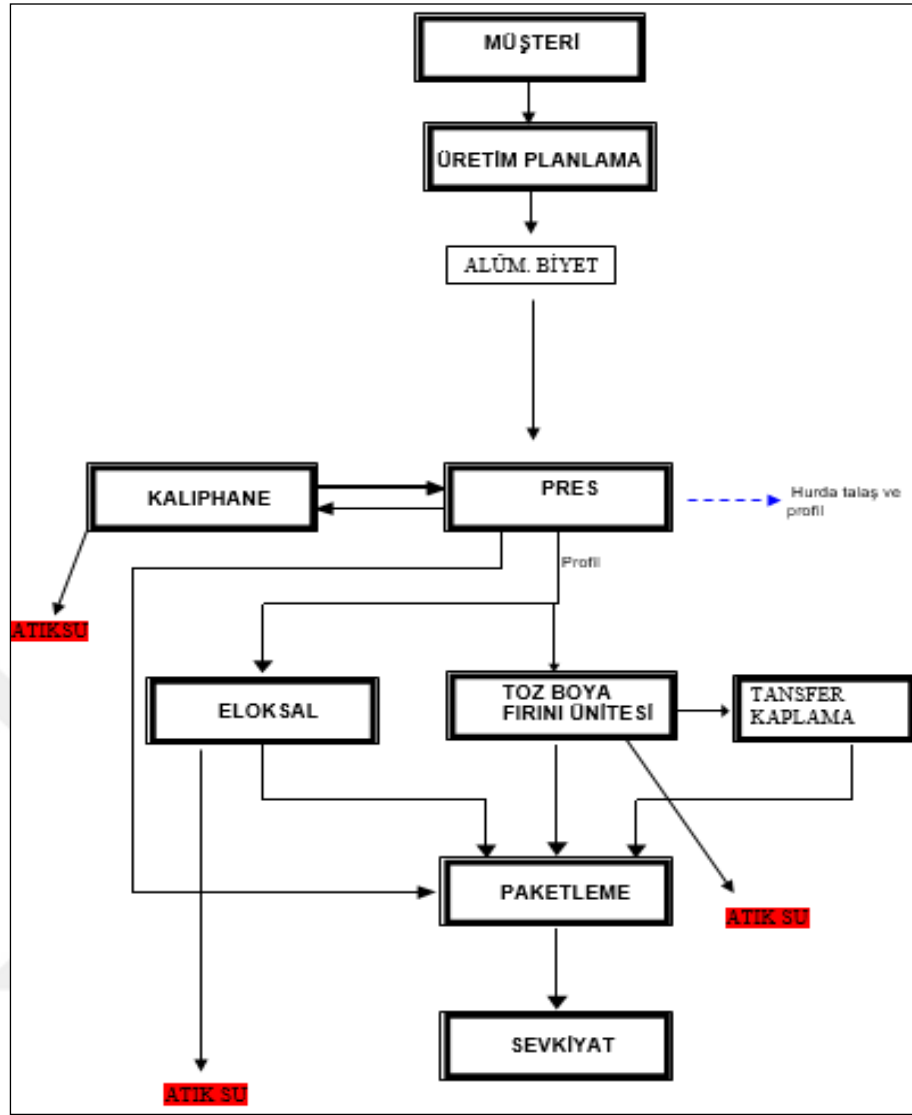
3.2.5 Riskin kıymetlendirmesi – derecelendirmesi

Çizelge 3.4 Risk Puanı – Zarar Boyutlarının Nümerik Skalandırılması [9]

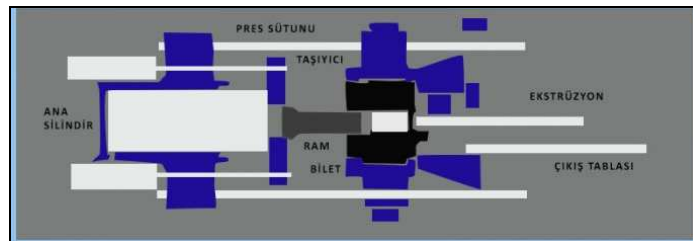
Risk Puanı – Renk Skalası ve Açıklaması		Zarar Boyutuna Göre Aksiyon Açıklamaları
0- 1	İhmal Edilebilir Risk	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak risk yok, ilave emniyet tedbirine ihtiyaç yok.
2- 5	Çok Düşük Risk	Mevcut durumda sağlığı ve güvenliği tehlikeye atan minimal düzeyde risk var, ilave olarak kayda değer bir emniyet tedbirine gerek olmayabilir. Sürekli kontrol ve takip yeterlidir.
6- 15	Düşük Risk	Az da olsa risk vardır. İlave tedbirler konusunda işletme şartlarına göre tercihen iyileştirmeler yapılabilir. Mevcut emniyet tedbirlerinin sürekliliği sağlanmalı, Personel koruma ekipmanları kullanılabilir ve eğitimlerle risk azaltılabilir.
16- 50	Dikkate Değer Risk	Emniyet tedbirinin alınmasını gerektirecek seviyede risk vardır. İşletme şartlarına uygun olarak ilk fırsatta bu tedbirler uygulanmalıdır.
51- 100	Yüksek Risk	Emniyet tedbirlerinin alınmasını gerektirecek düzeyde potansiyel tehlike vardır. Tespit ve tedbirler üzerinde çalışılmalı, aksiyon planındaki öncelik sırasına göre uygulamaya alınmalıdır.
101- 500	Çok yüksek Risk	Mümkün olan en kısa sürede emniyet tedbirleri alınmalıdır. İlgili yönetim birimleri haberdar edilmeli, aksiyon planı üzerinde özel olarak çalışılmalıdır.
501- 1000	Aşırı Yüksek Risk	Acil olarak emniyet tedbirleri alınmalı, kısmi olarak iş durdurulması söz konusudur. Yeterli kontrol tedbirleri alınıncaya kadar ekipmanlar kullanılmamalı, makine, proses, ilgili sistem gereksinimleri çalıştırılmamalı insanlar uzak tutulmalı ve ilgili yönetim birimlerine bilgi verilmelidir.
1000 +	Kabul edilemez	Çok acil olarak emniyet tedbirleri alınmalı, rijit ve köklü değişiklikler gerekli olduğundan emniyet tedbirleri alınıncaya kadar ekipmanlar kullanılmamalı, makine, proses ve ilgili sistemlerde iş durdurma kararı alınmalı, üst yönetime bilgi verilmelidir.

3.3 Makine/Ekipman Bazlı Risk Değerlendirme Uygulaması

Uygulama kısmında Alüminyum Profil Doğrama İmalatı ve Boyama yapan bir metal işletmesi ele alınacaktır. Risk değerlendirme uygulaması alüminyum biyetlerinin fabrikaya alınıp, prese girdiği bölümde yapılacaktır. Pres işlemi esasen; alüminyumun biyetlerinin ekstrüzyon işlemi ile ısıtılarak, müşterinin isteğine göre tasarlanmış bir kalıp içinden, akış için zorlanması ile malzemeye şekil verilmesidir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5 Alüminyum Profil Doğrama İmalatı ve Boyama Üretimi Akış Şeması



Şekil 3.6 Alüminyum Ekstrüzyon Pres Şeması [10].

**Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi**

Hedeflenen Risk Seviyesi	Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk
HRN	4	15	8
NP	8	2	2
DPH	0,1	15	4
FE	5	0,5	0,5
LO	1	1	2
Termin	Acilen	2 Hafta	1 hafta
Sorumlu			
Alınması Gereken Önlemler, Öneriler, Aksiyonlar, Düzeltici Faaliyetler	* Tüplerin dış kısma alınması, içeridekilerin ivedilikle kolona zincirle sabitlenmesi gereklidir. * Alternatif yöntem ikame araştırması sonucunda, biyetlerin pres koç başına yapılmaması için asetilen yerine ince bir film tabakası şeklinde köpük veya yağ püskürtücü sisteme ilave edilebilir. Not: Hedef puanlama, rijit olarak kimyasalın tamamen değişimi düşünülerek kurgulanmıştır.		
Mevcut Risk Seviyesi	Kabul Edilemez	Cok Yüksek Risk	Aşırı Yüksek Risk
HRN	6000	120	600
NP	8	8	8
DPH	15	15	15
FE	5	0,5	1
LO	10	2	5
Rutin mi?	E	E	E
Olası Riskler	* Parlama * Patlama * Yangın * Patlamanın basınç etkisi * Tüpün ve diğer malzemelerin şarapnel etkisi sonuçlarının bir veya birkaçı sonucu; sıyrık, kesik, kırık, çıkık, yaralanma, ağır yaralanma, uzuv kaybı, maluliyet, ölüm, toplu ölüm...		
Tehlikeli Durum Tehlikeli Davranış	Yangına müdahale edememe, yangın büyümesi, zehirlenme, parlama, boğulma, zaiyat artışı, ölüm vb.		
Risk Grubu	Fiziko- Kimyasal Risk	Fiziko- Kimyasal Risk	Fiziko- Kimyasal Risk
No	1	2	3
	* Yanıcı- Parlayıcı buharları patlayıcı olan yakıt tüpleri ile işleme işlemi yapılması * Söz konusu asetilen tüplerinin, sabitlenmeden emniyetsiz olarak konulması	Çevresel Risk- Davranışsal Risk * Yangın dolaplarının önlerinde malzeme ve engellerin oluşu * Yangın dolaplarından bazılarının sotede kalması	Yangın teçhizatının uygun yerlerde bulunmaması, periyodik kontrollerinin yapılmaması, acil uyarı sisteminin bulunmaması

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk
8	16	16
2	1	1
4	8	8
0,5	1	1
2	2	2
2 Hafta	1 hafta	1 hafta
* Alüminyum tozlarının birikip sıkışabilme ihtimali olan yerlerin tespit edilip makine koruyucuları ile toz girişi önlenmelidir. * Toz toplama ünitesindeki kaçaklar önlenmeli, * Hafif metal patlama ve yangın riskini önlemek için basınçlı hava tabancaları ile toz kaldırma yapılmaması gerektiği eğitimlerde konu olarak ele alınmalıdır.	* Döner aksamlar makina koruyucu kapakları ya da uygun açıklıklara sahip çesan tarzı aralıklı teller ile kapatılmalıdır. (CSA Z432-04 ve ISO 13857:2008) * Çalışanlara toolbox eğitimi verilmeli * Mekanik aksamların tehlikelerine yönelik gerekli işaretlemeler yapılmalı	* Döner aksamlar makina koruyucu kapakları ya da uygun açıklıklara sahip çesan tarzı aralıklı teller ile kapatılmalıdır. (CSA Z432-04 ve ISO 13857:2008) * Çalışanlara toolbox eğitimi verilmeli * Mekanik aksamların tehlikelerine yönelik gerekli işaretlemeler yapılmalı
Cok Yüksek Risk	Aşırı Yüksek Risk	Aşırı Yüksek Risk
240	640	640
8	2	2
15	8	8
1	5	5
2	8	8
E	E	E
Alüminyum tozlarının makinenin kapalı alanlarına girip sıkışması ve hafif metal patlamasına yol açması	Döner aksamlara kapılma, kesilme, delinme, sıkışma etkisinin sinerjik olarak artması, parnak ya da ellerde ciddi yaralanmaların oluşu,	Döner aksamlara kapılma, kesilme, delinme, sıkışma etkisinin sinerjik olarak artması, parnak ya da ellerde ciddi yaralanmaların oluşu,
Alüminyum parçalarının kesimi ve zımparalanması sırasında toz oluşturması	Kayış- Kasnak kısımlarının açıkta, ulaşılabilir şekilde dönmesi	Motor tahrik ünitelerinin ve mekanizmanın koruyucu bir kafesle tam olarak çevrilmemesi
Mekanik Risk	Mekanik Risk	Mekanik Risk
4	5	9

**Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)**

Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk	Düşük Risk
16	45	10
1	1	1
2	15	2
4	1,5	1
2	2	5
1 Ay	2 Hafta	1 Ay
Vinç sisteminin sesli uyarı sistemi ve ışıklı uyarı birlikte olmalı. Çalışanlara eğitim verilmeli, kullanım sorumlusu atanmalı, ilgisiz kişilerin vinç kullanımı engellenmeli ve takibi sağlanmalı. Kullanım- Bakım onarım- İş güvenliği talimatları hazırlanmalı ve duyurulmalı. Kaldırma araçlarının FEM normlarına göre periyodik teknik kontrolleri yaptırılmalıdır. En ağır yükün en az 1,5 katını, güvenli bir şekilde kaldıracak ve askıda tutabilecek güçte frenler ve tamburun hareketini durduracak şekilde emniyet tertibatı bulunmalı. Elektrik panolarının üzerine gerekli uyarılar asılmalı. Pano kapakları daima kilitli olmalıdır. Pano önünde kolay alevlenen ve yanıcı malzeme olmamalıdır. Pano önünde yalıtkan pas pas olmalıdır. Panoların önü daima boş bırakılmalıdır. Forklift ve asılı yüklerin panolara çarpmaması için panolar geçiş yollarına bakmamalı gerekli noktalarda mekanik bariyerlerle korunmalı Arizaya sebep olabilecek etkilere maruz kalarak tehlike yaratabilecek iş ekipmanları uzman kişilerce periyodik kontrolleri ve gerektiğinde testleri yapılmalıdır. Ayrıca, çalışma şeklindeki değişiklikler, doğal olaylar veya ekipmanın uzun süre kullanılmaması gibi durumlardan sonra da iş ekipmanındaki sağlık ve güvenlik koşullarının korunması için uzman kişilerce gerekli kontrolleri yapılmalıdır.		
Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Yüksek Risk
64	360	100
1	2	2
2	15	2
4	1,5	5
8	8	5
E	E	E
Kütle ve kararlılığın bozulması sonucu yükün veya vinç kolunun düşmesi; mekanik darbe etkisi, ezilme, arada kalıp sıkışma, ağır yaralanmalar	Elektrik şoku sonucu kardiyolojik ya da solunum sistemlerinin etkilenmesi, kısmi felç, kalp ritmi bozukluğu, kalp krizi, solunum spazmı vb. etkenler sonucu ölüm...	Yangın, elektrik kaçağı, aşırı ısınma, tahrik millerinin ya da motor aksamlarının fırlaması vb.
Kullanılan vincin bakım onarım- kullanım ve iş güvenliği talimatlarının olmayışı- Kullanılan vincin periyodik teknik kontrollerinin olmayışı	Elektirik panolarının kapaklarının açık olması ve panoların üzerinde gerkli uyarı işaretlerinin olmaması	Açıkta yüksek devirli dönen motor tahrik mlleri, Düzenli bakım yapılmaması ya da bakımları hakkında dokumantasyon olmayışı
Mekanik Risk	Elektriksel risk	Karma Risk
7	8	6

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk	Düşük Risk	Dikkate Değer Risk
40	40	8	30
2	2	2	2
2	2	2	15
5	5	1	0,5
2	2	2	2
1 Ay	1 Ay	1 Ay	2 Hafta
* İş elbise, eldiven, iş ayakkabısı gibi kişisel koruyucu donanım kullanılmalı. * Yüksek ısıda ki alüminyum parçaları ile yakın temasta çalışmanın eğitimi verilmeli.* Uyarı işaretleri asılmalı	* İş elbise, eldiven, iş ayakkabısı gibi kişisel koruyucu donanım kullanılmalı. * Sıcak kalıpların konulacağı belirli bir tepsinin alana yerleştirilmesi ve bu tepsinin riski tanımlayan işaretleme yapılmalı, İşaretlemede kontrast renkler (Y- B / R - W) kullanılmalı * Talimat hazırlanmalıdır.	* Kimyasal (zararlı, tahriş edici, korozif, zehirli vb.) sızıntıları derhal giderilmeli, kimyasal sızıntıları ve dökülmelerine izin verilmemeli, bu bölümler için absorbanlar temin edilmeli, * Kimyasallar kendi kapları dışında kaplar ile taşınmamalı, saklanmamalıdır.	İşletmede riskli bölümlerde fazla olmak koşulu ile görünür yerlerde ve yerleri işaretlenmiş uygun söndürücüler olmalıdır. Söndürücülerin önü daima boş bırakılmalı ve ulaşımı kolay olmalıdır. Seyyar söndürücüler yerden 90 cm yukarıya monte edilmelidir. Söndürücülerin doluluğu periyodik olarak kontrol edilmelidir. Aksak ve boş tüpler derhal değiştirilmelidir.
Yüksek Risk	Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk	Cok Yüksek Risk
100	100	20	300
2	2	2	8
2	2	2	15
5	5	1	0,5
5	5	5	5
E	E	E	E
Sıcak metale temas sonucu ciddi derecede el kol yanıkları	Sıcak metale temas sonucu ciddi derecede el kol yanıkları	Sızıntı, dökülme, yayılma vb. durumlar sonucu Koku, zehirlenme, tahriş, yaralanma, yanık	* Yangına geç müdahale, müdahale edememe
Sıcak alüminyum parçaları ile yakın temas da çalışmak	* Sıcak olarak taşınan kalıplara yakın çalışmak * Kapsülünden çıkan sıcak kalıpların yerde dinlenmeye bırakılması	*Kimyasalların tanımlı olmayışı kapaklarının olmadan ve belirli konuşlandırıldıkları yerlerinin olmayışı * Kimyasal maddelerin uygun olmayan kaplarda bulunması	* Yangın tüplerinin yerinin ve tipinin belirsizliği, kullanıma hazır olma durumu, uygun olmayan konumlandırma
Termik Risk	Termik Risk	Kimyasal Risk	Fiziko Kimyasal Risk Yangın Riski
13	14	15	16

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Düşük Risk	Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk
15	12	20	20	30
1	2	1	1	2
2	2	2	2	15
1,5	1,5	5	5	0,5
5	2	2	2	2
1 Ay	1 Ay	1 Ay	1 Ay	1 hafta
* El aleti kullanmadan önce güvenlik koşullarına uyulup uyulmadığına dikkat edilmesi gerekir. * Çalışanlara toolbox eğitimi düzenlenmelidir.				
* Zeminde bulunan çukurluklar en kısa zamanda uygun malzeme ile kapatılmalıdır.				
* Periyodik olarak makine kontrol edilmeli, mekanik kafes kişilerin girişini engelleyecek şekilde olmalıdır. * Band üzerinden geçildiğinde pulura fazla yaklaşılması ya da raya kişinin düşmesi halinde makineyi durduracak fotosel tertibatı (ışık perdesi) araştırılmalı * Eğitim verilmeli				
* Çalışma alanı kişi başı temiz genişlik 2,5 m2 olmalıdır. * Çalışma yerinde engelsiz alanlar oluşturulmalıdır.				
* Var olan sürgülü kapının değiştirilip dışarıya açılan standartlara uygun hale getirilmesi veya ayrıca acil çıkış kapısı yapılmalıdır. * Acil durum tahliye yolları boş bırakılmalıdır. * Tahliye yolları- yürüme yolları işaretlenmelidir. * Acil çıkışları gösteren levhalama çalışması yapılmalıdır.				
Yüksek Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk	Aşırı Yüksek Risk
64	60	100	100	720
1	4	2	2	12
2	2	2	2	15
4	1,5	5	5	0,5
8	5	5	5	8
E	E	E	E	E
Tetanoz olmak. Sivri kısmın batması ve/ya çok küçük sıyrık oluşması, keskin altların kesici etkisi, ezilme, sıkıştırma ya da makaslama etkisi sonucu yaralanma	Takılma, düşme, yaralanma, kemik kırılması	Gövde sıkışması, mekanik darbe etkisi, hız etkisi ile çarpma, ray ile makine arasında uzuv sıkışması, kopması, kesilmesi vb...	Kişilerin hareketinin kısıtlanması sonucu olası karma risklerin bileşkesi ile çalışanların yaralanması	Acil durum anından kapıların kilitlenmesi ve içeride oluşacak patlama, yangın, deprem, sel, yıldırım vb. nedenlerden dolayı işçi kayıpları
* El aletleri (çekiç, keski, boru anahtarı, tornavida vb.) çalışmak Acele etmek ve dikkatsiz olmak.	* Zeminde bulunan çukurluklar, Çıkıntıların açıkta bırakılması (üzerinin kapatılmaması)	* Raylar üzerinde yürüyen makinenin hızlanma veya fren tertibatındaki bozukluk	Kabsül ile kalıp ısıtma fırınları arası alanın üç ve daha fazla sayıda kişi çalıştığında alan olarak uygun olmaması, dar olması	Acil çıkış kapılarının olmaması
Mekanik Risk	Çevresel risk	Mekanik Risk	Ergonomik Risk	Yapısal- Yönetimsel Risk
17	18	19	20	21

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Dikkate Değer Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Dikkate Değer Risk
8	32	12	15	20
2	2	1	2	4
2	8	4	1	0,5
1	1	1,5	1,5	5
2	2	2	5	2
2 Hafta	1 Ay	1 Ay	2 Hafta	1 hafta
* Hareketli makine parçalarının yol açacağı tehlikelere karşı yürüme yolları ayrıca belirlenmelidir. * Çalışma ve gidiş- geliş bölgelerinde hareketli makine parçaları ile çevrede bulunan sabit veya hareketli kısımlar arasındaki mesafe en az ,0,50m olmalı. * Geçitler en az 0,80 m genişliğinde olmalı. * Yürüme yolları temiz olmalıdır. * Kimyasal maddenin bulunduğu yerin taban, tavanı, duvarları yanmaz malzemeden olmalıdır. * Tabanda farklı özellikte maddelerin birbirine temas etmemesi için, farklı maddeler drenaj yolları ile ayrılmış bölümlere konmalıdır. * Keskin yüzeyi ortadan kaldıracak yardımcı araçlar kullanılmalı. * Tutma mecburiyeti durumlarda koruyucu eldiven kullanılmalıdır. * Forklift, operatörlük eğitimi almış yetkili personel tarafından kullanılmalıdır. * Forklift operatörlerine toolbox eğitimi düzenlenerek bilinç düzeyi artırılmalı ve iş güvenliği kültürü oluşturulmalı. * Eğer mümkünse makine daha az ses çıkartan ile değiştirilmelidir, değişme ihtimali yoksa sesi önleyici kişisel koruyucu donanımlar işçiyeye tahsis edilmelidir ve işçiler yüksek sese fazla maruz kalmayacak şekilde dönüşümlü çalıştırılmalıdır. * Çeşitli gürültü emici yalıtım malzemeleri ile gürültü total desibeli azaltılmalıdır.				
Cok Yüksek Risk	Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk	Aşırı Yüksek Risk
120	80	48	24	800
12	2	1	2	4
2	8	4	1	8
1	1	1,5	1,5	5
5	5	8	8	5
E	E	E	E	E
Takılma, kayma, düşme, yaralanma, kemik kırılması	* Sızıntı, yanma, patlama	El, kol gibi uzuvlarda kesikler	Forklift devrilmesi, malzeme zayıt, kafa göz yaralanmaları	İşitme kaybı denge organında kayıplar, algıda kayıplar neticesinde dolaylı diğer kazalara neden olma
Yürüme yollarının yerlerde belirtilmemesi, yolların üzerinde dağınıklığın bulunması	* Makine yağlarının drenaj sistemi olmayan alanlarda bulunması * Kimyasal maddeler için uygun depolama alanı olmaması	Keskin yüzey ve köşeli malzemeler ile çalışmak	Forklift kullanılması, Forkliftin taşıdığı malzemenin düşmesi ve etrafa zarara vermesi ayrıca uygun olmayan yükseklikte yük taşınması	* Makinelerin kullanımı sırasında yüksek desibelde ses yaymaları * Yayılan sesin şiddetini düşürecek koruyucunun bulunmaması
Çevresel risk	Kimyasal Risk	Mekanik Risk	Mekanik Risk	Çevresel risk
22	23	24	25	26

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Dikkate Değer Risk	Düşük Risk	İmnel Edilebilir Risk	Çok Düşük Risk	Düşük Risk
20	6,25	1,5	5	12,5
2	1	2	2	2
2	0,5	0,1	0,1	0,5
2,5	2,5	1,5	5	2,5
2	5	5	5	5
1 Ay	2 Hafta	2 Hafta	2 Hafta	1 Ay
Talimat hazırlanmalı, gerekli eğitimler verilmeli, Parçaların temizliği için basınçlı hava kesinlikle kullanılmamalı, bu iş için özel olarak imal edilmiş temizlik spreyleri kullanılmalıdır. Eğer çapak temizliği yapılacaksa gözlük takılmalıdır. * Makine ve konveyör üzerine çıkılmamalı / Bant ve konveyörlerin dönüş kısımları el uzuv vb sıkışmasına karşı kapatılmalıdır. / makine tam durmadan ve şalter kapatılmadan ve de uygun KKD kullanmadan makine üzerine çıkılmamalıdır. * Uyarı levhası asılmalı * Yetkisiz kişilerin girişinin engellenmesi için makine etrafı fence (modüler angel) ile sarılmalıdır. * İşlemler sırasında çıkan emisyonlar havalandırma tertibatı kurularak emilmelidir. * İş organizasyonu düzenlenerek çalışanlar değişimli olarak çalışmalı, sık mola vermelidir. * Çalışma yükseklığının çalışanlara uyarlanması (Örneğin, altlık, bloklar, basamak veya mesnet kullanımı) * İlave personel kullanımı ile iş yükünün azaltılması * 25 kg mı geçmeyecek şekilde preslerde hurda ezilmesi				
Dikkate Değer Risk	Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk
50	100	180	400	40
2	1	2	2	2
2	8	12	8	0,5
2,5	2,5	1,5	5	5
5	5	5	5	8
E	E	E	E	E
* Küçük cisimlerin havanın itici etkisi ile göze girmesi, saplanması veya vücudun diğer yerlerine batması * Acil durumlarda basınç tabancasının zamanında durdurulmaması	* Alçak düşme neticesinde yaralanma, burkulma, çıkık, bertilme, kırık, sakat kalma, vb..	* Termal yanıklar, saç, kaş, elbise tutuşması sonucu kişinin ağır yaralanması	Solunum yolu ile çalışanların zararlı emisyonlara maruziyeti, meslek hastalığı başlangıcı	Bel, boyun, göz, kol, sırt, kas, eklem rahatsızlıkları vb.
Basınçlı tabancaların tetikli tertibatının olmaması	Alüminyum taşıyan bandların üzerine çalışanların çıkması	Açık alev ile işleme işlemi; Alevin yakıcı etkisi	Açık alev ile işleme işlemi; Asetilen ve kullanılan kimyasalın yanma sonucunda çıkan zararlı emisyonların iç ortama salınması	Hurda metal taşınması, uzun süreli yerleştirme işleri
Mekanik Risk	Mekanik Risk	Termik Risk	Kimyasal Risk	Ergonomik Risk
27	28	29	30	31

**Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)**

Dikkate Değer Risk	Dikkate Değer Risk	Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk
40	30	60	32
2	1	2	2
0,5	15	15	8
5	1	1	1
8	2	2	2
1 Ay	Acilen	1 hafta	1 hafta
* Tezgâh ve makineler arası minimum 80 cm olmalıdır. Bedenin ters/yana eğik olarak durduğu pozisyonlardan kaçınılmalı, duruş pozisyonunu sürekli sabit tutma, Bir kişi için minimum çalışma alanı 2,5 m² olmalıdır. * Makineye acil durum butonu konulmalıdır. * Makine çevresi fence ile ayrılarak, mekansal olarak risk izole edilmelidir. Isıtıcı fırınların bürlörlerine bariyer yapılmalı, gaz detektörü olmalı, uygun söndürücüler hazırda olmalı, gaz hatları mekanik darbelere karşı korunmalı, doğalgaz hatları sarıya boyanmalıdır. Sıcak yüzeylerin üzerine uyarılar asılmalıdır. Elektrik panoalrının üzerine uyarılar asılmalı, pano önü boş bırakılmalı, panoda sık kullanılan düğmeler pano dışına alınmalı, makine gövde ve hat topraklaması olmalı. Olası bir sıkışma ve arızada pres ağızına yardımcı dikiz aynasıyla bakılmalı. Makine durdurulup enerjisi kesilmeden, emniyet anahtarı kilitlenmeden müdahale edilmemeli, ayar yapılmamalı kalıp değiştirilmemeli.			
Dikkate Değer Risk	Kabul Edilemez	Aşırı Yüksek Risk	Aşırı Yüksek Risk
40	1125	750	640
2	1	2	2
0,5	15	15	8
5	5	5	5
8	15	5	8
E	E	E	E
Makine aralarının dar olması; makine parkının yerleşiminde ki uygunsuzluklar, ergonomik olmayan makine yerleşimi	Zorunlu duruşlar nedeniyle iskelet sistemi ve eklemlerdeki rahatsızlıkları,	Olası acil durumlarda makinenin durdurulamaması sonucu mekanik darbe etkisi, kesik, sıkışma, ezilme, makaslama etkisi, presleme vb. yaralanmalar	Gaz yangınları, elektrik şoku, pres ağız patlaması, mazleme düşmesi, sıcak malzeme yanıkları, Kimyasal koku-duman maaruziyeti, kayıp ve takılıp düşme, sıcak malzemeye temas, el uzuv kesikleri, bant ve konveyöre sıkışma, çeneye el uzuv sıkışması, makine hareketli parçalarına sıkışma ve makine üzerinde bakım ayar yaparken düşme
Makine ergonomisi	Karma Risk	Karma Risk	Karma Risk
32	33	34	35

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk	Düşük Risk	Cok Yüksek Risk
12	60	40	8	240
2	2	2	2	8
2	4	10	2	15
1,5	1,5	1	1	1
2	5	2	2	2
2 Hafta	2 Hafta	2 Hafta	1 Ay	Açilen
Personel elini sıcaktan koruyan yanmaz eldiven kullanmalı ve yardımcı ekipmanlar (maşa, kanca vb) kullanılmalıdır. Ortam iyi havalandırılmalı Kullanılan kimyasalların msds leri özetlenip kullanım alanına asılmalıdır.	Makinede hareketli kısımlara ve sıcak yüzeyli kısımlara giriş engellenmeli, tehlikeli bölgelerde svichler olmalıdır Gergi aparatının motor ve halatları muhafaza altında olmalı, üzerinde ışık ve sesli uyarı olmalı, önünde birşey görünce hareketi durduran switch olmalıdır. El hızarıyla uç kesme vb işlemlerde koruyucu gözlük kullanılmalı, testere doğrultusu vücuda doğru olmamalı.	* Seyyar testere kullananlar kulaklık ve koruyucu gözlük kullanılmalıdır. * İş bitiminde prizden çıkarılmalı ve yol üzerinde bırakılmamalıdır. * Elektrik kabloları kontrol edilmeli ve hasarlar derhal giderilmelidir.	Çeneye profil verirken çok dikaktli olunmalı ve el altından çekilmeden çene kapatılmamalıdır. * Çene mekanizması çift el kumandalı olmalıdır.	* Gaz hatları ve burlörler mekanik darbelerden korunmalı, korkuluk yapılmalı ve tavanda gaz detektörü olmalıdır. * Periyodik teknik kontrolleri yapılmalı, ayrıca doğalgaz hatları aylık olarak kontrol edilmelidir.
Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Yüksek Risk	Kabul Edilemez
160	320	500	80	6000
2	2	2	2	8
2	4	10	2	15
5	5	5	4	5
8	8	5	5	10
E	E	E	E	E
Gaz yangınları, elektrik şoku, pres ağızı patlaması, mazleme düşmesi, sıcak malzeme yanıkları, Kimyasal koku-duman maaruziyeti, kayıp ve takılıp düşme, sıcak malzemeye temas, el uzuv kesikleri, bant ve konveyöre sıkışma, çeneye el uzuv sıkışması, makine hareketli parçalarına sıkışma ve makine üzerinde bakım ayar yaparken düşme	Tepsi patlaması, çapak sıçraması, el-uzuv kesilmeleri, elektrik şoku	El sıkışması	Gaz sızıntısı, yangın, patlama	
Yüksek basınçta sıcak malzeme çekme	Yüksek basınçta sıcak malzeme çekme	* El Testeresi kullanımı; * El ile havada profil kesme	Profil Germe	* Gaz hatları ve burlörlerin açıkta olması * Periyodik teknik kontrollerinin olmaması
Termik Risk	Termik Risk	Mekanik Risk	Mekanik Risk	Fiziko- Kimyasal Risk

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Cok Yuksek Risk	Dikkate Değer Risk	Çok Düşük Risk	Düşük Risk
240	48	4	8
8	2	1	2
15	12	2	2
1	1	1	1
2	2	2	2
Acilen	1 hafta	1 Ay	2 Hafta
* İş izin sistemi kurulmalı * Paravan ya da perde ile kıvılcım sıçramaları engellenmeli * KKD lar kullanılmalı * Yangın söndürücü hazırda ve kişinin yanında bulunmalı	* İşe giriş muayenelerinde kas, eklem, kemik hastalıklarının varlığı araştırılmalı, uygun işe uygun insan kuralına göre işe yerleştirme yapılmalıdır. * Sağlık gözetimi ve muayeneleri, olası etkilerin saptanıp, iş koşullarının ve semptomların düzeltilmesine yönelik olmalıdır. * Hastalığa neden olan iş aktiviteleri ve koşulları ile düzeltme önerileri, işçiye ve işverene bildirilmelidir. * Konveyör band sistemi ile hurdalar toplanabilir, ya da yüksek bir masa kullanılarak eğilerek çalışma engellenebilir.	* Taşeron sözleşmesi içerisine iş güvenliği maddeleri eklenmeli * Taşeronlar gerekli iş ekipmanları ve KKD leri kullanmaları konusunda denetlenmeli * Taşeronların temel iş güvenliği eğitimi almaları konusu denetlenmeli * Taşeronların fabrika iş güvenliği kurallarına tabi olduklarını bilmeli.	* Uygun çatal arajmanı alınmalı, dengesiz olarak yüklerin taşınması engellenmeli
Kabul Edilemez	Aşırı Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk	Cok Yüksek Risk
1200	768	24	128
8	2	1	2
15	12	2	2
1	4	1,5	4
10	8	8	8
E	E	E	E
Gaz sızıntısı, yangın, parlama, patlama	Bel, boyun, kol, sırt, kas, eklem rahatsızlıkları, fıtık, disk kaymaları vb. kronik ya da kısmi etkiler	* Mekanik darbe etkisi sonucu yaralanma * Burkulma, ezilme, kırık-çıkık berkilme, sıkışma * Kesik, sıyrık, tetenoz	Alüminyum hurdalarının devrilmesi, hurda pres çalışanlarının ya da yükleme çalışanlarının ayağına bacağına düşmesi sonucu yaralanma
Doğalgaz ve asetilen gibi yanıcı parlayıcı yakınında kesme kaynak işleri yapılması	Belin bükülerek çalışılması, alüminyum hurdalarının itilmesi, çekilmesi	Alüminyum hurdalarını alan firma taşeronu çalışanlarının KKD kullanmaması	Alüminyum hurdalarının forklift çatalına ekipman arajman olmaksızın konulması
Organizasyonel- Yönetimsel Risk	Ergonomik Risk	Taşeron kontrolü	Makine ergonomisi
41	42	43	44

Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk		Dikkate Değer Risk	
8		16	
2		2	
2		2	
1		2	
2		2	
1 hafta		2 Hafta	
* Kesilecek malzeme iyice sıkıştırılarak sabitleştirilmesi gereklidir. * Çalışır durumdaki testere çarkına hiçbir şekilde elle müdahale edilmemelidir. Zarar görmüş çarkların hemen değiştirilmesi gereklidir. * El metal testereleri iş bitiminde elde bekletmeden masasına konulmalıdır, * Kullanım sırasında uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmadadır. * Göze malzeme sıçramasını önlemek için koruyucu gözlük kullanılmalıdır.		* İşyeri ortam gözetimi yapılmalıdır. Çalışanların TVT ve EKT ölçümleri yapılarak kişisel maruziyet ölçümleri yapılmalıdır. Müsade edilen limit değerleri aşmaması için gerekli teknik ve mühendislik önlemleri alınmalıdır. Titreşimli alet ve makine kullanıcılarına güvenli ve doğru kullanım konusunda bilgilendirme ve eğitim yapılmalı, istirahat aralıklarıyla bölünmüş çalışma düzeni uygulanmalıdır. Daha az titreşimli aletlerin seçimi yapılmalı, ergonomik düzenlemelere özen gösterilmelidir. * İşçide titreşim semptomları görüldüğü zaman maruziyet sonlandırılmalıdır.	
Aşın Yüksek Risk		Çok Yüksek Risk	
640		480	
2		2	
8		12	
5		4	
8		5	
E		E	
* Mekank darbe etsisi, sıyrılma, kesik, parçalama, bölme, koparma, uzuv kaybı, aşırı kan kaybı, ağır yaralanma * Göze yüze alüminyum çapaklarının sıçraması		El kol titreşimi sonucu mesleki hastalıklar, Beyaz parmak sendromu, Raynaud sendromu	
* El testeresi kullanımı * Elden düşürme * Kontrolü kaybetme * Amaç dışı kullanımı * Bakım onarım eksikliği * Kullanıcı hataları ve dikkatsizlik		El testeresi kullanımı	
Mekanik Risk		Fiziksel Risk Titreşim	
45		46	

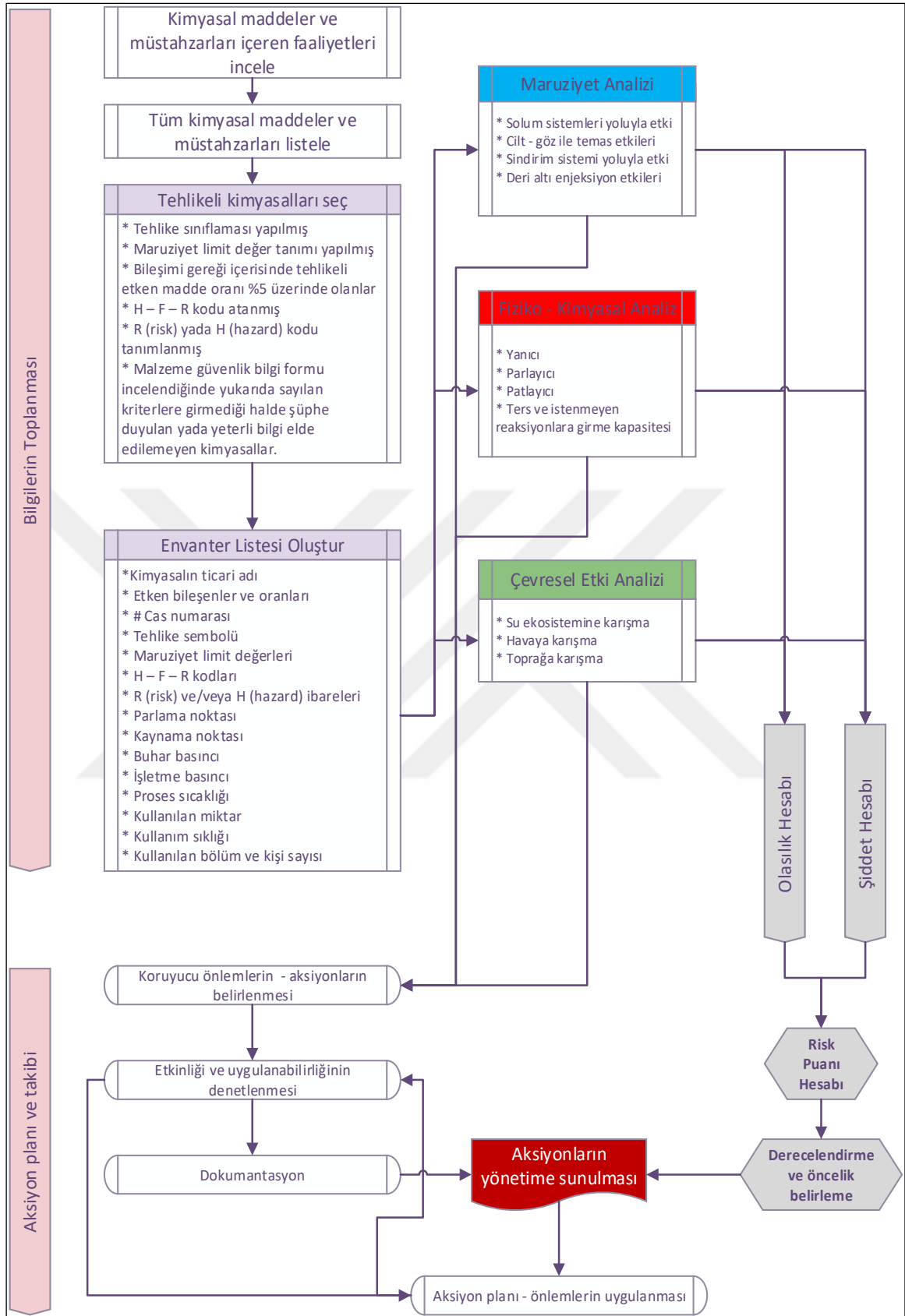
Çizelge 3.5 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hattının
Makine Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Cok Yüksek Risk	Yüksek Risk	Dikkate Değer Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk
120	64	16	60	60
2	2	2	2	2
15	8	4	15	15
2	2	1	1	1
2	2	2	2	2
	2 Hafta	2 Hafta	2 Hafta	2 Hafta
* İş organizasyonu değiştirmeli, iş bazı risk değerlendirmesi yapılarak güvenli çalışma yöntemi geliştirilmeli	İşe giriş muayenelerinde kas, eklem, kemik hastalıklarının varlığı araştırılmalı, uygun işe uygun insan kuralına göre işe yerleştirme yapılmalıdır. Aralıklı gözlem muayeneleri, erken etkilerin saptanıp, iş koşullarının ve semptomların erken düzeltilmesi sağlanmalı. Hastalığa neden olan iş aktiviteleri ve koşulları ile düzeltilmeli.	* KKD kullanımı takip edilmeli * Güvenlik kültürü ve bilinci oluşturulmalı * Yönetim desteği ile iş güvenliği ciddiyeti, firmanın sağlam duruşu sergilenmeli	* Kullanılan vicin periyodik teknik kontrolleri yetkili kuruluşlarca yapılmalı * Emniyet kancası takılmalıdır.	* Güvenlik kültürü ve bilinci oluşturulmalı * Yönetim desteği ile iş güvenliği ciddiyeti, firmanın sağlam duruşu sergilenmeli * Uyarı levhaları asılmalı, güvenlik talimatları hazırlanmalı ve çalışana tebliğ edilmeli
Kabul Edilemez	Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk	Cok Yüksek Risk
1200	400	200	150	150
2	2	2	2	2
15	8	4	15	15
5	5	5	1	1
8	5	5	5	5
E	E	E	E	E
Sıcak yanıkları, ciddi yanıklar, ağır yaralanma, akciğerin sıcak hava soluması sonucu iflasi, yüksek acı eşğinin aşılması, kişinin şoka girmesi, ölüm	Bel, boyun, kol, sırt, kas, eklem rahatsızlıkları, fıtık, disk kaymaları vb. kronik ya da kısmi etkiler	Sıcak yanıkları, ciddi yanıklar, iz kalması, yanık derecesine bağlı olarak his kayıpları	Kalıp taşınması sırasında kalıbın çalışanlara, bakımcılara düşmesi sonucu yaralanma, kırık çıkık, ezilme, sıkışma vb. sıcak yanıkları.	Kalıp taşınması sırasında kalıbın çalışanlara, düşmesi sonucu yaralanma, kırık çıkık, ezilme, sıkışma, mekanik darbe etkisi, sıcak yanıkları,
Fırın üzerine çıkarak kalıpların konulması	Belin bükülerek kalıpların fırınlara alınması	KKD kullanılmaksızın çalışma (Kevlar kolluk kullanılmaması)	Emniyet kancası olmaması	* Kalıbın altında çalışan varken taşınması * Taşınan yüklerin altında durmak çalışmak
Organizasyonel- Yönetimsel Risk	Ergonomik Risk	Termik Risk Davranışsal Risk	Mekanik Risk	Davranışsal Risk
47	48	49	50	51

3.4 Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi

Bu kısımda sunulan risk değerlendirmesi yöntemi, İngiltere tarafından geliştirilen kimyasal maruziyet analizi “Tehlikeli Kimyasalların Sağlık Açısından Kontrolü” (COSHH) ile Norveçli Petrol Endüstri şirketlerinin konsorsiyumu ile geliştirilen “KjemiRisk” analizi yöntemleri temel alınarak hazırlanmıştır. Burada farklı bir bakış açısı getirilmesi amacıyla, yukarıda geçen yöntemlere, fiziko- kimyasal ve çevresel risk etmenleri de dahil edilerek kapsam genişletilmiştir. Kullanılan matris başta klasik 5 x 5 L matris gibi gözükse de olasılığın 5 farklı faktörün sayısallaştırılmış değerlerin geometrik ortalamasının alınması ile hesaplanışı bakımından alışlagelmiş yöntemlerden ayrılır. Matrisin şiddet kısmı ise malzeme güvenlik bilgi formlarında tanımlanmış Tehlike Cümleleri/Zarar İfadelerine karşılık gelen rakamsal derecelendirmeye göre belirlenir. Bu kısımdaki çalışma; tehlikeli kimyasalların kullanıldığı, depolandığı, taşındığı, ikmal edildiği, atık olarak bertaraf edildiği alanlarda;

- Kimyasal maddenin sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ve zararları,
 - Yanıcı – Parlayıcı – Patlayıcı özellikleri,
 - İmalatçı, ithalatçı veya satıcılardan sağlanacak malzeme güvenlik bilgi formu,
 - Maruziyetin türü, düzeyi ve süresi,
 - Kimyasal maddenin miktarı, kullanma şartları ve kullanım sıklığı,
 - Mesleki maruziyet sınır değerleri ve biyolojik sınır değerleri,
 - Ortam koşulları,
 - Alınan ya da alınması gereken önleyici tedbirlerin varlığı- etkinliği,
 - Varsa, daha önce yapılmış olan sağlık gözetimlerinin sonuçları,
- gözetilerek yapılan risk değerlendirme çalışmalarını ifade eder [11].



Şekil 3.7 Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirme Stratejisi

3.4.1 Genel Bilgilerin Toplanması

İlk adımda bölüm – proses bazlı ayırma gidilebilmesi için tesisin genel olarak kimyasalları nerelerde kullandıkları, depoladıkları, hangi işlemlerden geçirdikleri, ürettikleri veya kullandıkları şeklinde genel bilgiler toplanmalıdır. Mümkünse mimari yerleşim planı veya P &ID diyagramları üzerinde işaretlenmelidir.

3.4.2 Risk Analizine Dahil Edilecek Kimyasalların Belirlenmesi

Risk değerlendirmesine dahil edilecek kimyasalları belirlenmesi aşamasında; öncelikle satın alma listeleri elde edilerek, tüm kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formlarına ulaşılmalıdır, sonrasında aşağıda sıralanmış kriterlerin bir veya birkaçına sahip olan kimyasal, risk analizine dahil edilir.

- Tehlike sınıfı (sembolü) belirtilmiş,
- Bileşimi gereği içerisinde tehlikeli maddeler (etken madde oranı %5 üzerinde),
- Suyu bileşiminde tehlikeli tepkime verenler ve kaygan zemin oluşturan,
- Yanması sonucu tehlikeli yanma ürünleri oluşturan,
- Isınma sonucu bozunan ve tehlikeli bileşenlere ayrılan,
- Stabilite ve reaktivite bakımından dengesiz özellikteki,
- Metallerle, ametallerle, alkaliler vb. ile tepkimeye giren,
- Tehlike elması belirtilmiş H, F, R kodlarından herhangi birine sahip olan,
- Malzeme güvenlik bilgi formunda R (risk) ya da H (hazard) cümlesi yer alan,
- Malzeme güvenlik bilgi formu incelendiğinde yukarıda sayılan kriterlere girmediği halde şüphe duyulan ya da yeterli bilgi elde edilemeyen kimyasallar.

Proses içerisinde reaksiyona giren, iletilen, depolanan kısaca işletmede kullanılan kimyasallar, Birleşmiş Milletler tarafından tehlikeli kimyasalların sınıflandırılmasına yönelik oluşturulan Küresel Uyumlaştırma Sistemi'ne (GHS) uygun olarak listelenir. Aşağıdaki Çizelge de sembol ve tehlike cümleleri/zarar ifadeleri kodları yer almaktadır.

Çizelge 3.6 Tehlikeli Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi [12]

CLP'ye Göre Sınıflandırma			67/548/EEC ve 1999/45/EC Direktiflerine Göre Sınıflandırma		
Piktogram	Anlam / Risk	Tehlike Cümleleri Zarar İfadeleri	Piktogram	Anlam / Risk	Tehlike Cümleleri Zarar İfadeleri
	PATLAYICI (E-Explosive)	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H240, H241, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH044		PATLAYICI (E-Explosive)	R1, R2, R3, R4, R5, R18, R19, R30, R44
	YANICI (F-Flammable)	H220, H221, H222, H223, H224, H225, H226, H228, H242, H250, H251, H252, H260, H261		YANICI (F-Flammable)	R10, R11, R12, R15, R17
	OKSİTLEYİCİ (O-Oxidizing)	H270, H271, H272		OKSİTLEYİCİ (O-Oxidizing)	R7, R8, R9
	BASINÇLI GAZ	H280, H281	NA		
	AŞINDIRICI (C-Corrosive)	H290, EUH071		AŞINDIRICI (C-Corrosive)	R34, R35, R41
	ZEHRİLİ (T-Toxic)	H300, H301, H304, H310, H311, H330, H331 H300+H310, H300+H330, H310+H330, H300 + H310 + H330, H301+H311, H301 + H331, H311+ H331, H301 + H311 + H331, EUH029, EUH031, EUH032, EUH070		ZEHRİLİ (T-Toxic)	R26/27/28, R39/26/27/28, R39, R40 Carc. Cat. 3, R48, R23/24/25, R60, R61, R62, R63, R64
	ZARARLI (Xi-Irritant / Xn-Harmful)	H302, H312, H314, H315, H317, H318, H334, H335, H336, H302+H312, H302+H332, H312+H332, H302+H312+H332, EUH071		ZARARLI (Xi-Irritant / Xn-Harmful)	R22, R21, R20, R38, R36, R43, R37

Çizelge 3.6 Tehlikeli Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesi (Devamı) [12]

CLP'ye Göre Sınıflandırma			67/548/EEC ve 1999/45/EC Direktiflerine Göre Sınıflandırma		
Piktogram	Anlam / Risk	Tehlike Cümleleri Zarar İfadeleri	Piktogram	Anlam / Risk	Tehlike Cümleleri Zarar İfadeleri
	MUTOJEN	H340, H341, H350, H351, H360, H361, H362, H370, H371, H372, H373, H350i, H360F, H360D, H361f, H361d, H360FD, H361fd, H360Fd, H360Df		ZARARLI (Xi-Irritant / Xn-Harmful)	R42, R65, R68, R40, R62, R63, R68, R48
	ÇEVREYE ZARARLI (N-Natural Hazard)	H400, H410, H411, H412, H413		ÇEVREYE ZARARLI (N-Natural Hazard)	R50, R50/53, R51/53, R52/53, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59

3.4.3 Envanter listesinin oluşturulması

Envanter listesi oluşturmak için hem sahaya çıkılması hem de satın alma gibi departmanlar ile görüşülerek bilgi toplanması zaruridir. İşletmenin büyüklüğüne ve yapısına bağlı olarak zorlaşacak olan bu adımda ilk etapta aşağıdaki tablonun doldurulması yerinde bir çalışma olacaktır;

- Kimyasalın ticari adı
- Etken bileşenler
- # Cas No
- Kullanılan bölüm – proses bilgisi
- Tehlike sembolü
- Kimyasalın sınırları

3.4.4 Kimyasalların Sınırlarının Belirlenmesi

Envanter listesi ile kapsamı belirlenen kimyasalların işletme – üretim şartlarına bağlı olarak gelişen, değişen sınırlarının belirlenmesi risk değerlendirmesinin sağlıklı

yürütülebilmesi ve etkin bir çalışma olabilmesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu bölümde envanter listesi aşağıdaki bilgilere göre genişletilir;

- Hangi kimyasaldan ne kadar kullanılmakta (yıllık ortalama miktar ve günlük maksimum kullanım miktarı)
- Kimyasalların kullanım sıklığı, bir kimyasalın sürekli kullanımda olup olmadığı, dönemsel olarak değişip değişmediği ya da nadiren, zorunlu hallerde kullanıldığı gibi özel bilgilerin edinilmesi
- Kullanılan alanların özellikleri, sahip olduğu koşullar (sıcaklık, basınç, nem, gün ışığı, hava akımı, dış çevre koşulları vb.)
- Vardiya listeleri, organizasyon içerisindeki görev dağılımları, görev tanımları ve gözlemler sonucunda kullanıcı sayısının belirlenmesi

3.4.5 Proses Analizi

İş akışı incelenerek; her kimyasalın üretim içerisindeki kullanım amacı, hangi reaksiyonlara girdiği, nerede kullanıldığı, depolandığı, atık olarak bertaraf edildiği gibi tüm iş ve işlemlerin proses akış şemaları üzerinden takip edilmesi gerekmektedir.

Bu noktada karmaşık bir kurgu oluşmaması için; kimyasalların hammadde olarak çıkarıldıkları, işletmeye kabul edildikleri, depolandıkları, taşındıkları – aktarıldıkları, kapalı sistem otomasyon ya da manuel olarak işleme girdikleri, karıştırıldıkları ya da tepkimeye girdikleri, kullanım sonrası ya da proses gereği atık (kontamine dahil) olarak bertaraf edildikleri ve boş kaplarının toplandığı alanlar dahil, belirlenip basit bir plan üzerinde gösterilir.

Eğer işletmede hali hazırda P&ID diyagramları varsa böyle bir çalışma yapılmasına ihtiyaç yoktur.

3.4.6 Saha incelemesi

Sahada yapılan gözlemlerde; Üretim süreç ve teknikleri, kullanılan iş ekipmanları, hangi kimyasalı kim ve kaç kişi kullanıyor gibi sorular yerinde inceleme ile teorik olarak elde

edilen bilgiler sağlaması yapılır ve envanter listesi yenilenir. Sahaya inildiğinde mutlaka çalışanların tecrübe ve görüşleri, düşünceleri alınmalıdır.

Diğer bir kritik ise saha gözlemlerinde mevcut ve iyileştirilebilir önlemlerin varlığı (KKD, göz- boy duşu, yangın söndürücüler, ex -proof tesisatlar, topraklama, statik baralar, havalandırma – iklimlendirme, uyarı – talimat, işaretlemeler vb.) ve ne düzeyde olduğu gözlemlenmelidir. Saha incelemesinde ayrıca çalışanların genel sağlık profilleri ve işletmede yeterli sağlık gözetimi yapılıp yapılmadığı da gözlemlenmelidir. Saha incelemesi sırasında gerekli durumlarda fotoğraf video vb. görsel destek unsurları alınarak gözlem gücü arttırılmalıdır. Sahaya inmek terimi ise motamot yapılan gözlemlerden ibaret değildir. Belirli bir temele dayanmalı ve işletmeye özgü olarak geliştirilmiş bir kontrol listesi eşliğinde yapılmalıdır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Kimyasal Bazlı Risk Analizi İçin Sahaya Yönelik Genel Kontrol Listesi

No	Kontrol Kriterleri
1	Tehlikeli kimyasal maddeler (zehirli, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, hassaslaştırıcı, kanserojenik, mutajenik, patlayıcı, oksitleyici, yanıcı, basınçlı vb. şeklinde sınıflandırılmış) kullanılıyor mu?
2	Kullanılan kimyasal maddelerin Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (MGBF) temin edilmiş mi?
3	MGBF'de yer alan bilgilere göre çalışanlara; yangın, ilk yardım, depolama, bertaraf, kullanım şekilleri, güvenlik bilgileri ve KKD ler hakkında eğitim verilmiş mi?
4	Çalışma ortamına MGBF'da yer alan bilgilerin özetlendiği çalışanlara yönelik özel olarak hazırlanmış talimatlar asılmış mı? (MGBF özeti vb.)
5	Çalışma alanlarında genel kuralları içeren kimyasallar ile emniyetli çalışma talimatı var mı?
6	Kimyasal maddelerin tehlike sınıfları ve birbiri ile olası reaksiyonları değerlendirilerek oluşturulmuş depolama matrisi var mı?
7	Kazara karışmaması gereken maddeler listelenmiş ve bunlarla ilgili uyarı levhaları asılmış mı?
8	Kimyasallar, söz konusu kimyasalın tam olarak ismini (kısaltma vb. olmadan) tehlike sınıfını, son kullanma ve üretim tarihlerini içerecek şekilde etiketlenmiş mi?
9	Sihhi tesisatlar ve kimyasal içeren hatlar, TS ISO 14726 standartında tanımlanmış renk kodlarına göre işaretlenmiş mi?
10	Kimyasalların stok ve kullanım trendini içerecek şekilde bir envanter sistemi var mı?
11	Proses, çalışma ve organizasyon tasarımı kimyasal maruziyeti azaltacak şekilde planlanmış mı?
12	Tehlikeli maddelere maruz çalışanların sayısı sınırlı tutulmuş, en aza indirmek için teknolojik ya da organizasyonel düzenlemeler yapılmış mı?
13	Tehlikeli maddelere maruz kalma süresi ve kapsamı mümkün olduğu kadar düşük tutulmuş, muadil kimyasal araştırması yapılmış mı?
14	Kimyasal maddeler orijinal kaplarında saklanıyor veya kullanılıyor mu?
15	Kimyasal madde depolarının kapıları yetkisiz girişi açısından kısıtlandırılmış mı? kilitli mi?
16	Çalışma alanında kimyasalların depolanması günlük kullanım miktarına göre sınırlandırılmış mı?
17	Bina kullanım sınıfı ve yangın yüküne göre düzenlenmiş yangın algılama ve erken uyarı- alarm sistemleri var mı?

Çizelge 3.7 Kimyasal Bazlı Risk Analizi İçin Sahaya Yönelik Genel Kontrol Listesi (Devamı)

18	Bina kullanım sınıfı ve yangın yüküne göre düzenlenmiş yangın söndürme sistemleri (sprinkler, yangın dolabı, hidrant, yangın pompası vb.) sistemleri var mı?
19	Bina kullanım sınıfı ve yangın yüküne göre tehlikeli alanlar için yangın kompartmanı oluşturulmuş mu?
20	İşletmede kimyasal dökülmesi, maruziyet vb. durumlar için acil durum senaryosu var mı?
21	Kimyasal maddelerin kullanıldığı, depolandığı yerler ile laboratuvar vb. alanlarda acil duş- göz duşu veya göz müdehale kiti var mı?
22	Çalışma alanlarında kullanıma hazır ilk yardım malzeme kitleri mevcut mu?
23	Kimyasal madde dökülme ve sızmalarına karşı gerekli engelleyici basorbant malzemeler alanda kullanıma hazır olarak var mı? Uygun mu?
24	Kimyasallarla çalışılan- depolanan alanlarda zemin kaymaz tabanlı, kolay temizlenebilir (anti-slip) özellikte mi?
25	Kimyasalların taşındığı, karıştırıldığı, elleçlendiği, depolandığı vb. alanlarda dökülme ve sızmaya karşı güvenli drenaj sistemleri kurgulanmış mı?
26	Bina yapısı, mimari tasarım (dinlenme alanı, yemekhane, lavabo, personel odaları, sigara alanları, geçiş yolları vb) kimyasal maruziyeti azaltacak şekilde mi?
27	Kimyasalların bulunduğu depo- silo, metal aksamlar, raf- dolap, makine- ekipman, tesisat ve teçhizat (dolum vb) topraklanmamış mı? Topraklama ölçüm raporları uygun mu?
28	Tehlikeli kimyasalların tank- silo çevresinde sızdırmaz, yeterli genişlik, hacim ve yüksekliğe sahip set veya sütre var mı? (Taşkan havuzu)
29	Kimyasalların bulunduğu depo- silo- tank vb. ünitelerin mukavimliği ve statikliği konusunda gerekli önlemler alınmış mı?
30	Depolama raf sistemleri üzerine max taşıma kapasitesi ve depolama şartları açıkça ifade edilmiş mi?
31	Depolama raflarından malzemenin düşmemesi için önlemler alınmış mı?
32	Kimyasallarla çalışılan- depolanan yardımcı tesisler ya da ana bina için yıldırım korunma tertibatı (paratoner- faraday kafesi vb.) kurulmuş mu?
33	Parlayıcı maddelerin bulunduğu yerlerde elektrik tesisatları, makine- motor grubu, aydınlatma armatürleri vb. exproof özellikte mi?
34	Yanıcı/parlayıcı/patlayıcı kimyasalların bulunduğu alanlarda statik elektrik riski gözetilmiş mi?
35	Kimyasal maddeler elektrik sistemlerinden emniyetli mesafe de tutuluyor mu?
36	Asetilen- Hidrojen – Karbonmonoksit- Oksijen vb. basıçlı tüplerin için yeterli önlemler alınmış mı? (Valf koruyucu başlıkları, devrilmelere karşı önlem, taşıma arabası, dik tutulma, fence- tel örgü koruma, uyarı işaretleri vb.)
37	Stajyer, genç işçi, hamile, engelli vb. özel risk gruplarının kimyasal maruziyet riskleri özel olarak gözetilmiş mi?
38	Maddelerin izin verilen azami konsantrasyon miktarları (işyeri havasında) ölçülüyor mu?
39	Kimyasalların kullanıldığı işyerinin bütününde toplu koruma ekipmanı (genel havalandırma ve yerel havalandırma) sağlandı mı?
40	Kimyasal maruziyet etkisi öngörülerek, uygun kapalı ve yeterli havalandırmaya sahip bölmeler ya da davlumbaz (çekir ocak) altında mı çalışılıyor?
41	Kimyasalları kullanan çalışanlar için gerekli kişisel koruyucu ekipmanlar temin edilmiş mi (eldivenler, gözlükler, yüz siperleri, maskeler vb.) kullanımı sağlanıyor mu?
42	Çevre ve halk sağlığı açısından kimyasalların yayılımına karşı özel olarak önlemler alınmış mı?
43	Kimyasallar ve kontamine olmuş diğer malzemeler için atık yönetimi var mı?

3.4.7 Maruziyet Analizi

Kimyasalların bulunduğu koşullar ya da mevcut önlemlerin durumuna göre maruziyet düzeyi incelenerek değerlendirilir;

- Sınıflandırma dışı ancak şüpheli olan kimyasalların maruziyeti,
- Soluma- Cilt ile temas- Sindirim- Deri altı enjeksiyon şeklinde maruziyet,
- Korozyif, Hassaslaştırıcı, Toksik gaz çıkaran, Tahriş edici,
- Toksik (akut, soluma, cild teması, yutma), Zararlı (kronik),
- Çok toksik (akut, soluma, cild teması, yutma), Çok toksik (kronik etki),
- Kanserojen, Mutajenik, Üreme sistemine zararlı/toksik.

3.4.8 Fiziko- Kimyasal Analiz

Kimyasalların parlama, patlama, yangın, oksitleme, su ile ters reaksiyona girme vb. tehlikeli reaksiyon kapasitesi incelenerek değerlendirme yapılır.

3.4.9 Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Etki Olasılığının Tahmini

Olasılık kısmı hesaplanırken aşağıda verilen tablodan yararlanılarak; Maruziyet – Kullanım Sıklığı (1-2-3-4-5), Kullanım – Maruz Kalınan Miktar (1-2-3-4-5), Maruz Kalma/Etkilenme Potansiyeli Olan Kişi Sayısı (1-2-3-4-5), Ortama Dağılma/Yayılma Derecesi (1-3-5), Mevcut Önlemlerin Yeterliliği (1-2-3-4-5), kriterleri değerlendirilerek sayısal değerleri belirlenir.

Her bir kimyasal için Çizelge 3.8'deki her kriterin sayısal değeri birbiri ile çarpılır ve çarpımın geometrik ortalaması alınarak olasılık değeri hesaplanır. Geometrik ortalama sebebi ile çıkan küsuratlı değerler matematiksel yuvarlama yapılarak sonuç matrisine karışıklık çıkmadan yansıtılır.

$$\text{Etki Olasılığı} = (\text{Sıklık} \times \text{Miktarı} \times \text{Kişi Sayısı} \times \text{Yayılma Sınıfı} \times \text{Önlem Yeterliliği})^{1/5} \quad (3.2)$$

Çizelge 3.8 Kimyasal Etki Olasılığının Belirlenme Matrisi [13], [14]

Puan	Maruziyet Kullanım Sıklığı	Maruziyet Kullanım Miktarı	Maruz Kalan Kişi Sayısı	Saha gözetim sonuçları, önlemlerin yeterliliği	Sıvı Maddeler için Buharlarının Yayılım Sınıfı	Katılar için Tozlaşma Yayılım Sınıfı	Puan
1	Göz ardı / Düşük (Ayda 1 veya daha seyrek)	Tüketim ≤ 50 kg- lt/gün	1 kişi	* Bu kimyasal ortam ölçümüne tabi madde içermiyor. Aynı zamanda maruziyetin azalmasına ilişkin ortamda ilave önlem gerekli değil. * Maruziyet, malzeme Hasarı, Yangın ve Parlama/Patmala riskleri ile ilgili önlemler alınmakta ve düzenli olarak kontrol edilmektedir. * Kontrol listesi üzerinden ilgili alan- bölüm- proسته yapılan denetim sonucu herhangi bir eksiklik yok, gerekli önlemler alınmış ancak aksiyon takibi ve sürekli iyileştirme yapılmıyor.	Kaynama noktası < 50 °C Buhar Basıncı < 0,5 kPa	Tehlikeli katı madde tane ya da granül olarak mevcutsa ya da çalışma sırasında yalnızca çok az toz ortaya çıkıyorsa Örnek: PVC topakları.	1
2	Ara sıra (Ayda 1 den sık - Haftada birden seyrek)	50 kg- lt/gün < tüketim ≤ 200 kg- lt/yıl	2 kişi	* Bu kimyasal ortam ölçümüne tabii madde içeriyor ve ölçüm sonuçları limit dahilindedir ve MSDS'de belirtilen kullanım şartları ortamda sağlanıp personele KKD sağlanmış ve kimyasal kullanım eğitimleri verilmiş durumdadır. * Yangın ve Parlama/patmala riskleri ile ilgili önlemler alınmakta ancak düzenli olarak kontrol edilmemektedir. * Kontrol listesi üzerinden ilgili alan- bölüm- proسته yapılan denetim sonucu minör eksiklikler var.	50 °C < Kaynama noktası < 150 °C 0,5 kPa < Buhar Basıncı < 25 kPa	Tehlikeli katı madde kristal, granül haldeyse ve kullanıldığı sırada oluşan toz çabucak yere iner ve kullanım sonrası yüzeyde kalırsa Örnek: Deterjan, odun talaşı, sabun tozu, şeker.	3
3	Bazen (Haftada 1)	200 kg- lt/yıl < tüketim ≤ 500 kg- lt/yıl	3 kişi	* Bu kimyasal ortam ölçümüne tabii madde içeriyor ve son bir yıl içerisinde limit değerlere yakın olabilecek değerler tespit edilmiştir. MSDS'de belirtilen şartların uygulanmasında (KKD kullanımı) personele verilen KKD ve kimyasal kullanım eğitimlerinde eksiklik vb. kısa vadede çözülebilecek eksiklikler var. * Yangın ve Parlama/patmala riskleri ile ilgili önlemler kısmen alınmış ve eksikliklere ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. * Kontrol listesi üzerinden ilgili alan- bölüm- proسته yapılan denetim sonucu önemli eksiklikler var.	Kaynama noktası > 150 °C Buhar Basıncı > 25 kPa	Tehlikeli katı madde ince, hafif toz halindeyse ya da çalışma sırasında birkaç dakika havada kalabilen toz bulutları oluşuyorsa Örnek: un, çimento, tebeşir tozu.	5
					Gazlar bulunduğu odanın hacmini kaplayabileceği, tavanda veya tabanda hızlıca birikebileceği için en yüksek risk puanına tabidirler.		5

Çizelge 3.8 Kimyasalın Etki Olasılığının Belirlenmesi Matrisi (Devamı) [13], [14]

4	Sıkı sık (gün aşırı - haftada bir 1'daha fazla)	500 kg- lt/yıl < tüketim ≤ 1000 kg- lt/gün	4 kişi	* Bu kimyasal ortam ölçümüne tabii madde içeriyor ve son bir yıl içerisinde yapılan ortam ölçümü sonuçlarında limit değerler aşılmıştır. MSDS'de belirtilen şartların uygulanmasında (Havalandırma vb.) uzun vade de çözülebilecek eksiklikler var. * Yangın ve Parlama/patlama riskleri ile ilgili önlemler yetersiz olup, eksikliklere ilişkin çalışma yapılmamaktadır. * Kontrol listesi üzerinden ilgili alan- bölüm- proste yapılan denetim sonucu major eksiklikler var.	
5	Çok sık (Her gün)	Tüketim > 1000 kg- lt/gün	5 + Kişi	* Bu kimyasal ortam ölçümüne tabii madde içeriyor ve son üç senedir yapılan ortam ölçümü sonuçlarında limit aşılmıştır. Ya da ortam ölçümü hiç yapılmamıştır. * Yangın ve Parlama/patlama riskleri ile ilgili herhangi bir önlem bulunmamaktadır. * Kontrol listesi üzerinden ilgili alan- bölüm- proste yapılan denetim sonucu kritik eksiklikler var.	

3.4.10 Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Etkinin Şiddet Değerinin Belirlenmesi

Şiddet kısmında hesaplanırken, Kimyasalların Küresel Sınıflandırma ve Etiketleme Uyum Sisteminde tanımlanmış 93 farklı Zarar ifadesinden ve Avrupa Birliği RL 67/548/ECC direktifi uyarınca tanımlanmış 68 farklı Risk cümlecisi potansiyel zarar derecelerine göre sırasıyla; A bandı (sayısal değeri: 1), B bandı (sayısal değeri: 2), C bandı (sayısal değeri: 3), N bandı (sayısal değeri: 3), D bandı (sayısal değeri: 4), O bandı (sayısal değeri: 4), P bandı (sayısal değeri: 4), W bandı (sayısal değeri: 4), E bandı (sayısal değeri: 5), S bandı (sayısal değeri: 5), F&EX bandı (sayısal değeri: 5) şeklinde sınıflandırılarak derecelendirilir. Şiddet değerinin hesaplanmasında kullanılacak referans tablo, Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Şiddet Belirleme Matrisi [13], [14]

Tehlike Grubu	Avrupa Birliği Risk İbareleri (EU R-Phrases)	GHS tehlike sınıflandırması (GHS hazard classification)	Zarar kodu (H)	Şiddet Puanı
A	R65, R66, 67 ve diğer bantlarda yer almayan tüm tozlar ve buharlar	Akut toksisite (ölümcül), herhangi bir yoldan, sınıf 5 Cilt irritasyonu sınıf 2 veya 3 Göz irritasyonu sınıf 2 Diğer bantlarda yer almayan tüm tozlar ve buharlar	H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 ve diğer bantlarda listelenmemiş tüm ilgili H numaraları	1
B	R20, R21, R22 R20/21/22, R33, R40, R67	Akut toksisite (ölümcül), herhangi bir yoldan, sınıf 4 Akut toksisite (sistemik), herhangi bir yoldan, sınıf 2	H302 H312 H332 H351	2
C	R23, R24, R25, R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22, R48/23/24/25	Akut toksisite (ölümcül), herhangi bir yoldan, sınıf 3 Akut toksisite (sistemik), herhangi bir yoldan, sınıf 1 Korozivite alt-sınıf 1A, 1B veya 1C Göz irritasyonu sınıf 1 Solunum sistemi irritasyonu (kararlaştırılacak GHS kriterleri) Cilt duyarlanması Tekrarlayan maruziyet toksisitesi, herhangi bir yoldan, sınıf 2	H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373	3
N	R50, R50/53, R51/53, R52/53, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59	Sucul ortam için tehlikeli, akut, kategori 1 Sucul ortam için tehlikeli, kronik, kategori 1 Sucul ortam için tehlikeli, kronik, kategori 2 Sucul ortam için tehlikeli, kronik, kategori 3 / kategori 4	H400 H410 H411 H412 H413 EUH59	3
D	R26/27/28, R39/26/27/28, R40 Carc. Cat. 3, R48/23/24/25, R60, R61, R62, R63, R64	Akut toksisite (ölümcül), herhangi bir yoldan, sınıf 1 veya 2 Kanser Yapıcı Etki Sınıfı 2 Tekrarlayan maruziyet toksisitesi, herhangi bir yoldan, sınıf 1 Üreme sistemi toksisitesi sınıf 1 veya 2	H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372	4
O	R7 R8 R9	Oksitleyici gazlar, kategori 1 Oksitleyici sıvılar, kategori 1, 2 ve kategori 3 Oksitleyici katılar, kategori 1, 2 ve kategori 3	H270 H271, H272 H272 H271, H272 H272	4
P	NA NA NA NA	Basınç altında gaz - Sıkıştırılmış gaz - Sıvılaştırılmış gaz - Soğutulmuş sıvılaştırılmış gaz - Çözünmüş gaz	H280 H280 H281 H280	4
W (su ile reaksiyon verme)	R14, R14/15, R15, R15/29, R31, R32		H260, H261, EUH014, EUH029, EUH031, EUH032, EUH 201/201A	4
E	R42, R45, R46, R49, R68, R68/20/21/22	Mutasyon Yapıcı Etki Sınıfı 1 veya 2 Kanser Yapıcı Etki Sınıfı 1 Solunum duyarlanması	H334, H340, H341, H350	5
S	R24, R27, R33, R34, R35, R36, R38, R39/24, R39/ 27, R40/21, R41, R43, R48/ 21, R48/24, R66	Akut toksisite (ölümcül), sadece cilt, sınıf 1,2, 3 veya 4 Akut toksisite(sistemik), sadece cilt, sınıf 1 veya 2 Korozivite alt-sınıf 1A, 1B veya 1C Cilt irritasyonu sınıf 2 Göz irritasyonu sınıf 1 veya 2 Cilt duyarlanması Tekrarlayan maruziyettoksitesitesi, sadece cilt, sınıf 1 veya 2	H270, H271, H272, H280, H281	5

Çizelge 3.9 Maruziyet ve Fiziko Kimyasal Şiddet Belirleme Matrisi (Devamı) [13], [14]

Tehlike Grubu	Avrupa Birliği Risk İbareleri (EU R-Phrases)	GHS tehlike sınıflandırması (GHS hazard classification)	Zarar kodu (H)	Şiddet Puanı
F & EX (Yanıcı-Patlayıcı)	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R10, R11, R12, R13, R16, R17, R18, R19, R30, R44	Patlayıcılar - Kararsız patlayıcılar - Patlayıcılar, bölüm 1.1-1.3 Kendinden reaktif maddeler/karışımlar, tip A ve B Organik peroksitler, tip A ve B Alevlenir gazlar, kategori 1 Alevlenir aerosoller, kategori 1 Alevlenir sıvılar, kategori 1 Alevlenir sıvılar, kategori 2 Alevlenir katılar, kategori 1 Alevlenir katılar, kategori 2 Alevlenir aerosoller, kategori 2 Alevlenir sıvılar, kategori 3 Piroforik sıvılar, kategori 1 Piroforik katılar, kategori 1 Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar çıkaran maddeler/karışımlar, kategori 1, 2 ve kategori 3 Kendinden reaktif maddeler/karışımlar, tip B Kendinden reaktif maddeler/karışımlar, tip C ve D ve tip E ve F Kendinden reaktif maddeler/karışımlar, kategori 1 ve kategori 2	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H240, H241, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH044, H220, H221, H222, H223, H224, H225, H226, H228, H242, H250, H251, H252, H260, H261	5

3.4.11 Kimyasal Bazlı Risk Analizinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Risk puanı ise olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımı sonucu bulunur.

Hesaplanan değerler;

$1 \leq \text{Risk Puanı} < 6$ ise Düşük, $6 \leq \text{Risk Puanı} < 15$ ise Orta, $15 \leq \text{Risk Puanı} < 25$ ise Yüksek, Risk Puanı = 25 ise Kritik olarak değerlendirilir (Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.11).

Çizelge 3.10 Risk Puanı Değerlendirme Matrisi

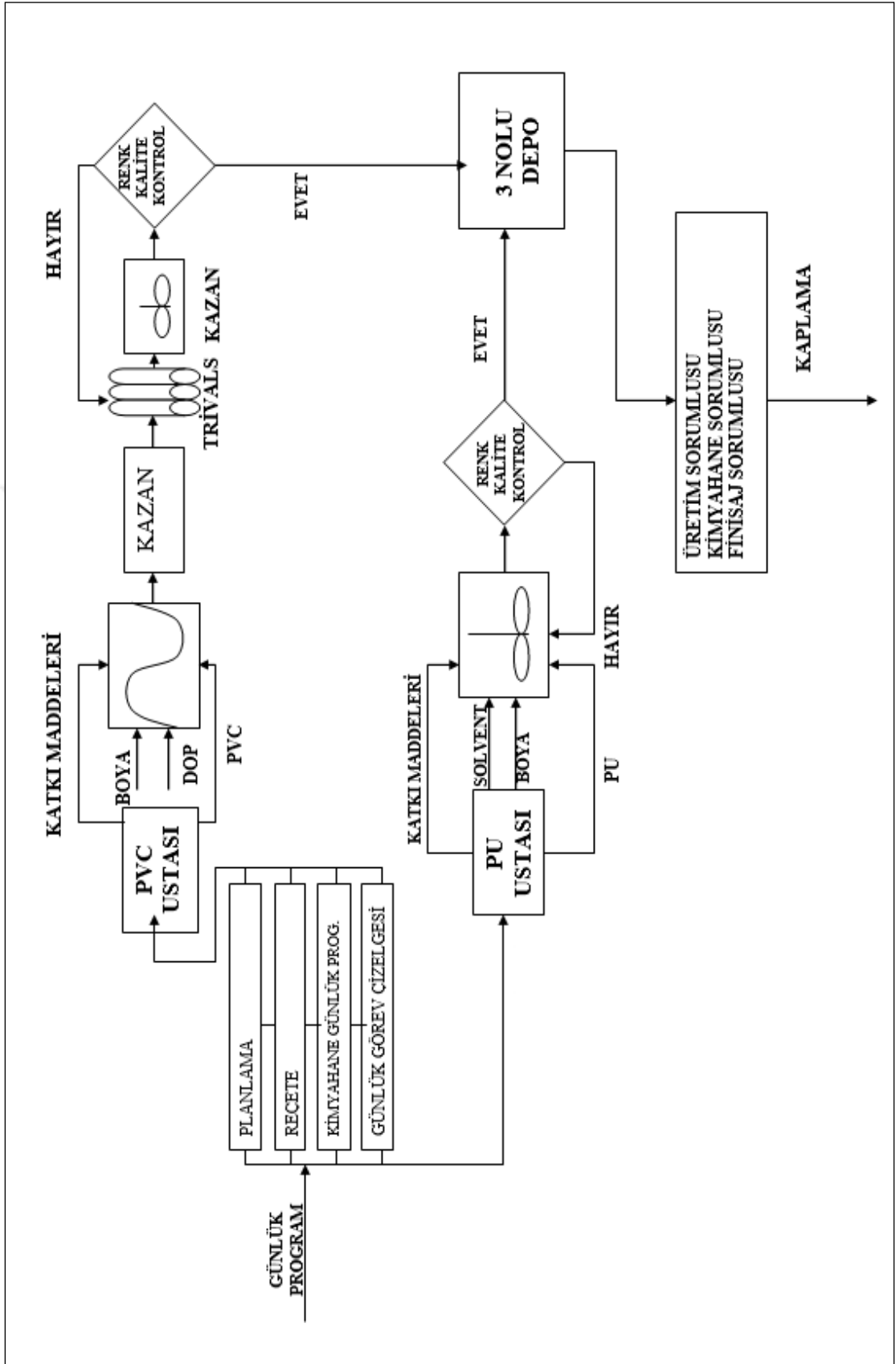
Risk Puanı		Şiddet				
		5	4	3	2	1
Olasılık	5	25	20	15	10	5
	4	20	16	12	8	4
	3	15	12	9	6	3
	2	10	8	6	4	2
	1	5	4	3	2	1

Çizelge 3.11 Kimyasal Bazlı Risk Analizinin Sonuç Değerlendirme Matrisi

Kategori	Puan Aralığı	Değerlendirme Kriterleri, Açıklamalar
KRİTİK	25 = PUAN	İş hemen durdurulur. Tehlike kontrol altına alınır, proses, tesis, bina ve çevresi kapatılır. Kontrol için dokümente edilmiş prosedür/talimatlar oluşturulur. İzleme ve ölçme planı yapılır ve kayıtları tutulur. İyileştirmeye yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenir, doküman haline getirilir, bir haftadan kısa süre içerisinde uygulanır ve takip edilir.
YÜKSEK	25 > PUAN ≥ 15	En kısa sürede tehlike kontrol altına alınır. Gerekirse tesis, bina ve çevre kapatılır. Kontrol için dokümente edilmiş prosedür/talimatlar oluşturulur. Mümkün olduğunda izlenirliği ve ölçülmesi sağlanır ve kayıtlar tutulur. İyileştirmeye yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenir, doküman haline getirilir, bir aydan kısa süre içerisinde uygulanır ve takip edilir.
ORTA	15 > PUAN ≥ 6	Tehlike kontrol altına alınır. Kontrol için dokümente edilmiş prosedür/talimatlar oluşturulur. Mümkün olduğunda izlenirliği ve ölçülmesi sağlanır ve kayıtlar tutulur. İyileştirmeye yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenir, doküman haline getirilir, en geç altı ay içinde uygulanır ve takip edilir.
DÜŞÜK	6 > PUAN ≥ 1	Kabul edilebilir ve/veya önemsiz risklerdir. Gelecekte önemli bir tehlikeyi oluşturmaması için, incelenir ve gerekirse önlemler planlanan uygulamalar kısmında tarif edilir, uygulama kontrolleri yapılır ve personele ihtiyaç duyulan eğitimler verilir.

3.5 Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi Uygulaması

Risk değerlendirme uygulaması Petro- Kimya sektöründe faaliyet gösteren ve suni deri üretimi yapan bir fabrikada gerçekleştirilmiştir. Proseste aşamaları ve kullanılan 48 farklı kimyasal incelenmiş olup, proses gereği kimyasal hamur varyasyonlarının çeşitliliği, makine parkurunun karışıklığı ve zaman açısından çalışma; üretimin ana aşamaları olan PU hamur hazırlama ve PVC hamur hazırlama ünitelerinde gerçekleştirilmiştir. Transfer kaplama, kurutma fırınları, gofraj, empirme, tambur üniteleri ile yardımcı tesisler çalışmanın dışında tutulmuştur (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Suni Deri İmalatı Kimyahaneye İş Akış Şeması

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların Envanter Listesi

No	Kimyasal Ticari Adı	Etken Bileşen	Etken Madde Oranı (%)	Mac (mg/m ³ ppm)	Cas No	LEL (%)	UEL (%)	Tehlike Sembolü	R - H İbareleri	P.N (°C)	K.N (°C)	Buhar Basıncı (kPa)	Aylık Kullanım Miktarı (kg - litre)	Bölüm
1.1	IMAPUR 1785	toluene	37--40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4,4	110	3,8	3.100,00	PU
1.2	IMAPUR 1785	propan 2 ol	34--38	200	67-63-0	2	12,7	F, Xi,XN	R11, R36, R67	12	82,5	4,4		PU
2	VINNOLİTE E 69 VS	polyvinyl chloride	100	10mg/m3	9002-86-2	Patlayıcı toz		NA	NA	391	-	NA	100,00	PVC
3	DİMETİLFORMAMİD	N,N-Dimethylformamide	100	5	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	58	153	0,3	1.600,00	PU
4	IMAPUR 1800/25	N,N-Dimethylformamide	73-78	10	68-12-2	1,3	17,7	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	56	153	0,3	6.200,00	PU
5.1	IMAPUR 1580/25	propan 2 ol	34-38	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	12	82,5	4,4	2.880,00	PU
5.2	IMAPUR 1580/25	toluene	37-40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	20	110	3,8		PU
6.1	IMAPUR 1880/25	toluene	37-40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	20	110	3,8	11.880,00	PU
6.2	IMAPUR 1880/25	propan 2 ol	34-38	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	20	82,5	4,4		PU
7.1	FINISH FR 001/8	2-Methyl-1-propanol	25-30	40	78-83-1	1,2	10,9	Xi	R10 - R36/37	28	108	1,2	720,00	PU
7.2	FINISH FR 001/8	toluene	25-30	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	110	3,8		PU
7.3	FINISH FR 001/8	N,N-Dimethylformamide	20-25	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	4	153	0,3		PU
7.4	FINISH FR 001/8	1-methoxy-2-propanol	5--7	100	107-98-2	NA	NA	F, Xi,XN	R10,R67	4	80	1,67		PU
7.5	FINISH FR 001/8	Ethyl acetate	3--5	400	141-78-6	NA	NA	F, Xi,XN	R11, R36,R66,R67,H225, H319, H336	4	80	9,9		PU

8.1	IMAPUR 1250	toluene	37-40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, XN, Xi	R11, R20, R36,R38, R67	20	82	3,8	1.260,00	PU
8.2	IMAPUR 1250	propan 2 ol	34-38	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	20	82	4,4		PU
9.1	FINCOLL AZ 512	toluene	60-70	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	10	78	3,8	540,00	PU
9.2	FINCOLL AZ 512	Ethyl acetate	6--8	400	141-78-6	NA	NA	F, Xi,XN	R11, R36,R66,R67,H2 25, H319, H336	10	78	9,9		PU
10.1	IMAPUR 2940	toluene	21-24	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	21	153	3,8	900,00	PU
10.2	IMAPUR 2940	N,N-Dimethylformamide	49-54	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	58	153	0,3		PU
11	IMAPUR 1815	N,N-Dimethylformamide	73--78	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	56	153	0,3	1.800,00	PU
12	KIMFOAM (profor)	Azodicarbonamide	90	NA	123-77-3	NA	NA	F, E	R42, R44	NA	NA	NA	1.200,00	PVC
13	FORMOLON DISPERSION	Chloroethylene, polymer	90	4 mg/m3	9002-86-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	19.976,00	PVC
14.1	SU 9740 PERMUTHANE	N,N-Dimethylformamide	50-75	5	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	4	110	0,3	180,00	PU
14.2	SU 9740 PERMUTHANE	toluene	15-20	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	110	3,8		PU
15.1	SU-10-088 PERMUTHANE	toluene	35-50	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	82	3,8	180,00	PU
15.2	SU-10-088 PERMUTHANE	propan 2 ol	15-20	400	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	4	82	4,4		PU
15.3	SU-10-088 PERMUTHANE	1-methoxy-2-propanol	15	100	107-98-2	1,7	11,5	F, Xi,XN	R10,R67	4	82	1,67		PU

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların
Envanter Listesi (Devamı)

16.1	SU-22-550 PERMUTHANE	toluene	35-50	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	82	3,8	180,00	PU
16.2	SU-22-550 PERMUTHANE	propan 2 ol	25-35	400	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	4	82	4,4		PU
16.3	SU-22-550 PERMUTHANE	1-methoxy-2- propanol	15	100	107-98-2	1,7	11,5	F, Xi,XN	R10,R67	4	82	1,67		PU
17.1	SU-9422	toluene	35-50	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	5	82	3,8	180,00	PU
17.2	SU-9422	propan 2 ol	15-20	400	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	5	82	4,4		PU
17.3	SU-9422	1-methoxy-2- propanol	15	100	107-98-2	1,7	11,5	F, Xi,XN	R10,R67	5	82	1,67		PU
18.1	LV-74-901	Methly ethly ketone	50-75	300	78-93-3	1,8	10	F, Xi	R11, R36,R66,R67	-5	80	10,3	360,00	PU
18.2	LV-74-901	etilen klorür	5--10	4 mg/m3	9002-86-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		PU
18.3	LV-74-901	N,N- Dimethylformami de	5--7	5	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	-5	80	0,3		PU
19	PLAST NT-K	Potassium-Zinc	99	5 mg/m3	NA	NA	NA	F	R10	40	NA	NA	20.625,00	PVC
20	PLASTEKS	epoksi - solvent white spirit	99	5 mg/m3	NA	NA	NA	F	R10	50	NA	NA	24.750,00	PVC
21	PLAST NT-1	likid kalsiyum-çinko stabilötörü	99	5 mg/m3	NA	NA	NA	F	R10	40	NA	NA	1.300,00	PVC
22	DOP (plastifiyan)	Diocetyl phthalate	99,5	5 mg/m3	117-81-7	0,3	NA	Xn, N	R60-61 H360 - H410 - H351	195	230	0,0016	68.000,00	PVC
23	DOA (plastifiyan)	bis(2-ethylhexyl) adipate	99,5		103-23-1			NA	R36/37-R40-R63	190	214	NA	3.800,00	PVC

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların
Envanter Listesi (Devamı)

24.1	LARITHANE MA 31	N,N-Dimethylformamide	25--50	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	4	110	0,3	360,00	PU
24.2	LARITHANE MA 31	toluene	10--25	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	110	3,8		PU
25.1	NOVOLAC 2907 acryl vinly resin	Methly ethly ketone	50--100	300	78-93-3	1,8	10	F,Xi	R11, R36,R66,R67	-4	79	10,3	180,00	PU
25.2	NOVOLAC 2907 acryl vinly resin	N,N-Dimethylformamide	10--25	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	-4	79	0,3		PU
26.1	NOVOLAC FA 004	Methly ethly ketone	50--100	300	78-93-3	1,8	10	F, Xi	R11, R36,R66,R67	-19	55	10,3	160,00	PU
26.2	NOVOLAC FA 004	N,N-Dimethylformamide	10--25	10	68-12-2	2,2	15,2	XN, Xi	R36, H226, H312 + H332, H319, H360	-19	55	0,3		PU
27.1	LARITHANE AL 217	toluene	30--40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	81	3,8	180,00	PU
27.2	LARITHANE AL 217	1-methoxy-2-propanol	15--20	100	107-98-2	1,2	12	F, Xi,XN	R10,R67	4	81	1,67		PU
27.3	LARITHANE AL 217	propan 2 ol	15--20	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	4	81	4,4		PU
28.1	LARITHANE AL 218	toluene	30--40	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	81	3,8	180,00	PU
28.2	LARITHANE AL 218	propan 2 ol	15--20	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	4	81	4,4		PU
28.3	LARITHANE AL 218	1-methoxy-2-propanol	15--20	100	107-98-2	1,2	8	F, Xi,XN	R10,R67	4	81	1,67		PU
29.1	LARITHANE AL 260	toluene	35	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	81	3,8	180,00	PU
29.2	LARITHANE AL 260	propan 2 ol	35	200	67-63-0	2,3	12	F, Xi,XN	R11, R36, R67	4	81	4,4		PU

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların Envanter Listesi (Devamı)

30.1	NORESİL T285	toluene	60--70	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	21	81	3,8	180,00	PU
30.2	NORESİL T285	Ethyl acetate	7--10	400	141-78-6	NA	NA	F, Xi,XN	R11, R36,R66,R67,H2 25, H319, H336	21	78	9,9		PU
31.1	LARITHANE AL 204	isopropyle alcohol	42	500	67-63-0	2	12	F, Xi,XN	H225 , H319, H336	4	80,6	4,4	180,00	PU
31.2	LARITHANE AL 204	toluene	28	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	80,6	3,8		PU
32.1	LARITHANE AL 202	isopropyle alcohol	37,5	500	67-63-0	2	12	F, Xi,XN	H225 , H319, H336	4	80,6	4,4	180,00	PU
32.2	LARITHANE AL 202	toluene	37,5	50	108-88-3	1,1	7,1	F, Xi,XN	R11, R20, R36,R38, R67	4	80,6	3,8		PU
33	PVC SOLVİN	polyvinyl chloride	98	10 mg/m3	9002-86-2	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	78.665,00	PVC
34	PRİTTY 308	titanium dioxide ferric oxide	98	10 mg/m3	13463-67-7	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.750,00	PVC
35	PRİTTY 502	titanium dioxide ferric oxide	98	10 mg/m3	13463-67-7	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.950,00	PVC
36	HELİGON BLUE K 6902	bakır ftalosiyenin	98	10 mg/m3	147-14-8	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30,00	PVC
37	HELİGON GREEN K 8730	bakır ftalosiyenin	90	10 mg/m3	147-14-8	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15,00	PU
38	SPECIAL PEARL 1100	mica	20	NA	12001-26-2	Patlayıcı toz	NA	NA	H350i, H350, H315 , H335	NA	NA	NA	650,00	PU
39	SPECIAL PEARL 1100	Titanium (IV) oxide	80	NA	1317-70-0	Patlayıcı toz	NA	NA	H315, H319, H332, H335	NA	NA	NA		PU
40	IRGALİTE RUBİNE 4 BP	NA	90	10 mg/m3	5281-04-9	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	350,00	PVC
41.1	DU POND PİGMENT TOZ	titanium dioxide ferric oxide	80	10 mg/m3	13463-67-7	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	320,00	PVC
41.2	DU POND PİGMENT	Aluminium hydroxide	9	10 mg/m3	21645-51-2	Patlayıcı toz	NA	NA	NA	NA	NA	NA		PVC
42	COPOLYMER RESİN	polyvinyl chloride	99	10 mg/m3	9003-22-9	Patlayıcı toz		NA	NA	NA	NA	NA	8.000,00	PVC

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların Envanter Listesi (Devamı)

43	Exxon mobil	isopropyle alcohol	42	500	67-63-0	2	12,7	F, Xi,XN	H225 , H319, H336	12	82	4,4	600,00	PU
44.1	XYLAN 1052/F0874GREY BLACK	Nmethylpyrrolidone			872-50-4								1.235,00	PVC
44.2		xylene			1330-20-7									PVC
44.3		Gamma butyrolactone			96-48-0									PVC
44.4		ethyl benzene			100-41-4									PVC
45.1	CELLULOSIC THINNER	acetone	10	500	67-64-1	2,6	12,8	F	R11, R36	-9	56	24	1.600,00	PVC
45.2	CELLULOSIC THINNER	2-Methyl-1 propanol	12	50	78-83-1	1,2	10,9	Xi	R10, R36/37	37,7	108	1,2		PVC
45.3	CELLULOSIC THINNER	2-Butoxyethanol	5>	20	111-76-2	0,9	7	NA	NA	69	74	0,1		PVC
45.4	CELLULOSIC THINNER	toluene	72	200	26108-88-3	1,1	7,1	F, Xi, XN	R11, R20, R36, R38, R67	41	74	3,8		PVC
46	TOLUNE EXTRA PURE MERCK	toluene	100	200	26108-88-3	1,1	7,1	F, Xi, XN	R11, R20, R36, R38, R67	4	110,6	3,8	1.200,00	PU
47	MEK	Methly ethly ketone	100	300	78-93-3	1,8	10	F, Xi	R11, R36, R66,R67	-5,7	79,6	10,3	1.600,00	PU
48	İSOPROPYLE ALCOHOL	isopropyle alcohol	100	400	67-63-0	2	12	F, Xi, XN	H225, H319, H336	12	82	4,4	1.500,00	PU
49	SOLVENT NAPHTHA	white spirit	91	177 ppm	64742-48-9	0,7	7	F, XN, Xi	R65, R51/53, R66, R67, R10, H226, H304, H336, H411	37	150	0,19	1.800,00	PVC

Çizelge 3.12 PU ve PVC Hamur Hazırlama Aşamasında Kullanılan Kimyasalların
Envanter Listesi (Devamı)

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi

Risk Düzeyi	Yüksek Risk	Yüksek Risk	Düşük Risk
Risk Puanı	19	18	3
Şiddet	5	5	1
Olasılık	3,7585	3,5944	3,1291
Yayılım Sınıfı	3	3	5
Önlemlerin Yeterliliği	5	4	4
Kullanıcı Sayısı	5	5	5
Miktar	2	2	1
Sıklık	5	5	3
Potansiyel Zarar / Etkiler	* Parlama- Patlama- Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
Tehlikeli Durum / Davranış	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım- onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar- stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj- kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği- eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
Analiz Türü	Fiziko - Kimyasal	Maruziyet	Maruziyet
Tehlike Bandı	F & EX	S & B	A
Risk/Zarar İfadeleri	* Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.		
R - H Kodları	R11, R20, R36, R38, R67		
# Cas No	108-88-3	67-63-0	9002-86-2
Etken Bileşenler	toluene	propan 2 ol	polivinyl chloride
Kimyasal Adı	IMAPUR 1785		
No	1.1	1.2	2

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk	Orta Risk	Yüksek Risk	Orta Risk
17	13	18	14
5	4	5	4
3,3935	3,2453	3,6801	3,5195
3	3	3	3
5	4	5	4
5	5	5	5
2	2	3	3
3	3	3	3
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum - sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum - sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
F & EX	A + B + D	F & EX	A + B + D
Fiziko - Kimyasal	Maruziyet	Fiziko - Kimyasal	Maruziyet
* Gözleri tahriş eder. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Gözleri tahriş eder. * Alevlenir sıvı ve buhar.* Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Gözleri tahriş eder. * Alevlenir sıvı ve buhar.* Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Gözleri tahriş eder. * Alevlenir sıvı ve buhar.* Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.
R36, H226 H312 + H332, H319, H360	R36, H226, H312 + H332 H319, H360	R36, H226, H312 + H332 H319, H360	R36, H226, H312 + H332 H319, H360
68-12-2	68-12-2	68-12-2	68-12-2
N,N-Dimethylformamide	N,N-Dimethylformamide	N,N-Dimethylformamide	N,N-Dimethylformamide
DIMETILFORMAMID	IMAPUR 1800/25	IMAPUR 1800/25	IMAPUR 1800/25
3	4	4	4

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Orta Risk		Orta Risk	
14		11		10	
5		5		5	
2,8252		2,1867		2,0913	
3		1		1	
4		5		4	
5		5		5	
1		1		1	
3		2		2	
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz		* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar		Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği- eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması		* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama		* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	
Maruziyet A + C + D + S		Fiziko - Kimyasal F & EX		Maruziyet A + B + D + S	
H372 Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.* Cilt tahrişine yol açar.* Ciddi göz tahrişine yol açar.* Çok alevlenir sıvı ve buhar.* Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.* Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda hasara yol açar.		R11, R20, R36, R38, R67, H226, H319, H360, H312 + H332 * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.		10.1	
141-78-6 Ethyl acetate		108-88-3 toluene		68-12-2 N,N-Dimethylformamide	
9.2		10.1		10.2	
		IMAPUR 2940			

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Orta Risk	Orta Risk
	14	13	15
	5	5	5
	2,7241	2,6052	2,9542
	1	1	3
	5	4	5
	5	5	5
	2	2	1
	3	3	3
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum * Sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama
Fiziko - Kimyasal	Maruziyet	Fiziko - Kimyasal	Fiziko - Kimyasal
F & EX	A + B + D + S	F & EX	F & EX
* Gözleri tahriş eder. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarla Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Solunması halinde hassasiyet oluşturabilir. * Kapalı ortamda ısıtıldığında patlama riski.	
R36, H226, H312 + H332, H319, H360		R42, R44	
68-12-2		123-77-3	
N,N-Dimethylformamide		Azodicarbonamide	
IMAPUR 1815		KIMFOAM (profor)	
11		12	

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk	Düşük Risk	Orta Risk	Orta Risk
14	4	15	14
5	1	5	5
2,8252	4,1289	2,9542	2,8252
3	5	3	3
4	4	5	4
5	5	5	5
1	4	1	1
3	3	3	3
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
Maruziyet E	Maruziyet A	Fiziko - Kimyasal F & EX	Maruziyet A + B + D + S
NA	NA	* Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar.	* Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.
NA	NA	R11, R20, R36, R38, R67, H226, H312 + H332, H319, H360	108-88-3
9002-86-2	Chloroethylene, polimer	N,N-Dimethylformamide	toluene
FORMOLON DISPERSION	13	SU 9740 PERMUTHANE	14.1
			14.2

Değerlendirmesi (Devamı)

15.1	toluene	108-88-3	F & EX	Fiziko - Kimyasal	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum - sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	3	1	5	5	3	2,8252	5	15	Orta Risk
15.2	propan 2 ol	67-63-0	F & EX	Fiziko - Kimyasal	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Parlama- Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum - sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	3	1	5	5	3	2,8252	5	14	Orta Risk
15.3	1-methoxy-2- propanol	107-98-2	A + B + S	Maruziyet	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	3	1	5	4	3	2,8252	5	14	Orta Risk

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Orta Risk	
16		14	
5		5	
2,8252		2,8252	
3		3	
5		4	
5		5	
1		1	
3		3	
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım- onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar- stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj- kundaklama		* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım- onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar- stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj- kundaklama	
* Parlama- Patlama- Yangın * Patlama- Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar		* Parlama- Patlama- Yangın * Patlama- Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu- zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği- eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması		Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	
F & EX		A + B + S	
Fiziko - Kimyasal		Maruziyet	
* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.		R10, R11, R20, R36, R38, R67	
108-88-3	67-63-0	107-98-2	
toluene	propan 2 ol	1-methoxy-2- propanol	
SU-9422			
17.1	17.2	17.3	

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Yüksek Risk	
	15		16
	5		5
	2,9542		2,8252
	3		3
	5		4
	5		5
	1		1
	3		3
18.1		18.2	18.3
	78-93-3	9002-86-2	68-12-2
	Methly ethly ketone	etilen klorür	N,N-Dimethylformamide
LV-74-901			

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk				Yüksek Risk				Yüksek Risk			
21				21				16			
5				5				5			
4,1289				4,1289				3,1291			
5				5				5			
4				4				4			
5				5				5			
4				4				1			
3				3				3			
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sızması, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar				* Parlama - Patlama - Yangın* Patlama - Basınç etkisi* Sıcak yanıkları* Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sızması, ani su kaybı* Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet* Çevresel etki* Maddi hasar				* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sızması, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar			
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama				* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları* Statik elektrik oluşumu* Arc oluşumu* Sıcak yüzey*İnsan kaynaklı hatalar* Hatalı depolama* Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi* Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması* Proses hataları* Sabotaj - kundaklama				* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama			
Fiziko - Kimyasal				Fiziko - Kimyasal				Fiziko - Kimyasal			
F & EX				F & EX				F & EX			
R10, H226 * Alevlenir. * Alevlenir sıvı ve buhar.				R10, H226 * Alevlenir.* Alevlenir sıvı ve buhar.				R10, H226 * Alevlenir. * Alevlenir sıvı ve buhar.			
NA				NA				NA			
Potasyum-Zinc				epoksi - solvent white spirit				İkide kalıyım-çinko stabilizörü			
PLAST NT-K				PLASTKS				PLAST NT-1			
19				20				21			

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk	Yüksek Risk	Düşük Risk	Orta Risk
20	19	3	15
4	4	1	5
5	4,7818	3,0171	2,9542
5	5	1	3
5	4	5	5
5	5	5	5
5	5	2	1
5	5	5	3
Kişisel MaruziyetSindirim, Solunum, Cilt, Göz	Su, toprak, hava yoluyla çevresel kirlenme etkileri	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar
* Eğitim -bilinç eksikliği* Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması* Hatalı -eksik KKD kullanımı* Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği* Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, UygunsuzDepolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.)* Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kanalizasyona boşaltılma Aatık bertarafı sırasında yapılabilecek hatalar Sızıntı -Dökülme vb.	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilte bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama
Maruziyet	Çevresel	Maruziyet	Fiziko - Kimyasal
D	N	A	F & EX
* Doğurganlığı azaltabilir.* Doğmamış çocuğa zarar verebilir.* Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.* Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki.* Kansere yol açma şüphesi var.			* Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar.
R60, R61, H316, H320, H400, H360, H410, H351		NA	R11 R20 R36 R38 R67 H226 H312 + H332 H319 H360
117-81-7		103-23-1	68-12-2
Diocetyl phthalate		bis(2-ethylhexyl) adipate	N,N-Dimethylformamide
DOP		DOA	LARITHANE MA 31
22		23	24.1

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Yüksek Risk		Yüksek Risk	
	14		16		16
	5		5		5
	2.8252		3.2719		3.1291
	3		5		5
	4		5		4
	5		5		5
	1		1		1
	3		3		3
24.2	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
25.1	* Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.	* Kolay alevlenir. * Gözleri tahriş eder. Tekrarlanan maruziyette deride kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
25.2	* Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır.	* Kolay alevlenir. * Gözleri tahriş eder. Tekrarlanan maruziyette deride kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Yüksek Risk		Orta Risk	
	16		16		15
	5		5		5
	3,2719		3,1291		2,9542
	5		5		3
	5		4		5
	5		5		5
	1		1		1
	3		3		3
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sızmazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar		Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz		* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sızmazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama		* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması		* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	
Fiziko - Kimyasal		Maruziyet		Fiziko - Kimyasal	
F & EX	A + B + D + S	F & EX		F & EX	
* Kolay alevlenir. * Gözleri tahriş eder. Tekrarlanan maruziyette deride kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Ciltle temas ettiğinde veya solunduğunda zararlıdır. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.		* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.		R10 R11 R20 R36 R38 R67	
78-93-3		68-12-2		108-88-3	
Methylethyl ketone		N,N-Dimethylformamide		toluene	
NOVOLAC FA 004		LARITANE AL 217			
26.1	26.2	27.1			

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Orta Risk
16		15
5		5
2,8252		2,9542
3		3
4		5
5		5
1		1
3		3
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama
Maruziyet A + B + S	Fiziko - Kimyasal F & EX	
		* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.
107-98-2	67-63-0	R10 R11 R20 R36 R38 R67
1-methoxy-2- propanol	propan 2 ol	108-88-3
		toluene
		LARITHANE AL 218
27.2	27.3	28.1

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Orta Risk		Orta Risk
	16		15	14
	5		5	5
	2,8252		2,9542	2,8252
	3		3	3
	4		5	4
	5		5	5
	1		1	1
	3		3	3
Kişisel MaruziyetSindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Eğitim -bilinç eksikliği* Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması* Hatalı -eksik KKD kullanımı* Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği* Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, UygunsuzDepolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.)* Ortam ölçümlerinin yapılmaması		* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz		* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması		* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal Etiketleme-Tanımlamasının Eksik Olması * Hatalı -eksik KKD kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği - eksikliği * Kimyasal Depolamasındaki Uygunsuzluklar (Taşma Havuzu, Uygunsuz Depolama, Fazla Miktarda Kimyasal Bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
Maruziyet A + B + S		Fiziko - Kimyasal F & EX		Maruziyet S & B
67-63-0 107-98-2 1-methoxy-2- propanol 28.2 28.3		108-88-3 toluene 29.1 29.2 LARITHANE AL 260		R10 R11 R20 R36, R38 R67 * Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Orta Risk		Orta Risk		Orta Risk	
15		14		15		14	
5		5		5		5	
2,9542		2,8252		2,9542		2,8252	
3		3		3		3	
5		4		5		4	
5		5		5		5	
1		1		1		1	
3		3		3		3	
Fiziko - Kimyasal F & EX		Maruziyet A + C + D + S		Fiziko - Kimyasal F & EX		Maruziyet A + C + D + S	
* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Çok alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.		* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Çok alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.		* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Çok alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.		* Alevlenir. * Kolay alevlenir. * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Çok alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.	
R11 R20 R36 R38 R66 R67 H225 H319 H336		R11 R20 R36 R38 R66 R67 H225 H319 H336		R11 R20 R36 R38 R66 R67 H225 H319 H336		R11 R20 R36 R38 R66 R67 H225 H319 H336	
108-88-3		141-78-6		67-63-0		108-88-3	
toluene		Ethyl acetate		isopropyl alcohol		toluene	
NORESİL T285				LARITANE AL 204			
30.1		30.2		31.1		31.2	

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk
3	3	3	3
1	1	1	1
2,8854	2,8854	2,5119	2,5119
5	5	5	5
4	4	4	4
5	5	5	5
2	2	1	1
1	1	1	1
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
Maruziyet A	Maruziyet A	Maruziyet A	Maruziyet A
NA	NA	NA	NA
13463-67-7	13463-67-7	147-14-8	147-14-8
titanium dioxide ferric oxide	titanium dioxide ferric oxide	bakır ftalosiyanın	bakır ftalosiyanın
PRITTY 308	PRITTY 502	HELIGON BLUE K 6902	HELIGON GREEN K 8730
34	35	36	37

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk		Orta Risk	Düşük Risk
	13	13	3
	5	5	1
2,6265	2,5119	2,5119	2,5119
5	5	5	5
5	4	4	4
5	5	5	5
1	1	1	1
1	1	1	1
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıklar * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar		Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama		* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	
Fiziko - Kimyasal		Maruziyet	Maruziyet
F & EX	A + B + C + E	A	A
* Kansere yol açabilir. * Solunum ile kansere yol açabilir. * Cilt tahrişine yol açar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Solunması halinde zararlıdır. * Solunum yolu tahrişine yol açabilir.		NA	
H350i H350 H315 H319 H332 H335		NA	
12001-26-2		1317-70-0	
mica		Titanium (IV) oxide	
SPECIAL PEARL 1100		IRGALITE RUBINE 4 BP	
38.1	38.2	39	

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Düşük Risk	
	16		3
	1		1
	3,3935		3,1291
	5		5
	4		4
	5		5
	1		3
	1		1
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	
Maruziyet	A	Maruziyet	A
NA	NA	NA	
13463-67-7	21645-51-2	9003-22-9	
titanium dioxide ferric oxide	Aluminium hydroxide	polyvinyl chloride	
DU POND PIGMENT		COPOLYMER RESIN	
40.1	40.2	41	

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk	Düşük Risk	Yüksek Risk
15	3	16
5	1	5
2,9542	2,8252	3,3935
3	3	3
5	4	5
5	5	5
1	1	1
3	3	1
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey *İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar
F & EX	A	F & EX
Fiziko - Kimyasal	Maruziyet	Fiziko - Kimyasal
* Çok alevlenir sıvı ve buhar. * Ciddi göz tahrişine yol açar. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.		* Alevlenir. * Cildi tahriş eder. * Gözde ciddi hasar riski. * Solunduğunda, cilt ile temasında ve yutulduğunda sağlığa zararlıdır
H225 H319 H336		R10 R38 R41 R20/21/22
67-63-0		872-50-4
isopropyl alcohol		n-methylpyrrolidone
EXXON MOBIL		XYLIAN 1052/F0874 GREY BLACK
42		43.1

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Yüksek Risk		Yüksek Risk
	16	16
	5	5
	3,3935	3,3935
	5	5
	5	4
	5	5
	2	2
	3	3
44.1	44.2	44.3
CELLULOSIC THINNER		
acetone	2-Methyl-1-propanol	2-Butoxyethanol
67-64-1	78-83-1	111-76-2
R10 R11 R20 R36 R36/37 R38 R67		
* Alevlenir. * Kolay alevlenir * Solunması halinde zararlıdır. * Gözleri tahriş eder. * Gözleri ve solunum sistemini tahriş edicidir. * Cildi tahriş eder. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.		
F & EX		A + B + S
Fiziko - Kimyasal		Maruziyet
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlama eksikliği * Hatalı -eksik kdd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar		* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar
Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz		

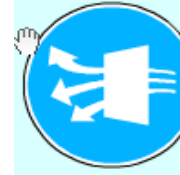
Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Orta Risk	Orta Risk	Orta Risk
15	14	15
5	5	5
2,9542	2,8252	2,9542
3	3	3
5	4	5
5	5	5
1	1	1
3	3	3
* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama
* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Düşük Risk	Yüksek Risk	Düşük Risk	Orta Risk
3	16	3	13
1	5	1	4
2,8252	3,2719	3,1291	3,1291
3	5	5	5
4	5	4	4
5	5	5	5
1	1	1	1
3	3	3	3
Kişisel MaruziyetSindirim, Solunum, Cilt, Göz	* Parlama - Patlama - Yangın * Patlama - Basınç etkisi * Sıcak yanıkları * Aşırı ısıya maruz kalma, solunum sıpazmı, ani su kaybı * Yangın gazlarına (boğucu - zehirli) maruziyet * Çevresel etki * Maddi hasar	Kişisel Maruziyet Sindirim, Solunum, Cilt, Göz	Su, toprak, hava yoluyla çevresel kirlenme etkileri
* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	* Açık alev, kıvılcım, ısı kaynakları * Statik elektrik oluşumu * Arc oluşumu * Sıcak yüzey * İnsan kaynaklı hatalar * Hatalı depolama * Exproof sistemlerin bakım - onarım eksikliği, hata vermesi * Ters reaksiyonlar - stabilite bozulması * Proses hataları * Sabotaj - kundaklama	* Eğitim -bilinç eksikliği * Kimyasal etiketleme-tanımlams eksikliği * Hatalı -eksik kkd kullanımı * Havalandırma sistemi yetersizliği * Kimyasal depolamasındaki uygunsuzluklar (taşma havuzu, uygunsuz depolama, fazla miktarda kimyasal bulundurma vb.) * Ortam ölçümlerinin yapılmaması	Kanalizasyona boşaltılma Aatık bertarafı sırasında yapılabilecek hatalar Sızıntı -Dökülme vb.
Maruziyet	Fiziko - Kimyasal	Maruziyet	Çevresel
A	F & EX	A	N
	* Alevlenir. * Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir. * Zararlı: Yutulması halinde akciğerde hasara neden olabilir. * Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir. * Alevlenir sıvı ve buhar. * Solunum yoluna nüfuzu ve yutulması halinde öldürücüdür. * Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir. * Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki.		
	R51/53 R65 R66 R67 R10 H226 H304 H336 H411		
	64742-48-9		
	Solvent Naphtna		
	WHITE SPIRIT		
	48		

Çizelge 3.13 PU ve PVC Hamur Kimyahanesi İçin Hazırlanan Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Aksiyon Planı	* PU - PVC hamur hazırlama ünitelerinin, kimyasal depoların, kazan ve yardımcı tesislerin yangın kompartımanı oluşturacak şekilde düzenlenmesi, * Bölümler arası geçişlerde yangın damperi yapılması, * Kullanıcı yükü, bina sınıfı ve kaçış mesafelerine uygun olarak işletmeye en az 2 yeni acil kaçış kapısı yapılması, * Acil kaçış yolları ve kapılarının düzenlenmesi- iyileştirilmesi, acil durum senaryolarının oluşturulması, tatbikat - eğitim faaliyetleri, fabrika geneline sprinkler sistem kurulması, * Ex - proof sistemlerin düzenli bakım – onarım faaliyetine alınması – hasarlı olanların değişimi, * Ex - proof sistemlerle ilgili teknik ekipten en az 2 kişinin eğitime gönderilmesi, * Solvent bazlı kimyasalların alımının sınırlı tutulması - uzun süreli depolama yapılmaması, * Kimyasal depolama matrisi oluşturulması ve 5S uygulaması, duman algılama ve erken uyarı sisteminin manuel’den otomasyona çevrilmesi, * Statik elektrik baralarının değiştirilmesi – tamiri, periyodik teknik kontrollerin yaptırılması, * Makine soy ağacı ile ilişkilendirilmiş düzenli bakım/onarım planı oluşturulması, * En az 2 set nomex elbise ve oksijen tüpü seti alınması * Ortam ölçümlerinin yaptırılması ve takibi, pozitif basınç - negatif emis havalandırma sistemleri ile maruziyet etkisinin azaltılması, * Göz – boy duşu – göz solüsyonu temini, * Kişisel koruyucu donanım matrisi hazırlanması - ilan edilmesi ve kullanılması, * Bilgilendirme levhaları - posterleri – malzeme güvenlik bilgi formu özetlerinin oluşturulması, * Borulama ve makine panel işaretlemeleri, * Tehlikeli atık bertarafı konusunda prosedürel ve fiili olarak doğru uygulamaların geliştirilmesi, * Kimyasallar için taşkan havuzu ve drenaj sistemlerinin yapılması, * Kimyasal dökülme kiti temini.
KKD Gereksinimleri	 İş gözlüğü kullan  Maske kullan  İş ayakkabısı giy  Havalandırma yap  Manşetli eldiven giy

3.6 İş Bazlı Risk Değerlendirmesi

İş yerinizdeki potansiyel tehlikeleri bir sorun haline gelmeden teşhis etmek önemlidir. İş bazlı risk analiz, iş güvenliği analizlerinin en iyi şekilde nasıl yapılacağına ve tehlikelerin nasıl önleneceğine dair ipuçları sunar.

İş bazlı risk analizi veya iş bazlı emniyet analizi (JSA); belirli bir konumdaki, belirli bir işin, belirli bir zaman dilimine ait, tehlikelerin tanımlanması ve kontrol – önlemleri, teknik emniyet ve çalışan sağlığına dair süreç iyileştirilmelerinin sistematik bir şekilde sunulabildiği bir model ortaya koyar. JSA sonraki süreçler içinde rehber bir kaynak niteliği taşıyabilir. Ayrıca, işin düzgün bir şekilde planlanıp – planlanmadığı, doğru ve yeterli ekipmanların kullanılıp kullanılmadığı, öz kaynakların doğru kullanılıp kullanılmadığı gibi konularda farklı gelişim – değerlendirme boyutlarının ortaya çıkmasını sağlar. Yine de JSA yapılırken amacından sapılmaması, sınırların korunması gerekmektedir. İş bazlı risk değerlendirmesini dört ana adımda tamamlayabiliriz [15];

a. İş adımlarını yazınız, zaman sıralaması yapın.

Çalışmanın neleri içerdiğini net bir şekilde anladığınızda, bunları yönetilebilir adımlara ayırmanız gerekir. Bu adımlar yalnızca işe değil, aynı zamanda çalışma alanına özgüdür. Çalışma alanı değişirse, adımların da değiştirilmesi gerekebilir.

Eğer adımlar çok ayrıntılı ise, iş bazlı risk değerlendirmesi külfetli ve takip edilmesi çok zor bir hale gelecektir. Diğer taraftan yeterince detaylı değilse, bazı tehlikeleri kaçırabilirsiniz. Uygun detay seviyesini yakalayabilmeniz açısından yukarıdaki makine bazlı risk değerlendirme bölümü Çizelge 3.2’de yer alan tehlike havuzundan yararlanabilirsiniz [15].

b. Her adımla ilişkili tehlikeleri tanımlayın.

JSA'nın en zorlanılan kısmı bu adımdır. Her adımı izleyin ve onunla ilişkili tehlikeleri listeleyin. Teknik emniyet ve sağlık riskleri açısından neyin yanlış olduğunu ya da neyin hatalı olabileceğini düşünün. İnsanların, makine- ekipmanın, malzemelerin, hava koşullarının, dış etki- çevrenin bir tehlikeyi nasıl tetikleyebileceğini düşünün.

Potansiyel tehlikeleri tanımlamanıza yardımcı olması için, geçmiş kaza – ramakkala kayıtları, çalışma alanının yakınında devam eden diğer çalışmalar, mevzuat veya yasal

gereklilikler, üreticinin makine- ekipman için belirlediği işletme sınırları, çalışma talimatları, kullanım kitapçıkları göz önünde bulundurulmalıdır [15].

c. Her bir tehlike için kontrolleri ve önlemleri belirleyin.

Önceki adımda belirlediğiniz her tehlike bir kontrol ya da aksiyon önerisi getirilmesi gerekecektir. Kontrol -aksiyon önerisi tehlikeyi nasıl ortadan kaldıracığınızı veya yaralanma riskini önemli ölçüde nasıl azaltacağınızı açıklar. Tehlike ve kontrol önlemlerini oluştururken bunları isteğe bağlı olarak derecelendirebilirsiniz. Ancak bu derecelendirme basit olmalı, dokümantasyonu zorlamamalı, çalışmanın özünden uzaklaştırmamalıdır. Verilen örnekte derecelendirme yüksek – orta – düşük olarak üçe ayrılmıştır. İş bazlı risk değerlendirmesinde sürece çözüm geritmeniz önemlidir, riski derecelendirirken sayısal matris kullanımına gerek yoktur, aksine bu durum dokümantasyonu zorlaştıracaktır. Çoğu JSA uygulamasında derecelendirme bile yapılmamaktadır [15].

d. JSA'yı iş gücü ile tartışın.

İlk üç adımı tamamladıktan sonra, JSA'nın süreçlere ve çalışanlara katkı sağlayabilmesi için paylaşılması- tartışılması sonrasında gözden geçirilerek yayınlanması ve yaygınlaştırılması gerekir. Eğer çalışanlar yapılan bu risk değerlendirmesini bilmez veya anlamazsa etkili olmaz.

JSA'nın diğer bir faydası ise geçerliliğini sürekli korumasıdır, çalışmaya başlamadan önce, ilgili JSA'yı ekibinizle birlikte gözden geçirmeniz ve herkesin işi nasıl yapacağını bilmesi olası kazaların önüne geçecektir. Eğer bir günden fazla sürecek bir görevle uğraşıyorsanız, her sabah işe başlamadan önce JSA'yı gözden geçirmek iş izin sistemi açısından da gereklilikleri karşılayacaktır. Çalışma koşullarındaki değişiklikler nispetinde JSA'lar gözden geçirilmeli, yenilenmelidir [15].

3.7 İş Bazlı Risk Değerlendirmesi Uygulaması

Bu risk değerledirme uygulaması suni deri imalatının; transfer kaplama, kurutma fırınları, gofraj, empirme ve tambur makinelerinin temizliği aşamalarını içermektedir (Şekil 3.8).

Yapılan İş: Bakım – Onarım ve Makine Temizliği		İşi Yapan Kişi (ler) Unvan: Bakım – Onarım Ekibi		Bölüm/ Lokasyon: Suni Deri Makinesi	Tarih:
No	İş/işlem adımlarına ait görsel	İş/işlem kısa tanım	Tehlike/	Risk Derecesi	Önlem/Kontrol
1		Temizlik öncesi makine parçalarının sökülmesi	Parça düşmesi, mekanik darbe etkisi ile ezilme, kırık, çıkık, çatlak vb.	Orta	* Montaj eldiveni giyilmeli * İş ayakkabısı giyilmeli * Hangi parçaların hangi sıra ile söküleceği belirlenmeli, işaretlenmeli * Taşıma arabası kullanılmalı
2		Kaba temizlik yapılması	Toz maruziyeti göze cisim kaçması	Orta	* Çapak, parça, toz vb. malzemelerin sıçraması ya da vücuda herhangi bir şekilde isabetini engellemek için gerekli göz, yüz koruyucuları takılmalı, uygun iş elbisesi tercih edilmelidir. * Söz konusu malzeme sıçramalarına karşı diğer çalışanlara da dikkat edilmesinin asli görevlerimizden olduğu unutulmamalıdır.
3		Reziastansların kontrolü	Buhar yanığı, sıcak yanıkları	Yüksek	* Temizlik çalışmaları sırasında yaklaşık 80 – 90 derece sıcaklıktaki su sistem içerisinde dolaşır. - Kapakların ilk açılması ve rezistansların kontrolü sırasında oluşacak buhardan kaçınılmalıdır. * Göz ve yüz koruyucu maske kullanılmalı

4		Filtre sökölmesi	Buhar yanığı, sıcak yanıkları	Yüksek	* Filtrelerin sökölümü sırasında yaklaşık 80 – 90 derece sıcaklıktaki su sistem içerisinde dolaşır. * Filtrelerin de montajı sırasında sıcağa dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. * Kapakların ilk açılması sırasında oluşacak buhardan kaçınılmalı, bir süre beklenmelidir.
5		Brölör temizliği	Buhar yanığı, sıcak yanıkları	Yüksek	* Temizlik çalışmaları sırasında halen brölörler içerisinde kızgın yağ dolaştığından bu kasımlara temas halinde ciddi yanıklar oluşabilir. Brölör temizliği sırasında mutlaka sıcağa dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.
6	 	El aletleri ile hava, elektrik yağ, kimyasal, su gibi hatlara yapılan müdahaleler	Karma risk; kimyasallara maruz kalınması, basınca maruz kalınması sonucu yaralanma, elektrik şoku	Orta	* EKED (Etiketle- Kilitte - Emniyete Al - Dene) uygulanmalı tehlikeli içeriğe sahip kimyasal hatları, yakıt yada yağ gres içeren bölümlerin vanaları, canlı elektrik hatları, mekanik enerji depolanmış makine parçaları, basınçlı hava hatları vb. fiziksel indirekt risklere karşı Etiketleme - Kilitleme yapılmalıdır. * El aletlerinin kullanımı yetkin kişilerce yapılmalıdır. * standart dışı, bozuk, hasarlı, yalıtımı eksik el aletlerinin kullanımına izin verilmemeli, değişimi sağlanmalıdır.

Çizelge 3.14 Makine Parkurunun Bakım – Onarım ve Temizlik Aşamalarını İçeren İş Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

Çizelge 3.14 Makine Parkurunun Bakım – Onarım ve Temizlik Aşamalarını İçeren İş Bazlı Risk Değerlendirmesi (Devamı)

7		Spatula ile iç ünite üzerine yapışan kurum/tozun kazınması temizlenmesi	Kesilme, sıyrık, batma, burkulma, ezilme, makaslama etkisi, sıkışma, berkilme vb. etkiler sonucu yaralanma	Yüksek	* El aletleri amacına uygun, yalnızca yapıldıkları işler için kullanılacak ve amacı dışında kullanılmayacaktır. * Eğitim almayan alt yüklenici yada asıl çalışanlar montaj - demontaj işlerinde kullanılmayacaktır.
8		Yalıtım unsurlarının kontrolü, bakımı- onarımı	Buhar yanığı, sıcak yanıkları	Orta	* Uygun özellikte geçirimsiz eldiven kullanılmalı* Kişisel hijyen için dezenfektan krem temin edilmeli
9		Fırın içi ve evaporatörün gaz yağı (kerosen) ile temizlenmesi	Yangın, parlama – patlama riski	Yüksek	* Yanıcı malzeme bulunan yerlerde el aletlerinden uçan kıvılcımlar tutuşmaya neden olabilirler. Bu gibi tehlike içeren alanlarda plastik, alüminyum veya ahşaptan yapılmış olan, kıvılcıma dayanıklı el aletlerini kullanın.
10		Gaz yağı (kerosen) kullanımı	Biyolojik, kimyasal maruziyet	Orta	* Kimyasalın vücuda, yüze, gözlere temasına karşı gerekli kişisel koruyucu donanımlar temin edilmeli * Uzun süreli soluma nedeniyle oluşabilecek etkileri azaltmak için her ünite temizliğinin bitmesi ile birlikte 10 dk ara verilmesi

11		Çalışma saatleri	Yorgunluğa bağlı yaşanacak kazalar	Düşük	Bakım onarım çalışmaları duruşlarda gece yada hafta sonu mesai şeklinde yapıldığından çalışma süresi 7,5 saati geçmemeli ve sonraki günün gündüz vakti çalışanların dinlendirilmesi gerekmektedir. İş kanunu gereğince eğer 1 hafta gece 1 hafta gündüz olacak şekilde vardiyalı çalışma yapılacaksa vardiya değişimlerinde çalışan kesintisiz olarak en az 11 saat dinlendirilmeksizin diğer vardiyaya geçemez.		
Gerekli/Önerilen Eğitimler							
Temel İş Güvenliği Eğitimi, Teknik İş Güvenliği Eğitimi, Kimyasallarla Güvenli Çalışma Eğitimi							
Kişisel Koruyucu Donanım Listesi							
No	Görsel	KKD Türü/Standart	Açıklama	No	Görsel	KKD Türü/Standart	Açıklama
1		EN 166 Tam kapalı - Google Tipi	Kimyasal maruziyet, göze sıçrama risklerine karşı	3		EN 407 Neopran AKL	Isıya dayanıklı eldiven Sıcak yanıklarının önlenmesi
2		III EN 340 TYPE6 (EN13982-1)	TYVEK Tulumu (Tek kullanımlık) Kimyasal maruziyet, sıvı kimyasalın vücuda elbiseye sıçramasına karşı	4		EN 149 Bakım Gerektirimeyen Maskeler	FFP2 – SL: Katı ve sıvı parçacıklar Kaba tozlar, Etkisiz ince tozlar, polenler, kaynak dumanları, hafif zehirli tozlar, cam elyafı, asbestoz, kurşun tozu ve dumanı, yağ tanecikleri, aerosoller vb.
				5		EN 345 Güvenlik Ayakkabısı	Malzeme düşmesi, makine aralarına ayak sıkışması, forklift – transpalet kullanımı sırasında oluşabilecek risklere karşı

3.8 Proses Bazlı Tehlike Analizi

Proses bazlı tehlike analizlerinin iki temel amacı vardır. Birincisi prosesin yaratabileceği yüksek risk taşıyan tehlikelerin tanımlanmasıdır. Bu tanımlama; proses içerisinde kimyasal maddelerin herhangi şekilde kullanımı, depolanması, taşıma- nakil işlemleri, elde işlenmesi- manuel aktarımı, bertarafı ve nihai ürün dahil tüm süreçleri kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Kritik risk meydana getirme potansiyeline sahip tehlikeler bir kez tanımlanır, tespit edilirse sonraki aşamada bunları ortadan kaldırmak veya etkilerini en aza indirmek için yapılması gerekenlere odaklanılır. Proses bazlı tehlike analizinin diğer temel amacı da tüm yöneticiler, çalışanlar, salt tedarikçiler, bağlı diğer iştirakler, alt yükleniciler ve sürekli ya da kısmi hizmet satın alınan firmalar arasında koordinasyonu sağlamak ve süreci bir sistem haline getirmektir. Bu sayede, normal çalışma temposu içerisinde prodesteki sorunların tanımlanıp, yerinde ve etkin çözüm önerileri üretilmesine imkân tanınmış olur. Örneğin, gece saat ikide kendi başına çalışan bir operatör, prodeste bir vanayı manuel olarak açmak üzereyken, düşünüp teknik emniyet gereklerini sorgular ve kendi kendine: “Bu sıcaklık değerinde bu vanayı açmak ters reaksiyonlar verebilir, bu da ortama asidik gazların yayılmasına yol açar yorumunu yapıp, hatalı davranışa karşı kendini otonom bir şekilde durdurabiliyor ve doğru işletim için çalışma arkadaşları, vardiya mühendisi veya teknik emniyet nezaretçileri/denetmenler ile durumu istişare edebiliyorsa sistem iyi işliyor demektir. Tesisi çok iyi bilen, deneyim ve yetkinliği onaylanmış bir çalışan, prosese ve cihazlara teknik emniyet bakış açısıyla bakabilir ve bu iş için vakit ayırması sağlanırsa, kritik kaza ve kayıpları tetikleyebilecek ve belki de o zamana kadar fark edilmemiş potansiyel tehlikelerin ortaya konulması sağlanır. Proses bazlı tehlike analizleri genellikle gerçekleşme olasılığı çok düşük ancak etkileri açısından geri dönüşü olmayan, toplu ölüm – felaket, ölüm, ciddi yaralanma ve büyük ekonomik kayba neden olabilecek senaryolar üzerine kurgulanırlar. Bu tür olaylar pek sık olmadığından en deneyimli personel bile bunları çok fazla dikkate almaz. İşte bu noktada proses bazlı tehlike analizi, bu olayların ve gerçekleşebilecek senaryonun anlaşılmasına yardımcı olur. Aslında proses bazlı tehlike analizi proaktif bir yaklaşım olarak, olay daha gerçekleşmeden, olayın ve sonuç senaryoların araştırılması biçiminde tanımlanabilir.

Bu amaçla geliştirilen birçok farklı teknik olmakla birlikte bu çalışmada sırasıyla; Tehlike Tanımlama Metodu (HAZID), Tehlike ve işletilebilirlik Analizi (HAZOP), Dow Yangın ve Patlama İndeksi (Dow F&EI) yöntemleri örenkelendirilecektir. Ancak unutulmaması gereken bu yöntemlerin hiçbirisi kendiliğinden bir diğerinden daha iyi değildir. Hepsinin bir yeri vardır ve genellikle kombinasyon olarak kullanılırlar [16].

3.8.1 Tehlike Tanımlama Metodu (HAZID)

Tehlike tanımlama metodu, HAZID, bir risk değerlendirme çalışmasının ilk adımını oluşturan 'tehlikelerin tanımlanması' aşamasıdır. Tehlikelerin tanımlanmasının iki temel amacı vardır;

- Diğer risk değerlendirme tekniklerinde kullanılmak üzere mevcut tehlikelerin bir listesini oluşturmak. (Bu listeleme bazen "hata durumu seçimi" olarak şekillenebilmektedir.)
- Tehlikelerin ve onlardan kaynaklanacak risklerin azaltılması amacıyla alınacak önlemlerinin belirlendiği nitel risk değerlendirme çalışmalarını yapmak için gerekli bilgiyi sunmak.

Tehlikenin tespiti genellikle uzman kararına dayanan niteliksel bir uygulamadır. Çoğu HAZID tekniği bir grup uzmanın birlikte çalışması sonucu ortaya çıkar. Çünkü bir uzmanın tüm tehlikeler konusunda bilgisi olması beklenemez ayrıca ilgili uzman her ne kadar iyi donanımlı, tecrübeli olsa bile gözden kaçırabileceği tehlikeler her zaman mevcuttur. Bu bakımdan seçilen uzmanlardan ve çalışanlardan oluşan bir grup kurulması ayrıntılara hâkim olunması ve önemli hususların gözden kaçırılmamasına olanak sağlar.

Tehlikeler çeşitlidir ve tehlike tanımlaması için birçok farklı yöntem mevcuttur. Bu nedenle en uygun yöntem, mevcut bilgi ve uzman kadro yetileri göz önünde bulundurularak hedefleri mümkün olduğunca verimli bir şekilde karşılamak için HAZID lideri tarafından seçilmelidir.

HAZID, tesiste herhangi bir modifikasyon, yenilenme, tasarımın değişmesi, herhangi bir kritik durum veya büyük endüstriyel kaza potansiyeline sahip tehlikelerin tanımlanması amacıyla uygulanan bir metottur [16], [17].

HAZID, tesisin bütünü bir döngü olarak aldığı için, işletme içi tehlike senaryolarını (dahili), tesisin harici tehditlerini ve sıhhi tehlikelerini dikkate alan bir risk yaklaşım metodu sunar.

Bu metod genel ve işletmeye göre özelleştirilmiş sorular sorarak HAZOP çalışması öncesinde ön tehlike belirleme metodu olarak da kullanılabilmektedir.

HAZID aşamasında ekipçe derlenen tehlikelere dayanarak, büyük endüstriyel kaza potansiyeline sahip senaryoların tahmini yapılabilir. Kimyasalın serbest kalması -sızıntı, yangın- parlama- patlama ve dağılma durumları, kaynayan sıvı genişleyen buhar patlaması, büyük sızıntı kaynaklı etkisi artan yangın, jet yangını, tutuşmamış yakıt sızıntısı vb. senaryolar örnek olarak verilebilir [16], [17].

HAZID Ekibi

HAZID Çalışma ekibi kurulurken ne abartılmalı nede birkaç kişi ile sınırlı tutulmamalıdır. İdeal olarak, bu çalışma 3 ila 5 kişilik bir ekip ve sekreterden oluşturulmalıdır. İdeal bir ekibin aşağıdaki katılımcılardan oluşturulması önerilir;

- Tasarım Mühendisi (yeni tesisler için)
- Proje Yöneticisi (yeni tesisler için)
- Teknik Emniyet Mühendisi/İSG Uzmanı
- İşletme/Proses Mühendisi
- Bakım – Onarım Mühendisi
- Formen/ustabaşı/teknisyen
- Dokumantasyon Yardımcısı/Sekreter

HAZID Metodu İçin Kontrol Listesi Oluşturma

Oluşturulacak tehlike listesi, bir dizi güvenlik sorununun değerlendirilmesini amaçlayan yazılı bir soru listesidir. Tasarım ve hazırlık aşamalarını kontrol etmek ve sistemin iyi uygulamalar ile desteklendiğini doğrulamak için kullanılırlar. Bir işletmede HAZID çalışması yapılırken, genelleyici kontrol listelerinden yararlanılması önerilir. (Örneğin “The American Petroleum Institute” API kontrol listesi) Genelleyici tehlike kontrol listeleri, standart tehlike listeleri veya tehlike kategorilerinden oluşur. Bu kontrol

listeleri, işletmede önceden yapılan risk değerlendirme çalışmaları ve proses tasarım kriterleri aracılığı ile geliştirilebilirler [16], [17].

Çizelge 3.15 HAZID Metodu İçin Genelleyici Rehber Kelimeler Listesi [18]

Harici Tehlikeler		
Tehlike Kategorisi	Kılavuz kelime	Olası Sebepler
(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	1. Olağan üstü iklim olayları	1.1.1 Yüksek ortam sıcaklığı 1.1.2 Isı düşüşü 1.1.3 Kar yağışı / Buzlanma 1.1.4 Denizin Kabarması / Güçlü Dalga Oluşumu 1.1.5 Tayfun / Kasırga / Hortum 1.1.6 Sel – Su Baskını 1.1.7 Rüzgâr 1.1.8 Toz 1.1.9 Sis
	2. Yıldırım	1.2.1 Elektriksel Darbe Etkisi 1.2.2 Elektrik Şoku Etkisi 1.2.3 Yakma- Yangın Etkisi
	3. Sismik Olaylar	1.3.1 Deprem 1.3.2 Tsunami
	4. Muhtelif – Karma Durumlar	1.4.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.
(2) Tesis ve Kritik Ekipmanların Doğal Çevre Üzerindeki Etkisi	1. Sürekli / sık aralıklarla havaya deşarj	2.1.1 Menfez /Baca vb. 2.1.2 Kaçak emisyonlar 2.1.3 Yangın emisyonları
	2. Sürekli / sık aralıklarla suya deşarj	2.2.1 Hedef / mevzuat gereklilikleri aşan deşarj 2.2.2 Drenaj tesisat hasarına bağlı sızıntı
	3. Acil / Hata Sonucu / Devrilmeye Bağlı Ani Deşarjlar	2.3.1 Menfez /Baca vb. 2.3.2 Drenaj / Kanalizasyon Sistemi
	4. Atık bertaraf seçenekleri	2.4.1 Kirlenme 2.4.2 Tutuşma/ Kıvılcım Kaynağı
	5. Muhtelif – Karma Durumlar	2.5.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.
(3) Tesis ve Kritik Ekipmanların insan çevresine etkisi	1. Ulaşım ağlarına yakınlık	3.1.1 Nakliye yolları 3.1.2 Balıkçılık alanları
	2. Yerleşim merkezlerine yakınlık	3.2.1 Köyler/Kasabalar
	3. Bitişik arazi kullanımı	3.3.1 İnşaat alanı
	4. Muhtelif – Karma Durumlar	3.4.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.

Çizelge 3.15 HAZID Metodu İçin Genelleyici Rehber Kelimeler Listesi (Devamı) [18]

(4) İnsan kaynaklı tehlikelerin / kısıtlamaların Tesis ve Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkileri	1. Güvenlik tehditleri	4.1.1 İç ve dış güvenlik tehditleri
	2. Sosyal / politik huzursuzluk	4.2.1 Grev, kargaşa ve halk hareketleri 4.2.2 Yağmalama, talan etme
	3. Muhtelif – Karma Durumlar	4.3.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.
(5) Tesis ve Kritik Ekipmanlar besleyen altyapılardaki etkiler	1. Sisteme olağan bağlantı yolları	5.1.1 Karayolu bağlantıları 5.1.2 Hava yolu bağlantıları 5.1.3 Deniz yolu bağlantıları 5.1.4 Tesise personel taşıma / tesisten personel alma
	2. Sisteme ikmal desteği sağlama	5.2.1 Kimyasal maddeler / sarf malzemeleri / yedek parçalar 5.2.2 Tesise yakıt temini
	3. Karşılıklı yardım / acil servis	5.3.1 Römorkör, çekici, vinç, kepçe, ambulans vb. iş makineleri- araçlar 5.3.2 Tesisteki yangın söndürme sistemleri imkanları, makine ve araçlar
	4. Muhtelif – Karma Durumlar	5.4.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / ararlaştırılabilir.
Dahili Tehlikeler		
Tehlike Kategorisi	Kılavuz kelime	Olası Sebepler
(6) Yükleme- dolum işlemi	1. Klasik drenaj sistemi	6.1.1 Tank gövdesinde yakıt sızıntısı 6.1.2 Valf hasarı 6.1.3 Tesisat içerisindeki bakiye suyun donması 6.1.4. Piroforik (kendinden yanmaya yatkın) maddeler
	2. Borulu drenaj sistemi	6.2.1 Hat içerisindeki basınç 6.2.2 Tahliye hatası
	3. Soğutma sistemi	6.3.1 Boruların donması 6.3.2 Boru ve nozulda oluşan hasar 6.3.3 Havalandırma hattının tıkanması
	4. Yükleme – dolum sistemi	6.4.1 İçyapıda oluşan hasar 6.4.2 Doğalgaz – Hidrojen hidrantında tıkanma 6.4.3 Doğalgazın – Hidrojenin sıvılaştırılması 6.4.4 Dolum sırasındaki sapmalar
	5. Muhtelif – Karma Durumlar	6.5.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.
(7) Normal proses – işletim süreci	1. Kimyasal depo siloları ve izole alan	7.1.1 Kimyasal silolarında oluşan hasar 7.1.2 Dolum sırasında oluşan dökülme- sızıntı 7.1.3 Yangın parlama patlama 7.1.4 Ayrışma gazının oluşumu 7.1.5 Büyük miktarlarda dökülme- taşkın
	2. Kaynama sıcaklığındaki gazın kapalı sistem taşınması	7.2.1 Havalandırma hattının donması 7.2.2 Emniyet boşaltma valfinin hasarı 7.2.3 Tampon tankının emniyet boşaltma valfinin hasarı 7.2.4 Gaz kapasitesinin aşılması
	3. Denge – stabilite	7.3.1 Denegenin yitilmesi

Çizelge 3.15 HAZID Metodu İçin Genelleyici Rehber Kelimeler Listesi (Devamı) [18]

(7) Normal proses – işletim süreci	4. Sıçrama	7.4.1 Sıçrama
	5. Emniyet Sistemleri Zafiyeti	7.5.1 Yangın sistemleri zafiyeti 7.5.2 Otomasyon kritik alarm sistemleri zafiyeti 7.5.3 SIF sistemleri zafiyeti 7.5.4 Temel proses kontrol sistemi zafiyeti 7.5.5 Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet 7.5.6 Temel tasarımın dışında hatalı modifikasyonlar
	6. Muhtelif – Karma Durumlar	7.6.1 Operatör hataları 7.6.2 Vana hatası 7.6.3 Kompresör hatası 7.6.4 Pompa hatası 7.6.5 Bakım - onarım hatası
(8) Boşaltma operasyonları	1. Sıvılaştırılmış gazın tekrar gazlaştırma prosesi	8.1.1 Sirkülasyon pompasının hasarı 8.1.2 Su enjeksiyon nozulunun tıkanması 8.1.3 Boru hattında oluşan hasar 8.1.4 Gaz üretim kapasitesinin aşılması 8.1.5 Boşaltma sırasında ani duruş
	2. Ön hazırlık işlemleri	8.2.1 Nozulun tıkanması 8.2.2 Boşaltma vanasının hasarı
	3. Muhtelif – Karma Durumlar	8.3.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.
Sihhi Tehlikeler		
Tehlike Kategorisi	Kılavuz kelime	Olası Sebepler
(9) Biyolojik- Sağlık tehlikeleri	1. Hastalık tehlikeleri	9.1.1 Endemik hastalık 9.1.2 Sıtma- kolera vb. hastalık taşıyıcı parazit etkisi
	2. Kanserojenik	9.2.1 Kullanılan kimyasallar
	3. Toxic – zararlı kimyasallar	9.3.1Kullanımdaki toksik kimyasallar 9.3.2 Yüksek sıcaklıkta zehirli yanma ürünleri veren kimyasallar 9.3.3 Kullanımdaki boğucu kimyasallar (solunabilir atmosferin kaybedilmesi)
	4. Muhtelif – Karma Durumlar	9.5.0 HAZID çalıştayında araştırılabilir / kararlaştırılabilir.

Tehlike Kategorisi		Frekans		Şiddet		F4	0	5	10	15	20	T/Ş	0	1	2	3	4
1	İnsan	0	Sektörde Hiç Yaşanmamış	0	Önemsiz	F3	0	4	9	14	19	1	İnsana zarar vermez	Tesis içerisinde bir kişinin hafif yaralanmasına sebep olur	Tesiste 1 kişinin ölümü veya birkaç yaralanma / Tesis dışı yaralanma	Tesis içerisindeki tüm popülasyon kaybedilir	Bölgesel popülasyonu etkiler ve toplu ölümlere sebep olur
2	Çevre	1	Yaşanmamış Ama Örnekleri Var	1	Minör	F2	0	3	8	13	18	2	Çevreye zarar vermez	Karasal ve su habitata geçici ve geri dönülebilir etki	Tesis sınırları içerisinde karasal ve su habitata uzun süreli hasar	Tesis sınırları içerisinde karasal ve su habitata kalıcı hasar	Tesis sınırları dışına taşan karasal ve su habitata kalıcı hasar
3	Mal	2	10 Yılda 1	2	Orta	F1	0	2	7	12	17	3	Mala zarar vermez	Tesisteki 4M TL / Tesis dışı 1M TL 'den az hasar	Tesisteki 4M TL / Tesis dışı 1M TL hasar	Tesisteki 4M TL 'den fazla hasar	Tesis dışı 1M TL 'den fazla hasar
		3	Yılda 1	3	Majör	F0	0	1	6	11	16						
		4	Ayda 1	4	Katastrofik	F/S	S0	S1	S2	S3	S4						

Çizelge 3.16 HAZID Değerlendirme Matrisi

3.8.2 Tehlike ve işletilebilirlik Analizi Metodu

HAZOP İngilizce “HAZard ve OPerability Analysis” teriminden kısaltılarak oluşturulmuştur. HAZOP (tehlike ve işletilebilirlik) Yöntemi, muhtemelen en iyi bilinen ve kullanılan Proses Bazlı Tehlike Analizi (PTA) yöntemidir. Hatta PTA işlemini çok iyi tanımayanlar, terimin ne anlama geldiğini bilmeseler bile HAZOP’ la proseslerini çözümledikleri birçok tesiste karşılaşılan bir durumdur. PTA tekniklerinin çeşitliliği şirketler tarafından kendilerine en uygun yöntemi seçmeleri açısından avantaj sağlar. Ancak genel yaklaşım ve yaygın kullanıma bakıldığında çoğu firma öncelikle HAZOP’u seçer (en azından PTA’ larının başlangıcında) çünkü bu yöntem doğrudan algılanmakta ve sigorta şirketleri ve yasal kurumlar tarafından kabul görmektedir.

Tehlike ve işletilebilirlik (HAZOP) analizi bir sistemin operasyonel yönlerini ve tehlikelerini tanımlamak için kullanılan bir teknik olup, oldukça organize ve metodik bir süreçtir. Her ne kadar HAZOP teoride çok basit bir süreç olsa da izlenen adımlar çok dikkatli bir şekilde gözden geçirilmelidir. HAZOP analizinde proses tehlikelerini belirlemek için kılavuz kelimeleri ve proses parametreleri kullanılır. HAZOP analizi bir liderinin öncülüğünde, farklı disiplinlerden oluşan uzmanlarından oluşan bir takımın sinerjisi ve beyin fırtınası dâhilinde gerçekleştirilir [16], [17].

3.8.2.1 Tehlike ve işletilebilirlik Çalışması İlkeleri

HAZOP çalışması, belirli anahtar ve kılavuz kelimeler kullanarak yapılan sistemli bir beyin fırtınası çalışmasıdır. Çalışmaya katılanlara, belli bir yapıda sorular sorulup, bu olayların olması veya olmaması halinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı sorulur.

Anahtar kelimeler, dizayn parametreleri ve tablolar kullanılır. Proses denetimine yardımcı olmak maksadıyla, tehlikeli sapmaları normal değerlerle karşılaştırmak maksadıyla anahtar kelimeler kullanılır, bu grup "Fazla ", "Az", "Hiç" vb. gibi kelimeleri içerir. Bu anahtar kelimeler basınç, sıcaklık, akış vb. gibi parametrelerin (kılavuz – anahtar kelimeler) durumlarını nitelemek için kullanılır. Herbir durumda analist, sebebler, sonuçlar, belirleme metodları ve düzeltici önleyici faaliyetler (akisyon planı) ile tanımlama yapar.

Klavuz- Anahtar Kelimeler ve Anlamları

- Fazla- Kantitatif Çoğalma
- Az- Kantitatif Azalma
- Hiç- Mevcut Değil
- Ters- Öngörülen Yönün Aksine
- Parçası- Sistemin Bir Bölümü Olması Gerekenden Farklı
- ...Kadar İyi- Aynı Derecede
- ...Den Başkası- Tamamen Farklı

Yukarıda sayılan klavuz- anahtar kelimeler; Sıcaklık, basınç, akış, debi, seviye, reaksiyon, zaman, sıra, insan faktörü, korozyon, basınç, pH, ısı kapasitesi, karışı, parlama noktası, viskozite, durum, başlatma, kapatma, statik elektrik vb. gibi parametrelere yöneltilir [16], [17].

3.8.2.2 HAZOP Çalışması Uygulama Adımları

I. Adım: Hazırlık: Hazop uygulanırken öncelikle bir proses veya operasyonun bir adımı seçilir, ya da proses veya operasyonda çalışanların doldurduğu “Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Formu” nda belirtilen adım için değerlendirme yapılır. Çalışmaya başlamadan önce ASME (American Society of Mechanical Engineers) standartına göre proses akım şemasının çıkartılması çalışmanın başarısını artıracaktır. Proses değişik parçalara bölünür, sürekli bir süreç durumunda, tanklara, pompalara, valflere, bağlı borulara, vb. parçalara bölünür ve analiz daha sonra herbir birime ayrı ayrı uygulanır. [19]

II.Adım: Tehlikeli Sapmaların Belirlenmesi: HAZOP Takımı, değerlendirmeye başlamadan önce yapılan çalışmanın amacını açıklar ve prosesin veya operasyonun bir sürecini seçer. Öncelikle prosesin veya operasyon adımının bir değişkenini seçer ve

anahtar kelimeleri belirler. Kılavuz kelimeler kullanılarak anlamlı bir “Tehlikeli Sapma” belirlenir [19].

III. Adım: Neden Araştırması: Tanımlanan sapma için neden araştırması ve paralel olarak sonuç araştırması yapılır. Belirlenen tehlikeli sapma için HAZOP takımı tarafından muhtemel nedenlerin listesi hazırlanır, bu aşamada takımın tecrübesi ve liderin önderliği önem kazanır [19].

IV. Adım: Sonuç Araştırması: Tehlikeli sapmanın sonuçları dikkatle gözden geçirilerek, sapmanın oluşmasını önleyici koruyucu önlemler tanımlanır [19].

V. Adım: Sonuçların İncelenmesi: Tehlikeli sapmaların sonuçlarının muhtemel ciddiyeti de değerlendirilmelidir. Tehlikeli Sapma ya da birimin çalışmamasından dolayı oluşabilecek en kötü potansiyel sonucun etkisinin derecesinin ölçümünü sağlayabilecek bir sınıflandırma sağlanmalıdır. Sınıflandırma her bir tanımlanmış hata türü ve analizi yapılan her bir birim için aşağıdaki kriterler göz önüne alınarak yapılmalıdır. Aşağıdaki kriterlerin dışında kalan kayıp fonksiyonları söz konusu olabilir. Bu durumda girdi ve çıktılara göre benzer bir sınıflandırma yapmak mümkün olacaktır. Önem sınıfları MIL-STD-882D ‘de şu şekilde belirtilmiştir [19].

Kategori 1-Yıkıcı – Catastrophic: Kaza veya ölüme neden olan bir hata [19].

Kategori 2-Kritik- Critical: Üretimde kayıp veya büyük zaman kayıplarına neden olan şiddetli kazalara, önemli özelliklerde hasara veya önemli sistem hasarlarına neden olabilecek hatalar [19].

Kategori 3- Marjinal-Marjinal: Gecikmelere veya sistemde seviyenin düşmesine neden olabilecek küçük kazalar, daha küçük özelliklerde hasarlar veya küçük sistem hasarları yaratan kazalar [19].

Kategori 4-Küçük-Minor: Sistemde kazalar oluşturacak, sistem özelliklerinde hasara yol açacak ya da sisteme zarar verecek kadar büyük olmayan ancak planlanmamış tamir ya da bakımlara neden olan hatalar [19].

3.8.3 Yangın ve Patlama İndeksi- Kimyasal Maruziyet İndeksi

Dow Yangın ve Patlama İndeksi, Amerikan Kimya Mühendisleri Enstitüsü (AIChE) tarafından yayınlanmış olup özellikle kimya endüstrisinde tehlikelerin belirlenmesi ve tehlikelerin değerlendirilmesi çalışmalarında yıllardır kullanılmaktadır. Dow Yangın ve Patlama İndeksi, ilgili proses birimlerini parçalara ayırarak yangın ve patlama tehlikelerinin varlığını ve önemini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılmaktadır. İlgili proses üniteleri için çalışılan kimyasala bağlı olarak; fiziksel ve kimyasal karakteristik, proses şartları, tesis yerleşimi ve diğer proses nitelikleri kapsamında risk faktörleri belirlenir. Dow Yangın ve Patlama İndeksi çeşitli faktörler ile hesaplanır. İndeks, hesaplama sonrasında belirlenen ekipmanda yangın ya da patlama yaşanması durumunda hangi ekipmanların etkilenebileceğini gösteren bir tehlike etki alanı tahmin edebildiği için tehlike büyüklüğü ölçüsü olarak da kullanılabilir. Ayrıca indeks ile tehlike alanında bulunan ekipmanların değişimi için maksimum muhtemel maddi hasar da hesaplanabilmektedir.

Uygulama hesapları yapılırken, prosesin ünitelere bölünmesi ve malzeme faktörünün her ünite için ayrı ayrı hesaplanması önerilir.

Dow Kimyasal Maruziyet İndeksi Amerikan Kimya Mühendisleri Enstitüsü tarafından yayımlanmış olup kimyasal maddelerin açığa çıktığı olası olaylardan ötürü komşu tesislerde veya topluluklardaki insanların maruz kaldığı bağıl akut sağlık tehlikesi potansiyelinin derecelendirilmesi için kullanılabilecek basit bir yöntem sunmaktadır. Kimyasal maruziyet indeksi beş faktör ile hesaplanır. Bu faktörler; toksisite ölçüsü, olası salınım durumunda mevcut uçucu madde miktarı, ilgili her alanın mesafesi, değerlendirilen maddenin molekül ağırlığı ile sıcaklık, basınç ve reaktivite gibi yayılım durumunu etkileyebilecek proses verileridir [19].

3.8.3.1 Yangın ve Patlama İndeksi- Kimyasal Maruziyet İndeksi Hesapları

Yangın ve patlama indeksi F aşağıdaki formülden hesaplanır;

$$F = MF \times (1 + GPH_{tot}) \times (1 + SPH_{tot}) \quad (3.3)$$

Burada,

MF = Malzeme Sabiti = Mevcut tehlikeli maddenin potansiyel enerjisini gösteren bir değerdir. (ABD Milli Yangın Koruma Kurumu (NFPA) verilerinden elde edilir)

GPH_{tot}= **Genel proses tehlikeleri** = Prosesin içinde bulunan tehlikeleri belirten bir değer (prosesin doğasından ve karakteristik özelliklerinden kaynaklanır.

SPH_{tot}= **Özel proses tehlikeleri** = Spesifik tesislerden kaynaklanan tehlikeleri belirten bir değer (prosesin durumu, tesisin boyutu ve doğası).

Toksitite indeksi T aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$T = \frac{Th + Ts}{100} (1 + GPH_{tot} + SPH_{tot}) \quad (3.4)$$

Th = Toksitite faktörü (NFPA göre)

Ts = MAC değeri

GPH_{tot} ve SPH_{tot}: Yangın ve patlama indeksinin hesaplanmasında kullanılan değerlerle aynıdır.

Bir proseste tehlike sınıfının belirlenmesinde, bulunan T ve F değerlerinin en büyüğü kullanılır.

Konsantrasyonu %5'den daha az olan maddeler burada dikkate alınmazlar (sıvı ve katılar için ağırlık yüzdesi, gazlar için de hacim yüzdesi)

Malzeme katsayısı: Kimyasal maddenin kararsızlık ve su reaktivitesi karakteristiklerinden kaynaklanan sadece iki özellik kullanılarak tayin edilir.

Yanıcılık ve reaktivite: Malzeme katsayıları, fabrika elementinde bulunan tüm tehlikeli maddeler için ayrı ayrı tespit edilmelidir.

Malzeme katsayısı NFPA literatüründe belirtilen yanıcılık ve reaktivite sayısal değerleri kullanılarak elde edilebilir.

N_h: Sağlık Tehlike Sınıflaması

N_f: Yanıcı Tehlike Sınıflaması

N_r: Reaktiflik Tehlike Sınıflaması

Adyabatik bozunma ısı derecesi belirlenirken: $T_d = ^\circ\text{C} + 273 = ^\circ\text{K}$ olarak alınmalıdır.

Çizelge 3.17 Malzeme Katsayısı Belirleme Matrisleri [19], [20]

Yanıcılık sınıfı Nf	Parlama Noktası (°C)	Hcv kJ.bar/mol	Adyabatik Bozunma Sıcaklığı Td (°K)	< 830	830 935	935 1010	1010 1080	>1080
0	Hiç	< 4.10 ⁻⁵						
1	> 100	4.10 ⁻⁵ – 2,5						
2	40 - 100	2,5 – 40						
3	- 60	40 – 600						
4	< - 20	> 600						
Sıva ya da Gazların Yanabilirliği- Tutuşabilirliği ⁽¹⁾			Yanabilirlik Sıralaması NFPA 325M or 49	Kararsızlık Sıralaması				
				0	1	2	3	4
Ateşlenemeyen ⁽²⁾			0	1	14	24	29	40
F.P.> 200 °F (> 93.3 °C)			1	4	14	24	29	40
F.P.> 100 °F (> 37.8 °C) ≤ 200 °F (≤ 93 °C)			2	10	14	24	29	40
F.P. ≥ 73 F (≥ 22.8 °C) < 100 °F (< 37.8 °C) or F.P. < 73 °F (< 22.8 °C) & BP. ≥ 100 °F (≥ 37.8 °C)			3	16	16	24	29	40
F.P. < 73 °F (< 22.8 °C) & B.P. < 100 °F (< 37.8 °C)			4	21	21	24	29	40
Yanabilen Toz yada Mist ⁽³⁾								
St-1 (KSt ≤ 200 bar m/s)			-	16	16	24	29	40
St-2 (KSt = 201-300 bar m/s)			-	21	21	24	29	40
St-3 (KSt > 300 bar m/s)			-	24	24	24	29	40
Yanabilen Katılar								
Kalın > 40 mm kalınlık ⁽⁴⁾			1	4	14	24	29	40
İnce < 40 mm kalınlık ⁽⁵⁾			2	10	14	24	29	40
Köpük, fiber, pudra tanecikli ⁽⁶⁾			3	16	16	24	29	40

Çizelge 3.18 İndeksleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi İçin Tehlike Derecesi [20]

İndeks Aralığı	Tehlike Derecesi
1 - 60	Hafif
61 - 96	İlımlı
97 – 127	Orta
128-158	Ağır
159+	Şiddetli

3.9 Proses Bazlı Tehlike Analizi Uygulamaları

HAZID, HAZOP ve DOW F&EI uygulamaları aşamasında, Hidrojen Peroksit üretimi yapan bir işletmenin Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesi seçilmiştir. Bu bölüme dair incelenen hedef kimyasallara ait, Hidrojen Malzeme Güvenlik Bilgi Formu Özeti Ek B’de, Doğalgaz Malzeme Güvenlik Bilgi Formu Özeti ise Ek C’de sunulmuştur.

3.9.1 Doğalgazdan Hidrojen Eldesi Proses ve İzahı

Hidrojen Üretim Tesisi doğal gazdan yüksek safiyette Hidrojen gazı üretimi için dizayn edilmiştir. H₂ üretimi doğal gaz ile kızgın buharın yüksek sıcaklıkta Katolitik Reforming ile dikey silindirik reformer fırınında üretilir. Daha fazla H₂ üretimi için CO ve buhar Shift Konverter (Kaydırma) dönüştürücüsün de reaksiyonu ile üretilir. H₂ gazı içindeki gayri safiyetler CO.CO₂.CH₄. ve H₂O Adsorbisyon sisteminde giderilir ve yüksek safiyette H₂ gazı elde edilir.

A- Besleme ve Yakıt

Besleme ve yakıt olarak doğal gaz kullanılır. Karakteristikleri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.19 Besleme Gazı Verileri

Tipik Doğal gaz karakteristikleri		Dizayn Akışı (Doğal Gaz)	
Kompozisyonu	Mol %	Besleme	784 Nm3/h
Metan	98.65	Yakıt	282 Nm3/h
Azot	0.80		+ _ _ _ _ _
Etan	0.36	Toplam	1066 Nm3/h
Propan	0.12		
n-Butan	0.03		
n-Pentan	0.01	LHV BTU/SCT 933	
CO ₂	0.03	Toplam kükürt (ppmv)	max 5
	+ _ _ _ _	Sıcaklık (°C)	27
Toplam	100.00	Basınç (bar)	min 18

Yukarıda gösterilen yakıt oluşu vent gaz geri kazanma sistemi operasyonda iken (ortam sıcaklığı 21 °C relatit rutubet %40) geçerlidir. Devreye alınırken vent gaz üretimi olmadığı için yakıt miktarı daha fazla olacaktır. İlave olarak ortam sıcaklığı 21 °C altında rüzgâr hızı 0 üstünde ise yakıt miktarı artacaktır.

B- Ürün

H₂ üretim tesisi aşağıdaki karakteristiklerde ve koşullarda H₂ üretilecektir.

Çizelge 3.20 Ürün Verileri

Üretim Kapasitesi [Nm^3/sa]	2000
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	max 38
Basınç (Bar)	min 13.8
Çiğlenme Noktası ($^{\circ}\text{C}$)	-40
H ₂ %	99.9
Gayri Safiyetler	
PPMV (Max)	
CO	10.0

C- Proses Akışı

Besleme gazı (Doğal Gaz) 18 bar basınç ve 27 $^{\circ}\text{C}$ da sisteme girer. Besleme ısıtıcısından (HX 101) 399 $^{\circ}\text{C}$ 'a ısıtılır.

Besleme ısıtıcısından V-101 (Hidroje Sülfür Kolonu) girer. Kolonun içindeki yataklar I. Olefin ve S (Sülfür) H₂S dönüşür. II. yatakta ise H₂S giderilir. Gaz kükürttten arındırılmış olur.

Besleme gazı kızgın buharla karıştırılıp reformer'e gönderilir. Reformer fırının içindeki dikey tüpler ise sıcaklığı 815 $^{\circ}\text{C}$ 'ye artırır. Mevcut katalistle reaksiyona girerek H₂.CO.CO₂. Reaksiyona girmeyen CH₄ ve H₂O'ya dönüşür. Sıcak proses gazı ısısından buhar üretilir 439 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklık kontrol edilir.

Proses gazı besleme ısıtıcısı (Hx – 101)'den geçer. Yüksek sıcaklık dönüştürücüsü (V – 102) 'ne girer. Buhar ve CO katalistin yardımıyla H₂ ve CO₂ gazına dönüşür. V – 102 'deki çıkma sıcaklığı 365 – 410 $^{\circ}\text{C}$ arasında değişir.

Proses gazı WH – 105 (Atık Isı Kazanı) girer. Burada buhar üretilir. Proses çıkış gazı 224 $^{\circ}\text{C}$ olmalıdır. Proses gazı kazan besleme suyu HX – 102 'ye girer. Dearetif ısı değiştirici HX – 103 'e girer. Son olarak proses soğutucusu HX – 104'de 38 $^{\circ}\text{C}$ soğutulur proses gazının içindeki kondensat V – 104 (soğuk kondense seperatörü) tutulur.

Proses gazı temizleme ünitesindeki 4 Adsorbından birine girer. Granül adsorbentler gayri safiyetler (CO, CO₂, CH₄ ve H₂O) tutarlar ve yüksek safiyetteki H₂ gazını bırakırlar. Bu adsorber operasyonda iken diğer 3 tanesi rejenerasyon periyodundadır. Yüksek safiyetteki H₂ sistemi terk edip Hidrojen Peroksit tesisine gönderilir.

Buhar üretimi, artık gaz buhar jeneratörü (WH-102), proses atık buhar jeneratörü (WH-104), dönüştürücü buhar jeneratöründe (WH-105) olur. Bu üç ekipmanda buhar üretilir. Kazan sistemine gönderilirken besleme suyu kimyasal olarak temizlenir.

D- Su Islahı

Kazan besleme suyu gayri safiyetler içerirse kazan taşı, depozit ve korozyona neden olur. Kazan taşı ısı transferinin azalmasına, metal sıcaklığına ve netice olarak kazanda sorunların çıkmasına neden olur. Bu depozitler buhar üretme jeneratörlerinin en önemli sorunudur. Bu sorun ön ısıtma jeneratör sonrasında problem yaratır.

Korozyon sadece noktasal problemlere neden olmaz metal oksitlerin oluşumunda neden olur. Böylece kazan taşına neden olur. Birçok su sisteminde korozyon ve kazan taşı formasyonu birbiriyle bağlantılı olarak ele alınır. Tatmin edici netice için gerekli koruma önlemleri alınır. İyi korunmamış kazanlarda buhar üretimleri düşük seviyelerde olur. Kondensat kazan besleme suyuna ilave edilir. Bu nedenle reformer katalistindeki maddeler buharla taşınır. Buhar üretilen yerde köpürmeye neden olur.

Taşıyıcılar düşük seviyede olursa katalist hasarlanabilir. Tesisin dönüşüm verimi düşer. Kazan suyunun iyileştirilmesinin 3 ana nedeni vardır.

- Kazan taşlarının oluşumunu önlemek.
- Metal korozyonunu azaltmak.
- Katalistlere taşıyıcıların azaltılması.

Oksijen Seviyesi

Sisteme oksijen girişi besleme suyu ile olur. Çözünmüş gazın buhar ile yıkanmasıyla giderilir. Bununla birlikte kalan küçük bir miktar oksijen kimyasal yoldan giderilir. Genelde bu amaçla Sodyum Sülfür kullanılır. Bunun yerine hidrazinde kullanılır. Bu seçim kullanıcıya bağlıdır.

Katılar

Buhar sürekli olarak kazandan elde edilir. Besleme suyundaki katı maddeler sürekli olarak artar konsantrasyon yükselir. Bu nedenle yüksek kalite en az kimyasal kullanılması ile kazan sularını ıslah etmek gerekir. Bununla birlikte solid oluşumu kaçınılmazdır. Buhar kazanında çözülen ve çözülmeyenler bulunur. Bu solidlerin

giderilmesinin tek yolu purga edilmesi veya buhar kazanının boşaltılması (blowdown) dır. Böylece çözünen katılar ile bir kısım çözünmeyen katılar giderilebilir. Buhar kazanı altında toplanan çözünmeyen katıların uzaklaştırılması için arada bir kazan boşaltılması yapılır. Bu hızlı açılan bir vananın periyodik olarak açılması ile sağlanır.

E- Proses Detayı

Hidrojenleme

Tabi gaz hidrojen sülfür giderme V 101'in 1. Yatağından geçer (CO, Mo) doğal gaz içerisinde doymamış Hidro Karbon varsa doymamış Hidro Karbonlara dönüştürülür. Buda reformer katalistinde C (Karbonlaşma) gibi olumsuz etkisi olur. Beslenen gaz içerisinde organik sülfürde Hidrojen sülfüre dönüşür. Sülfür komponentler reformerde bulunan katalistleri zehirleme tehlikesi vardır.

Sülfürün Giderilmesi

V-101 kolonu içindeki ZnO katalistleri Hidrojen sülfürü adsorblar.

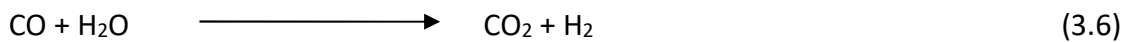
Buhar / Hidrocarbon Karışımının Katalitik Olarak Reforming (Tekrar Formlandırma)

Sülfürden uzaklaştırılmış besleme gazı buhar miktarına bağlı olarak beslemesi kontrol edilir. Reformer fırınına verilen karışım gazı kenarlardaki katalist tüplerden yukarı doğru geçerler. Bu fırın H₂ tesisinin kalbidir. Hidrokarbonlar fazla buhar ile birlikte Nikel katalistlerin üzerinden geçirildiğinden H₂, CO ve CH₄ gazı üretilir.

Reforming reaksiyonu aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir.



Reforming reaksiyonlarda yüksek miktarda ısı kaynağına gereksinim vardır. Bu yanma şartları çok kontrollü şekilde yapılır. Bu reformer reaksiyonu yanında kısmal olarak su gazı kaydırma reaksiyonu oluşur.



Proses gazı reformer fırınına 774-830 °C’ de terk eden atık gaz (Flue gaz) buharın reformer fırınının tüpüne geçmeden önce aşırı ısıtılması sağlanır. Kazan besleme suyu ile buhar üretimi yapılır ve kazan domuna girer.

CO’ in Katalitik Olarak Dönüşümü

Reformerden çıkan gaz oluşan ısıyı WH-104’e verip 439 °C soğutulur. Proses gaz akışı daha sonra V-102 (Dönüştürücü) Cr-Fe katalisti vardır. CO, CO₂ ve H₂’ e dönüşür.

Yaklaşık olarak CO, %80 CO₂ ve H₂’ e dönüşür. (Giriş sıcaklığı minimum olan küçük sıcaklığa set edilir.) böylece sıcaklığın yükselmesi ile reaksiyona başlaması sağlanır.

Hidrojen Saflaştırılması – PSA

Bu sistemin kullanılması ile adsorbıyan prosesi ile yüksek safiyette Hidrojen elde edilir. Adsorbsiyon prosesinde saf olmayan Hidrojen adsorbelere doldurulmuş adsorbentler gaz geçirildiğinde adsorbentler granüler yapıdadır. Bunlar Hidrojendeki gayri safiyetleri tutarlar. Hidrojeni saflaştırmada kullanılan adsorbentlerden Alumina (Al₂O₃), Aktif Karbon (C) ve moleküler sieve (Zeolit) gayri safiyetleri seçici olarak adsorblar sistemde birbirinin aynı 4 adsorbent vardır. Herbirinde 3 adet yatak vardır.

I. Yatak	Alumina
II. Yatak	Aktif Karbon
III. Yatak	Moleküler Sieve (Zeolit)

Her üçünün seçiciliği farklıdır;

Alumina	Su (Nem)
Aktif Karbon	CO ₂ ve CH ₄
Moleküler Sieve (Zeolit)	CO adsorblar.

Adım 1.Çalışıyor (Gayrisafiyetleri adsorblara; Hidrojen ürün üretime devam eder)

Adım 2.Çalışıyor (Gayrisafiyetleri adsorblara; Hidrojen ürün üretime devam eder)

Adım 3.Çalışıyor (Gayrisafiyetleri adsorblara; Hidrojen ürün üretime devam eder)

Adım 4. 1 nci basınç giderme (Diğer adsorber ile dengelenir)

Adım 5. 2 nci basınç giderme (Diğer adsorberden purge gazı temin edilir)

Adım 6. 3 ncü basınç giderme (Diğer adsorber ile basınç eşitlenir)

Adım 7. Vent havalandırma (Kirli (Atık) gaz deposuna gider)

Adım 8.Purge (Vent gaz drum' a gider)

Adım 9. 1 nci tekrar basınçlandırma (Diğer adsorber ile dengelenir)

Adım 10.2 nci tekrar basınçlandırma (Diğer adsorber ile dengelenir)

Adım 11. 3 ncü tekrar basınçlandırma (Hidrojen üretimi)

Adım 12. Final tekrar basınçlandırma (Hidrojen üretimi)

Tesisin çalışma periyodu 5 dakika olup bir adsorber devrede iken diğerleri rejenerasyondadır. Saflaştırmadan sonra Hidrojen ürünü 38 °C ve 13,8 Bar' da boteri limite gönderilir.

Vent Gaz (Kirli Gazın) Geri Kazanılması

Saflaştırma sisteminde rejenerasyon çıkışındaki atık gaz, reformerdeki atık gaz gibi değerlendirilir. Adsorberlerden çıkan gaz basınç boşaltma vepurge adımlarından sonra vent gaz tanklarına V-105 gider. Vent gaz da reformerin brulörünü besler. Vent gaz oluşu bir kasket kontrolü ile sistem programlanmıştır.

Vent gaz tankının basıncı 0,3 – 0,7 bar arasındadır. Brulör yanması içinde doğal gaz da kullanılır. Make up (ilave) yakıtı reformer sıcaklık kontrolü TIC-304 ile kontrol edilir.

Buhar Üretimi

Atık baca gazından, atık ısı ise WH-101' de proses gazından WH-104, WH-105 geri kazanmasıyla buhar üretilir. Aynı zamanda baca gazı olan flue gazı WH-101 kızgın buhar üretiminde kullanılır.

F- Normal Operasyon Ve Kontrol

Aşağıdaki bilgiler tesis % 100 kapasitede çalıştığında geçerlidir.

Çizelge 3.21 Kontrol Ekranında Ölçüm Aletlerinin Gösterge Değerleri

Ölçüm Aleti	Servis	Set Değeri
AKIŞ		
FIC-201	Steam to catalyst	R
	Normal	2,204
kgs/hr	Alarm High	2,425 kg/hr
	Alarm Low	680 kgs/hr
	Shutdown Low(LFSD) (FALL-201)	454 khs/hr
FIC-200	Feed Gas to Catalyst	R
	Normal	800 NCMH
	Alarm High	880 NCMH
	Alarm Low	200 NCMH
	Shutdown (LFSD) (FALL-200)	160NCMH
FIC-203	Natural Gas toBurner	282 NCMH
FIC-205	Vent Gas to Burner	1,373
NCMH		
FI-207	Export Steam	3,635
kgs/hr		
FI-206	Hydrigen product	R
	Normal	2,000
NCMH		
	Alam high	2,400
NCMH		
	Alarm Low	200 NCMH
FFI-800	Steam to Carbon Ratio	Ratio
	Normal	R
	Alarm Low (FAL-800)	3,50 to 1
	Shutdown (LFSD) (FSLL-200)	3,00 to 1
		2,75 to 1
FFI-800	Ratio Information: Steam to Carbon	R
	3,50 to 1 = 2,81 kgs of Steam Per 1,0 NCM of Natural Gas	
	3,00 to 1 = 2,40 kgs of Steam Per 1,0 NCM of Natural Gas	
	2,75 to 1 = 2,20 kgs of Steam Per 1,0 NCM of Natural Gas	

Çizelge 3.21 Kontrol Ekranında Ölçüm Aletlerinin Gösterge Değerleri (Devamı)

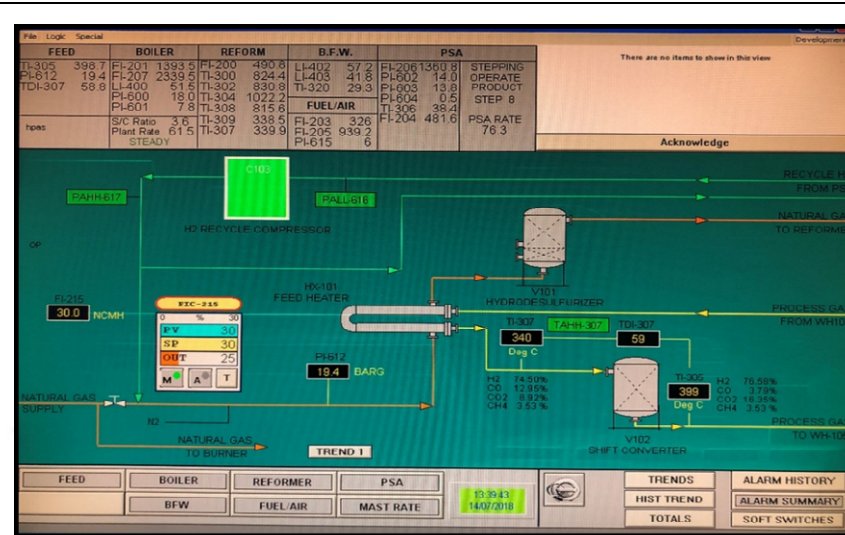
Ölçüm Aleti	Servis	Set Değeri
SICAKLIK		
TIC-307	Shift Converter Inlet	R
	Normal	300 °C – 360 °C
	Alarm High	385 °C
	Shutdown High (LFSD) (TSHH)	399 °C
	Alarm Low	870 °C
TIC-304	Reformer Furnaca	R
	Normal	1,010 °C
	Alarm High	1,040 °C
	Shutdown High (LFSD) (TSHH-304)	1,065 °C
	Alarm Low	870 °C
TI-305	Shift Converter Outlet	R
	Normal	365 °C – 420 °C
	Alarm High	426 °C
	Alarm Low	343 °C
TI-306	Hydrogen Product	R
	Normal	38 °C
	Alarm High	46 °C
TI-303	Flue Gas Out of Flue Gas Steam Generator WH-102	266 °C
TI-300	Flue Gas Out of Reformer	1,010 °C
TI-302	Flue Gas Out of Steam Superheater WH-101	884 °C
TIC-308	Catalyst Tube Outlet	R
	Normal	775 °C - 830 °C
	Alarm High	850 °C
	Shutdown High	870 °C
	Alarm Low	760 °C
TI-309	Feed Gas to Catalyst	371 °C

Çizelge 3.21 Kontrol Ekranında Ölçüm Aletlerinin Gösterge Değerleri (Devamı)

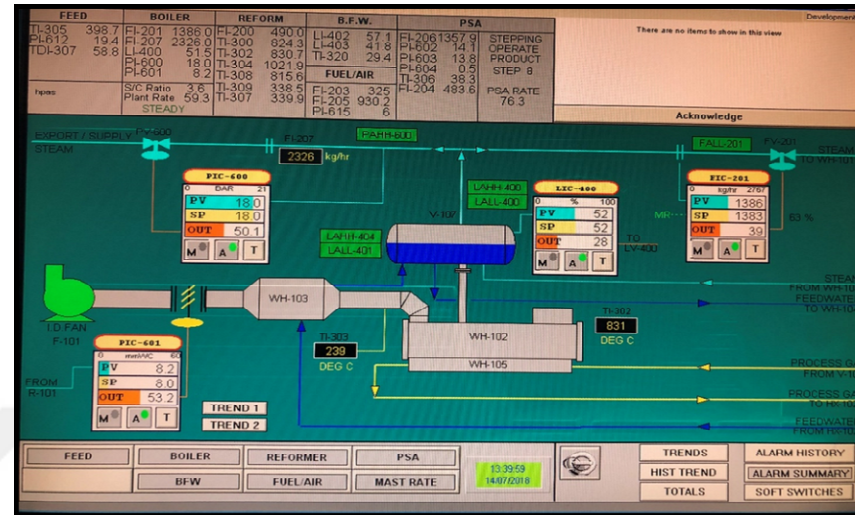
Ölçüm Aleti	Servis	Set Değeri
BASINÇLAR		
PIC-600	Steam Drum Pressure	R
	Normal	18,3 kg/cm ²
	Alarm High	19,7 kg/cm ²
	Shutdown High (FOSD) (PAHH-600)	20,4 kg/cm ²
	Alarm Low	16,2 kg/cm ²
PIC-601	Reformer Furnace Draft "Negative Pressure"	R
	Normal	6,4 mm W.C.
	Alarm High	13,05 mm W.C.
	Alarm Low	

Çizelge 3.22 Hidrojen Ünitesi Tank Türleri ve Dizayn Değerleri

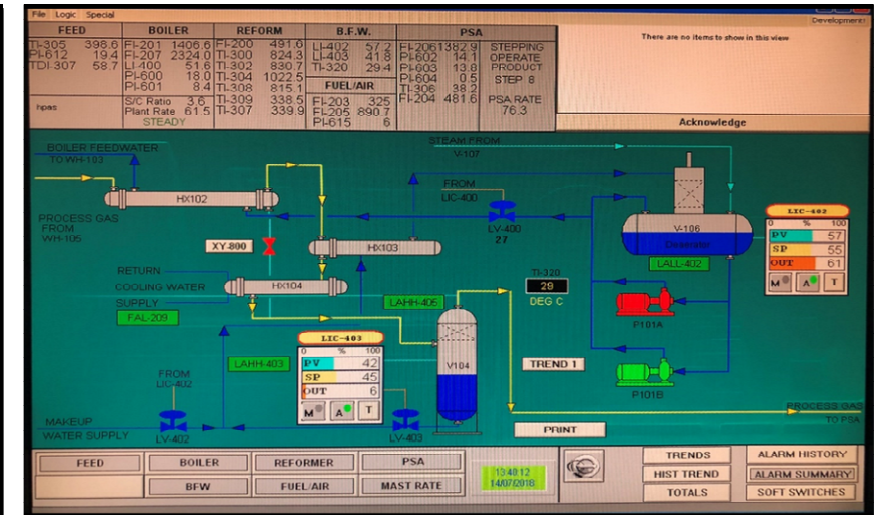
Poz No	Tank Adı	Miktar	Malzeme	Akışkan	Dizayn Sıcaklığı	Dizayn Basıncı	Tank Tipi
V - 101	Sülfür Giderme	1	SA53 GrB CS	Doğalgaz -Hidrojen	427	20,7	Dikey Silindirik
V - 102	CO2 Dönüştürücü	1	SA387 -11 C1	Proses Gaz - Buhar	428	20,7	Dikey Silindirik
V - 104	Kondens Separatör	1	SA312 TP 304	Proses Gaz - Buhar	66	17,6	Dikey Silindirik
V - 105	Atık Gaz	1	SA516-70 CS	Atıkgaz	66	3,4	Dikey Silindirik
V - 106	Degazör	1	SA516-70 CS	Kondens Suyu	137	3,4	Dikey Silindirik
V - 107	Buhar	1	SA516-70 CS	Buhar	238	20,7	Dikey Silindirik
V - 108	Kondens Boşaltma	1	SA53 B	Buhar - Kondens	238	20,7	Dikey Silindirik
R - 101	Reformer	1	ASTM A -36	Doğalgaz -Hava	954	18,6	Dikey Silindirik
A - 101 A/C	Hidrojen Safsılaştırma	3	SA516-70 CS	H2 - CO - CO2 - CH4 - SU	66	17,6	Dikey Silindirik



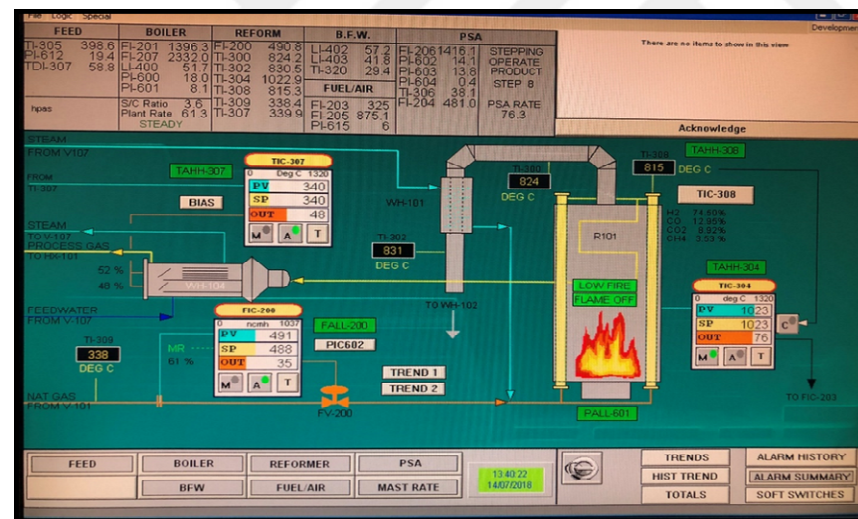
A) HX101, V101, V102



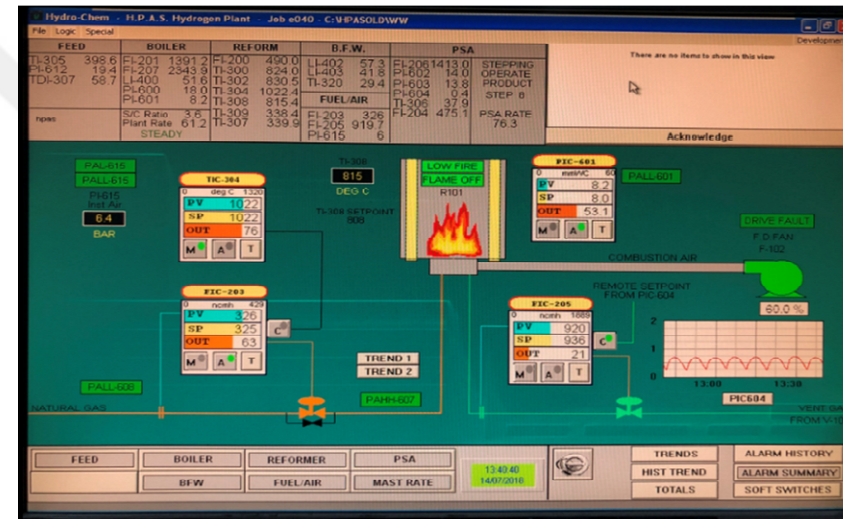
B) WH103, WH102, WH105



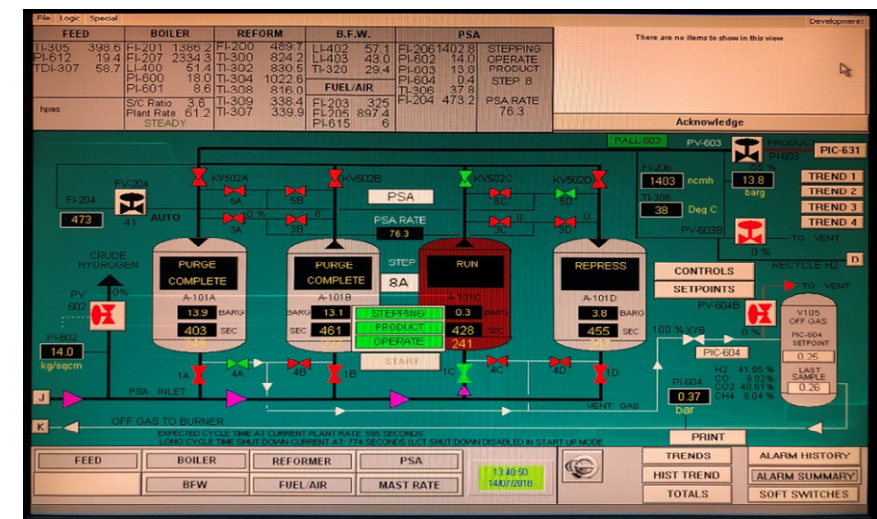
C) HX102, HX103, HX104, V104, V106



D) WH104, REFORMER



E) REFORMER



F) PURGE, V105

Şekil 3.9 Hidrojen Ünitesi P & ID Diyagramları ve Otomasyon Bilgileri (A, B, C, D, E, F)

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZID

Alınması Gereken Akisyonlar		Mevcut Önlemler Ve Geliştirilebilir Hususlar				Risk	Şiddet	Frekans	Kategori	Risk – Sonuç Ne Olur?	Açıklama	Olası Sebepler	Klavuz Kelime	Tehlike Kategorisi	Tehlike Türü	No
Sarsıntı algılandığında tüm tesisi kapatabilen deprem sensörü olmalıdır. Tesisin uygun bir yerinde Acil Durum Konteyneri olmalıdır. İçerisinde tüm acil durumlara müdahale edebilecek ve geçici süre personelin yaşamını devam ettirmesini sağlayacak ekipman ve erzak olmalıdır.		Tesisin zemin etüdü raporu vardır. Acil Stop butonları ile manuel olarak tesis durdurulabilir. Yıllık tank, tesisat, ekipman, elektrik...vb. kontrolleri yetkili kuruluşlarca yapılmaktadır. Tesisin Acil Durum Planı ve hazırlıkları vardır. İl Afet Müdürlüğüne tesis hakkında bilgi sunulmuştur. Komşu kurum ve kuruluşlarla protokol vardır.				18	4	2	1	Tesis sarsıntıya bağlı kırılma, kopma ve devrilmeler olması	Tesis bölgesinde ve tesisi etkileyen yakın deprem olması	Deprem Tsunami	Sismik Olaylar	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Harici Tehlike	1
						3	1	2	2							
						18	4	2	3							
Tesisde kritik ekipmanlar (yıldırımdan etkilenebilecek) faraday kafesi ile korunmalıdır (özellikle yanıcı kimyasal depolanan ve iletilen yerler). Kritik ekipmanları besleyen elektrik hatlarında parafudr olmalıdır.		Tesisde paratoner vardır. Tüm tesis ekipmanlarını yüksek voltajdan koruyan 'surge arrester' sigorta sistemi bulunmaktadır. Dizel jeneratör ve Kojenerasyon ünitesi ile sistem yedekli durumdadır. Kesintisiz güç kaynağı gerekli durmda devreye girerek zarar görebilecek ekipmanları korumaktadır. Aylık kontroller ve yıllık paratoner ölçümleri yapılmaktadır.				8	2	2	1	Tesisde elektrik kesintisi, ekipmanlarda yırtılma, yangın başlangıcı ile dış kaynaklı ısınmalar, proses kontrol sistemi hataları yaşanabilir.	Tesis üzerine yıldırım düşmesi durumu	Elektiriksel Darbe Etkisi Yakma- Yangın Etkisi Elektrik Şoku Etkisi	Yıldırım	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Harici Tehlike	2
						0	0	2	2							
						13	3	2	3							
Tesis açık bölgelerinde yabacı ve hafif malzemeler açıkta bırakılmamalıdır.		Prosedür ve iş izin sistemi gereği fırtınalı havalarda açık alanda ve yüksekte işlem yapılmamaktadır. Personel bulunan imalat ve kontrol binaları tek katlı inşaa edilmiştir.				2	1	1	1	Tesisde elektrik kesintisi, misil etkisi, personel hasarı, proses kontrol sistemi hataları yaşanabilir.	Tesis bölgesinde hortum çıkması durumu	Tayfun / Kasırga / Hortum	Olağan üstü iklim olayları	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Harici Tehlike	3
						0	0	1	2							
						2	1	1	3							

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZİD (Devamı)

4	Harici Tehlike	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis / Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Olağan üstü iklim olayları	RüzgârTozSis	Tesis bölgesinde çok şiddetli rüzgâr/fırtına olması	Ekipmanalarda zayıf bağlantılı parçaların kopuşması, uçması, düşmesi.Kazan ve kojende yanma veriminin düşmesi.	1	1	1	2	Prosedür ve iş izin sistemi gereği fırtınalı havalarda açık alanda ve yüksekte işlem yapılmamaktadır.Personel bulunan imalat ve kontrol binaları tek katlı inşaa edilmiştir.	Tesisin en yüksek yerine bir Rüzgar Gülü veya Rüzgar Çorabı ile Anemometre takılmalıdır. Operasyonlar için sınır rüzgar hızı belirlenmelidir.Ayrıca olası sızıntılarda gül veya çorap yönüne göre personel tahliyesi kolaylaşır.
							2	1	0	0		
							3	1	1	2		
5	Harici Tehlike	(5) Tesis ve Kritik Ekipmanlar besleyen atıyapılarıdaki etkileri	Sisteme olağan bağlantı yolları	Hava yolu bağlantıları	Tesis bölgesine hava aracı (uçak, helikopter... vb.) düşmesi	Tesisde hasarlar ve yangın olabilir. Personeller yaralanıp ölebilir.	1	1	4	17	Tesis askeri havaalanı yakınındadır. Tesis bölgesi askeri hava aracı hariç uçuşa yasak bölgededir.	Olası savaş veya olağanüstü hal durumunda tesis kimyasalları tamamen boşaltılmalı, kapatılmalı, emniyete alınmalı ve çalışma olmamalıdır.
							2	1	1	2		
							3	1	4	17		
6	Harici Tehlike	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Olağan üstü iklim olayları	Isı düşüşü Kar yağışı / Buzlanma	Ani ve aşırı derecede düşük sıcaklık	Personelde soğuk bağı rahatsızlıkların başlaması. Ekipmanlarda donma ve kırılmalar, çatlaklar olması.	1	1	1	2	Tesis bölgesi için alınan meteorolojik verilere göre tesis bölgesinde sıcaklığın herhangi bir tehlike yaratacak seviyelere düşmediği görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda operasyonlar durdurulmaktadır. Kritik bölgeler ve düşük ısıdan etkilenen yerler buhar ile soğuk havalarda ısıtılmaktadır. Çok düşük sıcaklıklarda kimyasal reaksiyon olmadığı için tesis çalışmamaktadır.	Kritik ekipmanların izolasyonları kontrol edilmeli ve yenilenmelidir.
							2	1	0	0		
							3	1	2	7		
7	Harici Tehlike	(1) Doğal ve çevresel tehlikelerin Tesis /Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkisi	Olağan üstü iklim olayları	Yüksek ortam sıcaklığı	Ani ve aşırı derecede yüksek sıcaklık	Ekipmanlarda ısınmalar, proses değişkenlerinde değişiklik, verimin etkilenmesi durumları yaşanabilir.	1	1	1	2	Sıcaklık ve basınç sensörleri mevcut PLC sisteminden alınan veri manuel aksiyonla tamamlanır. Sprinkler ile gerekli durumda soğutma işlemi yapılmaktadır. Tesis geneli açık atmosferdir. Kapalı yerlerde de yeterli havalandırma menfezleri ve mekanik havalandırma vardır. Emniyet ventleri çok	Isınması istenmeyen ekipmanlar beyaza boyanarak güneşten etkilenmesi azaltılabilir.
							2	1	0	0		

12	Dahili Tehlike	(7) Normal proses – işletim süreci	Muhelif – Karma Durumlar	Elektrik sistemi sorunu	Elektrik sisteminde arıza olması veya uzun süreli elektrik kesintisi	Tesis çalışan ve kontrol ekipmanlarının enerjisiz kalması.	1	4	1	5	Dizel yakıtlı jeneratör bulunmaktadır. Doğalgazdan elektrik üreten kojenerasyon sistemi var. Manuel kontroller uygulanmakta.	Yıllık termal kamera ölçümleri, çevrim empedansı ölçümleri...vb. teknik elektrik ve enerji ölçümleri yapılmalıdır. Elektrik panoları ve trafolarda gazlı otomatik söndürme sistemi olmalıdır.
							2	4	0	0	Yıllık yetkili personel ile jeneratör bakımları yapılmakta. Kesintisiz güç kaynağı (KGS) ile gerekli durumda ekipmanlar korunmakta. Yıllık bakım planı kapsamında kontroller ve bakımlar gerçekleştirilmekte. Elektrik panoları ve trafolarda duman dedektörleri bulunmakta. Emniyet valfleri ile artan basınç giderilebilir.	
							3	4	1	5	Rutin saha gezileri ile gözle kontroller yapılmaktadır.Periyodik bakım ve kontroller ile bağlantı ekipmanları değiştirilmektedir.Uygun ekipman ve malzeme teminini yapıyor.Ekipman data sheetler bulunmaktadır ve sertifikalı malzeme kullanılmaktadır. İmalat ve kurulum testleri (Hidrostatik testler, radyografik) yapılmaktadır. Kayar supportlar ile genleşme sonucu ekipman hasarının önüne geçilmektedir. Gaz dedektörleri ve transmitterler set değerlerine ulaştığında alarm vermektedir. Alarm ve acil durdurma butonları kritik noktalarda yer almaktadır. Sprink sistemi, hidrant ve su jeti ile gaz birikimi önlenir.Boya ile kaplama yapılarak korozyon engellenmektedir.Topraklama ve elektriksel sürekliliği sağlayan atlamalar yer almaktadır.	
13	Dahili Tehlike	(7) Normal proses – işletim süreci	Denge – stabilite	Denegenin yitirilmesi	Flansh ve bağlantı elemanları ile borunun özelliklerini kaybetmesi, sızıntı, kaçak yapması durumu	Kontrolsüz ürün çıkışı yaşanabilir ve olası tutuşma kaynağı ile karşılaştığında yangına veya patlamaya sebep olabilir.	1	3	1	4	Bazı noktalardaki kaçaklar planlı duruş gerektirmektedir.Tahribatsız ve dıştan geçici yama kitleri alınmalıdır.	
							2	3	1	4		
							3	3	1	4		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan - Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZİD (Devamı)

5) Tesis ve Kritik Ekipmanlar besleyen altyapılardaki etkiler	Sisteme olağan bağlantı yolları	Karayolu bağlantıları	İşletmeye gelen kamyon ve araçların yol açabileceği kazalar	Personel yaralanması, ölmesi. İşletme ve ekipmanlara zarar verme, sızıntı, kaçak, yangın.	1	2	3	13	İşletme içi araç hız limiti (10 km/h) bulunmaktadır. Araç park yerleri ve dolum alanında çarpma bariyerleri yer almaktadır. Uygun işaretleme ve yönlendirmeler mevcut. Dolum esnasında takoz ile araç sabitlenmekte. Kış aylarında yolların tuzlanması ve temizliği yapılmaktadır. Tesise alınan tüm tanker şoförlerine eğitimler verilmektedir. Genel emniyet kuralları ve talimatlar vardır. Dolum adasında bulunan dolum hatları ve dolum kolları aracın ulaşamayacağı yükseklikte ve iç kısımda kalmaktadır. Dedektörleri set değerlerinde alarm vermektedir. Dolum alanı ve araçlarda kuru kimyevi tozlu (KKT) yangın tüpleri yer almaktadır. Müteahhit çalışmalarında tam zamanlı nezaret uygulaması bulunmakta.	Yaya yolları ayrılmalı ve işaretlenmelidir. Gelen araçlardan Spill Kit ve drenaj mühürü olmalıdır. İşletmede dolum alanlarında da absorban malzeme bulundurulmalıdır.
					2	2	1	3		
					3	2	2	8		
Yükleme – dolum sistemi	Yükleme – dolum sistemi	Doğalgaz – Hidrojen hidrantında tıkanma	Operasyon esnasında vana, boru, pompa tıkanması durumu	Hatlarda koç darbesi ile pompaların zarar görmesi, vanaların arızalanması, transmitterin anlık yanlış sinyal verip sistemi alarma geçirmesi.	1	0	1	1	Sertifikalı ve sisteme uygun ürün alımı yapılmaktadır.Laboratuar analizleri ile alınan ürünün saflığı kontrol edilmektedir.Tank emiş hatlarının yüksekte monte edilmesi ile tortu, partikül vb. çekilmemektedir.Basma hatlarında Bypass devreleri yer almaktadır.Emniyet valfleri (PRV) ile artan basınç giderilmektedir. Filtrelerin periyodik bakımları yapılmaktadır.Operasyon odasında set değerleri aşılinca manuel müdahale edilmekte.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
					2	1	1	2		
					3	1	1	2		
Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet	Emniyet ventlerinin çalışmaması	Ventillerin tasarım ya da satın alımında hata, hava koşullarının ventilleri etkilemesi ve artan basıncın kapasitesiyi aşması	1	0	1	1	Önceki veya sonraki hattaki ve tanktaki transmitter veya ventil devreye girerek basıncı dengelemektedir. Dizayn kriterlerine göre ekipman seçimi yapılmakta ve sertifikalı ürün alınmaktadır.	Periyodik olarak ventlerin işlevselliği kontrol edilmelidir (duruşlarda).
					2	1	1	2		
					3	1	1	2		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZID (Devamı)

17	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Vana hatası	Vanada mekanik hata oluşması ve otomasyona sinyal düşmemesi	Hatta koç darbesi ve basınç artışı yaşanması	1	0	1	1	Basma hatlarında Bypass devreleri yer almaktadır. Emniyet valfleri (PRV) ile artan basınç giderilmektedir. Dedektörleri set değerlerinde alarm vermektedir. Arıza bakım prosedürleri. Saha kontrolleri ve manuel müdahale yapılmaktadır.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	1		
							3	1	1	2		
18	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Denegenin yitirilmesi	Motor aktüatörlü vana (MOV) actüatöründ e arıza yaşanması	Vana öncesi basınç artışı ve/veya Vananın açık / kapalı kalması	1	0	1	1	Basma hatlarında Bypass devreleri yer almaktadır. Emniyet valfleri (PRV) ile artan basınç giderilmektedir. Dedektörleri set değerlerinde alarm vermektedir. Arıza bakım prosedürleri. Saha kontrolleri ve manuel müdahale yapılmaktadır.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	1		
							3	1	1	2		
19	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Denge – stabilite	Denegenin yitirilmesi	Vanalarda Koç Darbesi yaşanması durumu	Basınç yükselmesi, ekipmana zarar vermesi	1	0	0	0	Sertifikalı ürün alımı yapılmaktadır. Laboratuvar analizleri ile alınan ürünün saflığı kontrol edilmektedir. Tank emiş hatlarının yüksekte monte edilmesi ile tortu, partikül vb. çekilmemektedir. Basma hatlarında Bypass devreleri yer almaktadır. Emniyet valfleri (PRV) ile artan basınç giderilmektedir. Filtrelerin periyodik bakımları yapılmaktadır.	Olası bir basınç değişiminde transmitterler vasıtasıyla otomasyona haber vermekte ve sonraki adımı sistem kapatmaktadır.
							2	1	1	2		
							3	2	2	8		
20	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Emniyet boşaltma valfinin hasarı	Manuel Vana Tagleri (Akış, yön vb) okunmaması	Operatörün yanlış vanayı açması / kapatması sonucu basıncın yükselmesi	1	1	0	0	Hat üzerinde bulunan emniyet valfleri ile artan basınç giderilebilir.Kontrol odasından hat üzerindeki basınç transmitterleri verileri görülebilmektedir.	Üzerindeki Tag leri okunmayan vanalar derhal okunaklı hale getirilmelidir.
							2	1	0	0		
							3	2	2	8		
21	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Pompa hatası	Pompanın istenildiğind e durmaması	Pompanın ürün basmaya devam ederek basınç artışına sebep olması	1	1	0	1	Bakım prosedür ve talimatları gereği periyodik pompa bakımları gerçekleştirilmekte. Pompa bypass hattı ile basınç artışı önlenmektedir. Otomasyon odasında sürekli takip ve gerektiğinde manuel müdahale yapılmaktadır. Kritik	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	1		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZİD (Devamı)

							3	1	1	2	noktalarda acil stop butonu yer almakta. Boru hattı üzerinde yer alan emniyet valfleri (PSV) ile artan basınç giderilebilir.	
22	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Pompa hatası	Pompanın emiş hattı vanası kapalı iken çalışması durumu	Pompanın kuru çalışması sonucu ısınarak tutuşturucu kaynak oluşturması ve olası yangın ya da patlama tehlikesi oluşturması	1	1	3	12	Dedektörleri olası gaz birikmesi durumunda set edilen değerde alarm vermektedir. Pompada yer alan likid sensörleri akış görmediğinde pompayı durdurmaktadır. Akış ve basınç sensörleri set değerleri değişince alarm vermektedir. Önce kontrol odasından manuel müdahale yapılmakata, olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.	Pompalar, su soğutmalı salmastra yataklı olanlar ile değiştirilmelidir.
							2	1	0	0		
							3	1	2	7		
23	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Pompa hatası	Pompanın basış hattı vanası kapalı iken çalışması durumu	Basış hattında basınç yükselmesi	1	1	0	0	Hat üzerinde yer alan emniyet valfleri ile artan basınç giderilebilir. Pompa üzerinde bulunan vana set edilenn basınç değerinde açılarak Bypass yapmaktadır. Basınç transmitterleri ile PLC sisteminden hat basınçları izlenmektedir.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	0		
							3	1	1	2		
24	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Pompa hatası	Pompaların Yüksek Hızda Çalışması	Basış hattında basınç yükselmesi	1	1	0	0	Hat üzerinde yer alan emniyet valfleri ile artan basınç giderilebilir.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	0	Pompa üzerinde bulunan vana set edilenn basınç değerinde açılarak Bypass yapmaktadır.	
							3	1	1	2	Basınç transmitterleri ile PLC sisteminden hat basınçları izlenmektedir.	
25	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Kompresör hatası	Kompresörü n talep durumunda çalışmaması	Ürün akışı sağlanamaz. Azot basılamaz ve acil durumlarda purge (boğma) yapılamaz, hatlarda ve tanklarda çözelti ısınıp yangın patlama yaşanabilir.	1	1	1	2	Ürün akışı olmadığında sıkıntı yaşanmaz. Sıkıntı çözülüp ve bakım yapıp işleme devam edilir.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	0	Azot kopresörü basmazsa sistemdeki set değerler değişince alarm verir ve kontrol odasından manuel müdahale başlar, olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır. Azot olmazsa su buharı ve su da basılabilir.	
							3	1	2	7		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZID (Devamı)

26	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhalef – Karma Durumlar	Kompresör hatası	Kompresörün talep durumunda durmaması, çalışmaya devam etmesi	Kompresörün ürün basmaya devam ederek basınç artışına sebep olması	1	1	0	0	Bakım prosedür ve talimatları gereği periyodik kompresör bakımları gerçekleştirilmektedir. Kritik noktalarda acil stop butonu bulunmakta. Boru hattı üzerinde bulunan emniyet valfleri (PSV) ile artan basınç giderilmektedir. Hat üzerinde bulunan basınç transmitterleri ile kontrol odasından takip edilmektedir. Tesiste tüm kritik noktalarda bulunan acil stop butonu ile tüm operasyonlar durdurulur.	Olmazsa ÜstÜst veya Alt Alt alarmda sistem kendini kapatmaktadır.
							2	1	0	0		
							3	1	1	2		
27	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Temel tasarımın dışında hatalı modifikasyonlar	Uyumsuz dizayn ve müdahale yapılması	Kritik ekipmanın yanlış tasarlanması veya yanlış müdahale edilmesi sonucu büyük endüstriyel kaza yaşanabilir	1	1	2	7	Tesis yönetim sisteminde tanımlı değişiklik yönetim prosedürü ile ekipmanların kontrolü yapılmaktadır. Alınacak ekipmanın teknik şartnamesinin ilgili standartlara uygunluk içermesi. Kritik ekipmanlarla yetkin personel çalıştırılmaktadır. Bakım prosedürlerine ve talimatlara göre bakımların uygulanması.	
							2	1	2	7		
							3	1	2	7		
28	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhalef – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Operatörün veya bakımıcının ekipmana ulaşamaması	Acil durum anında ekipmanına ulaşımın sağlanamaması (Acil Stop, Su topu, yangın söndürme tüpleri vs.)	1	1	2	7	Detektörler ve transmitterler ile sistem sürekli izlenmektedir. Yeterli müdahale olmaması durumunda DüşükDüşük veya YüksekYüksek alarmları devreye girerek sistemi kapatır. YSC yangın planı bulunmaktadır. Sprinkler sistemi devreye girerek müdahale etmektedir.	
							2	1	2	7		
							3	1	2	7		
29	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhalef – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Operatörün veya bakımıcının vanaya müdahale edememesi, donma, sıkışma...vb.	Vana sıkışması sonucu el gücüyle kapatılamaması veya açılabilmesi	1	1	0	0	Vananın önünde ve arkasında bulunan diğer vanalar ile sınırlandırma.Tanklarda bulunan basınç transmitterleri set değerine ulaştığında alarm vermektedir.Su tankları giriş çıkış vanaları dişli kutuludur.Hat üzerinde ve/veya tankta ya da tankerde bulunan emniyet valfleri (PSV) ile artan basınç giderilebilir.	
							2	1	0	0		
							3	1	1	2		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZID (Devamı)

30	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Operatörler arası yanlış iletişim	Yanlış müdahale, ısı ve basınç artışı	1	1	0	0	Boru hattı ve tank üzerinde bulunan basınç transmitterleri ile basıncın izlenmesi. Boru hattı ve küre tank üzeri emniyet valfleri (PSV) ile artan basınç giderilmesi. Seviye ölçümü ile operasyon otomatik olarak durdurulur.	Exproof telsizler kullanılmalıdır.
							2	1	1	2		
							3	1	1	2		
31	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Bakımın yanlış zamanda (geç) yapılması	Kritik ekipmanların geç bakımı sonrasında oluşabilecek arızalar ve kazalar.	1	2	1	3	Bakım prosedürleri gereği iş emirleri ilgili kişilere iletilmektedir. Bakım KPI larının ve Planının takibi yapılmaktadır. Bakım denetimleri periyodik olarak uygulanmaktadır.	Bakım Planı takibine devam edilmelidir.
							2	2	1	3		
							3	2	3	13		
32	Dahili Tehlike	Normal proses – İşletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Temel tasarımın dışında hatalı modifikasyonlar	Bakım esnasında hatalı malzeme kullanılması	Kritik ekipmanların (yangın pompaları, sprinkler, gaz dedektörleri, alarm ve kesiciler vb.) devre dışı kalması sonucu büyük endüstriyel kaza	1	1	2	7	Alınacak ürünün spesifikasyonları satın alma ve bakım şartnamelerinde belirtilmektedir. Periyodik bakım denetimleri uygulanmaktadır. Teknik standartlara göre malzeme seçimi yapılmaktadır. Kritik ekipman bakım işlerinde yetkin personel çalıştırılmaktadır. Bakım prosedürleri uygulanmaktadır.	Birebr aynı veya daha iyi ekipman olmazsa alınmamalı, takılmamalıdır.
							2	1	2	7		
							3	1	3	12		
33	Dahili Tehlike	(4) İnsan kaynaklı tehlikelerin / kısıtlamaların Tesis ve Kritik Ekipmanlar Üzerindeki Etkileri	Güvenlik tehditleri	İç ve dış güvenlik tehditleri	İşletmeye sabotaj yapılması durumu	Yanma ve/veya patlama sonucu büyük endüstriyel kaza yaşanması	1	1	4	17	7/24 güvenlik mevcuttur ve çalışma vardır. Yıl içi eğitim, talim ve tatbikatlar düzenli olarak yapılmaktadır. Tüm tesis çevresi kamera ile izlenmektedir. Tesis girişi araçların aranması ve giren yabancıların kontrol edilmesi.	Tesisde hareket detektörleri (Beam) olmalıdır. Tüm tesisin giriş ve uzaktan müdahale yapılacak noktalarını gören güvenlik kamerası olmalıdır. Özel güvenlik şirketi ile anlaşılmalı ve devriye atılmalıdır.
							2	1	4	17		
							3	1	4	17		

Çizelge 3.23 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin HAZİD (Devamı)

34	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Otomasyon kritik alarm sistemleri	Acil Durum Alarm sisteminin çalışmaması	Acil durumun farkedilmemesi sonucu müdahalede geç kalınması sistemin aktive olmaması	1	1	2	7	Düzenli aralıklarla tatbikat yapılması.Alarm sistemi ve diğer acil durum sistemlerinin periyodik kontrolü ve test edilmesi.Her vardiyada yetkin personel olmalıdır.	Her gün aynı saatte alarm çalıştırılıp test yapılmalıdır.Acil Durum Ekipleri AFAD, İtfaiye ve özel kurumlardan spesifik eğitimler almalıdır.
							2	1	2	7		
							3	1	2	7		
35	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Otomasyon kritik alarm sistemleri zafiyeti	Alarmın her yerden duyulmaması	Acil durumun farkedilmemesi sonucu müdahalede geç kalınması, sistemin aktive olmaması ve büyük endüstriyel kaza yaşanması	1	1	2	7	Acil durum sistemlerinin periyodik testlerinin yapılması. Kontrol odasında ve güvenlik odasında ayrı ayrı sesli ve görüntülü alarm verilmektedir. Sahada üç adet siren bulunmaktadır. Birbirinden bağımsız alarm sistemleri Tüm vardiyalarda yetkin personel bulunması.	Alarm denemeleri daha sık yapılmalı ve duyulmayan yerlerin sirenleri hemen değiştirilmelidir.
							2	1	2	7		
							3	1	2	7		
36	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet	Aydınlatma yetersizliği	Personelin yanlış ekipmana müdahalede bulunması, ekipmanlara çarpma-darbe yaşanması	1	1	1	2	Periyodik aydınlatma ölçümleri. Tüm peronlar, pompa binaları ve tank sahasında aydınlatma bulunmaktadır. Ayrıca çevre aydınlatma ve projektör mevcuttur. Jeneratöre bağlı acil durum aydınlatması bulunmaktadır. Rutin saha turları. Emniyet komiteleri, iç iletişim geri bildirimleri...vb.	
							2	1	0	0		
							3	1	1	2		
37	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet	Boru hatları renk kodlamaları nın yetersizliği	Operatörün veya taşeronun yanlış müdahalesi.	1	1	2	7	Hat üzerinde bulunan emniyet valfleri ile artan basınç giderilebilir. Kontrol odasından hat üzerindeki basınç, ısı, akış transmitterleri verileri görülebilmektedir. Sahada uygun noktalarda detektörler vardır.	Tüm hatlar ve tanklar içeriklerine göre boyanmalı. Vana ve kontrol noktalarında akış yönü ve ne kontrol kriteri yazılmalıdır. Isınması istenmeyen bölgeler beyaza boyanmalı sadece müdahale yapılan yerlerde akış yönü ve içeriğe göre RAL kodunda renklendirilmeli.
							2	1	0	0		
							3	1	2	7		

38	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet	Boru ve tankların korozyona uğraması	Boru ve tanklarda kaçaklar olması	1	1	1	2	Boru ve tesisatlar paslanmazdır. Kontrol odasından hat üzerindeki basınç, ısı, akış transmitterleri verileri görülebilmektedir. Sahada uygun noktalarda detektörler vardır.	Tüm hatlar ve tanklar içeriklerine göre boyanmalı. Vana ve kontrol noktalarında akış yönü ve kontrol kriteri yazılmalı. Isınması istenmeyen bölgeler beyaza boyanmalı müdahale yapılan yerlerde akış yönü ve içeriğe göre RAL kodunda renklendirilmeli.
							2	1	1	2		
							3	1	2	7		
39	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Emniyet Sistemleri Zafiyeti	Fiziksel emniyet sistemlerinde zafiyet	Exproof olmayan ekipman kullanımı	Kıvılcım oluşması, yangın, patlama	1	1	2	7	Sertifikalı ve sisteme uygun ürün alımı yapılmaktadır. Sistem kurulumunda gözetilen kriterlere uygun parça değişimi yapılmaktadır.	Patlamadan korunma dökümanında belirlenen bölgelere uygun ekipman alınmalıdır. IP korumaları gözden geçirilmelidir. Bakımcılar exproof ekipmana müdahale eğitimi almalıdır.
							2	1	1	2		
							3	1	2	7		
40	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	İş İzin Sistemi Uygulanması	Yetkisiz müdahale, yanlış müdahale sonucu yaşanancaz kazalar	1	1	1	2	Tüm operasyonlar vardiya amiri ve bakım amirleri ile işletme amirine haber verilmektedir. Çok kritik durumlarda fabrika müdürüne de bilgi verilmektedir.	İş İzin Sistemi kurulmalıdır.
							2	1	1	2		
							3	1	1	2		
41	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Kilitleme Etiketleme Sistemi Uygulanması	Bakım ve müdahale esnasında istemsiz çalıştırma, yaralanma, kontrolsüz ürün akışı, sızma...vb.	1	1	2	7	Tüm operasyonlar vardiya amiri ve bakım amirleri ile işletme amirine haber verilmektedir. Çok kritik durumlarda fabrika müdürüne de bilgi verilmektedir.	Kilitleme Etiketleme EKED (LO-TO) Sistemi kurulmalıdır.
							2	1	1	2		
							3	1	2	7		
42	Dahili Tehlike	Normal proses – işletim süreci	Muhtelif – Karma Durumlar	Bakım- onarım hatası	Solvent hazırlamaya gırgır vinç ile malzeme çekilip üst kapağından elle beslenmesi	Exproof olmayan vinç yüzünden açılan kapaktan çıkan buharın tutuşması, yangın. Ergonomik zorlanma.	1	2	2	8	Tank merdiven ve korkulukları uygun. Ekipmanlar exproof. Tanktan çıkan buhar atmosfere dağıldığı için parlayıcı ve patlayıcı ortam oluşması beklenmez.	Vinç exproof hale getirilmeli veya pnömatik caraskal ile değiştirilmelidir. Çözelti karışının eli ile değil de otomatik besleme sistemi ile yapılması sağlanmalıdır.
							2	2	1	3		
							3	2	2	8		

Fazla/Çok (more)	Az (less)	Var (available)	Hiç/Yok (none)	Ters (reverse)	Parçası/Kısmı (part of)	... kadar iyi/gibi (as well as)	... den başka (other than)	Kılavuz Kelime 	Tehlike Ve İşletilebilirlik Analizi Hazard And Operability Study = Hazop	
Akış (flow)	Basınç (pressure)	Sıcaklık (heat)	Seviye (grade)	Karışım / Kompozisyon (admixture)	Reaksiyon (reaction)	Zaman (time)	Sıra (row)	Anahtar Kelime 	Bölüm	Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesi
									Hazırlayan	Risk Analizi Ekibi

N O	Kılavuz Kelime	Anahtar Kelime (Parametre)	Tehlikeli Sapma	Tehlikeli Sapmanın Olası Nedenleri	Tehlikeli Sapmanın Sonuçları/Etkileri	Mevcut Önlemler	Risk Kategorisi	Alınması Gereken Tedbirler ve Kontroller, Aksiyonlar
1	Var	Kaçak	Doğalgaz kaçağı meydana gelmesi	Gazın ortama yayılması Patlayıcı ortam oluşturması	Parlama, Patlama, Yangın	Detektörler var	Kategori 1 Yıkıcı	Gaz kaçağı olabilecek yerlerde gaz detektörleri olmalı. Bu detektörler selanoid vanalara bağlı olmalı ve kaçağı algıladığında ana vanadan gazı kesebilmelidir. Detektörlerin periyodik olarak işlevselliği kontrol edilmeli ve kalibrasyonları yapılmalıdır.
2	Az	Kelepçe	Doğalgaz iletim hattı borularının sallanması	Sarsıntı sonucu boruların kırılması, ek yerlerinden kaçak olması	Parlama, Patlama, Yangın	Kelepçe var.	Kategori 2 Kritik	Hat boyunca sık sık kelepçeler olmalıdır. Deprem sallanma yönüne göre borular döşenmelidir. Sisteme deprem sönsörü eklenmelidir.
3	Var	Pas	Doğalgaz iletim hattında oksitlenme, borunun incelmesi, delinmesi	Gaz kaçağı olması ve ortama yayılması	Parlama, Patlama, Yangın	Katodik koruma ve boya var.	Kategori 2 Kritik	Gömülü hatlarda katodik koruma olmalı. Açık hatlar ise korozyona karşı koruyucu SARI boya ile boyanmalıdır. Malzeme yorulması ve oksitlenmeye bağlı yıpranma periyodu belirlenerek düzenli aralıklarla paslanma olan yerlerde boyama ve koruma işlemleri tekrarlanmalı, önleyici bakım planı oluşturulmalıdır.

4	Fazla	Basınç	Doğlgaz hattında basıncın 23 barın üstüne çıkması	Domestik regülatör arızası	Cihazların ayarının bozulması, çalışmaması.	Domestik regülatör var. Regülatör ayarlanınca mühürlenmektedir.	Kategori 3 Marjinal	Regülatör, periyodik olarak kontrol edilmelidir. İşlevselliği test edilmelidir.
5	Az	Basınç	Doğlgaz hattında basıncın 18 barın altına düşmesi	Domestik regülatör arızası, Ana hattan düşük basınçta gaz gelmesi	Cihazların ayarının bozulması, çalışmaması.	Domestik regülatör var. Regülatör ayarlanınca mühürlenmektedir.	Kategori 3 Marjinal	Regülatör, periyodik olarak kontrol edilmelidir. İşlevselliği test edilmelidir.
6	Fazla	Sıcaklık	Tesisat iç basıncının yükselmesi	İklim şartları, Yangın	X	Domestik regülatör var. Basıncı ayarlıyor.	Kategori 4 Küçük	Olası yangında santrali ve tesisatı soğutan sulu duşlama sistemi olmalıdır.
7	Az	Sıcaklık	Tesisat iç basıncının düşmesi	X	X	Domestik regülatör var. Basıncı ayarlıyor.	Kategori 4 Küçük	X
8	Yok	Akış	Doğalgaz besleme hattına gaz gelmemesi	Dağıtım şirketinin gaz vermemesi. Gaz kaçağı algılayan detektörden selanoid vananın kapatması.	X	Sayaç ve kumanda odasında izleme var.	Kategori 4 Küçük	X

9	Yok	Topraklama	Doğalgaz besleme hattında statik elektrik yüklenmesi. Hatta temas eden elektrik tesisatından hatta elektrik geçmesi.	Satatik veya normal elektrik arki oluşması	Parlama, Patlama, Yangın Temas eden personeli elektrik çarpması	Topraklama var	Kategori 1 Yükü	Topraklama tesisatının yıllık fenni muayenesi yapılmalıdır. Doğalgaz tesisatının da her parçasının topraklamasına bakılmalıdır. Flanş, conta...vb izole bağlantı olan yerlerde topraklama köprüsü olmalıdır.
10	Yok	Söndürücü	Doğalgaz dağıtım ünitesinde yangın çıkması	Yangına müdahale edememe	Tesisatı sirayet etme, zaiyat artışı.	Seyyar söndürücü var.	Kategori 2 Kritik	Santrale mümkünse otomatik söndürme sistemi (alev detektörüne bağlı KKT lansı/topu) olmalıdır. Olası yangında santrali ve tesisatı soğutan sulu duşlama sistemi olmalıdır.
11	Var	Kaçak	Doğalgaz sayacında gaz kaçağı olması	Test nipelinin gevşek olması, dişli bağlantının zamanla gevşemesi, sayacın darbe sonucu delinmesi	Kaçak yapan gaz bir yerde birikirse sıkışan gaz patlamaya sebep olabilir	Detektörler var	Kategori 3 Marjinal	Kaçak kontrolleri düzenli yapılmalıdır.
12	Yakın	Elektrik	Doğalgaz tesisatına yakın elektrik ve kıvılcım/ısı kaynağı olması	Tasarım hatası	Gaz kaçağı, yangın, patlama	Detektörler var	Kategori 3 Marjinal	Duruş ve bakımlarda elektrik tesisatı ile kıvılcım ve ısı kaynakları gaz tesisatından ayrılmalı ve uzaklaştırılmalıdır. Kaçak kontrolleri düzenli yapılmalıdır.
13	Var	Trafik	Vinç, forklift, manlift vb. yükleme araçlarının trafiği	Mekanik darbe etkisi sonucu boruların kırılması, ek yerlerinden kaçak olması	Gaz kaçağı, yangın, patlama	İş izin sistemi var İletim hatlarını koruyan mekanik bariyer sistemi var	Kategori 1 Yükü	Yapılan işler iş - izin sistemine dahil edilmeli İşletme içi araç yolları belirlenmeli Kritik ekipman ve tesisat çevresi mekanik bariyerler ile kapatılmalı Geçiş alanlarında riskli tesisatların yükseklik sınırları belirtilmeli

1 4	Fazla	Akış	Buhar oranı düşer.	Regülatörün çalışmaması. Kontrol vanasının çalışmaması.	Katalizörlerde karbonlanma olur, zarar görür. Borularda birikme ve tıkanma olur.	Otomasyon odasında gözlem ve manuel müdahale. Flowmetre ve optimim debi ayarı var.	Kategori 4 Küçük	Regülatör ayarı düzneli kontrol edilmeli. Flowmetre ile de set değerleri takip edilmelidir. Operatör müdahalesi yapılır.
1 5	Fazla	Sıcaklık	HX101 çok ısınması	Eşanjörden fazla ısı/buhar gelmesi	Sülfür ayırma (desülfirasyon) olmaz.	Termometre. Hight-Yüksek ve Highthight-Yüksekyüksek alarmları var.	Kategori 4 Küçük	Eşanjöre giden buhar miktarı manuel bypass hattıyla azaltılmalıdır.
1 6	Az	Sıcaklık	Basınç azalması	Eşanjöre az ısı/buhar gelmesi	Sülfür ayırma (desülfirasyon) olmaz.	Termometre. Low-Düşük ve LowLow-Düşükdüşük alarmları var.	Kategori 4 Küçük	Eşanjöre giden buhar miktarı manuel bypass hattıyla arttırılmalıdır.
1 7	Fazla	Sıcaklık	Desülfirizayona 399°C den yüksek gelmesi	HX101 de fazla gaz dönmesi ve gelen gazın fazla durması	Sülfür ayırma (desülfirasyon) olmaz.	Termometre	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.
1 8	Az	Sıcaklık	Desülfirizayona 399°C den düşük gelmesi	HX101 de az gaz dönmesi ve gelen gazın kısa durması	Sülfür ayırma (desülfirizasyon) olmaz.	Termometre	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.
1 9	Fazla	Basınç	Hidrojenin basınçlı gelmesi	Hidrojen kompresörü arızası	Reaksiyon olmaz, az olur. H2 gazı üretimi ve iletimi etkilenir.	Manometre ve Basınç alarmı ile kontrol vanası var.	Kategori 4 Küçük	H2 kompresörü durur. İşletme hattından keser. Doğalgaz hattında da çekvalf var, geri basmaz. Otomasyon odasında ve sahada sürekli izleme, manueel müdahale.
2 0	Fazla	Akış	V101 Desülfirasyona fazla akış olması	Gazı fazla açma, Doğalgaz regülatörü arızası	Sistem set değerleri aşıldığı için gazı kesmeye başlar.	Manometre ve Basınç alarmı ile kontrol vanası var.	Kategori 4 Küçük	Otomasyondan sistem giriş gazı vanadan kısılır, kesilir. Otomasyon odasında ve sahada sürekli izleme, manuel müdahale.

2 1	Ters	Sıra	Önce gaz gelmesi	Buhar vanasının açık olmaması. Buhar debimetresinin hatası.	Kuru gaz bir sonraki katalizör tüplerini kurutur tıkar bozar.	Reformer tüplerine soğuk gaz gelmesi ile sıcaklık düşeceğinden beslemeyi keser.	Kategori 4 Küçük	Önce buhar gelmesi lazım, nemli gaz olmalı.
2 2	Var	Kaçak	Hatta oksijen girmesi veya dışa H2 ve Doğalgaz salınımı	Korozyon Flanş+Conta kaçakları Deprem Vana salmastra Ekipman	Parlama patlama	Alanda gaz detektörleri var. Basınç ve akış izleme aygıtları ile alarmlar var.	Kategori 1 Yüksek	Otomasyonda sürekli izleme ve manuel müdahale. Sürekli saha kontrolü ve bakım.
2 3	Yok	Akış	F102 den reformer burlörüne hava gelmemesi	Fan motoru arızası (kayış kopması, enerji gelmemesi, kısa devre)	Yanma olmaz, verimli yanmaz	Pompa arıza alarmı. Hava gelmeden ateşleme olmaz.	Kategori 4 Küçük	Elektrik ve mekanik bakım. Opertör kontrolleri.
2 4	Düşüş	Sıcaklık	R101 Reformere 371°C den düşük sıcaklıkta gaz gelmesi	Eşanjörlerde ısı transferi iyi olmaması, tıkanma, kireçlenme	Reaksiyon olmaz, az olur. H2 gazı üretimi etkilenir.		Kategori 4 Küçük	
2 5	Az	Reaksiyon	Katalizörlerin etkisini yitirmesi	Buhar girişi olmaması, kuru gaz gelmesi,	Katalizörde karbonlanma, parçalanma, tıkanma	Buhar karbon oranı değişince gazı keser.	Kategori 3 Marjinal	Otomasyondan sürekli izleme.
2 6	Fazla	Sıcaklık	R101 Reformere 843°C den yükek mix gaz çıkışı	Gaz beslemenin çok olması, havanın az gelmesi, hava gaz ayarı bozukluğu, F101, 102 hatası	Sistemin durmasına neden olur. Yan ürün artışı olur.	Yüksek sıcaklık alarmı var.	Kategori 3 Marjinal	Besleme gazının set ayarı otomasyondan sürekli takip edilir. Saha kontrollerinde dikkat edilir. Gaz besleme vanası manuel kısılabılır.

27	Fazla	Sıcaklık	F101 fanından atık sıcak gaz çıkması	Fırın sıcaklığı artışı	Gaz tutuşması, yanma	Termometre ve sıcaklık alarmı var. Eşanjörler yardımıyla soğutma.	Kategori 4 Küçük	Otomasyondan sürekli takip edilir. Saha kontrollerinde dikkat edilir. Gaz besleme vanası manuel kısılabılır.
28	Az	Akış	F101 fanının az çekmesi, vakum düşmesi	Motor arızası, sürücü/klape arızası	Reformerda iyi yanma olmaz, reaksiyon düşer. Söner.	Alev detektörü ve flowmetreye bağlı kapatma sivici.	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. Klape kontrolleri.
29	Fazla	Sıcaklık	WH102, 104, 105 ısısı çok artması	Proses miz gazın sıcak gelmesi	Buhar artışı, basınç artışı.	Isı ve basınç alarmları var. V107 emniyet ventilleri.	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. Klape kontrolleri.
30	Fazla	Sıcaklık	V102 Shift Konvertör ısı artması	BV307 A/B vana hatası, Besleme sıcak gelmesi	Reksiyon etkilenir	Termometre. TAHH307 yüksek ısı alarmı	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. Klape kontrolleri.
31	Fazla	Sıcaklık	HX102,103,104 Eşanjörlerin ısınması	Besleme sıcak gelmesi, Kireçlenme tıkanma	Proses ısılarını arttırır	Diğer proseslerde ısı alarmları	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. Klape kontrolleri.
32	Fazla	Basınç	HX102,103,104 Eşanjörlerinde basınç artışı	Besleme sıcak gelmesi, Kireçlenme tıkanma	Proses basınç arttırır	Diğer proseslerde basınç alarmları	Kategori 3 Marjinal	PV602 basınç, emniyet ventili ile atmosfere atılır.

3 3	Az	Reaksiyon	V104 Nem tutulmaması	Yoğuşma olmaması	Absorberlere su gider. Absorberler verimli çalışmaz. Çabuk tıkanır. Vent gaza su kaçar.	Kontrol vanası. Yüksek seviye alarmı var. LAH403	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. LAHH403 otomatik kesme.
3 4	Az	Akış	V106 Degazörden akış olmaması	P101A/B Pompa arızası. LV400 vana arızası.	V107 Buhar kazanında seviye ve buhar düşer. V106 degazörde seviye yükselmesi olur.	LAL401 seviye alarmı	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. LALL401 otomatik kesme.
3 5	Fazla	Basınç	PV602 den atmosfere basınçlı H2+mix atık gaz atılması	Besleme gazının fazla gelmesi	Atmosferde oksijenle birleşip yanma	Basınç alarmı ile gaz kesilir sadece buhar atmosfere atılır.	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.
3 6	Az	Reaksiyon	A101 A-D saflaştırma kolonlarında nem ve CO2, CO, CH4 tutulmaması	Adsorberlerin özelliğini yitirmesi (Al2O3, AC, Moleküler Sieve)	Saf gaz (H2) üretilemez. Hidrojeneratör beslenemez.	CO analizatörü. Haftada 2 defa gaz analizi.	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. Gaz analizi ve analizatörlerin takibi.
3 7	Hiç	Akış	A101 A-D saflaştırma kolonlarında akış olmaması	Gaz akışı yoktur. Bir önceki adımda anormal durum vardır ve kontrol vanası kapatmıştır.	PCA Saflaştırma devre dışı kalır. Saf gaz (H2) üretilemez. Hidrojeneratör beslenemez.	PI602 de basınç görünmez.	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.

3 8	Fazla	Basınç	C103 Çevrim Kompresörü	Basma hattı vanasının kapalı olması. Tıkanması.	Kompresör arızası, kompresör üzerinde emniyet venti.	Manometre ve pypass hattı göstergeleri. Kompresörün zorlanınca kendini kapatması.	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.
3 9	Fazla	Basınç	V105 Atık gaz tankının basıncının artması	XV205, PV604 arızası	Yanmaya fazla gaz gönderir, yanma verimi anlık artar ve düşer.	PV604 Basınç vanası, PV604B emniyet ventili	Kategori 4 Küçük	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale.
4 0	Az	Basınç	V105 Atık gaz tankının basıncının artması	XV205, PV604 arızası. PSA lardan atık gaz gelmemesi.	Reformerda yakmaya gaz gitmez. Reformer verimi düşer.	PAL605 Basınç larmı var.	Kategori 3 Marjinal	Otomasyon odasında sürekli izleme ve sahada operatör kontrolü. Manuel müdahale. PALL605 alarmında sistem durur.
4 1	Var	Reaksiyon	Hidrojenatör besleme hattında oksijen olması	Start up, bakım...vb.	Hidrojen patlaması	Oksijen analizatörü. Çekvalf ve filitre var.	Kategori 1 Yıkıcı	Startuptlarda hattı purge etmek (Havasını almak ve boğmak) için Azot girişi vardır.

Çizelge 3.25 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin Hazırlanan
Yangın ve Patlama İndeksi Hesabı [21]

Proses Ünitesinde Bulunan Ürünler: Metan			Proses Ünitesi: Doğalgaz Ünitesi
Operasyon Durumu	__Tasarım __Devreye Alma	_X_ Normal Operasyon __Kapatma	
Malzeme Faktörü	21		
1. Genel Proses Tehlikesi	Penaltı Faktörü Aralığı	Kullanılan Penaltı Faktörü	Penaltı Seçimi
Temel Faktör	1	1	Temel faktör doğrudan hesaba dahil edilir.
A. Egzotermik Kimyasal Reaksiyonlar	0.30 to 1.25	0	Herhangi bir reaksiyon yok ise penaltı değeri alınmaz.
B. Endotermik Kimyasal Reaksiyonlar	0.20 to 0.40	0	Herhangi bir reaksiyon yok ise penaltı değeri alınmaz.
C. Malzemelerin Yükleme-Boşaltma ve Transferi	0.25 to 1.05	0,85	Kimyasalın yanma tehlikesine göre; F değeri 4 ise penaltı değeri: 0.85
D. Çevrelenmiş ya da Kapalı Alanda Bulunan Proses Üniteleri	0.25 to 0.90	0	İlgili ünite kapalı alan içerisinde değilse herhangi bir penaltı değeri alınmaz.
E. Erişim - Ulaşılabilirlik	0.20 to 0.35	0	Tüm proses alanı 2312 m2 üzerinde ise penaltı değeri 0,35 tir. Açık alanda ise penaltı uygulanmaz.
F. Drenaj ve Döküntü Kontrolü	0.25 to 0.50	0	Herhangi bir penaltı gerektirmez.
Genel Proses Tehlike Faktörü (F1)		1,85	
2. Özel Proses Tehlikesi	Penaltı Faktörü Aralığı	Kullanılan Penaltı Faktörü	
Temel Faktör	1	1	Temel faktör doğrudan hesaba dahil edilir.
A. Zehirli Maddeler	0.20 to 0.80	0,2	NH = 1 ise penaltı değeri 0,20 dir.
B. Vakum Basıncı (<500 mm Hg)	0,5	0	Bu seçenekte havanın vakum sonucu proses ya da ilgili ekipman içerisine girmesi tehlike yaratır ise seçilir. Basınç 500 mm Hg altında ise penaltı değeri 0,50 dir. Basınç değeri ilgili değer üzerinde ise herhangi bir penaltı değeri uygulanmaz.
C. Alevlenebilirlik Aralığında ya da Yakınındaki Operasyon	0,30 to 0,80		
1.Tank Sahası -Alevlenebilir Sıvılar	0,50	0	Herhangi bir inert ortam oluşturulmuyorsa penaltı değeri kullanılmaz

2. Prosesin Bozulması ya da Tasfiye Arızası	0,30	0,3	Proses ekipmanı ya da proses depolama tankları yanıcı aralıkta ya da yakınlarında ise penaltı değeri 0,30 dur.
3. Her zaman Alevlenebilirlik Aralığında Olan	0,80	0,8	Proses ya da operasyon normal olarak yanıcı aralıkta ya da yakınlarında ise penaltı değeri 0,80 dir.
D. Toz Patlaması	0,25 to 2,00	0	
E. Basınç (Denklem veya çizelge)	0,16 to 1,50	1,5	Operasyon basıncı 1 bar üzerinde olduğundan (Operasyon Basıncı 18 bar = 261,067 psig) çizelgeden yararlanarak penaltı değeri 1,5 olarak belirlenmiştir.
F. Düşük Sıcaklık	0,00 to 0.30	0	Herhangi düşük sıcaklık durumu yok ise penaltı değeri uygulanmaz.
G. Alevlenebilir/Stabil Olmayan Maddelerin Miktarı	0,12 to 4,00		
1.Proseste Sıvılar ya da Gazlar (Denklem veya grafik)		1,13	Proseste kullanılan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre denklemden yararlanılarak hesaplanır. Metan için denklemden yararlanırsak, proses debisi 12.511,2 kg /sa Metan ve 10700 Hc Kcal/Kg olmak üzere hesaplanan penaltı değeri 1,13'dur.
2.Depolamadaki Sıvılar ya da Gazlar (Denklem veya grafik)		0	Depolanan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre denklemden yararlanılarak hesaplanır.
3.Depolamadaki Yanıcı Katılar, Proseste Toz (Denklem veya grafik)		0	Depolanan yanıcı katı - toz miktarına göre denklemden yararlanılarak pnaltı değeri hesaplanır.
H. Korozyon ve Erozyon	0,10 to 0,75	0	Eğer korozyonu önlemek için kaplama gerekli ise penaltı değeri 0,20 dir. Ancak korozyonu önlemek boyama ile basit olarak sağlanıyor ise herhangi bir penaltı değeri alınmaz.
I. Sızıntı- Bağlantılar ve Paketleme	0,10 to 1,50	0,3	Proseste düzenli olarak pompalarda, kompresörlerde ya da flanşlarda sızıntı yaşandığı biliniyor ise penaltı değeri 0,30 dur.
J. Isıtılmış Ekipman Kullanımı		0	Kapsam dışı
K. Kızgın Yağ Isı Değişim Sistemi	0,15 to 1,15	0	Kapsam dışı
L. Hareketli Dönen Ekipman	0,5	0	Herhangi bir dönen ekipman mevcut değil ise penaltı değeri uygulanmaz.
Özel Proses Tehlike Faktörü (F2)		5,23	
Proses Ünitesi Tehlike Faktörü (F1 x F2) = F3		10,785	
Yangın ve Patlama İndeksi (F3 x MF)		203	Tehlike Derecesi: Şiddetli

Proses Ünitesinde Bulunan Ürünler: Hidrojen			Proses Ünitesi: Hidrojen Ünitesi
Operasyon Durumu	__Tasarım	__Devreye Alma	_X_ Normal Operasyon __Kapatma
Malzeme Faktörü	21		
1. Genel Proses Tehlikesi	Penaltı Faktörü Aralığı	Kullanılan Penaltı Faktörü	Penaltı Seçimi
Temel Faktör	1	1	Temel faktör doğrudan hesaba dahil edilir.
A. Egzotermik Kimyasal Reaksiyonlar	0,30 to 1,25	1,25	Şiddetli oldukça tehlikeli egzotermik reaksiyonlar 1,25 penaltı gerektirir
B. Endotermik Kimyasal Reaksiyonlar	0,20 to 0,40	0,2	Isıl bozunma veya parçalanma, elektrikli veya uzaktan kontrol edilen gaz ısıtıcısı için penaltı değeri 0,20'dir.
C. Madde Elleçlenmesi ve Transferi	0,25 to 1,05	0,85	Kimyasalın yanma tehlikesine göre; Nf = 4 ise penaltı değeri 0,85 tir.
D. Çevrelenmiş ya da Kapalı Alanda Bulunan Proses Üniteleri	0,25 to 0,90	0	İlgili ünite kapalı alan içerisinde değilse herhangi bir penaltı değeri alınmaz.
E. Erişim- Ulaşılabilirlik	0,20 to 0,35	0	Tüm depolama alanı 2312 m2 üzerinde ise penaltı değeri 0,35 tir. Açık alanda ise penaltı uygulanmaz.
F. Drenaj ve Döküntü Kontrolü	0,25 to 0,50	0	Kapsam dışı.
Genel Proses Tehlike Faktörü (F1)		2,95	
2. Özel Proses Tehlikesi	Penaltı Faktörü Aralığı	Kullanılan Penaltı Faktörü	Açıklamalar
Temel Faktör	1	1	Temel faktör doğrudan hesaba dahil edilir.
A. Kullanılan Materyalin Toksisitesi	0,20 to 0,80	0,2	NH = 1 ise penaltı değeri 0,20 dir.
B. Vakum Basıncı (<500 mm Hg)	0,5	0,5	Bu seçenekte havanın vakum sonucu proses ya da ilgili ekipman içerisine girmesi tehlike yaratır ise seçilir. Basınç 500 mm Hg altında ise penaltı değeri 0,50 dir. Basınç değeri ilgili değer üzerinde ise herhangi bir penaltı değeri uygulanmaz. Reformer içerisinde negatif basınç olduğundan 0,5 penaltı değeri belirlenmiştir.
C. Alevlenebilirlik Aralığında ya da Yakınındaki Operasyon	0,30 to 0,80		Herhangi bir inert ortam oluşturulmuyorsa penaltı değeri kullanılmaz

Çizelge 3.25 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesi İçin Hazırlanan Yangın ve Patlama İndeksi Hesabı (Devamı) [21]

1.Tank Sahası- Alevlenebilir Sıvılar	0,50	0	Kapsam dışı.
2. Prosesin Bozulması ya da Tasfiye Arızası	0,30	0,30	Proses ekipmanı ya da proses depolama tankları yanıcı aralıkta ya da yakınlarında ise penaltı değeri 0,30 dur.
3. Her Zaman Alevlenebilir Aralık'ta Olan	0,80	0,80	Doğası gereği her zaman yanıcı ya da yanıcı olan süreçler ya da operasyonlar 0.80'lik penaltı alır.
D. Toz Patlaması	0,25 to 2,00	0	Kapsam dışı.
E. Basınç	0,16 to 1,50	0,21	Operasyon Basıncı 18 bar (261,067 psig) Relief Basıncı 13,8 bar (185.456 psig) olmak üzere; Operasyon basıncı ve relief basıncı ile yanıcı gaz kullanımı çarpanı kullanılarak denklem sonucunda 0,21 olarak hesaplanmıştır.
F. Düşük Sıcaklık (Denklem veya çizelge)	0,00 to 0,30	0	Herhangi düşük sıcaklık durumu yok ise penaltı değeri uygulanmaz.
G. Alevlenebilir/Stabil Olmayan Maddelerin Miktarı	0,12 to 4,00	1,57	Proseste kullanılan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre denklemden yararlanılarak hesaplanır.Hidrojen için denklemden yararlanırsak, proses debisi 10.000 kg /sa Hihdrojen ve 28700 Hc Kcal/Kg olmak üzere hesaplanan penaltı değeri 1,57'dir.
1.Prosesteeki Sıvılar ya da Gazlar (Grafikten okuma yapılır)		0	Proseste kullanılan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre Şekil 8'de bulunan grafikten okuma yapılarak penaltı değeri belirlenir.
2.Depolamadaki Sıvılar ya da Gazlar		0	Depolanan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre denklemden yararlanılarak hesaplanır.
3.Depolamadaki Yanıcı Katılar, Prosesteeki Toz (Grafikten okuma yapılır)		0	Depolanan yanıcı sıvı ya da gazın miktarına göre denklemden yararlanılarak hesaplanır.
H. Korozyon ve Erozyon (Grafikten okuma yapılır)	0,10 to 0,75	0,2	Eğer korozyonu önlemek için kaplama gerekli ise penaltı değeri 0,20 dir..
I. Sızıntı - Bağlantılar ve Paketleme	0,10 to 1.50	0,3	Proseste düzenli olarak pompalarda, kompresörlerde ya da flanşlarda sızıntı yaşandığı biliniyor ise penaltı değeri 0,30 dur.
J. Isıtılmış Ekipman Kullanımı		0	Kapsam dışı
K. Kızgın Yağ Isı Değişim Sistemi	0,15 to 1,15	0	Kapsam dışı
L. Hareketli Dönen Ekipman	0,5	0	Herhangi bir dönen ekipman mevcut değil ise penaltı değeri uygulanmaz.
Özel Proses Tehlike Faktörü (F2)		5,08	
Proses Ünitesi Tehlike Faktörü (F1 x F2) = F3		14,986	
Yangın ve Patlama İndeksi (F3 x MF)		315	Tehlike Derecesi: Şiddetli

3.10 Çevresel Risk Değerlendirmesi Metodu

Çevresel risk değerlendirmesi, işyerinde mevcut olan emniyet ya da çevresel tehlike türü, kuruluş ve çevresindeki popülasyonlar ve toplumsal risk faktörüne göre belirlenir.

3.10.1 Temel Kuruluş Tehlikeleri (S1 & E1)

COMAH regülasyonunca uyarınca yayınlanan bu yaklaşım mevcut kuruluş tehlikelerini; tehlikeli – kirlетici madde türü, proses / faaliyet türü ve büyük bir kazadan potansiyel olarak etkilecek insan sayısına göre belirler. Yaklaşım aynı zamanda bölgesel habitat-doğal çevrenin duyarlılığını veya diğer hassas çevresel reseptörlere giden herhangi bir yolun varlığını da hesaba katar. Kuruluşa, ana aktiviteyi tanımlayan bir taban puan verilir ve bu, yerel nüfusun yoğunluğunu yansıtan bir faktörle çarpılır. Kuruluşun yüksek bir toplumsal risk arz ettiği durumlarda, başka bir çarpan faktör daha ortaya çıkar. (İtibar kaybı, tedarikçi kaybı riski gibi) Çevresel doğal tehlike sınıflandırması "kirlilik taşıyım yolu" ve "duyarlılık- hassasiyet" faktörlerinin çarpımı ile hesaplanır [22].

Çizelge 3.26 Yanıcı - Patlayıcı Kimyasallar İçin Emniyet ve Çevre Faktörleri [22]

Patlayıcı Kimyasallar İçin S1 (emniyet) ve E1 (çevre) faktörleri			Yanıcı Kimyasallar İçin S1 (emniyet) ve E1 (çevre) faktörleri		
Proses / Faaliyet Türü	S1 Skoru	E1 Skoru	Proses / Faaliyet Türü	S1 Skoru	E1 Skoru
Tehlike tipi 1&2 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – orta/yüksek risk	16	1	Rafinasyon dahil olmak üzere petrokimyasal işleme	8	9
Tehlike tipi 1&2 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – düşük risk	12	1	Gaz terminali olan işletmeler, kıyı şeridinde olanlar dahil	6	7
Tehlike tipi 3 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – orta/yüksek risk	13	1	Likit Oksijen Üretimi	6	2
Tehlike tipi 3 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – düşük risk	8	1	Yerlatı LNG depolama	5	
Tehlike tipi 4 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – orta/yüksek risk	10	1	LNG depolama re - veporasyon	5	3
Tehlike tipi 4 olan patlayıcı kimyasalların prosesi – düşük risk	5	1	Yüksek basınçlı gaz depolama	4	3
Amonyum Nitrat karıştırma / proste kullanma – orta/yüksek risk (CEMHD: Kimyasallar, Patlayıcılar ve Mikrobiyolojik Riskler Bölümü 7)	8	5	Kimyasal üretimi – prosesinde yanıcı kimyasal kullanan işletmeler	4	1

Çizelge 3.26 Yanıcı - Patlayıcı Kimyasallar İçin Emniyet ve Çevre Faktörleri (Devamı) [22]

Amonyum Nitrat karıştırma / proste kullanma – düşük risk (CEMHD: Kimyasallar, Patlayıcılar ve Mikrobiyolojik Riskler Bölümü 7)	3	5	Yanıcı sıvıların depolanması ile kimyasal üretim sahaları	3	1
Amonyum Nitrat karıştırma / proste kullanma (CEMHD: Kimyasallar, Patlayıcılar ve Mikrobiyolojik Riskler Bölümü 1 – 3)	7	5	Yüksek miktarlarda yakıt depolama	3	6
Tehlike tipi 1&2 olan patlayıcı kimyasalları depolama- orta / yüksek risk	9	1	Peroksit üretimi	3	8
Tehlike tipi 1&2 olan patlayıcı kimyasalları depolama- düşük risk	4	1	Toprak altı – deniz içi boşluklarda gaz depolanması	4	7
Tehlike tipi 3 olan patlayıcı kimyasalları depolama- orta/yüksek risk	8	1	LPG dolum tesisleri	4	4
Tehlike tipi 3 olan patlayıcı kimyasalları depolama – düşük risk	3	1	Yüksek miktarlarda LPG depolama ve iletim işletmeleri	3	1
Tehlike tipi 4 olan patlayıcı kimyasalları depolama – orta/yüksek risk	7	1	Basit gaz depolama tesisleri	3	1
Tehlike tipi 4 olan patlayıcı kimyasalları depolama – düşük risk	2	1	Silindirik tanklarda LPG depolama	1	1
Amonyum Nitrat depolama – orta/yüksek risk	8	5	Alkol gibi uçucu kimyasalların olgunlaştırıldığı tesisler	1	3
Amonyum Nitrat depolama – düşük risk	2	5			

Çizelge 3.27 Toksik ve Diğer Kimyasallar İçin Emniyet ve Çevre Faktörleri [22]

Toksik Kimyasallar İçin S1 (emniyet) ve E1 (çevre) faktörleri			Diğer Kimyasallar İçin S1 (emniyet) ve E1 (çevre) faktörleri		
Proses / Faaliyet Türü	S1 Skoru	E1 Skoru	Proses / Faaliyet Türü	S1 Skoru	E1 Skoru
Sıvılaştırılmış zehirli gazların imalatı	10	9	Elektrik santralleri	2	2
Sıvılaştırılmış zehirli gazların depolanması ile kimyasal üretim sahaları	8	8	Çelik üretimi	2	5
Su arıtma – yüksek miktarlarda sürekli klor kullanımı	6	5	Alüminyum ergitme	2	5
Su arıtma – kesikli klor kullanımı	4	3	SO ₃ işletmeleri	3	2
Zehirli kimyasalların depolanması	5	9	Biyoyakıt üretimi	3	8
Silindirik tanklarda zehirli kimyasalların kullanımı	3	9	Diğer işletmeler	2	2
Tehlikeli madde deposu (Ambalajlı ürünler- aerosol yok)	3	8			
Tehlikeli madde deposu (Ambalajlı ürünler – aerosol var)	3	3			

Çizelge 3.28 Nüfus- Popülasyon Faktörü (S2) [22]

Nüfus (Etkilenecek potansiyel kişi sayısı)	Skor
Yoğun Nüfus: Kişi Sayısı> 1000	16
Orta Nüfus: 1000> Kişi Sayısı> 50	8
Düşük Nüfus: Kişi Sayısı <50	4

Çizelge 3.29 Sosyal Risk Faktörü (S3) [22]

Sosyal Risk Değerlendirmesi	Skor
Sosyal açıdan risk kaygısı olan kuruluşlar (toplum sağlığını etkileyebilecek, itibar riskleri oluşturabilecek kuruluşlar için)	2

Çizelge 3.30 Hassasiyet Faktörü (E2) [22]

Alıcı Ortamın Hassasiyetinin Değerlendirilmesi	Skor
Hassasiyet yok	1
Hassas reseptör (yerel ortam belirlenmemiş)	2
Hassas reseptör (bilimsel olarak özel öneme sahip görülen ve bu nedenle girişin kısıtlandığı alanlar)	3
Son derece hassas reseptör (yeraltı suyu, nehir, göl doğal habitatlar ve yabani fauna ve flora vb)	4

Çizelge 3.31 Kirlilik Taşınım Yolu Faktörü (E3) [22]

Kaynak ile Alıcı Ortam Arasındaki Kirlilik Taşınım Yolunun Değerlendirilmesi	Skor
Net olarak tanımlanabilen bir kontaminsayon yolu yoksa	1
Bellirgin bir şekilde, direkt ya da endirekt bir kirliliğin kontaminasyon- taşınım yolu ispatlanabiliyorsa	2

Çizelge 3.32 Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Alıcı Ortama Göre Ayrılması [22]

HİÇBİR çevresel hassasiyet yok	Hassas alıcı ortam, resmi olarak tanımlanmamış	Hassas alıcı ortam, resmi olarak belirlenmiş	Yüksek hassasiyete sahip alıcı ortam
HİÇBİR çevresel alıcı ortamın olmadığı, kontaminasyon ihtimali olmayan alanlar; Operatörler tarafından kapsam ve şiddet analizleri etki alanının daha büyük olduğunu öne sürmedikçe varsayılan değer 10 km ² alandır.	Yerel Tarım arazisi de dahil olmak üzere resmi makamlarca belirlenmemiş çevresel alıcı ortamlar	Habitat: Bilimsel araştırmalar için ayrılmış – tanımlanmış alanlar, Olağanüstü doğal güzellik alanları, Yerel doğa rezervleri, tabiat parkları Yeraltı Suları: Birincil / Sekonder Akiferler Yüzeysel Sular: İyi koşullara sahip ekolojik su kütlesi Soyutlanmış Yüzeysel Sular: Özel olarak soyutlanmış yüzeysel sular, baraj, yapay gölet vb.	Uluslararası Düzeyde Tanımlanmış: Ramsar, SAC veya SPA gibi son derece hassas / nadir türler içeren alanlar Yeraltı kaynak suları (içilebilir) İçilebilir su kaynakları (soyutlanmış) Yüzeysel su kaynakları: Yüksek ekolojik koruma statüsünde (koruma bantları) olan su kütleleri Soyutlanmış Yüzeysel Sular: Şehir içi su temini için ayrılan kaynaklar
Habitatların ve türlerin hassasiyetleri hem depolanan tehlikeli maddelere hem de potansiyel büyük kaza tehlikelerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.			

Çizelge 3.33 Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Taşınım Türüne Göre Ayrılması [22]

Göz önünde bulundurulması gereken kirlilik taşınım yolları	Tanımlama
Direkt Taşınım	Yüzeysel su drenaj sistemleri ile kontrollü alanlara doğrudan deşarj. Yeraltı sularına doğrudan deşarj. Gazlar, tozlar ve duman emisyonlarının salınımlarının direkt taşınımı.
Dolaylı Taşınım	Tesis dışına kanalizasyon ve pis su arıtma sistemleri aracılığı deşarj yapma, boşaltma. Toprağa boşaltma

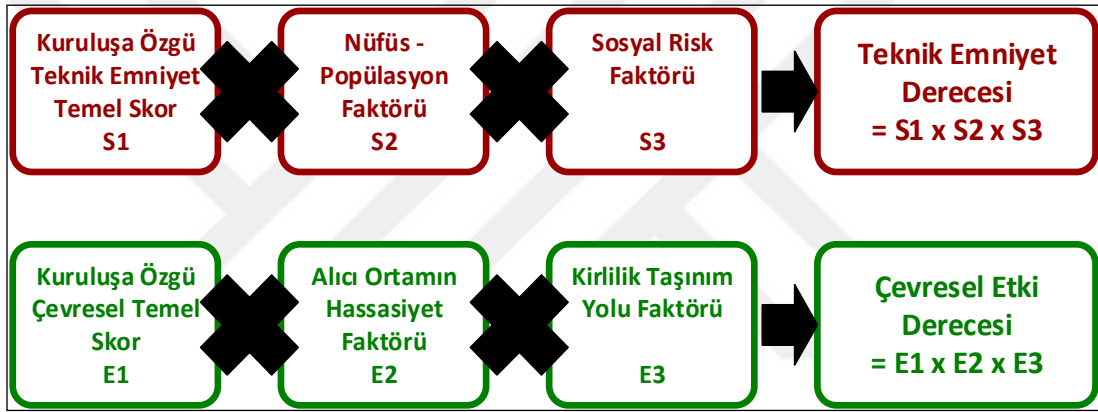
Çizelge 3.34 Hassasiyet Ve Kirlilik Taşınım Yolları Faktörlerinin Puanlama Rehberi [22]

Tehlike Tipi	Kuruluş/Proses Tipi	Çevresel Tehlike Puanı
Yukarıdaki tablolarda adı geçmeyen sektörler için genel klavuz tablodur.	E1 & E21 nin kümülatif etkisinin üst sınır değeri aştığı işletmeler	8
	E1 & E21 nin kümülatif etkisinin alt sınır değeri aştığı işletmeler	7
	Çevresel felaket riski olan diğer işletmeler (E1 veya E2 tehlikeleri olmayan)	6
	Çevresel felaket riski olmayan işletmeler	1

3.10.2 Sistemin Kendisinde Bulunan Emniyet Ve Çevresel Tehlikelerin Sınıflandırılması

COMAH İşletmecilerine aşağıdaki gibi güvenlik ve çevresel içsel tehlike sınıfları atanır:

- endüstri sektörü, tehlikeli madde grubu veya faaliyet için doğabilecek tehlikeye uygun temel puanın belirlenmesi;
- uygun popülasyonu ve toplumsal risk düzenleyicilerini atayın;
- Güvenlik puanı sınıflandırması sağlamak için taban puanını, nüfus ve sosyal risk faktörü ile çarpın;
- uygun çevresel hassasiyet ve yol değiştiricileri atayın; ve
- Çevresel tehlike sınıflandırması sağlamak için temel puanı, çevresel hassiyet ve kirlilik taşıyım yolu faktörleri ile çarpın.



Şekil 3.10 Güvenlik ve Çevresel Sınıflandırmanın Hesaplanması [22]

3.10.3 Değerlendirme Matrisi

Risk değerlendirmesinin sonucunda teknik emniyet ve çevresel risk seviyesi yukarıdaki formül ile hesaplanır. Çarpımın sonucunda teknik emniyet ve çevresel tehlikeler ayrı ayrı sıralanır ve her puan bir tehlike bandına atanır;

Çizelge 3.35 Çevresel ve Teknik Emniyet Değerlendirme Skalaları [22]

Teknik Emniyet Değerlendirme Skalası		Çevresel Etki Değerlendirme Skalası	
Çarpım ≥ 50	A	Çarpım ≥ 64	A
$49 > \text{Çarpım} \geq 30$	B	$63 > \text{Çarpım} \geq 40$	B
$29 > \text{Çarpım} \geq 20$	C	$39 > \text{Çarpım} \geq 10$	C
Çarpım < 20	D	Çarpım < 10	D

3.11 Çevresel Risk Değerlendirme Uygulaması

Uygulama örneğinde ikinci bölümde yer alan petro – kimya suni deri imalatına dair ele alınan kimyasal risk değerlendirmesinde çevresel açıdan en yüksek riske sahip çıkan kimyasal ele alınacaktır.

3.11.1 Tesis Özellikleri ve Uygulamaya Ait Datalar

Kuruluştaki Çalışan Sayısı ve Vardiya Sayısı

Suni Deri İmalat tesisinde toplam 93 personel çalışmakta olup detayları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 3.36 İşletmede Çalışanların Bölüm ve Vardiya Bazlı Dağılımı

Bölüm Bazlı		Özel Risk Grubuna Göre	
Kaplama	30	Kadın Çalışan	9
Kimyahane	15	Erkek Çalışan	84
Kesim	6	Engelli	2
Depo - Sevkiyat	6	Yabancı Uyruklu	0
Empirme Makinesi	6	18 Yaş Altı	0
Gofraj Makineleri	6	Toplam	93
Kurutma Makineleri	3		
Meydancı	3		
Makine- Bakım	4	Vardiya Bazlı	
Yemekhane	4	08:00 - 18:00	4
Muhasebe	2	08:00 - 16:00	33
Personel Özlük	2	16:00 - 00:00	33
Arge- Laboratuvar	6	00:00 - 08:00	23
Toplam	93	Toplam	93

Genel Konum- Kuruluşun Koordinat Bilgileri

Tekirdağ ili, Çorlu ilçesinde yer alan İşletme ait koordinat bilgileri aşağıdaki çizelgede verilmiş olup, kuruluşun konumunu gösteren uydu fotoğrafı ise şekilde sunulmuştur.

Çizelge 3.37 Kuruluşun Koordinat Bilgileri

Nokta	Koordinat Bilgileri	
Suni Deri Tesisi	41°13'33.71"N	27°43'24.41"E



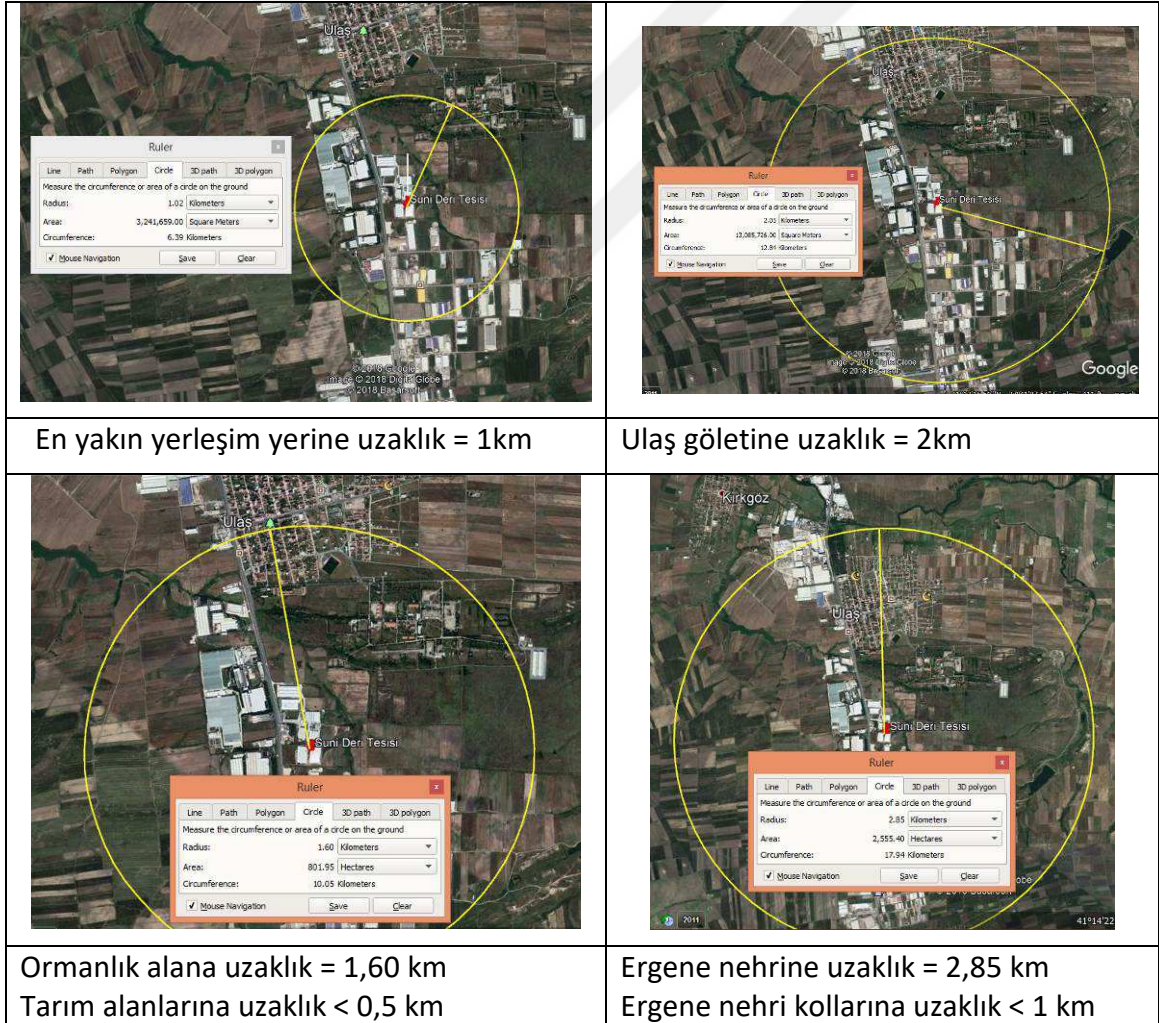
Şekil 3.11 Kuruluş Uydu Fotoğrafı

Kuruluşun Yakın Çevresinde Bulunan Riskli Alanlar Hakkında Bilgi

Büyük kaza tehlikesi açısından, kuruluşun yakın çevresi olarak tesis merkez olmak üzere 3 km yarıçaplı alan değerlendirilmiştir. Suni deri fabrikası Tekirdağ ili Çorlu ilçesi Ulaş mevkiinde yer almakta olup kuruluşun harita bilgisi aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Tesisin konumu incelendiğinde, tesis yakınında liman, rıhtım, demiryolu sistemi, havalimanı ve benzeri sistemler bulunmamaktadır.

Suni deri fabrikasının 3 km' lik alanda:

- Ulaş Mahallesi,
- Çamlık Mahallesi,
- Benzin İstasyonu,
- Ulaş Sanayi Bölgesi (Tekstil – İlaç – Kimya – Otomotiv – Geridönüşüm vb.)
- Ulaş Göleti (290.000 m3),
- Ergene Deresi,
- Tarım Alanları, bulunmakta olup aşağıdaki haritalarda gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Kuruluşun Yakın Çevresinde Bulunan Riskli Alanlar

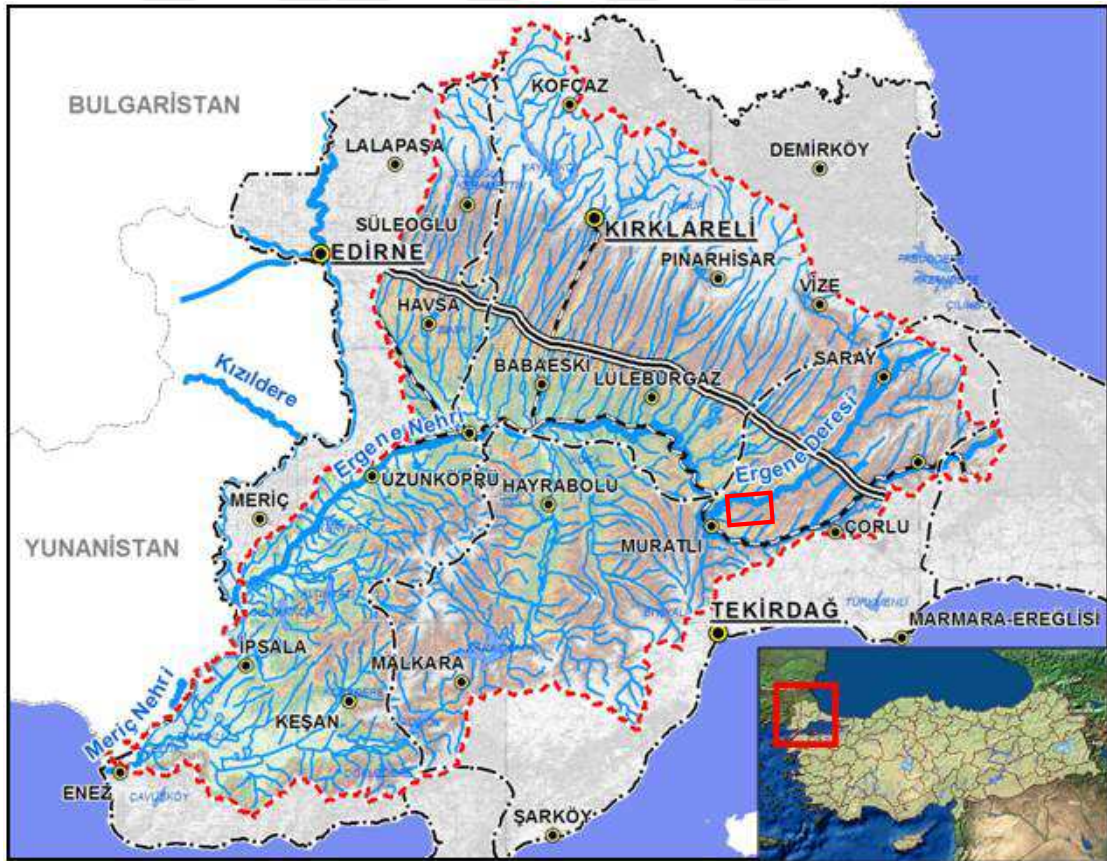
Kuruluşun Bulunduğu Yerleşim Birimindeki Sabit Nüfus

Çizelge 3.38 Tekirdağ İli ve Çorlu İlçesi İçin Toplam Yerleşik Nüfus Sayıları [23],[24]

	Toplam Nüfus	Erkek	Kadın
Tekirdağ	1.005.463	516.496	488.967
Çorlu	260.437	133.387	127.050
Ergene	60.881	31.431	29.450
Ulaş	5.682	2.989	2.693

Akarsular, Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar

Ergene Havzasının, toplam alanı 12.438,2 km² olup, nehir uzunluğu 283 km ve toplam su potansiyeli, yılda 1,71 milyar m³ dür. (%78'i yer üstüsu- %22'si yer altısu yudur.) [25]



Şekil 3.13 Ergene Su Havzası [25]



Şekil 3.14 Ergene Su Havzası İçerisinde Tesisin Konum Detayı [26]

3.11.2 Yayılım Senaryosu

Temel Senaryo: Kimyasal silolarından kontrolsüz yayılım

Tehlikeli Kimyasal: Dioctyl phthalate (DOP)

Kirletici Kaynağı: 5 tonluk 3 dikey silindirik tank

Sahadaki Uygunsuzluklar: Taşkan havuzu olmaması, tank çevresinde geçirimsiz taban, drenaj ve altyapı sistemi bulunmaması, tankerlerle manuel dolum yapılması, alanın forklift – vinç – kamyon vb. araç trafiğine açık olması.

Kirlilik Taşınım Yolları: Yüzeysel su drenaj sistemleri, yeraltı suları, toprak

Ergene Alıcı Ortam: Ergene Havzası



Şekil 3.15 Yayılım Senaryosunun Temsili Olarak Gösterimi [27]

3.11.3 Çevresel Risk Değerlendirme Hesabı

$$\sum S = S1 \times S2 \times S3 = \quad (3.8)$$

5 (Zehirli kimyasalların depolanması) x 16 (Yoğun Nüfus: Kişi Sayısı> 1000) x

1 (Sosyal açıdan risk kaygısı olmayan kuruluşlar) = 80, teknik emniyet risk sınıfı **A** bandındadır.

$$\sum E = E1 \times E2 \times E3 = \quad (3.9)$$

9 (Zehirli kimyasalların depolanması) x 4 (Son derece hassas reseptör) x 2 (Bellirgin bir şekilde, direkt yada endirekt bir kirliliğin kontaminasyon- taşınım yolu ispatlanabiliyorsa) = 72, çevresel etki risk sınıfı **A** bandındadır.

Ek- D' de Dioctyl phthalate (DOP) Malzeme Güvenlik Bilgi Formu Özeti sunulmuştur.

KAZA SENARYOLARININ BELİRLENMESİ-PAPYON (BOW-TİE)

DİYAGRAMLARININ OLUŞTURULMASI

Risk değerlendirmeleri sonucunda belirlenen tehlikeli- kritik ekipman/proseslerin belirlenmesinin ardından İkinci adımda, muhtemel kritik olayların listesi oluşturulur. Sonrasında her bir kritik ekipman/proses için en temel neden ve en temel sonucun olduğu hata- olay ağaçları oluşturulur. İlk aşamada hedeflenen; tehlikelerin ve tetikleyici olayların tanımlanması, tehlikeler ile tetikleyici olayların eşleştirilerek karmaşık sistemlerin çözümlenebilmesini ve kolayca algılanabilmesini sağlayacak ham iskelet diyagramın (ilkel, eskiz diyagram) çıkarılmasıdır.

Sonraki adımda, oluşturulan temel/basit papyon diyagramlarına, kritik olayı tetikleyebilecek farklı tehlikeler, mevcut ya da eklenebilecek güvenlik bariyerleri, arıza – işletim – insan hataları vb. riskler, kritik olayın doğurabileceği potansiyel zararların- etkiler ile diğer tüm dataların diyagrama işlenmesi sağlanır, böylece elde edilen bilgilerden neden-sonuç modeli yani senaryolar oluşturulabilir.

4.1 Basit Sebep- Sonuç Modelinin Geliştirilmesi

Bu modelde ortada tetikleyici olay, solunda hatalar zinciri (hata ağacı) ve sağında sonuçlar zincirinin (olay ağacı) bulunduğu papyon diyagramlarının (bow- tie) kullanımına dayanır.

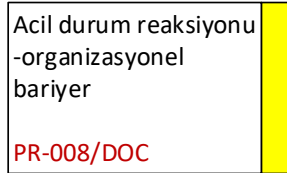
Papyon diyagramının merkezinde tetikleyici (kritik) olay kırmızı harelî daire ile, alt kısmı sarı- siyah 45 derecelik çizgilerle işaretlenmiş kutular tehditleri, alt kısmı kırmızı- siyah

gösterildiği gibi, ilgili ikincil bariyerler ile eşleştirilmesi gereken birkaç olası bariyer çökme/dağılma modu olabilir. Bariyer çökme/dağılma moduna öncelikle yönetimsel ve organizasyonel eksikliklerin neden olduğu unutulmamalıdır.

Bu yaklaşımın amacı, ilgili bariyerlerin çökme/dağılma modlarının değerlendirilerek, tanımlı tehlikelere karşı tesisin yönetim ve organizasyonu ile ilişkili ikincil bariyerlerin tanımlanmasıdır.

Eğer bu yaklaşım nicel risk değerlendirmesine, hata – olay ağacı içerisinde uygulanacak (papyon diyagramları dönüştürülerek) ise organizasyon ve yönetim faktörlerine ilişkin hataların değerlendirilmesi problemi ortaya çıkacaktır. Bunun nedeni çok basittir aslında çünkü insan ve organizasyonel hatalar için somut- objektif veriler ortaya konulamaz. Dolayısıyla, derecelendirme ve miktar tayini uzman görüşlerine, değerlendirmesine bağlı olarak görecelidir.

Öte yandan papyon diyagramı yaklaşımında, hataların kökeninde yatan nedenleri önlemeye yönelik aksiyon planlarına ve prosedürlere atıf yapma imkânı da vardır. Örneğin Acil Durum Eylem Planı (Prosedür) doküman numarası, sarı dikey kalın bar ile işaretli bariyerin altına işlenerek gösterilebilir.



Şekil 4.2 Prosedür Detayının Bariyer İle İlişkilendirilmesi

4.2.1 Hata/Arıza Türleri

Genel olarak hata türleri insan hataları ve arıza/bozulma olarak iki şekilde görülür;

Aktif arızalar/hatalar, etkileri hemen ortaya çıkabilecek ve doğrudan sistemi etkileyen durumlardır. Örneğin; tehlikeli kimyasalların serbest bırakılması/dökülmesine sebep olacak kontaminasyon arızaları veya operatörün tehlikeli kimyasal salınımı tespit edememesi, manuel olarak sistemi kapatmaması vb.

Pasif hatalar / arızalar, oluşumu ve etkilerinin ortaya çıkışı zamanla birbirinden ayrılır. Örneğin yetersiz tasarım, yetersiz bakım, yetersiz eğitim ve denetim, uygun olmayan prosedürler vb. içeren hata/arıza sebepleri "gizli koşullar" olarak adlandırılır.

Pasif hatalar / arızalar sistemde saklı kalabilir ve gerçekleşmesi için bir tetikleyici olaya ihtiyaç duyabilir. Burada ki tetikleyici olay genellikle birkaç hatanın kombinasyonu ya da birkaç savunma mekanizmasını aşmayı başarabilen dış faktörler sonucu oluşur.

4.2.1.1 Hata- Arızaların Sebepleri

Hataların ve önleyici mekanizmaların doğrudan ve altta yatan nedenleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Söz konusu tablo özellikle, kimya, petrol, ağır sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde, insan ve sosyo – teknik hatalara bağlı olarak ortaya çıkan 500 kazanın incelenerek sınıflandırılması ile ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 4.1 Kazaların Kök Nedenleri ve Koruyucu Mekanizmaları [5]

Kazaların Doğrudan Sebepleri	Kazaların Temel veya Kök Nedenleri	Koruyucu Mekanizmalar
Korozyon	Doğal sebepler	Önlenemez
Erozyon	Tasarım	Tehlike işletilebilirlik çalışması
Vibrasyon	İmalat/montaj	İnsan faktörleri incelemesi
Kusurlu boru veya ekipman	İnşaa etme- kurulum	Görev kontrolü- testi
Harici yükleme	Normal operasyon sırasında	Rutin kontrol – test
Çarpma	Bakım- onarım	Kurtarma – önleme yönetimi
Aşırı basınç	Kaynağı bilinmeyen	bilinmeyen
Sıcaklık	Sabotaj	
Yalınış ekipman	Domino etkisi	
Operatör hatası		
Bilinmeyen-Diğer		

Bu üçlü düzeyde ele alınan yaklaşım içerisinde saklı kalmış koşulları 11 genel hata tipine ayırabiliriz;

- Donanım – teknoloji
- Tasarım
- Bakım – onarım yönetimi
- Prosedür – dokümantasyon

- Uygulama hatalarına bağlı koşullar
- İç düzen – temizlik
- Uyumsuz – birbiri ile bağdaşmayan amaçlar/hedefler
- Organizasyon
- İletişim
- Eğitim
- Savunma – önlem alma

Bu üçlü yapı, esas olarak teknik- emniyet sistemindeki eksiklikleri değerlendiren bir denetim veya değerlendirme aracı olarak tasarlanmıştır. Mevcut genel arıza türlerinin seviyesi, bir sistemin "emniyet -sistem güvenliği" seviyesi olarak yorumlanabilir.

Çizelge 4.2 Kazaların Doğrudan Sebepleri ve Kök Nedenleri [5]

Kazaların Doğrudan Nedenleri	Kazaların Temel veya Kök Sebepleri
Korozyon (içten)	Yetersiz tasarım
Korozyon (dıştan)	Yanlış malzeme spesifikasyonu / kullanımı
Aşınma- erezyon	Hatalı ekipman spesifikasyonu / kullanımı
Harici yükleme	Hatalı kurulum
Çarpma	Hatalı devreye alma
Yüksek basınç	Tasarım değişiklikleri/hasar/eklentiler
Titreşim	Yetersiz test
Malzeme yorulması	Yetersiz bakım
Sıcaklık	Yetersiz denetim
Yapısal kusur	Yetersiz plan/kriter
Malzeme hatası / bozulması	Yetersiz prosedürler
Arızalı ekipman	Yetersiz uygunluk/aksiyon takibi
Bilinçli operatör hatası	Yetersiz gözetim/denetim
Operatör hatası	Yetersiz görev tanımlamaları
Prosedür ihlali	Yetersiz eğitim / yetkinlik
Prosedürün takip edilmemesi	Yetersiz iletişim
Bakım – onarım sırasında yapılan hata	Yeni personel atama/personel darboğazı
	Güvenlik kültürünün eksikliği
	Aşırı iş yükü
	Güncel olmayan bilgiler/veriler
	Kural ihlali
	Dikkat azalması
	Zaman baskısı, dış baskı, ekonomik kaygı.

4.2.2 Hatalara Sosyo – Teknik Yaklaşım

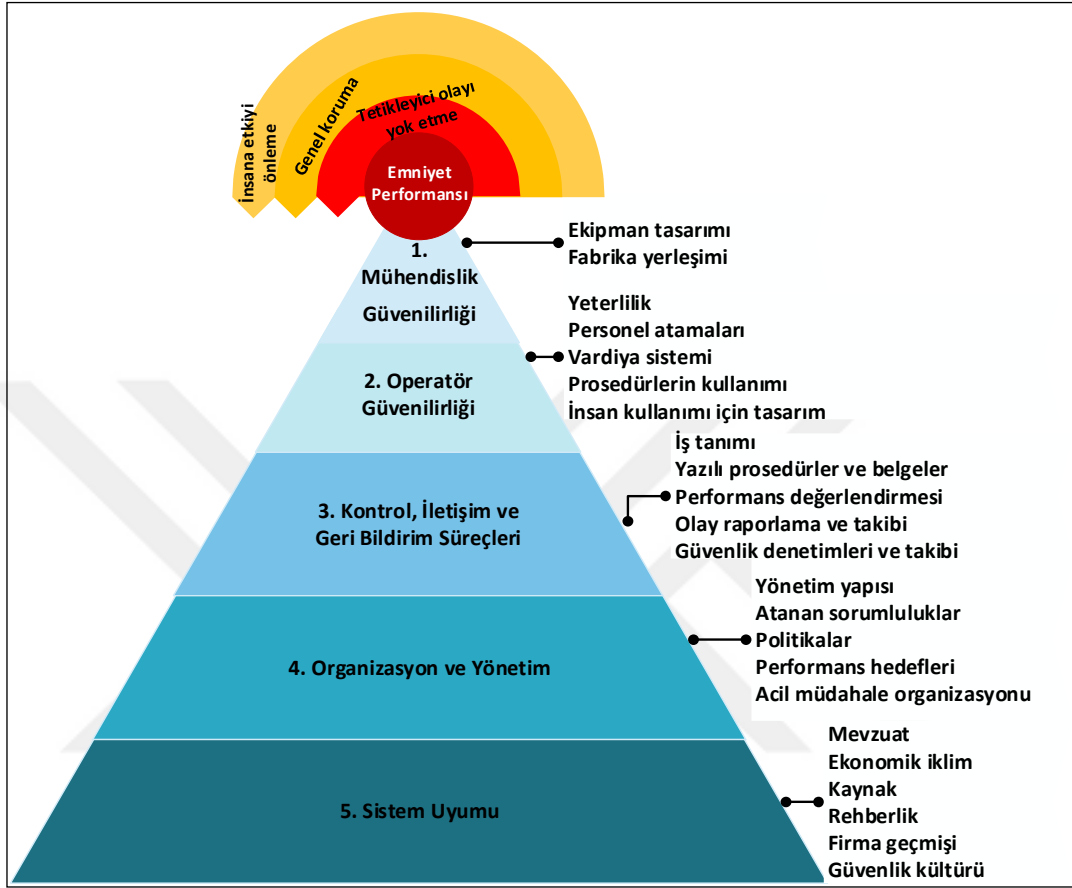
Hatalara genel yaklaşım açısından iki ana unsur aşağıda sunulmuştur;

- Hataları önleme ve koruma potansiyeline sahip bariyerlerin belirlenmesini kolaylaştırma
- Bariyer çökme – etkinliğini yitirme modlarını tanımlamak ve bariyerin çökme veya etkinliğini yitirme durumunu engelleyecek ikincil bariyerler türlerini göz önünde bulundurma

Bu temel yaklaşımda, endüstriyel sistemlerdeki insan, yönetim ve organizasyonel hataların analizi, tahmini ve azaltılması için uygulanan başlıca adımlar şunlardır:

- Geleneksel emniyet mühendisliği; kazalara neden olan insan faktörlerine odaklanır ve riskin azaltılması için davranış değişikliklerinin önemine vurgu yapar. Davranışsal değişiklik ise motivasyon, eğitim – bilinç kazandırma veya ceza yoluyla sağlanabilir.
- Beşerî bilimler, mühendislik ve ergonomi bilimi; insanın yetenekleri ile proses, makine, işleyiş, zaman baskısı vb. sistem taleplerine bağlı olarak gerçekleşen insan hataları arasındaki uyumsuzluklara odaklanmaktadır. Dolayısıyla risk azaltma tedbirleri, işyeri ve işin tasarımı, insan anatomisi – makine tasarımının uyumu, makine arayüzü – kumanda sistemlerinin anlaşılabilirliği, fiziksel çevrenin iyileştirilmesi, iş ve işleyişin insanlara net/anlaşılır aktarımı ve iş yükünün optimizasyonunu içerir.
- Bilişim – sistem mühendisliği; işin yapısını, amaçlarını, beklentilerini, kısıtlamalarını ve olası pratik çözümlerini analiz ederek gerekli proses ve teknolojiyi tasarlayarak insanın sisteme olan entegrasyonunu sağlamalıdır. Bu yaklaşım, hataların altında yatan nedenleri değerlendirmek için en kapsamlı yöntem olarak kabul edilir. Ayrıca anormal durumların planlanması ve ele alınması için de geçerlidir.
- Sosyo-teknik sistemler; endüstriyel aktivitelerin yönetimi içerisindeki, makine emniyeti ve güvenlik kültürü performansının, piyasa baskısı, yasalar, siyasi baskı, ekonomik koşullar vb. dış koşullardan etkilendiğini düşünür.

Bu model, operatör hatasını veya ekipman arızasını etkileyen birçok farklı faktörün bir sistemde farklı seviyelerde oluşabileceği kabulüne dayanmaktadır. Bu seviyeler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Sosyo – Teknik Emniyet Pramidi [5]

5. Seviye: Sistem Uyumu

Bu seviyede organizasyonun, ekonomik, yasal vb. belirli dış koşullara göre yürütülmesi söz konusudur. Organizasyon ve yönetimin, ekonomik baskı gibi üzerinde doğrudan kontrol yetkisine sahip olmadıkları dış faktörlerden etkilenebileceği unutulmamalıdır.

Her şirket, bu tür tehlikelerin farkına varabilmeli, riski yönetebilmeli ve bu gibi önemli etkileri elimine edebilecek mekanizmalara sahip olmalıdır. Açıkça anlaşılacağı üzere, bir organizasyonun kendini yenileyebilmesi için güncel rehber- kaynak ve mevzuata her an ulaşabilmeli ya da bu konuda danışmanlık almalıdır. Bir şirketin güvenlik kültürünü oluşturulabilmesi için, emniyet kavramına yaklaşım, emniyet algısı- bilinci ve bu konuda oluşturulmuş politika – şirket taahhüdü olması önemli rol oynar.

4. Seviye: Organizasyon ve yönetim

Prosedürler, standartlar, hedefler, öncelikler, planlama- programlar, stratejiler, politikalar vb. organizasyonel ve yönetsel kurgu bu seviyede oluşturulmaya çalışılır.

Bu seviye güvenlik politikasını ve hedefleri tanımlar, ayrıca organizasyonel sistemlerin, yapıların, rollerin ve sorumlulukların hem kısa hem de uzun vadede sürdürülebilmesini, sistem içerisinde yerleşebilmesini sağlar. Organizasyonel olarak öğrenme – kurum kültürünün yerleşmesi, beklenenin aksine statik – durağan bir süreç değildir.

3. Seviye: Kontrol, iletişim ve geri bildirim işlemleri

Kuruluşun emniyet hedeflerine ulaşabilmesi ve sistem gereksinimlerini karşılayabilmek için; kontrol, iletişim, koordinasyon ve geri bildirim süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca hedeflerden sapmaların olup olmadığı, hedeflerin ne oranda başarıldığı, düzeltilmesi gereken kısımların olup olmadığı gerektiğini de belirlemek gerekir. Dolayısıyla bu seviye, organizasyon içinde kontrol, iletişim, koordinasyon ve bilgi yaygınlaştırmanın yollarını ve sistem hedeflerinden sapmalara ilişkin uygun geri beslemenin edinildiği, bildirildiği ve üzerinde işlem yapıldığı süreçlerini ele alır.

2. Seviye: Operatör – Kullanıcı güvenilirliği

Bu seviye, personel yetkinlikleri ile kişiye verilen görevler arasındaki uyumu ele alır.

Personele verilen görevlerin doğru olarak yürütülebilmesi için; kodlar, prosedürler, araçlar, talimatlar, kural setleri vb. kısıtlamalara ihtiyaç duyulur. Buna ek olarak, personelin görevi yerine getirebilme kabiliyetini, kişisel faktörlerin (bilgi, beceri, tecrübe, ruh sağlığı, fiziki yeterlilik, motivasyon, vb.) direkt olarak etkileyeceği unutulmamalıdır.

Seviye 1: Yapısal ve mekanik güvenilirlik

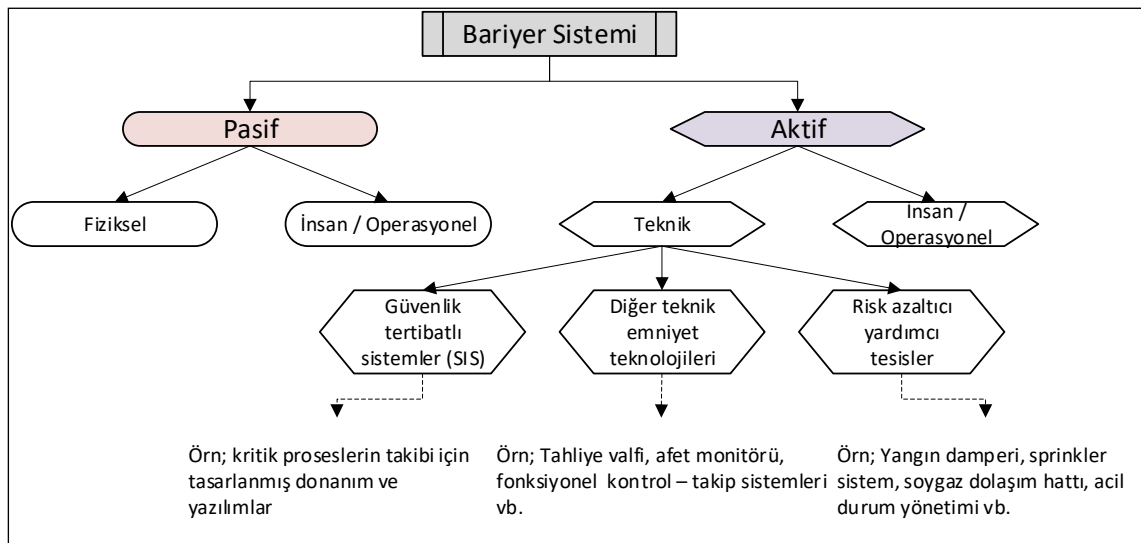
Bu seviye, tesisin veya sistemin tasarımı ve bakımı anlamına gelir. Yalnızca bakım – onarım ve/veya tasarım kaynaklı hata ele alındığında, bu hata kritik bir olayın direkt olarak başlamasına ya da bunu tetikleyecek şartların oluşmasına neden olabilir.

4.2.3 Bariyer Kural Setleri

4.2.3.1 Bariyerlerin Sınıflandırılması

Bariyerlerin tanımlanması, sınıflandırması ve performansı için iyi bir araştırma Sklet (2006) tarafından yapılmıştır. Yaygın olarak bariyerlerin sınıflandırılma ve işlevsellikleri; önlem kontrol ve risk azaltıcı şeklinde ana başlıklar altında listelenir. [5]

ARAMIS projesinde (Salvi ve Debray, 2006), dört güvenlik işlevi şu şekilde tanımlanmıştır: Kaçınma (tasarımın değiştirilmesiyle olası tüm kazaların nedenlerini bastırmak), önleme (bir olayın olasılığını azaltmak veya sonuçlarını hafifletmek), kontrol (normal ve acil durumlardan sapmalar) ve korunma (bir olayın sonuçlarına karşı koruma). Ayrıca bariyerler; fiziksel ve fiziksel olmayan (ISO17776:2000), kuvvetli ve zayıf savunma (Reason:1998), teknik veya insan faktörleri-örgütsel sistemler (Svenson, 1991) olarak sınıflandırılır. Sklet (2006) tarafından önerilen bariyer sistemlerinin sınıflandırılması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. [5]



Şekil 4.4 Güvenlik Bariyerlerinin Sınıflandırılması [5]

Genel olarak değerlendirilen ve farklı araştırmacılar tarafından aktarılan bariyerlerin sınıflandırılması, Holnagel (1999) tarafından derlenmiş ve yorumlanmıştır.

Çizelge 4.3 Bariyer Sistemleri Ve Bariyer Fonksiyonları [5]

Bariyer Sistemi	Bariyer Fonksiyonu	Örnek -Açıklama
Malzeme, fiziksel	* İçeren veya koruyan fiziksel engel; ya mevcut konumdan dışa doğru (ör., serbest salınım) ya da içe doğru (örn. nüfuz etme- yayılma) bir şeyin taşınmasını önleme * Hareket veya taşımayı kısıtlama veya önleme * Bir araya getirmek; kohezyon, esneklik, direnç kabiliyeti, dayanıklılık * Enerjiyi dağıtma, koruma, söndürme	* Duvarlar, kapılar, binalar, fiziksel erişim kısıtlayıcılar, korkuluklar, çitler, konteynırlar, tanklar, vanalar, redresörler vb. * Emniyet kemerleri, emniyet kemerleri, çitler, kafesler, kısıtlanmış fiziksel hareketler, emniyet mesafeleri (aralıklar, boşluklar), vb. * Kolay kırılmayan veya parçalanmayan bileşenler, örn. güvenlik camı. * Hava yastıkları, burkulma bölgeleri, sprinkler, yıkayıcılar, filtreler vb.
Fonksiyonel	* Hareketin veya aksiyonun önlenmesi (mekanik, ani-sert) * Hareketin veya aksiyonun önlenmesi (mantıksal / yazılımsal, yavaşça- hassas) * Engelleyici veya engellemeye yönelik eylemler (mekânsal-zamansal)	* Kilitler, balans ekipmanı, fiziksel kilitleme, ekipman eşleşmesi, frenler vb. * Şifreler, giriş kodları, aksiyon dizileri, önkoşullar, fizyolojik eşleştirme (iris, parmak izi, alkol seviyesi), vb. * Mesafe (tek bir kişinin ulaşması için çok uzak), Sürekli bilinç kontrolü (ölü adam sviçleri/butonları), gecikmeler, vardiya düzenlenmeleri, senkronizasyon, vb.
Sembolik	* Eylemleri önleme, engelleme, karşı koyma (görsel, dokunsal arayüz tasarımı) * Aksiyonların düzenlenmesi, ayarlanması * Sistemin durumunu veya koşullarını gösteren (işaretler, sinyaller ve semboller) * İzin veya yetki (ya da eksikliği) * İletişim, kişilerarası bağımlılık	* Fonksiyonların kodlanması (renk, şekil, mekansal düzen), çizikler, etiketler ve uyarılar (statik), vb. * Talimatlar, prosedürler, önlemler / koşullar, diyaloglar vb. * İşaretler (örneğin, trafik işaretleri), sinyaller (görsel, işitsel), uyarı, alarmlar, vb. * Çalışma izni, iş emri. Giriş izni - onayı (çevrimiçi veya çevrimdışı) * Ekipman hizalama, fiziksel kilitleme, ekipman maç, frenler, vb.
Esasa etkisi olmayan	* İzleme, denetim * Mevzuat: kurallar, yasalar, yönergeler, yasaklamalar	* Oto kontrol- iç denetim (başka bir deyişle görsel inceleme), kontrol listeleri kullanımı, alarmlar (dinamik), vs. şeklinde kontroller. * Kurallar, kısıtlamalar, yasalar, teknik şartnameler (hepsi şartlı veya koşulsuz), etik kuralları vb.

Yukarıda oluşturulan listenin temel amaçları doğrultusunda bariyerlerin sınıflandırılmasına karar verilirken; bir tehdidin başlaması karşısında ilgili bariyerin etkinliği baz alınır. Aşağıdaki bariyer tiplerine göre, etkinliğin üç dereceli (yüksek, orta, düşük) olması önerilir:

1. Teknik bariyer (etkililik yüksektir), tehlikenin tırmanışını önleyebilen, tehlikenin sonuçlarını hafifleten veya olasılığını azaltabilen bariyerlerdir. Tehlike karşısında bir teknik bariyer başarısız olursa, tehlikenin bir başka teknik bariyere yönlendirilmesi sağlanır böylece; tehlike, tetikleyici olaya erişmeden durdurulmuş olur. Aynı durum, tetikleyici olayın gerçekleşmesinin ardından olası zarar ve etkilerin önlenmesi için geçerlidir. Teknik bariyerler aşağıdaki tanımlandığı gibi alt kategorilere ayrılır:

Teknik aktif bariyer, isteğe bağlı olarak devreye sokulabilen; acil durum kapama valfi, bosaltma sistemi, yedek besleme tankı vb. sistemler

Teknik pasif bariyer, her zaman var olan; patlama / yangın duvarları, basınçlı kap, boru vb. Sistemler

Teknik kontrol bariyeri, gaz / yangın algılama sistemi, deprem sensörü, erken uyarı radar sistemi gibi diğer önleme veya azaltma bariyerlerinin harekete geçiren sistemlerdir. Bu tür bariyerler, tehlikenin ortaya çıkmasını tek başına engelleyemez, ancak bunu yapmak için diğer engelleri başlatabilir. [5]

2. İnsan / Organizasyonel – idari bariyer (orta etkililik), sürecin veya aktivitenin kontrolüne katkıda bulunan bir savunma mekanizması geliştirir. Bu tür bariyerler, sistemin güçlendirilmesi veya bozulmalarının engellenmesi ile olayı başlatma olasılığını azaltabilir, ancak tehdit bir kere başladıktan sonra, genel olarak, tetikleyici olaya ulaşmasını önleyemez veya sonuçlarını azaltamaz. Tipik alt gruplar şunlardır:

Örgütsel (prosedürel) Bariyer, örneğin denetim ve izleme, prosedür kontrolü, iş izin sistemi, iş bazlı risk değerlendirmesi vb.) [5].

İnsan (operatör) bariyeri, örneğin operatör kontrolü, gözetim, denetim, saha turları vs.

3. Temel bariyer (olaya yakın etkinlik düşük), eylemin tehdit başlangıcı ve tehlike gerçekleşmesinden zamanla ayrılması gereken bir engel. Yinede temel bariyer,

sistemdeki zayıflıkları ve hataların temelini kontrol ederek, sistem güvenliğine çok ciddi ve etkili bir şekilde katkıda bulunur. Tipik alt gruplar şunlardır:

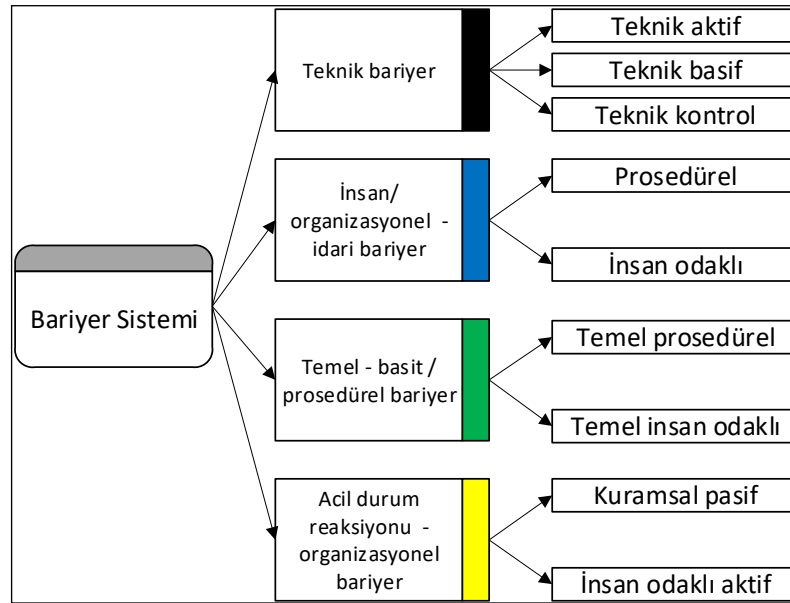
Temel (prosedürel) bariyer; örneğin tasarım incelemesi, devreye alma öncesi gözden geçirme, prosedürel gözden geçirme, operasyonel inceleme, yetkinlik güvencesi kontrolü vs.

Temel (insan ile ilişkili) bariyer; örneğin işgücünün iyi bir sağlık durumu, vs. [5].

4. Acil durum reaksiyonu – organizasyonel bariyer (olay anında etkinlik düşük) Tehdit başlangıcı ve tehlike gerçekleşmesinden sonra zararın boyutlarının azaltılmasına yönelik bir bariyerdir. Her ne kadar basit bir bariyer olsada, kriz yönetimi, potansiyel zararın insana olan etkilerinin azaltılması, maddi kayıpların azaltılması gibi konularda çok ciddi ve etkili bir şekilde katkıda bulunur. Tipik alt gruplar şunlardır;

Kuramsal pasif; örneğin masa başı tatbikatları, genel bilgilendirme eğitimleri, ekip içi eğitimler, bilinçlendirme faaliyetleri vs.

İnsan odaklı aktif; örneğin tahliye – yangın – kimyasal sızıntısı senaryolu tatbikatlar, ilkyardım uygulamaları vs.



Şekil 4.5 Bariyer Sisteminin Sınıflandırılması [5]

4.2.3.2 Birincil ve İkincil Bariyerler

Birincil bariyerin işlevi; tetikleyici olay ile tehlike arasındaki bağı ortadan kaldırmak, önlemek, azaltmak, hafifletmek veya kontrol (tetikleyici olayın vuku bulmasını takiben potansiyel zarar boyutlarının sınırlı tutma) altına almaktır.

İkincil bariyerin işlevi; (bariyer çökme/hata modunun kontrolü), birincil bariyerin bozulması, hatası, zamanla zayıflaması veya çökmesi durumlarını önlemektir. Birincil tehlikeleri önleme ve kontrol etme araçları birincil bariyerlerdir, ikincil bariyerler ise Birincil bariyerleri güçlendirmek için kurgulanırlar.

4.2.3.3 Bariyer Hata – Çökme Modları

Bariyerlerin çökme/hata modlarının belirlenmesinde öncelikli prensip, en ilgili- önemli modların tanımlanmasıdır. "İlgili çökme- hata modu" belirlenirken temel kriterler olarak uzun yıllar deneyimi olan, deniz asiri veya merkez yerleşimlere uzak büyük ölçekli tesislerde görev almış birkaç personelin deneyimlediği kaza ve ramakkallar baz alınmalıdır. Benzer şekilde yapılan çalışmalar ile ikincil bariyerlerin tanımlanması minimize edilebilir.

Bunun ardındaki mantık, belirli bir hata – çökme modunu hedeflemenin yanı sıra her ikincil engelin (çoğunlukla temel türden) birincil bariyerin çökme- hata nedenlerinin altında yatan kök nedenleri önleyebileceği kanısındır.

Bu yaklaşımın avantajı, güvenilirliği artırmak ve sosyo-teknik sistemi minimum seviyede yöneterek kendi dinamikleri ile sistemin yürümesini sağlamak ve sonucunda papyon diyagramlarının boyutlarını makul seviyede tutmaktır.

Bir başka amaç da boşuna argüman üretme veya bariz konularda karar verememe gibi bilgi kirliliğinin önüne geçilmesidir. Örneğin; insan bariyeri göz önüne alındığında, bariyerin çökme / hata modu insan hatasıdır; bunun yerine, aşırı iş yükü, dikatsizlik-yetersiz tedbir alınması, yetersiz görev özellikleri gibi en alakalı kök sebeplere yer verilir. Birincil ve ikincil bariyerler matrisi ve bariyerlerin çökme- hata modları aşağıdaki şekilde sunulmuştur.

Çizelge 4.5 Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler [5]

No	Bariyer	No	Bariyer Çökme/Hata Modunun Altında Yatan Neden	No	İkincil Bariyer (Bariyer Çökme / Hata Modunun Kontrolü)
1	Sınırlama- yayılmasını önleme	1	Yetersiz tasarım	1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Hatalı malzeme spesifikasyonu / kullanımı	2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
				2.2	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		3	Yetersiz/Hatalı devreye alma	3.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				3.2	Bağımsız üçüncü taraf doğrulama
		4	Tasarım değişiklikleri / hasar / eklentileri	4.1	Değişim yönetimi
				4.2	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				4.3	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		5	Yetersiz kontrol	5.1	Prosedürel gözden geçirme
				5.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		6	Yetersiz muayene	6.1	Prosedürel gözden geçirme
				6.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
2	Mekanik Korumalar / Siperlikler / Tehlike soyutlama	1	Yetersiz tasarım	1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Hatalı malzeme spesifikasyonu / kullanımı	2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
				2.2	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		3	Yetersiz/Hatalı devreye alma	3.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				3.2	Bağımsız üçüncü taraf doğrulama
		4	Tasarım değişiklikleri / hasar / eklentileri	4.1	Değişim yönetimi
				4.2	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				4.3	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		5	Yetersiz bakım- onarım	5.1	Prosedürel gözden geçirme
				5.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		6	Yetersiz muayene	6.1	Prosedürel gözden geçirme
				6.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
3	Katki maddeleri	1	Yetersiz tasarım	1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Hatalı ekipman spesifikasyonu / kullanımı	2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
				2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		3	Hatalı kurulum	3.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		4	Tasarım değişiklikleri / hasar / eklentileri	4.1	Değişim yönetimi
				4.2	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				4.3	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		5	Yetersiz test	5.1	Prosedürel gözden geçirme
		6	Yetersiz bakım- onarım	6.1	Prosedürel gözden geçirme
				6.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)

Çizelge 4.5 Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler (Devamı) [5]

4	Enerji tahliyesi	1	Yetersiz test	1.1	Prosedürel gözden geçirme
		2	Yetersiz bakım- onarım	2.1	Prosedürel gözden geçirme
5	İzolasyon	1	Yetersiz tasarım	2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		2	Hatalı ekipman spesifikasyonu / kullanımı	1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
		3	Hatalı kurulum	2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				3.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		1	Yetersiz test	1.1	Prosedürel gözden geçirme
		2	Yetersiz bakım- onarım	2.1	Prosedürel gözden geçirme
2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)				
6	Yapısal olarak zararın adaptasyonu ve azaltımı	1	Yetersiz tasarım	1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Hatalı ekipman spesifikasyonu / kullanımı	2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
				2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		3	Hatalı kurulum	3.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
		1	Yetersiz test	1.1	Prosedürel gözden geçirme
2	Yetersiz bakım - onarım	2.1	Prosedürel gözden geçirme		
		2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)		
7	Algılama / Taşınabilir gaz dedektörleri	1	Yetersiz tasarım	1.1	İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi
				1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Hatalı ekipman spesifikasyonu / kullanımı	2.1	Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)
				2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		3	Yetersiz test	3.1	Prosedürel gözden geçirme
		4	Yetersiz bakım - onarım	4.1	Prosedürel gözden geçirme
				4.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
5	Yetersiz görev tanımlama	5.1	Gözetim ve denetim		
8	Bekletme tankı	1	Yetersiz bakım - onarım	5.2	Prosedürel gözden geçirme
				1.1	Prosedürel gözden geçirme
		2	Yetersiz iletişim	1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				2.1	Gözetim ve denetim
		3	Kural ihlalleri	2.2	Prosedürel gözden geçirme
				3.1	Gözetim ve denetim
		4	Dikkat eksikliği - işletme körlüğü	4.1	Gözetim ve denetim
9	Radar erken uyarı sistemi	1	Yetersiz bakım- onarım	4.1	Gözetim ve denetim
				1.1	Prosedürel gözden geçirme
		2	Yetersiz iletişim	1.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				2.1	Gözetim ve denetim
		3	Dikkat eksikliği- işletme körlüğü	2.2	Prosedürel gözden geçirme
3.1	Gözetim ve denetim				

Çizelge 4.5 Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler (Devamı) [5]

10	Denetim Ve Anormal Durum Raporlama Sistemi	1	Yetersiz plan / kriterler	1.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Yetersiz prosedürler	2.1	Prosedürel gözden geçirme
				2.2	Yetkinlik güvencesi
		3	Yetersiz denetim	3.1	Yetkinlik güvencesi
		4	Yetersiz görev tanımlama	4.1	Gözetim ve denetim
				4.2	Prosedürel gözden geçirme
11	Bakım- onarım	1	Yetersiz plan / kriterler	1.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
				2.1	Yetkinlik güvencesi
		3	Yetersiz görev tanımlama	3.1	Gözetim ve denetim
				3.2	Prosedürel gözden geçirme
		4	Yetersiz eğitim / yetkinlik	4.1	Gözetim ve denetim
				4.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
12	Kondisyon izleme / Durum kontrolü	1	Yetersiz plan / kriterler	1.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Yetersiz prosedürler	2.1	Prosedürel gözden geçirme
				2.2	Yetkinlik güvencesi
		3	Yetersiz denetim	3.1	Yetkinlik güvencesi
		4	Yetersiz görev tanımlama	4.1	Gözetim ve denetim
				4.2	Prosedürel gözden geçirme
13	İş izni Sistemi	1	Yetersiz uyumluluk takibi-izlemesi	1.1	Kurumsal denetim
				2.1	Gözetim ve denetim
		2	Yetersiz görev tanımlama	2.2	Prosedürel gözden geçirme
				3.1	Değişim yönetimi
		3	Güvenlik kültürü eksikliği	3.1	Değişim yönetimi
		3	Güvenlik kültürü eksikliği	3.1	Değişim yönetimi
14	JSA , İş Planı , Klavuz Sistem Hazırlıkları	1	Yetersiz prosedürler	1.1	Prosedürel gözden geçirme
				1.2	Yetkinlik güvencesi
		2	Yetersiz uyumluluk takibi-izlemesi	2.1	Kurumsal denetim
		3	Yetersiz eğitim / yetkinlik	3.1	Gözetim ve denetim
				3.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		4	Yetersiz iletişim	4.1	Gözetim ve denetim
				4.2	Prosedürel gözden geçirme

Çizelge 4.5 Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler (Devamı) [5]

15	Endüstriyel Kaldırma Operasyon Kontrolü	1	Yetersiz uyumluluk takibi-izlemesi	1.1	Kurumsal denetim
		2	Yetersiz denetim	2.1	Yetkinlik güvencesi
		3	İş gücü talebi / Çalışan sirkülasyonu	3.1	Değişim yönetimi
				3.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
16	Operatör kontrolü	1	Yetersiz görev tanımlama	1.1	Gözetim ve denetim
				1.2	Prosedürel gözden geçirme
		2	Yetersiz eğitim / yetkinlik	2.1	Gözetim ve denetim
				2.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		3	Yetersiz iletişim	3.1	Gözetim ve denetim
				3.2	Prosedürel gözden geçirme
17	Yerinde İnceleme- Saha Turları (Gemba)	1	Yetersiz plan / kriterler	1.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		2	Yetersiz prosedürler	2.1	Prosedürel gözden geçirme
				2.2	Yetkinlik güvencesi
		3	Yetersiz denetim	3.1	Yetkinlik güvencesi
		4	Yetersiz görev tanımlama	4.1	Gözetim ve denetim
				4.2	Prosedürel gözden geçirme
		5	Yetersiz eğitim / yetkinlik	5.1	Gözetim ve denetim
				5.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
18	Elektronik Cihaz Kullanmadan Yapılan Saha Gözlemi	6	Dikkat eksikliği- işletme körlüğü	6.1	Gözetim ve denetim
		7	Zaman, ekonomik ve yönetsel baskı	7.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		1	Yetersiz uyumluluk takibi-izlemesi	1.1	Kurumsal denetim
		2	Yetersiz denetim	2.1	Yetkinlik güvencesi
		3	Yetersiz eğitim / yetkinlik	3.1	Gözetim ve denetim
				3.2	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
		4	Güvenlik kültürü eksikliği	4.1	Değişim yönetimi
		5	Zaman, ekonomik ve yönetsel baskı	5.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)

Çizelge 4.5 Bariyer Çökme Modları ve Bağlı İkincil Bariyerler (Devamı) [5]

19	Gözetim ve denetim	4	Güvenlik kültürü eksikliği	4.1	Değişim yönetimi
		5	Zaman, ekonomik ve yönetsel baskı	5.1	Operasyonel gözden geçirme (benchmarking)
20	Değişim Yönetimi				
21	Prosedürel Gözden Geçirme				
22	Dizaynın Gözden Geçirilmesi (HAZOP Vb.)				
23	İnşaat & Kurulumun İşletmeye Alma İncelemesi				
24	Operasyonel Gözden Geçirme – Benchmarking (En İyi Uygulama Karşılaştırma)				
25	Yetkinlik Güvencesi				
26	Kurumsal Denetim				
27	Bağımsız Üçüncü Taraf Doğrulama				

4.2.4 Uygulama Önerileri

İşletmelde bariyer kural setlerinin kullanımının esas amacı; tehlike – potansiyel zarar etkilerinden korunma ve kaza kok sebep modellerinin çalışanlara papyon diyagramları üzerinden görsel/ grafiksel gösteriminin sağlanmasıdır. Buna ek olarak, takip edilen yonerge gereği, birincil bariyer kural setini uygularken, bariyer çökme/hata modları ve bunların kontrollerini de (ikincil bariyerler) belirtmek yararlı olacaktır.

Birincil ana bariyerlerin gerçekte örtüşmesi gerekir; diğer bir deyişle tesis üzerinde fiziki olarak mevcut olmalı (teknik bariyerler) ya da prosedür ya da operatör kontrolleri (insan/organizasyon) şeklinde kullanılmalı (uygulanabilmelidir).

Herbir birincil ana bariyer için ilgili çökme/hata modu setleri belirlenmiş olup, bunlardan sadece birkaçı uygulanabilir. Birkaç tehdit için aynı tip bariyerler mevcutsa, ikincil bariyerleri tetiklemek için farklı bariyer çökme/hata modları her bir bariyere ayrı ayrı uygulanabilir.

Hata modlarının kok sebepleri ile ilişkili olarak özellikle ikincil bariyerleri seçerken (çökme/hata modu kontrolleri) genel gecer prensip olarak tüm kontrolleri uygulamaya gerek yoktur, ancak özel olarak en çok karşılaşılan hatalara karşı uygulanabilir; örneğin, "operasyonel (en iyi uygulama) gözden geçirme" bir bariyer için bir veya iki kez tetiklenirse, bu bariyerle ilgili tüm işlemler için geçerli olacaktır. Bu durum, papyon

diyagramlarının boyutlarını, anlaşılabilirliği açısından daha kolay, makul düzeyde tutacaktır.

Güvenlik açısından kritik bir süreçle ilişkili bir bariyer mevcutsa bu bariyerin sürekli olarak işlevsel olduğundan (bariyerin bakımı, kontrolü veya çalışması için gereklidir) ve bu süreçte hangi çalışanların sorumlu olduğundan emin olunması ve süreç içerisindeki kritik görevler belirlenerek bu görevlerin sorumluluk dağılımı yapılması ayrıca gerekli ise yedekli sorumluluk ataması yapılmalıdır. Bu şekilde alışlagelmiş her an karşılaşılabilecek hata modlarının, örneğin bir çalışanın birkaç bariyerle ilişkili görevlendirilmesi gibi durumlardan kaçınılmış olur.

4.2.5 Bariyerin Etkinlik ve Karmaşıklık Parametreleri

Bu kısmın amacı olan en önemli iki bariyer parametresi; etkinlik ve karmaşıklığıdır. Bu iki parametre aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Etkinlik; ortaya çıkan tehlike sonucu oluşan tehdit seviyesinin, ne derece önlendiği, zayıflatıldığı, hafifletildiği veya kontrol altına alındığı şeklinde tanımlanır. Önceden bahsedildiği üzere etkinlik için üç düzey söz konusudur:

- Teknik ve bazı insan / organizasyonel bariyerler için; yüksek,
- Bazı insan / organizasyonel bariyerler için; orta,
- Temel- basit bariyerler için; düşük.

Karmaşıklık; teknik bir bariyerin muhafaza edilmesi, kontrol edilmesi, işletilmesi veya prosedürel bir bariyeri kontrol etme veya işleme alma zorluğu ve karmaşıklığının seviyesini belirtir.

Teknik bir bariyerin karmaşıklık düzeyi; bariyerin korunması, kontrolü veya işletilmesi için yapılan işlemlerin karmaşıklığı ile gerekli bilgi – beceri ve tecrübe ile belirlenir.

Prosedürel bir bariyerin karmaşıklık düzeyi ise, prosedürel görevlerin karmaşıklığı, prosedürel bilgilerin kalitesi ve görevleri yerine getirmek için gerekli bilgi – beceri ve tecrübe ile belirlenir.

Karmaşıklık düzeyinin, belirli bir görev dizisini yerine getirmek zorunda olan ekibin gerekli yetkinlik seviyesine ilişkin “yoğunlaştırılmış” bir kural olduğuna dikkat edilmelidir.

Benzer şekilde, bariyerin muhafaza edilmesinin zorluğuna- karmaşıklığına dair seviye; yüksek, orta ve düşük şeklinde üç dereceye ayrılmıştır.

Açıkçası, yüksek seviyedeki karmaşıklık için yüksek düzeyde yeterlilik gereklidir. Genel olarak, bir karmaşıklık seviyesi için iki farklı çözüm geliştirilir; biri yüksek ekip yetkinliği- tecrübesi ve daha az denetim, diğeri ise daha düşük ekip yetkinliği – tecrübesi ve daha fazla denetim şeklinde modellenenabilir.

Bariyer kuralının eksik tanımlanmaması adına, iki bariyer parametresi daha belirlenmiş ancak bu çalışmada kullanılmamıştır. Bunlar:

Dogruluk – temel- basit bariyerler için geçerlidir ve bariyerin kalitesi, bağımsızlığı gibi (örneğin, gözden geçirme, kurumsal denetim vb.) faktörleri ifade eder.

Çökme / Bozunma seviyesi- güvenlik performansındaki bozulma, ekipmanın ortalama test periyoduna benzer şekilde, temel – basit bariyerlerin uygulanması arasındaki süreyi etkiler.

Uygulamada temel – basit bariyerlerin çoğunun gözden geçirilme, denetleme ve kontrol sıklığı ölçülen bariyer çökme/bozulma seviyesine bağlı olarak değişir. Temel – prosedürel bariyerlerin çökme/hata seviyesinin ölçülmesi kolay bir iş değildir. Çökme/hata seviyesinin ölçümü; belirtilen prosedürlerden sapmaların izlenmesi, prosedürlerin sunduğu kalite, endüstrideki en iyi uygulama ile karşılaştırma vb. unsurların yanısıra kaç tür sapma olduğuna ve ne sıklıkta bariyer tekrarının tetiklendiği gibi datalara dayandırılmalıdır.

Bariyerler için kabul edilen derecelendirme matrisi üç seviyeye (yüksek, orta ve düşük) ayrılmıştır. Aşağıdaki basit kural seti, etkinlik ve karmaşıklık derecelendirmesi için uygulanmıştır:

1.Teknik pasif bariyerler, (muhafaza/sınırlama bariyeri, patlama / yangın duvarı, vb.) potansiyel zararı önleyici bariyerlerdir ve bu nedenle yüksek etkililik seviesinde oldukları kabul edilir. Bu tür bariyerlerin bakımı düşük seviyeli karmaşıklıkla ilişkilendirilir.

2.Teknik aktif bariyerler, (ESD valfleri, yağmurlama sistemi vb.) potansiyel zararı zayıflatıcı / azaltıcı bariyerlerdir ve etkinlikleri yüksek olarak derecelendirilebilir. Bakımlarının karmaşıklık seviyesi ise orta olarak değerlendirilir.

3.Teknik kontrol bariyerleri, (yangın / gaz algılama, stand-by/bekletme tankı, vb.) potansiyel zararı engelleme açısından bakıldığında sezgisel olarak etkinleştirdikleri sistemler kadar etkilidirler, bu nedenle etkililik seviyesi yüksektir, karmaşıklığı ise orta ile yüksek seviyeler arasındadır.

4.İnsan / Örgütsel prosedürel bariyerler, (denetim, bakım, durum izleme, vb.) – tetikleyici olayın başlangıç sıklığını azaltmak için etkilidir, ancak tetikleyici olay başladıktan sonra etkili olmaz. Dolayısıyla, orta düzey bir etkinlik seviyesi atamak mantıklı olacaktır. Bakım, test- muayene ve anormal durum raporlaması (saha denetimi) gibi bazı bariyerler ile ilgili karmaşıklık düzeyi yüksek olarak değerlendirilirken, iş izin sistemine bağlı olarak kaldırma ekipmanları ve iş makinelerinin çalışmasının kontrolü ise orta düzeyde olarak değerlendirilir.

5.İnsan / Organizasyonel bariyerler, (gözlem, saha turları vb.) operatör kontrolü için yüksek etkinliğe, gözlem- gözetim için orta seviyeye etkinliğe, saha turları açısından düşük etkinliğe sahip olup, farklı tip bariyerler için farklı seviyede değerlendirilir. Karmaşıklık seviyelerinin aralığı ise, operatör kontrolü için yüksek, gözlem – gözetim faaliyetleri için orta seviyede, saha denetimi -turu açısından ise düşük seviyededir.

6.Temel basit bariyerler, tehlike tehtide dönüştükten yani tetikleyici olay meydana geldikten sonra, bu tip bariyerlerin hiçbir etkisi olmaz ancak prosedürel bariyerleri önemli ölçüde geliştirebilirler. (Güvenlik yönetiminden teknik bariyerler kadar tüm sistemler). Dolayısıyla etkinlik düzeyleri düşüktür. Yetkinlik güvencesi, tasarım, yapım ve devreye alma kontrolleri gibi bariyerler için karmaşıklık düzeyi yüksektir ve diğer temel – basit bariyerler için karmaşıklık düzeyleri orta seviyededir.

Bariyer derecelendirmesinin, farklı disiplinlerden ve iş gücünden oluşturulan bir ekibin değerlendirme ve sonuçlarına göre yapılması gerektiğine dikkat edilmelidir. Böylelikle söz konusu sürecin en başında farklı görüş ve yaklaşımların idealize edilmesini hizalanmasını sağlayacaktır. Bariyer derecelendirmesi önemlidir, çünkü en etkili bariyerlere odaklanmaya yardımcı olur, örneğin iyi bir bariyer kazayı direkt olarak engelleyebilir veya bir kazanın potansiyel zararlarını hafifletebilir, bu ise görev karmaşıklığına, iş gücü yetkinliğine, denetimlerin fazla ya da az olması durumlarına göre bariyerlerin bakımını- kontrolünü geliştirebilir.

Yukarıda bahsedilen bariyerlerin etkinlik ve karmaşıklık düzeylerinin derecelendirilmesine bir örnek aşağıda sunulmuştur. Kırmızı alanlar yüksek düzeyde, sarı alanlar orta düzeyde ve Yeşil alanlar düşük düzeyde derecelendirmeyi ifade eder.

Çizelge 4.6 Bariyerin Etkinlik ve Karmaşıklık Dereceleri [5]

Bariyer Türü		Bariyerler	Efektiflik / Etkinlik	Karmaşıklık / Kompleks yapı
Teknik	Aktif	Sınırlama- yayılmasını önleme	YÜKSEK	DÜŞÜK
		Mekanik Koruyucular / Siperlikler / Tehlike soyutlama	YÜKSEK	DÜŞÜK
		Katkı maddeleri	YÜKSEK	YÜKSEK
	Pasif	Enerji tahliyesi (emniyet valfi)	YÜKSEK	YÜKSEK
		İzolasyon	YÜKSEK	YÜKSEK
		Yapısal olarak zararın adaptasyonu ve azaltımı	YÜKSEK	YÜKSEK
	Kontrol	Algılama / Taşınabilir gaz dedektörleri	YÜKSEK	YÜKSEK
		Bekletme tankı	ORTA	ORTA
		Radar erken uyarı sistemi	ORTA	ORTA
İnsan / Organizasyonel	Prosedürel	Denetim ve anormal durum raporlama ve sistemi	ORTA	YÜKSEK
		Bakım- onarım	ORTA	YÜKSEK
		Kondisyon izleme / Durum kontrolü (örn: korozyon)	ORTA	YÜKSEK
		İş İzin Sistemi	ORTA	ORTA
		JSA / İş planı / Klavuz / İş hazırlıkları / İş sistemleri	ORTA	ORTA
		Tüm endüstriyel kaldırma operasyonlarının kontrolü	ORTA	ORTA
	İnsana özgü	Operatör kontrolü	YÜKSEK	YÜKSEK
		Yerinde inceleme- Saha turları (gemba)	DÜŞÜK	DÜŞÜK
		Elektronik cihaz kullanmadan yapılan saha gözlemi	ORTA	ORTA
		Gözetim ve denetim	DÜŞÜK	ORTA

Çizelge 4.6 Bariyerin Etkinlik ve Karmaşıklık Dereceleri (Devamı) [5]

Temel / Basit	Prosedürel	Değişim yönetimi	DÜŞÜK	ORTA
		Prosedürel gözden geçirme	DÜŞÜK	ORTA
		Dizaynın gözden geçirilmesi (HAZOP vb.)	DÜŞÜK	YÜKSEK
		İnşaat & kurulumun işletmeye alma incelemesi	DÜŞÜK	YÜKSEK
		Operasyonel gözden geçirme (en iyi uygulama karşılaştırma)	DÜŞÜK	YÜKSEK
		Yetkinlik güvencesi	DÜŞÜK	YÜKSEK
		Kurumsal denetim	DÜŞÜK	ORTA
		Bağımsız üçüncü taraf doğrulama	DÜŞÜK	ORTA

4.2.6 Papyon Diyagramı Çalışmalarının Personele Aktarımı

Bariyer (papyon) yaklaşımı, büyük endüstriyel kazalarla ilgili bilgileri işgücüne iletmeye faydalı bir araçtır. Genel olarak, tehlike tanımlaması doğal başlangıç noktasıdır ve işgücüyle yapılan çalıştay en iyi bilgi kaynağıdır.

Bu kapsamda ülkemizde özellikle kimya, petrol, doğalgaz ve diğer enerji endüstrisinde yaşanan kazalar, güncellenen mevzuat, yeni gelişen teknolojiler ve denetim mekanizmaları ile ilgili uluslararası proses güvenliği sempozyum ve kongreleri aracılığıyla genel farkındalık oluşturulmaktadır.

İşgücünün büyük endüstriyel kazalardan korunma dokümanı hazırlama çalışmalarına katılması ve katkılarını arttırmanın en iyi yollarından biri, birkaç temel (teknik) bariyer içeren eskiz olarak hazırlanmış popyon diyagramının anlatımıdır. Basit papyon diyagramları, tehlikelerin tanımlarını, yaklaşımlarını ve temel modelleme – senaryo haritalamasını içerir.

Böylece, diğer tehditlere ve birincil bariyerlere ilişkin bilgilerin “bu tetikleyici olaya yol açabilecek başka tehditler var mı?” “Bu tehditler için daha fazla bariyer var mı?” söz konusu bariyerlerin geliştirmesi konusunda neler yapabiliriz?” gibi sorular sorarak, tehditler, birincil bariyerler ve sonuçları hakkında eksik bilgilerin tamamlanması sağlanır.

Bir sonraki adım, bariyer çökme / hata modlarını ve kontrollerini (ikincil bariyer) incelemektir. Genel olarak, eskiz olarak hazırlanan gerçeğe yakın senaryo ve kurgular

ve olası diğer hataların, tehditlerin, bariyerlerin ve olayların hatırlanması, beyin fırtınası sürecinin başlatılmasına yardımcı olur.

Ancak, söz konusu bilgiler belirli tesis / endüstri için mevcut değilse, bu süreç uzun zaman alabilir ve kolayca tamamlanamaz. Bu durum, bariyer kural setlerinin geliştirilmesi için temel süreçlerden biridir. Kural setlerinin birkaç operatör için birkaç tetikleyici olayının modellenmesinde test edilmesi ve diğer tetikleyici olaylar için de bir miktar genişletilebileceği unutulmamalıdır.

İlk başlarda bazı işletmeler mavi yakanın papyonları anlayabileceği konusunda şüpheliydi ve bazıları da büyük endüstriyel kaza tehlikelerin çözümlenmesine farklı şekilde yaklaştılar ve papyon sunumunun mavi yakanın kafasını karıştırdığını düşünüyorlardı. Ancak, papyon yaklaşımını uygulamaya başlayan yöneticiler, mavi yakanın yöntemi kolayca anladığını ve benimsediğini gördüler.

Şirket içinde yapılan çalıştaylar, papyon diyagramlarının anlaşılmasının kolay olduğunu gösterdi. Burada yetersiz zamana da bağlı olarak bariyer kuralı setlerinde (özellikle bariyer çökme / hata modları kısımlarında) çok az tartışma yapılabilir. Ancak genel anlamda yapılan çalıştaylar, bariyer modelini tasarlama ve senaryoların tamamlaması sürecini büyük ölçüde sonuçlandırabilme potansiyele sahiptir. Aslında iyi seçilen bir ekip olduktan sonra, az sayıda katılımcıda olsa, çoğu bariyer çökme/ hata modlarının çözümlenmesi mümkündür.

Aşağıda, soldaki sütunda engellerin listelendiği ve üst satırda fiili olarak mavi yakanın katılım süreçleri (bir operatör için) tabloda sunulmuştur. Çizelge 4.7’de “x” ile işaretlenmiş kısımlar, güvenlik süreçlerinin odaklanması için kabul edilen unsurları belirtir. Çizelge ayrıca mavi yaka katılımının denetimi için bir şablon olarak kullanılabilir.

4.3 Papyon Diyagramlarının Görselleştirilmesi

4.3.1 Tehditlerden Korunmanın (papyon diyagramının sol tarafı) Görselleştirilmesi

Tehditlerin listesini ve bu tehditlerden korunmak için var olan ya da geliştirilmiş bariyerleri keşfetmek, ortaya koymak için işgücü ile beyin fırtınası yapılmalıdır.

Tehlike modeli ile güvenlik yönetimi sistemi ve işgücü arasındaki bağlantıların görselleştirilmesi için tehlike modeli (tehditler, engeller, tetikleyici olay, bariyerler ve sonuçlar) eskiz olarak ortaya konur.

Tipik bir bariyer risk modellemesinde, olası senaryo kurgulanır ve muhtemel tehditler ile mevcut korunma bariyerleri açıkça gösterilir. Yani, büyük endüstriyel kazalara sebep olabilecek tehlikeler ve bunların tetikleyicileri (tehditler), koruma sistemleri ve uygulamalar hakkında tesise özel bilgiler, özet ve anlaşılır bir şekilde görsel olarak sunulur.

Bariyer (ler) in bakım – onarım veya başka bir nedenden dolayı devre dışı bırakılması, tehditlere karşı koruma katmanlarının azalmasına veya bir tehditten tetikleyici olaya daha kısa bir yoldan ulaşılmasına sebep olabilir.

Eğer bariyerlerin devre dışı bırakılma zorunluluğu varsa, operasyonun emniyetli sürdürülmesi amacı ile ek bariyer ve kontrollerinin (ikincil bariyer sistemi) sağlanması konusunda ihtiyaç analizi yapılmalı ve ne tür ne tipte ek bariyerlerin konulacağına karar verilmelidir. Bu karar verme, olası riskler – mevcut / uygulanabilir bariyer ekseninde şekillenebilir.

Önceki açıklamalar eşliğinde, teknik ve prosedürel bariyerlerin bir kombinasyonu şu şekilde öngörülebilir:

Düşük risk seviyesi için kriterler; her tehdit için bir teknik ve bir prosedürel bariyer ve her bir potansiyel zarar- sonuç için bir bariyer olmak üzere en az bir çözüm geliştirilmelidir. Tanımlanan her bir bariyer çökme / hata modu için bir kontrol (ikincil bariyer) atanmalıdır.

Orta risk seviyesi için kriterler; her tehdit için asgari iki teknik ve bir prosedürel bariyer veya bir teknik ve üç prosedürel bariyer gibi farklı kombinasyonlarda artan sayıda bariyer konularak çözümleme yapılmalıdır.

Yüksek risk seviyesi için kriterler; her tehdit için asgari iki teknik ve bir organizasyonel bariyer, bir prosedürel bariyer veya bir teknik ve iki organizasyonel, iki prosedürel bariyer gibi farklı kombinasyonlarda artan sayıda bariyer konularak çözümleme yapılmalıdır.

Bunu yapmanın bir başka yolu, güvenli operasyonlar için gerekli olan asgari bariyerleri işaretlemek olacaktır; asgari zorunlu olan bariyerlerin sistemden çıkarılması ek koruma gerektirecek ve kaldırılan bariyerler sistemin alarm vermesine sebep olacak, risk algısını yükseltecektir.

4.3.2 Kaza Sonuçlarının (papyon diyagramının sağ tarafı) Görselleştirilmesi

Bariyer modellemesinde özellikle nedensel olan sonuç kısmının, örneğin nükleer bir tesisteki hata ağaçları gibi çok karmaşık olmamasına dikkat edilmelidir. Bariyerler sunulduktan ve anlaşıldıktan sonra, bariyer çökme/hata modlarını gösteren papyon bağlantılarının genişlemesine geçilebilir. Bariyer çökme / hata modları ile kontrolleri (ikincil bariyerler) arasındaki bağlantının yapılması sırasında aşağıdaki kural setine uyulması önerilir;

1. Bariyer yaklaşımının daha kolay anlaşılır ve uygulanabilir hale getirilmesi,
2. Mavi yakanın, bariyer çökmesi / hata modlarının altında yatan kök nedenlerin önemini ve bu süreçte kendilerine düşen rolleri anlamaları,
3. Emniyet- Sağlık- Güvenlik eğitimleri, iş bazlı riski değerlendirme çalışmaları gibi unsurlarla sistemi geliştirilmesi,
4. Risk tahmini ve kazalardan kaçınma çalışmalarına katkıda bulunulması.

Daha karmaşık sistemler, ikinci papyon katmanı oluşturularak sunulabilir. Örneğin, bir tehdit kendi başına bir tetikleyici olay olarak ele alınabilir, bu da bir tehdidin sadece papyon diyagramının sol kısımda (nedensel taraf) yer alacak şekilde

modellenemeyeceği, bazı durumlarda ek bir papyon ile temsil edilebilmesine ihtiyaç duyulacağı anlamına gelir.

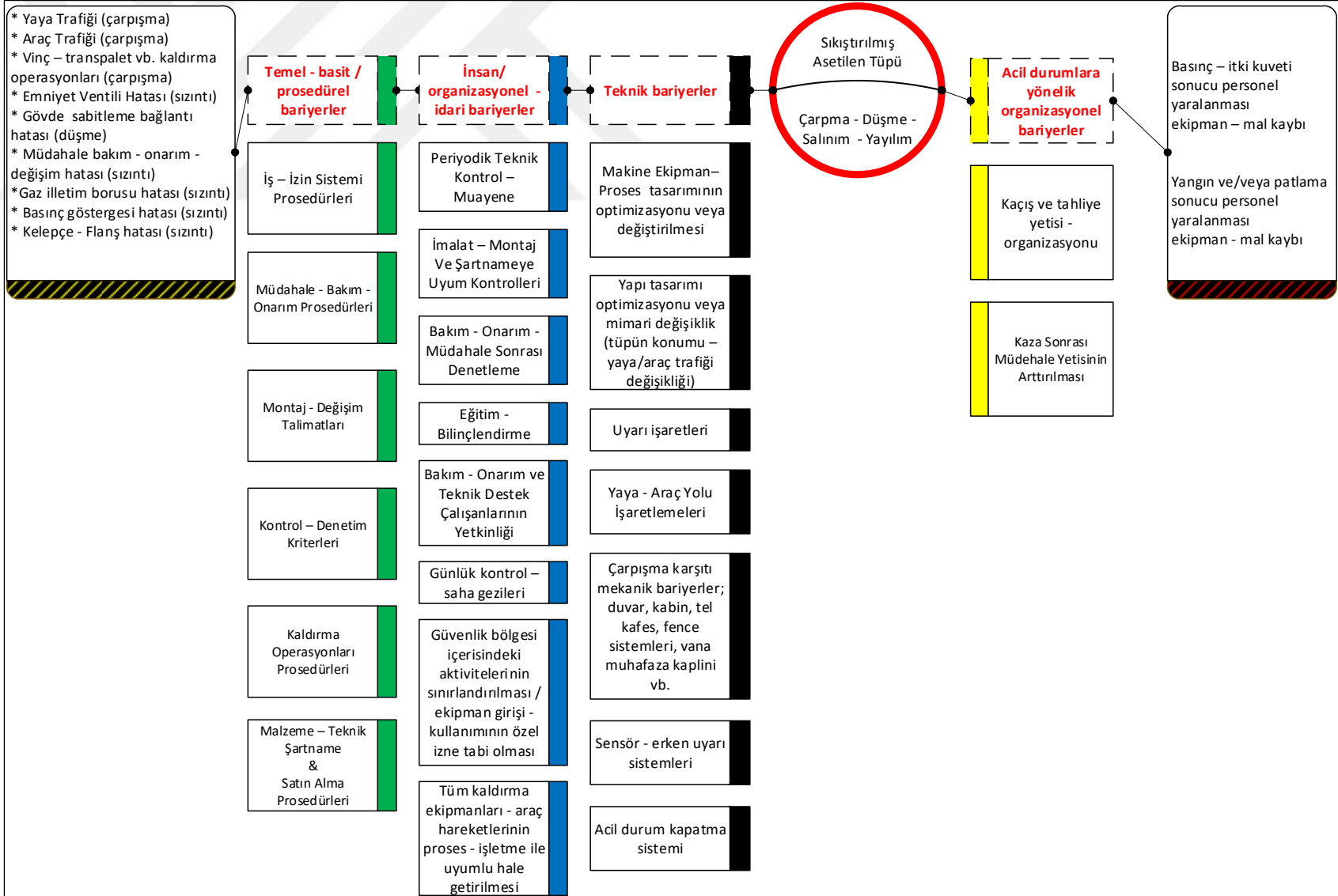
4.4 Papyon Diyagramları Uygulamaları

Bu kısımda 3. bölümde yer alan risk değerlendirme çalışmalarında kritik risk olarak belirlenmiş durumlardan seçili olanlar için kaza senaryoları oluşturulmuş ve örnek papyon diyagramları modellenmiştir.

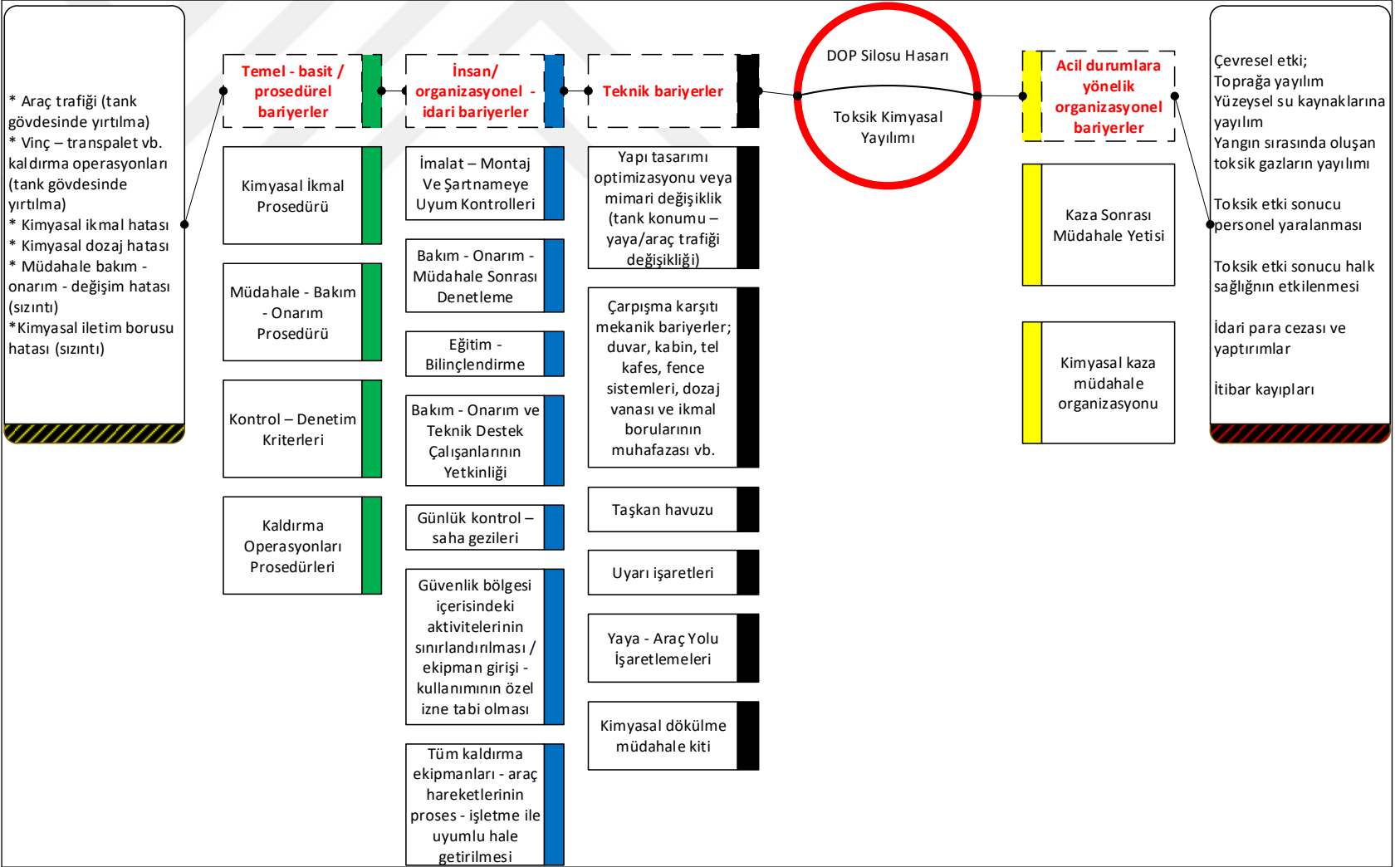
İlk örneğimizde alüminyum profil imalatında yapılan makine bazlı risk değerlendirmesinde kritik bulgu olarak tespit edilen; asetilen tüpünün devrilmesi sonucu asetilen gazının yayılımı risklerini basit – ilkel papyon diyagramına aktaracağız.

İkinci örneğimizde petro -kimya suni deri imalatında yapılan kimyasal ve çevresel risk değerledirmelerinde kritik bulgu olarak tespit edilen; DOP kimyasal tankının delinmesi - devrilmesi sonucu çevreye yayılımını, basit – ilkel papyon diyagramına aktaracağız.

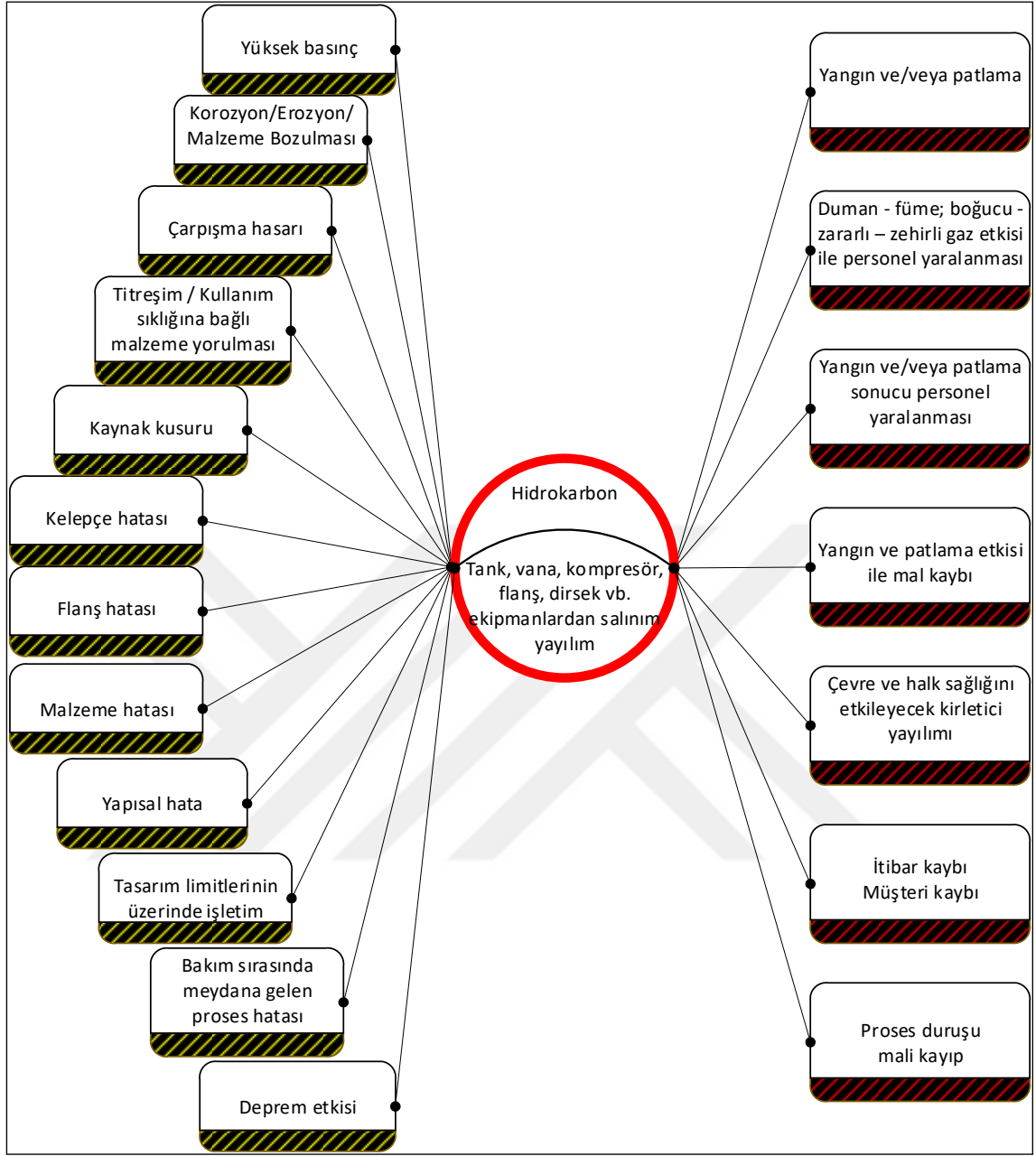
nc örneğimizde Hidrojen Peroksit üretiminin ilk aşaması olan, Doğalgazdan Hidrojen Eldesi prosesinde yapılan HAZOP risk değerlendirmesinde kritik bulgu olarak tespit edilen Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen- Karbonmonoksit) yayılımını gelişmiştirilmiş papyon diyagramına aktaracağız.



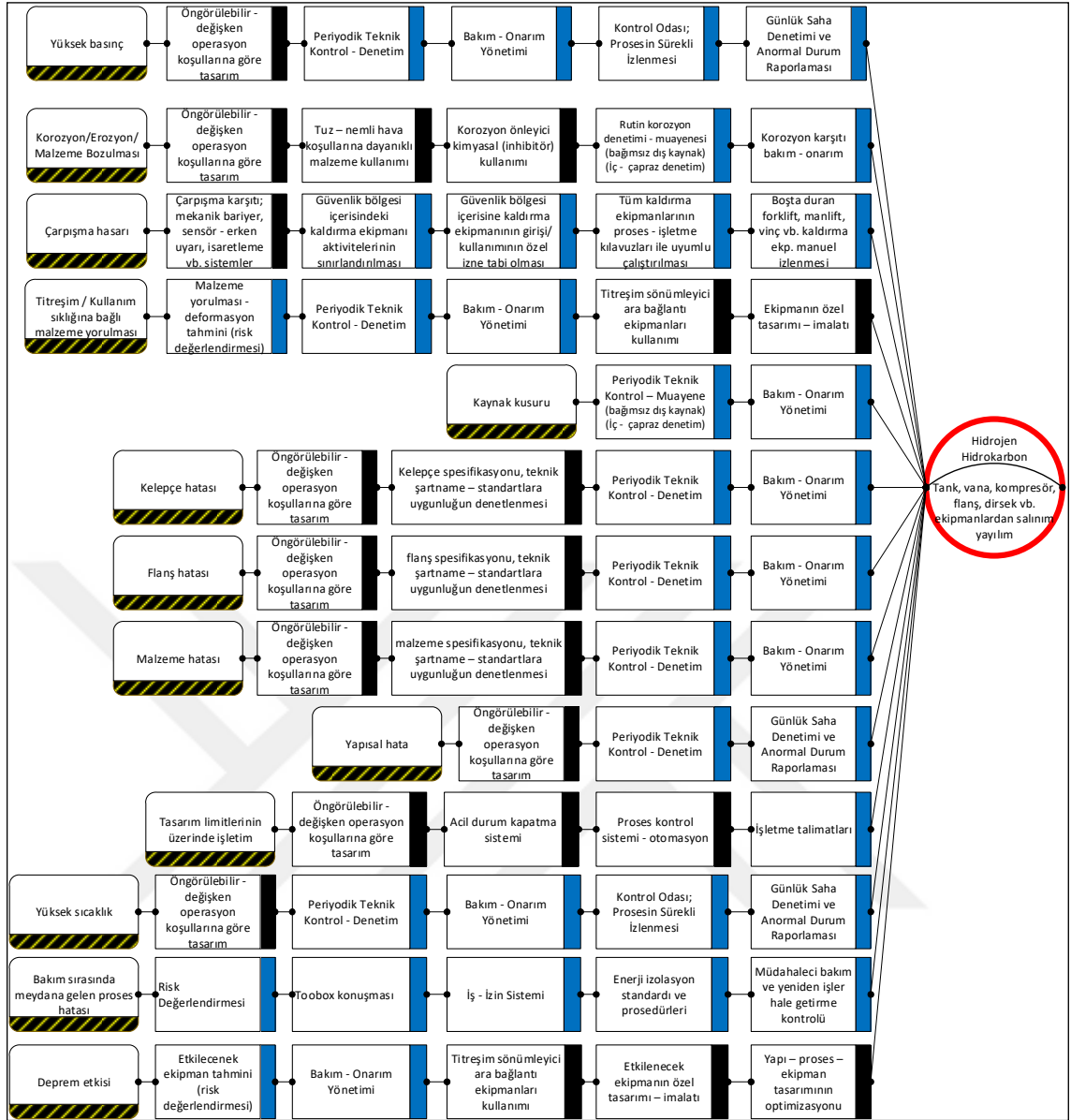
Şekil 4.6 Alüminyumun Ekstrüzyon – Pres Üretim Hatında Asetilen Tüpü Devrilmesi
Senaryosuna Dair İlkel Papayon Diyagramı



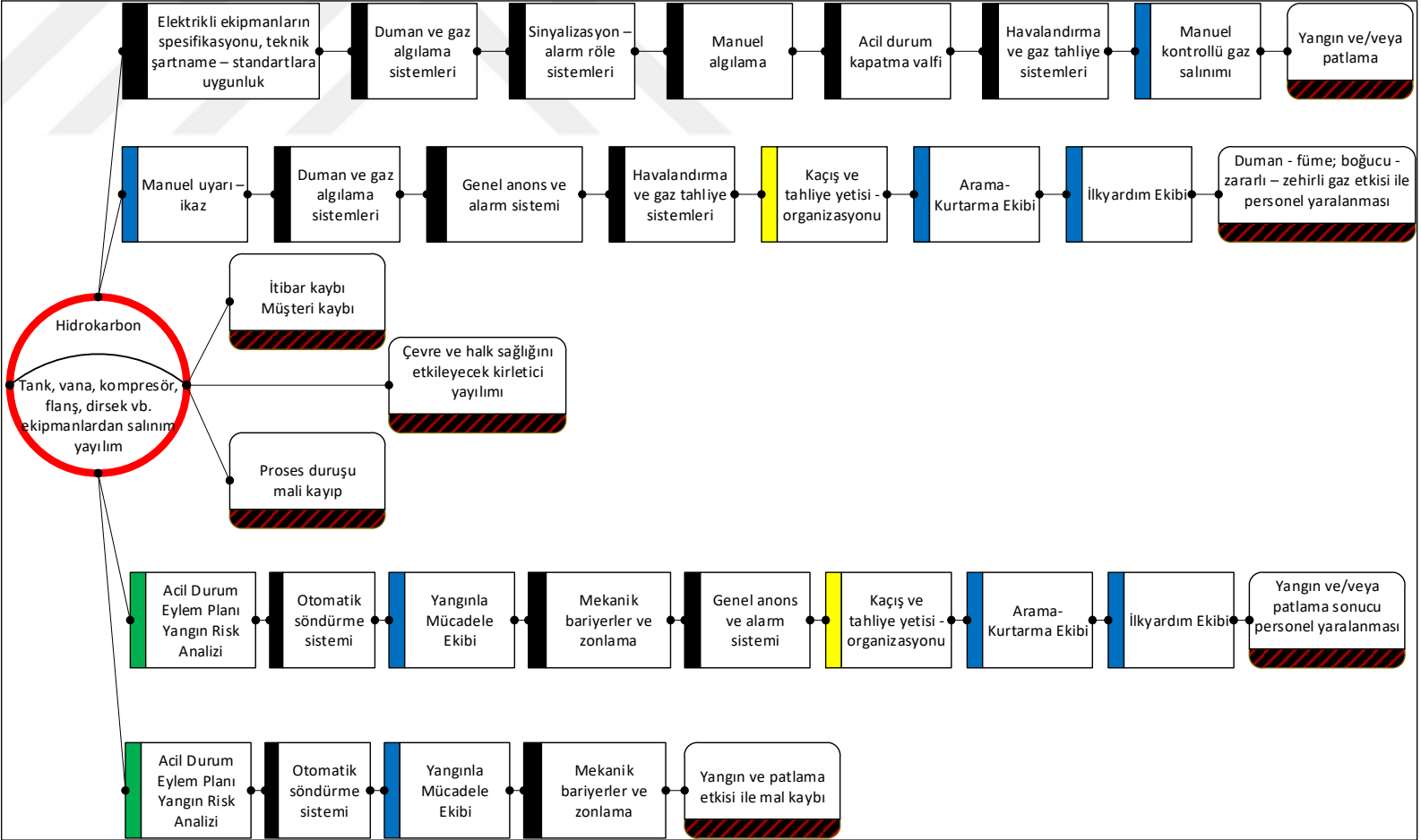
Şekil 4.7 Suni Deri PU ve PVC Hamur Kimyahanesinde DOP Kimyasalının Dökülmesi
Senaryosuna Dair İlkel – Basit Papyon Diyagramı



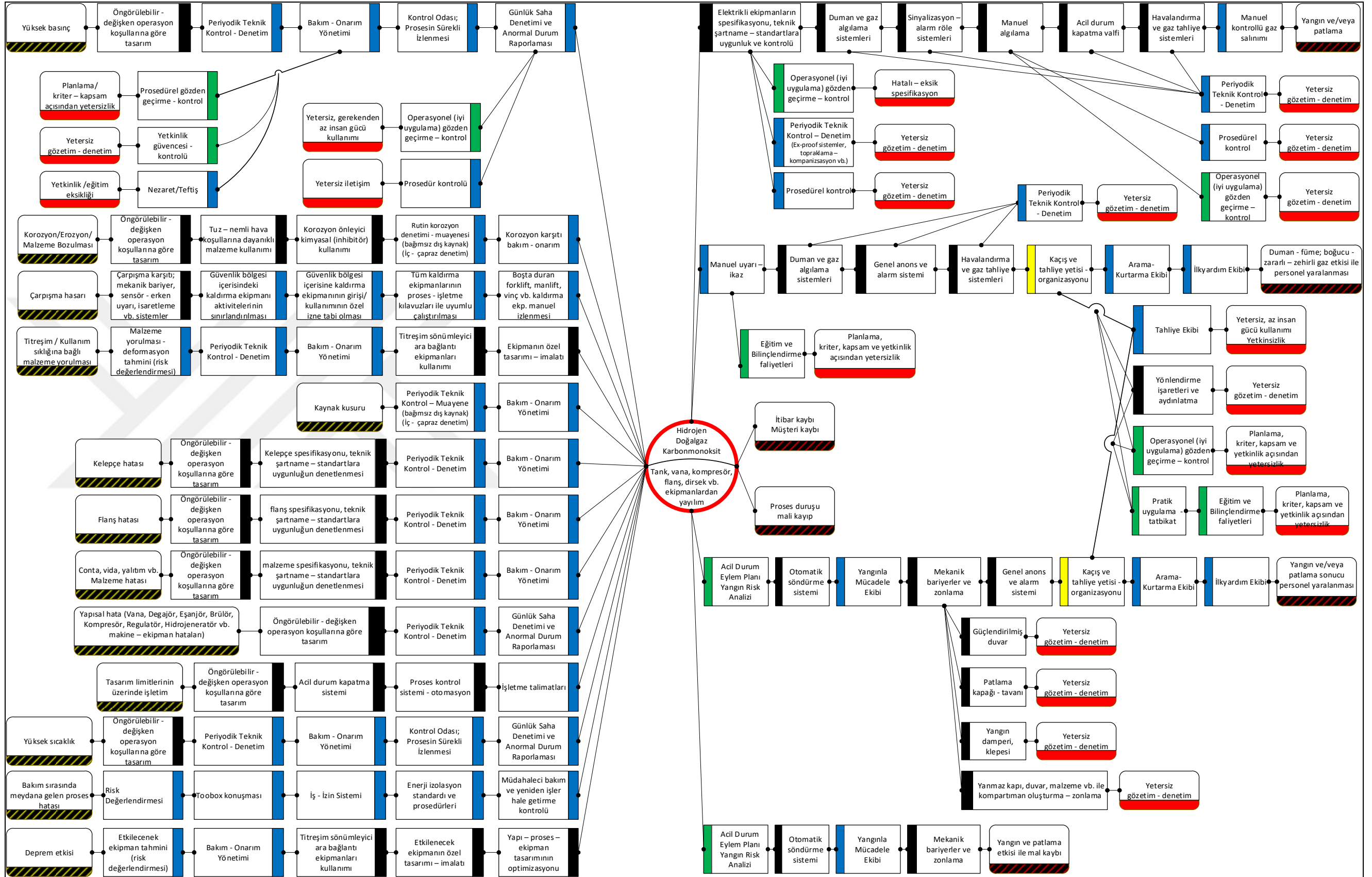
Şekil 4.8 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen-Karbonmonoksit) Yayılımına Diyar Eskiz Papyon Diyagramı



Şekil 4.9 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen-Karbonmonoksit) Yayılm Senaryosuna Ait Neden Ağacının Geliştirilmesi



Şekil 4.10 Doğalgazdan - Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon
(Doğalgaz – Hidrojen- Karbonmonoksit) Yayılım
Senaryosuna Ait Sonuç Ağacının Geliştirilmesi



Şekil 4.11 Doğalgazdan- Hidrojen Elde Prosesinde Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen - Karbonmonoksit) Yayılımına Diar Geliştirilmiş Papyon Diyagramı

**YANGIN – PATLAMA SENARYOSUNUN FİZİKSEL ETKİ ALANLARININ
BELİRLENMESİ****5.1 Sistem Yaklaşımı**

Bu bölümde, papyon diyagramında senaryosunu oluşturduğumuz doğalgaz – hidrojen ve karbonmonoksit yayılımı sonucu yaşanacak olan patlama ve yangının yayılımı ve fiziksel etki mesafeleri, ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) -EPA yazılımı aracılığı ile belirlenecektir.

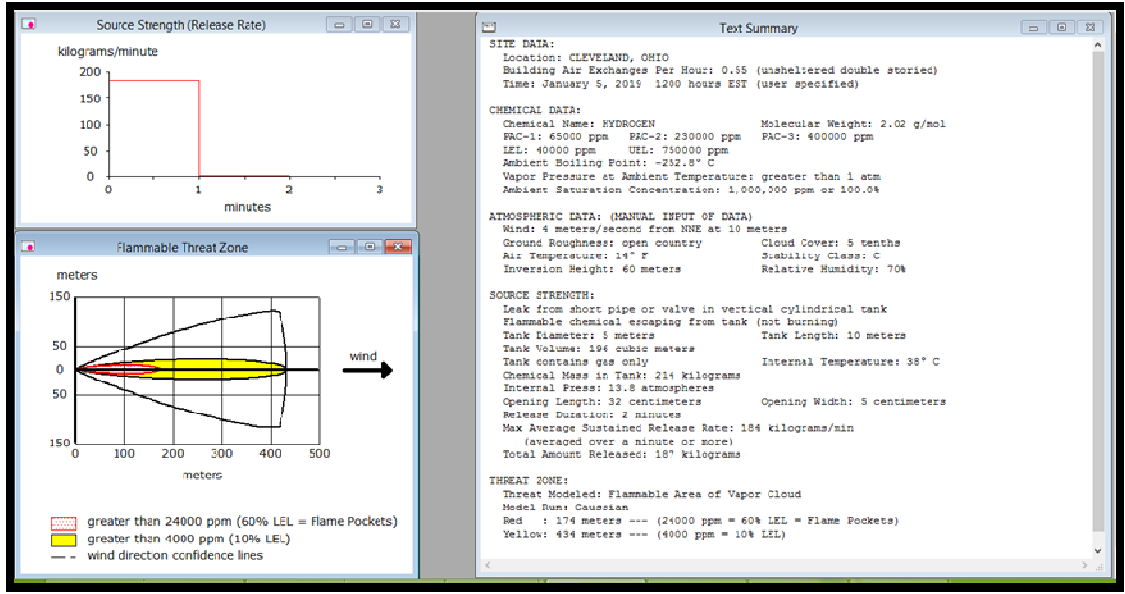
5.2 Temel Datalar

Çizelge 5.1 Meteorolojik Veriler

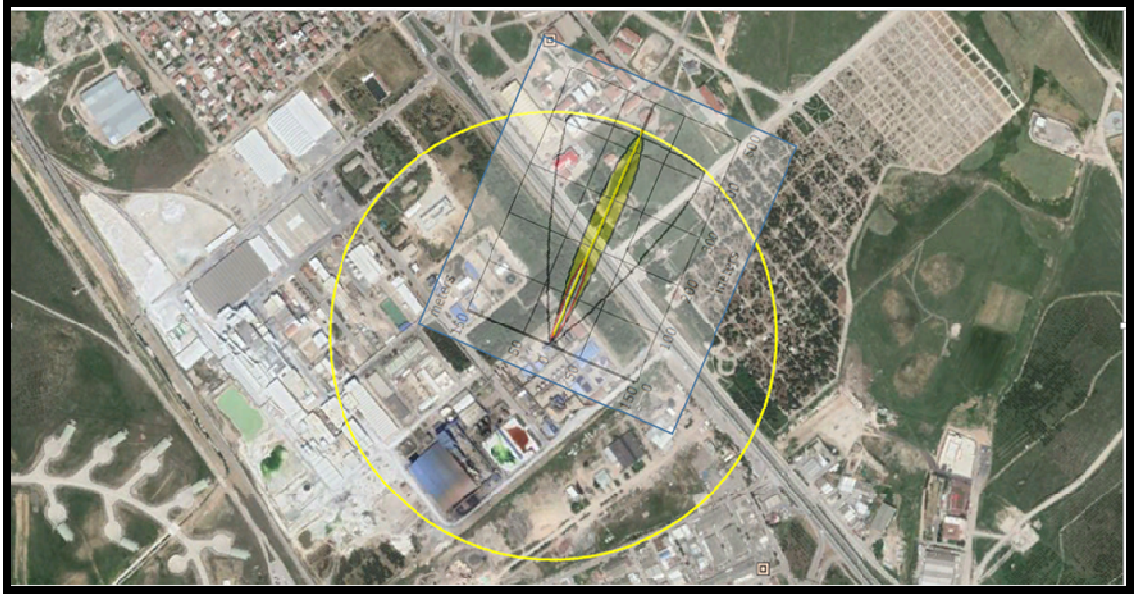
Ortalama Yerel Basınç	1 009,5 hPa
Ortalama En Yüksek Yerel Basınç	1 033,5 hPa (Ocak)
Ortalama En Düşük Yerel Basınç	983,2 hPa (Ocak)
Ortalama Sıcaklık	14,0 °C
Ortalama En Yüksek Sıcaklık	42,4°C (Temmuz)
Ortalama En Düşük Sıcaklık	-14,0°C (Şubat)
Ortalama Yıllık Toplam Yağış Miktarı	59,4 mm
Günlük En Çok Yağış Miktarı	248 mm (Eylül)
Ortalama Bağıl Nem Oranı	%71,6
En Yüksek Bağıl Nem Oranı	%76,6 (Ocak)
En Düşük Bağıl Nem Oranı	%12 (Mart)
Ortalama Rüzgâr Hızı	4 m/s
En Hızlı Rüzgâr	109,7 m/s (NNE - Kuzey-Kuzeydoğu)
Ortalama Fırtınalı Günler Sayısı	24,5
Hâkim Rüzgar Yönü	NNE (Kuzey-Kuzeydoğu)

Çizelge 5.2 Gifforda Göre Atmosferik Kararlılık Sınıfı Korelasyonu

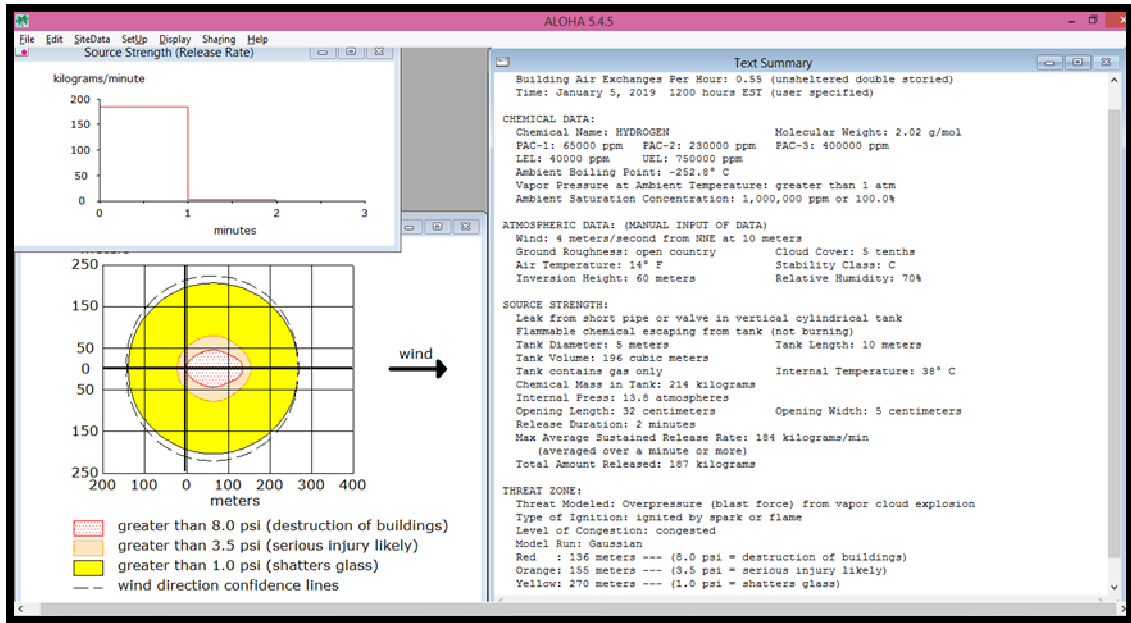
Rüzgâr hızı m/s	Kuvvetli gün ışığı	Orta gün ışığı	Az gün ışığı	Gece vakti az bulutlu ya da >1/2 az bulut	Gece vakti koşulları <3/8 bulutluluk
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-4	C	C-D	C	E	E
4-6	D	D-E	D	E	E
>6	E	E	D	E	F



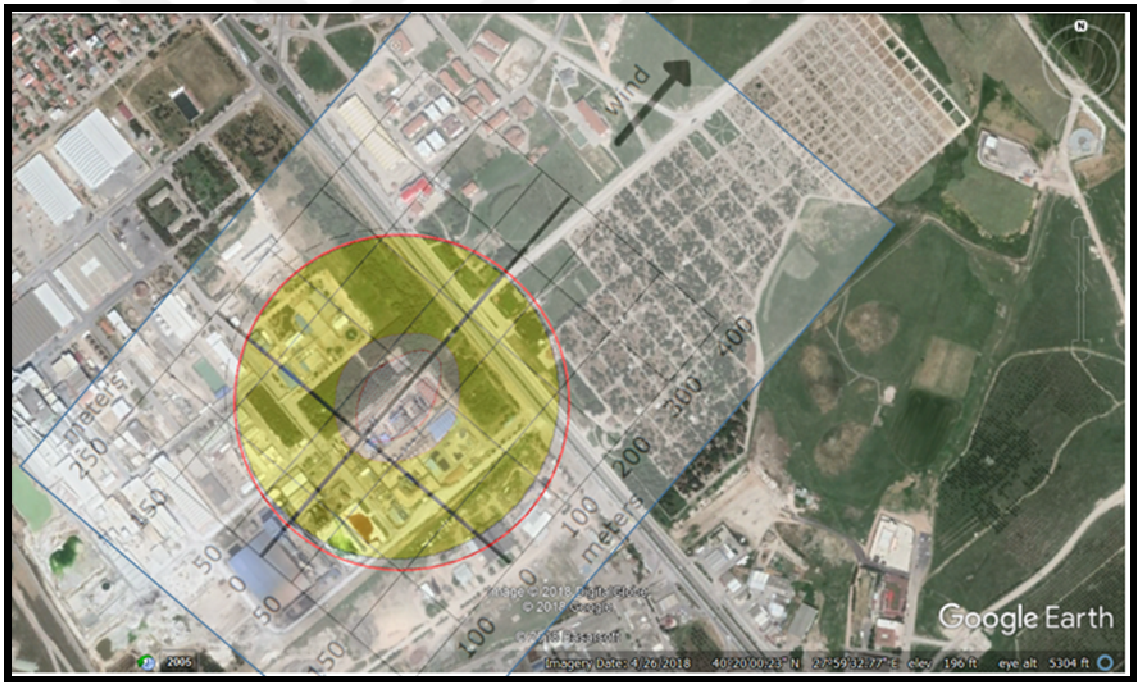
Şekil 5.1 1. Senaryo Gereği Girilen Veriler ve Jet Yangını Yayılımı



Şekil 5.2 Jet Yangını Fiziksel Etki Alanının Harita Üzerinde Gösterimi



Şekil 5.3 2. Senaryo Gereği Girilen Veriler ve Basınç Patlaması



Şekil 5.4 Basınç Patlamasının Fiziksel Etki Alanının Harita Üzerinde Gösterimi

KORUMA KATMANLARI ANALİZİ – LOPA

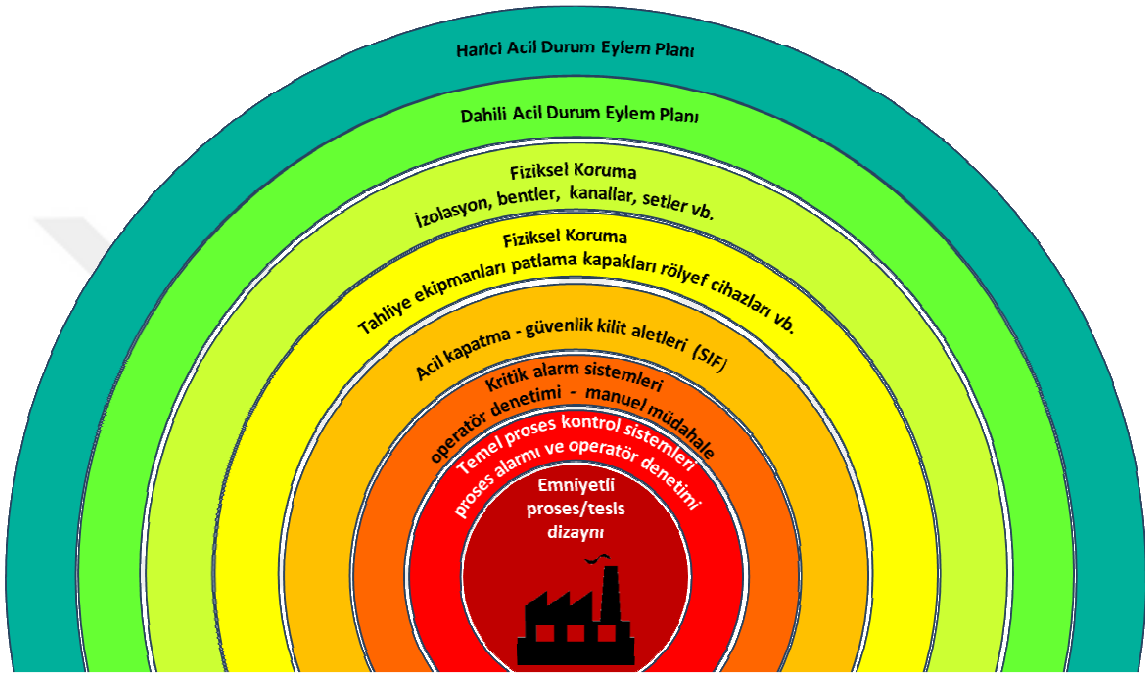
6.1 Sistem Yaklaşımı

Proses Güvenliği kapsamında gerçekleştirilen proses tehlike analizleri tehlikelerin belirlenmesi, risklerin değerlendirilerek analiz edilmesi ve yönetilmesi ile sürdürülmektedir. Proses tehlikelerinin belirlenmesi HAZOP Çalışması gibi kalitatif teknikler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ancak konu yatırımların planlanmasına geldiğinde tehlike belirleme araçları kullanılarak oluşturulan güvenlik enstrümanlı fonksiyonların (safety instrumented function – SIF) sayısal karşılıklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu noktada IEC61508 ve IEC61511 standartları fonksiyonel güvenlik kapsamında bizlere güvenlik bütünlük seviyesini belirleme şansı vermektedir [28].

Proses güvenliği projelerinde uzmanlar tarafından en çok önerilen ve uygulanabilirliği en yüksek olan metot “**Koruma Katmanları Analizi**” (Layers of Protection Analysis – **LOPA**) yaklaşımıdır. Yaklaşım HAZOP Çalışması gibi tehlike belirleme tekniklerinden beslenerek risk seviyesi yüksek senaryolar için mevcut operasyonda ihtiyaç duyulan güvenlik bütünlük seviyesini (**Safety Integrity Level – SIL**) belirlememize yardımcı olur. [28].

Koruma katmanları konusunda açık ve net bir tanımlama getirilemesede, genel olarak; özel proses tasarımlarını, emniyet ekipmanlarını, idari prosedürleri, temel proses kontrol sistemini ve/veya ani olumsuz proses durumlarına karşı planlanmış önlemleri kapsamaktadır. Söz konusu önlemler otomatik veya insan hareketine bağlı olabilir. Sistem bütünlüğünü sağlayan koruma katmanları temelde sekiz seviyeden oluşmaktadır [28].



Şekil 6.1 Temel Koruma Katmanları [29]

LOPA, istenmeyen olay ya da senaryolarla ilgili riskleri tahmin etmeye yönelik yarı kantitatif bir yöntemdir. Riski kontrol etmek ya da hafifletmeye yönelik yeterli önlem bulunup bulunmadığını analiz eder. Koruma Katmanları Analizi, özellikle kimya sanayiinde proses tehlike analizi yapılırken koruma seviyesinin yeterli olup olmadığının değerlendirilmesi ve hangi koruma katmanının ya da bariyerinin eksik olduğunun değerlendirilmesi için kullanılır. Özellikle Seveso Direktifi çerçevesinde proses tehlikelerine karşı ne derecede koruyucu önlemlere ihtiyaç duyulduğunu ve bu koruyucu katmanların güvenilirlik ve hata olasılıklarını analiz etmek amacı ile en çok kullanılan yöntemdir. Bu analiz çoğu zaman olasılıksal güvenlik analizi veya olasılıksal risk analizi olarak da adlandırılır. Analiz esasında iki ana bileşene sahiptir:

- Risk tahmini (olasılıkların ve sonuçlarla ilgili tahmin yapma)
- Risk değerlendirmesi (riskle ilgili genel değerlendirme yapma, örneğin, kabul edilebilirliği ve nasıl görüldüğü ile ilgili)

Risk değerlendirmesi (belli bir risk için) birtakım kriterler ve kabul edilme limitleri gerektirir. Bir tehlike için meydana gelme sıklığı ile sonuçlarının derecesi ve kabul edilme limitleri arasındaki ilişki ise ALARP veya ALARA ile değerlendirilir.

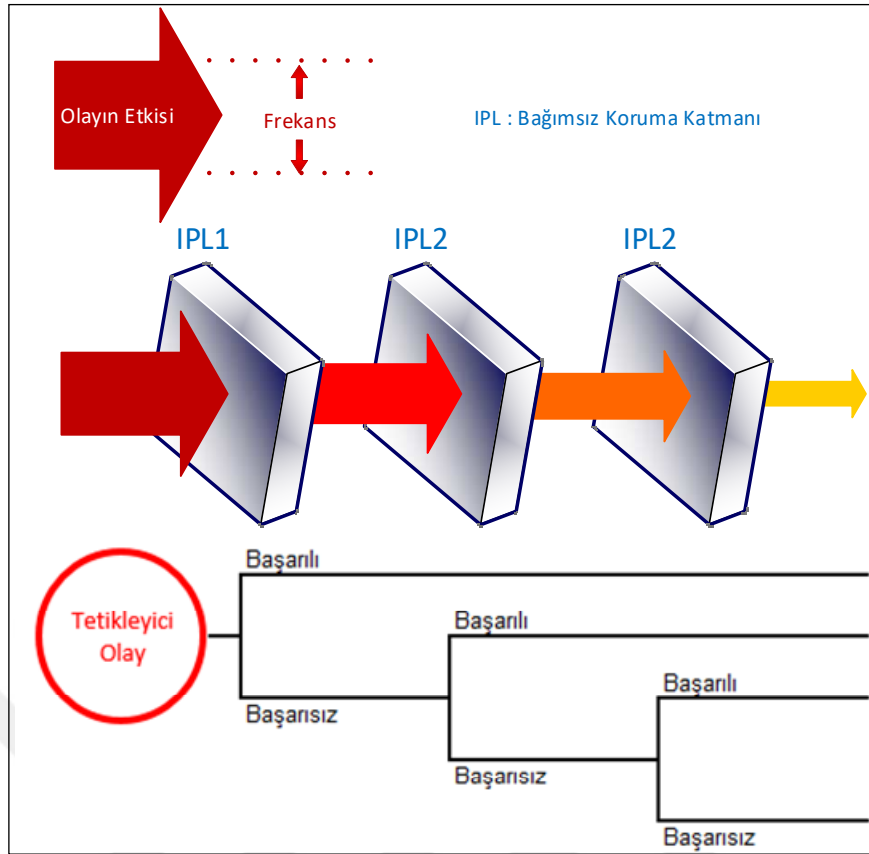
LOPA, IEC 61508 serisinde tarif edildiği gibi, güvenlik enstrümanlarına yönelik güvenlik bütünlüğü seviyelerinin (SIL) saptamasında ve enstrümanlı sistemlerin bağımsız koruma katmanlarının (IPL) belirlenmesi için bir zemin hazırlar. LOPA, her bir koruma katmanı tarafından üretilen risk azaltımını analiz ederek, risk azaltım kaynaklarını etkili bir şekilde dağıtmaya yardımcı olması için kullanılır [30].

LOPA'ya Yönelik Girdiler

- Risk değerlendirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkan proses tehlikeleri, nedenleri ve sonuçlarını içeren risklerle ilgili temel bilgiler,
- Mevcut olan ya da önerilen kontroller ile ilgili bilgiler,
- Rastlantısal olay sıklıkları, koruma katmanı arıza olasılıkları, sonuç ölçümleri,
- Tetikleyici olay sıklıkları, koruma katmanı arıza olasılıkları, sonuç ölçümleri ve kabul edilir risk tanımı [30].

LOPA Uygulama Adımları

- İstenmeyen bir sonuca yönelik tetikleyici nedenlerin tanımlanması
- Senaryoya dair sıklık ile sonuçları hakkındaki verilerin araştırılması
- Senaryo içerisinden tek bir sebep-sonuç çifti seçilmesi
- İstenmeyen sonuca doğru ilerleyen sebebi engelleyecek koruma katmanlarını tanımlanması ve etkililikleri yönünden analiz edilmesi
- Bağımsız koruma katmanlarını (IPL) tanımlanması
- Her IPL'nin hata olasılığı hakkında tahmin yürütülmesi [30].



Şekil 6.2 Bağımsız Koruma Katmanlarının Yapısı [30]

Bir IPL, istenmeyen sonuca doğru giden bir senaryoyu engelleme yetisine sahip olan, rastlantısal olaydan ya da senaryo ile ilgili diğer koruma katmanlarından bağımsız bir enstrüman, sistem ya da faaliyettir.

IPL aşağıdakileri içerir:

- Tasarım özellikleri,
- Fiziksel koruma aygıtları, enstrümanları,
- Kilitleme ve kapama sistemleri,
- Kritik alarmlar ve el ile müdahale,
- Olay sonrası fiziksel koruma,
- Acil durum yanıt sistemleri (prosedürler ve denetimler IPL değildir) [30].

Çıktılar

Daha fazla kontrol gerekip gerekmediği (yani koruyucu bariyer) ve bu kontrollerin etkinliği için öneriler risk azaltma faktörleri çıktı olarak verilir.

LOPA güvenlikle ilgili / enstrümante sistemlerinin yeterliliği ile uğraşırken aynı zamanda SIL değerlendirmesi için kullanılan tekniklerden de birisidir[30].

LOPA yaklaşımında analiz edilecek her senaryo ülke mevzuatı veya kuruluş yönetim sistemlerinde belirlenen hedef değerlere göre gerçekleştirilen bir fark analizi ile tamamlanır. Ülkemizde hedef değer (ALARP) 1×10^{-6} /yıl olarak belirlemiştir [28].

6.1.1 Koruma Katmanları Analizi Değerlendirme Matrisleri

Çizelge 6.1 Senaryoya Dair Hedef Olay Tanımı – Frekans Değeri [31]

Hedef Olay Tanımı	Frekans	Excel Faktörü
Tesiste küçük yaralanma	1,0E-03	3
Tesiste önemli sakatlık derecesinde yaralanma	1,0E-04	4
Tesisdeki ölümle sonuçlanan kaza	1,0E-05	5
Tesiste 1'den fazla ölümle sonuçlanan kaza	1,0E-06	6
Tesis dışında küçük yaralanma	1,0E-04	4
Tesiste dışında sakatlık derecesinde yaralanma	1,0E-05	5
Tesis dışında ölümle sonuçlanan kaza	1,0E-06	6
Tesiste dışında 1'den fazla ölümle sonuçlanan kaza	1,0E-07	7
Frekans 1000 yılda 1	1,0E-03	3
Frekans 10000 yılda 1	1,0E-04	4
Frekans 100000 yılda 1	1,0E-05	5
Frekans 1000000 yılda 1	1,0E-06	6
Frekans 10000000 yılda 1	1,0E-07	7
Frekans 100000000 yılda 1	1,0E-08	8

Çizelge 6.2 Senaryoya Dair Tetikleyici Olay Tanımı – Frekans Değeri [31]

Tetikleyici Olay Tanımı	Frekansı	Excel Faktörü
BPCS Cihaz Loop (elektronik devre döngü) Arızası	0,1	1
BPCS Sensör hatası	0,1	1
Kontrol valfı arızası	0,1	1
Regülatör Arızası	0,1	1
Operatör Aksiyon Hatası (Her üç aylık periyotta 1)	0,1	1
Pompa Arızası Akış Kaybı	0,1	1
Tek Mekanik Salmastra Pompası Arızası	0,1	1
Çift Mekanik Salmastra Pompası Arızası	0,01	2
Konserve / Manyetik Sürücü Pompası Arızası	0,01	2
Soğutma Suyu Arızası	0,1	1
Elektrik gücü kaybı	0,1	1
Genel Fayda Arızası	0,1	1
3. Parti Müdahale	0,01	2
Başlangıç Olayı Olarak Yıldırım Grevi	0,001	3
Boşaltma / Yükleme Hortumu Hatası	0,1	1
Boru Sızıntısı <100m	0,001	3
Boru Sızıntısı> 100m	0,01	2
Boru Kopması- <100 m (>%20 Kesit)	0,0001	4
Boru Kopması-> 100 m (>%20 Kesit)	0,001	3
Atmosferik Tank Arızası	0,001	3
Basıncılı Kaptan Arızanın Önemli Olduğu Salınım	0,00001	5
Birleşim yerlerindeki genişleme hataları	0,01	2
Isı egzozu, tüp sızıntısı <100 tüp	0,01	2
Isı egzozu, tüp sızıntısı> 100 tüp	0,1	1
Isı egzozu, tüp yırtılması <100 tüp	0,001	3
Isı egzozu, tüp yırtılması > 100 tüp	0,01	2

Çizelge 6.3 Senaryoya Dair Koşula Bağlı Değişkenler İçin Frekans Değerleri [31]

Tutuşma Frekansı Açıklaması (Sadece yangın veya patlama senaryoları için geçerlidir)	Frekans	Excel Faktörü
%100 olası veya tutuşma enerjisine ihtiyaç duymaz	1	0
Yayılım ihtimali 50 kg'dan az,	0,01	2
Yayılım ihtimali 500 kg'dan az, M.I.E. 0.3 mJ dan düşük	0,1	1
Yayılım ihtimali 500 kg'dan fazla, M.I.E. 0.3 mJ dan düşük	1	0
Yayılım ihtimali 500 kg'dan az, M.I.E. 0.3 mJ dan büyük	0,01	2
Yayılım ihtimali 5000 kg'dan az, M.I.E. 0.3 mJ dan büyük	0,1	1
Yayılım ihtimali 5000 kg'dan fazla,	1	0
Statik elektrik topraklaması olmayan bir kapalı temel hidrokarbon içeren tank	0,1	1
Riske Maruz Kalma Olasılığı / Riske Maruz Kalma Süresi	Frekans	Excel Faktörü
Maruziyet olasılığı 0.01	0,01	2
Maruziyet olasılığı 0.1	0,1	1
Daimî Maruziyet	1	0
Temel Proses Kontrol Sistemi / Kontrol- Aksiyon Hatası	Frekans	Excel Faktörü
Temel proses kontrol sistemi hatası tetikleyici olaydan bağımsız	0,1	1
Temel proses kontrol sisteminde yaşanan hatalara karşı emniyet sisteminin prosesi kapatması	1	0
Bağımsız cihaz katmanları (sensörler, elektronik akıllı sistemler ve son elemanlar vb.)	Frekans	Excel Faktörü
Basit proses kontrol sistemlerinden gelen alarm- bağımsız değil	1	0
Yüksek strese operatör cevabı ortalama eğitimi	1	0
Düşük strese operatör yanıtı tanınan olay > yanıt vermek için 10 dakika	0,1	1
Düşük strese operatör yanıtı tanınan olay > yanıt vermek için 24 saat	0,01	2
Alarm mevcut değil	1	0
Güvenlik Enstrümanlı Sistem	Frekans	Excel Faktörü
SIS- SIL 1	0,1	1
SIS- SIL 2	0,01	2
SIS- SIL 3	0,001	3
Hiçbiri	1	0
Basınç Tahliye Sistemi- Aşırı Basınç Senaryoları	Frekans	Excel Faktörü
PRD muhtemel (curuf bağlanmasına dair kanıt- iz yok)	0,01	2
Senaryo ile illiyet bağı olan PRD yok (basınçlı sistem)	1	0

Çizelge 6.3 Senaryoya Dair Koşula Bağlı Değişkenler – Frekans Değeri (Devamı) [31]

Diğer güvenlikle ilgili koruma sistemleri	Frekans	Excel Faktörü
Yükseltilmiş istifle muhafaza	0,1	1
Yüksek stresli operatör cevabı ortalama eğitimi	0,5	0
Kullanmadan önce tank ve iletim hatlarında basınç testi (1.5X)	0,1	1
Düşük stres operatörü yanıtı etkinliği> 1/4 saat içerisinde	0,1	1
Yönetim sistemleri	0,1	1
Alarm BPCS'den- bağımsız değil	1	0
Hiçbiri	1	0

Çizelge 6.4 Sonuç Kategorizasyonu [32]

Kategori 1	Küçük salınımı, insan üzerinde herhangi bir etki yok
Kategori 2	Yüksek salınım, hafif yaralanma
Kategori 3	Çok yüksek salınım, bir veya daha fazla kişinin kalıcı yaralanması
Kategori 4	Çok yüksek salınım, bir veya daha fazla ölüm
Kategori 5	Felaket, çoklu ölüm

Çizelge 6.5 Risk Değerlendirme Matrisi [33]

Sonuç sıklığı	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3	Kategori 4	Kategori 5
1,00E-01	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İlk Fırsatta Aksiyon Alın	İvedilikle Aksiyon Alın	İvedilikle Aksiyon Alın
1,00E-02	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İlk Fırsatta Aksiyon Alın	İvedilikle Aksiyon Alın
1,00E-03	Aksiyon Gerekli Değil	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İlk Fırsatta Aksiyon Alın	İlk Fırsatta Aksiyon Alın
1,00E-04	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İlk Fırsatta Aksiyon Alın
1,00E-05	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin
1,00E-06	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	İsteğe Bağlı Alternatifleri Değerlendirin
1,00E-07	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil	Aksiyon Gerekli Değil

**Çizelge 6.7 Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Hidrojen)
Yayılımına Diar LOPA Hesabı**

Diğer Değişkenler		Koşula Bağlı Değişkenler		Senaryo Tanımı	
Güvenlikle ilgili diğer koruma sistemleri	SRPS 3	Yeterli bilgi yok.	Yok	Bağımsız cihaz sensörlerine, mantık çözümlere ve son elemanlara sahip olmalıdır.	Bağımsız cihaz sensörlerine, mantık çözümlere ve son elemanlara sahip olmalıdır.
	SRPS 2	Yeterli bilgi yok.	Yok		
	SRPS 1	Yeterli bilgi yok.	Yok		
	Basınç Tahliye Sistemi Aşırı Basınç Senaryolarını değerlendirin	Senaryo ile ilgili yoktur.	Senaryo ile ilgiliye bağlı olan basınç tahliye sistemi yok		
	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 2 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Ekipmanlar arası gaz iletim hatlarında SIS - SIL sistemi bulunmamaktadır.	Yok		
Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 1 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Ekipmanlar arası gaz iletim hatlarında SIS - SIL sistemi bulunmamaktadır.	Yok	Temel proses kontrol sistemi hatası tetikleyici olaydan bağımsız	Düşük strese operatör yanıtı tanımlanmış olay > yanıt vermek için 24 saat	
Alarmlara ve yazılı prosedürlere operatör reaksiyonuna aşağıdaki beyaz satırda açıklayın	Basit Proses Kontrol Sistemlerinin (BPCS) Fonksiyon Kaybı	Yok			
Basit Proses Kontrol Sistemi- Kontrol önlemini aşağıda açıklayın	Debideki ani düşüşe karşı sistem tepkisi Shutdown (LFSD FSLL-200) Ratio: 2.75 to 1	Yok			
Bu faktör Teknik Ekipler tarafından tanımlanmalı ve Proses Güvenliği Uzmanlarına gözden geçirilmeli.	Her gaz iletim hattının başında shutdown sistemler olduğundan sızıntı olsa bile gaz kesilir ve sadece arıza olan hatta gaz yayılımı olur.	0.1 Maruziyet olasılığı			
Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)	Kısmi olarak açık havaya Hidrojen gazı yayılımı beklenir.	Yayılım ihtimali <500kg M.I.E. <0.3 mJ			
Tetikleyici olay frekansı	Tetikleyici olayı tanımlayın	Basit Proses Kontrol Sistemi Elektronik Doğru Hatası Tahliye sisteminden (valf) kontrol dışı aşırı deşarj	Regülatör Arızası	Değerlendirme Sonuç Kategorisi	
Hedefe Dayalı Olay Frekansı	Senaryonun sonucunu açıklayın, ardından mavi satırdaki listeden en ideal olan frekansı kullanın	Etkileri itibari ile tesis içerisinde bir hat boyunca kısmi zarar vereceği, teki ölümlere sebebiyet verme ihtimali değerlendirilmiştir.	Tesisdeki ölümlerle sonuçlanan kaza Frekans: 100.000 yılda 1 [34]		
Senaryo Açıklaması	İstenmeyen sonuç- etkileri açıklayın	Hidrojen iletim hatlarında kısmi gaz yayılımı sonucunda yangın ve patlama	Emniyet Seviyesi Belirleme Çalışması		
No	Öngörülen senaryo numarası	2			
Koruma Seviyesi	Hedef sıfır "0" veya düşük olmalı (Zaafiyeti kapatmak için sonuç kategorisinin değeri)	Değişkenlerin seçimi ile ilgili açıklamaları bu satır boyunca yapınız.	Senaryo, tesis şartları ve açıklamalar ekseninde değişkenleri bu satırda seç		
No Further Action Daha İleri Aksiyon Gerekli Değil					
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0					

Çizelge 6.8 Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Karbonmonoksit) Yayılımına Diar LOPA Hesabı

Diğer Değişkenler				Koşula Bağlı Değişkenler		Senaryo Tanımı	
Güvenlikte ilgili diğer koruma sistemleri	SRPS 3	Veterli bilgi yok.	Yok	Riske Maruz Kalma Olasılığı / Süresi	Bu faktör Teknik Ekipler tarafından tanımlanmalı ve Proses Güvenliği Uzmanlarınca gözden geçirilmeli.	Tetikleiyici olay frekansı	Hedefe Dayalı Olay Frekansı
	SRPS 2	Veterli bilgi yok.	Yok				
	SRPS 1	Veterli bilgi yok.	Yok				
	Basınç Tahliye Sistemi	Senaryo ile ilgili yoktur.	Senaryo ile ilgiliyet bağı olan basınç tahliye sistemi yok				
	Aşırı Basınç Senaryolarını değerlendirin						
Bağımsız cihaz katmanları ayrı sensörlere, mantık çözücülere ve son elemanlara sahip olmalıdır.	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 2 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Veterli bilgi yok.	Yok	Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)	İlgili kimyasala ait prose ve tutuşma bilgilerinin aşağıda açıklayın	Tetikleiyici olay frekansı	Hedefe Dayalı Olay Frekansı
	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 1 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Veterli bilgi yok.	Yok				
	Alarmlara ve yazılı prosedürlere operatör reaksiyonunua aşağıdaki beyaz satırda açıklayın	Operasyon üzerinden operatör kontrolüne dahil değildir. Prosedürel olarak tanımlı aralıklarla saha denetimi de bulunmamaktadır.	Yüksek streste operatör cevabı ortalama eğitimi				
	Basit Proses Kontrol Sistemi- Kontrol önlemini aşağıda açıklayın	Bilinen BPCS sistemi yok.	Hata sonucu temel proses kontrol (güvenli kapatma) sistemi yok				
Tetikleyici olay frekansı				Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)	İlgili kimyasala ait prose ve tutuşma bilgilerinin aşağıda açıklayın	Tetikleiyici olay frekansı	Hedefe Dayalı Olay Frekansı
Senaryo Açıklaması	İstemmeyen sonuç- etkileri açıklayın	Ara Ürün olan CO gazının iletim hatlarında oluşan hataya bağlı büyük miktarda sızıntısı	Emniyet Seviyesi Belirleme Çalışması	Koruma Seviyesi	Hedef sıfır "0" veya düşük olmalı (Zaafiyeti kapatmak için sonuç kategorisinin değeri)		
	Öngörülen senaryo numarası	3					
Optional Evaluate Alternatives İsteğe Bağlı - Alternatifleri Değerlendirin				Değerlendirme (Sonuç Kategorisi)			
0	0	0	0	2	1	2	6

Çizelge 6.8 Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (Karbonmonoksit) Yayılımına Diar LOPA Hesabı (Devamı)

Diğer Değişkenler		Koşula Bağlı Değişkenler		Senaryo Tanımı	
Bağımsız cihaz sensörlerine, mantık çözücülere ve son elemanlara sahip olmalıdır.	Güvenlikle ilgili diğer koruma sistemleri	SRPS 3	Yeterli bilgi yok.	Yok	Optional Evaluate Alternatives İsteğe Bağlı - Alternatifleri Değerlendirin
Basit Proses Kontrol Sistemi- Kontrol önlemini aşağıda açıklayın	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 2 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Yeterli bilgi yok.	Yok	Hata sonucu temel proses kontrol (güvenli kapatma) sistemi yok	0
Alarmlara ve yazılı prosedürlere operatör reaksiyonuna aşağıdaki beyaz satırda açıklayın	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 1 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	Yeterli bilgi yok.	Yok	Yüksek streste operatör cevabı ortalama eğitimi	0
Bu faktör Teknik Ekipler tarafından tanımlanmalı ve Proses Güvenliği Uzmanınca gözden geçirilmeli.	Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)	İlgili kimyasala ait prose ve tutuşma bilgilerinin aşağıda açıklayın	CO yanıcı ve toksik özellik gösterir, tahmini yayılım 50 kg altında olacaktır. M.L.E = < 0.3 mJ	Yayılım ihtimali <500kg M.L.E. <0.3 mJ	1
Tetikleyici olay frekansı	Tetikleyici olayı tanımlayın	Bağlantı - flanş hatası	Birleşim yerlerindeki genişleme hataları	3	6
Hedefe Dayalı Olay Frekansı	Senaryonun sonucunu açıklayın, ardından mavi satırdaki listeden en ideal olan frekansı kullanın	İstemeyen sonuç- etkileri açıklayın	V102 tankı çıkışında flanş- bağlantı noktasından (503A) büyük miktarda CO gazı sızıntısı	Emniyet Seviyesi Belirleme Çalışması	- 5
Senaryo Açıklaması	Öngörülen senaryo numarası	4	Değişkenlerin seçimi ile ilgili açıklamaları bu satır boyunca yapınız.	Senaryo, tesis şartları ve açıklamalar ekseninde değişkenleri bu satırdan seç	1
Koruma Seviyesi	Hedef sıfır "0" veya düşük olmalı (Zaafiyeti kapatmak için sonuç kategorisinin değeri)	Değişkenlerin seçimi ile ilgili açıklamaları bu satır boyunca yapınız.	Senaryo, tesis şartları ve açıklamalar ekseninde değişkenleri bu satırdan seç	1	1

**Çizelge 6.9 Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (H2-CO-CO2-CH4)
Yayılımına Diar LOPA Hesapları**

Diğer Değişkenler		Koşula Bağlı Değişkenler		Senaryo Tanımı	
Bağımsız cihaz katmanları ayrı sensörlere, mantık çözücülere ve son elemanlara sahip olmalıdır.	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 1 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)	SIL 2 Level 3 trip system TAHH 308 Reformer Catalysts Temp Alarm High - High	SIL 2 Level 3 trip system TAHH 304 Reformer Furnace Temp Alarm High - High	SIS - SIL 2	0
	Alarmlara ve yazılı prosedürlere operatör reaksiyonuna aşağıdaki beyaz satırda açıklayın	Basit Proses Kontrol Sistemlerinin (BPCS) Fonksiyon Kaybı	Düşük strese operatör yanıtı tanıyan olay > yanıt vermek için 24 saat	0	2
	Basit Proses Kontrol Sistemi- Kontrol önlemini aşağıda açıklayın	Bilinen BPCS sistemi yok.	Hata sonucu temel proses kontrol (güvenli kapatma) sistemi yok	0	0
	Riske Maruz Kalma Olasılığı / Süresi	Bu faktör Teknik Ekipler tarafından tanımlanmalı ve Proses Güvenliği Uzmanlarıncı gözden geçirilmeli.	Süreklili maruziyet olasılığı	0	0
	Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)	İşletme duruşa geçmedikçe, Hidrojen süreci sürmektedir. Giriş Q (CH4) : 1066 m3/sa Çıkış Q (H2) : 2000 m3/sa T Max: 954 C P Max: 18.5 bar 10000 kg H ₂ , 1200 kg CO, 1000 kg CO ₂ 200 kg CH ₄ yayılımı M.I.E değeri 0.02 - 0.07 mJ	Yayılım ihtimali > 5000 kg	0	0
Tetikleyici olay frekansı	Tetikleyici olayı tanımlayın	Atmosferik tank cıdarından Yüksek basınç ve sıcaklıkta ciddi miktarda yayılım (en kötü senaryo çalışmıştır)	Atmosferik Tank Hatası	3	3
	Hedefte Dayalı Olay Frekansı	Senaryonun sonucunu açıklayın, ardından mavi satırdaki listeden en ideal olan frekansı kullanın	Etkileri itirbari ile tesis dışına zarar vereceği, çoklu ölümlere sebebiyet verme ihtimali değerlendirilmiştir.	Frekans değeri: 100.000.000 yılda 1 [34]	8
	Senaryo Açıklaması	İstemeyen sonuç- etkileri açıklayın	Reformer tank cıdarında yırtılma sonucu büyük miktarda proses gazı salınımı H ₂ : %75 CO: %12 CO ₂ : %8 CH ₄ : %4	Emniyet Seviyesi Belirleme Çalışması	- 10
	No	Öngörülen senaryo numarası	5		-2
	Koruma Seviyesi	Hedef sıfır "0" veya düşük olmalı (Zaafiyeti kapatmak için sonuç kategorisinin değeri)	Değişkenlerin seçimi ile ilgili açıklamaları bu satır boyunca yapınız.	Senaryo, tesis şartları ve açıklamalar ekseninde değişkenleri bu satırdan seç	-2
Değerlendirme (Sonuç Kategorisi)					
No Further Action Daha İleri Aksiyon Gerekli Değil					

Çizelge 6.9 Doğalgazdan- Hidrojen Eldesi Prosesinde Hidrokarbon (H₂-CO-CO₂-CH₄) Yayılımına Diar LOPA Hesapları (Devamı)

Diğer Değişkenler			Koşula Bağlı Değişkenler		Senaryo Tanımı	
Güvenlikle ilgili diğer koruma sistemleri	SRPS 3	Yeterli bilgi yok.		Yok	Bağımsız cihaz katmanları ayrı sensörlere, mantık çözümlere ve son elemanlara sahip olmalıdır.	
	SRPS 2	Yeterli bilgi yok.		Yok		
	SRPS 1	Low Fire - Flame Off		Güvenlikle ilgili diğer koruma sistemleri PFD=0.1		
	Basınç Tahliye Sistemi Aşırı Basınç Senaryolarını değerlendiren		Senaryo ile ilgili yoktur.	Senaryo ile ilgili yoktur.		
	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 2 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)		SIL 2 Level 3 trip system TAHH 308 Reformer Catalysts Temp Alarm High - High	SIS - SIL 2		
	Güvenlik Enstrümanlı Sistemler 1 (Mevcut SIS - SIL koşullarını listeden seçiniz)		SIL 2 Level 3 trip system TAHH 304 Reformer Furnace Temp Alarm High - High	SIS - SIL 2		
	Alarmlara ve yazılı prosedürlere operatör reaksiyonuna aşağıdaki beyaz satırda açıklayın		Basit Proses Kontrol Sistemlerinin (BPCS) Fonksiyon Kaybı	Düşük strese operatör yanıtı tanınan olay > yanıt vermek için 24 saat		
	Basit Proses Kontrol Sistemi- Kontrol önlemini aşağıda açıklayın		Bilinen BPCS sistemi yok.	Hata sonucu temel proses kontrol (güvenli kapatma) sistemi yok		
	Bu faktör Teknik Ekipler tarafından tanımlanmalı ve Proses Güvenliği Uzmanlarına gözden geçirilmeli.		İşletme duruşa geçmedikçe, Hidrojen süreci sürekli. İşletme	Süreklili maruziyet olasılığı		
	Riske Maruz Kalma Olasılığı / Süresi		Giriş Q (CH4) : 1066 m3/sa Çıkış Q (H2) : 2000 m3/sa T Max: 954 C P Max: 18,5 bar 10000 kg H, 1200 kg CO, 1000 kg CO2 200 kg CH4 yayılımı M.I.E değeri 0,02 - 0,07 mJ	Yayılım ihtimali > 5000kg		
Tutuşma (sadece yangın veya patlama senaryoları)						
Tetikleyici olay frekansı	Tetikleyici olayı tanımlayın	Katalist tüplerinde aşırı ısınma	Isı egzozu, tüp yırtılması <100 tüp			
Hedefte Dayalı Olay Frekansı	Senaryonun sonucunu açıklayın, ardından mavi satırdaki listeden en ideal olan frekansı kullanın	Etkileri tırbari ile tesis dışına zarar vereceği, çoklu ölümlere sebebiyet verme ihtimali değerlendirilmiştir. Frekans değeri için referans kaza araştırmalarından yararlanılır.	Frekans değeri: 100.000.000 yılda 1 [34]			
Senaryo Açıklaması	İstenmeyen sonuç- etkileri açıklayın	Reformer tank ısıtıcılarında oluşan hataya bağlı büyük miktarda proses gazı salınımı H2: %75, CO: %12, CO2: %8, CH4: %4	Emniyet Seviyesi Belirleme Çalışması			
No	Öngörülen senaryo numarası	6				
Koruma Seviyesi	Hedef sıfır "0" veya düşük olmalı (Zaafiyeti kapatmak için sonuç kategorisinin değeri)	Değişkenlerin seçimi ile ilgili açıklamaları bu satır boyunca yapınız.	Senaryo, tesis şartları ve açıklamalar ekseninde değişkenleri bu satırdan seç			
Değerlendirme (Sonuç Kategorisi)				No Further Action Daha İleri Aksiyon Gerekli Değil		
- 2				- 10		
0				0		
0				0		
0				0		
3				3		
8				8		
- 10				- 10		
- 2				- 2		

ACİL DURUM EYLEM PLANLARININ OLUŞTURULMASI

7.1 Amaç

İşletmede meydana gelebilecek acil durumlarda aşağıda sıralanan esasların gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır;

- Acil durum yönetimine ilişkin kuralların önceden belirlenerek can ve mal kaybının önlenmesi veya hasarın en aza indirilmesi,
- Herhangi bir anda oluşabilecek acil durumda, personelin eğitilmiş ve bilinçli davranmalarının sağlanması,
- Çalışan, tedarikçi ve alt yüklenici, ziyaretçilerin yaralanması veya zarar görmesinin önlenmesi,
- Çevre halkının, komşu işletme ve üçüncül kişi ve kuruluşların zarar görmesinin önlenmesi,
- Fauna – Floranın, ekosistemin zarar görmesinin engellenmesi ve/veya çevresel kaza etkilerin sınırlandırılması, etkinin en az düzeye indirilmesi,
- Çalışmanın kısmen veya tamamen durmasına, maddi kayıplara sebep olabilecek veya şirketin itibarına zarar verebilecek her türlü olağanüstü durumun önlenmesi.

7.2 Kapsam

Acil durum eylem planları oluşturulurken belirli sınırlılıklar getirilmelidir. Her işletme tıpkı bu tezin 3. bölümünde yer alan risk değerlendirme rapor sonuçları, sektörel ve yerel olarak yaşanmış kazalar, işletmece belirlenmiş senaryolara (4. bölümde sunulan papyon diyagramları) uygun olarak kapsamı belirlemelidir.

Genel olarak tesisin genel işleyişini bozacak, tesise fiziksel, ekonomik, sosyal, çevresel, imaj vb. bakımdan zarar verecek, önlem alması gereken yangın, deprem, sel, kötü hava koşulları, yıldırım, şiddet olayları, toplumsal karışıklık (eylem, gösteri, iç savaş vb.), sabotaj, yağmalama/hırsızlık, şüpheli paket/bomba, iş kazası, enerji kesilmesi, gaz sızıntısı, kimyasal dökülmesi/saçılması vb. tüm doğal ya da suni acil durumlar Acil Durum Eylem Planı kapsamına almalıdır.

Çizelge 7.1 Acil Durumların Türlerine Göre Ayrımı

Doğal tehlikeler	Suni tehlikeler
* Yangın	* Yangın
* Deprem	* Patlama
* Sel	* Kimyasal yayılımı, dökülmesi
* Kötü Hava Koşulları (Fırtına,	* Enerji kesilmesi
* Hortum, Aşırı Yağış vb.)	* Gaz sızıntısı
* Yıldırım	* Şiddet olayları
	* Toplumsal karışıklık (eylem, gösteri, iç savaş vb.)
	* Sabotaj – Yağmalama – Hırsızlık
	* İş kazası
	* Müşteri – ziyaretçi – tedarikçi – alt yüklenici vb. yaralanması/rahatsızlanması
	* Sonuçları itibari ile major etkiye sahip ve genel tahliye gerektiren diğer öngörülemeyen senaryolar (Uçak Düşmesi, Proses Hatası, İnsan Hatası vb.)

7.3 Sorumluluk Hiyerarjisi

Genel Sorumluluk

Acil Durum Eylem Planına çalışanların uyması ve sistemsel olarak planın yürütülmesi için gerekli asgari şartların sağlanmasından sırasıyla; Genel Müdür, Genel Müdür Yardımcısı, İşletme/fabrika Müdürü, Vardiya Mühendisleri birlikte sorumludur.

Acil Durum Yöneticisi

İşletmede meydana gelen acil durumlardan kaynaklanan risk ve etkileri en aza indirmek için tedbirlerin alınması ve uygulanmasını, organizasyonun kurulması ve ihtiyaç olması durumunda etkin müdahale yapılmasını sağlayan ve yöneten kişidir. Organizasyon yapısı açısından aksi belirtilmedikçe tesis genelinde bu görevi yürütmekten Genel Müdür (en yetkili yönetici) sorumludur.

Acil Durum Yönetici Yardımcısı

Acil durum yöneticisine görevinde yardım eden, acil durum yöneticisi olmadığı zaman tesiste meydana gelen acil durumlardan kaynaklanan risk ve etkileri en aza indirmek için tedbirlerin alınması ve uygulanmasını, organizasyonun kurulması ve ihtiyaç olması durumunda etkin müdahale yapılmasını sağlayan kişidir.

Organizasyon yapısı açısından aksi belirtilmedikçe tesis genelinde bu görevi yürütmekten Genel Müdür Yardımcısı sorumludur. Ancak acil durum/kriz anında her bağımsız proses veya kısımda ilgili vardiya mühendisi eylem planının uygulanmasından sorumludur. Vardiya mühendisinin işletmede bulunmadığı anda veya olası bir kaza durumunda vekaleti bulunan en yetkili kişi bu sorumluluğu üstlenir.

Acil Durumlara Müdahale Ekipleri

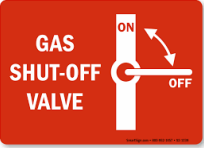
Acil durumlara müdahale ekibi acil durumlara ilk müdahaleyi yaparak; gerektiğinde tesislerde bulunanların tahliyesini sağlamak, arama- kurtarma, yangınla mücadele çalışmalarını yürütmek ve ihtiyaç halinde ilk yardım uygulamaktan sorumludur.

Çalışanlar

İşletme ve alt yüklenici (temizlik, güvenlik, bakım onarım, nakliye vb.) çalışanlarının; acil durumlara ilgili görev ve sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir:

Acil durum organizasyonu ile ilgili verilecek olan teorik ve pratik eğitimlere katılmak, acil durum alarmı ve/veya tahliye anonsu duydukları anda acil çıkış tahliye rotalarını kullanarak toplanma alanına ulaşmak, tahliye gerektiği durumlarda güvenli tahliye esaslarına uygun olarak hareket etmek, kendisinin ve başkasının can güvenliğini tehlikeye atmamak, gerektiği durumlarda tesisin tahliye edilmesi konusunda destek sağlamaktan sorumludur.

Çizelge 7.2 Güvenli Tahliye Esasları

	Her acil durum ikazı, anons ve alarmini ciddiye alın.
	Her çalışan işletme içerisindeki her acil çıkış kapıları ve yollarının yerini ve bu bölgelere nasıl ulaşacağını bilmelidir.
	Tehlike durumunda tahliye / güvenlik yollarını temsil eden tüm yollar, koridorlar ve merdivenler her zaman açık tutulmalıdır.
	Tahliye sırasında balkona/terasa çıkılmamalı, tehlikeli ekipmanlardan, proses kimyasallarının depolandığı – iletildiği hatlardan uzak durulmalıdır.
	Acil durumlarda öncelik, kişilerin tahliyesi ve kurtarılmasıdır. Olası bir yaralanma durumunda yaralının bulunduğu alan emniyetli hale getirilmeli, yaralanmaya neden olan tehlike unsurları ortadan kaldırılmalı, ilk yardım bilinmeden müdahale edilmemelidir. 112 Hızır Acil aranarak yardım istenmelidir.
	• Şahsi eşyalarınızı, ve kıyafetlerinizi almaya, toparlanmaya çalışmayınız, vakit kaybetmeyiniz. • Tahliye esnasında yanınıza yiyecek, içecek almaya, telefonla konuşmaya, fotoğraf çekmeye çalışmayın. Kaybedilen vakit sizin yada başkalarının hayatına mal olabilir. • Tüm dikkat ve becerinizi tahliye ve rotasına verin.
	Toplanma alanlarında ve bina içerisinde sigara içmeyin.
	Kendi güvenliğinizi tehlikeye düşürmeyecek kadar vaktiniz varsa proses güvenliği açısından kritik olan sistemleri kapatın.
	Kendi güvenliğinizi tehlikeye düşürmeyecek kadar vaktiniz varsa camları, kapıları kapatın ama kilitlemeyin.
	Fişe takılı, elektrikli aygıtlar (bilgisayar, projeksiyon vb.) ve aydınlatma armatürleri, acil durum sırasında, açık ise açık; kapalı ise kapalı olarak bırakılmalıdır.

Çizelge 7.2 Güvenli Tahliye Esasları (Devamı)

	Acil durum sırasında, olabildiğince hızlı, koşmadan ve bir disiplin eşliğinde, işletmeyi terkedin, panik yapmayın!
	Tahliye/Acil Durum esnasında işletmede bulunan tedarikçi, alt yüklenici stajyer, müşteri – ziyaretçi ve çalışanların güvenli bir şekilde tahliyesinden tüm çalışanlar birlikte sorumludur. Çevrenizde bulunan engelli, hamile, geçici olarak kısıtlı, yaşlı ve çocuklara nezaret ediniz, yardımcı olunuz.
	• Tahliye kararı alındığında, sesli ya da ışıklı ikaz alarmı verildiğinde önceden belirlenmiş güvenli alana gidiniz. • Eksik/yaralı/mahsur kalan çalışanların tespiti için toplanma alanlarında sayı alınana kadar bekleyiniz.
	Acil durum tamamen bitene kadar sesli ve ışıklı uyarı sistemlerinin çalışmaya devam edeceğini unutmayın. Anons ve bilgilendirmelere uyunuz.

7.4 Uygulama Adımları

7.4.1 Acil Durum Öncesi Hazırlık Çalışmaları

Acil durumlara karşı hazırlıklı olunması amacıyla aşağıda sıralanan makine ekipman ve acil durum sistemlerinin düzenli kontrol ve bakımı Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürlüğü tarafından sağlanır. Bu sistemlerin çalışırılığının kontrolü düzenli bakım – onarım periyodlarının takibi ise Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürü tarafından yapılır ve Acil Durum Yöneticisi/Yardımcısına raporlanır.

Yangın Algılama Ve Yangın Söndürme Sistemlerinin Kontrol ve Bakımı: (yangın algılama dedektörü, gaz sızıntı dedektörleri, sprinkler sistemi, yangın dolabı, yangın paneli, yangın pompası, yangın tüpleri, flaşör vb.)

İşletmede bulunan her bir proses hattı, Depo, Yardımcı Tesisler- Binalar, Kazan Dairesi, Trafo, İklimlendirme – Havalandırma Dairesi vb. bağımsız her alanda, önceden belirlenmiş bir kontrol listesi üzerinden, bağımsız kurum/kuruluşlardan destek alınarak dış denetim şeklinde sistemlerin yılda birkez kontrolü sağlanır. Tüm sistemlerin iç

kontrolleri ise 6 aylık periyotlarda Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürlüğü tarafından görevlendirilmiş bir ekip tarafından yapılır.

Tahliye ve Erken Uyarı Sistemlerinin Kontrolü: (acil çıkış kapıları, acil çıkış yolları, acil çıkış merdivenleri, acil çıkış aydınlatmaları, acil çıkış yönlendirmeleri, alarm ve anons sistemi diğer turnike mekanik ya da otomatik kapılar vb.)

Acil çıkış yollarının/merdivenlerinin her zaman temiz ve açık olması sağlanır. Bu sorumluluk her bağımsız alanda görevli vardiya mühendisi, alan sorumlusu gibi ara kademe yöneticilerin ortak sorumluluğundadır.

Acil çıkış aydınlatmalarında arıza ya da eksiklik olduğu durumlar, Acil çıkış yönlendirmelerinde hatalı yön gösterme ya da eksiklik olduğu durumlar veya tadilat sonrası değişen mimari yapı itibari ile acil çıkış yönlendirmelerinde revize ihtiyaçları İdari İşlerin sorumluluğundadır.

Alarm- anons sistemlerinin her bağımsız bölüm ve kattan duyulmaması ya da çalışmaması durumları Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürlüğü sorumluluğundadır.

Turnike, mekanik ya da otomatik kapılarda kaçışı zorlaştıracak düzeyde oluşan arızaların giderilmesi ve aylık olarak kontrol edilmesi Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürlüğü sorumluluğundadır.

Acil Durum Toplanma Yeri/Alanının Belirlenmesi: Acil durumların olumsuz sonuçlarından çalışanların etkilenmeyeceği mesafe de çalışanların sayısına uygun yeterli genişlikte, korunaklı yapıya sahip olmak kaydıyla tesisin büyüklüğüne göre farklı bölgelerde acil durum yöneticisi tarafından belirlenir ve çalışanlara tebliğ edilir. Her bağımsız birim veya yardımcı tesis için tanımlanmış toplanma alanının fotoğrafı çekilerek, personel duyuru panosuna asılır. Belirlenen alan dikdörtgen veya kare biçiminde, yeşil zemin üzerine beyaz piktogram olacak şekilde “ACİL DURUM TOPLANMA ALANI ya da “ACİL DURUM TOPLANMA YERİ” yazılı bir levha ile alan işaretlenir. Her yeni başlayan çalışana oryantasyon kapsamında bu alan gösterilir.

Mekanik ve Elektrik Sistemlerin Kontrolü: Elektrik tesisatı, asansör, jeneratör, doğalgaz tesisatı, kazan tesisatı, basınçlı sistemler, alt yapı tesisleri ve bilgisayar-

elektronik vb. sistemler diğer departmanlar ile mutabık kalınan bir plana göre takvime bağlanır ve tüm sistemlerin 1 yıl içerisinde kontrolü sağlanır.

Yapılacak kontrollerin akredite, yetkin ve bağımsız denetçi bir firmaya yaptırılması zorunludur. Tüm kontrol, bakım – onarım kayıtları ile periyodik teknik muayene-kontrollere ait raporlar Mekanik – Elektrik Teknik İşler ve Bakım Müdürlüğü arşivinde rapor tarihinden itibaren 3 yıl süre ile saklanır

Karşılıklı Yardımlaşma Anlaşmaları Protokoller: Acil durum eylem planı diğer komşu tesisler, binalar, liman işletmeleri vb. ile koordineli olarak hazırlanmalıdır. Bu kapsamda İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından belirlenen asgari şartları sağlayacak şekilde tesisin yakınındaki/bitişigindeki işletme ve/veya işletmelerle yardımlaşma protokolü imzalanır.

Mimari Acil Durum Kat Yerleşim Planı: ISO 23601:2009 standartında belirtilen; kaçış yollarının, yangın merdivenlerinin, acil kaçış kulelerinin, acil durum buton ve flaşörlerinin, seyyar yangın söndürücülerin, yangın dolaplarının, itfaiye su alma/verme ağzlarının, yangın pompalarının, ilk yardım malzeme/ekipmanlarının, hidrofor, ana elektrik dağıtım panosu, trafo, kompresör, atık alanı vb. unsurları içeren, ihtiyaç halinde fotolümenli zemine basılı yada kendinden aydınlatmalı Mimari Yerleşim Projleri üzerinden ölçekli olarak hazırlanan çizimi ifade eder.

Çalışanların Eğitilmesi, Bilinçlendirilmesi

- Tüm çalışanlara Acil Durum Planı ve acil durumda yapılacaklara dair bilgilendirme eğitimi yılda birkez olmak üzere verilir ve eğitime dair liste tutulurak kayıt altına alınır.
- Bilgilendirme eğitimi acil durumlarda davranış biçimlerinin anlatan akış şemalarının İş Güvenliği Uzmanı tarafından çalışanlara anlatılması şeklindedir.
- Yılda en az bir kez olmak üzere tüm çalışanların katılımı ile Yangınla Mücadele Uygulaması ve Tahliye Tatbikatı düzenlenir.
- Acil durum ekibindeki görevli kişilere, yangınla mücadele, arama kurtarma, güvenli tahliyenin sağlanması, acil durum planının uygulanmasına dair temel eğitimler

verilir ve kayıt altına alınır. Eğitim ler yılda 1 kez tekrarlanır ve konusunda uzman olan kişiler/kurumlar tarafından verilir.

- İlk yardım ekibinde istihdam edilen her on personel için bir personel olacak şekilde sertifikalı ilkyardımcı olması gerekmektedir. Sertifikaların yenilenmesi için, 3 yılda 1 kez yenileme eğitimi alınmalıdır.
- Herhangi bir sebeple altı aydan fazla süreyle işten uzak kalanlara, tekrar işe başlatılmadan önce Acil Durum Planı ve acil durumda yapılacaklara dair bilgilendirme eğitimi yeniden verilir.
- Yukarıda bahsi geçen tüm eğitim organizasyonu, planlama ve eğitim takviminin yayınlanması ve kayıt evraklarının saklanması- arşiv yönetimi İş Güvenliği Birimi sorumluluğundadır.

7.4.2 Tatbikat Esasları

Yılda en az 1 defa olmak üzere, tüm vardiyaların katılımı- eksiksiz çalışan sayısı ile ve üst yönetim onayı alınmak kaydı ile habersiz yapılması esastır. Tatbikat öncesinde gerekli malzeme- ekipman, araç gereçlerin temin edilmesi sağlanır, tatbikat için itfaiye, ambulans vb. dış kaynaklardan destek alınır, komşu işletmelere, resmi kurum/kuruluşlara haber verilir. Tatbikat, rapor ve tutanaklar ile kayıt altına alınır, belirlenen eksikliklerin giderilmesi amacıyla aksiyon planı hazırlanır.

Tatbikat organizasyonu; hazırlık aşaması, planlama ve uygulama, raporlama ve dokümantasyon, sonuç raporlarının yayınlanması, tespit edilen uygunsuluklar için aksiyon planı oluşturulması ve aksiyon takibi ve kayıt evraklarının saklanması- arşiv yönetimi İSG Birimi sorumluluğundadır.

7.4.3 Acil Durumlar Halinde Haberleşme Esasları

- Acil durumlarda genel haberleşme görevlerini Haberleşme Ekibi üstlenir. Haberleşme Ekibi, Fabrikada bulunan güvenlik görevlileri ile koordine olarak yönetilir.

- Acil bir durumla karşı karşıya kalındığında cep telefonu, telsiz vb. araçlarla ekipler arası iletişim ile ekipler- çalışanlar arasında iletişim sağlanır.
- Acil durum erken uyarı sistemleri (algılama – dedektör – swich sistemleri, siren, flaşör vb.) tarafından bir uyarı alındığında ya da uyarı olmaksızın bir tehlike durumunda acil durum yöneticisinin/yardımcısının kararı ile manuel olarak anons yapılır. Bunun dışında otomasyon sisteminde görevli vardiya sorumluları kritik senaryolar karşısında, inisiyatif alarak, bağımsız olarak anons sistemi devreye sokma yetkisine sahiptir. Anons içeriği;

LÜTFEN DİKKAT! BU BİR TAHLİYE ANONSUDUR! SAKİN BİR ŞEKİLDE EN YAKIN ACİL ÇIKIŞI KULLANARAK TESİSİ TERKEDİNİZ.

- Acil müdahale ekiplerinin müdahalesi ile önlenemeyen bir acil durumda veya gerektiğinde resmî kurumlardan (itfaiye, ambulans, kolluk kuvvetleri, il afet vb.) ve/veya yardım istenir.
- İlgili dış kurumlar ile tüm çalışanlara ve yakınlarına ulaşabilecek özel iletişim bilgileri Acil Durum Yöneticisi ve Acil Durum Yönetici yardımcılarında her an ulaşılabilir şekilde bulundurulur.
- Acil durumun boyutları, mevcut ve süregelen durum Genel Müdür’e ayrıca raporlanır, kritik durumlar anlık olarak bildirilir.

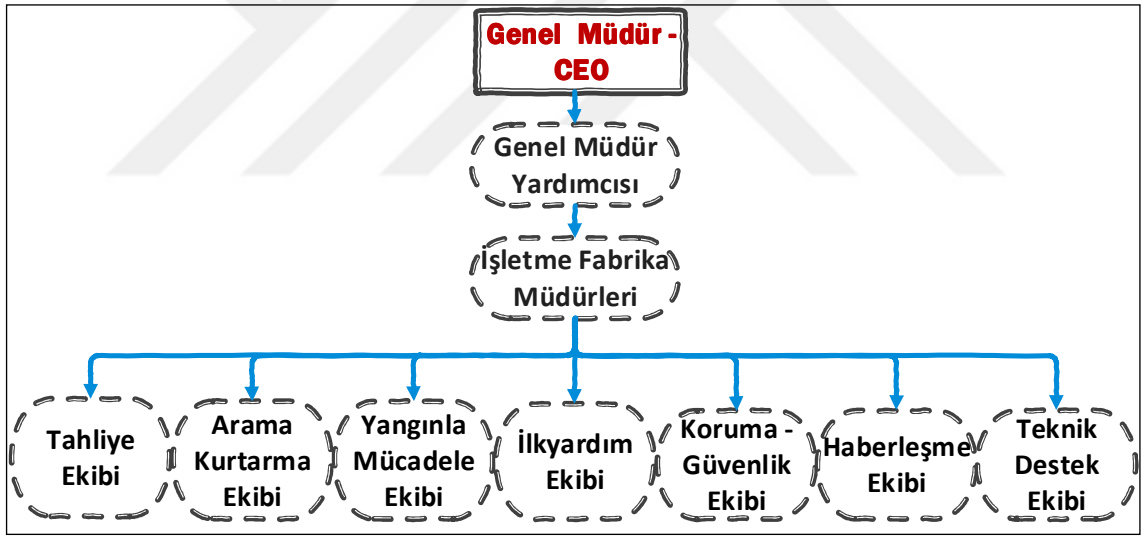
7.4.4 Acil Durumlar Organizasyon Yapısı

Organizasyon yapısı; CEO/Genel Müdür, Genel Müdür Yardımcısı, İşletme/Fabrika Müdürü ve Acil Durumlara Müdahale Ekiplerinden oluşmaktadır.

Ekip üyeleri görevli oldukları konuda eğitim almış kişilerden oluşur. Tesiste çalışanlarının toplam sayısı ve vardiyalı olarak çalışmaları göz önüne alındığında ekip yapısının multidisipliner olarak oluşturulması gerekmektedir. Ekip üyelerinin ilk yardım eğitimleri dışında kalan eğitimleri ortak olup, ekipler gerekli bilgi ve donanımına eş düzeyde sahiptirler. Bu bakımdan gerekli hallerde ekipler arası geçiş olabildiği gibi, bir ekip diğer ekibin görevini üstlenebilir. Aşağıda sıralanan ekiplerin yönetmelik kapsamında kurulması ve işleyişini, acil durum yöneticisi ve yardımcısı üstlenir. Tüm

ekipler acil durum yöneticisi ve yardımcısına bağlıdır. Endüstriyel bir tesiste asgari olarak kurulması gereken ekipler;

- Tahliye Ekibi
- Arama ve Kurtarma Ekibi
- Yangınla Mücadele Ekibi
- Kimyasal Mücadele Ekibi
- İlk Yardım Ekibi
- Koruma Ekibi
- Haberleşme Ekibi
- Teknik Destek Ekibi
- Sosyal Sorumluluk ve Medya İletişim Ekibi



Şekil 7.1 Organizasyon Yapısı

Çizelge 7.3 Acil Durum Müdahale Ekip Türlerine Göre Üye Sayılarının Belirlenmesi

Her Bağımsız Tesiste veya Proseste Çalışan Sayısı	Tahliye Ekibi	Yangınla Mücadele Ekibi	Arama Kurtarma ve Koruma	İlk Yardım Ekibi
1 - 49	Tüm bağımsız tesis – proses çalışanı birlikte sorumlu	3 kişi	1 kişi	Tüm bağımsız tesis – proses
50 - 99	olmakla birlikte aşağıdaki açıklamaya uygun olarak ekip üyeleri belirlenir; Tahliye ekip	4 kişi	2 kişi	İçersinde çalışan toplam
100 - 149	üyeleri her tesis – proseste görev en kıdemli operatörler	5 kişi	3 kişi	çalışan sayısının %10 u kadar
150 ve üzeri	arasında oluşturulması en ideal uygulama olmakla birlikte, ilgili alanda her 1000 m ² lik alan için en az bir çalışan görevlendirilmelidir.	6 kişi	4 kişi	oluşan bölgesel ekiplerden oluşturulur.

- Ekip listeleri çalışan sayılarının değişmesi, işe giriş- çıkışlar gözetilerek en geç ayda bir kez kontrol edilerek, güncellenir. Güncellenen liste üzerinde tarihi, işletme kaşesi ve işletme müdürü imzası bulunur.
- Çizelge 7.2’de sunulan “Güvenli Tahliye Esaslarını” öğrenerek alt yüklenici, misafir, tedarikçi, stajyer ve çalışma arkadaşlarının güvenli tahliyesinden tüm tesis çalışanları birlikte sorumludur.
- İlk yardım ekip üyeleri sadece eğitim alan çalışanlardan oluşturulur. İlk yardım ekip üyelerinin görevi üstlenebilecek kişilerden oluşturulması (soğuk kanlı, liderlik yapabilecek, inisiyatif kullanabilecek, kıdemli) ve sayısal olarak mevzuat gerekliliklerini karşılayacak şekilde yeterli kişiden oluşması ve takibinden acil durum yönetici yardımcıları sorumludur.

7.4.4.1 Tahliye ekibi

Herkesin emniyetli şekilde tahliye olmasını ve toplanma alanında toplanmalarını sağlayan ekiptir.

Tesis yapısı ve büyüklüğü gözetildiğinde her bağımsız proses - işletme veya bina için mikro ekipler kurularak tesis geneline zamandan bağımsız olarak dağıtılması esastır. Ancak tesis yapısı, büyüklüğü, prosesin içerdiği ciddi riskler gereği emniyetli olarak

binanın terkedilebilmesi tüm çalışanların ortak sorumluluğudur. Etkin ve hızlı bir tahliye sağlamak adına ekip üyelerinin görev ve sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir;

- Tahliye işlemi esnasında öncelikle kendi güvenliğini gözetmek, can güvenliğini tehlikeye sokacak güvensiz bir durum gördüğünde ekip amirine bilgi vererek müdahaleyi sonlandırmak, olay mahallini terk etmek.
- Acil durum uyarı sistemi alarm durumuna geçtiğinde personelin tanımlanmış acil çıkış merdivenlerini/yollarını kullanması için yönlendirmeler yapmak,
- Kattaki acil çıkış kapılarının ve kaçış yollarının açık kalmasını sağlamak,
- Katın tahliyesi tamamlandığında bölünmüş ofisler, kontrol odaları, makine parkuru, tuvalet, mutfak, soyunma odaları, sosyal alan, teras vb. müstakil bölmeler dahil tüm alanları kontrol ederek tam tahliyenin gerçekleştiğinden emin olarak katı en son terk etmek, (geriden süpürme tekniği)
- Tahliye olan personeli doğru toplanma bölgesine yönlendirmek ve düzeni sağlamak.
- Toplanma alanında sayım yapmak, isim listesi hazırlayarak vardiya listesi ile karşılaştırılmak.
- Sayım sonucunu, tahliyenin tamamen gerçekleşip gerçekleşmediğini tahliye Ekip Amirine raporlamak.

7.4.4.2 Arama – Kurtarma Ekibi

Öncelikle can güvenliği tehlikede olan kişilerin kurtarılması ve emniyetli bir yere taşınmasından sorumlu ekiptir. Acil durum yöneticisinin/yardımcısının direktifleri ile;

- Arama- kurtarma esnasında öncelikle kendi güvenliğini gözetmek, can güvenliğini tehlikeye sokacak güvensiz bir durum gördüğünde ekip amirine bilgi vererek müdahaleyi sonlandırmak, olay mahallini terk etmek.
- Herhangi bir acil durumda tahliye ekibiyle bağlantı kurarak kayıp kişi olup olmadığını öğrenmek,
- Tahliye sonunda içeride kalan veya yardıma ihtiyacı olan kişilerin aranması, bulunması ve güvenli bölgeye götürülmesini sağlamak,

- Kurtarma öncelik sırasına göre işletmenin malzeme ve/veya belgelerinin hasar görmeden kurtarmak ve güvenli bir yere taşınmasını sağlamak,

7.4.4.3 Yangınla Mücadele Ekibi

Yangın anında olaya ilk müdahaleyi yapacak ekiptir. Acil durum yöneticisinin/yardımcısının direktifleri ile;

- Yangınla mücadele esnasında öncelikle kendi güvenliğini gözetmek, can güvenliğini tehlikeye sokacak güvensiz bir durum gördüğünde ekip amirine bilgi vererek müdahaleyi sonlandırmak, yangın mahallini terk etmek.
- Yangın başlangıcında (ilk tutuşma) herhangi bir talimat beklemeksizin müdahale etmek,
- Yangın ihbarı alındığında, yangın yerini ve türünü öğrenmek,
- İhbar sonrasında acil durum yöneticisi/yardımcısı yönlendirdi ise hemen yangına müdahale etmek, başka bölgede ise ekip toplanma alanında toplanarak talimat beklemek,
- Yangınla mücadelede araç gereçlerini alınan eğitim ve talimatlara uygun şekilde kullanmak,
- Yangın söndürüldükten sonra, ilk bir saat içerisinde yangının tekrar başlama ihtimalini gözeterek kontrollerini sürdürmek, yangının tam olarak söndürüldüğünden emin olmak,
- Yangınla mücadele sonucu kullanılan araç gereci toplamak, hasar tespiti yapmak, raporlamak, sağlam ekipmanın tekrar kullanabilir şekilde depolanmasını sağlamak.

7.4.4.4 İlk Yardım Ekibi

Hastalık ve kaza nedeniyle sağlığın tehlikeye girdiği durumlarda tıbbi yardım sağlanıncaya kadar tıbbi araç gereç aranmaksızın mevcut araç gereçlerle, ilaçsız uygulamaları yapan, en az temel ilkyardım kursu alarak uluslararası ilkyardımcı sertifikası almış kişilerden oluşan ekiptir.

- Hastalık, yaralanma, kaza vb. ilkyardım müdahalesi gerektirecek bir vaka ihbarı alındığında olay yerini, yaralı kişi sayısını, vakanın türünü öğrenerek gerekli ilkyardım malzemelerini alarak olay yerine gitmek,
- Vakanın ciddiyet durumuna göre yaralıların önceliğine karar vererek ilk müdahaleyi yapmak,
- Müdahalede yetersiz kalınması, yaralının bilincini kaybetmesi, göğsünde ağrı ve basınç olması, nefes almakta zorluk çekmesi, şiddetli biçimde kanamasının olması, karnında ağrı veya basınç olması, konuşmada bozukluk, felç veya şiddetli baş ağrısı yaşaması, kafasında, boynunda veya sırt bölümünde yaralanma durumu olması, herhangi bir kırıktan şüphelenilmesi durumlarından herhangi birinin görülmesi durumunda en yakın sağlık kuruluşlarına sevk edilmesini sağlamak,
- Dışarıdan gelecek sağlık ekiplerine yaralı/yaralıların durumları hakkında ilk bilgileri vermek.

7.4.4.5 Koruma Ekibi

İlkyardıma ihtiyacı olan kişilerin ve kurtarılan malzemelerin emniyetli bölgede toplanmasını ve korunmasını sağlamak, yerleşkenin yağmalanmaması için önlemleri alan ekiptir.

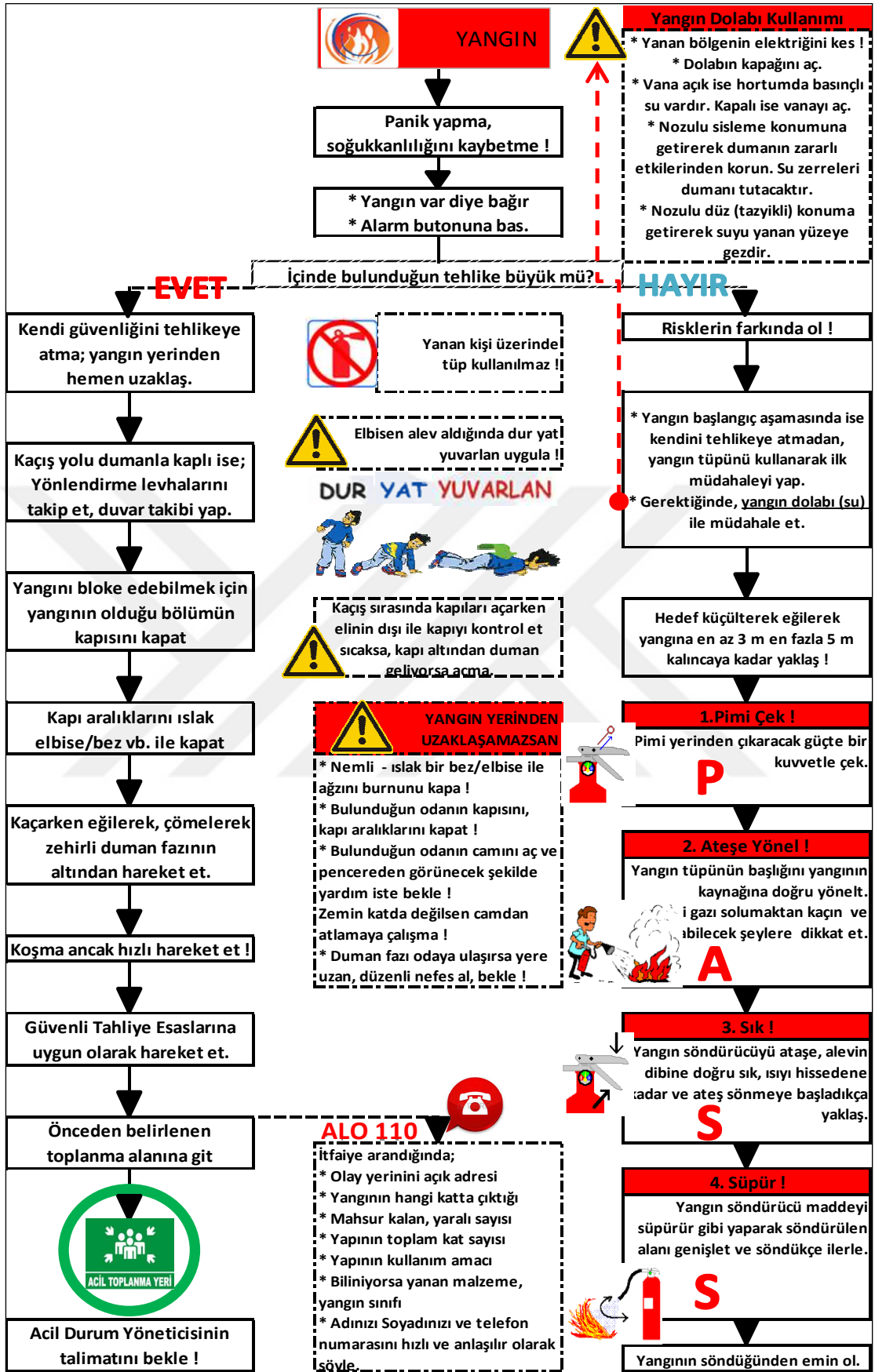
- Koruma faaliyetlerinin yürütümü esnasında öncelikle kendi güvenliğini gözetmek, can güvenliğini tehlikeye sokacak güvensiz bir durum gördüğünde ekip amirine bilgi vererek müdahaleyi sonlandırmak, olay mahallini terk etmek.
- Acil durum ihbarı alındığında olay yerini öğrenmek ve acil durum yöneticisi/yardımcısı yönlendirdi ise en kısa sürede olay yerine gitmek.
- Tehlike altındaki bölgenin etrafını çevirerek dışarıdan ilgili olmayan kişilerin tehlikeli bölgeye girmesini engellemek,
- İlkyardım ihtiyacı olan kişilerin dış etkilere zarar görmesini engellemek,
- Tehlikeden kurtarılan malzemelere ilgili olmayan kişilerin zarar vermesini veya başka sebeplerle zarar görmesini engellemek,

- Aksi söylemedikçe tüm çalışanların toplanma bölgesinde kalmasını sağlamak,
- Mümkün olduğu takdir de diğer ekiplere destek vermek.

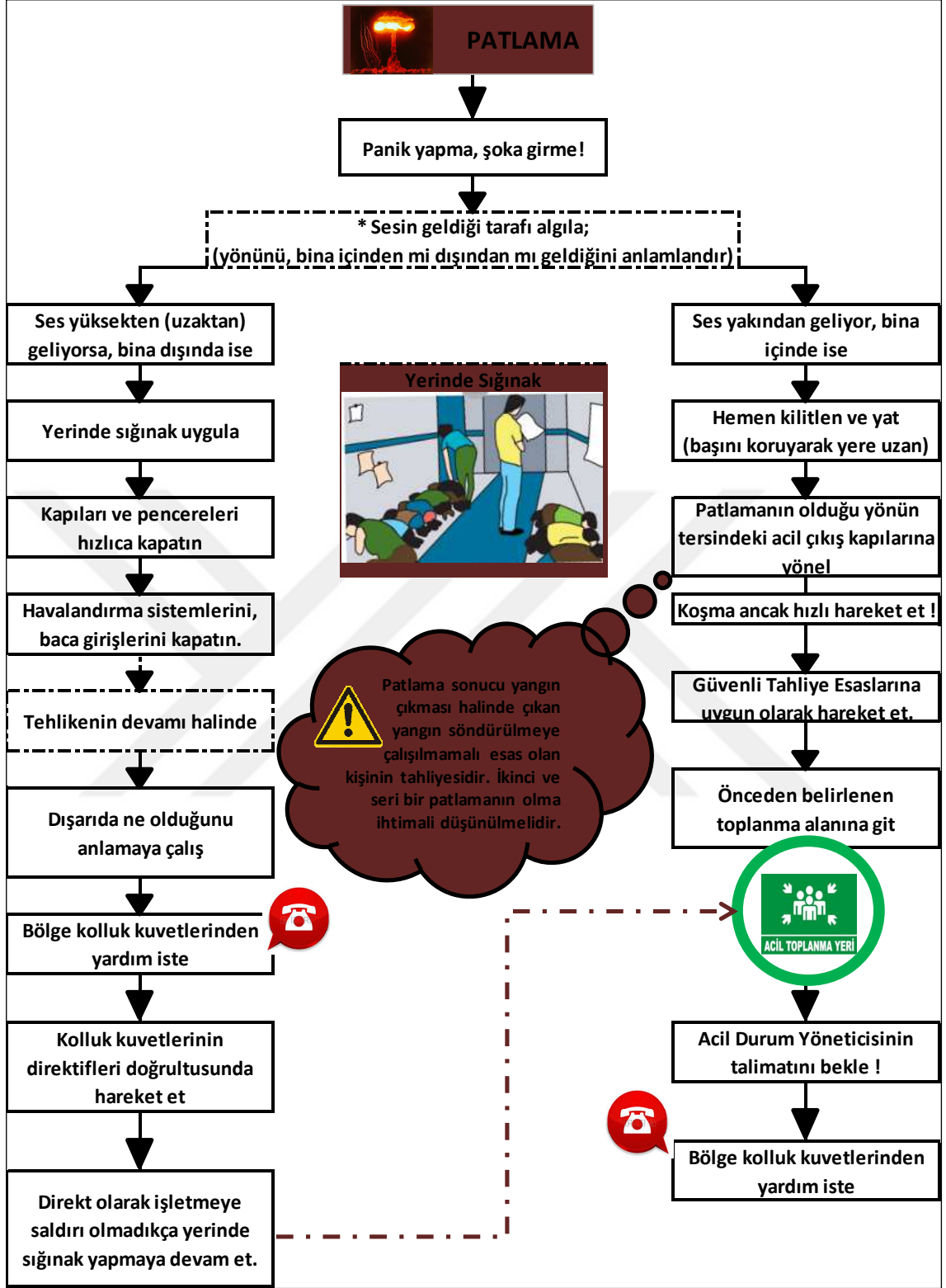
7.4.5 Acil Durumlarda Davranış Biçimleri

Yangın, Parlama – Patlama, Deprem, Sel- Su Baskını, Kötü Hava Koşulları, İş Kazası, Toplu Zehirlenme, Toplumsal Karışıklık, Sabotaj- Şiddet Olayları, Hırsızlık – Yağmalama Olayları, Gaz Sızıntısı, Enerji Kesilmesi, Kimyasal Madde Dökülmesi şeklinde tesiste meydana gelebilecek acil durumlarla ilgili nasıl davranılacağı akış şemaları şeklinde anlatılmıştır.

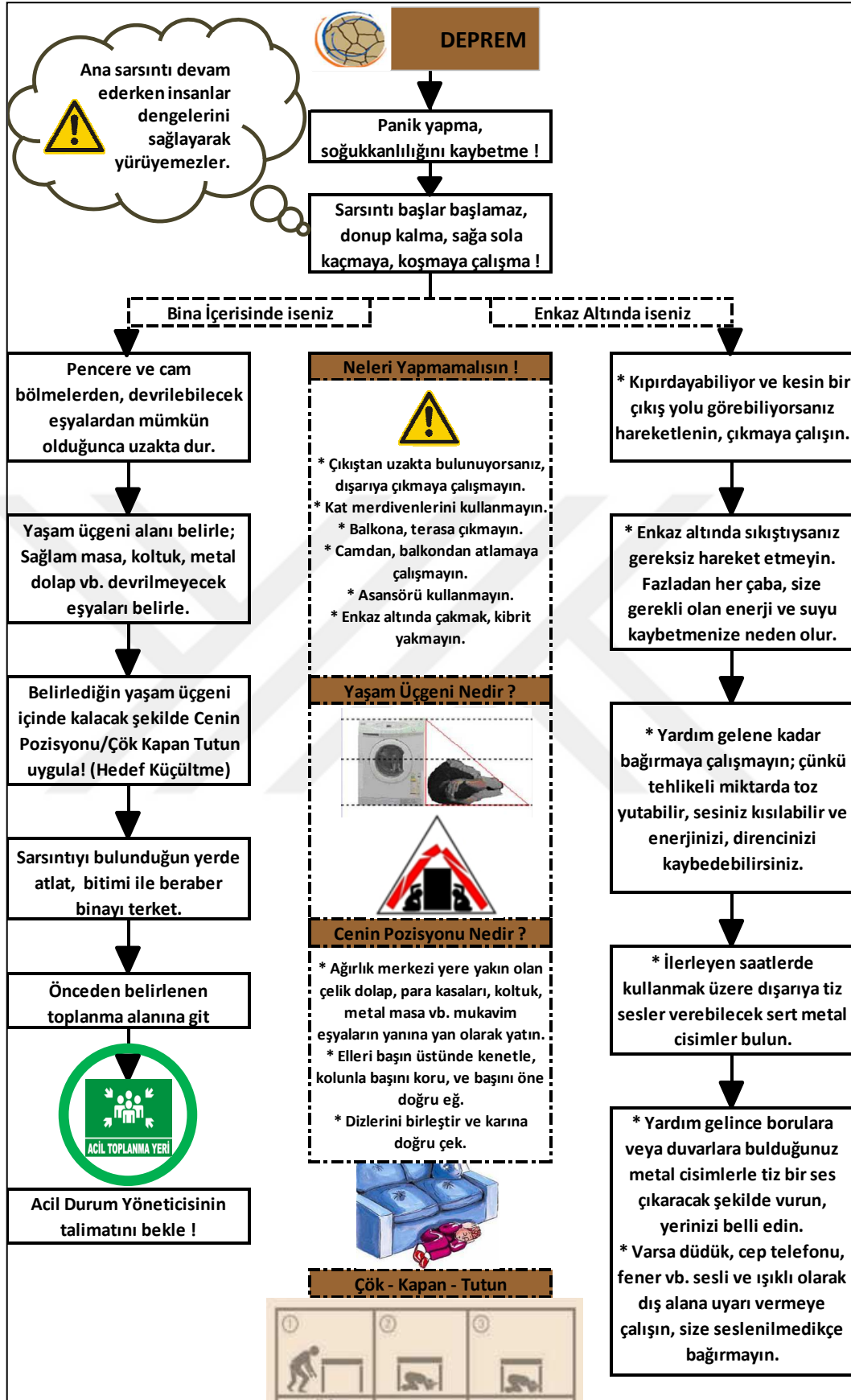




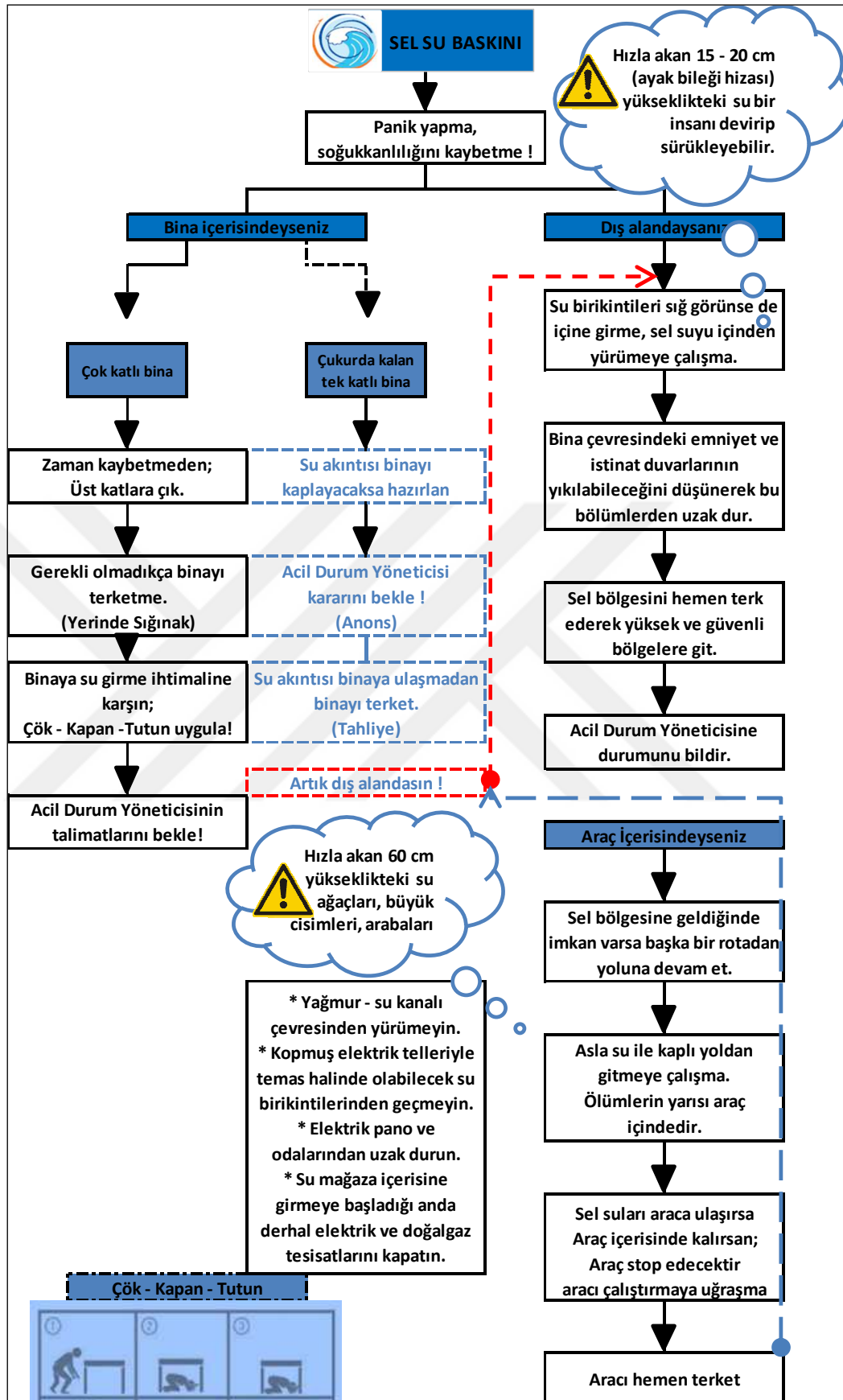
Şekil 7.2 Yangın Durumunda Yapılması Gerekenler

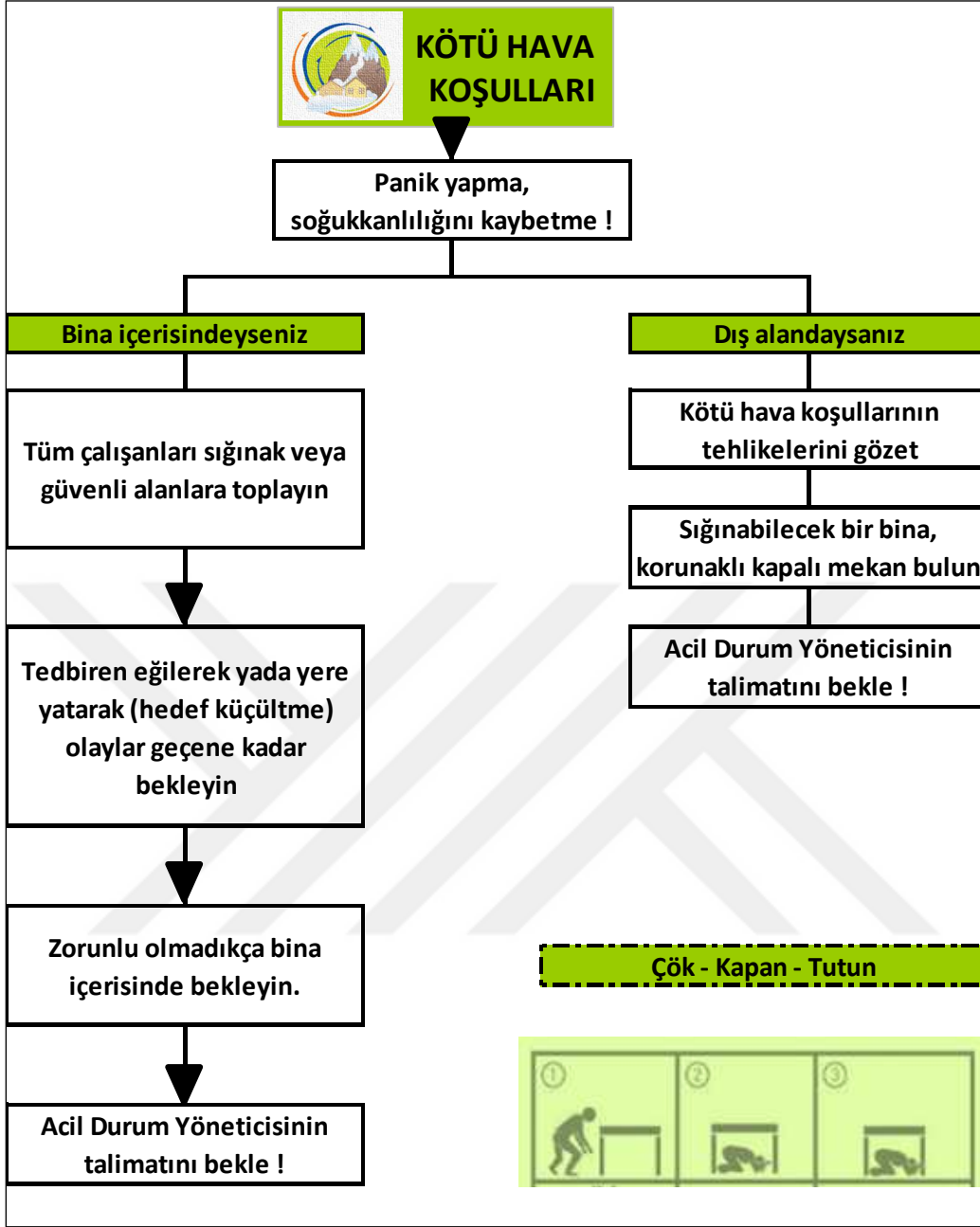


Şekil 7.3 Patlama Patlama Durumunda Yapılması Gerekenler

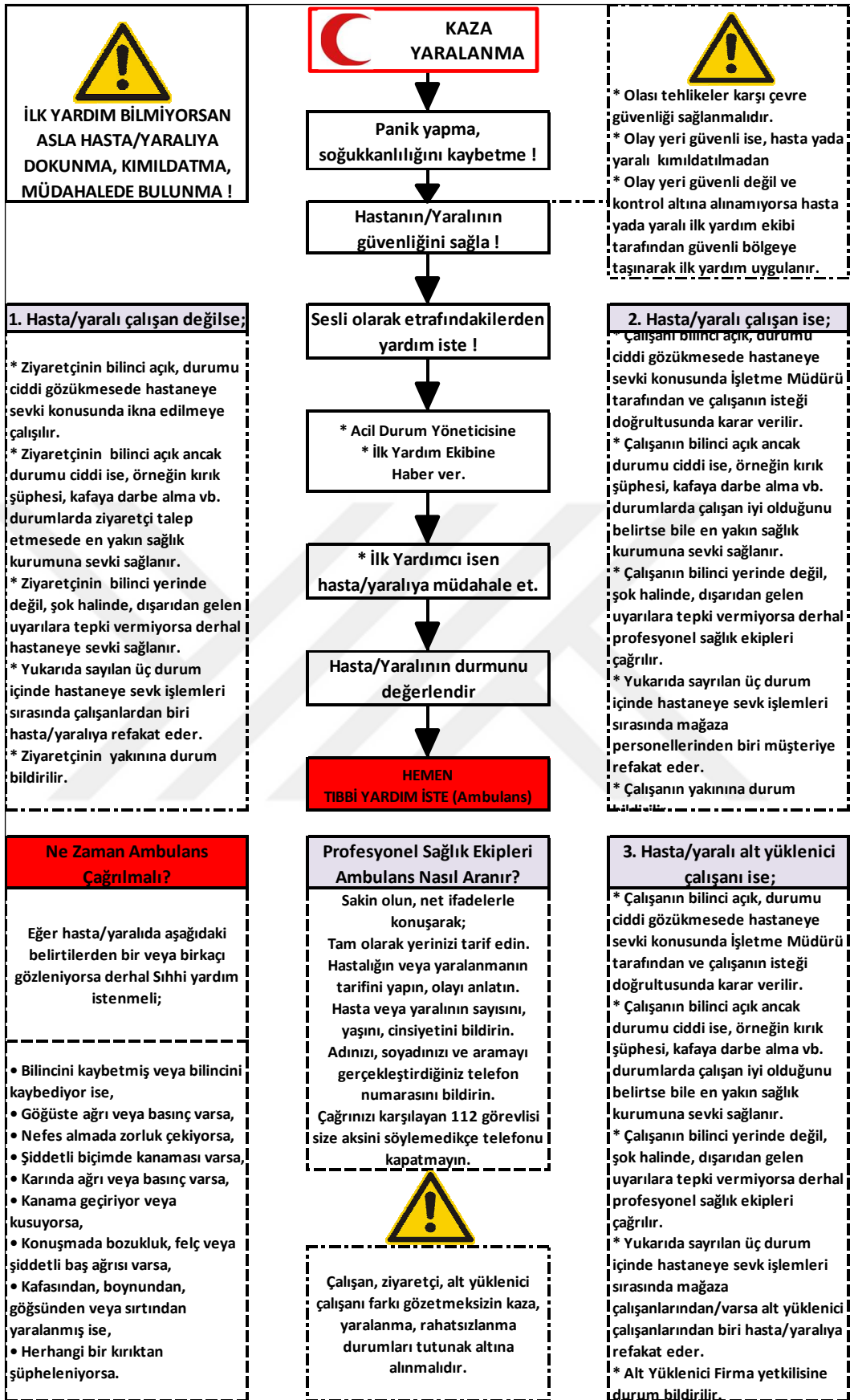


Şekil 7.4 Deprem Durumunda Yapılması Gerekenler

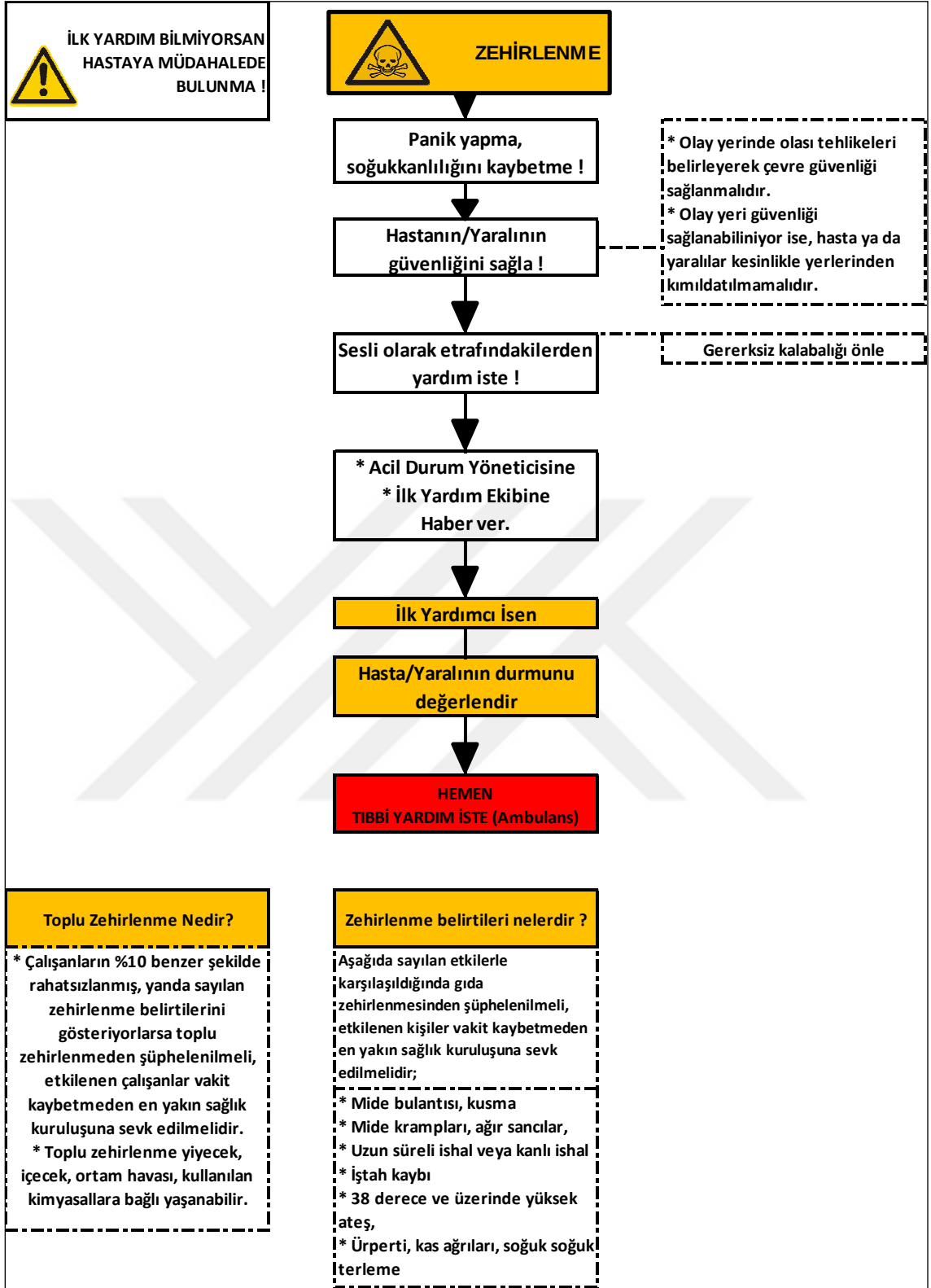




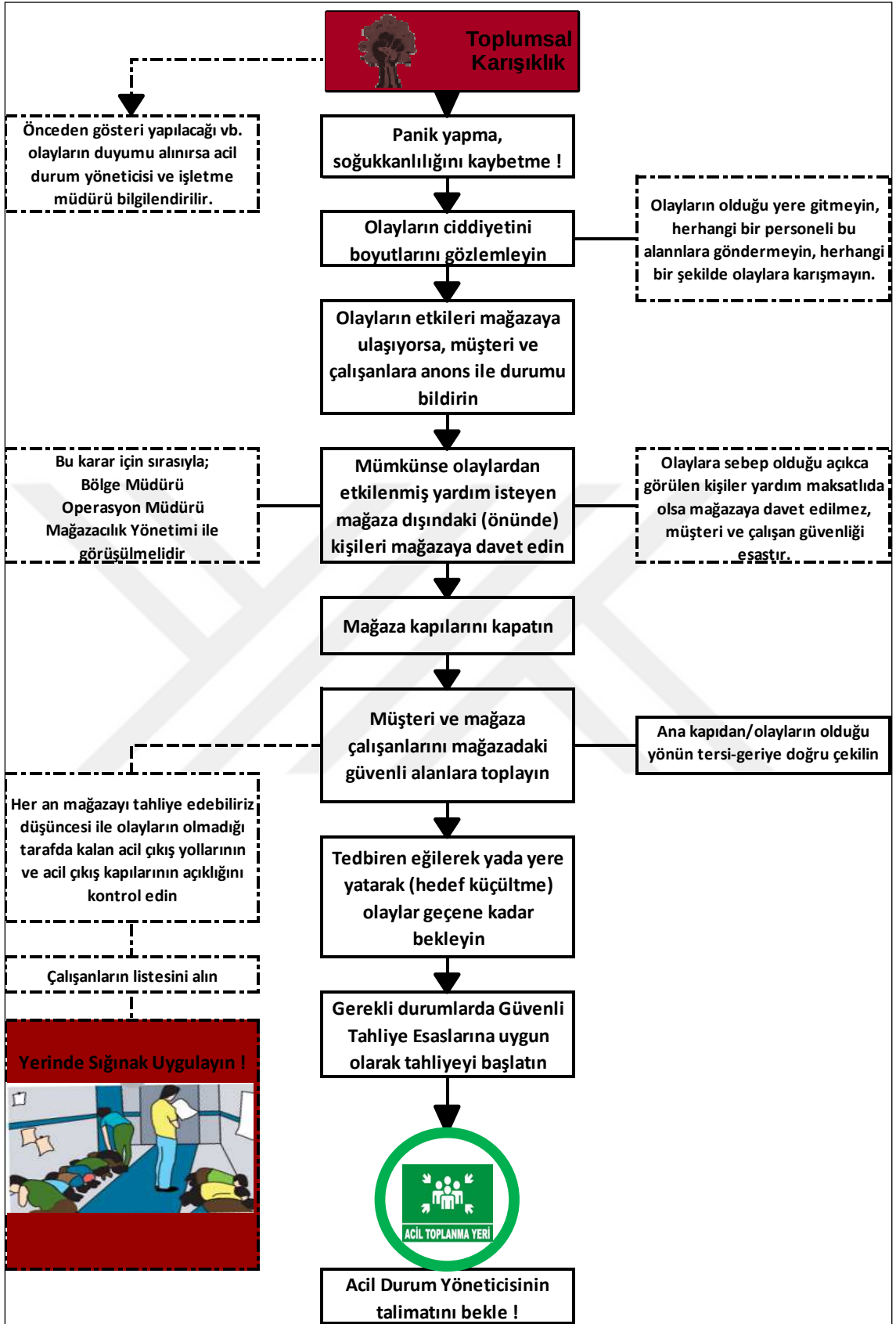
Şekil 7.6 Kötü Hava Koşulları Durumunda Yapılması Gerekenler



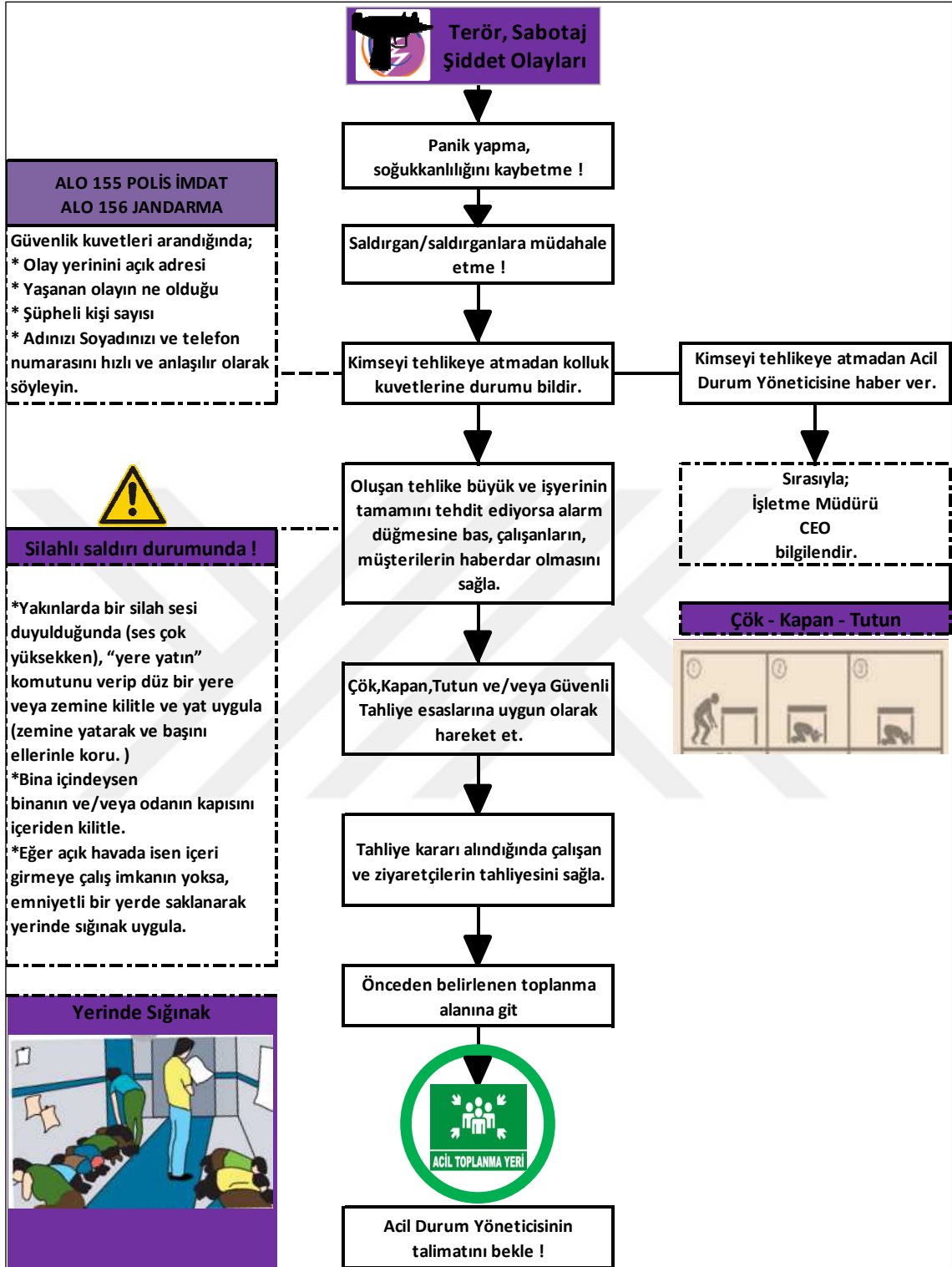
Şekil 7.7 Kaza Yaralanma Durumunda Yapılması Gerekenler



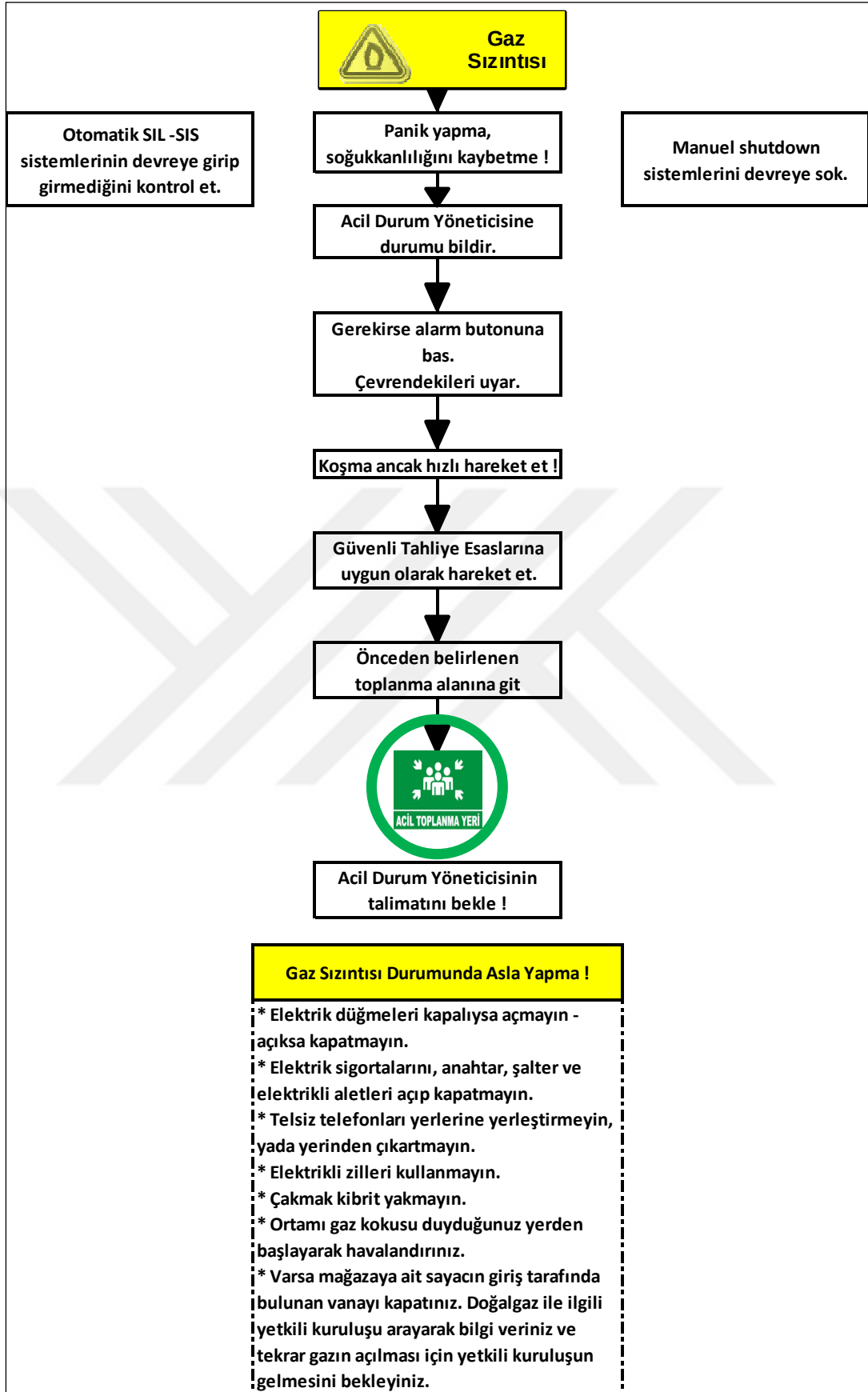
Şekil 7.8 Zehirlenme Durumunda Yapılması Gerekenler



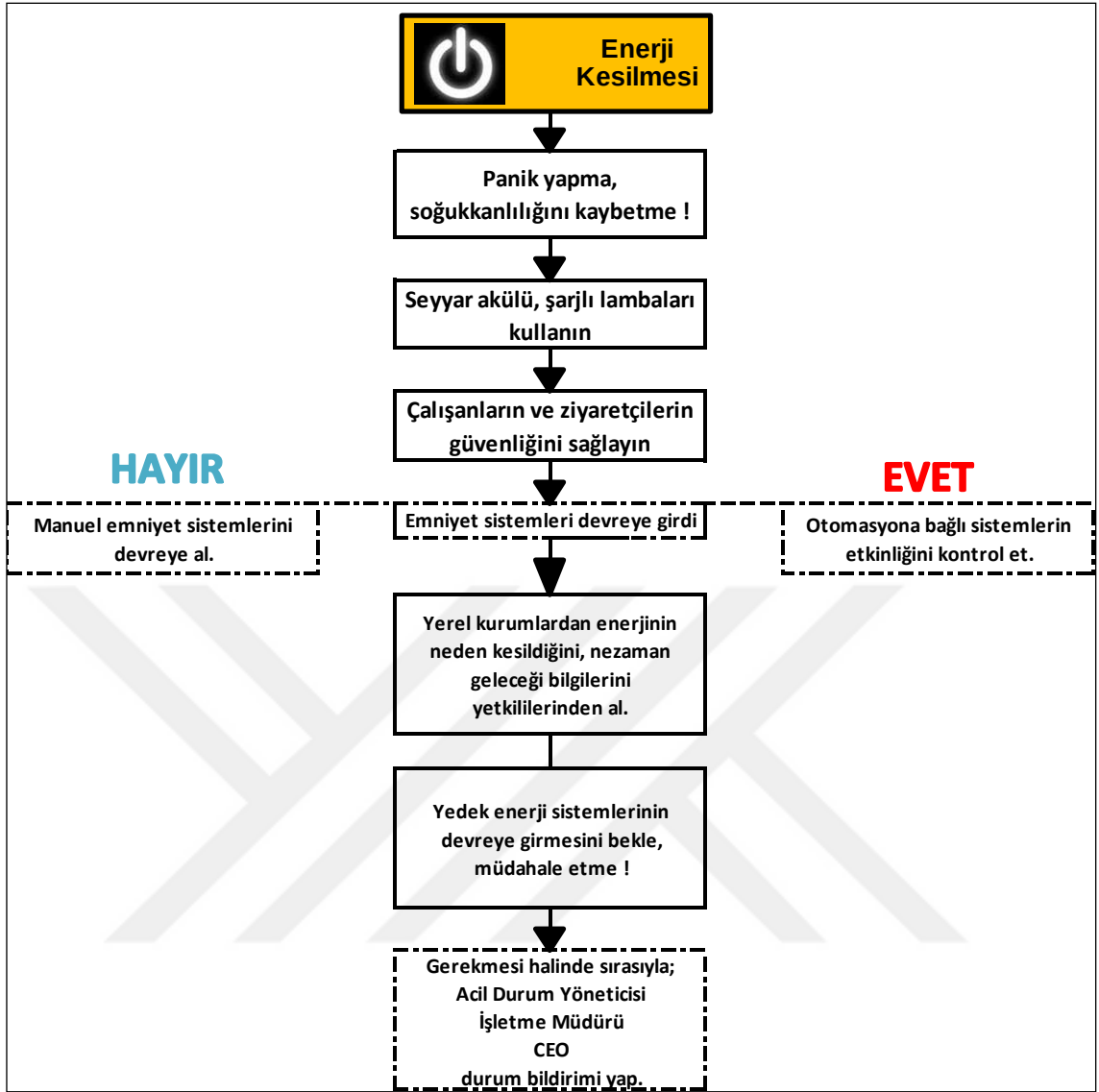
Şekil 7.9 Toplumsal Karışıklık Durumunda Yapılması Gerekenler



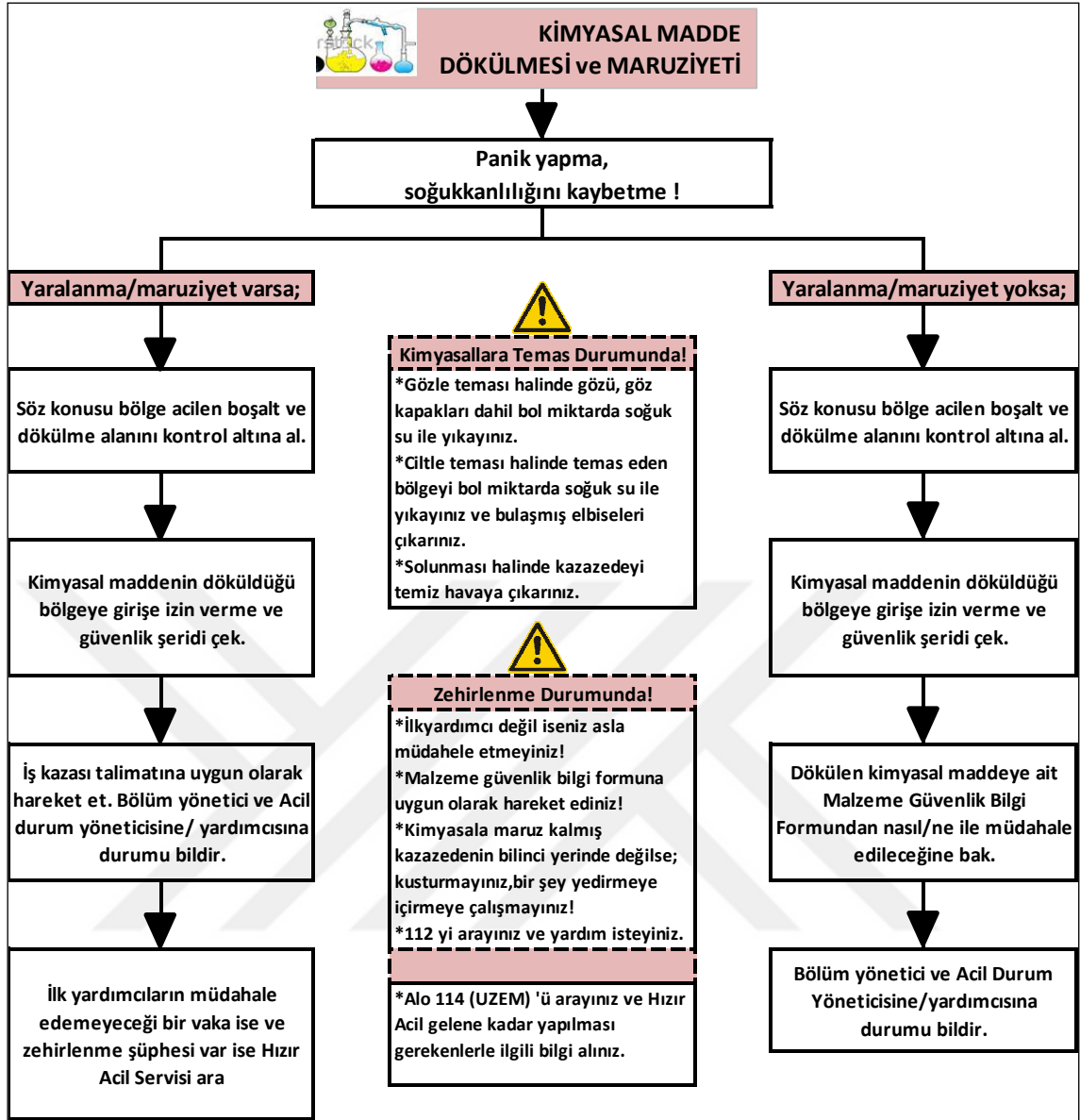
Şekil 7.10 Terör – Sabotaj- Şiddet Olayları Durumunda Yapılması Gerekenler



Şekil 7.11 Gaz Sızıntısı Durumunda Yapılması Gerekenler



Şekil 7.12 Enerji Kesilmesi Durumunda Yapılması Gerekenler



Şekil 7.13 Kimyasal Madde Dökülmesi ve Maruziyeti Durumunda Yapılması Gerekenler

7.4.6 Acil Durumlar Sonrası Yapılması Gerekenler

Acil durum sonrasında tesise geri dönülüp- dönülmeyeceği, tesisin kısmen veya tamamen işleme kapatılma kararı üst yönetimin ortak kararı ile verilir.

Gerekli durumlarda karar alınması amacıyla İtfaiye, AFAD, Polis – Jandarma, Valilik ve Yerel Yönetimlerin idari kararları ve İSG Birimi görüşleri esas alınır.

Herhangi bir acil durum sonrası Acil Durum Yönetici ve yardımcısı tarafından durum değerlendirmesi yapılır ve raporlanır.

7.4.7 Acil Durum Eylem Planının Güncellenmesi

Gelen geribildirimler sonucu gerekmesi halinde yılda bir kez güncellenir. Ayrıca ilgili yönetmelikçe belirtilen esaslara göre her üç yılda bir kez İSG Birimi tarafından Acil Durum Eylem Planının gözden geçirilmesi, güncellenmesi sağlanır.

7.5 Harici Acil Durum Eylem Planı

Harici acil durum eylem planı oluşturulurken ilk yapılması gereken, yangın, patlama, toksik yayılım, çevresel kirlenme gibi olası büyük kaza senaryolarının (domino etkisi dahil modelleme programları kullanılır) etki alanlarına göre kapsamın belirlenmesidir. Sonrasında dahili acil durum eylem planına aşağıdaki bilgiler eklenerek harici acil durum eylem planı oluşturulur;

- Olası kazalarla ilgili erken uyarı, alarm ve devreye alma prosedürleri, erken uyarı sistemleri hakkında temel bilgiler, kritik ekipmanlara müdahale ve koordinasyon bilgisi, kaza sonucu potansiyel kaza etkilerinin azaltılmasına yönelik önlemlerin bilgisi
- Büyük kazaların çevre ve halk sağlığı yönleri, çevre ve halk sağlığı açısından kaynaklanabilecek özel durumlar, çevre ve halk sağlığı açısından alınan önlemler ve yetki – görev atama bilgileri
- Kamunun bilgilendirilmesi, uyarılması için haberleşme ve koordinasyon bilgisi
- Acil servis, İtfaiye, emniyet güçleri, sağlık kuruluşları vb. kurum ve kuruluşlara verilmesi gereken asgari bilgiler [35].

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın içerik ve kapsamı, mevzuatda belirtilen üst seviyeli kuruluş, alt seviyeli kuruluş, kapsam dışı kuruluş ayrımı olmaksızın genel geçer bir metot sunacak şekilde kurgulanmıştır. Bunun temel sebebi günümüzdeki büyük endüstriyel kaza potansiyeli taşıyan işletme (üst seviyeli kuruluş) sayısı ile ciddi kayıplara sebep olabilecek diğer endüstriyel kuruluşların sayısı arasında uçurum olmasıdır.

Geliştirilen risk yönetimi modeli Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Bakanlığı tarafından yayınlanmış “Büyük Tehlikelerin Yönetimi” yönergesi baz alınarak türetilmiştir. Bu modelin temel amacı insan sağlığı- can güvenliği, çevre ve halk sağlığı, tesis – bina emniyetinin sağlanmasıdır. Teoride etkinliği ispatlanmış birçok alt sistemi içeren hibrit bir risk yönetimi modeli olsada bu modelin başarılı olabilmesi için üst yönetimin desteği ve liderliği şarttır.

Risk değerlendirme metotları, seçilen örnek işletmeler açısından kolaydan zora doğru sıralanmıştır. Ayrıca her işletmenin ihtiyaçlarına uygun olarak kullanabileceği; makine bazlı risk değerlendirmesi, kimyasal bazlı risk değerlendirmesi, iş bazlı risk değerlendirmesi (JSA), Tehlike Tanımlama Metodu (HAZID), Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP), Yangın ve Patlama İndeksi (DOW F&EI) ve Çevresel Risk Analizi yöntemleri ele alınmıştır. Her risk değerlendirme metodu için uygulama örneği yapılarak rehber bir içerik oluşturulmuştur.

Çalışmada ele alınan ilk risk değerlendirme metodu olan makine bazlı risk değerlendirmesi yönteminde “Procter Machine Safety” şirketinin kullandığı, kontrol

listesi ve temel hesap matrisleri baz alınmış olmakla birlikte, risk puanı skalası, “kabul edilemez risk” (kritik risk = bordo bant) eklenerek türetilmiştir. Metot ve risk analizi stratejisi oluşturulurken ise BS EN 12100:2010 baz alınmıştır. Söz konusu metot; metal – otomotiv – matalurji – makine imalatı – gıda – tekstil – kâğıt/karton imalatı gibi makine parkurunun çeşitli ve karmaşık olduğu işletmelerde kolaylıkla uygulanabilir. Makine bazlı risk değerlendirme metotunun uygulama örneği için Alüminyum Profil Doğrama İmalatı ve Boyama işlemi yapan fabrikanın Alüminyum Ekstrüzyon- Pres üretim hattı seçilmiştir. Yapılan risk değerlendirmesinde; “5” Kabul edilemez, “11” Aşırı Yüksek, “17” Çok yüksek, “11” Yüksek, “7” Dikkate değer risk tespit edilmiştir. Risk değerlendirmesi sonucunda; Asetilen tüplerinin dış kısımda korumalı bir alana alınması, içeridekilerin kolona zincirle sabitlenmesi veya asetilen yerine köpük veya yağ püskürtücü sisteme geçilmesi, yangın algılama, söndürme sistemlerinin etkinliğini engelleyen uygunsuzlukların giderilmesi ve bu sistemlerin periyodik teknik kontrollerinin yapılması, sahadaki yasak -emir -uyarı – yönlendirme işaretlerinin gözden geçirilmesi, acil durum alarm – uyarı/anons sistemi kurulması, tatbikat organizasyonu, hafif metal işlenmesi kaynaklı, patlama ve yangın riskinin önlenmesi açısından alüminyum tozlarının biriktirilmesi için siklon tarzı bir tutucu tasarlanması, döner aksamaların makina koruyucu kapaklar yada çesan tarzı mekanik bariyerlerle kapatılması, vinç sistemine sesli uyarı eklenmesi, kaldırma ekipmanları için periyodik teknik kontrollerinin yapılması, elektrik panolarının araç ve makine hareketlerinden etkilenmeyecek şekilde korunması, pano önlerine yalıtkan paspas konulması, elektrik sistemlerinin periyodik teknik kontrollerinin ve emniyet testlerinin yapılması, araç ve yaya trafiğinin mekanik bariyerler ile ayrılması, zemin seviyesine işaretleme yapılması, makine gövde topraklama tesisatının elden geçirilmesi, her panoya kaçak akım rölesi eklenmesi, sahada iş elbise, eldiven, gözlük, baret, iş ayakkabısı gibi kişisel koruyucu donanım kullanımının sağlanması, sahada özellikle robotik ve vinç sistemlerinin makine sınırlarının gösterilmesine yönelik 5S çalışması, kimyasal (zararlı, tahriş edici, koroziv, zehirli vb.) sızıntılarına karşın absorbanların temin edilmesi, zeminde bulunan hasarlı kısımların düzeltilmesi, ray – bant, pres kapsülü, doğalgaz hatları, robotik çene gibi riskli alanlara çalışanların girişinin kısıtlanması, bu alanlara modüler mekanik bariyer ve fotosel tertibatı eklenmesi, sahada iş bazlı olarak ergonomik risk değerlendirmesi

yapılması, kullanıcı yükü ve kaçış mesafeleri bakımından tahliye rotalarına uygun olarak alana acil kaçış kapısı eklenmesi, önleyici bakım – onarım – temizlik, titreşim – rezonans yapan parçaların tamiri, çeşitli gürültü emici yalıtım malzemeleri ile alandaki gürültü total desibeli azaltılması, işleme işlemi sırasında çıkan emisyonlar emiş tertibatı kurulması, tesisatların tanımlı ral kodlarına göre reklendirilmesi – işaretlenmesi, ısıtıcı fırınların bürlörlerine gaz detektörü konulması, yengeç forklift temin edilmesi ve uygun çatal arajmanı alınması, dengesiz olarak yüklerin taşınmasının engellenmesi için prosedürel ve idari uygulamaların düzenlenmesi, çalışanların bilinç ve isg kültürü açısından geliştirilmesi, işyeri ortam ve maruziyet ölçümlerinin yıllık olarak yaptırılması aksiyonları önerilmiştir.

Kimyasal bazlı risk değerlendirmesi yöntemi, İngiltere tarafından geliştirilen kimyasal maruziyet analizi “Tehlikeli Kimyasalların Sağlık Açısından Kontrolü” (COSHH) ile Norveçli Petrol Endüstri şirketlerinin konsorsiyumu ile geliştirilen “KjemiRisk” analizi yöntemleri temel alınarak hazırlanmış olmakla birlikte, kullanılan matrislere fiziko - kimyasal ve çevresel risk etmenleri de dahil edilerek kapsam genişletilmiştir. Ayrıca saha kontrolünün etkin bir şekilde yapılabilmesi açısından metoda, 40 kadar genel sorudan oluşan bir kontrol listesi eklenmiştir. Olasılık kısmı hesaplanırken matris kurgusu; Maruziyet – Kullanım Sıklığı (1-2-3-4-5), Kullanım – Maruz Kalınan Miktar (1-2-3-4-5), Maruz Kalma/Etkilenme Potansiyeli Olan Kişi Sayısı (1-2-3-4-5), Ortama Dağılma/Yayıma Derecesi (1-3-5), Mevcut Önlemlerin Yeterliliği (1-2-3-4-5), kriterlerinin sayısal değerlerinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Her bir kimyasal için bu değerler çarpılır ve çarpımın geometrik ortalaması olasılığı verir. Şiddet kısmı hesaplanırken, 93 farklı Zarar ifadesi (H), 68 farklı Risk Cümlecisi (R) kullanılarak potansiyel zarar – etki derecelendirilmiştir. Şiddet matrisinde tanımlanmış A, B, C, D, E ve S bantları COSHH yönteminde yer almaktadır. Geriye kalan; N bandı (Çevresel etki), O bandı (Oksitleyici etki), P bandı (Basınç Etkisi), W bandı (Su ile reaksiyon etkisi) ve F&EX bandı (Yanıcı – Parlayıcı - Patlayıcı etki) matrise yöntemin geliştirilmesi amacıyla eklenmiştir. Risk değerlendirme uygulaması için, suni deri imalatı yapan bir işletmenin PU ve PVC hamur hazırlama üniteleri seçilmiştir. Yapılan risk değerlendirmesinde, “27” Yüksek, “43” Orta, “13” Düşük risk tespit edilmiştir. Bu riskler türlerine göre “45” tanesi Maruziyet Riski, “36” tanesi Fiziko- Kimyasal Risk, “2” tanesi Çevresel Risk olarak

ayrılmaktadır. Risk değerlendirmesi sonucunda; PU - PVC hamur hazırlama ünitelerinin, kimyasal depoların, kazan ve yardımcı tesislerin yangın kompartımanı oluşturacak şekilde düzenlenmesi, bölümler arası geçişlerde yangın damperi kullanılması, kullanıcı yükü - bina sınıfı ve kaçış mesafelerine uygun olarak işletmeye en az 2 yeni acil kaçış kapısı yapılması, acil kaçış yolları ve kapılarının düzenlenmesi-iyileştirilmesi, acil durum senaryolarının oluşturulması, tatbikat - eğitim faaliyetleri, fabrika geneline sprinkler sistem kurulması, ex - proof sistemlerin düzenli bakım – onarım faaliyetine alınması – hasarlı olanların değişimi, solvent bazlı kimyasalların alımının sınırlı tutulması - uzun süreli depolama yapılmaması, kimyasal depolama matrisi oluşturulması ve 5S uygulaması, duman algılama ve erken uyarı sisteminin manuel’den otomasyona çevrilmesi, statik elektrik baralarının değiştirilmesi – tamiri, periyodik teknik kontrollerin yaptırılması, makine soy ağacı ile ilişkilendirilmiş düzenli bakım/onarım planı oluşturulması, en az 2 set nomex elbise ve oksijen tüpü alınması, ortam ölçümlerinin yaptırılması ve takibi, pozitif basınç - negatif emiş havalandırma sistemleri ile maruziyet etkisinin azaltılması, göz – boy duşu – göz solüsyonu temini, kişisel koruyucu donanım matrisi hazırlanması - ilan edilmesi ve kullandırılması, bilgilendirme levhaları - posterleri – malzeme güvenlik bilgi formu özetlerinin oluşturulması, borulama ve makine panel işaretlemeleri, tehlikeli atık yönetimi, taşkan havuzu ve drenaj sistemi yapımı, kimyasal dökülme kiti temini önerileri askiyon planı olarak sunulmuştur.

İş Bazlı Risk Değerlendirmesi (JSA) metodu ve kullanılan rapor formatı, University of California (UCLA) tarafından hazırlanmış dokümanlar kullanılarak türetilmiştir. İş bazlı risk değerlendirme metotunun uygulama örneği için ise suni deri imalatının, transfer kaplama, kurutma fırınları, gofraj, empirme ve tambur makinelerinin bakım - onarım ve temizliği aşamalarını seçilmiştir. Yapılan risk değerlendirmesinde, “5” Yüksek, “5” Orta, “1” Düşük risk tespit edilmiştir. Risk değerlendirmesi sonucunda; Montaj eldiveni, iş ayakkabısı, göz – yüz koruyucu maske/gözlük, maruziyet önleyici maske, vucut tulumu, iş elbisesi, dezenfektan krem gibi zorunlu kişisel koruyucu donanımların temini ve kullanımı, hangi parçaların hangi sıra ile söküleceğinin belirlenmesi ve işaretlenmesi, taşıma arabası temini ve kullanımı, sıcak – basınçlı sistemlerin tehlike işaretlemelerinin revizesi, özellikle tehlikeli içeriğe sahip kimyasal hatları, yakıt yada yağ- gres içeren

bölümlerin vanaları, canlı elektrik hatları, mekanik enerji depolanmış makine parçaları, basınçlı hava hatları vb. riskli sistemlerde EKED (Etiketle - Kilitle - Emniyete Al - Dene) uygulanması, bakım – onarım – temizlik işleri için talimat ve prosedürlerin hazırlanması, çalışma saatlerinin düzenlenmesi, işe uygun olarak gerekli insan kaynağının optimizasyonu aksiyonları önerilmiştir.

Proses Tehlike Analizleri türleri arasından kabul görmüş ve sıkça kullanılan HAZID, HAZOP ve DOW F&EI yöntemleri seçilmiş ve uygulama örneklerinin sağlıklı olarak açıklanabilmesi için literatür araştırması yapılmıştır. Her üç yöntemin uygulama kısmı için Hidrojen Peroksit üretimi yapan bir işletmenin Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesi seçilmiştir.

HAZID uygulaması sonucunda; toplam 42 temel tehlike tanımlanmıştır. Bu temel tehlikeler, İnsan etki – Çevreye etki – Tesise etki şeklinde kategorisel olarak 126 satıra ayrılmış ve etkileri açısından “10” tanesi Yüksek, “50” tanesi Orta, “66” tanesi Düşük olarak, derecelendirilmiştir.

HAZOP uygulaması sonucunda; anahtar kelimeler ve düğüm noktaları üzerinden yapılan analiz sonucunda toplam 41 riskli durum tespit edilmiş ve potansiyel etkileri açısından “8” tanesi Yüksek, “13” tanesi Orta, “20” tanesi Düşük olarak, derecelendirilmiştir.

DOW Yangın ve Patlama İndeksi uygulamasında, ilgili literatüre göre hesaplanan sonuçlar incelendiğinde;

Doğalgaz için, Malzeme faktörü: 21, Genel Proses Tehlike Faktörü: 0,85 Özel Proses Tehlike Faktörü: 4,23 olmak üzere indeks 203, yani sonuçları itibari ile şiddetli seviyede hesaplanmıştır.

Hidrojen için, Malzeme Faktörü: 21, Genel Proses Tehlike Faktörü: 1,95 Özel Proses Tehlike Faktörü: 4,09 olmak üzere indeks 315, yani sonuçları itibari ile şiddetli seviyede hesaplanmıştır.

Çevresel Risk Değerlendirme metodolojisi ve kullanılan matris için Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Bakanlığı (HSE) tarafından yayınlanan COMAH yöntemi ve Cranfield Üniversitesi tarafından hazırlanmış rehber kitap referans alınmıştır. Uygulama

örneğinde ise Suni Deri İmalatında kullanılan temel hammaddelerden olan Dioctyl phthalate (DOP) kimyasalının kaza sonucu istem dışı olarak, yüzeysel sular, drenaj sistemleri, yeraltı suları ve toprak mekanizması ile Ergene Havzasına karışması senaryosu ele alınmıştır. Senaryo uyarınca yapılan analiz sonucunda, Teknik Emniyet Risk Puanı “80” olarak hesaplanmış ve Risk Sınıfı A bandındadır. Çevresel Etki Risk Puanı “72” olarak hesaplanmış ve Risk Sınıfı A bandındadır.

Bu kısma kadar uygulamalarda ele alınan risk değerlendirmeleri sonucunda belirlenen kritik olaylardan bazıları, Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Bakanlığı (HSE) tarafından yayınlanmış olan rehber kitap referans baz alınarak senaryolaştırılmış ve Papyon (bow-tie) diyagramı tekniği ile modelellenmiştir. İlk papyon diyagramı “Alüminyum Ekstrüksiyon – Pres Hattında Asetilen Tüpünün Devrilmesi” senaryosuna ilişkin hazırlanmış olup, olay kurgusu ilkel – basit düzeyde tutulmuştur. İkinci papyon diyagramı “Suni Deri İmalatında Dioctyl phthalate (DOP) Kimyasalının Dökülmesi” senaryosuna ilişkin hazırlanmış olup, olay kurgusu ilkel – basit düzeyde tutulmuştur. Üçüncü ve son papyon diyagramı ise “Hidrojen Peroksit Üretimi Prosesinde Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesinde, istem dışı “Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen – Karbonmonoksit) Yayılımı” senaryosuna ilişkin hazırlanmış olup, olay kurgusu gelişmiş – karmaşık, düzeyde tutulmuştur.

Sonraki bölümde “Hidrojen Peroksit Üretimi Prosesinde Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesinde, istem dışı “Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen – Karbonmonoksit) Yayılımı” senaryosunun tüm önlemlere rağmen gerçekleşmesi durumunda patlama ve yangının yayılımı ve fiziksel etki mesafeleri, ALOHA-EPA yazılımı aracılığı ile hesaplanmış ve Jet Yangını ile Basınç Patlaması etkileri harita üzerinde gösterilmiştir. Jet Yangını senaryosunda 32 cm x 5 cm lik bir flanş açıklığından hızlıca gaz yayılımı olduğu kabulü yapılmış olup, 24.000 ppm yoğunluğa sahip, 174 m lik termal zone ile 4000 ppm yoğunluğa sahip, 434 m lik termal zone oluşması beklenmektedir. Basınç patlaması senaryosunda ise 32 cm x 5 cm lik bir flanş açıklığından gazın tamamen atmosfere dağıldığı ve patladığı kabulü yapılmış olup, 8 psi basınca sahip 136 m lik alandaki binaların yıkılacağı, 3,5 psi basınca sahip 155 m lik alandaki insanların ölümcül şekilde yaralanacağı, 1 psi basınca sahip 270 m lik alandaki camların kırılacağı öngörülmüştür.

Koruma katmanları analizi uygulamasında “Hidrojen Peroksit Üretimi Prosesinde Doğalgazdan Hidrojen Elde Ünitesinde İstem Dışı Hidrokarbon (Doğalgaz – Hidrojen – Karbonmonoksit) Yayılımı” senaryosu baz alınmıştır. Kritik ekipman olarak, sırasıyla Supply Center (Doğalgaz Ana Dağıtım Ünitesi), Hidrojen iletim hatları, CO gazı iletim hatları, V102 tankı ve Reformer tankı seçilerek bu sistemlerdeki kontrol bariyerlerinin yeterliliği hesaplanmıştır. Toplam altı farklı senaryo için yapılan bariyerlerin yeterliliğinin denetlendiği hesaplamalarda, 3. ve 4. senaryolarda “İsteğe Bağlı - Alternatifleri Değerlendirin” 1,2,5 ve 6. senaryolarda ise “Daha İleri Aksiyon Gerekli Değil” sonucuna varılmıştır.

Son bölümde dahili ve harici acil durum eylem planının her işletme için uygulanabilecek düzeyde genel geçer bir örneği sunularak tezin benimsediği risk yönetimi modeli uyarınca bölümler aradaki ilişki tamamlanmış ve bütünlük bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

Çalışmanın özünü oluşturan ve uygulama aşamalarında örnek olarak seçilen her üç tesis için yapılan, risk değerlendirme çalışmaları, kaza senaryoları, tespit edilen uygunsuluklar ve geliştirilen aksiyon planları, öğrencinin kendi yorum ve görüşlerini yansıtmakta olup, söz konusu kuruluşlar açısından hukuki bir bağlayıcılığı ve değeri bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Kapasite Raporu İstatistikleri, <https://www.tobb.org.tr/SanayiMudurlugu/Sayfalar/Istatistikler.php>, 01 Mart 2018.
- [2] T.C. Resmi Gazete, Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmeliği'nin 2 Nolu Güvenlik Raporunda Bulunması Gereken Asgari Bilgiler Eki. (30127), 18.07.2017,1.
- [3] T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı (ÇSGB), (2012). Kimya Sanayi Sektöründe Seveso II Direktifi Kapsamındaki Endüstrilerde Kaza Riski Değerlendirme Metodolojisi, Yayın No: 55, Ankara..
- [4] Głowczyńska, K., Łyjak, G., Gruber, H., Vlková, Š., Nagy, K., Schenk, C. ve Šmerhovský, Z., (2010). Risk Assessment – General Guide Identification and Evaluation of Hazards; Specification of Measures, The International Social Security Association, Germany.
- [5] Trbojevic, V.M., (2008), Optimising Hazard Management By Workforce Engagement And Supervision, Health and Safety Executive, London, UK.
- [6] Gruber, H., Kittelmann M. ve Mierdel B., (2011) Tehlike Değerlendirmesi, Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası, İstanbul.
- [7] EN 12100, (2010) Safety of Machinery — General Principles for Design — Risk Assessment and Risk Reduction, ISO, Switzerland.
- [8] Procter Machine Safety Coorparate, Risk Assesment Calculator Version 5, <https://www.machinesafety.co.uk/free-downloads/#206>, 12 Mart 2018.
- [9] Türer, N., (2013), CE, Makine Emniyeti ve Risk Değerlendirmesi, https://www.mess.org.tr/media/filer_public/bf/a1/bfa1a88e-5854-42e6-bce9-47ea0f371bf2/bsh_necmi_turer-sunum_20130506.pdf, 10 Nisan 2018.
- [10] Özen Alüminyum, Alüminyum Ekstrüzyon, <http://www.ozenaluminyum.com/kurumsal/aluminyum-ekstruzyon/>, 18 Nisan 2018.
- [11] T.C. Resmi Gazete, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, (28733), 12.08.2013, 2.

- [12] Böckler, M., Bürkert, U., Gecelovská, D., Grzegorz, L., Neuwirth, N., Scheel, B. ve Sluka, V., (2009) Chemical Hazards Identification and Evaluation of Hazards; Specification of Measures, The International Social Security Association, Germany.
- [13] Health and Safety Executive, (HSE), (2017), COSHH Essentials: Controlling Exposure To Chemicals – A Simple Control Banding Approach, London, UK.
- [14] Norwegian Occupational Hygiene Association, KjemRisk A Tool For Chemical Health Risk Assessment, <https://www.yumpu.com/en/document/read/24020251/kjemrisk-ohs>, 13 Temmuz 2017.
- [15] Canadian Occupational Safety, <https://www.cos-mag.com/personal-process-safety/29402-4-steps-to-conducting-effective-job-safety-analysis/>, 12 Kasım 2018.
- [16] Sutton, S., (2009), “Proses Güvenliği Risk Analiz Yöntemleri ve Bir Yöntem Olarak 'Ya Olursa Risk Analizi”, Önlem Dergisi (Sayı 7): Ek
- [17] Sutton, S., (2008), “Proses Tehlike Analizi ve Bir Analiz Yöntemi Olarak HAZOP”, Önlem Dergisi (Sayı 4): Ek
- [18] Kim, K., Kang, H. ve Kim, Y., (2015), “Risk Assessment for Natural Gas Hydrate Carriers: A Hazard Identification (HAZID) Study”, Energies, 8, 3158- 3159.
- [19] Özkılıç, Ö., (2014). Risk Değerlendirmesi Atex Direktifleri – Patlayıcı Ortamlar Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması – Kantatif Risk Değerlendirme Seveso II ve III Direktifi, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, Ankara.
- [20] Suardin, J., (2005) The Integration Of Dow's Fire And Explosion Index Into Process Design And Optimization To Achieve An Inherently Safer Design, Yüksek Lisans Tezi, Texas A&M University, Qatar.
- [21] S2S - A Gateway for Plant and Process Safety, Fire and Explosion – Workbook, http://www.safety-s2s.eu/modules.php?name=s2s_wp4&idpart=2&op=v&idm=37, 19 Ekim 2018.
- [22] Health and Safety Executive, (HSE), (2016), Control Operational Guidance Classification of Inherent Hazard (Safety and Environment) for COMAH Establishments, London, UK.
- [23] www.nufusu.com, Tekirdağ Nüfusu, <https://www.nufusu.com/il/tekirdag-nufusu>, 25 Kasım 2018.
- [24] www.nufusu.com, Tekirdağ İlçeleri Nüfusu, <https://www.nufusu.com/ilceleri/tekirdag-ilceleri-nufusu>, 25 Kasım 2018.
- [25] T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Ergene Havzası Koruma Eylem Planı, Ergene Havzası'nın Ülkedeki Yeri, <http://ergene.ormansu.gov.tr/ergene2/AnaSayfa/Konumu.aspx?sflang=tr>, 26 Kasım 2018.

- [26] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Coğrafi Veri Listesi, <http://geodata.ormansu.gov.tr/>, 30 Kasım 2018.
- [27] Gormley, Á., Pollard, S. ve Rocks, S., (2011), Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management, Cranfield University, Bedfordshire, UK.
- [28] Proscon Mühendislik San. ve Tic. A.Ş., Koruma Katmanları Analizi, <http://www.proscon.com.tr/lopa-koruma-katmanlari-analizi/>, 20 Ağustos 2018.
- [29] S2S - A Gateway for Plant and Process Safety, Layer of Protection Model, http://www.safety-s2s.eu/modules.php?name=s2s_wp4&idpart=2&op=v&idp=887, 10 Ağustos 2018.
- [30] Özkılıç, Ö., (2016), LOPA - Koruma Katmanları Analizi, <https://www.linkedin.com/pulse/lopa-koruma-katmanlar%C4%B1-analizi-layers-protection-analysis-%C3%B6zkili%C3%A7/>, 20 Ağustos 2018.
- [31] Gowland, R., (2005), LOPA: A worksheet for Layer of Protection Analysis, <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/s-2-s/lopa-workbook-sept-2005.xls>, 2 Ağustos 2018.
- [32] S2S - A Gateway for Plant and Process Safety, Identify the consequence, http://www.safety-s2s.eu/modules.php?name=s2s_wp4&idpart=2&op=v&idp=889, 10 Ağustos 2018.
- [33] S2S - A Gateway for Plant and Process Safety, Risk Decision and Required Action, http://www.safety-s2s.eu/modules.php?name=s2s_wp4&idpart=2&op=v&idp=897, 10 Ağustos 2018.
- [34] Health and Safety Executive, (HSE), (2012), Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments, London, UK.
- [35] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (Bekra) İşletmeciler İçin Rehber, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikbelge/icerikbelge3198.pdf>, 20 Aralık 2018.

DOW F&EI İNDEKSİ İÇİN PENALTI PUANLARININ BELİRLENMESİ

A.1 Genel Proses Tehlikelerinin Belirlenmesi

Temel – basit ısıveren reaksiyonlar 0,20 penaltı gerektirir.

Yanma = Katı, sıvı veya gaz halindeki yakıtın hava ile ocakta yanmasıdır.

Aşağıda sıralanmış hafif egzotermik reaksiyonlar 0,30 penaltı gerektirir.

- a) Hidrojenleme: ikili veya üçlü bağ'ın her iki tarafına da hidrojen ilavesi; Burada tehlike yüksek basınç altında ve nispeten yüksek ısıda hidrojen kullanımıdır.
- b) Hidroliz; Bir bileşiğin su ile reaksiyonudur, sülfirik veya fosforik asitlerin oksitlerden üretimi gibi.
- c) Alkilleme: Muhtelif organik bileşikler elde etmek üzere, bileşiklere bir alkali grubun ilavesi
- d) İzomerleştirme: Bir organik molekülde atomların yeniden düzenlenmesi, örneğin düz zincirden dallı moleküle değişim, çift bağların yer değiştirmesi vs. tehlikeler, bulunan kimyasalların dengesine ve reaktivitesine bağlı olarak değişir ve **bazı durumlarda 0,50 penaltı gerektirir.**
- e) Sülfolama: SO_3H kökünün H_2SO_4 ile reaksiyonu yardımıyla bir organik molekül içine yerleştirilmesi
- f) Nötürleştirme: Tuz ve su oluşturmak için bir asit ve bir baz arasındaki reaksiyon

Aşağıda sıralanmış orta ekzotermik reaksiyonlar 0,50 penaltı gerektirir.

- a) Alkilasyon: Çeşitli organik bileşikler oluşturmak için bir alkil grubunun bir bileşiğe eklenmesi.
- b) Esterifikasyon: Bir asit, alkol veya doymamış hidrokarbon arasındaki reaksiyondur. Asidin yüksek oranda reaktif olduğu veya reaktif maddelerin dengesiz olduğu durumlar **(0,75 ila 1,25 arasında penaltı)** hariç orta dereceli tehlike demektir.
- c) Oksidasyon: Oksijenin bir başka madde ile kombinasyonudur. Reaksiyon kontrollü ve yanma durumunda olduğu gibi, CO₂ ve H₂O açığa çıkmaz. Kloratlar, nitrik asit, hipoklorik asitler ve tuzlar gibi kuvvetli oksitleme araçları kullanıldığı durumlarda **penaltı değerini 1,00'e arttırınız.**
- d) Polimerleştirme: Moleküllerin zincir veya diğer bağlar oluşturmak üzere birbiriyle bağlanmaları; reaksiyonun kontrol altında tutulabilmesi için ısı tahliye edilmelidir.
- e) Yoğunlaştırma: H₂O, HCL veya diğer bileşiklerin ayrılması ile iki veya daha fazla organik molekülün birleşmesi

Kontrolü zor- yüksek ekzotermik reaksiyonlar 1,00 penaltı gerektirir.

Bunlar, kontrolün kaybedilmesi durumunda önemli bir yangın ve patlama potansiyeli olan bir reaksiyon sınıfıdır.

Halojenleme: Florin, klorin, bromin veya iyodin benzeri halojen atomların bir organik moleküle yerleştirilmesi. Bu hem kuvvetli bir ısı yayıcı ve aşındırıcı (korozyif) bir prosestir. Kontrol etmesi güç olan ekzotermik reaksiyonlar bu sınıfa girmektedir.

Şiddetli- oldukça tehlikeli ekzotermik reaksiyonlar 1,25 penaltı gerektirir.

Nitrolama: Bir bileşikteki hidrojen atomunun bir nitro grubuyla değiştirilmesi demektir. Çok güçlü ısı yayıcı reaksiyon, muhtemelen patlayıcı yan ürünler doğurur. Sıcaklık kontrolü iyi yapılmalıdır; saflığın bozulmuş olması (katışıklık) daha başka oksidasyona sebep olabilir veya nitrolama ve hızlı ayrışma meydana gelebilir.

Isıalan (endotermik) reaksiyonlar temel olarak 0,20 penaltı gerektir.

Temel penaltı puanı sadece reaktörler için geçerlidir. Endotermik işlem için enerji girdisi, katı, sıvı veya gaz yakıtın yanmasıyla sağlandığında, **penaltı 0,40'a çıkarılır.**

- a) Kalsinasyon: Nem veya diğer uçucu maddelerin giderilmesi amacıyla malzemenin ısıtılması. **Bu rekasiyon genellikle 0,40 penaltı gerektirir.**
- b) Elektroliz: Elektrik akımı vasıtasıyla iyonların ayrıştırılması; yanıcı veya yüksek derecede reaktif ürünlerin bulunması nedeniyle tehlikelidir. **Bu rekasiyon genellikle 0,20 penaltı gerektirir.**
- c) Isıl bozunma veya parçalanma: Büyük moleküllerin yüksek ısı, yüksek basınç veya katalizör yardımıyla termal olarak ayrışması, başka bir yanma prosesiyle katalizörün yeniden oluşması tehlikeli olabilir. **Penaltı, elektrikli veya uzaktan kontrol edilen gaz ısıtıcısı için penaltı değeri 0,20, doğrudan ateşlenmiş ısıtıcı için penaltı değeri 0,40'tır.**

Malzemelerin Yükleme-Boşaltma ve Transferi

- a) Tehlikeli maddelerin yükleme ve boşaltması, özellikle yol-tankerleri ve gemilerin transfer hatlarının birleştirilmesi veya ayrılmasından kaynaklanan tehlikelerle ilgili olup, **penaltı değeri: 0,5**
- b) Hava girişinin olduğu santrifüj, kesikli reaktör, mikserler (inert ya da inert olmayan) gibi makinelerin varlığında eğer içerisinde F ya da R faktörüne sahip kimyasalların kullanımı söz konusuysa, **penaltı değeri: 0,50**
- c) Varil, torba, çuval ve kutuların tehlikeli maddelerle doldurulması ve paketlenmesi, açıkta yapılan işlemler, aynı düzenekte birden fazla reaksiyonun cereyan etmesi durumunda, **penaltı değeri: 0,50**
- Proses (depolama) ısıları, atmosferik kaynama noktasının altında olan maddeler için **penaltı değeri: 0,30**
- Proses (depolama) ısıları, atmosferik kaynama noktasının üzerinde olan maddeler için **penaltı değeri: 0,60**
- Depolama alanında otomatik yangın söndürme sistemi yok ise **penaltı değeri: 0,20**

d) Yükleme – boşaltma esnasındaki muhtemel patlama ve potansiyel yangın tehlikesi dikkate alınarak yukarıda belirtilen penaltılar uygulanır.

Ayrıca depolanan kimyasalın özelliğine göre;

- F değeri 1 ise **penaltı değeri: 0,20**
- F değeri 2 ise **penaltı değeri: 0,40**
- F değeri 3 ise **penaltı değeri: 0,65**
- F değeri 4 ise **penaltı değeri: 0,85**

Olarak penaltı değerleri eklenir. Malzemenin miktarı burada dikkate alınmaz (malzeme miktarları ile ilgili penaltılar diğer bölümlerde dikkate alınır).

Bina içindeki proses üniteleri

Bina içine yerleştirilmiş proses üniteleri ve içerisinde tehlikeli maddelerle ilgili süreçlerin işlendiği ve/veya içerisinde tehlikeli maddeler depolanan binalar, doğal havalandırmanın engellenmesi nedeniyle artan bir tehlike potansiyeli ifade eder.

- Toz filtreler veya kolektörler kapalı bir alana yerleştirildiğinde, **penaltı 0,50 uygulanır.**
- Proses ısı; Parlama noktasının üzerinde, ancak atmosferik kaynama noktasının altında olan parlayıcı sıvılar için: **penaltı 0,30 uygulanır.** Ancak işlenen kimyasalın miktarı 1000 gallons (3785 litre) üzeri ise **bu değer 0,45'e çıkarılır.**
- Proses ısı; Atmosferik kaynama noktasının üzerindeki, parlayıcı sıvılar veya LPG için **penaltı 0,60 uygulanır.** Ancak işlenen kimyasalın miktarı 1000 gallons (3785 litre) üzeri ise **bu değer 0,90'a çıkarılır.**
- Eğer yangına karşı önlem olarak alınmış mekanik havalandırma tertibatı varsa bu kısımda geçen **tüm penaltı puanlarının (son 5 değer) yarısı alınabilir.**

Ulaşılabilirlik

Üretim için kullanılan tüm alanlar değerlendirildiğinde olası bir acil durumda bölümlere ulaşılabilirlik durumu, toplam kapalı alan boyutları penaltı puanı gerektirir.

Proses alanı yani makine parkur alanı 10000 ft² (929 m²) üzerinde ve/veya bağımsız her bir bölüm için toplam kapalı alan 25000 ft² (2323 m²) üzerinde ise **penaltı 0,35 uygulanır.**

Drenaj ve Dökülme, Bulaşma kontrolü

- Yanıcı parlayıcıların (parlama noktası 140 °F = 60 °C altında olan) ekipmanlara ya da proseste bulunan makinelere bulaşmasını engelleyecek drenaj sistemi var, ancak kanal ya da düz zeminlerde olan ekipmanlara kimyasal maruziyeti söz konusu ise **penaltı değeri: 0,50**

- Eğer kablo kanalı ya da siperi içerisinden giden elektrik hatlarına kimyasal bulaşma riski varsa ya da bu hatlar üretime çok yakınsa **penaltı değeri: 0,50**

A.2 Özel Proses Tehlikelerinin Belirlenmesi

Patlama riskinin tehlike boyutlarının ortaya konulması açısından çok önemli rol oynayan özel proses hataları 12 faktör olarak aşağıda sıralanmıştır.

Proses sıcaklığı

a) Proses veya taşıma koşulları parlama noktasının üzerinde sıcaklık gerektiriyorsa, **penaltı değeri: 0,25**

b) Proses veya taşıma koşulları atmosferik kaynama sıcaklığının üzerinde sıcaklık gerektiriyorsa, **penaltı değeri: 0,60**

c) Madde, örneğin hekzan ve karbon disülfid gibi düşük kendi kendine tutuşma sıcaklığına sahipse ve sıcak buharının tutuşması ihtimali varsa, **penaltı değeri: 0,75**

Düşük Basınç

Proses atmosferik basınç ya da atmosferik basınca yakın bir basınçta işliyorsa penaltı gerektirmez, sistemden hava sızıntısı olması tehlike yaratmaz. (Örneğin; glikolün vakumlu distilasyonu)

- a) Sistemden hava çıkışının bir tehlike yaratma durumu varsa, (Örneğin; sıcak materyallerin taşınması, tehlikeli materyal içermesi) **penaltı değeri: 0,50**
- b) Hidrojenin toplanacağı bir sistem, **penaltı değeri: 0,50**
- c) 0.67 bar'dan az basınç gerektiren vakumlu distilasyon durumu, **penaltı değeri 0,75**
- d) Proses basıncı 0 ila 1,00 psig (1,0822 bar) arasında ise **penaltı** aşağıdaki denklem ile hesaplanır. Burada P operasyonel basınç değerinin psig cinsinden değeridir.

$$\text{Penaltı} = 0.16109 + \frac{1.61503 P}{1000} - 1.42879 \left(\frac{P}{1000} \right)^2 + 0.5172 \left(\frac{P}{1000} \right)^3 \quad (\text{A.1})$$

Yanıcılık Seviyelerinde Operasyon

- a) Eğer ortama yayılan buharda gaz-hava karışımı yanıcılık seviyesine yakınsa, tankların dışında yanıcı materyalin depolanması, **penaltı değeri: 0,50**
- b) Yanıcılık limitlerine yakın çalışma koşulları ya da ortamda, patlama limitine yakın gaz birikmesini engellemek için havalandırma gerektiren durumlarda, **penaltı değeri: 0,75**
- c) Yanıcılık limitlerinde normal çalışma koşulu (Örnek; etilen distilasyonu ve depolanması), **penaltı değeri: 1,00**

Çalışma Basıncı

Atmosferik basınç üzerindeki çalışma basıncı penaltı gerektir. Penaltı yanıcı ve parlayıcı maddeler için Y aşağıdaki formülden hesaplanır, burada P tahliye vanasının ayarlandığı mutlak basınçtır ve bar cinsinden ifade edilir.

$$Y = 0.435 \log P$$

- a) Yüksek yoğunluktaki materyaller; asfalt, katran, zift, ağır yağlar gibi, **penaltı 0,70**
- b) Basıncılı gazlar, **penaltı 1,20**
- c) Basınçla sıvılaştırılmış yanıcı gazlar, **penaltı 1,30**
- d) Haddelme ve kalıplama – şekil verme işlemleri için penaltı uygulanmaz.
- e) Eğer operasyon basıncı 1,00 psig (1,0822 bar) ve üzeri ise aşağıdaki tablodan yararlanılır.

Çizelge A.1 Pasınç – Penaltı değeri ilişkisi (Niels Jensen,2007)

Basınç (kPag)	Basınç (psig)	Penaltı Değeri
6,895	1,000	0.86
10,343	1,500	0.92
13,790	2,000	0.96
17,238	2,500	0.98
20,685 – 69,950	3,000 – 10,000	1.00
> 68,950	> 10,000	1.50

Düşük Sıcaklık

- a) 0°C ila -30°C arasında işleyen- çalışan proseslere, **penaltı 0,30 ekle**
- b) -30°C'nin altında işleyen- çalışan proseslere, **penaltı 0,50 ekle**
- c) Madde a) da söz konusu proseste kırılğan malzeme cinsi karbon alaşımlı çelik vb. ise **penaltı 0,30** başka bir malzeme ise **penaltı 0,20** olarak alınır.

Buradaki amaç beklenen (olası) kırılğanlığa izin vermektir. Ayrıca, sızıntı durumunda soğuk sıvı (likid) daha sıcak çevre ile temas edecektir, buda önemsenecek miktarda buharlaşmaya sebep olur.

Toz Patlamaları

Bu penaltı değeri tozların işlendiği; aktarma, silolardan tankerlere boşlatma, karıştırma, taşıma, torbalama, konveyör vb. bandlarda taşıma, havalandırma veya toz emiş hatlarında vs. herhangi bir proseste uygulanır. Toz patlamalarının şiddeti ve olasılığı maksimum oranda basınç artışı ya da maksimum basınç durumunda partikül çapına göre değişir. Danecik, partikül çapı küçüldükçe basınç artıkça, ya da ortamdaki film tabaka yoğunluğu artarsa tehlike daha da artar. Burada penaltı değerlerini %90 oranında partikül çapı belirler. Toz cinslerinin Kst katsayıları da belirleyici özellik göstermektedir.

Çizelge A.2 Toz Patlamaları Tanecik Çapı Penaltıları (Niels Jensen,2007)

Partikül Çapı, μm	Tyler Mesh Boyutu	Penaltı Puanı
175 >	60 – 80	0,25
150 - 175	80 – 100	0,50
100 - 150	100 – 150	0,75
75 - 100	150 – 200	1,25
< 75	> 200	2,00

Çizelge A.3 Bilinen Bazı Toz Cinslerinin Kst Katsayıları (M. Kemal Sarı,2011)

Toz cinsi	M (μm)	Pmax (bar)	Kst (bar.m. s ⁻¹)	MEE (mJ)
Aktif kömür	< 10	7,3	72	500000
Brom fenoksim	< 20	11,9	342	250000
Tinopal	43	6,8	69	80000
Marul tozu	40	8,5	157	100
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik)	89	7,5	71	50
Mısır nişastası	10	9	200	10
Paraformaldehyd Polyoxymethylen; HO(CH ₂ O) _n H	19	9,6	405	5
Bal mumu, parafin	< 20	8,4	185	5
Polyester, poliester	35	7,8	140	5
Seliloz asetat	31	7,5	116	5
İstifleme, örtü tozu (60 % anorganik bileşenli)	40	5,6	90	5
Herbizid	21	8,4	168	2
Laycopodium	32	7	134	2
Antioksidant	18	9	214	1
Epoxidharz, epoksi reçine	27	7,5	161	1
Poliüretan	29	7,8	150	1
Alüminyum	< 10	11,4	625	0,1
Kükürt	31	6,1	116	0,01

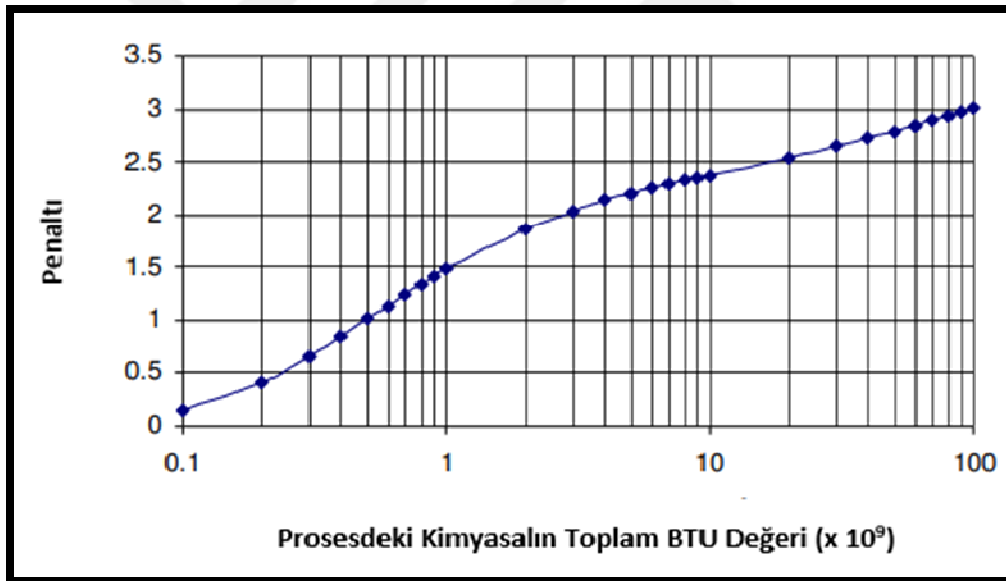
Yanıcı maddelerin miktarı

Bu bölüm yanıcı parlayıcı ya da stabil olmayan materyallerin miktarından kaynaklanan tehlike boyutunu penaltı cinsinden ifade etmek için kullanılır.

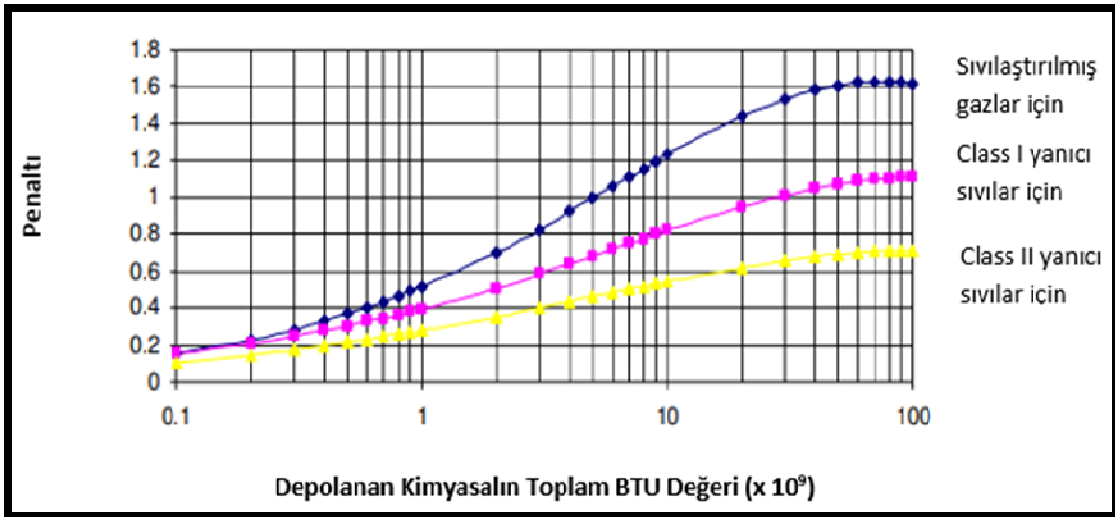
Kullanılan hesaplar depolama ya da kullanım olmak üzere iki kısma ayrılır. Kullanılan formüller ise malzeme katsayıları, malzemenin katı, sıvı, gaz oluşuna ve H, F, R faktörlerine göre değişiklik göstermektedir.

Proseste kullanılan sıvı ya da gaz metaryaller

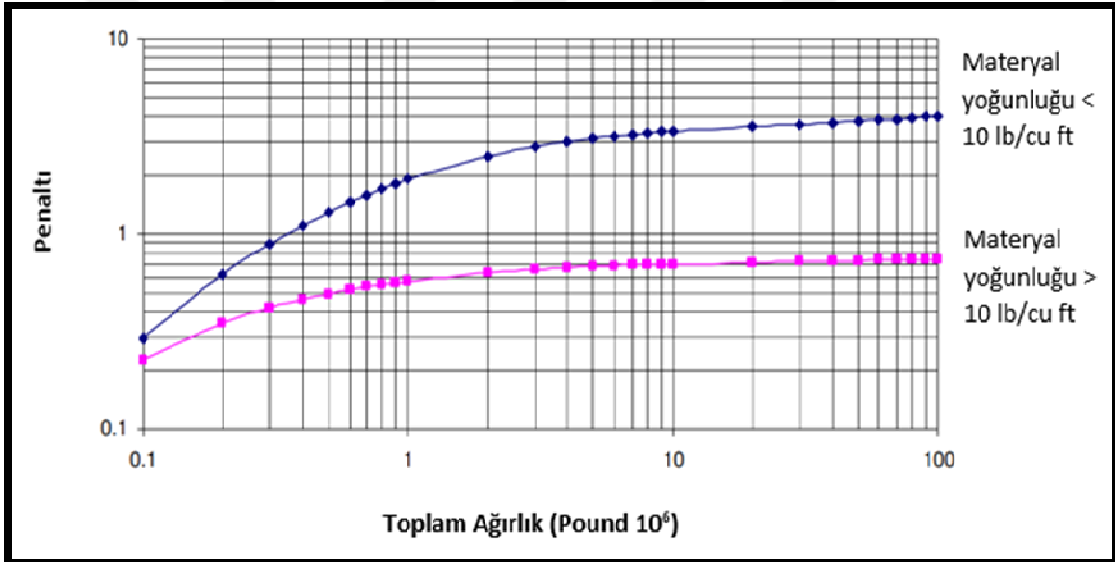
- Parlama noktası 140 F dan düşük yanıcı parlayıcı sıvılar için,
- Yanıcı gazlar ve sıvılaştırılmış yanıcı gazlar için,
- Parlama noktası 140 F dan yüksek olan yanıcı sıvılar için,
- Reaktif olan kimyasallar, için aşağıdaki grafikten panaltı puanı okunarak belirlenir;



Şekil A.1 Prosesdeki sıvı veya gazlar için penaltı değeri (Jaffee Suardin;2005)



Şekil A.2 Proses Alanı Dışında Depolanan Sıvı Ya Da Gazlar İçin Penaltı Değeri
(Jaffee Suardin;2005)



Şekil A.3 Depolanmış yanıcı katılar/Prosesteki toz partiküller için penaltı değeri (Jaffee Suardin;2005)

HİDROJEN MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ

CAS# NO: 1333-74-0		HİDROJEN MGBF ÖZETİ HYDROGEN MSDS GUIDE			
Çalışma Alanı : Proses Kimyasalı			Kullanan Kişi Sayısı : -		
Tehlike Sembolleri		H (Zarar) - P (Güvenlik) Cümlecikleri			
 Yanıcı Basıncılı Sistem		H220 - Ayrı alevlenir gaz. Kategori 1 H280 - Basıncılı gaz içerir, ısıtıldığında patlayabilir. OSHA-H01 - Oksijenin yerine geçerek hızlı boğulmaya neden olabilir. CGA-HG04 - Hava ile patlayıcı karışımlar yapabilir. CGA-HG08 - Görünmeyen alev ile yanar. P202 - Bütün önlemleri okunup anlaşılmadan elleçlemeyin. P210 - Isıdan, kıvılcımdan, alevden, sıcak yüzeylerden uzak tutunuz. -Sigara içilmez. P271+403 - Sadece dışarıda ve iyi havalandırılan bir alanda kullanın ve iyi havalandırılan yerde depolayın. P377 - Gaz sızıntısına bağlı yangın: sızıntı güvenli olarak durdurulmadan söndürmeyin. P381 - Güvenli ise tüm tutuşturucu kaynaklarını ortadan kaldırın. CGA-PG02 - Ortam sıcaklığının 52 oC dereceli geçtiğinde tüpleri güneş ışığından koruyunuz. CGA-PG05 - Boru hattında geri akış engelleyen bir donanım kullanın. CGA-PG06 - Her kullanımdan sonra ve tüp boşaldığında tüpün vanasını kapatın.			
Amaç : Tehlikeli kimyasalın kullanımı ve güvenli çalışma esaslarının çalışanlara tebliğidir.					
Kapsam.... : İlgili kimyasalın kullanıldığı, taşındığı, depolandığı tüm alanları kapsar.					
Sorumlu... : Proses Mühendisleri, Operatörler					
FİZİKSEL ÖZELLİKLER		ZORUNLULUKLAR			
Kimyasal Özellik	Gaz	 Eldiven Giy Koruyucu Gözlük Kullan Koruyucu Elbise Giy Tam Yüz Masko Kullan			
Görünüm-Koku	Kokusuz				
Renk	Renksiz				
Yoğunluk	0,069 (Hava = 1)				
Diğer (LEL - UEL)	% 4 – 74,5				
TEHLİKELİ/ETKEN BİLEŞENLER		SAĞLIK UYARILARI			
HİDROJEN %100	F, P	Hidrojen zehirli değildir, fakat yüksek konsantrasyonda basit bir boğucu gaz olarak davranır. İstenilerek solunulmamalıdır. Havadaki konsantrasyonu, solunum için gerekli oksijen konsantrasyonundan fazla ise tüplü solunum cihazları kullanılmalıdır. Sağlam iş eldivenleri kullanılmalıdır. Yüz siperliği veya göz maskesi kullanılmalıdır Uygun iş elbiseleri ve çelik burunlu ayakkabı giyilmelidir. Çevresel etkisi ile ilgili veri bulunmamaktadır. Değerlerden kaçınılmalıdır.			
İLK YARDIM		YANGINLA MÜCADELE			
Çalışanın riskini en aza indirerek kazazedeyi derhal temiz bir sahaya götürülmelidir. Hava girişinde herhangi bir engel olmamalıdır. Eğer solunum zayıflığı varsa veya durmuşsa, derhal suni teneffüs uygulanmalıdır. Kurtarma personelinde solunum cihazı bulunmalıdır. Kazazede sıcak ve rahat tutulmalıdır. Daha sonraki tedavi semptomatik ve destek tedavi olmalıdır. Gözleri hemen en az 15 dakika boyunca su ile yıkayın, üst ve alt göz kapaklarını kaldırın. Var ise kontakt lensleri kontrol edin ve çıkartın. Hasta işiye bakmıyorsa gözler hafif bir bant ile kapatılarak, hemen bir sağlık kuruluşuna götürülmelidir.		Oldukça parlayıcı bir gazdır. Hidrojen bilinen en hafif gazdır ve sızan gaz bulunduğu yerin en üst noktasında toplanır. Hidrojen, hava ile hemen hemen gözle görülmez, açık mavi bir alevle yanar. Yüksek kaplardaki gaz kaçağı, herhangi bir ateşleme kaynağı yokken bile, statik elektrikten tutuşabilir. Hızlı bir alev yayılması ve alev geri tepmesi olabilir. Havada geniş bir konsantrasyon aralığında kolayca tutuşabilir. Yangın mahalline yetkisiz şahıslar sokulmamalıdır ve yangın mahalli izole edilmelidir. Kaçak ihtimali bulunan ortamlardan tutuşma kaynağı uzak tutulmalıdır. Gaz fazdaki hidrojen yüksek basınca dayanıklı çelik tüpler içinde sıkıştırılmış olarak muhafaza edilir. Yangın durumunda sıcaklık artışı ile birlikte basınç artması tüpün şiddetle yırtılmasına neden olabilir. Yangına maruz kalan tüpler, yangın esnasında ve sonrasında emniyetli bir mesafeden su ile soğutulmalıdır. Gaz sıkışmasını önlemek amacı ile tüpün ventili kısmına su tutulmamalıdır. Aksi takdirde gaz toplanabilir ve patlamaya yol açabilir. Yangın söndürmede su, kuru kimyasallar ve karbondioksit kullanılabilir. Yangın ile mücadele ekibi solunum koruma cihazı takmalı ve alevle dayanıklı elbise giymelidir.			
DEPOLAMA - REAKTİVİTE STABİLİTE		YAYILMA - DÖKÜLME VE ATIK BERTARAFI			
Tesiisat, paslanmaya ve sert havaya karşı korunaklı, statik elektriklenmeye sebebiyet verecek her türlü koşul ortadan kaldırılmalıdır. Tüm donanım kıvılcım çıkartmaz ve patlama-korumalı (explosionproof) olmalıdır. Proses güvenliği açısından saha temiz tutulmalı ve yalnızca yetkili personel girebilmelidir. Hat boyunca uygun tehlike uyarıcı işaretlerle işaretlenmelidir. 'Sigara içilmez veya Açık Alevle Girmeyiniz' uyarı yazısı asılı bulundurulmalıdır.		Ürünün yayıldığı bölge derhal boşaltılmalıdır. Ürünün yayıldığı bölgeye girişlerde, uygun koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Tehlike bölgesinde sigara içilmemeli, hiçbir alev, ateş veya kıvılcım olmamalıdır. Uygun havalandırma sağlanmalıdır. Kusurlu tüplere muamele ederken, oldukça dikkat edilmelidir. Aksi takdirde herhangi bir tutuşma meydana gelebilir ve alevi gözle zor görüldüğü için tüple temasa geçen kişiye zarar verebilir. Hidrojen alevinin en kolay tesbit etme yöntemi bir çalı süpürgesi ile alev ihtimali olan kısma yaklaşımdır. Eğer sızıntı kullanıcının donanımında - proses içinde ise onarıma başlamadan önce, kesinlikle gaz boruları inert gaz ile süpürülmelidir.			
Kullanıcı/Sorumlu Personel		Hazırlayan: İş Güvenliği Uzmanı		Onay: İşletme Müdürü	
Tedarikçi Firma/MSDS Sahibi : -		MSDS Yayın Tarihi: -			

DOĞAL GAZ MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ

CAS# NO: 1333-74-0	DOĞAL GAZ MGBF ÖZETİ NATURAL GAS MSDS GUIDE			
Çalışma Alanı : Proses Kimyasalı		Kullanan Kişi Sayısı : -		
Tehlike Sembolleri		H (Zarar) - P (Güvenlik) Cümlecikleri		
	Yanıcı	H224 - Aşırı alevlenir sıvı (Kat. 1) H281 - Soğutulmuş gaz içeri; soğuktan yanma veya yaralanmalara yol açabilir. P210 - Isıdan, kıvılcımdan, alevden, sıcak yüzeylerden uzak tutun. Sigara içilmez. P243 - Statik boşalmaya karşı önleyici tedbirler alın. P282 - Soğuk geçirmez eldiven/ yüz koruyucu / gözkoruyucu kullanın. P377 - Gaz sızıntısına bağlı yangın: Sızıntıyı güvenli olarak durdurmadan söndürmeyin. P381 - Güvenli ise tüm tutuşturucu kaynaklarını ortadan kaldırın. P336+P315 - Donmuş kısımları ılık su ile eritin. Etkilenmiş alanı silmeyin. Hemen tıbbi tavsiye / müdahale alın. P403 - İyi havalandırılan yerde depolayın.		
	Basınçlı Sistem			
Amaç : Tehlikeli kimyasalın kullanımı ve güvenli çalışma esaslarının çalışanlara tebliğidir.				
Kapsam..... : İlgili kimyasalın kullanıldığı, taşındığı, depolandığı tüm alanları kapsar.				
Sorumlu... : Proses Mühendisleri, Operatörler				
FİZİKSEL ÖZELLİKLER		ZORUNLULUKLAR		
Kimyasal Özellik	Sıvı+Gaz			
Görünüm-Koku	Kokusuz			
Renk	Renksiz			
Yoğunluk	0,55 (Hava = 1)			
Diğer (LEL - UEL)	% 4 – 15			
TEHLİKELİ/ETKEN BİLEŞENLER		SAĞLIK UYARILARI		
Metan(CH4) Min %80	F+, R12	Yüksek konsantrasyonlarda boğucu olabilir. Bulgular hareket / bilinç kaybını içerebilir. Kazazedede boğulduğunuz farkında olmayabilir. Düşük konsantrasyonlarda narkotik etki yaratabilir. Bulgular baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı ve koordinasyon kaybıdır. Ürünün yayıldığı bölge derhal boşaltılmalıdır. Koruyucu elbise giyilmelidir.		
Etan (C2H6) < %10	F+, R12	Ürünün yayıldığı bölgeye girişlerde, ortam atmosferi tamamen güvenli duruma gelene kadar solunum cihazı kullanılmalıdır.		
Propan (C3H8) < %4	F+, R12			
Bütan(C4H10) < %2	F+, R12			
İLK YARDIM		YANGINLA MÜCADELE		
Çalışanın riskini en aza indirmek kazazedede derhal temiz bir sahaya götürülmelidir. Hava girişinde herhangi bir engel olmamalıdır. Eğer solunum zayıflığı varsa veya dumuşsa, derhal suni teneffüs uygulanmalıdır. Kurtarma personelinde solunum cihazı bulunmalıdır. Kazazedede sıcak ve rahat tutulmalıdır. Daha sonraki tedavi semptomatik ve destek tedavi olmalıdır. Deri yolu ile temas veya soğuk yangı durumunda; sıvı bulaşmış elbise çıkarılmalı ve etkilenen bölgeler ılık su ile en az 15 dakika yıkanmalıdır. Sıcak su kullanılmamalıdır. Yanık bölge ovulmamalı ve masaj yapılmamalıdır. Yoğun doku donması, soğuk yangı veya deri yüzeyinin kabarması söz konusu ise hasta hemen bir sağlık kuruluşuna götürülmelidir. Göz ile temasında, göz kapakları mümkün olduğunca açılarak sıvı haldeki ürünün buharlaşması hızlandırılmalıdır.		% 4'ün üstünde hava ile karışımı oldukça parlayıcıdır. Yangın mahalline yetkiziz şahıslar sokulmamalıdır ve yangın mahalline izole edilmelidir. Kaçak ihtimali bulunan ortamlardan tutuşurma kaynakları uzak tutulmalıdır. LNG düşük basınçta özel kriyojenik stok tanklarında muhafaza edilir. Yangın durumunda sıcaklık artışı ile birlikte basınç artması stok tankının patlamasına neden olabilir. Yangına maruz kalan stok tankı, yangın esnasında ve sonrasında emniyetli bir mesafeden su ile soğutulmalıdır. Stok tankında gaz kaçağı olan bölgelere gaz sıkışmasını önlemek amacıyla su tutulmamalıdır.		
DEPOLAMA - REAKTİVİTE STABİLİTE		YAYILMA - DÖKÜLME VE ATIK BERTARAFI		
Tesisat, paslanmaya ve sert havaya karşı korunaklı, statik elektrikleşmeye sebebiyet verecek her türlü koşul ortadan kaldırılmalıdır. Tüm donanım kılıcım çıkarmaz ve patlama-korunaklı (explosionproof) olmalıdır. Proses güvenliği açısından saha temiz tutulmalı ve yalnızca yetkili personel girebilmelidir. Hat boyunca uygun tehlike uyarıcı işaretlerle işaretlenmelidir. Sigara içilmez veya Açık Alevle Girmeyiniz uyarı yazısı asılı bulundurulmalıdır. Havayla patlayıcı karışım meydana getirebilir. Oksidleyicilerle şiddetli reaksiyona girebilir.		Ürünün yayıldığı bölge derhal boşaltılmalıdır. Ürünün yayıldığı bölgeye girişlerde, uygun koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Tehlike bölgesinde sigara içilmemeli, hiçbir alev, ateş veya kıvılcım olmamalıdır. Uygun havalandırma sağlanmalıdır. Kusurlu tüplere muamele ederken, oldukça dikkat edilmelidir. Tank ve aksesuarları üzerinde oluşan sıvı veya gaz fazdaki dışarılarda, çevresel emniyet tedbirleri alınmalı, tankın bulunduğu bölüme yaya ve araç geçişine izin verilmemeli, üzerinde hiç bir tamirat yapılmamalıdır. Eğer sızıntı kullanıcının donanımında - proses içinde ise onarımına başlamadan önce, kesinlikle gaz boruları inert gaz ile süpürülmelidir.		
Kullanıcı/Sorumlu Personel		Hazırlayan: İş Güvenliği Uzmanı		Onay: İşletme Müdürü
Tedarikçi Firma/MSDS Sahibi: -		MSDS Yayın Tarihi: -		

DOP MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU ÖZETİ

CAS# NO: 117-81-7	DOP MGBF ÖZETİ DIOCTYL PHTHALATE MSDS GUIDE			
Çalışma Alanı : Proses Kimyasalı		Kullanan Kişi Sayısı : 10		
Tehlike Sembolleri		H (Zarar) - P (Güvenlik) Cümlecikleri		
 Mutajen Çevreye Zararlı		H360 Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir. H410 Sucul ortamda uzun süre kalıcı, çok toksik etki. P201 Kullanmadan önce özel talimatları okuyun. P202 Bütün önlem ifadeleri okunup anlaşılmadan elleçlemeyin. P273 Çevreye verilmesinden kaçının. P281 Kişisel koruyucu ekipman kullanın. P308+P313 Maruz kalınma veya etkileşme halinde ise: Tıbbi yardım/bakım alın. P391 Döküntüleri toplayın. P405 Kilit altında saklayın. P501 İçeriği / kabı onaylanmış bir atık bertaraf tesisine atın.		
Amaç : Tehlikeli kimyasalın kullanımı ve güvenli çalışma esaslarının çalışanlara tebliğidir.				
Kapsam.... : İlgili kimyasalın kullanıldığı, taşındığı, depolandığı tüm alanları kapsar.				
Sorumlu... : Proses Mühendisleri, Operatörler				
FİZİKSEL ÖZELLİKLER		ZORUNLULUKLAR		
Kimyasal Özellik	Sıvı	 Eldiven Giy		
Görünüm-Koku	NA	 Koruyucu Gözlük Kullan		
Renk	NA	 Koruyucu Elbise Giy		
Yoğunluk	NA	 Tam Yüz Maske Kullan		
Diğer (LEL - UEL)	% 0,3 – NA			
TEHLİKELİ/ETKEN BİLEŞENLER		SAĞLIK UYARILARI		
Diethyl phthalate %100	N, Mutajen	Kişisel koruyucu ekipman kullanın. Buharları, buğuyu veya gazı solumaktan kaçının. Yeterli havalandırmayı sağlayın. Kişisel koruyucu donanım kullanın.		
İLK YARDIM		YANGINLA MÜCADELE		
Kazazedeyi tehlikeli alandan uzaklaştırın. Bir hekime danışın. Bu güvenlik bilgi formunu doktora görün. Solunursa, kişiyi temiz havaya çıkın. Nefes almıyorsa, suni teneffüs yapın. Gilt teması halinde; sabun ve bol su ile yıkayınız. Gözle teması halinde en az 15 dakika boyunca bol su ile iyice yıkayınız. Yutulduğunda, bilingsiz bir kişiye asla ağızdan bir şey vermeyin. Ağız su ile durulayın.		Su spreyi, alkolle dirençli köpük, kuru kimyasal veya karbondioksit kullanın. Madde veya karışımın kaynağından özel tehlikeler; karbon oksitler İtfaiyeciler için tavsiye; Gerekirse, yangınla mücadele için bağımsız solunum cihazı kullanın.		
DEPOLAMA - REAKTİVİTE STABİLİTE		YAYILMA - DÖKÜLME VE ATIK BERTARAFI		
Kabı sıkıca kapalı olarak kuru ve iyi havalandırılmış bir yerde saklayın. Açılan konteynerler, sızıntıyı önlemek için dikkatlice kapatılmalı ve dik tutulmalıdır.		Ürünün yayıldığı bölge derhal boşaltılmalıdır. Ürünün yayıldığı bölgeye girişlerde, uygun koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Tehlike bölgesinde sigara içilmemeli, hiçbir alev, ateş veya kıvılcım olmamalıdır. Uygun havalandırma sağlanmalıdır. Güvenli ise, daha fazla sızıntı veya dökülme olmasını önleyin. Ürünün kanalizasyona girmesine izin vermeyin. Çevreye boşaltımdan kaçınılmalıdır. İnert emici malzeme ile iletin ve tehlikeli atık olarak bertaraf edin. Bertaraf için uygun, kapalı kaplarda saklayın.		
Kullanıcı/Sorumlu Personel		Hazırlayan: İş Güvenliği Uzmanı		Onay: İşletme Müdürü
Tedarikçi Firma/MSDS Sahibi: -		MSDS Yayın Tarihi: -		

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Serkan SATICI
Doğum Tarihi ve Yeri :10.07.1984/İstanbul
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :serkansatici@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Çevre Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2010
Lise	Matematik - Fen	Sarıyer Yaşar Dedeman Lisesi	2002

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2019 - Halen	LC Waikiki Mağazacılık Hizmetleri Ticaret A.Ş.	İSG ve Teknik Emniyet Yöneticisi
2018 - 2019	Hidrojen Peroksit Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Proses Güvenliği Uzmanı (Stajyer)
2013 - 2018	LC Waikiki Mağazacılık Hizmetleri Ticaret A.Ş.	İş Güvenliği Uzmanı
2012 - 2013	SIAM Ortak Sağlık Güvenlik Birimi	İş Güvenliği Uzmanı
2010 - 2011	Mimko Mühendislik, İmalat, Müşavirlik Koordinasyon Ve Ticaret A.Ş.	Junior Proje Mühendisi
2009 - 2010	Halkali Kağıt Karton Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	Toplam Kalite Stajyeri

YAYINLARI

Bildiri

1.Satıcı, S. ve Kurt, U. (2018) “Büyük Endüstriyel Kaza Potansiyeline Sahip Tesislerde Uygulanabilecek Alternatif Kimyasal Bazlı Risk Değerlendirmesi: Suni Deri İmalatında Metot ve Uygulama Örneği”, 3.Uluslararası İş Güvenliği Ve Çalışan Sağlığı Kongresi 16-17 Nisan 2018, İstanbul

