

V. ULUSAL
TEHLİKELİ KİMYASALLARIN YÖNETİMİ
ve
PROSES GÜVENLİĞİ
Sempozyumu



24-25 Eylül 2021

BİLDİRİLER KİTABI

www.tkypgs.org

Destekleyen
Kuruluşlar

ProSCon
process process safety



Pulse

ONAY

ANAR
İçerik, Etkinlik, & Gözetim



TMMOB
Kimya Mühendisleri
Odası

V. Ulusal Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi ve Proses Güvenliği Sempozyumu

24-25 Eylül 2021

ISBN No: 978-605-01-1452-2

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası

Selânik Cad. Çamlı Apt. 17/14 Kızılay ANKARA 06650

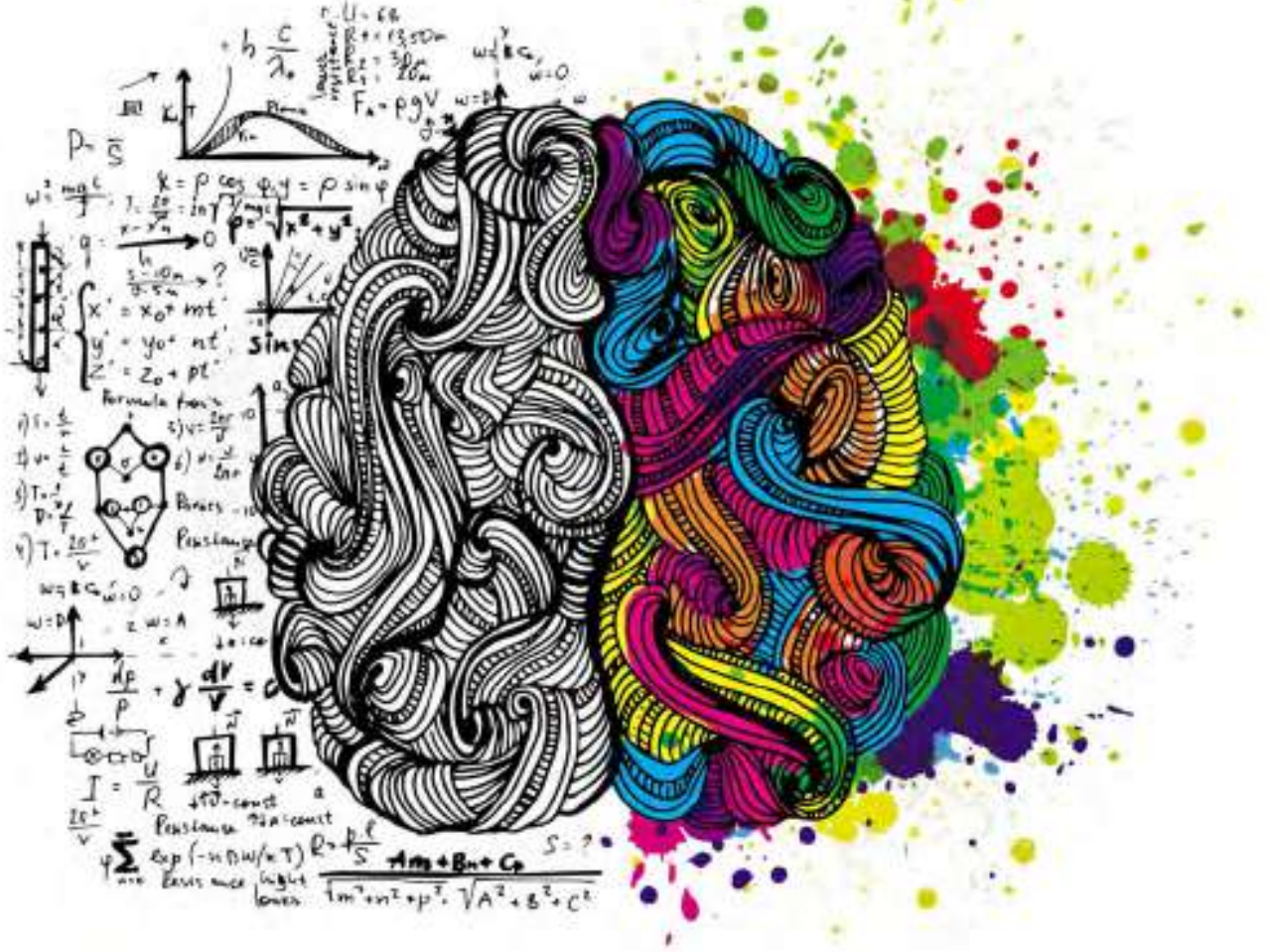
kmo@kmo.org.tr

0 312 417 65 20

0 312 417 35 63

ProSCon

pure process safety



HAZOP - LOPA - SIL ANALİZİ



VARLIK YÖNETİMİ VE GÜVENİLİRLİK



FONKSİYONEL GÜVENLİK



PROSES GÜVENLİĞİ YÖNETİMİ - PSM



PATLAMADAN KORUNMA - ATEX



KİMYASAL YAYILIM MODELLEME



ANALİZ SAFETY

Analiz Safety Mühendislik ve Danışmanlık

Sahaya yönelik uygulamalı danışmanlık hizmeti

**PATLAMADAN
KORUNMA
DOKÜMANI
(PKD)
HAZIRLAMA**

**SEVESO
(BÜYÜK ENDÜSTRİYEL
KAZALARIN ÖNLENMESİ
VE ETKİLERİNİN
AZALTILMASI HAKKINDA
YÖNETMELİK)
KAPSAMINDA
DANIŞMANLIK**

**KKDİK
KİMYASALLARIN KAYDI
DEĞERLENDİRMESİ İZİNİ
ve KISITLAMASI
HAKKINDA YÖNETMELİK
(TÜRK REACH)
3. TARAF
DANIŞMANLIK
HİZMETİ**

**GENİŞLETİLMİŞ
GÜVENLİK BİLGİ
FORMU
(GBF-SDS)
HAZIRLAMA
(KKDK Kapsamında)**

**ISO 9001 &
ISO 14001 &
ISO 45001**

**3. TARAF
FİZİBİLİTE VE
DENETLEME
HİZMETLERİ**

**PROSESLERE
ÖZGÜ RİSK
DEĞERLENDİRMELERİ**

- PKD
- SEVESO
- BEKRA
- HAZOP
- COSHH
- ISO 45001:2018
- LOPA
- KKDİK
- KDU
- İSG

**Kamu ve özel sektördeki tüm kurum ve kuruluşların
gerek duyduğu alanlarda çözüm ortaklığını üstleniyoruz**



Figen Önder

Kimya Mühendisi (İTÜ),
A Sınıfı İ.G.U,
T.M.G.D,
K.D.U,
Patlamadan Korunma Dokümanı
Hazırlama Uzmanı,
BEKRA-Proses Güvenliği Grup Yöneticisi
K.M.O-TÜV K.D.U Eğitmeni (KKDİK)

Gökhan Önder

Metalurji ve Malzeme Mühendisi (İTÜ),
C Sınıfı İ.G.U,
K.D.U,
Patlamadan Korunma Dokümanı
Hazırlama Teknik Danışmanı



www.analizesafety.com



figenonder@analizesafety.com



[figenonder](https://www.linkedin.com/company/analizesafety)



gokhanonder@analizesafety.com

Anar Eğitim ve Danışmanlık Şirketi, 2011'de Samsun'da OMV'ye ait 1000 MW Doğalgaz Çevrim Santrali inşaatında kurulmuştur. Endüstriyel tesislerin inşaatındaki deneyimini bir dizi diğer tesis inşaatında sürdürmüştür. 2014'de Ana Şirketler Grubu bünyesine katılmıştır. Şirketin kurucu ortakları birçok uluslararası projede görev alarak 20 yılı aşkın bir süredir İSG-Ç ve Proses Güvenliği deneyimine sahip, Makina, Çevre, Kimya Mühendisliği eğitilmiş, A Sınıfı İSG Uzmanlarıdır.

Anar Eğitim ve Danışmanlık, dünyaca tanınan Institution of Occupational Safety and Health (IOSH)'in üyesi ve yetkili eğitmenidir.



HİZMETLERİMİZ

SİSTEM KURULUMU // Proses Güvenlik Yönetim Sistemi - İSG Yönetim Sistemi - Çevre Yönetim Sistemi

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

PROSES GÜVENLİĞİ

EĞİTİM // İSG Eğitimleri - Çevre Eğitimleri - İSG & Ç Yönetim Eğitimleri - Proses Güvenlik Yönetimi Eğitimleri

DENETİM // İSG-Ç - Proses Güvenliği

SAHA DESTEĞİ

FİRMANIZA NASIL DEĞER KATARIZ?

- Planlama süreçlerinizde
Sıfırdan İSGÇ ve/veya Proses Güvenliği Sistemi kurarak
Var olan sisteminizde iyileştirmeler yapmanıza yardım ederek
Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirmesi süreçlerinizde danışman/kolaylaştırıcı olarak
- Uygulama süreçlerinizde
Eğitimlerinizi Hazırlayarak
Eğitimler vererek
Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirmesi sürecinde belirlenen ekipmanların seçilmesinde destek olarak
- Kontrol Süreçlerinizde,
İSGÇ ve/veya Proses güvenliği sisteminizde GAP Analizi yaparak
Özel kontrol listeleri ile belirlediğiniz periyotlar ile saha denetimleri yaparak
Performans göstergelerinizin belirlenmesi, uygulanması ve karşılaştırılmalarında destek olarak,
- Sürekli geliştirme süreçlerinde,
İyileştirme önereri için yapılacak toplantılarla katılarak,
Yeni teknolojik veta prosedürel gelişmeleri tesisinizde tanıtarak,
Çalışanlardan gelecek gelişim önerilerinin değerlendirilmesine katkıda bulunarak

İLETİŞİM

Tekstilkent Koza Plaza, A Blok, Kat:8 No:30 34235 Esenler - İstanbul

+90 212 438 46 32

iletisim@anar.com.tr

Proses Güvenliği yönetiminin temel amacı çalışanlara ve diğer insanlara zarar verebilecek tehlikelerin önlenmesidir. Başarılı bir proses güvenliği yönetimi sadece insanlara ve çevreye verilecek zararları minimize etmekle kalmaz, aynı zamanda yıkıcı ekonomik kayıpları da önler. Proses dalgalanmaları ve duruşları azaltarak daha yüksek kaliteye katkı sağlar. Yüksek basınç ve vakum tüm üretim prosesleri için ortak bir parametredir. Eğer ekipmanlardaki basınç müsaade edilen değerlerin üstüne çıkar veya altına düşerse tesislerde istenmeyen hasarlar oluşur. Bu yüzden güvenilir ve hızlı tepkili basınç tahliye sistemleri tesislerin korunması için hayati önem taşımaktadır

PULSE; ATEX, toz patlamasından korunma, aşırı basınç emniyeti, flanş güvenliği ve toz ürünler ile ilgili daha bir çok ekipmanın tedariki konusunda temsilciliğini yaptığı alanında kendilerini ispatlamış Avrupalı ortakları ile hizmet sunar

PROJE YÖNETİMİ



Pulse LTD nin en büyük amacı çözümler dizayn ederek ve uygulamaları kolaylaştırarak müşterilerin projelerini gerçekleştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu amaca göre Pulse LTD müşterilerine PID, akış şemaları, bütçe çalışmaları, TCO (Toplam sahip olma maliyeti), zaman planları, kaynak planları, yerleşim çalışmaları ve benzeri tüm gerekli Proje Yönetim süreçlerinde tam destek olur.

EKİPMAN TEDARİĞİ



Pulse LTD sizlere proses seçimi ve montaj işlerinde deneyimlerini sunarak en iyi seçimi yapmanıza destek olur. Doğru ekipman veya proses makineleri kararlaştırıldıktan sonra, Pulse LTD deneyimli lojistik ve gümrük partnerlerinin yardımıyla teslimatın fabrikaya yapılmasını garanti eder. Pulse LTD teslimat elinize gelene kadar tüm aşamaları takip eder.

MÜHENDİSLİK



Pulse LTD temel işlerden detay mühendisliğe kadar sizlere yeni projelerinizin mühendislik işlerinde destek olur. Pulse LTD' nin deneyimli kadrosu ve partnerlerinin kalifiye mühendisleriyle sizlere proses konsept çalışmaları, akış diyagramları, P&ID'ler, yerleşim resimleri, şartname hazırlanması işlerinde destek olur.

ANAHTAR TESLİM PROJELER



Pulse Ltd işinde uzman kadrosu ile sahada da müşterilerine destek vermektedir. Daha önceki projelerden kazanmış olduğu tecrübeler ile ekipman kurulumları ve devreye alma işlerini yine uluslar arası standartlara uygun Proje Yönetimi adımları ile yürütmektedir.

Pulse LTD; ATEX, toz patlamasından korunma, toz hammadde/ürün transfer hatları, filtreler, temizlik ekipmanları, mikserler, silo ekipmanları ve toz ürünler ile ilgili daha bir çok ekipmanın tedariki konusunda temsilciliğini yaptığı alanında kendilerini ispatlamış Avrupalı ortakları ile hizmet sunar.

Ekipman tedarikinin yanı sıra Pulse LTD proje yönetim süreçlerinde müşterilerine uluslararası standartlara uygun bir şekilde Proje Yönetimi konusunda da destek verir.

Adres : Yeni Karaman Mah. Sanayi Caddesi 4. Kanter Sk Asya Is Merkezi
No: 2/208 Osmangazi/Bursa TÜRKİYE

Tel : +90 224 245 3585
GSM : +90 532 270 4921
E-Posta : info@pulseltd.com.tr

KİMYA MEVZUATLARI UZMANINIZ



2010 yılında Kadın Girişimci İş Geliştirme Merkezi'nde (KİŞGEM) kurduğumuz şirketimizde bugüne kadar sayısız firmaya hem Türkiye hem AB Kimya mevzuatları konularında danışmanlık hizmeti verdik.

KKDIK, REACH, MSDS ve SEA mevzuatlarında ve UFI-PCN kayıtlarında uzmanlaşarak her büyüklükteki işletmenin önde gelen çözüm sağlayıcısı olduk.

Bakanlıkça sertifikalı uzmanlarımızla kimyasal mevzuat uyumluluğu sağlama çabalarınızı desteklemek için hazırız.



Onay Mühendislik, TİM Hizmet İhracatçıları Birliği üyesidir.
Onay Mühendislik, Alman Türk Ticaret ve Sanayi Odası üyesidir.



+90 216 587 30 28



www.onaymuhendislik.com



İstanbul Türkiye

PSRG HAKKINDA:

PSRG (Process Safety & Reliability Group - Proses Güvenliği ve Güvenilirliği Grubu), proses güvenliği, risk yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği, yangından korunma, acil durum ve kriz yönetimi ve güvenlik risk yönetimi konularında uzmanlaşmış, önde gelen, global bir Sağlık, Emniyet, Güvenlik ve Çevre (HSSE) danışmanlık ve eğitim firmasıdır. Fortune 500 şirketlerinden küçük ve orta ölçekli şirketlere kadar dünya çapındaki firmalara kaliteli, hızlı ve güvenilir, uygun maliyetli hizmet ve çözümler sağlayarak riskleri makul ölçüde uygulanabilir en düşük seviyeye (ALARP) kadar yönetmeye yardımcı olur. 1997 yılında kurulan PSRG, endüstride ortalama 29 yıl deneyimli 1000'den fazla profesyoneliyle, Uluslararası Kurallar ve Düzenlemeler, En İyi Uygulamalar ve Alınan Dersler hakkında bilgi sahibidir. 90'dan fazla ülkede çok sayıda projede 1000'den fazla müşteri ile çalışmaktadır. PSRG, kendi teknoloji çözümlerini geliştirmek için, CGE Risk (BowTieXP), RealWear (kendinden emniyetli, dayanıklı ve başa takılan tablet) ve BluEye (Sualtı Kamerası) gibi endüstri ortaklarıyla birlikte çalışır.

HİZMET VERİLEN SEKTÖRLER:

Havacılık
Amonyak Soğutma
Biyoyakıtlar / Etanol
Gıda İşleme
LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
Madencilik
Petrol & Gaz Arama ve Üretimi
Petrokimya / Kimya
Petrol Rafinerileri
İlaç
Boru hatları
Limanlar ve Terminaller
Güç & Enerji
Kağıt
Yarı İletken Teknolojisi
Çelik
Yardımcı Tesisler
Su ve Atıksu Arıtma

ULUSLARARASI ANA MERKEZ:

PSRG INC. HOUSTON

800 West Sam Houston Pkwy South, Suite 107
Houston, Texas 77042 – USA (ABD)
Ücretsiz Telefon Hattı: +1 (800) 250 8511
Tel: +1 (713)532 8800 | Fax: +1 (713) 532 8850
Email: psrghouston@psrg.com

PSRG ORTA DOĞU:

Suudi Arabistan:

Saudi Trading & Research Co. Ltd.(STARC)
Al-Subeaei Towers – 15th Floor
PO Box 3831, Al Khobar 31952, Saudi Arabia (Suudi Arabistan)
Tel: +966 13 882 6456/6583 Dahili. 26
Fax: +966 13 882 6566 | Cep: +966 55 99 10110
Email: psrgme@psrg.com

Kuveyt:

Enertec LLC
Abdullah Al-Mubarak Street, Ali Mulla Ahmed
Abdullah Al-Mulla Tower, 2nd Floor,
Kuwait City, Kuwait (Kuveyt)
Cep: +965 66222276
Email: psrgme@psrg.com



V. ULUSAL TEHLİKELİ KİMYASALLARIN YÖNETİMİ ve PROSES GÜVENLİĞİ

Sempozyumu

10:00 Açılış Konuşmaları

1. OTURUM | **24 Eylül 2021 Cuma** **10:30 - 12:15**

Tehlikeli Kimyasalların Yönetimi (Depolanması, Taşınması, Geri Kazanımı ve Bertarafı) • Oturum Başkanı: Ruhi ÖKTEM

10:30 - 11:00 Çağrılı Konuşmacı

AVES Akaryakıt Depolama Tesisinde Proses Güvenliği Yönetim Sistemi Uygulamaları

> Suavi YARDIM / Aves İç ve Dış Ticaret A.Ş.

Kimyasalların Yönetiminde Teknik Emniyet ve Güvenlik Kavramları ve Tedarik Zinciri Güvenliğinde Özel Sektör / Kamu İşbirliği

> Dr. Caner ZANBAK / Türkiye Madenciler Derneği

Tehlikeli Maddelerin Karışık Taşınması ve Depolanması Konusunda Alman LGK Sisteminin Açıklanması

> Mustafa Cüneyt GEZEN / Üsküdar Üniversitesi

Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkındaki Yönetmelik - KKDİK

> Mustafa BAĞAN / MB Kimya Akademi

Nötralizasyon Proseslerinde Tehlikeli Kimyasallar ve Alınması Gereken Önlemler

> Melisa Çağla ERGUN / Ankara Üniversitesi

SORU CEVAP

12:15-13:00 Öğle Arası

2. OTURUM | **24 Eylül 2021 Cuma** **13:00 - 14:45**

Proses Endüstrisinde Risk Yönetimi • Oturum Başkanı: Mehmet ALBAYRAK

13:00 - 13:30 Çağrılı Konuşmacı

Proses Güvenliğinde Değişimin Yönetiminin Önemi ve Etkin Bir Değişimin Yönetimi Sisteminin Oluşturulması

> Prof. Dr. Suna BALCI / Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Proses Güvenliğinde Risk Mühendisliği

> Onur Andaç KARA / Adatekna Mühendislik

Proses Güvenliği Tehlike Tanımlama ve Risk Analizi Yöntemleri

> Abdullah ANAR / Anar Bulgaria

Proses Güvenliği Yaklaşımı ile Laboratuvar Güvenliği

> Ruhi ÖKTEM / KMO Ankara Şubesi

Saha Uygulamalarının Proses Güvenliğinde Önemi

> Figen ÖNDER / Analiz Safety

SORU CEVAP

14:45 - 15:00 Ara

3. OTURUM | **24 Eylül 2021 Cuma** **15:00 - 16:30**

Güvenlik Yönetim Sistemi • Oturum Başkanı: Mustafa BAĞAN

15:15 - 15:45 Çağrılı Konuşmacı

Dünya'da Proses Güvenlik Yönetim Sistemlerinin Uygulanması ve Denetimleri

> Dr. Tekin KUNT / PSRG

Yeni İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Standardı Olarak ISO 45001'in BS OHSAS 18001'e Göre Farklılıklarının İrdelenmesi

> Mustafa Cüneyt GEZEN / Üsküdar Üniversitesi

Proses Güvenliğinde Performansa ve Kurala Bağlı Yöntemlerin Karşılaştırılması

> Dr. Elif Gökçay BİLİCİ / Mersin Ticaret ve Sanayi Odası

Proses Güvenliğinde Bilginin Yönetimi: 33 Farklı Kuruluş İncelemesi

> Mehmet DİLAVER / ProSCon Mühendislik

SORU CEVAP

16:30 - 16:45 Ara

PANEL | **24 Eylül 2021 Cuma** **16:45 - 17:45**

Kimyasalların Yönetimi • Moderatör: Mustafa BAĞAN

Fatih AYDIN - TCDD Teknik Müh. ve Müş. A.Ş.

Şehmus ÜNVERDİ - İSGÜM

Ekin KARAKAYA ÖZKAN - İSGÜM

Seçkin GÖKÇE - TÜPRAŞ

İpek İŞTEBEN - TÜPRAŞ

Destekleyen
Kuruluşlar

ProSCon

ANALİZ
SAFETY

ANALİZ
SAFETY

Pulse

ONAY

ANAR

TMMOB
Kimya Mühendisleri
Odası

TMMOB
Kimya Mühendisleri
Odası

24-25 Eylül 2021
www.tkypgs.org

V. ULUSAL TEHLİKELİ KİMYASALLARIN YÖNETİMİ ve PROSES GÜVENLİĞİ Sempozyumu

4. OTURUM | 25 Eylül 2021 Cumartesi 10:00 - 11:45

Patlama, Yangın ve Yayılım Sebepleri ve Korunma Önlemleri • Oturum Başkanı: Enis Tolga EROĞLU

10:00 - 10:30 Çağrılı Konuşmacı



Patlayıcı Ortamlarda Güvenlik ve Yeni Yaklaşımlar

> Begüm DOĞAN / ÇSGB



Patlamaya Güvenli Tasarım - Endüstriyel Tesislerde Patlamaya Dayanıklı Modüler Binalar için Patlama ve Yangın Test Programı

> Doç. Dr. Ali SARI / İTÜ



Kimyasal Yangınlar

> Celal TOPRAKÇI / CLT Danışmanlık



Tehlikeli ve Patlayıcı Madde Yangınları ve Önlemler

> Yrd. Doç. Dr. Sedef AKKAPLAN BİRİNCİ / KMO Ankara Şube



Kimya Tesislerinde Toz Patlamasından Korunma

> Onur AKGÜN / Pulse Mühendislik

SORU CEVAP

11:45-12:30 Öğle Arası

5. OTURUM | 25 Eylül 2021 Cumartesi 12:30 - 14:15

Endüstriyel Kazalar, Kazalara Müdahale ve Alınması Gereken Dersler • Oturum Başkanı: Abdullah ANAR

12:30 - 13:00 Çağrılı Konuşmacı



Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kritik Olaylar: Natech Riski, Kazalar ve Proses Güvenliği

> Asst.Prof.Dr. Serkan GİRGİN / University of Twente



Endüstriyel Kazaların Kök Nedenlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi

> Şehmus ÜNVERDİ / İSGÜM



Hipotetik Senaryolar Üzerinden Doğal Gaz Boru Hattında Sonuç Analizi

> Beyza ŞAHİN / Gazi Üniversitesi



Kimyasal Kuruluşlarda Kantitatif Risk Analizi: İzobütan Örneği

> Doç. Dr. Saliha ÇETİNYOKUŞ / Gazi Üniversitesi



Klor Triflorür Tehlikeli Kimyasalının Fiziksel Etkilerinin Modellenmesi

> Hilal TARAL / Gazi Üniversitesi

SORU CEVAP

14:15 - 14:30 Ara

6. OTURUM | 25 Eylül 2021 Cumartesi 14:30 - 16:00

Dünya'da ve Türkiye'de Yeşil Kimya • Oturum Başkanı: Dr. Tekin KUNT

14:30 - 15:00 Çağrılı Konuşmacı



Yeşil Yatırımlar

> Ece GÜLER / ÇİMSATAŞ



Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı, AB'nin Yeni Kimyasallar Stratejisi

> Mustafa BAĞAN / MB Kimya Akademi



Yeşil Kimya ve Yeni Proses Uygulamaları

> Mehmet ALBAYRAK / Prokon Net



Kimyasalların Yönetiminde Çevresel Sürdürülebilirlik, Tedarikçi Yönetim Stratejisi

> Dr.Elif Gökçay BİLİCİ / Mersin Ticaret ve Sanayi Odası

SORU CEVAP

16:00 - 16:15 Ara

PANEL | 25 Eylül 2021 Cumartesi 16:15 - 17:15

Proses Güvenliği Durum Değerlendirmesi (Kaza Analizleri) • Moderatör: Prof.Dr. Suna BALCI

Dr. Abdurrahman AKMAN - T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Dr. Serhat EKİNCİ - T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Ekin KAYA - TEKFEN Mühendislik

Ayşe TARAKÇIOĞLU - TKİ

Arzu YAYLA - Koç Sağlık Yanımında , Momentum OSGB

Murat ERCAN - Çankırı Üniversitesi

Destekleyen Kuruluşlar

ProSCon

ANALİZ SAFETY

25. YIL

Pulse

ONAY

ANAR

TMMOB

Kimya Mühendisleri Odası

24-25 Eylül 2021
www.tkypps.org

KİMYASALLARIN YÖNETİMİNDE TEKNİK EMNİYET ve GÜVENLİK KAVRAMLARI ve TEDARİK ZİNCİRİ GÜVENLİĞİNDE ÖZEL SEKTÖR/KAMU İŞBİRLİĞİ

Caner ZANBAK

*Çevre Koordinatörü, Türkiye Madenciler Derneği (halen)
Çevre Danışmanı, Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği (1994-2018)*
e-posta: canerzanbak@gmail.com

ÖZET

Kimyasallar, hava, su ve toprak/kayalardan oluşan çevresel alıcı ortamın tüm bileşenlerinin ayrılmaz maddeleridir ve aynı zamanda insanın hayatta kalması ve yaşam/gelişiminin sürdürülebilirliği için de gerekli maddelerdir. Kimyasallar atmosferdeki gazlardan suya, inorganik ve organik doğal kaynaklara, bitkilere ve canlı türlerine kadar tüm varlıklarda doğal olarak bulunur. Günlük yaşamımızda kullanılmak üzere çok çeşitli kimyasallar sentetik olarak da üretilmektedir. Çalışanlar, kullanıcıların maruziyeti halinde, insan yaşamı ve çevre kalitesi için taşıdıkları riskler nedeni ile kimyasalların yönetimi özel teknik emniyet uygulamaları gerektirmektedir. Diğer taraftan, kimyasallar üretim bilgileri (know-how), ticari sırlar, hırsızlık ve suiistimal/ sabotaj tehditlerine karşı fiziksel koruma ile birlikte, üretim ve taşıma/depolamada güvenliğin sağlanması için özel yönetim uygulamaları gerektiren özel ürünlerdir.

Teknik Emniyet (Safety), kişileri ve çevresindekileri kimyasalların olası olumsuz etkilerinden korumak için alınacak teknik önlemleri ve uygulamaları tanımlayan bir terimdir. Güvenlik (Security) ise başkalarının kasıtlı müdahaleleri sonucu kimyasallardan ortaya çıkabilecek olumsuz/zarar verici durumların önlenmesi için alınacak idari ve fiziksel önlemleri kapsar. Kimyasalların yönetimi için geliştirilen güvenlik riski değerlendirmesi, kasıtlı müdahaleleri de içeren, genel risk değerlendirmelerinde kullanılan mantık silsilesi üzerine kuruludur. Kimyasal Güvenliği (Chemical Security), sadece üretim ile kısıtlı olmayıp, tedarik zinciri boyunca kimyasalların dağıtım araçları ve yollarındaki güvenlik konularını da kapsar. Bu bağlamda, makro ölçekte Kimyasalların Güvenliği, amaçlanan son kullanıcıya ulaşana kadar, teslim edilme/depolanma/satış noktaları dahil olmak üzere, olası kötü niyetli (sabotaj/terör dahil) kullanımların toplum üzerindeki zarar verme olasılığını en aza indirmek için Özel Sektör/Kamu İşbirliğini gerektirir.

Kimyasalların emniyetli ve güvenli şekillerde yönetilmesi konusunda birçok uluslararası ve ulusal sözleşme/anlaşma/mevzuat ve sektör uygulamaları mevcuttur. Bu bildiride, Teknik Emniyet ve Güvenlik kavramları arasındaki ayrım gözden geçirilmekte ve kimyasalların yönetiminde Güvenlik kavramının daha ileri düzeyde yerleşmesinde Özel Sektör/Kamu Ortaklığı konusunun önemi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasalların Yönetimi, Teknik Emniyet, Güvenlik, Tedarik Zinciri Güvenliği.

1. GİRİŞ

Kimyasallar, atmosferdeki gazlardan suya, inorganik ve organik doğal kaynaklara, bitkilere ve canlı türlerine kadar tüm varlıklarda doğal olarak bulunan, hava, su ve toprak/kayalardan oluşan çevresel alıcı ortamın yapıtaşlarıdır. İnsanın hayatta kalması ve yaşam/gelişiminin sürdürülebilirliği için de gerekli maddeler olan kimyasallar, doğal olarak oluşmalarının yanısıra, günlük yaşamımızda kullanılmak üzere sentetik olarak da üretilmektedir.

Doğada bulunan her madde, oluşumu sırasında içinde bulunduğu ortamda, temelde inorganik ve/veya organik kimyasal etkileşimler/sentezler sonucu ortaya çıkmaktadır. Doğada bulunan maddelerin çok büyük çoğunluğu, reaktiflik açısından nötr ve canlılar/bitkiler için zararsız maddeler gibi davranıyor olsalar dahi, ortamdaki fizikokimyasal koşulların değişmesi durumlarında, tekrar bir reaksiyon içine girebilmektedir. Aynı zamanda, doğal olarak oluşmuş maddelerin bir kısmı, her ne kadar canlı ve bitki yaşamı için zararsız (nötr) veya nütrient olarak yararlı özellikler veya taşısada, fiziksel ve/veya toksikolojik açıdan zararlı özelliklere sahiptir. Bu nedenle, kökeni ne olursa olsun (doğal veya sentetik), her tür kimyasal maddenin elleçlenmesinde o maddelerin taşıdığı tehlikelilik özellikleri dikkate alınması gerekir.

Çalışanlar, kullanıcıların maruziyeti halinde, insan yaşamı ve çevre kalitesi için taşıdıkları riskler nedeni ile kimyasalların yönetimi özel teknik emniyet uygulamaları gerektirmektedir. Kimyasalların emniyetli koşullarda, çevreye duyarlı yaklaşımlarla yönetilmesi konusunda çok sayıda uluslararası ve ulusal sözleşme/anlaşma/mevzuat ve sektör uygulamaları mevcuttur.

Ticari açıdan özel önem taşıyan üretim miktar ve özel üretim bilgileri (know-how), ticari sırlar ve hırsızlık konularında özel koruma gerektirmesinin yanısıra, tesis içi ve dışı suiistimal/sabotaj tehditlerine karşı fiziksel koruma ile birlikte üretim ve taşıma/depolamada güvenliğin sağlanması konuları da, kimyasallar için özel yönetim uygulamaları gerektirmektedir. Kimyasalların yönetimi bağlamında, güvenliği sağlanmamış teknik emniyet önlemlerinin koruma/korunma amacına ulaşmada yeterli olmamaktadır.

Üretildiği tesisten çıkan kimyasallar tedarik zinciri içinde çok sayıda aracı satıcı ve depocu/nakliyeciler tarafından son kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Kimyasalların üretim sürecinde gerekli teknik emniyet ve güvenlik tedbirleri alınıyor olsa da, müşterilerin de içinde bulunduğu tedarik zincirinde bu kimyasal malların elleçlenmesinde teknik emniyet ve güvenlik zafiyeti bulunabileceği göz ardı edilmemelidir. Olası kötü niyetli (sabotaj/terör dahil) kullanımların toplum üzerindeki zarar verme olasılığını en aza indirmeye yönelik olarak, özellikle üretici ve tedarik zinciri içinde bazı kimyasallar için satın alıcılarının davranışlarının sorgulanmasına/irdelenmesine gerek bulunmakta ve şüphe çekici satın alma yaklaşımlarının ve/veya envanter eksikliklerinin ilgili devlet güvenlik kurumlarına bildirilmesinde yarar vardır. Bu bağlamda, Özel Sektör-Kamu İşbirliği çok önemlidir; ancak, özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu tür işbirlikleri için yeterli iletişim ortamı bulunmamaktadır.

1. TEKNİK EMNİYET (SAFETY) VE GÜVENLİK (SECURITY) KAVRAMLARI

Emniyet ve Güvenlik kelimeleri, ilk bakışta aynı anlamı taşıyor gibi gözükse de, değişik kullanım yerlerine baktığımızda aralarında anlam farklılığı olduğu görülmektedir:

- Emniyet: Kabul Edilebilir (Asgari) risk durumunu tanımlayan eğitim/altyapı
- Güvenlik: Emniyeti sağlamak için gerekli fiziki önlem uygulamaları

Bu kelimeler Türkçe’de, birbiri yerine de geçecek şekilde, karıştırılarak da kullanılmaktadır. Örneğin, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun amacı; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Esas amaç, işin yapılması sırasında iş yerindeki fiziki çevre şartları sebebiyle işçilerin maruz kaldıkları sağlık sorunları ve mesleki risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için gerekli işlemlerin tesis edilmesi; yani, emniyet bir çalışma ortamı sağlanmasıdır. Diğer taraftan, Sosyal Güvenlik Kurumu ve Güvenlik Güçleri gibi tanımlamalara bakıldığında, buralardaki Güvenlik tanımıyla elde edilmiş sosyal hakların ve toplum huzuru gereksinimlerinin yerine getirilmesi için gerekli yasal uygulamaları yapmanın amaçlandığı olduğu görülecektir.

İngilizce’de Safety ve Security olarak iki ayrı tanımın bulunduğu bu iki kelime ile olan kavram karmaşası, sadece dilimize has bir durum değildir. Örneğin, Fransızca, Almanca, İspanyolca, İtalyanca, Yunanca ve Rusca’da bu iki kavram için de aynı kelime kullanılmakta, Bulgarca, Arapça, Romence’de farklı kelimeler bulunmaktadır.

Kimyasalların yönetimi açısından bu iki kavram:

- Teknik Emniyet (Safety): Kimyasalların üretiminden son kullanıcıya kadar olan süreçte çalışanların bilgi/egitim yetersizliği, tesiste yetersiz tasarım/bakım, kasıtlı olmayan ihmal ve işletmenin kötü yönetimi gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkabilecek işyeri sağlığı sorunları, hasar ve zarar/ziyan olasılıklarının en az düzeye indirilmesi için alınması gerekli geç bulundurma, altyapı ve bilgilendirme
- Güvenlik (Security): Kimyasalların üretiminden son kullanıcıya kadar olan süreçte çalışanların ve/veya dışarıdan birilerinin kasıtlı olarak mevcut teknik emniyet kural ve önlemlerini de aşarak ortaya çıkarabileceği işyeri sağlığı sorunları, hasar ve zarar/ziyanı önlemek için alınması gerekli fiziki gözlem, caydırma ve kolluk gücü benzeri uygulamalar.

olarak tanımlanabilir. Bu iki kavram arasındaki temel fark, ortaya çıkabilecek işyeri sağlığı sorunları, hasar ve zarar/ziyan olasılığının kasıtlı (Güvenlik) veya kasıtsız (Teknik Emniyet) kaynaklı olmasıdır.

2. ULUSLARARASI DÜZEYDE KİMYASAL EMNİYET VE GÜVENLİĞİ

Kimyasal maddeler, her ne kadar insan hayatı için yaşamsal öneme sahip olsalar dahi, yanıcı/parlayıcı/aşındırıcı/reaktif/toksik ve kanserojen özellikleri nedeni ile doğaları gereği insan hayatı ve çevre için riskler taşırlar. Yaygın olarak kullanılan binlerce çeşit kimyasal madde ve ürünler, meşru ve yasal kullanım alanına sahip olmakla birlikte, yasa-dışı ve meşru olmayan amaçlar için de kullanılabilir. Bu tür kimyasallara örnek olarak, Dual-Use (Çift Kullanımlı) olarak tanımlananlar geleneksel kimyasal savaş malzemesi, el yapımı/kaba kimyasal savaş malzemesi, uyuşturucu ve patlayıcı madde yapımında kullanılanlar gösterilebilir.

193 BM Üyesi Devletin imzaladığı Kimyasal Silahlar Konvansiyonunun(CWC) yürütülmesi belirli kimyasalların silah olarak kullanılma amacıyla üretilmesi, stoklanması ve kullanımı yasaklanmış olup bu tür kimyasalların listesi sözleşme eklerindedir [1]. Bu uluslararası sözleşmenin yanısıra, bu bağlamda Çizelge 1’de verilen ve Avustralya Listesi olarak bilinen güvenlik endişesi taşıyan 96 kimyasal listesi bulunmaktadır[2]. Konunun dışında olanlar, Avustralya listesindeki kimyasallar da neden yasaklanmıyor diyebilirler; ancak, bu tür kimyasalların çoğu bilimsel ve teknik araştırmalar için gereklidir ve bazılarını belirli sanayi sektörlerinde yaygın kullanımı vardır ve bazıları, evlerde temizlik, hijyen amaçları için kolayca satın alınabilirler. Dolayısı ile, teknik emniyet ve güvenlik konuları

Kimyasal emniyeti ve güvenliği konusunda CWC kapsamındaki uygulamalar BM bünyesinde kurulu Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (OPCW) tarafından yürütülmektedir. Kimyasal emniyet ve güvenlik yönetimi alanındaki (kimya endüstrisi ve laboratuvarlarla ilgili olanlar dahil) OPCW tarafından yayınlanmış olan 2016 tarihli bir rapor, mevcut veya ihtiyaç duyulan araçlara, rehberliğe ve en iyi uygulamaları için yararlı bir referans dokümanıdır [3].

3. KİMYASALLAR VE TEDARİK ZİNCİRİ

Ticari meta malzemesi olan kimyasallar üreticileri tarafında paketlenir ve depolanır, tedarik zinciri içinde distribütörlere gönderilir ve oralarda da depolanır/stoklanır; daha sonra, satıcılara gönderilir ve orada da depolanır/stoklanır. Son kullanıcı olan imalatçılara gönderildiğinde de depolanan kimyasallar işlenir (bu arada kimyasal atık da oluşabilir) ve depolanır. Son kullanıcıya giden kimyasal ürünler oralarda da depolanır, tüketilir ve atıkları bertaraf edilir. Kimyasalların tedarik içindeki bu döngüsü içinde, yönetimlerinde teknik emniyet açısından yararlı ve uyulması gerekli bilgiler Güvenlik Bilgi Formlarında (GBF) verilmektedir. Ancak, bu kimyasalların stok miktar ve patent hakları bilgileri dahil hırsızlık, tesis içi ve dışı suiistimal/sabotaj ve terör amaçlı kullanma olasılık tehditlerine karşı depo ve işyeri için gerekli fiziksel koruma önlemlerinin yanısıra üretim ve taşıma/depolamada güvenliğin sağlanması konularına da gerekli önem verilmesi gerekmektedir.

Hammadde/ara maddelerin temini ve müşterilere iletilmesi için gerekli lojistik/nakliye işlemleri tedarik zinciri içinde özel sektör tarafından gerçekleştirilir. Bu bağlamda özel sektörün sorun ve endişeleri genelde kimyasalların temin edilebilirliği, pazarlama ağının işlevliği, malların teknik emniyeti ve hırsızlık/sabotaj gibi güvenlik sorunlarıdır. Diğer yandan, devlet kurumlarının sorun ve endişeleri, ulusal çıkar ve ihtiyaçların sağlanabilmesi, alınacak olan gümrük vergileri ve diğer vergiler olmanın yanısıra kamu sağlığı için tedarik zincirindeki kimyasalların teknik emniyeti ve hırsızlık/sabotaj/terör gibi güvenlik sorunlarıdır. Dolayısı ile, kimyasalların teknik emniyeti ve güvenliği konuları özel sektör ve devlet kurumları için ortak konulardır.

4. KİMYASAL GÜVENLİĞİ RİSK YÖNETİM YAKLAŞIMI

Her ne kadar kimyasalların teknik emniyet ile ilgili konularında GBF'ler yönetim için gerekli bilgileri sağlıyor ise de, kimyasalların yanlış amaçlarla kullanılabilme özelliklerini, olası olumsuz etkilerini değerlendiren ve alınabilecek önlemleri kapsayan bir Güvenlik Riski Yönetim irdelemesinin yapılması gerekmektedir. Şematik olarak Şekil 1'de görüleceği üzere, ilk olarak sözkonusu herhangi bir kimyasal(lar)ın güvenlik sorunu yaratma açısından teknik özelliği Neden sorgusu altında irdelenir, ikinci adımda etki ortamı açısından tehlikenin Neye Yönelik olabileceği değerlendirilir, üçüncü adımda tehlikenin ne şekilde olabileceği Nasıl sorgulamasıyla irdelenir. Bu ilk üç adımda kimyasal(lar)ın eğer bir güvenlik sorunu yaratabilecek özellikte aktif olabilecekleri anlaşılırsa, kötü niyetle kullanabilecek kişilerin, bu kimyasallara Erişim Olanakları ve de kimyasal Miktarlarına ulaşabilecekleri olası güvenlik engellerinin neler olacağını belirleyen ve Önleme/Kontrol ve Caydırma yaklaşımlarını içeren bir Güvenlik Riski Yönetim Planı hazırlanmalıdır.



Şekil 1. Şematik Kimyasal Güvenliği Risk Değerlendirme Yaklaşımı

Kimyasallarla ilgili kaza ve güvenlik olaylarına karşı yeterli önlemi sağlamak, tespit etmek veya müdahale etmek için yapılması gerekli işlemler genellikle örtüşmektedir. Kimyasalların emniyetli ve güvenli şekillerde yönetilmesi konusunda birçok uluslararası ve ulusal sözleşme/anlaşma/mevzuat ve sektör uygulamaları mevcuttur. ISO 9000, ISO 14000 ve OHSAS18000 gibi yönetim sistemleri, ISO/EIC 27001 (Bilgi Güvenliği), ISO IEC 17799 (Bölüm 7-Fiziksel ve Çevresel Güvenlik) gibi standartlar, ADR, IMO, RID gibi uluslararası sözleşmeler, belirli kimyasalların yasaklanması/kısıtlamalar ile ilgili uluslararası antlaşmalar ve ilgili ulusal mevzuat özel sektör tarafından uygulanmaktadır. Dünya kimya sanayiinin Responsible Care® uygulaması, son onbeş yılda, “Teknik Emniyet”in yanı sıra “Güvenlik” kavramını da desteklemektedir.

Yukarıda özetlendiği üzere, üretildiği tesisten çıkan kimyasallar tedarik zinciri içinde çok sayıda aracı satıcı ve depocu/nakliyeciler tarafından son kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Kimyasalların üretim sürecinde gerekli teknik emniyet ve güvenlik tedbirleri alınmıyorsa ise de, müşterilerin de içinde bulunduğu tedarik zincirinde bu kimyasal malların el değiştirme sürecinde teknik emniyet ve güvenlik zafiyeti bulunabileceği göz ardı edilmemelidir.

Ülkeler düzeyinde üreticilerce kimyasal güvenliğinin geliştirilmesi kamu güvenliği açısından da büyük öneme sahiptir ve teşvik edilmelidir. Güvenlik risk yönetim uygulamasında, özellikle Çizelge 1’deki güvenlik endişesi taşıyan kimyasalların el değiştirmesi, olası sorunun ilk gözlemlene adımı olan bulunabilirlik/erişebilirlik ve erişilebilir miktar konuları, tedarik zincirindeki en önemli güvenlik zafiyeti konularıdır. Bu bağlamda yapılabilecek en etkin yaklaşım tedarik zinciri içindeki satıcıların güvenlik sorgulama prosedürlerinin mevcudiyeti ve müşterilerin satın alma sırasındaki olağan dışı davranışlarının sorgulanmasıdır ve olağan dışı davranışlar içinde olan müşterilere satışların yapılmaması ve ilgili kamu güvenlik kurumlarına bildirim yapılmasıdır. Tesis ve tedarik

zinciri içinde güvenlik irdelemesine yönelik kendi kendini sorgulama konularına bir örnek Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2. Müşteriler/Tedarik Zinciri Güvenliği İçin Kontrol Listesi (Örnek)

Genel/Tipik Sorular		Evet/ Hayır	Gözlem/ Öneri
Tesis Yönetim Sorunları			
Güvenlik sorunlarını bildirmek için bir sisteminiz var mı?			
Şüpheli olayları ve güvenlik ihlallerini soruşturmak için bir sisteminiz var mı?			
Tesisin güvenlik durumunu periyodik olarak değerlendiriyor musunuz (tehditler, zafiyetler, riskler ve karşı önlemler)?			
Tesis güvenliği			
İşaretler, güvenlik kapıları ve pencereleri, kilitler, kartlı erişim kontrol sistemleri, koli/paket denetimi ve kapı ve kilitlerin kontrolü gibi uygun erişim kontrolü önlemlerini uyguladınız mı?			
Çitler, dubalar, hendekler, turnikeler ve güvenlik aydınlatması gibi uygun çevre koruma unsurlarınız var mı?			
Tedarik Zinciri Güvenliği			
Müşterinizi Tanıyın	Müşterilerimizin ve ürün kullanımımızın meşru olduğunu teyit ettiniz mi? Olağan dışı satın alma taleplerini sorguluyor musunuz?		
Taşıyıcılar/Teslimatlar	Taşıyıcıları/nakliyecileri tanıyor musunuz?		
	Sadece planlı teslimatları kabul eden bir sisteminiz var mı?		
Stoklar,Envanter	Endişe kaynağı kimyasalların çalınmasını, dışarı çıkarılmasını veya izinsiz biçimde başka yerlere yönlendirilmeleri tespit etmek için düzenli stok kontrolleri yapılıyor mu?		
Tedarikçi/Satıcı	Suç veya terör faaliyetleri için yönlendirilebilecek kimyasalları tedarik ediyor musunuz?		
	Bu tür kimyasalların kötüye kullanılma olasılığını önceden öngörebilecek/önleyecek prosedürleriniz var mı?		
Nakliye operatörü	Nakliyecilerden gelebilecek, işletmemize yönelik olası tehditleri yönetmek için bir güvenlik planınız veya prosedürleriniz var mı?		

Özetle, kimyasalların üretim ve tedarik zinciri içindeki dolaşımında, güvenliğin sağlanmadığı teknik emniyet önlemleri insan sağlığı/çevre ve toplum güvenliği açısından, koruma/korunma amacına ulaşmada yeterli değildir. Olası kötü niyetli (sabotaj/terör dahil) kullanımların toplum üzerindeki zarar verme olasılığını en aza indirmek için gerekli güvenlik önlemleri şirketlerce alınıyor olabilir; ancak, kamusal alanda kimyasal güvenliği etkinliğinin artırılması açısından, özellikle olası tehditlerle ilgili bilgi ve gözlemlerinkolluk kuvvetlerine rapor edilmesi ve takibine yönelik Özel Sektör/Kamu İşbirliklerinin geliştirilmesinde yarar bulunmaktadır.

3. KAYNAKLAR

- [1] Kimyasal Silahların Geliştirilmesinin, ve Kullanımının Yasaklanması ve Bunların İmhası ile İlgili Sözleşme, https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/22978_1.pdf, (Erişim tarihi: Ağustos.2021) <https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention> (Erişim tarihi: Ağustos.2021)
- [2] <https://www.nationalsecurity.gov.au/Securityandyourcommunity/ChemicalSecurity/Pages/default.aspx> (Erişim tarihi: Ağustos.2021)

- [3] OPCW, 2016, Kimyasal Emniyeti ve Güvenliğinin Yönetimine ilişkin İhtiyaçlar ve En İyi Uygulamalar, https://www.opcw.org/fileadmin/OPCW/ICA/ICB/OPCW_Report_on_Needs_and_Best_Practices_on_Chemical_Safety_and_Security_ManagementV3-2_1.2.pdf(Erişim tarihi: Ağustos.2021)

TEHLİKELİ MADDELERİN KARIŞIK DEPOLANMASI VE TAŞINMASI KONUSUNDA ALMAN LGK SİSTEMİNİN AÇIKLANMASI

Rüştü UÇAN¹, Mustafa Cüneyt GEZEN²

^{1,2} Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34672 İstanbul

e-posta: rustu.ucan@uskudar.edu.tr

e-posta: mustafacuneyt.gezen@uskudar.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, tehlikeli maddelerin depolama önlemleriyle ilgili kısa bir girişten sonra, bunların taşınabilir kaplarda depolanması ve taşınması üzerine Alman TRGS 510 Tehlikeli Maddeler için Teknik Kurallar Normu uyarınca, LGK sınıflandırma sistemiyle ilgili özet bilgilere yer verilmiş ve bu konuda sarı-yeşil-kırmızı gibi üç renkli uyumluluk tablosuna ilişkin açıklanmalarda bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: *Tehlikeli madde, TRGS 510, LGK, GHS, UNRTDG, RID/ADR.*

1. Giriş

1.1. Karışık Depolama Stratejisi

“Kimyasal maddelerin karışık depolanma stratejisi alt kullanıcı, dağıtıcı ve tüketici için güvenli depolamayı sağlayacak bir araç olarak, Alman Responsible Care programına uygun olarak hazırlanmıştır” (Bağcı, M.).

Tehlikeli kimyasalların karışık depolanması ve taşınması süreci, birtakım özel kuralları içermekte olup, tehlikeli maddelerin depolanmasına ait Alman yasalarına ve teknik kurallarına dayanır. Çalışma yapılırken şirketlerin yazılı görüşlerinin ve STK’ların önerilerinin de dikkate alındığı belirtilmektedir.

Tehlikeli maddeler için anılan bu teknik kurallar, Alman Tehlikeli Maddeler Tüzüğü (GefStoffV) uygulama kapsamı çerçevesinde daha somutlaştırılmıştır. İşverenin teknik kurallara uyması halinde, anılan Tüzük’te öngörülen ilgili koşulların yerine getirilmesi beklenir. İşveren başka bir çözümden yana karar verirse, en azından çalışanlar için eşit düzeyde işçi sağlığı ve iş güvenliği sağlamalıdır.

Aşağıdaki yöntemler yardımıyla, çalışanların ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeler ile bağlantılı olarak maddeyle ilişik yıkımların neden olduğu çevre için tehlikeli maddelerin depolanması ortadan kaldırılacak ya da en aza indirilecektir.

1. Depo ve depolama tesislerinin tasarımı;
2. İş akışlarının organizasyonu;
3. Tehlikeli maddelerin depolanması ile ilgili faaliyetler için uygun ekipmanın sağlanması, ör. paletlenmemiş variller için kavrama cihazları;
4. Etkilenim süresinin ve yoğunluğunun sınırlandırılması;
5. Makul hijyen önlemleri, özellikle düzenli aralıklarla temizlik;
6. Tehlikeli maddelerin kasıtlı olmayan salınımının önlenmesi;

7. Tehlikeleri önlemek için kaynakların sağlanması.

Bu tedbirler, her zaman genel koruyucu önlemlerden oluşur. Tüm tehlikeli maddeler için anılan bu önlemler, Alman TRGS 510 Normu Tablo 1’de açıklanmıştır. Yine anılan normun 4.3’üncü bölümünde, tehlikeli maddelerin antrepolarda depolanması için alınması gerekli önlemler (ör. antrepo düzeni, hijyen ve ilk yardım, kişisel koruyucu donanımlar, emniyet vb) ek önlemler açıklanmıştır. Anılan Normun 5’inci Bölümünde özel tehlikeli maddeler için ek önlemler ve 6’ncı Bölümünde ise yangından korunma önlemlerine yer verilmiştir.

2. Tehlikeli Kimyasalların Karışık Depolama ve Taşıma Sistemi

Tehlikeli kimyasalların karışık depolanması ve taşınması, başta TRGS 510 Normu olmak üzere, uluslararası birçok düzenlemeye uygun olarak aşağıdaki Tablo 1’de yer alan LGK (Lagerung von Gefahrstoffe Klasse) sınıflandırma sistemine göre yapılmaktadır [TRGS 510 Tabel 2].

Tablo 1. Tehlikeli maddelerin karışık güvenli depolanması ve taşınması konusunda Alman LGK Sınıflandırma Sistemi.

Storage Class	1	2A	2B	3A	3B	4.1A	4.1B	4.2	4.3	5.1A	5.1B	5.1C	5.2	6.1A	6.1B	6.2	7	8A	8B	10	11	12	13	
Explosive	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pressurized, liquefied, dissolved gases	2A	-	17	4	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	18	5	-	-	5	-	-
Pressurized Small Gas Containers (aerosol can)	2B	-	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	10	-	2	2	-	18	4	4	6	6	6	6
Flammable liquids	3A	-	-	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	9	9	-	3	-	-
	3B	-	-	1	-	-	12	4	-	4	-	-	7	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Flammable solids	4.1A	-	-	-	-	12	17	12	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	12	12	12	12	12	12
	4.1B	-	-	-	-	4	12	-	4	4	-	-	-	13	8	-	-	-	18	-	-	-	-	-
Substances liable to spontaneous combustion	4.2	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	18	4	4	4	4	-	-
Substance which in contact with water emit flammable gases	4.3	-	-	-	-	4	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	18	4	4	4	4	4	-
Oxidizing substances	5.1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	17	-	-	-	18	11	-	11	11	-	-
Organic peroxides	5.2	-	-	-	-	7	14	13	-	-	-	-	-	17	-	-	-	18	10	10	10	10	10	10
Combustible toxic substances	6.1A	-	-	2	-	-	8	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	18	-	-	-	3	-	-
Non-combustible toxic substances	6.1B	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	18	-	-	-	3	-	-
Infectious substances	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radioactive substances	7	-	18	18	18	18	-	18	18	18	-	18	18	-	18	18	-	-	18	18	18	18	18	18
Combustible corrosive substances	8A	-	5	4	9	-	12	4	4	-	11	10	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Non-combustible corrosive substances	8B	-	-	4	9	-	12	4	4	-	10	10	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Combustible liquids (unless 3A or 3B)	10	-	-	6	-	-	12	-	4	4	-	11	10	16	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Combustible solids	11	-	5	6	3	-	12	-	4	4	-	11	10	16	3	3	-	18	-	-	-	-	-	-
Non-combustible liquids	12	-	-	6	-	-	12	-	4	-	-	-	10	16	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Non-combustible solids	13	-	-	6	-	-	12	-	4	-	-	-	10	16	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-



Karışık depolamaya izin verilir!



Gerekli koşullar altında izin verilir!



Karışık depolamaya izin verilmez!

Tehlikeli maddelerin Alman LGK karışık depolama sistemindeki sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

- (1) LGK 1: Patlayıcı maddeler. RID/ADR’ye göre Sınıf 1 veya GHS’ye göre H kodları H200 – H205 olan maddeler.
- (2) LGK 2A: Gazlar (Sıkıştırılmış, sıvılaştırılmış ve çözündürülmüş). 50 °C’de buhar basıncı 300 kPa (3 bar) üzerinde olan veya 20 °C’de ve 101,3 kPa standard basınç altında tümüyle gaz olan ürünler. Bunlar, RID/ADR Sınıf 2’de listelenen ürünler ile diğer özel sınıflara ait olan gazları da (ör. hidrojen fluorür LGK 8) içermektedir.

- (3) LGK 2B: Aerosoller ve basınç altındaki küçük aerosol kapları. Bu ürünler RID/ADR Sınıf 2'de UN1950'ye atanmıştır (Aeosoller: A, CO, F, FC, O, T, TC, TF, TFC, TO, TOC).
- (4) LGK 3A: Yanıcı sıvılar. Bunlar, 50 °C'de buhar basıncı en çok 300 kPa (3 bar) olan sıvıları içermektedir.
- (5) LGK 3B: 50 °C'de buhar basıncı en çok 300 kPa (3 bar) olan, su ile karışmayan ve kapalı kap testinde p.n. 55 – 100 °C arasında olan yanıcı sıvılar.
- (6) LGK 4.1A: Diğer patlayıcı tehlikeli maddeler. Bunlar patlayıcı özelliğe sahip yanıcı katılar, UNRTDG Div. 4.1 kapsamında yer alan duyarlılığı giderilmiş patlayıcılar olarak tanımlanan maddelerdir.
- (7) LGK 4.1B: Yanıcı katılar. RID/ADR'ye göre kısa bir süre tutuşturucu kaynakla temas ettiğinde yanmaya başlayan ve tutuşturucu kaynak uzaklaştırıldıktan sonra da yüksek hızla yanmaya devam eden, aynı zamanda kendiliğinden ayrışabilen maddeler bu depolama sınıfına girer.
- (8) LGK 4.2: Havada kendiliğinden tepkimeye giren madde ya da kendiliğinden ısınan (Piroforik) maddeler. Normal sıcaklıkta havada, enerji desteği olmadan ısınan ve tutuşan, H250 zararlılık koduyla etiketlenen ya da RID/ADR'ye göre Sınıf 4.2'de yer alan maddeler.
- (9) LGK 4.3: Suyla temas ettiğinde alevlenir gazlar yayan tehlikeli maddeler. Bu depolama sınıfı GHS'ye göre H260, H261 (cat.2) ve H261 (cat.3) zararlılık kodları ile etiketlenen ya da RID/ADR'ye göre Sınıf 4.3'te yer alan ürünleri kapsar.
- (10) LGK 5: Oksitleyici maddeler. Oksitleyici ürünler, oksitleyici potansiyeli ile alevlenir maddelerin yanmasına neden olan ya da alevlenir maddelerle temasında onların tutuşmasına neden olan ürünlerdir.

Bu sınıftaki maddeler üç alt sınıfta incelenir:

- (a) LGK 5.1A: Güçlü oksitleyici maddeler;
 - (b) LGK 5.1B: Oksitleyici maddeler;
 - (c) LGK 5.1C: Amonyum nitrat ve amonyum nitrat içeren karışımlar.
- (11) LGK 5.2: Organik peroksitler ve kendiliğinden tepkimeye giren maddeler. Bivalan peroksit bağı (O-O) içeren maddeler ve organik peroksit içeriği en az %5 olan karışımlar bu sınıfta yer almaktadır.
 - (12) LGK 6.1A: Alevlenir, akut toksik maddeler, Kategori 1 ve 2 çok toksik maddeler. Bu sınıfta yer alan ürünler: (a) Su ile karışan yanıcı sıvı P.n.>55 °C; (b) Su ile karışmayan yanıcı sıvılar P.n.>100 °C; (c) Yanıcı toksik madde içeren sulu çözeltiler ve (ç) NFPA Div. 1.2; 1.3; 1.4 ve 1.5 olan patlayıcı katılar.
 - (13) LGK 6.1B: Alevlenir olmayan akut toksik maddeler, Kategori 1 ve 2 çok toksik maddeler. Bu sınıfta yer alan ürünler: (a) Yanıcı toksik madde içeren sulu karışımların dışında kalan yanıcı olmayan sıvılar ile (b) NFPA Div. 1.1 olan katılar.

- (14) LGK 6.1C: Yanıcı akut toksik maddeler, Kategori 3 toksik ya da kronik etkisi olan tehlikeli ürünler.
- (15) LGK 6.1D: Yanıcı olmayan akut toksik maddeler, Kategori 3 toksik ya da kronik etkisi olan tehlikeli ürünler.
- (16) LGK 6.2: Bulaşıcı (enfeksiyöz) maddeler. İnsanlarda ya da hayvanlarda hastalığa yol açtığı bilinen ve yaşayabilir mikroorganizma içeren bulaşıcı maddeler.
- (17) LGK 7: Radyoaktif maddeler. Bu depolama sınıfı, 2013/59/EURATOM Yönergesi Madde 4'e göre elleçlenmesi izne ya da bildirimine bağlı olan maddeleri içerir.
- (18) LGK 8A: Yanıcı aşındırıcı maddeler: (a) Su ile karışan ve P.n.>55 °C olan yanıcı sıvılar; (b) P.n.>100°C olup su ile karışmayan maddeler ile (c) Yanma numarası (BZ nummer) 2,3,4 ve 5 olan katılar bu sınıfa girmektedir.
- (19) LGK 8B: Yanıcı olmayan aşındırıcı maddeler. Bu sınıfta (a) Yanıcı olmayan sıvılar ile (b) Yanıcı olmayan katılar (BZ nummer 1) yer almaktadır.
- (20) LGK 9: Muhtelif tehlikeli maddeler ve nesnelere, çevre için zararlı maddeler.
- (21) LGK 10: LGK 3 A ve 3 B'de sınıflandırılmayan yanıcı sıvılar bu kümede yer almaktadır.
- (22) LGK 11: Yukarıdaki depolama sınıflarından hiçbirine girmeyen yanıcı katılar.
- (23) LGK 12: Yukarıdaki depolama sınıflarından hiçbirine girmeyen, ama yanıcı olmayan sıvılar.
- (24) LGK 13: Yukarıdaki depolama sınıflarından hiçbirine girmeyen, ama yanıcı olmayan katılar.

Tablo:1'deki sarı kutucukların içindeki sayıların anlamı da aşağıdaki gibidir:

1. Yanıcı sıvıların ve basınçlı gaz kabının (aerosol) karma depolanmasına aşağıdaki koşullar altında izin verilir: Bölme havalandırılmalı ve depolanan toplam mal sayısı deponun kullanılabilir kapasitesinin %60'ını geçmemelidir. Toplam yanıcı sıvı miktarı ve aerosol dağıtıcının içeriği 100 bin litreyi geçmemelidir.
2. Basınçlı gaz kapları aşağıdaki koşullar altında toksik maddelerle birlikte saklanabilir: Yangın bölmesinin alanı 60 m² ile sınırlandırılmalı ve tehlikeli maddelerin maksimum kapasitesi, bölmenin toplam kapasitesinin %60'ı ile sınırlandırılmalıdır. Odanın sıcaklığı 50 °C'yi aşmamalıdır. Bölme havalandırılmalı ve iki acil çıkışa sahip olmalıdır. Her çıkışta birer adet 6 kg.lık ABC tipi kuru kimyasal tozlu yangın söndürücü bulunmalıdır. Bölme 60 m²'den büyükse, bu mallar uygun önlemlerle ayrılmalı ya da ayrı bölmelere alınmalıdır.
3. Ambalaj malzemeleri gibi yangının hızlı başlamasına ya da yayılmasına neden olan malzemeler, toksik maddelerden veya yanıcı sıvılardan ayrılmalıdır.

4. Bir olay anında ürünler birbirleriyle tepkimeye girmiyorsa, karışık depolamaya izin verilir. Bu, örneğin fiziksel ayırma, büyük boşluklar, ayrı saklama alanları, güvenlik dolaplarında depolama gibi ayrılmış depolama ile sağlanabilir.
5. En çok 50 adet dolu basınçlı gaz tüpünün saklanmasına izin verilen bir depoda, bunlardan en çok 25 adedinin yanıcı, oksitleyici ya da zehirli gaz içeren basınçlı gaz tüpü olmasına izin verilir.
6. Tüm stok için güvenlik gereklilikleri Sınıf 2B'nin gerekliliklerini karşılayacak biçimde uygulanırsa karışık depolamaya izin verilir.
7. Parlama noktası 61 °C'nin üzerinde olan yanıcı sıvılar için, karışık depolamanın tehlikeli biçimde tepkimeye girmemesi koşuluyla (yanma ve/veya kayda değer ısının evrimi, yanıcı, boğucu ve/veya zehirli gazların evrimi, aşındırıcı maddelerin oluşumu, kararsız maddelerin oluşumu veya basınçta tehlikeli artış) karışık depolamaya izin verilir. Bu durumda malzemeler arasında 5 metre güvenli alan bırakılmalıdır.
8. 6.1 A sınıfındaki yanıcı toksik maddeler, 4.1 B sınıfındaki yanıcı katılarla birlikte depolanabilir.
9. Kırılabilir kaplardaki yanıcı sıvılar ve aşındırıcı maddeler, bir olay sırasında birbirleriyle etkileşimi önlemek için önleyici tedbirlerin alınması dışında, birlikte depolanmamalıdır.
10. Yanıcı gazlar dışında karışık depolamaya izin verilir.
11. Yetkili devlet kurumundan emniyetli depolama konusunda onay almak için ek önleyici tedbirler alınması gerekmektedir.
12. Sınıf 4.1 A patlayıcı özelliğe sahip yanıcı katılar, bir deponun çevresine yönelik herhangi bir tehlikeyi önlemek için tasarlanan güvenlik aralıkları yeterli ise ya da artırılması gerekirse, Sınıf 3B, 4.1 B, 8A, 8B, 10, 11, 12 veya 13'teki öteki maddelerle birlikte depolanabilir. Bu her durumda kontrol edilmelidir.
13. Sınıf 5.2 organik peroksitler ile Sınıf 4.1B yanıcı katıların karışık depolanmasına izin verilmez.
14. Ağır metal içermedikleri sürece, iticiler yakıt ve radikal başlatıcıların [katalizörlerin (MCG)] bir arada karışık depolanmasına izin verilir.
15. Sınıf 5.1B oksitleyici maddeler, aşağıdaki güvenlik önlemleri alınarak toplam 20 tona değin Sınıf 6.1A yanıcı toksik maddeler ve Sınıf 6.1B yanıcı olmayan toksik maddelerle: Depoda yangın alarm sistemi, otomatik yangın söndürme sistemi bulunmalıdır. Kuruluşça işletilen yarı profesyonel itfaiye takımı ve kendi özmal olan bir itfaiye aracı yangın söndürme için kullanılmalıdır. 1 ton ve altındaki miktarlar bu ek güvenlik önlemlerini gerektirmez.
16. Organik peroksitler öteki kimyasal ve tehlikeli maddelerle birlikte depolandığında, depo çevresinde tasarlanan (depo ile çevresindekiler arasındaki) güvenlik mesafelerinin, herhangi bir tehlikeyi önlemek için yeterli olup olmadığını ya da artırılmasının gerekli olup olmadığını her durumda kontrol etmek gerekir.

17. Her maddenin özel güvenlik gereklilikleri dikkate alınmalıdır.

18. TRbF 110.

19. Radyoaktif maddeler, IAEA Güvenlik Standartlarına ve DIN 25422 “Radyoaktif Maddelerin Saklanması Standardı”na uygun şekilde göre ve yetkili makamın onayı ile ayrı ayrı ele alınmalıdır.

Kaynakça

- TRGS 510 – “Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern”, Ausgabe Dezember 2020, GMBI 2021 S. 178-216 [Nr. 9-10] (v. 16.2.2021).
- TRGS 800 – “Brandschutzmaßnahmen”, Ausgabe: Dezember 2010, GMBI 2011 Nr. 2 S. 33-42 (v. 31.1.2011).
- TRBS 1111 – “Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung”, Ausgabe: März 2018, GMBI 2018 S. 401 [Nr. 22], Änderungen und Ergänzungen: GMBI 2019 S. 292 [Nr. 13-16].
- TRbF 110 – “Lagerung von brennbare Flüssigkeiten”, vom 20.06.1980, BArbBl Nr. 7-8/1980.
- T.C. ÇSGB, İSGÜM, Kimyasalların Güvenli Depolanması Rehberi, ÇSGB Genel Yayın Nr. 45, ISBN: 978-975-455-248-5.
- Technical Guidance Document for Storage of Hazardous Materials, Environmental Agency, Abu Dhabi, Doc. ID: EAD-EQ-PCE-TG-16, April 2014.
- Manual for Chemical and Hazardous Substances Storage (2007), The Notification of The Department of Industrial Works, Bangkok, Thai.
- Bağcı, M. “Ambalajlanmış Tehlikeli Ürünleri Karışık Depolama Rehberi”, TKSD, İstanbul.

“KİMYASALLARIN KAYDI, DEĞERLENDİRİLMESİ, İZİNİ VE KISITLANMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİK - KKDİK”

Mustafa BAĞAN

MB Kimya Akademi

e-posta: mustafa.bagan@mbkimyakademi.com

ÖZET

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından R.G. 23/06/2017-Sayı30105 (Mükerrer)'de yayımlanarak 23/12/2017 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin amacı; insan sağlığı ve çevrenin yüksek düzeyde korunmasını sağlamak, maddelerin zararlarının değerlendirilmesine yönelik alternatif yöntemleri özendirmek, rekabeti ve yeniliği artırmak üzere “kimyasalların kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanmasına” ilişkin idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir. KKDİK, Kimyasallara madde bazında uygulanır. Karışımların içinde, kapsam içinde madde varsa, bu maddeler için tek tek uygulama yapmak gerekir. Kimyasalın tehlikeli olup olmadığına bakılmaz. Yönetmelik kapsamında sorumlu olan kuruluşlar üç ana başlık altında toplanır:

- **Üretici:** Kimyasal maddeyi üretip Türkiye pazarına veren tüzel kişilikler. Kayıt yapmakla mükelleftir.
- **İthalatçı:** Kimyasal maddeyi ithal edip gümrükleyen tüzel kişilikler. Kayıt yapmakla mükelleftir.
- **Alt Kullanıcı:** Kimyasal maddeyi üretici veya ithalatçıdan alıp formülasyon (karışım) yapan tüzel kişilikler. Bazı özel durumlarda kayıt yapmaları gerekebilir.

Uygulama hakkında genel yükümlülükler aşağıda sunulmaktadır:

- **Kayıt:** Kapsam içindeki kimyasalların 1 ton/yıl üretilmesi veya ithal edilmesi halinde kayıt edilmesi gerekir.
- **Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi (KGD) yapılması:** Kapsam içindeki 10 ton/yıl veya daha üstündeki miktarlarda üretilen veya ithal edilen kimyasal maddeler için Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi (KGD) yapılması gerekmektedir. Bu değerlendirme (fiziko-kimyasal, sağlık ve çevre riskleri) Kimyasal Değerlendirme Uzmanı (KDU) tarafından yapılmalıdır. Değerlendirmelerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olmak için rehberler oluşturulmuştur. Bu rehberlere <https://kimyasallar.csb.gov.tr/rehber-dokumanlar/18> adresinden ulaşılabilir. KGD sonucunda kimyasal madde zararlı çıkarsa;
 - Kimyasal güvenlik raporu
 - Güvenlik Bilgi formu
 - Maruz kalma senaryoları hazırlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Güvenlik Bilgi Formu, KKDİK, Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi,

1. GİRİŞ

KKDİK çok detaylı bir uygulamadır. Bu metinde önemli olarak gördüğüm konuları ön plana çıkardım. Daha fazla detay veya b"urada bulunmayan konular için KKDİK mevzuatının incelenmesini öneririm.

Bir kimyasal maddenin yılda 1 ton üretilmesi veya ithal edilmesi halinde uygulamayı kapsamda olup olmadığına bakarak başlatabiliriz. Aşağıdaki çizelge, uygulama alanlarına bağlı olarak kapsam dışında kalan kimyasal maddeler açık bir şekilde belirtilmektedir. Özel koşullar veya daha fazla ayrıntı için Yönetmeliğin ilgili maddelerini incelemekte yarar vardır.

Çizelge 1. KKDİK Uygulamalarında kapsama giren kimyasal maddeler

Mevzuat	Özellik veya kullanılan alan	Kısım 2	Kısım 4	Kısım 5	Kısım 6	Kısım 7	Kısım 8
		Kayıt	Tedarik zinciri Bilgi.	Alt kullanıcı	Değerlendirme	İzin	Kısıtlama
Madde 2, (2) (a)	Radyoaktif maddeler *	X	X	X	X	X	X
	Gümrük kontrolü *	X	X	X	X	X	X
	İzole olmayanlar *	X	X	X	X	X	X
	Tehlikeli Madde Taşımacılığı *	X	X	X	X	X	X
	Atık Yönetimi *	X	X	X	X	X	X
	Savunma amaçlı madde*	X	X	X	X	X	X
Madde 2, (3) (a) ve Madde 2 (4) (a)	Beşeri ve Veteriner ilaçlar	X	X**	X	X	X	-
	Gıda Kodeksi ürünleri	X	-	X	X	X	-
	Yemler	X	X**	X	X	X	-
	Kozmetik ürün	-	X**	-	-	-	-
	Aktif cihazlar	-	X**	-	-	-	-
Madde 2, (5) (a)	Ek-4	X	-	X	X	-	-
	Ek-5	X	-	X	X	-	-
	Geri ithal (kayıtlı) (! Madde 27&28)	X	-	X	X	-	-
	Geri kazanım (kayıtlı) (! Madde 27&28)	X	-	X	X	-	-
Madde 2, (6) (a)	Tesiste İzole maddeler	X***	-	-	-	X	-
Madde 2, (7) (a)	Polimerler	X	-	-	-	X	-
Madde 16	Bitki koruma aktif maddeleri	X	-	-	-	X	-
	Biyosidal aktif madde	X	-	-	-	X	-
Madde 46, (4) (c ve ç)	Akaryakıt, mineral yağ	-	-	-	-	X	-
Madde 10	AR&GE	X****	X	X	X	X	X

(X) Kapsam Dışı

(*) Tamamen Kapsam Dışı

(**) Bitmiş ürün

(***) Madde 9,10 hariç Bölüm 1

(****) 5 Yıl – bildirim yapılacak!

Uygulama alanı dışında maddenin özelliğine bağlı olarak kayıt kapsamı konusunda Ek-4 ve Ek-5'teki açıklamalar verilmektedir. Aşağıda EK-4'e ait bir örnek sunulmaktadır. Ek-

4'ün içeriğinde yer alacak kimyasal maddelerin tespiti kolaydır. Çünkü madde ismi, Cas No ve EC No'su verilmektedir. Çok fazlabir yorum yapmaya gerek yoktur.

Çizelge 2. Ek-4'e örnekler

EC No	İsim/Grup	CAS No
200-061-5	D-glusitol C ₆ H ₁₄ O ₆	50-70-4
200-066-2	Askorbik asit C ₆ H ₈ O ₆	50-81-7
200-075-1	Glikoz C ₆ H ₁₂ O ₆	50-99-7
200-233-3	Fruktoz C ₆ H ₁₂ O ₆	57-48-7
200-294-2	L-lizin C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₂	56-87-1
200-334-9	Sukroz, saf C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	57-50-1
.....
.....

Ek-5 Maddenin kaynağına ve oluşumuna göre yorum gerektirmektedir. Aşağıda açıklaması verilen Ek-5'in detaylı uygulaması hakkında Bakanlıkça yayımlanmış bir rehber bulunmaktadır. https://kimyasallar.csb.gov.tr/uploads/file/Ek-5%20Kay%C4%B1ttan%20muafiyet%20rehberi_TR.docx adresinden bu rehber ulaşabilirsiniz.

Çizelge 3. Ek-5, 2 nci Maddenin Beşinci Fıkrasının (b) Bendi Uyarınca KAYIT YÜKÜMLÜLÜĞÜNDEN MUAFİYETLER

İstem dışı oluşan kimyasal maddeler	1. Madde ya da eşyanın, başka bir kimyasal maddeye ya da hava, nem, mikrobiyal organizmalar ya da güneş ışığı gibi çevresel etmenlere maruz kalmasıyla gerçekleşen kimyasal reaksiyon sonucunda oluşan maddeler.
	2. Madde, karışım ya da eşyanın depolanması sırasında tesadüfen kimyasal reaksiyon sonucu oluşan maddeler.
	3. Kendileri üretilmemiş, ithal edilmemiş veya piyasaya arz edilmemiş olan diğer kimyasal maddelerin, karışımların ya da eşyaların son kullanımlarından dolayı oluşan kimyasal reaksiyon sonucu ortaya çıkan maddeler.
	4. Kendi başlarına imal edilmeyen, ithal edilmeyen veya piyasaya arz edilmeyen ve aşağıdaki işlevler yerine getirilirken, kimyasal reaksiyon sonucu oluşan maddeler: (ör. sabitleyici, renklendirici, tatlandırıcı, antioksidan, dolgu maddesi, çözücü, taşıyıcı, yüzey aktif madde, plastikleştirici, aşınmayı önleyici, köpük giderici ya da köpük kesici, dispersan, çöküntü önleyici, nem giderici, ...)
Yan ürün	5. Yan ürünler, ithal edilmedikleri ya da piyasaya arz edilmedikleri sürece.
Şartlı	6. Maddenin, bu muafiyeti kullanan imalatçı ya da ithalatçı tarafından kaydettirilmiş olması kaydıyla, maddenin su ile birleşmesi ile oluşan hidratları ya da hidratlanmış iyonları.

Yukarıda verilen tabloda Ek-5'in bir bölümü yer almaktadır. İstem dışı oluşan ürünler, piyasaya arz edilmeyen ithal yan ürünler ve kayıtlı hidratlanmış ürünler anlatılmaktadır. Ek-5'in devamı aşağıda açıklanmaktadır.

Çizelge 4. Ek-5, 2 nci Maddenin Beşinci Fıkrasının (b) Bendi Uyarınca KAYIT YÜKÜMLÜLÜĞÜNDEN MUAFİYETLER (devamı)

Doğal Kaynaklar	7. Doğada bulunan ve kimyasal olarak değiştirilmemiş maddeler: Mineraller, cevherler, cevher özütleri, ham ve işlenmiş doğal gaz, ham petrol, kömür.
	8. Yedinci paragrafta yer alan maddelerin haricinde, SEA'ya göre zararlı olarak sınıflandırılmamaları veya KBT veya ÇKÇB veya olmamaları veya KMÜT olmamaları sürece doğada bulunan ve kimyasal olarak değiştirilmemiş maddeler.
	9. SEA'ya göre alevlenir sıvı ve buhar (H224, H225, H226), cildi tahriş edici (H315) veya gözleri tahriş edici (H319) olarak sınıflandırılanlar istisna oluşturmak üzere, zararlı sınıflandırma kriterlerini karşılamadıkları sürece ve SEA'ya göre KMÜT olmadıkları sürece doğal kaynaklardan elde edilen ve kimyasal olarak değiştirilmemiş aşağıda yer alan maddeler: Bitkisel katı yağlar, bitkisel sıvı yağlar, bitkisel mumlar; hayvansal katı yağlar, hayvansal sıvı yağlar, hayvansal mumlar, C ₆ ila C ₂₄ zincirli yağ asitleri ve bunların potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum tuzları; gliserol.
	10. Kimyasal olarak değiştirilmemiş aşağıda yer alan maddeler: ✓ Sıvılaştırılmış petrol gazı, doğal gaz yoğunluğu, işlenmiş gazlar ve bileşikleri, kok kömürü, çimento klinkeri, magnezya.

Yukarıdaki çizelge özellikle doğal kaynaklı kimyasal maddeler ele alınmakta ve genel bir prensip olarak kimyasal olarak değiştirilmemiş ve doğadan elde edilmiş, örneğin yıkanma, öğütme gibi fiziksel işlemler sonucu elde edilmiş inorganik maddeler kayıt kapsamı dışındadır. Bazı özel konular için Ek-5'i detaylı olarak incelemekte yarar vardır.

Doğal kaynaklarla çalışan örneğin madencilerin dikkatli olmalarında yarar görüyorum. Yukarıdaki tablodaki 7. Paragraftaki "Mineraller, cevherler, cevher özütleri, ham ve işlenmiş doğal gaz, ham petrol, kömür." Kimyasal olarak değiştirilmemiş olmaları gerekmektedir. Bunların örneğin metal olarak piyasaya verilmeleri halinde tüm uygulamalar harekete geçmektedir. Örneğin demir dışı metaller için tavsiyem Eurometaux - <https://eurometaux.eu/eu-policy/chemicals-management/reach-review/> çalışmaları hakkında bilgi olmalarıdır.

2. KAYIT VE DİĞER İŞLEMLER

İmal/İthal edilen ≥ 1 ton/yıl maddelere ilişkin tüm teknik detayları içeren kayıt dosyaları, ÇŞB'na Kimyasal Kayıt Sistemi (KKS) aracılığıyla iletilir (2021)

Kayıt işlemleri için hazırlanacak olan dosyada istenen bilgiler kimyasalın yıllık üretim ve/veya ithalat miktarına göre değişmektedir.

Dosya hazırlanması için gereken bu bilgiler oldukça detaylıdır. Özellikle ülkemizde kayıt dosyasında istenen bilgilere ait veri tabanı çok zayıftır. Bundan dolayı ideal yaklaşım aynı maddeyi kaydettireceklerin bir grup-konsorsiyum oluşturmasıdır. Bu suretle grubun elindeki bilgiler bir araya getirilerek dosya tamamlanabilir. Avrupa Birliğindeki benzer mevzuat olan REACH uygulamalarında çoğunlukla bu yol tercih edilmiştir.

3. MÜŞTEREK KAYIT VE UYGULAMA TAKVİMİ

31 Aralık 2020 tarihine kadar Avrupa Birliğindeki (AB) REACH uygulamalarındaki ön-kayıt gibi ön-MBDF (Madde Bilgi Değişim Forumu) adı altında bir oluşumu yönlendirecek bilgilendirmenin ÇŞB nezdinde yapılması gerekmektedir. Bu tarih geçildi ancak Bakanlık ön-MBDF yapılmasına hala izin veriyor. Ön-MBDF yapılabilir.

MBDF önemi nedir? Aynı maddeyi kaydettirecek kuruluşların bir araya gelerek, kayıt dosyasında istenen bilgileri müştereken tamamlanmasını sağlamaktadır (Madde 12). Bu uygulama AB'nin REACH uygulamalarında SIEF (Substance Information Exchange Forum) adı altında uygulanmıştır.

Dosyadaki bilgilerin tamamlanabilmesi için aşağıdaki yöntemler uygulanabilir:

1. Kayıt yaptıracak firma dosyada istenen tüm bilgilere sahiptir. Kayıt işlemini tek başına tamamlayabilir.
2. Kayıt yaptıracak firma aynı maddeyi AB'de pazara veren tanıdık bir firmadan bu bilgileri talep edebilir. Ancak bu bilgiler çoğunlukla konsorsiyumun bilgisi olduğundan ücretsiz olarak bu bilgilere ulaşamaz.
3. Kayıt yaptıracak firma dosyadaki bilgilere ulaşabilmek için AB'deki madde ile ilgili kayıt yapmış konsorsiyuma (müşterek kayıt) başvurur. Eğer elde edebilirse "letter of Access" denilen ücret karşılığında bilgilere ulaşım imkanı elde eder ve dosyanın gereken bilgilerini tamamlar.
4. Türkiye'de Ön-MBDF sonucunda "müşterek kayıt grubu" oluşturmak ve eldeki mevcut bilgileri ortaya koyarak dosya bilgilerinin tamamlanması sağlanabilir. Bu arada dosyadaki bazı bilgilerin sahibi olan firmalara ait bilgilerin diğer katılımcılar tarafından kullanılabilmesi için "ücret" belirlenmesinin hakkaniyet ölçüsünde olması gerekir. Eksik olan bilgiler için yukarıda belirtildiği gibi AB'deki konsorsiyumlara rücu edilebilir.

Yukarıdaki olasılıklar çoğaltılabilir. Ancak belirgin olan bir şey varsa o da ön-MBDF uygulaması zorunlu olmamasına rağmen geciktirilmemesi gereken bir girişimdir. Zaman açısından neredeyse gecikmiş bir periyot içindeyiz. Çünkü firmaların yapması gereken tercihler için yeterli zaman kalmamaktadır.

Diğer taraftan kaydı yapılmamış kimyasal maddelerin Pazara sürülme yasağı bildiğiniz gibi 31.12.2023 tarihinde başlayacaktır. Zaman kısa ve yapılacak işler oldukça fazladır. Bu arada bu işlemlerin Kimyasal Değerlendirme Uzmanı gözetimi altında yapılma zorunluluğu da vardır.

Yönetmeliğin iki maddesi kayıt zorunluluğu hakkında aşağıda sunulduğu gibi gerekli vurguyu yapmaktadır.

Maddelerin piyasaya arzı

- ✓ MADDE 6 – (1) 7 nci, 8 (Eşya) inci ve 21 inci maddelere tabi kendi halinde ya da karışım içindeki ya da eşya içindeki maddeler, bu Kısım kapsamındaki ilgili hükümlere göre kayıt edilmedikleri takdirde, imal edilemez ya da piyasaya arz edilemez

Kendi halinde ya da karışım içindeki maddelerin genel kayıt yükümlülüğü

- ✓ MADDE 7 – (1) Bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, maddeyi kendi halinde veya karışım içinde yıllık bir ton ya da daha fazla miktarda imal eden veya ithal eden imalatçı ya da ithalatçı Bakanlığın internet sayfasında yer alan Kimyasal Kayıt Sistemi aracılığıyla Bakanlığa kayıt başvurusunda bulunur.

4. KAYIT İÇİN SUNULMASI GEREKEN BİLGİLER, BİLGİ PAYLAŞIMI

Fiziko-kimyasal, Toksikolojik ve Ekotoksikolojik alanlarında maddenin miktarına bağlı olarak istenen bilgilerin detayı değişmektedir:

- ≥ 1ton/yıl = Ek-7
- ≥ 10 ton/yıl = Ek-7 + Ek-8
- ≥ 100 ton/yıl = Ek-7 + E8 + Ek9
- ≥ 1000 ton/yıl = Ek-7 + Ek-8 + Ek-9 + Ek 10

KKDİK Yönetmeliğinin Madde 11'ine göre aşağıdaki bilgiler hazırlanmalıdır:

1. İmalatçıların/ithalatçıların kimliği,
2. Maddenin kimliği,
3. Tüm tanımlanmış kullanımlarını temsil eden bilgi,
4. Maddenin sınıflandırması ve etiketlenmesi,
5. Maddenin güvenli kullanımına ilişkin rehberlik bilgileri,
6. Tonaja göre elde edilen bilgilerin çalışma özetleri,
7. Kapsamlı çalışma özetleri, (KGD veya KGR için gerekli ise),
8. Kimyasal değerlendirme uzmanı (KDU) tarafından incelendiğine dair bildirim,
9. Test önerileri (≥ 100 ton/yıl),
10. Maruz kalma bilgileri (1-10 ton/yıl),
11. İmalatçı ya da ithalatçının 61 inci maddenin ikinci fıkrası uyarınca halkın erişimine açılmaması konusundaki isteği ve gerekçesi,
12. Kimyasal Güvenlik Raporu (gerekli ise).

Yukarıda da bahsedildiği gibi Yılda 10 Ton ve üzerinde üretilen veya ithal edilen kimyasal maddeler için Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi (KGD) ve ürün zararlı ise Kimyasal Güvenlik Raporu (KGR) ve Güvenlik Bilgi Formu ile mazur kalma senaryosu hazırlanmalıdır. Ayrıca 1 - 10 ton/yıl üretim/ithalat seviyesinde KGD yapılmadığı için maruz kalma bilgilerinin düzenlenip alt kullanıcı ve tüketicilere iletilmesi gerekmektedir.

Anlaşılabacağı gibi verilmesi gereken bilgilerin toplanması çok da kolay değildir. Bu bakımdan yukarıda sözü edilen müşterek-konsorsiyum halinde kayıt çalışması yaparak eksik bilgilerin toplanması sağlanabilir. Zaten sahip olunan bazı bilgilerin paylaşılması zorunluluğu vardır.

Yönetmeliğin 23.cü maddesinde veri paylaşımı hakkında gereklilik verilmektedir:

MADDE 23 – (1) Hayvanlar üzerinde yapılan testlerden kaçınılması için, bu Yönetmeliğin amaçlarına yönelik olarak omurgalı hayvanlar üzerinde test yapılması son çare olarak ele alınır. Ayrıca, diğer testlerin tekrarlanmasının önüne geçilmesi için önlemler alınması gerekir.

(2) Bilginin paylaşımı ve ortak veri sunumu teknik bilgilere ve özellikle maddelerin içsel özelliklerine ilişkindir. Kaydettirenler, piyasadaki hareketleri ile ilgili, özellikle üretim kapasiteleri, üretim veya satış miktarları, ithalat miktarları veya pazar payları hakkında bilgi alışverişinden kaçınabilir.

(3) En az 12 yıl öncesinde bir kayıt çerçevesinde verilmiş olan herhangi bir çalışmanın çalışma özeti veya kapsamlı çalışma özeti, bir başka imalatçı ya da ithalatçı tarafından kayıt amaçlı olarak kullanılabilir.

Testlerle ilgili verilerin paylaşılması hakkındaki zorunluluğa Yönetmeliği Madde 63'ün değnilmektedir:

Madde 26...3) Birinci fıkrada belirtildiği üzere omurgalı hayvanlar üzerinde yapılan testleri içeren bir çalışmanın sahibinin, diğer katılımcılara çalışma maliyeti veya çalışmanın kendisi konusunda bilgi vermeyi reddetmesi halinde, söz konusu çalışma sahibi diğer katılımcılara gerekli bilgiyi temin etmediği sürece kayıt işlemlerine devam edemez

.....

(5) Üçüncü ve dördüncü fıkralarda belirtildiği şekilde çalışma maliyeti veya çalışmanın kendisi ile ilgili olarak bilgi vermeyi reddeden çalışma sahibine 63 üncü madde hükümleri uygulanır

MADDE 63 – (1) Bu Yönetmeliğe aykırılık halinde; 2872 sayılı Kanunun 12 nci ve 13 üncü maddeleri ile 20 nci maddesinin birinci fıkrasının (y) bendi, 4703 sayılı Kanunun 11 inci ve 12 nci maddeleri; 5996 sayılı Kanunun 36 ila 42 nci maddeleri ile 5442 sayılı Kanunun 66 ncı maddesi doğrultusunda idari ve cezai yaptırımlar uygulanır.

Çizelge 5. Müşterek kayıt

Lider	Tercih	Bireysel
Maddenin sınıflandırması ve etiketlenmesi (Ek-6 , bölüm 4)	Maddenin güvenli kullanımına ilişkin rehberlik bilgileri (Ek-6, Bölüm 5)	Maddeyi üreten veya ithal edenin kimliği (Ek-6 Bölüm1)
Ek-7 ila ek-11'in uygulanmasından elde edilen bilgilerin çalışma özetleri;	Kimyasal Güvenlik Raporu	Maddenin kimliği (Ek-6, Bölüm 2)
Ek-1 kapsamında gerekli olması halinde, ek-7 ila ek-11'in uygulanmasından elde edilen bilgilerin kapsamlı çalışma özetleri;	Uzman tarafından incelendiğine dair bilgi	Maddenin imalatı ve kullanımına ait bilgiler (Ek-6, Bölüm 3) - Gerekirse maruz kalma kategorileri
Ek-9 ve ek-10'da listelenen standart veri gerekliliği için test önerileri;		1 ila 10 ton arasındaki miktarlarda maruz kalma bilgisi (Ek-6, Bölüm6)

Müşterek kayıt oluşumunda temelde iki çeşit zorunlu bilgi paylaşımı söz konusudur:

- Liderin vermekle sorumlu olduğu bilgiler
- Üyelerin vermekle sorumlu olduğu bilgiler

Ayrıca;

- Üyeler tercih ettikleri bazı bilgileri bireysel olarak verebilirler.

Genel olarak ;

Lider (L) : -Katılımcıların adres, tel, fax ve e-mail
-Müşterek kayıt bölümleri

Katılımcılar : -(L) adres, tel, fax ve e-mail adres
-(L) tarafından yapılan Müşterek kayıt bölümü

bilgileri verilir.

5.DEĞERLENDİRME

Kayıt dosyaları ve kaydı yapılan maddeler Bakanlık tarafından değerlendirilecektir.

MADDE 40 – (1) Önceliklendirme Bakanlık tarafından aşağıdaki ölçütler göz önünde bulundurulurken risk bazlı bir yaklaşımla yapılır:

a) Maddenin ya da onun dönüşüm ürünlerinden biri veya daha fazlasının yüksek önem arz eden özellikleri olduğunu veya kalıcı ve biyobirikim eğiliminde olduğuna işaret eden maddenin yüksek önem arz eden özellikleri olduğu bilinen maddelerle veya kalıcı ve biyobirikime eğilimi olan maddelerle gösterdiği yapısal benzerlikler gibi zararlılık bilgileri,

b) Maruz kalma bilgisi,

c) Birden fazla kayıt ettiren tarafından yapılan kayıtlardaki toplam tonaj da dâhil olmak üzere tonaj.

Bakanlık her tonaj bandı için %5'inden daha az olmamak üzere dosyaların belirli bir yüzdesini, uygunluk kontrolü amacıyla seçer. Bakanlık, aşağıdaki kriterlere uyan dosyalara, özellikle bunlarla kısıtlı kalmamak üzere, öncelik verir:

- a) Tek başına kayıt yapılmış ise,
- b) 1-10 ton, KMÜT 1A, 1B ve insan ve çevreye zararlı olarak sınıflandırılmış olması

Değerlendirme sırasında kayıt yaptırmış olan firma faaliyetine devam edebilir. Değerlendirme sonucunda aşağıdaki konular ortaya çıkar:

- Eğer varsa test önerilerinin kontrolü
- İlave bilgi istenebilir.
- Madde izne tabi olabilir.
- KKDİK'in diğer konularına bilgi / diğer mevzuata bilgi istenmesi

6. İZİN

KKDİK Yönetmeliğine göre izne tabi maddeler aşağıdaki özelliklere sahiptirler:

- SEA'ya göre kanserojen kategori 1A (H350) veya kategori
- SEA'ya göre eşey hücre mutajenitesi, kategori 1A (H340) veya kategori 1B (H340)
- SEA'ya göre üreme sistemi için toksik, kategori 1A (360) veya kategori 1B (360)
- ek-13 uyarınca kalıcı, biyobirikimli ve toksik
- 49 uncu maddede belirtilen prosedür uyarınca vaka bazında tanımlanan endokrin bozucu özellikler

Bu tür maddelere “Yüksek Öneme Haiz” maddeler de denilmektedir. Ayrıca bu kapsam içinde bulunabilecek olan aşağıdaki kullanım alanındaki maddeler izne tabi değildirler.

- Biyosidal ürün içindeki kullanımı (aktif maddeler)
- Motor yakıtı olarak kullanım
- Bitki koruma ürününde kullanım (aktif maddeler)
- Yakıt olarak kullanım

İzne tabi maddelerin listesi Ek-14’te yayımlanacaktır. Halen bu ekin içi boştur. 2024 yılında izne tabi maddeler yayımlanacaktır. Bu maddelerin belirlenmesine yönelik AB mevzuatı ve ulusal önceliklerimiz dikkate alınarak çalışmalar yapılacaktır (Ek-14).

Verilen izinde aşağıdaki hususlar yer alır:

- İznen verildiği gerçek veya tüzel kişiler;
- Madde/maddelerin ne olduğu;
- Hangi kullanımlar için izin verildiği;
- İznen verilmesi kapsamında herhangi bir koşul söz konusu ise, bu koşullar;
- Zaman-kısıtlı gözden geçirme süresi;
- Herhangi bir izleme düzenlemesi.

Yönetmeliğe göre alınan izin sürekli bir uygulama olmayıp, aşağıdaki koşullarda gözden geçirilir:

MADDE 51- (1) 50 nci maddeye göre verilen izinler, izin sahibinin zaman-kısıtlı gözden geçirmesüresinin bitiminden en az 18 ay önce gözden geçirme raporusunması şartıyla, Bakanlığın gözden geçirme kapsamında alacağı izni değiştirme veya geri geçme kararına kadar geçerlidir.

Ayrıca aşağıdaki hususlar söz konusu olursa, verilen izinler her zaman gözden geçirilebilir:

- İlk verilen iznin koşullarında, insan sağlığının veya çevrenin karşılaştığı riski veya sosyo-ekonomik etkiyi etkileyecek bir değişiklik olması halinde; veya
- Olası ikameleri hakkında yeni bilgilerin oluşması.

İzin sahiplerinin yükümlülükleri

MADDE 55-maddeyi ya da maddeyi içeren karışımı izinli kullanım için piyasaya arzdan önce etiketler ve etiket üzerinde izin numarasına yer verir.

Alt kullanıcılar

MADDE 56-(1) 46 nci maddenin ikinci fıkrasına uygun maddeyi kullanan alt kullanıcılar, maddeyi ilk tedarik etmelerinden itibaren 90 gün içinde Bakanlığa bildirimde bulunur.

Eşyalar içindeki maddelere ilişkin bilgilerin iletilmesi

MADDE 29 – (1) 47 nci maddede belirtilen kriterleri karşılayan (Yüksek Önem haiz maddeler - KMÜT) ağırlıkça % 0,1 ve üzerinde konsantrasyonlarda içeren eşyanın tedarikçisi, eşyanın alıcısına, eşyayı daha güvenli bir şekilde kullanması için maddenin ismini ve mevcut bilgiyi temin eder.

(2)KMÜT % 0,1 ve üzerinde konsantrasyonlarda içeren eşyanın tedarikçisi, talep ettiği takdirde eşyanın tüketicisine, eşyayı daha güvenli bir şekilde kullanması için maddenin ismini ve mevcut bilgiyi temin eder. İlgili talebin alınmasından sonra bilgiyi 45 gün içinde ücretsiz olarak tüketiciye iletir

7.KISITLAMA

İnsan sağlığı için risk teşkil eden ve riskleri kontrol altına alınamayan 63 adet (AB: 69 adet) kimyasal madde için kısıtlama/yasaklama şartları belirlenmiştir (Ek-17). Yönetmelikte bu konuda aşağıdaki gereksinimler getirilmiştir:

Kısıtlama getirilmesi

MADDE 57 – (1) Ek-17’de kısıtlanmış olan,

- kendi halinde,
- karışım içinde ya da
- eşya içinde bulunan madde,

kısıtlamaların koşullarına aykırı olarak imal edilemez, piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz.

Maddenin bilimsel araştırma ve geliştirme kapsamında imal edilmesi, piyasaya arz edilmesi veya kullanılması için bu koşul geçerli değildir.

Kısıtlamanın ürün ve süreç odaklı araştırma ve geliştirmeye ve muaf olan azami miktara uygulanıp uygulanmayacağı Ek-17’ye göre belirlenir.

8.ÜCRETLER

Bilindiği üzere yönetmelik gereği aşağıdaki hususlar ücrete tabidir:

- Kayıt
- Kayıt güncelleme
- Bilginin halkın erişimine açılmaması konusunda talep
- Ürün ve Süreç Odaklı Ar-Ge bildirimleri
- İzin başvurusu
- İzinlerin gözden geçirilmesi

Kayıtların başlamasına sayılı günler kala; kayıt, kayıt güncelleme, bilginin halkın erişimine açılmaması konusundaki talep ve ürün ve süreç odaklı Ar-Ge bildirimlerine ilişkin ücretlerin yer aldığı Taslak Liste yayınlanmıştır. Nihai liste 2021 yılı başında Bakanlığımız döner sermaye işletmesi birim fiyat listesinde yayınlanacaktır. İzin hükümleri 31/12/2023 tarihinde yürürlüğe gireceğinden İzin sürecine ilişkin ücretler daha sonra belirlenecektir.

Başvurularda, KOBİ’ler için azaltılmış ücretler tanımlanmıştır. Ortak kayıt yapan firmalar için de önemli bir maliyet avantajı söz konusudur. Kayda ilişkin tanımlanmış en düşük ücret; 1-10 ton arası maddenin ortak başvurusunu yapan bir mikro işletme için 50 TL; en yüksek ücret ise 1000 ton üzeri maddenin tek başvurusunu yapan bir büyük işletme için 15000 TL olarak belirlenmiştir. Ücretlere ilişkin tablolara aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz:

<https://kimyasallar.csb.gov.tr/uploads/file/KKD%C4%B0K%20%C3%BCcretler-25092020.pdf>

NÖTRALİZASYON PROSESLERİNDE TEHLİKELİ KİMYASALLAR VE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Zeynep Yilmazer Hitit, Melisa Çağla Ergun, Yağmur Gürbüzkol, Pınar Aygener, Suna Ertunç ve Bülent AKAY

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Tandoğan/ANKARA
E-mail: zyilmazer@ankara.edu.tr

ÖZET

Asit ve bazın reaksiyona girerek nötral bir ürün oluşturması olarak tanımlanan nötralizasyon tepkimesi sonucunda fosforöz asit (H_3PO_3) ve potasyum hidroksitin (KOH) girdilerinden pestisit olarak kullanılan monopotasyum fosfit (KH_2PO_3) ve dipotasyum fosfit (K_2HPO_3) tuzları oluşur. Asit ve baz depolama tanklarından pompa ve vana yardımı ile kesikli veya yarı kesikli reaktöre gönderilir ve oluşan ürün yine reaktörden kapalı bir depolama tankına vana yardımıyla alınır. Potasyum hidroksit ve fosforöz asitin reaksiyonu sırasında meydana gelen buhar oluşumları, kaynama ve sıvı asit-bazıçaramaları insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Tepkime ekzotermik olduğundan belirli bir sıcaklığın üstünde fosfin gazı (PH_3) açığa çıkmaktadır. Toksik özellikteki fosfin gazı, bertaraf edilmediğinde zehirlenmelere ve ekolojik sorunlara yol açabilir.

Verimi yüksek ürün eldesi güvenli ve sürdürülebilir bir prosesle mümkün olacağından, bu çalışma kapsamında risk yönetimi üzerine çalışılmıştır. Endüstriyel üretimi yarı kesikli bir reaktörde gerçekleştirilen nötralizasyon tepkimesinin tüm girdi ve üretim koşullarının tehlike ve riskleri belirlenmiş, nitel bir risk değerlendirme yöntemi olan Tehlike ve İşletilebilirlik (Hazard and Operability, HAZOP)yöntemi ile gerekli risk analizi yapılarak güvenlik önerileri sunulmuştur. Proses altı ana bölüme ayrılmış her bir bölüm için detaylı P&ID çizilmiş ve kimyasalların depolama, taşınma, kullanım ve tepkime esnasındaki tehlike ve riskleri ortaya konulmuştur. Risk analiz çizelgeleri oluşturulmuş ve risk çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler:Asit, Baz, Nötralizasyon, Risk Analizi, HAZOP

1. GİRİŞ

Fosforöz asit (H_3PO_3)ve potasyum hidroksitin (KOH) nötralizasyon tepkimesi sonucunda monopotasyum fosfit (KH_2PO_3) ve dipotasyum fosfit (K_2HPO_3) tuzlarının yarı kesikli reaktörde üretimi için nitel risk değerlendirme analizi olan HAZOP (tehlike ve işletilebilirlik) analizi uygulanmıştır. HAZOP analizinin uygulanmasının sebebi birçok farklı endüstride başarıyla uygulanabilmesi ve bir prosesintasarım aşamasından hizmet dışı bırakılana kadar geçen sürede tehlikeleri tanımlayan düzenli ve metodik bir süreç olmasıdır.

Verimli ürün eldesi için güvenli, sürdürülebilir ve uygulanabilir bir üretim prosesi geliştirilmesi önceliklidir. Nötralizasyon tepkimeleri kendi içerisinde çeşitli tehlike ve riskler barındırmaktadır. Fosforöz asidin potasyum tuzlarının (mono ve dipotasyum fosfit) üretim prosesi de ekzotermik (ısı açığa çıkaran) bir tepkime olduğundan, üretim boyunca reaktör

sıcaklığını yükselterek insan, bitki ve çevre için zehirli özellikteki fosfin gazının (monofosfan, PH_3) oluşmasına neden olur [1]. Fosfin gazının bertaraf edilmediği durumlarda zehirlenmelere sebebiyet vermesinin yanında ürün verimini de düşürdüğü bilinmektedir [2]. Potasyum fosfit tuzlarının üretiminde, en az tehlikeli gazların oluşumu kadar önemli başka riskler de bulunmaktadır. Güçlü baz ve zayıf asidin nötralleşme tepkimesi yarı kesikli reaktörde gerçekleştiğinde asit-baz köpürme, yanık ve sıçramasıyla birlikte reaktör patlamaları gibi önemli riskler barındırmaktadır. Bu riskler analizlenip kontrol altına alınmadığında ekonomik ve ekolojik açılardan kalıcı hasarlara yol açabilmektedir. Bu nedenle üretim tepkimesinin planlanmasından son ürün eldesine kadar olan tüm aşamalar güvenilir bir yöntemle detaylıca analizlenmeli ve oluşması muhtemel tehlike ve risklerin kontrol altına alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak, üretim prosesi incelendiğinde güvenilir risk analiz yöntemleri içerisinde HAZOP; en uygun analiz yöntemi olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada; laboratuvar ölçeğinde potasyum fosfit tuzlarının yarı kesikli reaktörde gerçekleşen üretim prosesinin HAZOP risk analiz yöntemi yardımıyla güvenli ve işletilebilir hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Teori

Endüstride mevcut olan ve/veya dışarıdan gelmesi muhtemel tehlikelerin belirlenmesi ve belirlenen bu tehlikelerden kaynaklı risklerin analiz edilerek kontrol altına alınması güvenilir ve sürdürülebilir üretim prosesi için son derece önem taşımaktadır [5]. Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP), Hata Türleri ve Etkileri Analizleri (FMEA), Olay Ağacı Analizi (ETA), Hata Ağacı Analizi (FTA) ve daha birçokları gibi risk analiz yöntemleri bulunmaktadır [6].

En yaygın risk analiz yöntemlerinden olan HAZOP, tehlike ve işletilebilirlik problemlerini tanımlayan bir yöntemdir. Başarılı bir HAZOP çalışması problemleri belirleme ve tanımlama aşamaları esnasında çözüm önerilerini de ortaya çıkarmaktadır ve ortaya çıkan bu öneriler risk analiz yönteminin sonucu olarak kaydedilmektedir.

HAZOP analizi, farklı alanlarda uzmanlığa sahip kişilerden oluşan ekip tarafından proses veya sistemin tasarımının amacından sapmalarının araştırılması olarak ifade edilebilir. Yaklaşım multidisipliner ekibin sistem tasarımını, önceden belirlenmiş kılavuz kelimelerle ve ekip liderinin deneyimine dayalı bir sırayı takip ederek ‘beyin fırtınası’ yaptığı bir dizi toplantıda sistemi gözden geçirmesine dayanır. HAZOP analizi, farklı deneyimlere sahip birkaç uzmanın ayrı çalışıp daha sonra sonuçları birleştirmesinden önce, beraber etkileşime girerek sorunları daha iyi tanımlayabileceği ilkesine dayanmaktadır. Yöntem bir prosesin/sistemin tam bir tanımını yaparak tasarımın amacından nasıl saptığını ortaya çıkarabilmek için her parçasını sistematik olarak sorgular ve bulunan sapmaların tesisin/sistemin güvenli ve verimli çalışması üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olup olmayacağına dair bir değerlendirme yapar [7].

HAZOP analizi; sistemin tehlikelerini tanımlamak için kılavuz kelimeleri ve sistem diyagramlarını, tasarım temsil eden tüm çizim ve şekiller; proses akış diyagramları (PFD) ve proses ve enstrümantasyon diyagramları (P&ID) vb.. kullanır. Yöntem; daha, az, yok, hiç vb. sıfatlar gibi kılavuz kelimeler ve sistem parametreleri olan hız, akış, basınç vb. gibi sistem koşullarıyla ilişkilendirilerek prosesin tasarım amacından sapmasıyla oluşan tehlikelerin ve risklerin bulunmasını sağlar.

HAZOP analizi; sistemler, montajlar, yazılımlar, prosedürler, çevre ve insan hatasına uygulanabilir analiz kapsamıyla her tür sistem ve ekipman için geçerlidir. HAZOP analizi;

konsept tasarım, gelişmiş tasarım ve detaylı bileşen tasarımı gibi sistem tasarımının farklı seviyelerinde uygulanabilir. Analiz tekniği, tasarım geliştirme aşamasında olan bir sisteme rahatlıkla uygulanabilir ve böylece güvenlik sorunları tasarım sürecinin ilk aşamalarında belirlenebilir. HAZOP dünyada kimya tesisleri, nükleer enerji santralleri, petrol platformları ve raylı sistemlere başarıyla uygulanmıştır. [7].

2.2 Metodoloji

HAZOP çalışmasının temel amacı potansiyel olarak tehlikeli senaryoları belirlemek olduğundan, potansiyel bir problem ortaya çıkarsa ekip bir çözüm tasarlamaya çalışmak için fazla zaman harcamamalıdır. Bir sorunun çözümü açıksa ekip önerilen bu çözümü HAZOP analizinde sonuç olarak belgelemelidir.

HAZOP analizi, bir sistemin parametreleri listesi ile kılavuz kelimeler listesinin karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilir. Sistem parametrelerinin ve kılavuz kelimelerin oluşturulması ve tanımlanması HAZOP analizinin en önemli adımlarıdır. Bu süreç, tasarım amacından olası sistem sapmalarının ve ortaya çıkan tehlikelerin tanımlanmasını sağlar. Amaçlanan tasarımdan sapmalar, kılavuz kelimenin ve proses parametresi (değişkeni) ile birleştirilerek oluşturulur. Diğer bir deyişle: Kılavuz kelime + Parametre (değişken) = Tasarımda Sapma şeklinde özetlenebilir.

Bir HAZOP analizi için gereken hazırlık miktarı, tesisin/sistemin boyutuna ve karmaşıklığına bağlıdır. Tipik olarak gerekli veriler, hat diyagramları, akış diyagramları, tesis düzenleri, imalat çizimleri, işletim talimatları, alet sıra kontrol çizelgeleri, mantık diyagramları ve bilgisayar kodu şeklinde çeşitli doküman ve çizimlerden oluşur. HAZOP analizi normalde multidisipliner bir ekip tarafından yürütülür ve üyeler; tasarım, işletim, bakım, sağlık ve güvenlik konularında bireysel bilgi ve deneyimleri ile seçilir. Tipik bir ekip, her bir ekip üyesinin tesisin/sistemin nasıl çalışacağı konusunda ayrıntılı bilgiye sahip olan 4 ile 7 üyeye sahiptir.

Ekip liderinin HAZOP tekniğinde uzman olması gereklidir. Ekip liderinin çalışmayı doğru bir şekilde yönlendirmek için yeterli teknik bilgiye sahip olması gerekir, ancak teknik bir katkıda bulunması beklenmemelidir. Ekip liderinin rolü, ekibin prosedürü takip etmesini sağlamak olup, tarafsız bir kişi olması tavsiye edilir. Birçok HAZOP çalışması 5 ile 10 toplantı arasında tamamlanabilir. Ancak büyük bir proses için sistemin farklı bölümlerinde paralel olarak çalışan 2 veya 3 takımla birlikte birkaç ay sürebilir. HAZOP analizi oldukça büyük kaynaklar gerektirir. HAZOP analizi herhangi bir kuruluşa ilk kez uygulanacaksa tekniğin uygun olup olmadığını ve başarılı bir şekilde uygulanabileceğini anlamak üzere sistemdeki 1 veya 2 probleme öncelikle uygulanır [7].

2.3 Tasarım Temsili

Tasarım temsili; tasarımcının amacını, tasarımın neden yapıldığını fiziksel ya da mantıksal modelleme ile anlatmasıdır. Fiziksel olarak bir çizim veya şema sistemi ifade eder. Mantıksal modelleme ise sistem öğeleri arasındaki mantıksal ilişkileri ve bileşenlerin nasıl çalışması gerektiğini anlatır. Kapsamlı bir HAZOP analizinde hem fiziksel hem de mantıksal tasarım temsilleri kullanılır [7].

2.4 Sistem Parametreleri

Bir sistemin doğru çalışması, tasarım değerlerini koruyan etkileşimlerin ve bileşenlerin parametreleri tarafından belirlenir. HAZOP analizinin arkasındaki prensip parametrelerin

tasarımın amacından saptığı zamandaki değişimleri incelenerek tehlikelerin tanımlanmasıdır. Çizelge 1’de parametre örneklerine yer verilmiştir [8].

2.5 Kılavuz Kelimeler

Kılavuz kelimeler, potansiyel sapmaları belirlemeye ve süreci yönlendirmeye yardımcı olur. Kılavuz kelimeler farklı endüstrilerin değişik aşamalarında farklı yorumlanabilir. Çizelge 2’de Kılavuz kelime örneklerine ve anlamlarına yer verilmiştir [8].

Çizelge 1. Sistem Parametre örnekleri [8].

Akış (gaz, sıvı, elektrik)	Sıcaklık
Basınç	Seviye
Reaksiyon	Viskozite
Korozyon	Titreşim
Karıştırma	Yoğunluk

Çizelge 2. Kılavuz Kelimeler için örnekler [8]

Yok	Tasarımın amacı gerçekleşmez (örneğin; Akış yok) veya operasyonel amaç elde edilemez (İzolasyon yok).
Az	Tasarımın amacında nicel bir azalma meydana gelir (örneğin; Basınç olması gerektiğinden daha az).
Çok	Tasarımın amacında nicel bir artma meydana gelir (örneğin; Sıcaklık yüksek).
Ters	Tasarım amacının tersi gerçekleşir (örneğin; Akış ters).

HAZOP analizi, tasarım amacından sapmaların araştırılmasına dayandığından, bu kavramı anlamak önemlidir. Tüm prosesler bir amaç göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Bir endüstriyel sistem için amaç, belirli bir kimyasalın yılda belirli bir tonajda üretilmesi, belirli sayıda arabanın üretilmesi, belirli hacimde atık suyun işlenmesi ve bertaraf edilmesi vb. olabilir. Bu sistemin birincil amacıdır. İkincil amacı ise sistemi mümkün olan en güvenli ve verimli şekilde işletmektir [7].

Analiz sonucunda bir çalışma sayfası hazırlanır. Analiz çalışma sayfasının biçimi kritik olmasa da analizde odaklanmayı ve yapıyı korumaya yardımcı olur. HAZOP analiz toplantıları, öncelikle farklı öğelerin ve işlemlerin kaydedildiği HAZOP analizi çalışma sayfalarında rapor edilir ve tipik olarak sütun tipi çalışma sayfaları kullanılır. Bu çalışmada yapılan HAZOP analizinde sütunlu çalışma sayfası formatı kullanılmıştır [7].

3. METERYAL ve METOT

Potasyum hidroksit ve fosforöz asit yarı kesikli reaktörde monopotasyum fosfit ve dipotasyum fosfit tuzlarını oluşturur. Asit ve baz tanklarından çözeltiler ayarlı pompalar ile reaktöre gönderilir. Reaktörde nötralizasyon tepkimesi sonucunda oluşan sıvı gübre vana yardımı ile kapalı depolama tankına alınır.

Sistemde kullanılan kimyasalların ve ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Zararlılık ve önlem ifadeleri Çizelge 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Nötralizasyon reaksiyonu için fosforöz asit ve potasyum hidroksit çözeltilerigirdi oranları 1:1.5M olacak şekilde stok çözeltilerden hazırlanmıştır.

Tepkime asit sıçraması riski barındırdığından güvenli ve kontrollü bir proses gerçekleştirilmesine önem verilmiştir. Fosfonik asit elde edilirken çözünürlüğe çok yakın bir değerde çözeltiler hazırlandığından belirli bir süre sonra çözünme zorlaşmaktadır. Çözünmeyi kolaylaştırmak için manyetik karıştırıcı üzerinde devamlı ısıtılarak ve karıştırılarak fosfonik asit çözeltileri hazırlanmıştır.

Deney gerçekleştirilirken olası tehlikeler için gözlemler yapılmıştır ve HAZOP analizi için çalışma sayfaları oluşturulmuştur. Analiz için sistem; besleme tankı, besleme hattı, reaktör ve depolama tankı olarak 4 bölüme ayrılmıştır. Yarı kesikli reaktör sisteminin P&ID çizimi Şekil 1'de gösterilmiştir. P&ID üzerindeki göstergeler ve açılımları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 3. Potasyum Hidroksit, Fosforöz Asit ve Fosfin Gazının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri[9-11].

Özellikler	Potasyum Hidroksit	Fosforöz Asit	Fosfin
Moleküler Ağırlık (g/mol)	56.106	81,996	33.99
Yoğunluk (g/cm³)	2.04	1,651	1.53
Kaynama Noktası (°C)	1324	200	-87.7
Erime Noktası (°C)	380	70,1	-132.88
Moleküler Formül	KOH, HKO	H ₃ PO ₃ , H ₃ O ₃ P	PH ₃
Çözünürlük (Su İçinde)	85 g/100 ml (-23.2 °C) 97 g/100 ml (0 °C) 121 g/100 ml (25 °C) 138.3 g/100 ml (50 °C) 162.9g/100ml (100 °C)	392.2 g/100 ml (-16.3 °C) 369.4 g/100 ml (0.5 °C) 446 g/100 ml (14.95 °C)	Suda az çözünür. Reaksiyon oluşturur.
Parlama Noktası	Yanıcı değildir.	200 °C	38°C

Çizelge 4. Monopotasyum Fosfit ve Dipotasyum Fosfitin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri [12, 13].

Özellikler	Monopotasyum Fosfit	Dipotasyum Fosfit

Moleküler Ağırlık (g/mol)	120.086	159
Yoğunluk (g/cm³)	1.4	1.45
Moleküler Formül	KH ₂ PO ₃	K ₂ HPO ₃
pH Aralığı	6.0	6-6.5

Çizelge 5. Fosforöz Asitin Zararlılık ve Önlem İfadeleri [14].

Zararlılık ifadeleri	
H290	Metalleri aşındırabilir.
H314	Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına yol açar.
Önlem ifadeleri	
P280	Koruyucu eldiven/koruyucu kıyafet/göz koruyucu/yüz koruyucu kullanın.
P301 + P330 + P331	Yutulduğunda: Ağızınızı çalkalayın. İstifra etmeye çalışmayın.
P305 + P351 + P338	Göz ile temas halinde: Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın. Takılı ve yapması kolaysa, kontak lensleri çıkartın. Durulamaya devam edin.
P308 + P310	Maruz kalmış veya ilgili ise: Hemen Zehir Merkezi veya doktora başvurunuz.

Çizelge 6. Potasyum Hidroksitin Zararlılık ve Önlem İfadeleri [15].

Zararlılık İfadeleri	
H290	Metaller için aşındırıcı
H302	Yutulduğunda zararlı
H314	Ciddi cilt yanıkları ve göz hasarına yol açar
Önlem ifadeleri	
P280	Koruyucu eldiven/koruyucu kıyafet/göz koruyucu/yüz koruyucu

	kullanın.
P332+P352	Deri ile temas halindeyse: Bol su ile yıkayın
P305+P351+P338	Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın. Takılı ve yapması kolaysa, kontak lensleri çıkartın. Durulamaya devam edin
P310	Maruz kalmış veya ilgili ise: Hemen Zehir Merkezi veya doktora başvurunuz.

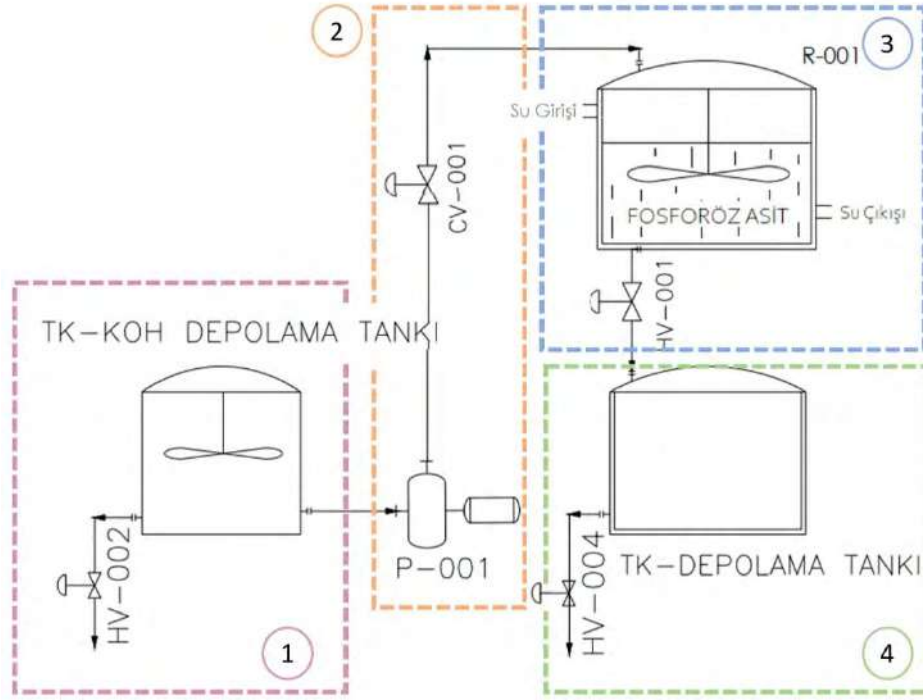
Çizelge 7. Fosfin Gazının Zararlılık ve Önlem İfadeleri [16].

<i>Zararlılık ifadeleri</i>	
H220	Aşırı yanıcı gaz
H250	Havayla kendiliğinden tutuşabilir.
H314	Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına yol açar
H330	Solunduğunda ölümcüldür
H300	Yutulması halinde ölümcüldür
H400	Sucul ortam için çok toksik
<i>Önlem ifadeleri</i>	
P260	Gazı solumayın
P271+P403	Yalnızca açık havada veya iyi havalandırılan bir yerde kullanın ve saklayın
P273	Çevreye salınımından kaçının
P280+P284	Koruyucu eldiven, koruyucu giysi, göz koruması, solunum koruması ve/veya yüz koruması kullanın
P337	Sızan gaz yangını: Sızıntı güvenli bir şekilde durdurulmadıkça söndürmeyin.
P405	Kapalı alanda saklayın

Çizelge 8. Yarı Kesikli Reaktör Sistemi Göstergeleri ve Açılımları.

Gösterge	Gösterge Açılımı
HV-001	Reaktör çıkışı ürün el vanası
HV-002	Potasyum hidroksit çözeltisi el vanası
HV-004	Ürün alma el vanası

CV-001	Potasyum hidroksit çözeltisi besleme kontrol vanası
TK-KOH depolama tankı	Potasyum hidroksit depolama tankı
TK-Ürün depolama tankı	Ürün (sıvı gübre) depolama tankı
P-001	Potasyum hidroksit çözelti pompası
R-001	Yarı kesikli reaktör



Şekil 1. Yarı Kesikli Reaktör Sistemi P&ID Çizimi

4. BULGULAR

Yarı kesikli reaktör sisteminde sıvı gübre üretimi dört bölümde incelenerek HAZOP risk analizi uygulanmıştır. HAZOP analizi çalışma sayfaları Çizelge 9, 10, 11 ve 12'de verilmiştir.

Çizelge 9. KOH Çözeltisi Depolama Tankı HAZOP Analizi Çalışma Sayfası

Öge: KOH çözeltisi depolama tankı						
Amaç: KOH çözeltisini depolamak						
Parametre	Kılavuz kelime	Neden	Sonuç	Tehlike	Risk	Öneri
Seviye	Yüksek	Karıştırıcının çalışmamasıyla KOH çözeltisinin katılaşıyor	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asitin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Karıştırıcı düzenli olarak kontrol edilmeli.

		boru bağlantı noktalarını tıkaması				
Seviye	Yüksek	İnsan hatası, tankta yer olmadan KOH boşaltmak	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2C	Seviye sensörü takılmalı ve düzenli kontrol edilmeli.
Seviye	Yüksek	CV1 vanasının kapalı konumda kalması	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana düzenli kontrol edilmeli. Seviye ölçer takılmalı. Düşük seviye alarmı takılabilir.
Seviye	Yüksek	HV2 vanasının kapalı konumda kalması	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana kontrol edilmeli. Seviye ölçer takılmalı.
Seviye	Düşük	CV1 vanasının açık konumda kalması	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana düzenli kontrol edilmeli. Seviye ölçer takılmalı.
Seviye	Düşük	İnsan hatası, yeterli besleme yapılmaması	Çalışma alanına reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2C	Çalışan sistemle ilgili bilgilendirilmeli.
Seviye	Düşük	HV2 vanasının açık konumda kalması	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana kontrol edilmeli. Seviye ölçer takılmalı.
Derişim	Düşük	İnsan hatası, tanka derişimi düşük KOH eklenmesi	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Üretim verimi düşer.	2C	Personel bilgilendirilmeli, tanka yükleme yapılmadan derişim kontrol edilmeli.
Karıştırma	Yok	Karıştırıcının mekanik hatasından karıştırmanın durması	KOH çözeltisi katılarak boru bağlantı noktalarını tıkar. Çalışma alanına reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı.	2D	Karıştırıcı mekanizması düzenli olarak kontrol edilmeli.
Korozyon	Var	KOH çözeltisinin depolama tankı metalini aşındırması	Çalışma alanına KOH'in salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Ekipman hasarı.	2D	Depolama tankı düzenli olarak kontrol edilmeli.

Çizelge 10. Reaktöre KOH Çözeltisi Besleme Hattı HAZOP Analizi Çalışma Sayfası

Öge: Reaktöre KOH çözeltisi besleme hattı						
Amaç: Reaktöre KOH çözeltisini reaktöre beslemek						
Parametre	Kılavuz kelime	Neden	Sonuç	Tehlike	Risk	Öneri
Akış	Yok	İnsan hatası, depolama tankında KOH yok	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2C	Akış ölçer takılmalı ve düzenli kontrol edilmeli, Çalışan prosesle ilgili bilgilendirilmeli.
Akış	Yok	CV1 vanasının kapalı konumda kalması	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana kontrol düzenli edilmeli.

Akış	Yok	KOH besleme borusunda çatlaklık olması	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Ekipman hasarı.	2D	Borular düzenli kontrol edilmeli.
Akış	Yok	KOH çözeltisinin katılarak besleme borusunu tıkanması	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Borular düzenli kontrol edilmeli.
Akış	Az	Boru bağlantı noktalarındaki gevşeklikten sızan KOH	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Boru bağlantı noktaları düzenli kontrol edilmelidir.
Akış	Az	CV1 vanasının aşınmasıyla sızıntı	Çevreye potansiyel KOH salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Ekipman hasarı.	2D	Vana kontrol düzenli edilmeli.
Akış	Az	P01 pompasının yanlış kalibrasyonu ile az KOH basılması	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Pompa kalibrasyonu düzenli olarak kontrol edilmeli.
Akış	Çok	P01 pompasının yanlış kalibrasyonu ile fazla KOH basılması	Çevreye reaksiyona girmemiş KOH'in potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Pompa kalibrasyonu düzenli olarak kontrol edilmeli.
Korozyon	Var	KOH çözeltisinin metal boruyu aşındırması	Çevreye reaksiyona girmemiş KOH'in potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Ekipman hasarı.	2D	Borular düzenli kontrol edilmeli.

Çizelge 11. Yarı Kesikli Reaktör HAZOP Analizi Çalışma Sayfası

Öge: Yarı kesikli reaktör

Amaç: KOH ve fosforöz asiti karıştırarak nötralizasyon reaksiyonu gerçekleştirmek

Parametre	Kılavuz kelime	Neden	Sonuç	Tehlike	Risk	Öneri
Karıştırma	Yok	Karıştırıcıda mekanik bir hata	Karıştırma olmaması sonucu çevreye depolama tankından reaksiyona girmemiş KOH ve fosforöz asitin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Karıştırıcı düzenli olarak kontrol edilmeli, karıştırıcının çalışmadığı durular için alarm takılmalı ve kapalı bir depolama tankı kullanılabilir.

Karıştırma	Yok	İnsan hatası, personelin karıştırıcıyı çalıştırmayı unutması	Karıştırma olmaması sonucu çevreye depolama tankından reaksiyona girmemiş KOH ve fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2C	Personel bilgilendirilmeli, karıştırıcının çalışmadığı durular için alarm takılmalı, böyle durular için yeterli havalandırmanın olduğundan emin olunmalı ve kapalı bir depolama tanklı kullanılmalı.
Sıcaklık	Yüksek	Yetersiz soğutma	Yüksek sıcaklık ile oluşan fosfin gazının çevreye salınımı ve potansiyel patlama	Personelde zehirlenme ve ortamda potansiyel patlama ile ölüm ve ciddi yaralanma. Ekipman hasarı.	1D	Fosfin gazının oluşmaması için yapılan anlık soğutma işlemi düzenli ve kontrol edilerek yapılmalı ve fosfin gazı salınımı durumları için alarm takılabilir.
Basınç	Çok	Reaktöre fazla besleme sonucu termal kaçak	Patlama	Personelde ciddi yaralanma ve ölüm. Çevre ve ekipmanlarda ciddi hasar.	1D	Tanka fazla besleme yapılmaması için proses personel tarafından iyice öğrenilmeli. Basınç tahliye vanası takılmalı.
Seviye	Yüksek	HV1 vanasının kapalı konumda bozulması	Çevreye tankından reaksiyona girmemiş KOH ve fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı	2D	Vana düzenli olarak kontrol edilmeli.
Korozyon	Var	Reaktörde fosforöz asidin metali aşındırmasıyla sızıntı	Çevreye reaksiyona girmemiş fosforöz asidin potansiyel salınımı	Personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı. Ekipman hasarı. Üretim verimi düşer.	2D	Reaktör düzenli olarak aşınmalara karşı kontrol edilmeli.

Çizelge 12. Ürün Depolama Tankı HAZOP Analizi Çalışma Sayfası

Öge: Ürün depolama tankı						
Amaç: Monopotasylum fosfit ve dipotasylum fosfit depolamak						
Parametre	Kılavuz kelime	Neden	Sonuç	Tehlike	Risk	Öneri
Seviye	Çok	HV3 vanasının kapalı konumda bozulması	Taşma sonucu çevreye Monopotasylum fosfit ve dipotasylum fosfit salınımı	Ciltte hafif bir irritasyona neden olur.	3D	Vana düzenli olarak kontrol edilmeli.

Seviye	Az	HV3 vanasının açık konumda bozulması	Çevreye Monopotasylum fosfit ve dipotasylum fosfit salınımı	Ciltte hafif bir irritasyona neden olur	3D	Vana düzenli olarak kontrol edilmeli.
Seviye	Az	Boru bağlantı noktalarında gevşeklik	Çevreye Monopotasylum fosfit ve dipotasylum fosfit salınımı	Ciltte hafif bir irritasyona neden olur. Ürün kaybı.	3D	Boru bağlantı noktaları düzenli kontrol edilmeli.

5.TARTIŞMA ve DEĞERLENDİRME

Yarı kesikli laboratuvar ölçekli reaktör sistemi ile nötral pestisit üretiminde olası tehlikeler ve riskler HAZOP analizi uygulanarak belirlenmiş ve sütun formatlı çalışma sayfalarında gösterilmiştir. Sistem dört bölümde incelenmiştir. İlk bölüm olan potasyum hidroksit çözeltisi depolama tankında yapılan analizde seviyenin yüksek veya düşük olması olayı ortaya çıkabilmektedir ve olası tehlikeleri personelde ciddi cilt yanıkları ve göz hasarı olarak değerlendirilmiştir. İnsan hataları, mekanik hatalar ve potasyum hidroksitin korozif bir madde olduğu göz önünde bulundurulmuştur. Reaktöre potasyum hidroksit besleme hattı için yapılan analizde genellikle akışın olmaması, az veya çok olması Çizelge 10’da belirtilen nedenlerden dolayı besleme hattı için olası tehlikeleri ortaya çıkarmıştır ve potasyum hidroksitin korozif olmasının besleme hattına zarar verebileceği de göz önünde tutularak besleme hattı risk analizi tamamlanmıştır. Potasyum hidroksit ve fosforöz asitin reaksiyonu ekzotermiktir ve oldukça tehlikelidir. Yarı kesikli reaktörde reaksiyon sırasında sıcaklığın yükselmesi fosfin gazının salınımına neden olur. Uygun soğutma sağlanmaz ise fosfin gazının tutuşması veya patlamasıyla personelde ölüme kadar varabilecek tehlikeler ortaya çıkabilir. Aynı tehlikeler basıncın artmasıyla da ortaya çıkabilmektedir. Reaksiyon gerçekleşirken patlamalar ve sıçramalar reaktörde aşınmaya neden olur, bu da uzun vadede ekipman hasarına ve ürün veriminin düşmesine sebebiyet vermektedir. Yarı kesikli reaktör içindeki karıştırıcının Çizelge 11’de belirtilen nedenlerden dolayı çalışmaması ciddi tehlikelere yol açabilmektedir. Son bölüm olan ürün depolama tankında Çizelge 12’de belirtilen nedenlerden dolayı vanaların ve boru bağlantı noktalarındaki bir sorun ürün kaybına yani ürün veriminin düşmesine neden olabilir. Her bir bölüm için yapılan HAZOP analizinde ortaya çıkarılan her bir olası tehlike ve risk için gerekli öneriler düşünülmüş ve sunulmuştur. Bu koşullara dikkat edilerek çalışılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- [1]Chaudhry M.Q. 2000. Phosphine resistance. Pesticide Outlook 11(3):88-91.
- [2]Hashimoto S., Fujiwara K., Fuwa K.1985. Determination of phosphate ion by gas chromatography with the phosphine generation technique. Anal. Chem. 1985, 57, 7, 1305–1309.
- [3] Uzun R.Ç, Utlu Z. Elektrometal Kaplama İşlemlerinde Hazop Risk Değerlendirmesi: Örnek Uygulama (2015). CBU J. of Sci., Volume 11, Issue 2, p 279-286.
- [4]Andaç, M. Risk analizi ve yönetimi. „Ajans-Türk Gazetecilik Matbaacılık İnsaat Sanayi A.Ş., 5-6 sayfa, 2014

[5]Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Risk değerlendirme Yönetmeliği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2012 Resmi Gazete Sayısı: 28512, ANKARA

[6]J r mie Guiochet. Hazard analysis of human–robot interactions with HAZOP–UML. Safety Science, Elsevier, 2016, 84, pp. 225-237. fahal-01271565f

[7]Clifton A. Ericson, ‘Hazard Analysis Techniques For System Safety’, A John Wiley & Sons, Virginia (2005), p:365-379

[8] Center for Chemical Process Safety, ‘Guidlines for Hazard Evaluation Procedures’, Third Ed., A John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, (2008), p:115-129

[9] National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 14797, Potassium hydroxide. Erişim Tarihi: 10.03.2021

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-hydroxide>

[10] National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 107909, Phosphorous acid. Erişim Tarihi: 10.03.2021

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phosphorous-acid>

[11] National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 24404, Phosphine. Erişim Tarihi: 10.03.2021

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phosphine>

[12] National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 23701737, Monopotassium phosphite. Erişim Tarihi: 10.03.2021

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Monopotassium-phosphite>

[13] National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 21889738, Dipotassium phosphite. Erişim Tarihi: 10.03.2021

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dipotassium-phosphite>

[14] Phosphorous Acid; MSDS No. 13598-36-2, Fisher Scientific, 14.05.2010, Erişim Tarihi: 09.03.2021

<https://www.fishersci.com/store/msds?partNumber=AC201155000&productDescription=PHOSPHOROUS+ACID%2C+98%25+500GR&vendorId=VN00032119&countryCode=US&language=en>

[15] Potasyun Hidroksit; MSDS No. 105033, Merck İlaç Ecza ve Kimya Tic.A.Ő., 25.02.2021, Erişim Tarihi: 10.03.2021

https://www.merckmillipore.com/TR/tr/product/msds/MDA_CHEM-105033

[16]Phosphine; MSDS No. 7803-51-2, AIR LIQUIDE GAS AB, 30.0.2021, Erişim Tarihi: 10.02.2021

<https://www.lindeus.com/-/media/corporate/praxairus/documents/sds/phosphine-ph3-safety-data-sheet-sds-p4643.pdf?la=en>

PROSES GÜVENLİĞİNDE RISK MÜHENDİSLİĞİ

Onur Andaç KARA

andackara@adatekna.com.tr

ÖZET

Risk Mühendisliği, toplam risk maliyetinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve risklerin mühendislik yaklaşımıyla önceliklendirilmesi için yapılan faaliyetlerdir. Kuruluşlar için varlığın durumunu belirlemek, taşıdığı riski finansal terimlerle tarif etmek ve toplam risk maliyetini yönetmek kritik önem taşır.

Risk Mühendisliği kapsamında uygulanan risk etüdünün amacı, tesisin üretime doğrudan etkileyen departmanlarını ayrı ayrı analiz ederek, her departmanın riskini finansal terimlerle tarif etmektir. Risk etüdüyle ortaya konulan bilgi, riskin ve önlemek için alınacak önlemlerin karşılaştırılabilir olmasını sağlar. Bu sayede önceliklendirme ve planlama yapmak mümkün hale gelir.

Kanıta dayalı risk mühendisliği ile tesisin risk haritası çıkarılır, risk kabul stratejisi güncellenir, risk algısı geliştirilir ve güvenlik yatırımlarının planlanabilmesi için veri sağlanabilir.

Bu bildirinin amacı, risk etüdünün bir proses güvenliği aracı olarak kullanılabilirliğini ve faydalarını tartışmaktır.

Anahtar Kelimeler: risk mühendisliği, risk etüdü, risk bilgisi, risk maliyeti, ALARP, finansal analiz

PROSES GÜVENLİĞİNDE TEHLİKE TANIMLAMA VE RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Abdullah ANAR

ANAR Bulgaria
a.anar@anar.com.tr

ÖZET

Proses güvenliği yönetimi, önemi gittikçe artan bir konu olarak hem dünyada hem de Türkiye’de konuşulmaktadır. Proses güvenliğini yönetmek adına çeşitli kurum veya kuruluşlar bazı önermeler yapmışlardır. Bunların bazıları yasal yükümlülük halini de almıştır. Türkiye’de Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Yönetmeliği[1] çerçevesinde güvenlik yönetim sistemi ve ABD’de OSHA (Occupational Safety and Health Administration)’nın 14 bileşenli yapısı [2] belirlenmiş bir kapsama giren işletmeler için zorunludur. Bazı organizasyonlar ise yasal zorunluluk olmasa dahi çeşitli bileşen yapıları ile proses güvenliği yönetimine önermeler yapmışlardır. Bileşen yapıları birbirinden uzak yapılar değildir. Proses güvenliği işletmeyi üretim güvencesi açısından da ilgilendirmekte olduğu için kapsama girmeyen bazı firmalar bir bileşen sistemi benimseyerek proses güvenliğini yönetmeye çalışmaktadır. Tüm bileşen yapılarında ortak olan konu ise, işin biraz kalbi sayılacak “Tehlike Tanımlaması ve Risk Değerlendirmesi” dir. Bu bildiri, bu konuyu bilgi birikimi, uygulama eksikleri ve uygulama sorunları açısından değerlendirecektir.

Anahtar Kelimeler : Tehlike, risk, tehlike tanımlama ve risk değerlendirme yöntemleri, proses güvenliği.

1. GİRİŞ

1.1. Tesis Yaşam Çevrimi

Proses Güvenliğinde tehlike tanımlaması ve risk değerlendirmesi konusunu, tesisin proses ömrünün her aşaması için değerlendirmek lazım. Bir proses ömrünün farklı aşamalarında tipik tehlike değerlendirme hedefleri şöyledir. [3]

1. Araştırma ve Geliştirme
 - 1.1. Kontrolde çıkan reaksiyonlara, yangınlara, patlamalara veya zehirli gaz salınımına neden olabilecek kimyasal reaksiyonların veya etkileşimlerin belirlenmesi.
 - 1.2. Proses güvenlik verileri ihtiyaçlarının belirlenmesi.
2. Kavramsal tasarım
 - 2.1. Yapısal güvenlik için fırsatları belirlenmesi
 - 2.2. Potansiyel tesislerin tehlikelerinin karşılaştırılması
 - 2.3. Tesis yerleşim planı için veriler oluşturma
3. Pilot tesis
 - 3.1. Çevreye boşalabilecek tehlikeli maddelerin belirlenmesi
 - 3.2. Domino etkisi potansiyelinin düşürülmesi, buna neden olacak unsurların etkisizleştirilme araştırmaları.

- 3.3. Potansiyel olarak tehlikeli operatör arayüzlerini belirlenmesi
- 3.4. Tehlikeli atıkları en aza indirmenin yollarının belirlenmesi
4. Detay mühendislik
 - 4.1. Proses ekipmanının içinde yanıcı bir karışımın oluşmasının yollarının belirlenmesi
 - 4.2. Raporlanacak ciddiyette bir sızıntının nasıl oluşacağını belirlenmesi
 - 4.3. Hangi proses kontrol arızalarının kontrol dışı reaksiyonlara neden olacağını belirlenmesi
 - 4.4. Tehlikeli madde envanterlerini azaltmanın yollarının belirlenmesi
 - 4.5. Tasarlanan önlemlerin, kabul edilebilir, gerekli veya ALARP düzeyindeki süreç risklerini kontrol etmek için yeterli olup olmadığının değerlendirilmesi
 - 4.6. Düzenli olarak test edilmesi, denetlenmesi veya bakımının yapılması gereken güvenlik açısından kritik ekipmanların belirlenmesi
5. İnşaat ve devreye alma
 - 5.1. Başlatma ve çalıştırma prosedürlerinde hata olasılığı yüksek durumların belirlenmesi
 - 5.2. Önceki tehlike değerlendirmelerindeki tüm sorunların tatmin edici bir şekilde çözüldüğünün ve yeni sorunların ortaya çıkmadığının doğrulanması
 - 5.3. Bitişik birim veya tesislerin inşaat ve bakım çalışanları için oluşturabileceği tehlikelerin belirlenmesi
 - 5.4. İç ve dış Endüstriyel temizleme prosedürleriyle ilgili tehlikelerin belirlenmesi
 - 5.5. Yerleşik ekipman ile tasarım çizimleri arasındaki tutarsızlıkların belirlenmesi
6. Rutin çalışma
 - 6.1. İşletim prosedürleriyle ilişkili çalışan tehlikelerinin belirlenmesi
 - 6.2. Aşırı basınç geçişinin oluşabileceği yolların belirlenmesi
 - 6.3. Operasyonel deneyimi hesaba katmak için önceki tehlike değerlendirmesinin güncellenmesi
 - 6.4. Hizmet dışı ekipmanla ilişkili tehlikelerin belirlenmesi
7. Proses değişikliği veya tesis genişletme
 - 7.1. Hammadde bileşimini değiştirmenin yeni tehlikeler yaratıp yaratmayacağını veya mevcut tehlikeleri kötüleştirip kötüleştirmeyeceğinin belirlenmesi
 - 7.2. Yeni ekipmanla veya ekipman değişimi ile ilişkili tehlikelerin belirlenmesi
8. Hizmetten çıkarma
 - 8.1. Yıkım çalışmasının bitişik birimleri nasıl etkileyebileceğinin belirlenmesi
 - 8.2. Kapatıldıktan sonra üniteye kalan kalıntılarla ilişkili yangın, patlama veya toksik tehlikelerin tanımlanması

Basitleştirmek adına tesis yaşam sürecini 5 adım olarak özetledik.

1. İlk tasarım (Conceptual Design)
2. Son tasarım (Final Design)
3. Devreye alma öncesi (Pre-commissioning)
4. Devreye alma (Commissioning)
5. İşletme süreci (Operation)
6. Değişiklik yapılması (Modification)
7. Devreden çıkarma veya hurdaya ayırma (Decommissioning)

Proses güvenliği için tehlike tanımlaması ve risk değerlendirmesi tüm bu aşamalarda birbirini besleyecek ve takip edecek şekilde tutarlı bir yapıda yapılmalıdır. Yapılan her çalışma, çalışmaya esas veriler, kabuller veya şartlar değiştiğinde güncellenmelidir.

1.2. Yöntemler

Öne çıkan belli başlı tehlike tanımlama ve risk değerlendirme yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

- HAZID – Tehlike Tanımlama
- HAZOP – İşletilebilirlik Tehlikeleri
- LOPA – Koruma Katmanları Analizi
- Papyon (Bowtie) - Hata Ağacı Analizi + Olay Ağacı Analizi
- Olay Ağacı Analizi (Tek başına kullanımı)
- What-if – Olsa ne olur
- FERA yada FEHA – Yangın ve Patlama Risk Analizi
- QRA – Kantitatif Risk Analizi
- FME(C)A – Hata Türleri ve Etkileri (Kritiklik) Analizi
- İndeks Yöntemleri
 - Dow FEI Index – Yangın Patlama İndeks Yöntemi
 - HIRA FEDİ – Tehlike Tanımlama Risk Analizi Yangın Patlama Hasar İndeksi
 - HIRA TEDİ - Tehlike Tanımlama Risk Analizi Zehirlenme Hasar İndeksi

Risk değerlendirmeleri genel olarak, olasılık, sıklık, fark edilebilirlik ve etki parametrelerini kullanır. Kontrol listesi mantığına benzer yaklaşımlar da vardır. Olasılık belirlenirken parça sayma, etki belirlenirken sonuç modelleme ve zayıflık kavramı da önemli risk değerlendirme unsurlarıdır.

1.3 Yöntemler ve Tesis Yaşam Çevrimi

Kesin bir liste olmamak ile beraber ya da bu listenin kesinliğini iddia etmemekle beraber literatür aşağıdaki uygulamayı benimsemektedir.

1. İlk tasarım (Conceptual Design) : HAZID, FTA (HAA), SIL Hedefi belirleme
2. Son tasarım (Final Design) : HAZOP, LOPA, SIL Belirleme
3. Devreye alma öncesi (Pre-commissioning) : HAZOP, LOPA, BowTie
4. Devreye alma (Commissioning) : HAZOP, SIL doğrulama, FMEA
5. İşletme süreci (Operation) : HAZOP, LOPA, FTA, ETA, SIL yeniden doğrulama (re-validation)
6. Değişiklik (Modification) : What-if, HAZOP, LOPA, BowTie, SIL
7. Devreden çıkarma veya hurdaya ayırma (Decommissioning): HAZID, HAZOP

2. UYGULAMA GEREKLİLİKLERİ

2.1. Ekip

Risk değerlendirmesi bilindiği üzere bir ekip işidir. Bu gereksinim proses güvenliğinde de aynı şekilde hissedilir. Proses güvenliğinde risk değerlendirmesi çalışması, proses ile ilgili uzmanlıkların, işletme ve bakım grupların, iş güvenliği ve yönetim sistemleri gibi tarafların görüş ve önerilerinin mutlak suretle olması gereken katılımcı bir süreç olmalıdır. Aksi halde risk değerlendirmesi gereken detayı ve değeri yakalayamaz.

Ekipte olması beklenen roller aşağıda sıralanmıştır. Ancak bununla sınırlı değildir.

1. Kolaylaştırıcı: Yönteme hâkim bir kolaylaştırıcı
2. İşletme mühendis ve/veya teknisyenleri: Riski değerlendirilen sisteme göre elektrik, mekanik veya ölçü kontrol birimlerinden bir kişi olması gerekir.
3. Bakım mühendis ve/veya teknisyenleri (Elektrik, mekanik ve ölçü kontrol)

4. Kimya grubundan katılımcılar
5. Proses mühendisleri
6. İş güvenliği görevlisi,
7. Yönetim sistemleri görevlisi
8. Gerekirse ekipman sağlayıcısından bir temsilci

Risk değerlendirmesinde riskin oluşumunda, etkisinde veya acil müdahalesinde ilgili olabilecek tüm taraflar bu değerlendirmeye bir şekilde katılmalıdırlar.

2.2. Bilgi

Proses güvenliği risk değerlendirmesi için gerekenler her bileşen yapısı önermesinde vardır. Bilgi birikim yönetimi veya proses güvenliği bilgileri diye adlandırılan bu yapı işin kalbi olan risk değerlendirmesine kan pompalayan kısımdır. Bunlar;

- Proses verileri – Akış, basınç, sıcaklık, iletkenlik vb
- Kimyasal verileri – Kaynama noktası, parlama noktası, toksisite seviyesi, APL vb
- Ekipman verileri – malzeme gereklilikleri, koruma seviyesi vb
- Mekânsal veriler – açık, yarı açık, çukur, tümsek, havalandırma koşulları vb
- Çevresel veriler – sıcaklık, rüzgar, çevresel tehditler vb
- Yasal, sözleşmesel veya gönüllü kabul edilen gereklilikler

Sağlıklı bir risk değerlendirmesi bu bilgilerin tam ve güncel olmasına sıkı sıkıya bağlıdır. Bunların dışında tesiste veya başka tesiste yaşanmış geçmiş kaza veya ramak kalalar, sektör kuruluşlarının en iyi pratikler şeklinde özet çalışmaları tehlike tanımlaması ve risk değerlendirmesinde çok yararlı olacaktır.

2.3. Veritabanları

Veritabanları geçmiş başarısızlıkların kaydı olarak özetlenebilir. Bunlar nitel olabildiği gibi nicel de olabilirler. Nitel olanlar daha çok geçmiş kaza veya ramak kala kayıtları olup bir ölçüm niteliği taşımaz veya ölçülebilir bir değere dönüşmez. Nicel olanlar ise tam tersi X tipi bir vananın veya algılayıcının ne kadar sıklıkla başarısız olduğunun kaydını içerir ki bu da kantitatif risk değerlendirmesinin önemli bir girdisidir.

Olasılık değerleri bu veritabanından gelen bilgilere dayalı olarak oluşur. Özellikle nicel hesaplamalarda kantitatif risk değerlendirmelerinde kontrol kaybı olasılığı bu veritabanlarından gelecektir.

Tartışmaya değer gördüğümüz ilk nokta tam buradan başlıyor. Bir örnek üzerinden bu tartışmayı başlatalım.

Deniz üzerinde yapılan çalışmalarda, dümenin kitlenmesi (kontrol kaybı) ve gemilerin çarpışması ve büyük bir sızıntı olasılığı böyle bir veritabanından alınacaktır. Ancak ulusal veritabanı olmaması uluslararası veritabanlarından bilgi alınmasını sağlar ki bu durum bir dizi sorunu beraberinde getirir. Öncelikle o ülke veya denizlerde koşullar ve ülkelerin güvenlik yönetimleri farklıdır. 1000 tane gemi 2 çarpışma kazası yaptığında olasılık değeri 0.002 olur. Oysa özellikle bayes teoremi ile çalışanlar bilirler ki olasılık çok katmanlı bir değerdir. O halde bu olasılıklar ile yapılan değerlendirmeler sorunlu olacaktır.

Aynı şekilde ekipman başarısızlığı için çeşitli veritabanları güvenilir kabul edilmiştir. Bu veritabanlarında sonuçların başarısızlığı yine benzer bir mantık ile belirli bir ekipmana X defa istek gitmiş ve Y kadar isteği karşılayamamış ise Y/X kadar başarısız olasılığı söz konusudur. Bazı veritabanları buna dayanak veri listelerini verdiklerinde çok az sayıda olay üzerinden örnekleme yapıldığı görülmektedir.

Dolayısı ile kantitatif risk değerlendirmesinde olasılık/frekans değerine hizmet eden kutsal olarak kabul edilen veritabanları incelemeye ve tartışmaya değer bir konudur.

2.4. İşletme prensipleri

İşletmenin insanlı, insansız veya yarı zamanlı insanlı çalıştırma eğilimi, acil durdurma süresi ve acil durdurma olmadığı hallerde operatör müdahalesi süresi, saha kontrol sıklığı ve kapsamı, uzaktan veya yerinde kontrol odası gibi parametreler risk değerlendirmelerinde gerekli olacaktır.

Bunların dışında işletme prensipleri ve acil kapama prensibi gibi prensipler de risk değerlendirmesinde gereken unsurlardır.

Bu unsurların olmaması önemli sıkıntı olurken, bu unsurlara göre risk değerlendirmesi ve sistem tasarımı ile bu unsurların işletme sürecinde değişimi nedeni ile risk seviyelerinin değişiminin hesaplanmaması yani değişiklik yönetiminin uygulanmaması tesisleri tehdit eden bir durumdur.

2.5. Çalışma Ortamı

RD yapılan ortamın yapılacak RD kalitesine katkısı büyüktür. Risk değerlendirmesi artık çevrim içi yapılabilmektedir. Ancak özellikle ilk kez yapılacak risk değerlendirmelerinde çevrim içi risk değerlendirmesi çok tavsiye edilmemektedir.

Yüz yüze sağlıklı büyüklüğe sahip bir odada yapılan risk değerlendirmesi daha başarılı olacaktır. Odanın aydınlatması, havalandırması ve oturma serbestliği önemlidir. Bunun yanı sıra bir sunum cihazı, yazı tahtası vb yardımcı araçlar çalışmanın verimi açısından yararlı olur.

Çalışma ortamının sessiz olması, katılımcıların rahatsız edilmemesi önem taşımaktadır.

3. KAVRAMLAR

3.1. Tehlikeye dair kavramlar

Proses güvenliğinde risk değerlendirmesinde mutlaka bir kaynak ve bu kaynaktan başlayıp olumsuz durum (hasar) ile sonuçlanan bir senaryo söz konusudur. Bu durumda kaynak için konuya baktığımızda;

- Enerji kaynakları – Kimyasal, mekanik, termal vb
- Sınıfları – Doğal, teknolojik, sosyal, organizasyonel

Senaryo için olaya baktığımızda ise;

Tetikleyici/başlatıcı olay: Tehlikeli bir olaya neden olan olaylardır. Bu olaylar aktif arızalar veya gizli koşullardan ortaya çıkabildiği gibi doğal afet gibi nedenlerle de ortaya çıkabilir.

- **Aktif arızalar:** İstenmeyen olayları tetikleyen olaylar.
- **Gizli koşullar:** Tetiklemez, ancak etkin arıza olasılığını artırabilecek koşullar. (Katkıda bulunan faktörler)

Tehlike bir senaryonun gerçekleşmesi olarak ele alınabilir. Bu senaryonun oluşumu esnasında domino etkisi olasılıkları da senaryoya dahil edilmelidir.

3.2. Riski belirleyen faktörler

3.2.1. Olasılık

- **Klasik** - aynı olasılığa sahip sınırlı sayıda sonuç içeren tekrarlanabilir deneyler. (Sınırlı uygulanabilirlik.)
- **Sıklık** - tekrarlanabilir deneyler, E olasılığını verebilir ya da vermeyebilir. (Olasılığı bulmak için deneyi sonsuz sayıda tekrar etmemiz gerektiğini ima eder.)
- **Bayesian** - olasılık, bir bireyin bir olayın meydana gelip gelmeyeceği konusundaki inanç derecesini temsil eden öznel olarak kabul edilir. Olasılık p aynı zamanda bulanık küme teorisine, kanıt teorisine, akla yatkınlık teorisine vb. dayalı olarak da belirlenebilir.

3.2.2. Fark edilebilirlik

FME(C)A yönteminde karşımıza çıkan bu kavram hak ettiği yere ulaşamamış gibi duruyor. Olumsuz sonuca götürecektir olaylar zincirinde olayı hangi noktada fark ettiğimiz çok önemlidir. Neleri fark edersek riski yok eder veya riskin boyutunu sınırlayabiliriz.

- **Gaz sızması:** Fark edilme süresi havalandırmayı çalıştırabilir, gaz akışını durdurabilir, ortamdaki insanların tahliye olması için sinyal üretebilir.
- **Algılayıcı arızası:** Önlemin etkinliği konusunun bir parçası olan bu konuda algılayıcı arıza yaparsa yani bir işlev kaybı söz konusu ise bunu erken fark etme (tarama sistemleri, ışıklı uyarılar vb) bir bariyerin işlevselliğinin sürdürülmesi açısından değer taşıyacaktır.

Örnekler kontrol kaybının fark edilmesi, bariyer işlevinin fark edilmesi veya bir doğal afetin erken haber alınması şeklinde çoğaltılabilir.

3.2.3. Zayıflık

Riskin boyutu tehditin büyüklüğü ve maruz kalanın ona boyun eğme becerisi yani zayıflık ile belirlenir. O zaman tehdit nedir? Tehdit, bir varlığın kaybolmasına veya zarar görmesine neden olma potansiyeli olan herhangi bir gösterge, durum veya olay olarak tanımlanabilir. AIChE'in tanıma göre ise tehdit, bir düşmanın kritik varlıklara zarar verebilecek eylemleri üstlenme niyeti ve yeteneği olarak da tanımlanabilir. O halde tehdit ve zayıflık önemli iki kavram olarak çıkıyor karşımıza.

- **Tehdit:** Bir güvenlik açığından yararlanabilecek her şey.
- **Zayıflık:** Tehdit edilen unsurun, bu duruma boyun eğme becerisi.
 - **Teknik zayıflık:** Belirli bir titreşim seviyesini geçince ya da belirli bir ortam koşulu (Örn. Sıcaklık) oluşunca ekipmanın bütünlük kaybı.
 - **Fiziksel zayıflık:** X, bir termal etki seviyesinde veya Y, bir basınç etkisinde yapısal bütünlüğün bozulması.
 - **Organizasyonel zayıflık:** Organizasyonun bir sapma veya kontrol kaybında kendi bütünlüğünü sürdürme becerisi. Organizasyonda
 - **İşletmesel zayıflık:** İşletmenin belirli sapmaları veya kontrol kaybını yönetmesi sürecinde yaşayacağı bütünlük kaybı.

3.2.4. Etki/Sonuç

Tehditin boyutu ve zayıflığın boyutu etkinin yani hasarın boyutunu verir. O halde bir sonraki parametre etki veya sonuç kavramıdır.

- **Etki:** Tehdite boyun eğme derecesine paralel olarak yaşanan hasar/kayıp miktarı.
- **Etki alanı:** Etkinin geçerli olduğu alan. Bu bir patlamada basınç dalgasının veya termal radyasyonun etkili olduğu alan olarak tanımlanabilir.

3.3. Riske dair kavramlar[4]

- **Bireysel risk:** Bireysel risk indeksi (IR), belirli bir yerde kalıcı olarak bulunan ortalama korunmasız bir kişinin, tehlikeli bir faaliyetten kaynaklanan bir kaza nedeniyle bir yıl içinde ölme olasılığıdır. BR, esas olarak arazi kullanım planlaması (LUP) için kullanılır. IR olarak kısaltılan bireysel risk hesaplanabilir.
- **Toplumsal risk:** Bir bütün olarak toplumda birden fazla ölüm veya yaralanma riski ve toplumun bir dizi ölüm, yaralanma, mali, çevresel ve diğer kayıplara neden olan bir tehlikenin yükünü taşımak zorunda kalması. SR olarak kısaltılan toplumsal risk hesaplanabilir.
- **Çevresel risk:** Hesaplanması olası gözükmemeyen bu risk için çevreye verilen hasarın ne kadar zaman içinde eski halini alabileceği ile ilgili bir nitel ayırma yapılıdır.

- **Kalan risk:** Yasal gereklilikler, mühendislik uygulamaları, idari önlemler ve iş uygulamaları kontrollerinden sonra kalan risk. Risk kabulüyle yakından ilgilidir. Hatta kalan risk için, kabul ettiğimiz risk denebilir.
 - Riski ne zaman kabul ederiz?
 - Tehlikeyi bilmediğimiz zaman.
 - Risk önemsiz olduğunda veya sandığımızda.
 - Riske kıyasla fayda yüksek olduğunda ("buna değer").
- **Risk kabul kriterleri:** Kabul edilebilir riskle ilgili kararlarda temel olarak kullanılan kriterler.
- **Kabul edilebilir risk:** Toplumun ve işletmedeki mevcut değerlere dayalı olarak belirli bir bağlamda kabul edilen risk.
- Nicel olmayan risk değerlendirme yöntemlerinde kabul edilebilirlik de nitel olacaktır. Örneğin;
 - Tüm önlenebilir risklerden kaçınılmalıdır.
 - Mümkün olan her yerde riskler azaltılmalıdır.
 - Olayların etkileri site sınırları içinde yer almalıdır.
 - Daha fazla gelişme, herhangi bir artan risk oluşturmamalıdır.
 - Tek bir arıza/hata kazaya yol açmamalıdır.

Kantitatif risklerde ise kabul edilebilir risk seviyesi ulusal veya uluslararası düzeyde net olarak verilmiştir. Kuruluşların bunu aşan seviye belirlemeleri olasıdır ve uygundur. Avrupa için 1×10^{-6} olarak belirlenen bu seviye Türkiye için 1×10^{-4} olarak belirlenmiştir.

Avrupa'dan daha düşük seviye belirlemiş olmak bir tartışma noktası olsa da asıl tartışma ulusal bariyerin tüm tesisler için aynı olmasıdır. Tesis yerleşiminin, komşu tesislere veya sivil yerleşim yerlerine olası etkilerinin bu seviye belirlenirken hesaba katılmıyor olması bir eksiklik veya tartışma noktasıdır.

Kabul edilebilir risk için geliştirilmiş sistemler şunlardır.[5]

- **ALARP**
 - As low As Reasonable Practicable - Makul olarak mümkün olduğu kadar düşük
 - Çıkış yer İngiltere-HSE ancak yaygın olarak kullanılıyor.
- **ALARA**
 - As Low As Reasonably Achievable - Makul ölçüde elde edilebilecek kadar düşük
- **GAMAB**
 - Globalement Au Moins Aussi Bon- Genel olarak olabileceği kadar iyi
 - Kullanıldığı ülkeler Fransa, İsveç, Almanya
- **GAME**
 - Globalement Au Moins Equivalent – küresel olarak en az herhangi bir eşdeğer sistem tarafından sunulan kadar iyi bir risk düzeyi
 - Fransız demiryolları tarafından kullanılıyor.
- **MEM**
 - Minimum Endogenous Mortality - En düşük endojen ölüm oranı - Doğal ölümlerin oranı, kabul edilebilirlik için bir referans noktasıdır.
- **Toplumsal risk kriterleri**
 - **HSE (İngiltere):** "Tek bir olayda 50 veya daha fazla kişinin ölümüne neden olan bir kaza riski, sıklığın yılda beş binde birden fazla olacağı tahmin ediliyorsa, tahammül edilemez olarak kabul edilmelidir." [6]

- **PSA (Norveç):** "Ana güvenlik işlevinin bozulma sıklığı, kaza türü başına her yıl 10000'de 1'den az olmalıdır"
- Yüksek riskli faaliyetler genellikle Hastalık ölüm oranına göre sıralanır.
- Düşük riskli faaliyetler genellikle Doğal Tehlike ölüm oranı sırasına göre belirlenir.

3.4. Önlem

Etkinin büyüklüğü ve kabul edilemezliği alınacak önlemi belirleyecektir. Önlem genel olarak 2 ana sınıfta ele alınır.

- Önleyici (proaktif) önlem
- Hafifletici (reaktif) önlem

Önlemin düşünülmesi ve uygulanması yetmez. Etkinliği de aynı derecede önemlidir. O nedenle diğer bir kavram olarak;

Önlemin etkinliği söylenebilir. Bunu bir kavram olarak değil bir önlem kademesi olarak ele alınmak daha doğru olabilir. Etkinlikten kasıt hem önlemin kapsam olarak yeterliliği (Örn. Algılayıcının konumu ve kapsadığı hacim), hem sürdürülebilirliği (algılayıcı sensör hassasiyet yitimi veya kalibrasyon sorunu) ve hem de ortadan kaldırılması (by-pass edilebilirlik veya forslanabilirlik).

Önlemin yeterliliği ise kalan riskin kabul edilmesi ile geçerli olacaktır.

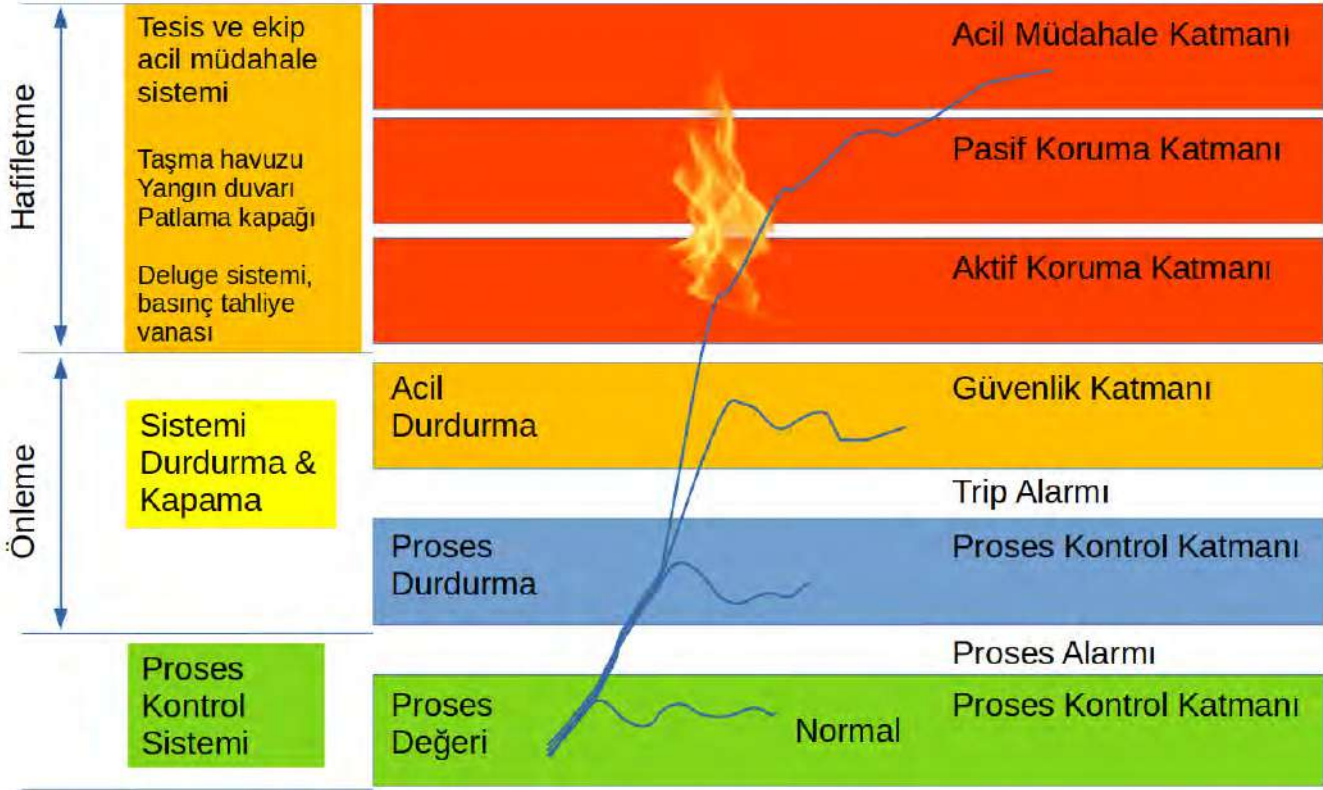
Bunun dışında proses güvenliğinde de iş güvenliğinde olduğu gibi risk önlemenin aşamaları aşağıdakine benzer şekildedir.

1. **Kaçın:** Riskli faaliyeti yapma. Bu riskli durumu yani zarar verme potansiyelini oluşturan etkenlerden bir veya birden fazlasını ortadan kaldırmak anlamına gelebilir. Örnek olarak hattın süpürülmesi için artık doğalgaz kullanılmaması ve yerine Azot kullanılması veya tasarım sürecinde Hidrojen ile soğutmanın riski kabul edilmiyor ise su ile soğutma seçeneğinin ele alınması verilebilir.
2. **Azalt:** Etki veya olasılığı azaltmak için önlem. Bu durumda gaz sızması halinde kalıcılık süresinin azaltılması, etki alanında insan sayısının ve/veya süresinin azaltılması veya patlama kapağı ile etkinin azaltılması örnekler olarak sayılabilir.
3. **Ayır/izole et:** Bir olayın tüm sistemde kayba neden olmasını önleyin. Riski oluşturabilecek unsurların ayrılması veya birbiri için risk oluşturabilecek unsurların birbiri için risk olmamasını sağlayacak şekilde ayırma.
4. **Transfer:** Riski başkasına devredin. Maddi riskler için Sigorta örnek olarak verilebilir.
5. **Kabul et:** Riskin kabul edilebilir seviyeye gelmesi ile oluşabilecek durum.

Önlem için koruma katmanları yaklaşımı proses güvenliğinde büyük önem taşır. Buna göre temel proses kontrolünden acil müdahaleye kadar çeşitli katmanlar söz konusudur. Bunları sıralarsak;

1. **Temel Proses Kontrol:** Prosesin kendi dinamikleri ile olası bir sapmayı düzeltebilmesi
2. **Önleme Seviyesi**
 1. **Prosesin kendisini kapatması veya durdurması:** Prosesin bir sapma görerek normal kapama yapması.
 2. **Acil kapama veya durdurma:** Sapmanın aşırı olması nedeni ile normal kapama yapılamaması nedeni ile acil durdurmanın devreye girmesi.
3. **Hafifletme seviyesi**
 1. **Aktif Koruma sistemleri:** Deluge veya basınç tahliyesi ile koruma sağlanması. Bu durum olumsuz sonucun gerçekleşmesinin olduğu ancak çok büyümeden önlendiği bir durumdur.
 2. **Pasif Koruma Sistemleri:** Patlama kapakları, taşma havuzları vb sistemler ile bir felaketin önlendiği durumdur.

3. **Acil Müdahale Sistemleri:** Tüm koruma katmanlarının aşıldığı ve olayın veya etkinin sürmesi nedeni ile artık acil müdahalenin gerekli olduğu bir durumdur. Yangın söndürme, acil tıbbi müdahale veya çevreye zararın durdurulması için yapılacak çalışmaları içerir.



Prosesin normal veya acil durdurma konuları bir fonksiyonel güvenlik konusudur. Ülkemizde özellikle tasarım süreçlerinde bu konunun daha iyi bilinmesi son derece önemlidir. Konu elektrik-elektronik mühendislerinin kapsamı gibi gözüksün de çok disiplinli bir alandır. EN 61508 ve EN 61511 standartları ile başlayan ancak daha geniş alana yayılan bir konudur.

Önlemin Doğruluğu & Uygunluğu & Etkinliği & Sürdürülebilirliği

Önlemin seçimi kadar önlemin doğru, uygun, etkin ve sürdürülebilir olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin, önlem;

- Doğru gaz veya sıvı için,
- Doğru çevresel koşullar için,
- Uygun bir şekilde pozisyonlandırılmış,
- Etkin bir kapsama alanına sahip,
- Sürdürülebilir bir şekilde diğer bir deyiş ile bakım gereklilikleri düşünülerek, ortadan kalkması durumunu bildirerek seçilmiş olmalıdır.

Tabii ki tüm bu hassasiyet bir maliyet anlamına gelecektir. Bu durumda risk değerlendirmesi yani tehlikenin ciddiyet derecesi önlem için ne kadar hassas davranmamız gerektiğini belirleyecektir.

4. TEHLİKE TANIMLAMA ve RİSK DEĞERLENDİRMESİ

4.1. Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi nedir diye baktığımızda öncelikle 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun içindeki tanım karşımıza çıkar. İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin

belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları.[7]

Risk Analizi: Tehlikeleri tanımlama ve insan, çevre, proses ve tesis için riski tahmin etmek için mevcut bilgilerin sistematik kullanımı.

Risk Değerlenmesi: Bir risk analizi temelinde ve sosyoekonomik ve çevresel unsurlar gibi faktörler dikkate alınarak riskin tolere edilebilirliği konusunda kararların verildiği süreç.

Risk Yönetimi: Bir kuruluşu riskle ilgili olarak yönlendirmek ve kontrol etmek için koordineli faaliyetler. [8]

4.2. Yöntemler

Proses güvenliğinde kullanılan risk değerlendirmesi yöntemleri sıralayacaklarımız ile sınırlı değildir. Ancak bu yöntemler bildiğimiz kadarı ile kullanılan en yaygın yöntemlerdir.

4.2.1. HAZID – Tehlike Tanımlama

Tehlike tanımlama çalışması, yaralanma, mal, çevre ve üretimde kayıplara neden olabilecek herhangi bir olumsuz etkiyi önlemek ve/veya etkisini azaltmak için kullanılan bir yöntemdir.

Tehlikelere maruz kalmanın olumsuz etkilerini belirlemek ve bu tür riskleri azaltmak için gerekli eylemleri planlamak için kullanılır. Bir işyerindeki tüm proses ve proses dışı tehlikeleri hesaba katar.

Faydaları şunlardır:

- Tehlikeleri gerçekleşmeden önce, çok erken bir aşamada açığa çıkarılır,
- Tehlikeler kaydedilir ve yönetilebilir hale getirilir,
- Önlemler belirlenir,
- Bütçe aşımından kaçınılır,
- Tehlike tarama kriterlerinin oluşturulması sağlanır,
- Göz ardı edilebilecek kritik olmayan tehlikeleri belgelemenizi sağlar.

HAZID daha proje fikir aşamasında yapılırsa tüm genel parametreler ile tarama yapılır. Bu durumda yatırımın uygunluğu değerlendirilmiş olur.

HAZID yöntemi ile ilgili ilk sıkıntı bir standarda oturmamış olmasıdır. Denizde yapılan (offshore) çalışmalar için ISO 17776 standardı bir miktar yol gösterse dahi net bir standart henüz belirlenmemiştir. Bu durum bazen uygulamada tartışmaya neden olabilmektedir.

Diğer yandan yapılan aşamaya göre HAZID parametrelerinin oldukça genel parametreler olması beklenir ki bu durumda da bazen detaya girme çabası çalışmanın ilerlemesini engelleyebilir.

HAZID çalışmasının büyük ölçüde ilk değerlendirme ve nitel olması nedeni ile diğer çalışmaları besler. Diğer çalışmalardaki beklentiye de belirleyen bir yönü olması erken aşamada yapılmasının önemini artırmaktadır.

4.2.2. HAZOP – İşletilebilirlik Tehlikeleri [9]

HAZOP yani işletilebilirlik tehlikeleri analiz çalışması, ekipmandaki tehlikelerin varlığını ve operasyonunun savunmasızlığını değerlendirmeye yönelik sistematik bir beyin fırtınası sürecidir. İşletilebilirlik, çevre, sağlık veya güvenlik düzenlemelerinden sapmalara yol açabilecek veya bir şeyler ters giderse prosesi ve dolayısı ile karlılığı olumsuz etkileyebilecek işlevselliştir. Tehlike ise, işletilebilirliği tehdit eden tüm potansiyel durumlardır. Bu durumların işletilebilirliğin yanı sıra insan ve çevreye verdiği zarar da nitel olarak değerlendirilir ki bu etkinin büyüklüğü de bize alınacak önlemin önemini veya derinliğini belirler.

HAZOP yöntemi TS EN 61882 standardı ile belirlenmiştir. Her risk değerlendirmesi yönteminde olduğu gibi kolaylaştırıcı ve risk değerlendirme ekibinin bilgi birikim ve deneyimine göre uygulama derinliği ve kalitesi değişebilir.

HAZOP yöntemi, akışın amaçlandığı süreçte “akış yok” veya basınç sınırını aşmaması gereken bir kapta “yüksek basınç” gibi tasarım amacından sapmaların araştırılmasına odaklanır.

Tasarım amacından sapmalar, proses esnasında farklı konumlarda (düğüm) proses parametrelerine kılavuz kelimeler uygulanarak üretilir,

örn. Bir kaba giriş hattı için,

Yok (No) + Akış (Flow) = Akış Yok (No Flow) veya bir hat için,

Yüksek + Basınç = Yüksek Basınç.

Amaçlar;

- Bir tasarımı kontrol etmek,
- Uygulamanın doğrulanması ve geçerli kılınması,
- Değişikliğe karar vermek,
- İşletme ve Bakım talimatları gerekliliği ve uygunluğu,
- Yaşanan senaryolar ile olası risklerin tekrar ele alınması ile güvenlik seviyesinin yükselmesi.

HAZOP net bir standarda sahip olsa da, çalışmaların bir uygulama prosedürü ile başlaması her zaman yararlı olacaktır. Uygulama prosedürü aşağıdaki adımları içerecektir.

1. HAZOP Ekibi belirlenmesi,
2. HAZOP Ekibi eğitim/bilgilendirme,
3. Süreçlerin belirlenmesi ve alt süreçlerin (node) yapılması,
4. İşlem parametrelerinin seçimi (sıcaklık, basınç, yoğunluk vb),
5. Kılavuz kelimeler belirlenmesi (yok, ters, fazla, az),
6. Sapmalar oluşturulması (basınç fazla, akış ters, sıcaklık az),
7. Sapmaların nedenlerinin belirlenmesi,
8. Sapmaların yaratacağı sonuçların belirlenmesi,
9. Güvenlik önlemlerinin (bariyerlerin) belirlenmesi (var olan),
10. İsteğe bağlı olarak etkinleştiricilerin tanımlanması,
11. Risk değerlendirmesi yapılması,
12. Öneri ve tavsiyelerin belirlenmesi,
13. Sonuçların özetlenmesi,
14. Önerilerin/tavsiyelerin takip edilmesi.

HAZOP'da kritik olan senaryolar için LOPA gerekliliği belirlenecektir.

4.2.3. LOPA – Koruma Katmanları Analizi

Koruma Katmanı Analizi (LOPA), nitel süreç tehlike analizi ile ayrıntılı ve maliyetli nicel risk analizi arasında bir denge sağlayan bir risk değerlendirme yöntemidir. Süreç, bir kaza senaryosuyla başlar ve ardından bağımsız koruma katmanları ile birlikte başlatılan olay sıklığının analizine izin veren bazı basitleştirici kurallardan yararlanır. Bu bir risk tahmini ile sonuçlanır.

Kullanıcı, LOPA yöntemini kullanarak, işyerindeki tehlikeli olaylarla ilişkili risk düzeyini belirleyebilir. Analizini, sonucun ciddiyetine ve gerçekleşme olasılığına dayandırır.

Risk seviyesi belirlendiğinde, organizasyon gerekli olan toplam risk azaltma miktarını ve uygulanması gereken koruma seviyelerini hesaplayabilir.

LOPA adımları aşağıdaki şekildedir;

1. Sonucun tanımlanması (HAZOP'tan)
2. Risk Kabul Kriterlerinin Tanımlanması,
3. İlgili kaza senaryosunu tanımlanması,
4. Başlatılan olay olasılığını belirlenmesi
 1. Hata ağacı analizinden veya veritabanlarından,
5. Koşullar, koşullu değiştiriciler,

1. Tutuşma olasılığı,
2. Kapsamda insan olma olasılığı,
3. Kaçma olasılığı,
4. Operatörün olmama olasılığı
5. ..
6. Azaltılmamış sonucun frekansı
7. IPL'leri tanımlayın
 1. Etkin, bağımsız, denetlenebilir
 2. PFD hesabı
8. Olasılık Hesaplama
 1. Olasılık=Başlatıcı olasılığı * (PFD1*PFD2*...*PFDn)
9. Ek IPL ihtiyacını değerlendirin

LOPA'da veritabanlarının güvenilirliği, doğruluğu ciddi bir tartışma konusudur. Veritabanlarındaki olasılık hesaplarının dayanakları ve tek boyutlu olasılık hesaplamaları nedeni ile olası hatalar araştırma ve tartışma konusudur. Özellikle ülkemizde ortak veya sektörel bir veritabanı olmaması ve olan ülkelerdeki şartlar ile bizdeki tesis bakım onarım sisteminin örtüşmemesi de bu araştırmada göz önüne alınması gereken bir durumdur.

Önerimiz ve beklentimiz, en kısa sürede ekipman başarısızlıklarının kaydedildiği tesisler ve bunu kararlılıklar izleyen, kontrol eden endüstri kuruluşları olmasıdır.

4.2.4. Papyon (Bowtie) - Hata Ağacı Analizi + Olay Ağacı Analizi

Bowtie metodolojisi, risk analizi için bir genel model için iki yöntem belirten bir metodolojidir.

Bu genel model, bir şeyin olma riskinin olduğunu ve riski analiz etmemize ve ortadan kaldırmamıza veya azaltmamıza yardımcı olacak önceki ve sonraki faaliyetlerin olduğunu belirtir. Risk analizi için önceki faaliyetler, olayın meydana gelmesinin nedenini bulmak için kullanılan yöntemlerdir (belirli bir risk tarafından belirlenir), sonraki faaliyetler ise bu olayın neden olduğu sonuçların gelişim senaryolarını açıklamak için kullanılır.

Papyon yöntemi sistemde meydana gelebilecek ana Olay (kritik olay) olarak adlandırılan olayın önceki ve sonraki analizinin iki özel yöntem kullanılarak yapılmasıdır. İlk yöntem Hata Ağacı Analizi, ikincisi ise Olay Ağacı Analizidir. Papyon yönteminin konfigürasyonunda hata ağacı analizi, olay öncesi analiz olarak bilinir ve olay ağacı analizi, olay sonrası analiz olarak bilinir.[10] Papyon yönteminde terimler;

1. **Tehlike** : Yöntem tehlike saptanması ile başlar. Tehlike zararlı sonuç üretme potansiyeli olan bir durum ya da aktivitedir.
2. **Başlatıcı olay (Kritik olay)** : Kazaya neden olan kontrol kaybıdır. Bu durum ekipman, enstrüman, insan davranışı, yanıcı kimyasal salımı veya dış bir etki olabilir. Bu bir öncü olay (akış olmaması, vananın kapatması vb) da olabilir.
3. **Potansiyel problem veya tehdit**: Başlatıcı olayın ortaya çıkmasına neden olan aksiyon. Bazen birden çok tehdit de olabilir. Örneğin bir ekipman başarısızlığı kritik olay ise hangi parçanın özellikle buna neden olduğu önemli.
4. **Önleyici önlem**: Önleyici bariyer veya tek başına bariyer de denebilir. Tehditin gerçekleşmesini veya kritik olaya neden olmasını önleyen uygulamalardır. Bariyerleri göstermek, sistemin zayıflık derecesini anlamak açısından değerlidir. Zayıflığın görünmesi de sistemi kuvvetlendirmek için alınacak eylemler için bize fikir verecektir.
5. **Sonuç: Başlatıcı** olay veya kritik olay nedeni ile yaşanan sonuçtur. Aynı kritik olayın birden fazla sonucu olabilir. Sonucu belirlerken spesifik olmak çözümü kolaylaştırır.

6. **Hafifletici önlem:** Olumsuz sonucun gerçekleşmesini engelleyen veya sonucun etkisini minimize eden eylemlerdir. Bilinmesi önemlidir. Ek önlem gerekip gerekmediğini buradan anlayacağız.

4.2.5. Hata Ağacı Analizi (Tek başına kullanımı)

Gerçekleşen (kaza/olay araştırma) veya gerçekleşmesi olası (Risk değerlendirmesi) bir başarısızlığın veya kontrol kaybının temel nedenlerini belirlemek için kullanılan bir tür problem çözme tekniğidir.

Hata ağacı analizi, en üstteki olayın veya açık bir şekilde tanımlanması gereken olumsuz sonucun tanımıyla başlar. En üstteki olay, tüm analizin odak noktasıdır.

Böyle bir olay, tehlikeli bir durumun başlaması veya varlığı (güvenlik analizi) veya sistemin istenen performansı sağlayamaması olabilir.

Bir sistem performansı veya güvenilirlik analizinde, olay, bir fonksiyonun gerçekleştirilememesini tanımlarsa, karşılık gelen girdi olayları uygun nedenleri temsil edebilir: Ör. donanım arızaları, yazılım arızaları, performans sınırlamaları, yanlış komut (kontrol arızası) ve insan hatası nedeniyle arıza.[11]

FTA çalışmasının izleyeceği yol TS EN 61025 standardı ile belirlenmiştir. Olasılık değerlerinin üretici verileri veya veritabanlarından gelmesi gerekmektedir. Her iki durumda da verilerin sağlığı olasılık hesaplama yöntemleri tartışma konusudur.

4.2.6. Olay Ağacı Analizi (Tek başına kullanımı)

Bir başarısızlık, kontrol kaybı (critical event) nedeni ile olası bir kazaya yol açabilecek süreci ve olayları değerlendirmek için kullanılan analitik bir tekniktir. Kontrol kaybına neden olan kısım ile değil kontrol kaybı sonrasında yaşanabilecek olayları hesaba katar.

OAA analizi, doğası itibarı ile hafifletici (reaktif) bir aşamayı analiz eder. Ancak bu aşama için de kazanın veya olumsuz sonucun gerçekleşmemesi için bir dizi güvenlik sistemini (gaz algılama, duman algılama, seviye algılama vb) tanımlamaya yardımcı olur.

Olay ağacı analizi için yapılacak çalışmalar TS EN 62502 no lu standart ile belirlenmiştir. Olasılık değerleri için şimdiye dek söz ettiğimiz tartışmalar burada da geçerlidir.

4.2.7. What-if – Olsa ne olur

Bir proses için tehlike senaryolarını tanımlamak amacıyla olayların başlatılmasıyla ilgili sorular sormayı içerir. RD ekibi bu çalışmada sorularla beyin fırtınası yapar. Takım, hazırlanmış bir soru listesi ile başlar, ancak bir çalışma ilerledikçe başka sorular eklenebilir.

Değişim Yönetimi (MOC) için gereken tehlike tanımlama ve risk değerlendirmesi çalışmalarında önerilen değişikliklerin etkilerini incelemek için bu yöntem kullanışlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Olsa ne olur analizinin en önemli girdisi sorulardır. Soru oluştururken;

1. Potansiyel insan hatası
2. Ekipman bileşeni arızaları
3. Planlanan/beklenen kritik parametrelerden sapmalar (örn. sıcaklık, basınç, süre, akış hızı) göz önüne alınabilir.

Sorular aslında bir başarısızlık ve sonrasında bir sapma şeklinde olabilir. O nedenle soru oluştururken ele alınabilecek unsurlar şöyledir.

- **Malzeme:** Ya malzeme çok konsantre veya seyrelmiş ise (Örn Asitler)
- **Ekipman:** Vana açılmazsa veya kapanmazsa veya hatalı kapatırsa ne olur.
- **İnsan:** Okumalar kaçırılırsa veya göz ardı edilirse ne olur?
- **Sistem:** Kayıptan sonra güç otomatik olarak geri gelirse ne olur? (Manuel yeniden başlatmalar)

- **Mekân:** Kapı veya pencere kapatılırsa açılırsa ne olur.

4.2.8. FME(C)A – Hata Türleri ve Etkileri (Kritiklik) Analizi

FMEA, mevcut bileşenlerin yeterli olup olmadığını belirlemek için tipik olarak proses ekipmanı olan sistem bileşenlerinin arıza modlarının dikkate alındığı bir tehlike değerlendirme prosedürüdür. Hata modları bileşenlerin nasıl arızalandığını açıklar (örn. Açık, kapalı, devrede, devre dışı).

Her arıza modunun etkileri, bileşen arızalarından kaynaklanan süreç yanıtları veya olayı, yani tehlike senaryosu sonuçlarıdır.

Bir FMEA, her arıza modu ve etkisi için bir kritiklik sıralaması eklendiğinde FMECA (Hata Modları ve Etkileri ve Kritiklik Analizi) haline gelir. Kritiklik sıralaması, risk sıralamasıyla aynıdır.

FMEA farklı çözümlenme seviyelerinde gerçekleştirilebilir. Proses tehlike analizi amaçları için, genellikle ekipman seviyesinde, örneğin valfler, pompalar, hatlar, vb. yapılır.

Güvenilirlik merkezli bakım amaçları için, genellikle ekipman bileşeni seviyesinde, örn. Motor, şaft, pervane, gövde, conta, rulmanlar yapılıp pompa vb.

TS EN IEC 60812 nolu standart yöntemi tanımlamaktadır. Bu yöntem de bir uygulama prosedürü ile başlamak yararlı olacaktır.

Proses güvenliği alanında kullanımına henüz çok rastlamadığımız FME(C)A için yaygın yöntemler [12];

- Konsept FMEA
- Tasarım FMEA
- Proses FMEA
- Yazılım FMEA

4.2.9. FERA yada FEHA – Yangın ve Patlama Risk Analizi

Kantitatif veya yarı kantitatif olarak tesisdeki yangın ve patlama risklerini, bu risklerin gerçekleşmesi halinde etki alanlarını ve bu etki alanlarında bulunan insan, tesis ve çevrenin zayıflığını ele alan ve tüm bu oluşan duruma göre tavsiyeler içeren bir yöntemdir.

QRA çalışmasının içeriğinde büyük ölçüde yer alır. Ancak QRA den farklı olarak yangın ve patlama risklerine yoğunlaşır ve olası yapısal ve organizasyonel zayıflıklara karşı alınması gereken önlemleri erken aşamada belirlemek için gerekli bir yöntemdir.

FERA'nın amacı

- Tesis üzerindeki veya yakınındaki insana zarar verebilecek, tesis ekipmanını etkileyebilecek ve tesisin diğer bölümlerine tırmanabilecek yangın ve patlama tehlikelerini belirlemek;
- Kontrol kaybından kaynaklanan yangın ve patlama risklerinin ölçümü;
- Tesislerde hesaplanan yangın ve patlama riskinin kabul edilebilirliğini ve yangın ve patlama riskine katkıda bulunanları belirlemek;
- Belirlenen yangın ve patlama senaryoları için mevcut önlemleri değerlendirmek ve kendiliğinden güvenli sistemler, algılama, kontrol ve azaltma önlemlerini belirlemek;
- Düşünülen tasarım seçeneklerinin yangın ve patlama risklerine karşı değerlendirilmesi. Düşük riskli tasarım seçeneklerini belirlemeye yardımcı olma;
- Mevcut bir tesis için FERA'nın amacı, tesis değişiminden kaynaklanan yeni yangın ve patlama risklerinin oluşup oluşmadığını değerlendirmek ve yeni ve mevcut tesislerin kümülatif riskine ulaşmaktır;
- Tesislerin yangın ve patlama risklerinin kabul edilebilir sınırlar içinde kontrol edilmesini sağlamak için, gerektiğinde riskin azaltılması için açık ve net önerilerde bulunmak.

FERA Süreci

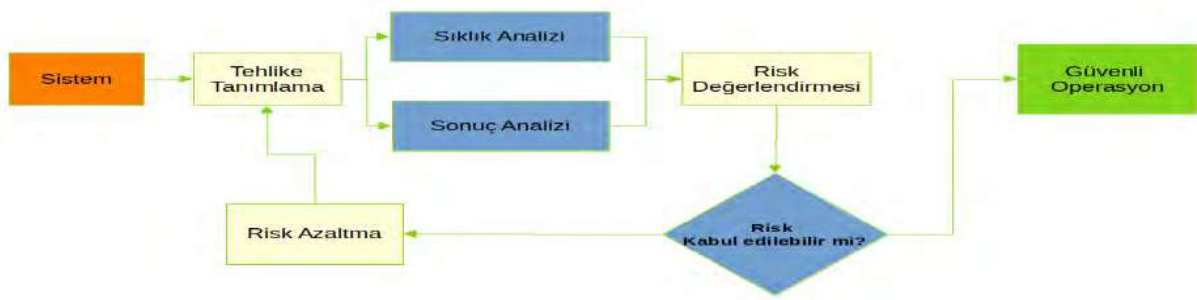
FERA Süreci akış şeması, bu kılavuz için bir çerçeve olarak ve bir FERA uzmanı tarafından yürütülen bir FERA çalışması için minimum gereksinim için bir temel olarak kullanılır.

FERA süreci temel olarak;

1. Yangın veya patlamaya neden olabilecek olayların belirlenmesi;
2. Genel arıza verilerine dayalı olarak bu olayların sıklıklarının analizi;
3. Yangın boyutu, patlama hasarı ve domino etkisi açısından olay sonuçlarının modellenmesi;
4. Yangın ve patlama olaylarını önlemek, tespit etmek, kontrol etmek ve hafifletmek için uygun araçlar önermek.

4.2.10. QRA – Kantitatif Risk Analizi

QRA, tehlikeli olayların olasılığını ve sonuçlarını tahmin etmeye ve sonuçları kantitatif olarak insanlara, çevreye veya tesise/prosesse yönelik risk olarak ifade etmeye yönelik resmi ve sistematik bir yaklaşımdır. Ayrıca kritik varsayımları ve risk oluşturan unsurları belirleyerek nicel sonuçların sağlamlığını ve geçerliliğini de değerlendirir.



Bazı tanımlar [13]

Risk: Olay olasılığı ve kayıp veya yaralanmanın büyüklüğü açısından insan yaralanması, çevresel hasar veya ekonomik kayıp ölçüsü. Bu ilişkinin basitleştirilmiş bir versiyonu, riski, bir olayın olasılığının ve sonuçlarının (yani, Risk = Sonuç x Olasılık) ürünü olarak ifade eder.

Risk Analizi : Olay sonuçları ve sıklıklarının tahminlerini birleştirmek için mühendislik değerlendirmesine ve matematiksel tekniklere dayalı nicel bir risk tahmininin geliştirilmesi.

Risk Değerlendirmesi : Bir risk analizinin sonuçlarının (yani risk tahminlerinin) ya risk azaltma stratejilerinin görelî sıralaması yoluyla ya da risk hedefleriyle [risk kriterleri] karşılaştırma yoluyla karar vermek için kullanıldığı süreç.

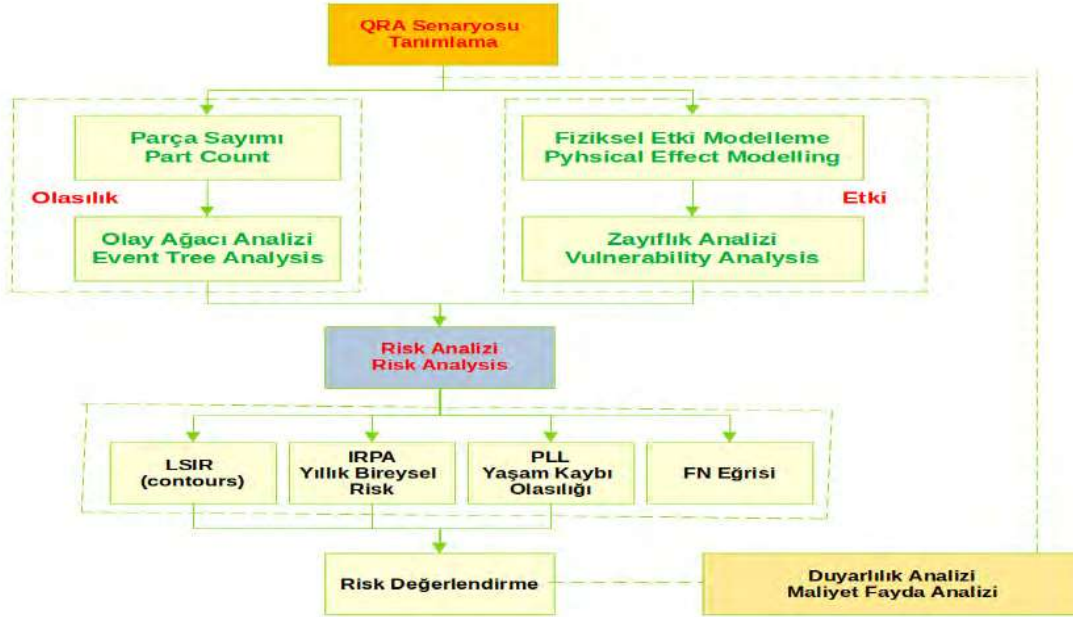
Kantitatif Risk Analizi: Mühendislik değerlendirmesi ve matematiksel tekniklere dayalı olarak bir tesis veya operasyonla ilgili olası kazaların beklenen sıklığı ve sonuçlarına ilişkin sayısal tahminlerin sistematik olarak geliştirilmesi.

QRA'den beklenenler;

- Başlatan ve kontrol eden faktörler ve sonuçlar dahil olmak üzere kaza senaryolarının analizi,
- Kaza sonucu ölümlerin tahmini (bireysel-IR, grup ve toplumsal risk-SR),
- Ekonomik kayıpların öngörülmesi,
- Çevresel etkilerin öngörülmesi,
- Temel güvenlik fonksiyonlarına yönelik riskler,
- Operasyonel kısıtlamalar ve tasarım gereksinimleri için girdi oluşturma,
- Önleyici ve hafifletici önlemlerin tanımlanması ve değerlendirilmesi,
- Güvenlik bariyerleri ihtiyacının ve işlevinin/gereksinimlerinin tanımlanması,
- Belirsizliklerin ve varsayımların etkileri.

1	Senaryo belirleme
2	Temsili sızıntı boyutunun seçimi
3	Sonuç modelleme
4	Yangın ve Patlama değerlendirme
5	Domino etkisi değerlendirme
6	Açıığa çıkan tehlikelerin değerlendirilmesi
7	Mevcut yangından korunma sistemlerinin analizi
8	Risk değerlendirme sonucuna göre risk azaltma yöntemlerinin önerilmesi

QRA sürecinin adımları aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



QRA yapabilmek için elde olması gereken veriler şöyledir;

- Borulama ve Enstrümantasyon Diyagramları (P&ID)
- Proses Akış Şemaları
- Isı ve Madde Dengeleri
- Yerleşim Planları
- Ekipman Listeleri
- Nüfus ve Bina Detayları
- Tutuşturma Kaynağı Ayrıntıları
- Meteorolojik Veriler
- Önceki proses risk değerlendirmeleri

Bu verilere ek olarak bazı kabullerin de yapılması gerekir. Kabullerin, varsayımların ve işletme prensiplerinin mutlaka belgelenmesi gerekmektedir.

Bu verilere dayalı olarak risk seviyesi belirlenen, tasarımı buna uygun düzenlenen ve belirli işletme felsefesine uygun organize olan tesiste bu verilerin değişimi risk odaklarını, olasılığını ve etkisini değiştirecektir.

Değişiklik hallerinde QRA hesaplarının gözden geçirilmesi bu nedenle önemlidir.

4.2.11. İndeks Yöntemleri [14]

Çok bilinmeyen veya kullanılmayan ancak kullanıldığında önemli yarar sağlayacak index yöntemlerini incelediğimizde bir çok yöntem karşımıza çıkmaktadır. Bunların bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- **CEI:** Dow Chemical Exposure Index – Dow firmasının geliştirdiği Kimyasal maruziyet indeksi
- **DOW FEI:** Dow Fire and Explosion Index – Dow firmasının geliştirdiği Yangın ve Patlama indeksi
- **MOND FETI:** Mond's Fire Explosion and Toxicity Index – Mond toksisite indeksi, ICI Mond bölümündeki personel tarafından dow F ve dow E indeksinden geliştirilmiştir.
- **HIRA FEDİ:** Hazard Identification and RAnking – Yangın ve patlama hasar indeksi

- **HIRA TDI:** Hazard Identification and RANking – Zehirleme hasar indeksi
- **IFAL:** The instantaneous fractional and loss index - Anlık kesirli ve kayıp indeksi
- **Mortality index:** Ölüm indeksi
- **Rapid ranking techniques :** Hızlı sıralama teknikleri
- **SHI:** Substance Hazard Index (SHI) :
- **EHS:** Extraordinary bazardous substances
- **NFPA ranking system :**
- **ILO Tool kit :**

4.2.11.1. Dow FEI Index – Yangın Patlama İndeks Yöntemi

Dow Kimya Şirketi tarafından geliştirilen, potansiyel kimyasal salımlarla ilişkili göreceli akut sağlık tehlikelerini belirlemek ve sıralamak için kullanılan bir yöntem. CEI beş faktörden hesaplanır:

1. Bir toksisite ölçüsü;
2. Bir salım için mevcut uçucu madde miktarı;
3. Her bir endişe alanına olan mesafe;
4. Değerlendirilen malzemenin moleküler ağırlığı;
5. Sıcaklık, basınç ve reaktivite gibi bir salınının koşullarını etkileyebilecek proses değişkenleri.

Büyük endüstriyel kazalar sonucu oluşabilecek toksik madde yayılımı durumunda ortama oluşabilecek gaz yayılımının tahmin edilmesini sağlayan, insan sağlığı açısından akut riskleri derecelendirme yöntemidir. HAZOP, FMEA gibi proses tehlike analizleri ile beraber kullanılması tavsiye edilmektedir. CEI'nin 200 den büyük olması durumunda daha fazla risk incelemesinin yapılması gerekmektedir.

4.2.11.2. MOND FETI – Yangın, Parlama ve Toksikite İndeksi

Mond endeksi, Dow F&EI gibi bir tehlike endeksidir. Dow F&EI' nin bir uzantısı olarak kabul edilir, potansiyel tehlikeleri belirlemek ve yangın ve patlama önleme ve toksik salım tekniklerini belirlemek için ilk tasarım döneminde gerçekleştirilebilir.

Mond endeksinin Dow F&EI' ye benzer olduğu düşünülse de, ekstra tehlikeli cezalardan kaynaklanan hesaplama adımlarında farklılıklar vardır. Örneğin, Mond endeksi Dow F&EI gibi önemli faktörleri tahmin ediyor, ancak Mond endeksi ek özel maddi faktörleri içeriyor.

Dow F&EI ve Mond endeksi birbirine çok benzemekle birlikte, Mond endeksi daha çok kimyasal süreçleri ve patlayıcı özelliklere sahip kimyasalları kapsadığı için daha avantajlı olabilir.

4.2.11.3. HIRA FEDİ – Tehlike Tanımlama Risk Analizi Yangın Patlama Hasar İndeksi [15]

FEDI geliştirmek amacıyla, bir endüstrinin çeşitli birimleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Depolama birimleri,
- Isı transferi, kütle transferi, faz şarjı, pompalama ve sıkıştırma gibi fiziksel işlemleri içeren birimler,
- Kimyasal reaksiyonları içeren birimler
- Ulaşım birimleri
- Fırın, kazanlar, doğrudan ateşlemeli ısı eşanjörleri vb. gibi diğer tehlikeli üniteler

FEDI tahmini aşağıdaki adımları içerir

- Bir sektördeki çeşitli birimlerin yukarıda belirtilen beş kategoriye sınıflandırılması,
- Enerji faktörlerinin değerlendirilmesi;
- Ceza puanı belirleme;
- Hasar potansiyelinin tahmini;

- FEDI hesaplama.

4.2.11.4. HIRA TDI - Tehlike Tanımlama Risk Analizi Zehirlenme Hasar İndeksi

Toksik hasar indeksi (TDI), bir alan üzerindeki ölümcül toksik yükün bir temsilidir. Zehirli yükten ölümcül şekilde etkilenen alanın yarıçapı (metre cinsinden) cinsinden ölçülür (%50 ölüme neden olma olasılığı). Bu indeks, birimde yer alan kimyasal(lar)ın miktarına, kimyasalın fiziksel durumuna (ve kimyasalların toksisitesine), çalışma koşullarına ve saha özelliklerine dayalı taşıma fenomenleri ve ampirik modeller kullanılarak türetilir.

5. SONUÇ

Proses güvenliğinde tehlike tanımlaması ve risk değerlendirmesi için çok sayıda yöntem mevcuttur. Bazı kaynaklar 200'ün üzerinde yöntem olduğunu söylemekte. Ancak bilinen veya en azında bizim bilebildiğimiz bir kısım yöntemden söz etmeye çalıştık. Yöntemlerin kendileri ve yöntemlerin kullanımı için gereken girdi/parametre değerlerinin doğruluğu, uygunluğu ve yerel uyumsuzluğu konusu tartışmaya açık ve üzerinde çalışılacak bir konudur.

Tesis yaşam sürecinde ilk fikir aşamasından hurda aşamasında kadar hangi yöntemlerin kullanılacağı, bazı yöntemlerin bir diğer yöntemle veri oluşturması da yine detay bir şekilde incelenmesi gereken bir konudur.

KAYNAKLAR

1. Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Yönetmeliği, ÇÇSGB, 2018, ÇSGB
2. OSHA PSM Regulation 1910.119, OSHA, 1990, OSHA
3. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, AIChE, 2008, Wiley
4. Risk Assessment Theory Methods and Applications, Marvin Rausand, 2013, Wiley
5. ALARP and the Risk Management of Civil Unmanned Aircraft Systems, Reece A. Clothier, Brendan P. Williams, Neale L. Fulton, XunGuo Lin, 2013, Conference: 2013 Australian System Safety Conference
6. Societal Risk: Initial briefing to Societal Risk Technical Advisory Group, HSE, 2009, HSE
7. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Çalışma Bakanlığı, 2013, Çalışma Bakanlığı
8. ISO 31000 Risk management - Guidelines, ISO, 2018, ISO
9. Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide, IEC, 2016, IEC
10. Bowtie Methodology, Sasho Andonov, 2018, CRC Press
11. IEC 61025 Fault tree analysis (FTA), IEC, 2006, IEC
12. Risk Management Using Failure Mode and Effect Analysis, D.H. Stamatis, 2019, ASQ Quality Press
13. Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria, CCPS, 2009, Wiley
14. Inherent safety in process plant design An index-based approach, Anna-Mari Heikkilä, 1999, VTT Publications
15. Multivariate Hazard Identification and Ranking System, Faisal I. Khan, S. A. Abbasi, 2004, AIChE

PROSES GÜVENLİĞİ YAKLAŞIMI İLE LABORATUVAR GÜVENLİĞİ

Ruhi Öktem

İSİG ve Bilim Uzmanı Kimya Y. Müh.
KMO Tehlikeli Kimyasallar ve Proses Güvenliği Komisyonu Kolaylaştırıcısı
e-posta: oktemruhi@yahoo.com

ÖZET

Hemen hemen tüm laboratuvarlarda kimyasallar (en azından temizlik malzemesi olarak) elektrik, basınçlı gaz tüpleri, LPG veya doğalgaz kullanılmakta ve atıklar oluşmaktadır. Her yıl dünyada ve Türkiye’de pek çok yangın, patlama ve toksik yayılım olmaktadır. Delft Mimarlık Fakültesi laboratuvarı elektrik kısa devresi nedeni ile yanmış [1], Los Angeles, Kaliforniya Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarında 9 Aralık 2008’de kimyasal nedenli yangın çıkmıştır. (UCLA)[2]. Örnekler çoğaltılabilir.

En kötü hal senaryosu (WC Scenario) kavramı gereğince, deney yapan öğrenci yoğunluğunun arttığı saatlerde, rüzgârın ters yönde estiği bir anda olabilecek bir patlama-toksik yayılım veya yangının hiç de küçümsenmeyecek sonuçlarına dikkat çekilmek istenmiştir. Bu durumun şiddeti büyük olacağı için olasılığını en aza indirmek gerekir. APELL yaklaşımı bu gibi durumlarda kurumlar arası iş birliğinin önemini vurgular.

Gerçekten de; Laboratuvarların da etraflarındaki farklı Üniversite/Kurum birimleri ile bir kaza durumunda nasıl davranılacağına dair Kimyasal miktarı Seveso Direktifindeki ek 1 ek 2 deki değerlere ulaşmasa da, bu direktifindeki Dâhili ve Harici acil durum planı gibi işbirliği yapmasında yarar vardır [3].

En azından toplanma alanının nerede olduğu, yangın durumunda asansör kullanılmadan oraya nasıl ulaşılacağı gibi konular tatbikatlar yapılarak benimsetilmeli ve bir kaza durumunda kayıpların en aza indirilmesi amaçlanmalıdır.

Endüstrideki karşılıklı işbaşı konuşması (toolbox talking) olan bu deney-başı konuşması kısa fakat etkili olacak ve pek çok kazayı önleyebilecektir. Deney başı konuşmalarında katılımın imzalı bir şekilde belgelendirilmiş olması da en azından yönetimin görevini yapma konusunda ihmalinin bulunmadığını düşündürebilecektir.

HAZOP un temel mantığında akla gelmeyen akla getiren anahtar kelimeler ile parametreler sorgulanırken yeni sapmalar bulunabilmektedir.

İşte bu bakışla yazıda Laboratuvar kazalarının küçümsenmemesi, onlara gerçek anlamda risk değerlendirmesi yapılarak özellikle *genç tecrübesiz öğrencilerin sebep olabilecekleri- dalgın, kendini deney sonucuna bilimsel kaygılarla kapıran, sanayi tecrübesi olmayan, gece yarısı, belki yalnız çalışabilen araştırmacıların sebep olabilecekleri kazalara ve önlemlerine dikkat çekilmek istenmiştir.*

Güvenlik kültüründen değişim yönetimine, ortak nedenli başarısızlıktan ramak kala bildirimine, ILO COSSH yöntemine kadar pek çok proses güvenliği yaklaşımlarıyla konu irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Proses güvenliği kültürü, ILO-COHHs [4], Laboratuvar kazaları, işbaşı konuşması, risk değerlendirme

1.GİRİŞ

Laboratuvarlarda artık «elini cam kesti» «pipetle emerken ağızına kimyasal kaçtı» kazaları hala devam etmekle beraber, bu çalışmanın amacı çok daha büyük laboratuvar

kazalarının olmaya başladığı zamanımızda, küçük bir işletme büyüklüğündeki laboratuvarları yönetmenin **sistem anlayışı** ile mümkün olabileceği savını açmaya çalışmaktan ibarettir.

Laboratuvarlarda temel faaliyetlerin dışında, temizlik, bakım, onarım, tedarik, ziyaret, kontrol, vb. yeni ürün geliştirilmesi, ürün/malzeme türü ve kalitesinin belirlenmesi, çalışanların sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, acil durumlar, meteorolojik şartlar, çevrenin korunması, gibi birçok faaliyetler de risk değerlendirilmesine katılmalıdır.

Vuhan' dan yayıldığı iddia edilen Covid 19 pandemisi doğru ise, laboratuvardaki bir kırık etüvden tüm dünyaya yayılmadı mı?... Laboratuvarınızdaki bir Hidrojen tüpünün patlaması ile laboratuvarı geçtik çevre tesisler, binalar için nelere sebep olabileceğini hiç düşündünüz mü?...

Kimya mühendisleri Odası Proses Güvenliği Komisyonu'nun Sempozyum konseptine uygun olarak bu iki konu –laboratuvar ve proses güvenliği konuları arasında kazaları önleme bilinci açısından benzerlikler ele alınacaktır. KMO, İstanbul Şubesinin her yıl yapmakta olduğu ULAG - Ulusal Laboratuvar Akreditasyonu Ve Güvenliği Sempozyumu Kitaplarında Laboratuvar Güvenliği konusu detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Hemen hemen tüm laboratuvarlarda kimyasallar, (en azından temizlik malzemesi olarak)- elektrik, LPG veya doğalgaz kullanılmakta ve atıklar oluşmaktadır. Dolayısı ile Dünya'da ve Türkiye'de pek çok yangın, patlama ve toksik yayılım olmaktadır.

1.1 En Sık Rastlanan Laboratuvar Kazaları

Dökülmeler-saçılmalar

İğne ve diğer kesici-delici yaralanmaları

Bel incinmesi

Patlamalar

Yangınlar

Ekzotermik (ısıveren) reaksiyonlar

Toksik kimyasal buharları

Ağızla pipetaj sırasında yutma

Yukarıda görülebileceği gibi sıkça olmamakla beraber, proses kazaları olmakta ve tabiatı gereği olduğu zaman şiddeti fazla olmaktadır.

Laboratuvar Çalışanları Kazaları;

Güvensiz Çalışanlar

- güvenlik programları hakkında yetersiz bilgiye sahip,
- aşırı risk alan,
- aceleci iş yapan,
- genç erkekler (17-24 yaş)

Güvenli Çalışanlar

- güvenlik kurallarını bilen ve içselleştirmiş olan,
- “tedbirli” çalışma alışkanlıklarına sahip,
- potansiyel tehlikeli durumları bilen,
- kadınlar ve yaşça büyük personel (45-64 yaş)

1.2 Neden Akademik Laboratuvarlarda Kaza Sayısı Fazladır?

Batı da akademik laboratuvarlarda endüstriyel laboratuvarlara oranla kaza oranının oldukça yüksek olması, endüstride yapılması talep edilen özenli tehlike analizleri ve uyulması istenen sıkı güvenlik önlemlerinin olmayışı ile açıklanabilir.

Genellikle Personelin ilgi alanları sipesiftir ve iş güvenliği dergilerini takip etmezler. (Hâlbuki her birinin takip ettiği uluslararası şahitli yayınlar pek çoktur.)

Endüstriyel laboratuvarlarda da güvenlik, deneyin başarı ile zamanında tamamlanması çabasından sonra akla gelebilmektedir.

Araştırma laboratuvarları kaza oranının endüstriyel laboratuvarlara oranla 10 ile 50 kat daha yüksek olduğu tahmin ediliyor.. [5]

Güvenlik konusunda yapılacak **eğitimler düzenli ve sürekli olmalı, her kademedен araştırmacıyı kapsamalıdır. Yaşanan kazalar paylaşılmalı ve alınacak dersler tartışılmalıdır.** Söz konusu paylaşımın yapılabileceği **veri tabanları oluşturulmalı** ve güncel olarak izlenmelidir.

Büyük kazaların habercisi ortamların ve davranışların kontrolü kazaları önleyici olacaktır.

İngiltere *Ronan Point* faciasından sonra doğalgaz kazalarını daha ciddiye almış ve HSE Kurumu bünyesinde istatistikler tutmaya başlamıştır.

Hande Hanım'ın EK teki laboratuvar kazası ise basında çok duyulmamış ve ciddiye alınmamıştır. Hâlbuki Türkiye'de de Hande Hanımın kazası bir milat olabilir.

1.3 İnternette Kolayca Ulaşılabilecek Türkiye Ve Dünyadaki Laboratuvar Kaza Örnekleri

Delft Mimarlık Fakültesi laboratuvardaki elektrik kısa devresi nedeni ile yanmış. [1] Los Angeles, Kaliforniya Üniversitesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarında kimyasal nedenli çıkan yangın (UCLA), 9 Aralık 2008 [2], gibi örnekler çoğaltılabilir. [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]

1.4 Fauske Team Tarafından Yayınlanan Yazıda Proses Ve Laboratuvar Güvenliğinin Benzer Yanları

Proses Güvenliği Temel Laboratuvar Güvenliğiyle Başlar.

Proses güvenliği ve laboratuvar güvenliği için kilit öneme sahip öğelerin kısa bir listesi:

1. İşlem adımlarını atlamayın.
2. Tüm acil durum ekipmanının nerede olduğunu ve nasıl çalıştırılacağını bilin.
3. Laboratuvardaki tüm ekipmanların nasıl çalıştırılacağını anlayın.
4. Laboratuvar güvenlik kurallarını düzenli olarak bir plan dâhilinde gözden geçirin.
5. Düzenli ve planlı olarak **tatbikat** yapın. Her seferinde iyileştirilecek şeyler aramaktan korkmayın.

Proses güvenliği, bir ürün oluşturmak için atılan tüm adımlara derinlemesine bakmayı içerir. Isı, hareket, bileşim ve zamanlama nedeniyle olası etkileşimlerin tümü, üretim öncesi gerekli değerlendirmelerdir.

Proses Güvenliği Yönetimi (PSM) ve diğer Risk Yönetimi biçimleri şunları içerebilir:

Yanıcı Toz Tehlike Değerlendirmesi (DHA)

Patlama ve Yangın Tehlikesi Değerlendirmesi,

Proses Tehlike Analizi (PHA),

Tehlike Tanımlama Risk Analizi,

Sonuç Analizi,

Daha Güvenli Proses Ölçeklendirme,

Proses Güvenliği Yönetimi (PSM) Program Geliştirme ve Salım (relief) Sistemi Tasarım İncelemesi.

Ancak, “her şey laboratuvarın, tesisin ve yönetimin güvenliği ilk sıraya koyma becerisiyle başlar” denilmektedir [16]

Yukarıdaki anahtar cümle işin başıdır. Şimdi önce bu iş için bütçe ayırmanın önemini irdeleyelim sonra ayrı ayrı bu başlıkları inceleyelim;

1.5 Bütçe Ve Planlı Olma, Sistem Anlayışı

Kendiliğinden güvenli (inherently safe) tasarımları olan cihazlar tercih sebebidir.

Depolama, atık bertarafı hesaba katılarak tasarlanmalıdır. Güvenlik tasarım aşamasından başlamalıdır.

GBF’da belirtilen uygun KKD, yangın söndürücü ve temizleme malzemeleri kullanım prosedürleri (talimat/ yönetmelik) ile birlikte hazır bulundurulmalıdır.

Çalışanların sağlığını olumsuz etkileyebilecek (covid 19 virüsü dahil) koku ve buharları gidermek üzere yeterli havalandırma gerektirmektedir. Basıncılı Hava, su vb yardımcı birimler vb. tüm bunlar önceden planlanmalı ve işe başladığında hesap edilmemiş maliyetler ortaya çıkmamalıdır.

Güvenli tasarlanan laboratuvarlarda daha az kaza beklenir. Örneğin proses endüstrisinde Tasarım HAZOP u risk değerlendirmesi yapılır.

İhaleler yapılırken belli bir oranının iş güvenliğine ayrılması ve bunun her yüklenici tarafından bilinmesi unutulmaması ve baştan bütçe ayrılması gerektiği savımız laboratuvarlar için de gereklidir.

Unutmayalım iş sağlığı güvenliği-proses güvenliği tasarım aşamasında başlar!.

Yüksek maliyet giderleri olsa dahi, yapılacak olan çalışmaların tehlike değerlendirmesi sonucu alınacak gerekli önlemler alınmadıkça başlatılmaması, hatta gerekli durumlarda (tolere edilemez ve önemli risk seviyesine sahip olunan durumlarda) tamamen iptal edilmesi gerekmektedir. a

Teorik olarak doğru ama hak edişlerin hazırlanması, sunulması, kabulü devlette zaman alabilmekte, bütçesi dar özel sektörde de gecikme veya iptal yönüne gidilebilmektedir.

Burada anahtar kelime; «*Ya bütçeyi temin et, ya da başlama!*» olmalı,

Önlem yetersizde olsa başlanan bir deneyin sonucu hüsrana neticelenebilecektir. O halde deney planlayıcıları önceden bütçe yaparak yönetimin işini kolaylaştırmalıdır. Zaten İş sağlığı güvenliğini sağlamak planlı **olmak ve sistem kurmaktan geçmiyor mu?** Sözün özü: **ayağını yorganına göre kısalt!**☺

Inspect	Level	Range M\$	Risk Category				
	5	> 200	H	H	H	H	H
4	100 - 200	M	M	H	H	H	
3	50 - 100	L	M	M	M	H	
2	10 - 50	L	L	L	M	M	
1	< 10	L	L	L	L	L	
		Range %	< 10 %	10 - 20 %	20 - 50 %	50 - 80 %	> 80 %
		Level	1	2	3	4	5
Likelihood							

Inspect	Level	Range M\$	Risk Treatment				
	5	> 200	Transfer Risk	Avoid Risk			
4	100 - 200						
3	50 - 100	Accept Risk	Reduce Risk				
2	10 - 50						
1	< 10						
		Range %	< 10 %	10 - 20 %	20 - 50 %	50 - 80 %	> 80 %
		Level	1	2	3	4	5
Likelihood							

Şekil 1. Parasal etki risk değerlendirmesi

2. PROSES GÜVENLİĞİ GÖZLÜĞÜ İLE /LABORATUVAR KAZALARI İRDELENMESİ

Proses kazaları ile laboratuvar kazaları arasındaki benzerliklere dikkat çekilerek proses güvenliği konsepti içinde dünyada uygulanmakta olan ;

- İş izni, (Permit To work)
- Ramak kala kaza bildirim, (Near miss)
- Deneyimden öğrenme, (Lateral Learning)
- Kaza kök sebep analizi, (Route cause Analysis)
- İşbaşı konuşmaları, (Toolbox talking)
- Değişim yönetimi, (Management of change)
- ONB Ortak Nedenli Başarısızlık (Common cause Failure)
- En Kötü Hal (WC) Senaryosu,
- KES; Kilit Etiket Sistemi (LOTO),
- Tehlike Avcılığı (Hazard Hunting)
- Davranış Odaklı İş Güvenliği (Behavior based safety)

gibi sistem ve kavramların laboratuvar kazalarını önlemede pekala kullanılabilir. Bu kavramlar ve uyumunu tek tek inceleyelim;

2.1 En Kötü Hal Senaryosu

Öğrenci yoğunluğunun arttığı saatlerde, rüzgârın ters yönde estiği bir anda olabilecek bir patlama- toksik yayılım veya yangının küçümsenmeyecek sonuçlarına dikkat çekilmek istenmiştir.

En kötü hal senaryosu (WC Scenario) kavramı Batı' da uygulanan, ülkemizde daha az yer bulan bir kavramdır. Bu en kötü hal diye nitelediğimiz durumun şiddeti en büyük olacağı için olasılığını en aza indirmek gerekir. Risk basitçe bu ikisinin olasılık ve şiddetin çarpımıdır çoğunlukla.

APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level) yaklaşımı bu gibi durumlarda kurumlar arası işbirliğinin önemini vurgular. [17]

Gerçekten de; Laboratuvarların da etraflarındaki farklı Üniversite/ Kurum birimleri ile, bir kaza durumunda nasıl davranılacağına dair (Seveso Direktifindeki Dâhili ve **Harici acil durum planı*** gibi) iş birliği yapmasında yarar vardır. [3]

Ayrıca kendi ve diğer çalışanlar için *en kötü hal senaryosu* olasılıklarının göz önünde bulundurulması, bilimsel eğitimin bir parçası olarak, *deneylerin teorik* arka *planının* ya da onları profesyonel bir şekilde yapmak için adım adım protokollerin öğrenilmesinin gerektiği bilinmelidir.

Rüzgarın ters estiği bir anda, yan yana depolanan toksik ve patlayıcılar nedeni ile patlayıcı yada yanıcının tutuşması veya patlaması nedeniyle toksik maddenin laboratuvara yayılması, bu esnada en kalabalık saatlerde olması ve rüzgarın ters yönden esmesi ve hatta yangın söndürme tüplerinin yangın ve toksik gazların yangın etki alanı içinde bulunması nedeniyle ulaşılamaması (ONB-Ortak Nedenli Başarısızlık) gibi en uç olaylar gündeme getirilir.

Komşu tesislerle yangın söndürme, itfaiye veya ambulans vb acil durum önlemleri konularında işbirliği gündeme gelmelidir.

2.2 İşbaşı Konuşmaları (Toolbox talking)

Endüstrideki karşılığı *işbaşı konuşması* (toolbox talking) [18] olan bu *deney - başı konuşması* kısa fakat etkili olacak proaktif olarak pek çok kazayı önleyebilecektir.

Batıda ve Ülkemizde büyük projelerde uygulanan işbaşında yapılan kısa konuşmaların, saatler bulan eğitimlerin etkinliğini artırdığı bilinmektedir. Düzenli olarak yapılacak deney-baş konuşmaları sadece 10 dakika sürecek ve buna karşı eğitim etkinliğini artırdığı gibi çalışanlara önemli bir farkındalık sağlayacaktır.

Yurtdışı büyük firmalarda eğitim saatleri, iş başı konuşma sayısı ve ramak kala kayıtları öne çıkan performans göstergeleri olarak değerlendirilmektedir.

Laboratuvarların küçük birer tesis boyutuna olduğu üniversite laboratuvarlarında da bu uygulama yapılabilir. Gerek öğrenciler ve/veya asistanlar ile yapılacak deneylerin tehlikelerinden bahsedilen, kayıtların tutulduğu bir deney-baş konuşması yasal yönden idarenin sorumluluğunu azaltacağı gibi çalışan ve öğrencilerin kaza yapmasını azaltacaktır, İşbaşı konuşmalarını toplu halde bulabilirsiniz. [19]

2.3 HAZOP Mantığı Uygulanabilir mi?

HAZOP un temel mantığında akla gelmeyen akla getiren anahtar/kılavuz kelimeler ile parametreler sorgulanırken yeni sapmalar bulunabilmektedir.

İşte bu bakışla, bu yazıda, Laboratuvar kazalarının küçümsenmemesi onlara gerçek anlamda risk değerlendirmesi yapılarak, özellikle genç tecrübesiz öğrencilerin sebep olabilecekleri kazaların önlenmesine çalışılmalıdır.

Dalgın, kendini deney sonucuna ve bilimsel kaygılara kaptıran, sanayi tecrübesi olmayan, gece yarısı, belki - yalnız çalışabilen araştırmacıların sebep olabilecekleri kazalar da göz ardı edilmemelidir.

Kazaların çoğu, sorumlu kişilerin tehlikeleri görmemesi (ne olabileceğini) veya riski (meydana gelme olasılığını veya olası etkiyi) küçümsemesi nedeniyle meydana gelir. Çünkü tehlikeleri ortadan kaldırmak veya riski azaltmak için neler yapılabileceğini bilmiyorlardır ya da farkındalık veya bilgi eksikliği nedeni ile sonucu hafife alıyorlardır.

Kazaların insan hatasından kaynaklandığını söylemek, düşmelerin yerçekiminden kaynaklandığını söylemek gibidir. Bir anlamda doğru; ancak bu kazaları önlememize yardımcı olmuyor.» Prof. Dr. Trevor Kletz

2.4 Güvenlik Kültürü Ve Laboratuvar Güvenliği

Güvenlik kültürü, 1986 yılında Çernobil nükleer santralinde yaşanan felaket sonrasında 28 OECD üyesinden oluşan OECD Nükleer Enerji Ajansı (NEA)'nın yayınladığı raporda ilk kez karşımıza çıkmıştır

Laboratuvar güvenliği; laboratuvarında bulunan/çalışanları ve ekipmanları, çalışma ortamı ve çevreyi tehlikelerden korumak için çalışma öncesinde, çalışmayı yürütürken ve çalışma sonrasında uygulanacak kuralların belirlenmesi ve uygulanmasını sağlamaktır. Laboratuvar güvenliği ile oluşabilecek tehlikelere karşı önlemler alınarak, uygulanmasına yönelik sürdürülebilir çözümler gerçekleştirilir [20]

KMO nun güvenlik kültürü kavramı ile ilgili çalışmalarını baz alarak kazaların önlenememesinin önemli bir nedeninin **güvenlik kültürü oluşmaması** olduğu savımız irdelenecektir. Organizasyon içinde güçlü bir **güvenlik kültürü**, başarılı bir **laboratuvar sağlık ve güvenlik programının** oluşturulabileceği sağlam bir temel oluşturur.

Güvenlik kültürünün bir parçası olarak, organizasyon **tüm düzeylerinde** (yani; *idari personel, bilim adamları, laboratuvar teknisyenleri*) **laboratuvardaki tehlikeli malzemelere maruz kalma riskini en aza indirmenin önemini anlamalı** ve bu doğrultuda **birlikte** çalışmalıdır. Ekip çalışması (Team work)

Özellikle, laboratuvar personeli **yeni bir deney planlarken** kullanılacak kimyasalların sağlık, fiziksel ve çevresel tehlikelerini dikkate almalı ve çalışmalarını ihtiyatlı bir şekilde gerçekleştirmelidir.

Laboratuvar personeli, her bireyin refahı ve güvenliğinin, **ekip çalışmasının** ve kişisel sorumluluğun açıkça tanımlanmış tutumlarına bağlı olduğunu ve laboratuvar güvenliğinin sadece bir malzeme ve ekipman sorunu değil, aynı zamanda süreçler ve davranışlar olduğunu da fark etmelidir.

Laboratuvardaki tehlikeleri doğru bir şekilde tespit etme ve değerlendirme **egitim ve sürekli organizasyon desteği ile** öğretilmeli ve teşvik edilmelidir.

Başarılı bir sağlık ve güvenlik programı, ISO 45001 de olduğu gibi, **organizasyondaki herkesin günlük taahhüdünü gerektirir. İyi bir örnek oluşturan liderlik (leadership) taahhüdün (Commitment) sergilendiği en iyi yöntemdir.**

Küçük ölçekli çalışmanın aynı zamanda küçük ölçekli (önemsiz) tehlikeler taşıdığı görüşü çok yanlıdır ve kişiye güvenlik konusunda **sahte bir güven duygusu** aşılır.

Asıl olan tehlikeleri tanımak ve giderme yollarını tanımdır. Metodoloji öncelik sıralaması anlamında yararlı olabilir.

Laboratuvarınızın güvenliğe karşı tutumu nasıl?

Laboratuvar personelinin **güvenliğe karşı olan tutumları**, *ekipman kalitesinden, düzenlemelerden, yönetsel politikalarından*, kullanılan malzemelerin doğasından kaynaklanan risklerden ve yürütülen faaliyetlerden çok daha önemlidir!!!

Bu çalışmada en önemli unsurun **güvenlik kültürü** olduğu ve **üst yönetimin de bu anlayışı destekleyici yönde karar alarak uygulamaya geçirmesi gerektiği vurgulanmaya çalışılacaktır.**

Bir laboratuvar güvenliği kültürü, kurumsal kuralların yönlendirdiği dış bir beklenti değil, içselleştirilmiş bir tutum haline gelmelidir.

Laboratuvar Kazalarının Önlenmesi İçin Güvenli **Çalışma Anlayışı**;

Laboratuvar kazalarını önlemenin en iyi yolu, **ekipman, kimyasal veya biyolojik malzemelerle çalışmanın ne olduğu** konusunda **hazırlıklı ve bilgili** olmaktır.

Laboratuvar ortamımızdaki Laboratuvar kazalarının ve olaylarının önlenmesi için bir **“güvenli çalışma anlayışı”** geliştirilmelidir. Bu anlayış; tehlikeleri ve bu tehlikelerin risklerini değerlendirmek, ortadan kaldırmak / en aza indirmek, belirlenen riskler ve gerçekleştirilmekte olan görevlere dikkat edilmesi ile gerçekleştirilebilir.

Engelliler için yapılacak değişiklikler de laboratuvar güvenliği kültürünün bir parçasıdır. Laboratuvar alanı ve fikstürlerindeki değişikliklerin birçoğu herkes için yarar sağlar. Hafta sonu, vardiyalarda ve yalnız yapılan çalışmaların da çok iyi değerlendirilmesi hamile çalışan veya öğrencilerin durumu göz önüne alınmalıdır. Yangında body uygulaması da düşünülmemelidir.

2.5 İş İzni Sistemi

Laboratuvarınızda varsa kapalı alanda çalışma, tank temizliği elektrikle çalışmalar (KES sistemi ile olmalı) vb tehlikeli işler gelişigüzel yapılmamalı izne bağlı olmalıdır! iş yapılmadan yangın tüpleri- battaniyeleri- su vb. hazır edilmeli, *kaza anında bunları bulmak için zaman kaybedilmemelidir...*

Her deney yapan öğrenci/akademisyen/kişi tarih-saat vererek hangi cihazı kullandığını ne amaçla kullandığını, kimyasal kullanımını belirten bir dokümantasyon sağlanırsa, ekipmanda -tankta en son hangi kimyasal olduğunu bilen personel, temizleme veya yeni bir iş başlatırken bu kimyasalın tehlike oluşturup oluşturmayacağını da bilir.

Böyle bir izin sistemi laboratuvarda kurulamaz mı? Tehlikeli işler için sorumluların belirlendiği, her türlü önlemin işe başlamadan alındığı, ölçümler yapılarak risk değerlendirilmesinden sonra işe başlandığı bir sistem laboratuvarlar da uygulanamaz mı?

2.6 Deneyimden Öğrenme

Kaza paylaşımları «*lateral learning*» kavramı kapsamında bazı şirketler tarafından kendi iç bünyelerindeki tüm birimler arasında yapılmaktadır. Lateral Learning deneyimden **öğrenme** şeklinde tercüme edilmiştir. [21] Yukarıda sözü geçen Beacon Kazalardan çıkarılan dersleri proses güvenliği anlamında paylaşmaktadır. Laboratuvar kazaları için de böyle bir yayın yapılamaz mı?

2.7 Ramak kala

Bir laboratuvarda olan kaza veya kazaya ramak kala diğerleri ile paylaşılmalıdır ki oralarda da benzer kazalar olmasın. Bu görev üniversitelerde Rektörlüğe düşmektedir.

Daha güvenli bir laboratuvar ortamı ancak böyle bir düşünsel model (paradigma) değişimi ile sağlanabilir.

Ramak kala paylaşımlarının ülkemizde de tüm şirketlerce yapılması idealimizdir. Laboratuvar ramak kala olaylarının dikkate alınması gerektiğini bu platformda vurgulamış olalım.[21] [22]

Ramak kala statik elektrik

Hidrojen, oksijen ve karbondioksit içeren bir karışım 50 litrelik bir tankta 6 barg (90 psig) basınç altında tutuluyor ve bakteri içeren bir biyoreaktörü besliyordu.

Tank ve enstrüman gibi diğer ekipmanlara bağlantı yapılmamış ve topraklama sağlanmamıştı. Aynı deney, kazadan önce 10 kez yapılmıştı, 11 seferde kaza oldu.

70 gr TNT patlamasına eşdeğer patlama oldu. Araştırmacı TheaEkins-Coward bir kolunu kaybetti.

Hawaii Üniversitesi Manoa Doğal Enerji Enstitüsü Biyo yakıt Araştırma Laboratuvarı Uyarı işaretleri; Müfettişler kaza öncesi önce yeterince ele alınmayan 'ramak kala' olayları olduğunu tespit ettiler.

Ekipmanlar, tesisler, prosedürler ve eğitimler bu tür çok tehlikeli gaz karışımıyla çalışmak için uygun değildi

Olaydan bir gün önce, araştırmacı, daha küçük basınçlı bir kaptan çatlama sesi duymuştu. Söylemesine rağmen bu ramak kala olayı dikkate alınmadı. Patlamadan haftalar önce deney yaparken depolama tankına dokunduğunda statik elektrik olduğunu söylemişti, ancak endişelenmemesi gerektiği söylendi. Problem ihmal edildi.

Patlamanın nedeninin parlayıcı karışımı tutuşturan statik elektrik boşalması olduğu tespit edildi.

Ancak esas neden, tank içerisinde oluşan parlayıcı bir atmosferin çok kolay tutuşabileceğinin farkına varılmamasıdır.

2.8 Kök Sebep Analizi;

Bir yaralanmanın yasal sorumluluğu kriterleri ve **kök sebep analizi**;

Laboratuvardaki yaralanma, ramak kala ve potansiyel kazalar **kök sebep analizi** (root cause analysis) yapılarak değerlendirilmelidir.

Laboratuvar yönetim sisteminin de olmazsa olmaz parçasıdır. *Kök sebep analizi soğan soyma gibidir...Ortalara geldikçe gözler acır ama gerçek nedeni bulmak için bu yapılmalıdır. Genellikle de sonuçta yönetim hatalarına ulaşılır.*

Böyle yapılmazsa benzer kazalar tekrarlar durur... Ters eğimli (zamanla çöken) yolda Kızılıрмаğa uçanlar ne kadar suçlu? Merkezkaç kuvveti görev başında !..

Kök sebep bulma sadece o kazanın tekrarını önleyici değil, benzer kazaların da sebebinin ortaya çıkaracak ve önlenmesine yardımcı olacaktır.

Yaralanma-yağdan kayma-sızıntı yapan araç-yetersiz bakım- bakım prosedürü yağ emici tedariki sistemi olmayışı

Beklenmedik ve tehlikeli enerjinin sınırsız salınımı Laboratuvarlarda şu durumlarda oluşur:

- (1) Tüm enerji kaynakları tanımlanmadıysa;
- (2) Mevcut enerji ile güvenli çalışma uygulamaları için gereklilikler tanımlanmamışsa; veya
- (3) devre dışı bırakılmış enerji kaynakları yanlışlıkla, kasıtlı olarak veya kazara bakım görevlisinin bilgisi olmadan yeniden etkinleştirilirse... (KES uygulanmamış ise)

Tehlikeli enerjinin kontrolünü içeren problemler prosedürel çözümler gerektirir. İşverenler tehlikeleri kontrol etmek için bu tür prosedürel çözümler oluşturmalı ve bakım sırasında işçi güvenliğini sağlamalıdır.

Yine de, bu tür prosedürler ancak sıkı bir şekilde uygulandığı takdirde etkilidir.

Bu nedenle, bu tür prosedürlerin işverenler (Laboratuvar yöneticileri) tarafından uygulanması katı kurallara bağlı olmalıdır. [23]

2.9 Tehlike Avcısı (hazard hunter) olmak

Öğrenci ve deney yapanların parlayıcı patlayıcı maddelerin olmadığı yerlerde 15 dakika cep telefonları veya fotoğraf makinaları ile tehlikeli durumları saptaması, grup olarak tartışarak en etkilisine ödül verilmesi farkındalığı artıracaktır. Mümkün olursa hatayı bulandan çözüm önerisi edinmek yararlı olacaktır. Bu durum çalışan katılımı için de çok etkin bir uygulamadır.

Tehlikeyi siz avlamazsanız o size avlar...

Laboratuvarda her göz bir gözlemci olmalıdır. [24]

2.10 Kilit - Etiket - Sistemi KES (EKED) (LOTO Lock out Tag out)

Sadece elektrik değil basınçlı sıcak boru vanaları vb de sisteme girmelidir.

Kilitleme-Talimatlara göre, enerji kesme aracının üzerine **kilitleme** cihazı konulur, İçerde çalışanlar kilitler. Hepsi kendi kilidini açmadan kilit açılmaz ve enerji kullanılamaz

Etiketleme-Talimatlara göre, enerji kesme düzeneği üzerine etiketleme yapılmasıdır. Bu etiket kaldırılana kadar enerji kullanılmamalı aletler çalıştırılmamalıdır. [25]

Toksik yayılım, yangın ve patlama olabilecek laboratuvarlar için: HAZOP

HAZOP un bir takım çalışması olması, iyi bir lidere ihtiyaç duyması ve uzun zaman alması gibi dezavantajları ancak büyük firmalarda uygulanabilirliğini akla getiriyor.

Metodolojinin bilinmesi ve anahtar *kılavuz kelimelerle* sorgulama yapılmaması durumunda uygulama başarılı olamıyor.

O nedenle, en azından konsept bilinmeli ve tehlike ararken kullanılmalıdır.
TS EN 61882

2.11 Ortak Nedenli Başarısızlık ONB (CCF) (Common Cause Failure)

Yangın söndürme, aydınlatma sistemlerinin ve yedeklerinin o yangından asla etkilenmeyecek yere yapılması ve ulaşımın her zaman sağlanması gerekmektedir.

Yangını söndürmek için söndürücü lazım ama söndürücü yangın nedeni ile ulaşamaz durumda. Yangın söndürme tüpünün Hidrojen tüpünün yanında olduğunu düşününüz...

Yanlış anlayabilen bir personelin birden fazla ekipmana aynı hatalı uygulamada bulunması söz konusu olabilir. [26]



[27]

Şekil 2. KMO Ankara Şube Etkinliği

2.12 Laboratuvarlarda Değişim Yönetimi

Değişim yönetimi Büyük endüstriyel kazaların önlenmesi veya etkilerinin azaltılması uygulamasında akla gelen bir kavram olmakla birlikte, laboratuvarlarda da kullanılması şarttır. Özellikle, değişikliklerin sonuçlarını ve dolayısıyla değiştirilen veya oluşturulan riskleri belirlemek için kullanılır. [28]

Bir deneyde, girdilerde, yöntemde, karışım oranları gibi değerlerde değişim yapıldığında, bundan herkesin haberdar olması, risk değerlendirme yapılması, onaylanması ve kendini ilgilendiren konularda ne gibi önlemler alacağını saptayıp paylaşması gerekmez mi?

Bu konu proses güvenliği ve risk yönetiminin olmazsa olmazıdır...

<https://www.crowdcast.io/e/proses-guvenligindeSorumluluk> samur kürke benzer, her bedene ayrı ayrı prova edilmelidir...

Birincil sorumluluk, işi yürüten bireyin sorumluluğudur...

Güvenli bir ortam yaratma ve güvenlik kültürünü teşvik etme konusundaki nihai sorumluluk, kurumun başkanı ve işletme birimleri ile birlikte sorumluluğudur.

İş güvenliği önden çekişlidir... Tıpkı **şehriye çorbasında olduğu gibi.** İtmeniz bir işe yaramaz ama bir çatala takıp çektiğinizde tüm şehriyelerin düzgün bir şekilde geldiğini görürsünüz... ☺

3. RİSK DEĞERLENDİRME BAKIŞLARI

3.1 Kimyasal Hijyen Planı

Akademik laboratuvarlarda deney asistanlarının sorumluluğu büyüktür. Malzemelerin ekipmanların çalınması, suç teşkil edecek kasıtlı davranışlar, kapıların kitlenmesi gibi pek çok güvenlik (security) konuları da bu gündemin altında değerlendirileceğe benzer.. [34]

Neden Laboratuvar Güvenliği Kurulu Oluşturmalıyız?

- 1 Politika belirlemek, yıllık çalışma planlarını yapmak, işleyişi denetlemek ve rapor hazırlamak.
- 2 Uygulamaların yürütülmesinde görev alacak çalışma gruplarını oluşturmak; görev dağılımlarını belirlemek ve bu gruplar ile toplantılar düzenleyerek çalışmalarını izlemek.
- 3 Genel güvenlik eğitimi içeriğini ve eğitim dokümanlarını periyodik olarak gözden geçirmek, güncellenmesini sağlamak.

3.2 Risk ve Fırsatların Değerlendirilmesi

Laboratuvarların Akreditasyonuna Dair Rehber R20.43 Revizyon No: 00 Yürürlük Tarihi: 16.07.2018 [29] Rehberde bu konu aşağıdaki gibi ele alınmaktadır;

Laboratuvarlar, laboratuvar faaliyetleriyle ilgili olarak riskleri ve fırsatları ele almalı, değerlendirmeli ve dokümanete etmelidir.

Bu değerlendirmeler neticesinde ortaya konulacak aksiyonlar, riskler ve fırsatların laboratuvar sonuçlarının geçerliliği üzerindeki etkisiyle orantılı olmalıdır.

Risk ve fırsatların değerlendirilmesi, standartta herhangi bir metodolojik şarta bağlanmamış olmakla birlikte laboratuvarların hedeflerine, yönetim sisteminin karmaşıklık seviyesine, tabi oldukları mevzuat ve diğer zorunlu dokümanlara uygun olarak gerçekleştirilmelidir.

Risk değerlemenin amacı; risk analizinin sonuçlarına bağlı olarak, risklerin azaltılmasına ve/veya öncelikli olarak iyileştirmeye gerek olup olmadığına karar vermede en temel seviyedeki yönetim şekli ile yardımcı olmaktır.

Laboratuvar ileri seviyede bir risk değerlendirme süreci işletebilir. Her durumda laboratuvar; deney, kalibrasyon ve numune alma faaliyetleri ile ilgili belirlenen risklerin ve fırsatların reaktif ve proaktif olarak nasıl yönetileceğini pratik olarak belirlemelidir.

Risk ve fırsatların değerlendirilmesinde derinliğin ne olduğu veya hangi durumların risk olarak tanımlanacağı, laboratuvarın organizasyon yapısı, personel yapısı ve yetkinlik seviyesi vb. ile ilgili olup, laboratuvardan laboratuvara farklılık gösterebilir.

Laboratuvar, kalite yönetim sistemini bütünüyle göz önünde bulundurarak, risk ve fırsatları akredite olduğu kapsam bazında değerlendirebilir.

Laboratuvar risk ve fırsat değerlendirmesi yaparken laboratuvar faaliyeti odağında, standardın maddeleri üzerinden de gidebilir.

Laboratuvarların süreç yaklaşımı için veya birden fazla laboratuvar faaliyeti (birden fazla deney) için ortak olabilecek risklere yönelik benzer/aynı risk izleme/önleme yöntemi belirtilmesinde herhangi bir kısıt yoktur.

Risk değerlendirmesi; değişen durumlara göre güncellenmesi gereken, iyileştirmeye yönelik aksiyonların sürekli izlenmesini ve tekrar değerlendirmesini içeren bir süreçtir. Risk yönetimi bir defaya mahsus yapılan bir faaliyet değildir.

3.2 Laboratuvarlarda İsg Risk Değerlendirmesi Sistematiği [30] Şimdi hızlıca, genel olarak tüm laboratuvarlara uygulanabilecek bir sistematiğe odaklanalım;

*1. Her laboratuvara özgü bir **risk değerlendirmesi ekibi** oluşturulmalıdır.*

İşveren veya işveren vekili.

İşyerinde sağlık ve güvenlik hizmetini yürüten iş güvenliği uzmanları ile işyeri hekimleri.

İşyerindeki çalışan temsilcileri

İşyerindeki destek elemanları

2. Tüm laboratuvar **faaliyetleri** (süreçleri) **sistematik bir yaklaşımla tanımlanmalıdır.**

Temel laboratuvar faaliyetleri.

- Gereklilik ve hazırlık
- Ölçüm
- Yorum

Diğer laboratuvar faaliyetleri

- Depolama, eğitim, denetim, kurulum, bakım
- Değişik zaman, iklim dilimlerinde çalışma
- Ziyaretçi hasta güvenlik öğrenci tedarikçi bakımçı vb....

3. Risk değerlendirmesi yapılacak her bir laboratuvar faaliyetine özgü olarak **bilgi toplanmalı** ve incelenmelidir

- Yöntem,
- Ekipman,
- GBF,
- Kişiler,
- Süre,
- Ortam,
- Eski kazalar,
- Ramak kalalar,
- Acil durumlar vb

4. Laboratuvarlarla ilgili **Yasal ve Diğer Şartlar** Belirlenmelidir.

İSG risk değerlendirmesi gerektiren yasal şartlar:

- İSG risk değerlendirmesi gerektiren yasal şartlar (6331 r.d. Yön kimyasal patlayıcı vb yönetmelikler)

- İSG ile ilgili diğer yasal şartlar (yangın yön. İlk Yrd. Radyasyon Güv. Yön. Vb.)
- Laboratuvar faaliyetleri ile ilgili yasal şartlar:

İş Hijyeni Ölçüm, Test Ve Analizi Yapan Laboratuvarlar, Endüstriyel Radyografide Radyasyondan Korunma ve Lisanslama, Halk Sağlığı Laboratuvarları Ve Yetkilendirilmiş Laboratuvarların Çalışma Usul Ve Esasları, Özel Gıda Kontrol Laboratuvarlarının Kuruluş Ve Faaliyetleri Yönetmelikleri,

5. Tanımlanan her bir laboratuvar faaliyeti (süreci) **adımlara bölünmelidir.** Method statement (iş yapım yöntemi)

- Santrifüjün açılması
- Numunenin yerleştirilmesi
- Kapağının kapatılması
- Çalıştırılması
- Durdurulması
- Kapağının açılması
- Numunenin alınması

6. Tanımlanan her bir faaliyetin her bir adımı için potansiyel iş sağlığı ve güvenliği **tehlike ve riskleri**

- Gözlem-Görüşmeler-Dokümantasyonun incelenmesi
- Tüm laboratuvarlara uygulanabilecek

Kapsam; önce Yapım yöntemi (Method statement)

- İş -Yapım yöntemi - Tehlike -risk
- 1..
- 2..
- 3.

• ...

7. Tanımlanan risklerden **kimlerin ne şekilde zarar görebileceği** belirlenmelidir.

Ziyaretçi hasta güvenlik öğrenci tedarikçi bakımcı vb....

8. İSG risklerinin boyutları belirlenmeli ve **kabul edilebilir olup olmadıklarına karar verilmelidir.**

Statik Risk Boyutu: sabit,

Dinamik Risk Boyutu: önlemlerle azalan

9. İSG risk **kontrol tedbirlerinin varlığı/yeterliliği** değerlendirilmeli, alınması gereken aksiyonlara karar verilmelidir. İş izni, renk kodu, kes, risk değerlendirme hiyerarşisi ile aksiyon planı şart!

10. İSG risk değerlendirmesi çalışmaları **doküman**te edilmelidir.

11. Risk değerlendirmesi çalışmaları **yenilenmelidir.**

Çok tehlikeli, tehlikeli ve az tehlikeli işyerlerinde sırasıyla en geç iki, dört ve altı yılda bir yenilenmelidir.

Meslek hastalığı ve/veya iş kazası olması, yeni teknoloji gelişimi, yöntem değişimi, ekipmanda değişim, tlv değerleri değişimi yeni tehlike ve riskler demek olabilir.

3.4 Laboratuvarda risk analizine nereden başlayalım?

Tüm **işlerin** listesi çıkarılmalı

1-Süreç adımlarına göre,

2-Ekipmanların listesine göre,

3- Görev bazlı

4-Alan bazlı analiz yapılabilir.

(Taşeron – ziyaretçi de dâhil edilmeli)

Gözlem - görüş alma ihmal edilmemeli

Etki altında kalacak kişiler saptanmalı

Öncelikle yönetmeliğe uygun bir ekip kurmalısınız.

Bu aşamadan sonra ilk etapta risk değerlendirmesi çalışmasının **çerçevesini** çizmek önemlidir.

O nedenle ilk olarak laboratuvarda yapılan **tüm işlemlerin listesini** çıkarın. Örneğin; Numune kabul, A deneyi, B deneyi, ön hazırlık, tezgah temizliği, bulaşık yıkanması, yer temizliği, cam temizliği gibi

Yukarıda tanımladığınız **her bir işlemin süreç adımlarını** oluşturun. Örneğin; numune kabul sürecinde numune **ne şekilde** ve kimler tarafından laboratuvara getiriliyor?, ne şekilde **kabul** ediliyor?

(numune kabulde herhangi bir ön kontrol, kayıt, başka kaba aktarma, vb. var mı?)

Ön hazırlık aşamasına kadar ne şekilde **muhafaza** ediliyor?

Personel numuneyi tesis içi/dışı ilgili yerlere gidip **kendisi de numune alıyor** olabilir. Bu durumda risk değerlendirmesine bu aşamadaki riskleri de dâhil etmiş oluruz.

Bir bölümü aynı zamanda **ofis** olarak da kullanılıyorsa **ofisle ilgili faaliyetleri** de faaliyet listenize eklememiz gerekecek.

Ekipmanın Listesi

İkinci olarak laboratuvarda kullanılan tüm **ekipmanın listesini** çıkarın. Örneğin;

- Etüv, fırın, çeker ocak,
- Terazî, vb.
- Ayrıca laboratuvarda kullanılan Basınçlı hava, vakum,

Azot, Hidrojen, Propan, vb. hatlar ve basınçlı tüpler varsa bunların türlerini ve yerlerini tanımlayın.

- Taşeron/ Ziyaretçi yi dahil ediniz

Laboratuvara *mesai içi/dışı çeşitli amaçlarla giriş çıkış yapan taşeron personeli ve ziyaretçiler dahil tüm kişileri* tanımlayın.

Örneğin; ***temizlik taşeronu** sabah kimse yokken temizlik yapıyor olabilir, her kimyasal her laboratuvar temizliğinde kullanılmamalıdır. GBFormları incelenmelidir. İlgili personele bu konu hakkında eğitim şarttır.

Güvenlik taşeronu gece/hafta sonu gelip laboratuvarı kontrol ediyor olabilir,

Kat görevlisi çay-kahve servisi yapıyor olabilir,

Stajerler numune getiriyor olabilir, vb.

Temizlik kaygısı ile bir kat (laboratuvar) hizmetlisi sizi canınızdan etmesin.☹

Bir hastanenin acil servisinde her sabah geldiklerinde bir veya birkaç hastanın ölmüş olduğunu gören doktorlar uzunca bir araştırma sonucu gerçeğe ulaşırlar:...

Kat görevlisi yapacağını yapmıştır...

Analiz İçin Bilgi Toplama;

Tüm bu çalışmalardan sonra yukarıda tanımlı olan hususlarla ilgili mümkün olduğu ölçüde bilgi toplayın. Örneğin;

Deney föyleri, ekipmanların **kullanım kılavuzları**, **GBF (SDS)'ler**, varsa laboratuvarda daha önce yaşanmış olan **yaralanma/sağlık bozulmalarının kayıtları**, laboratuvarda yapılan faaliyetlerin güvenliği ile ilgili **yasal şartlar, mesleki dokümanlar**, vb.

1-Süreç Bazlı

Süreç ve süreç adımları bazlı tehlike ve risk tanımlama;

örneğin;

Numune alımı süreci için ayrı,

A deneyi için ayrı,

B deneyi için ayrı,

Yer temizliği için ayrı, vb.

2-Ekipman Bazlı

Ekipman bazlı tehlike ve risk tanımlama:

Örneğin;

Çeker ocak ve çeker ocakta yapılan faaliyetler kaynaklı tehlike ve riskleri bu çerçevede tanımlayabilirsiniz.

3-Görev Bazlı

Görev bazlı tehlike ve risk tanımlama:

Örneğin;

Laboratuvar personelinin;

laboratuvar içinde ve dışında

işle ilgili yaptığı tüm faaliyetlerin tehlike ve riskleri

4-Alan Bazlı

Laboratuvar alanı bazlı tehlike ve risk tanımlama:

Örneğin:

Laboratuvar aydınlatması,

Havalandırması,

Asma tavanlar, Acil çıkış kapıları,

Yangın tüplerin ulaşılabilirliği

Dolaplar,

Makina-ekipman yerleşimi,

Gözlem / Görüş Alma

Bu aşamada tehlike ve risk tanımlamanın diğer olmazsa olmazı;

Gözlem ve çalışanların görüşlerinin alınmasıdır.

Örneğin;

Yapılan bir deneyi baştan sona gözlemek ve deneyi gerçekleştiren personelin görüşlerini almakla dışarıdan tahmini bir tehlike ve risk tanımlama arasında dağlar kadar fark bulunabilir.

Etki Altında Kalacak Kişileri Dâhil Ediniz. **Etki altında olacak kişiler** belirlenmelidir.

Bu kadar titizlikle yaklaşmanıza rağmen yine de minimum seviyede de olsa, öngöremeyeceğiniz/tanımlanamayan riskler kalacağını, bunların da zaman içindeki gözden geçirmelerde, denetimlerde, olay/meslek hastalığı vb. durumlarında tanımlanabileceğini hatırlayınız

Ayrıca tüplerin olduğu alanda hangi yangın için hangi tüplerin kullanılacağı bilgisini veren görseller olmalıdır

3.5 ILO TOOLKİT İle Risk Değerlendirme

COSHH-ILO Chemical Control Toolkit Yöntemi

Elif G.BİLİCİ ayrıca [31] Miktar Tehlike sınıfı ve Uçuculuk şiddetine göre tozlar ve uçucu kimyasalların riskleri değerlendirilebilir ve öncelik sırasına göre de kontrol önlemleri gerek laboratuvar ve gerekse endüstride uygulanmalıdır.

A Tehlike Sınıfı				
Kullanılan Miktar	Az Uçucu / Az Toz Oluşumu	Orta Uçucu	Orta Toz Oluşumu	Çok Uçucu / Çok Toz Oluşumu
Az	1	1	1	1
Orta	1	1	1	2
Çok	1	1	2	2

B Tehlike Sınıfı				
Kullanılan Miktar	Az Uçucu / Az Toz Oluşumu	Orta Uçucu	Orta Toz Oluşumu	Çok Uçucu / Çok Toz Oluşumu
Az	1	1	1	1
Orta	1	2	2	2
Çok	1	2	3	3

C Tehlike Sınıfı				
Kullanılan Miktar	Az Uçucu / Az Toz Oluşumu	Orta Uçucu	Orta Toz Oluşumu	Çok Uçucu / Çok Toz Oluşumu
Az	1	2	1	2
Orta	2	3	3	3
Çok	2	4	4	4

D Tehlike Sınıfı				
Kullanılan Miktar	Az Uçucu / Az Toz Oluşumu	Orta Uçucu	Orta Toz Oluşumu	Çok Uçucu / Çok Toz Oluşumu
Az	2	3	2	3
Orta	3	4	4	4
Çok	3	4	4	4

E Tehlike Sınıfı				
Bu tehlike sınıfına giren maddelerle ilgili tüm koşullarda, risk seviyesi 4 olarak kabul edilir.				

Şekil 3. COSHH-ILO Chemical Control Toolkit Yöntemi ile uçuculuk, miktar, tehlike sınıfı risk değerlendirmesi

3.6 LARA ve LABHIRA Risk Analiz Metodları

LARA Laboratory Assessment and Risk Analysis İsviçre’deki Üniversite laboratuvarları için fiziksel kimyasal elektromanyetik mekanik ve biyolojik riskler için ve Üniversiteler için uygun bir analiz metodolojisidir.

LABHIRA ve LARA [32] olarak tanımlanan “Laboratuvarlarda tehlike tanımlama ve risk analizi” yöntemi iki aşamadan oluşmaktadır.

- İlk aşama, bir ön tehlike değerlendirmesinden ibarettir. Bu bölümde laboratuvarlarda yapılan her bir sentez için, sentezin her bir basamağı ve burada kullanılan kimyasallar bir hesap tablosu (excel, calc vb) dosyası ile tablolandırılır. Oluşturulan tabloda, her bir kimyasal için fiziksel, kimyasal, toksikolojik ve maruz kalma özellikleri, o

kimyasal bileşiğin kullanımından kaynaklanan risklerin değerlendirilmesinde toplu olarak kullanılır.

- Bir deneysel deneme yapmadan önce kendinize sormanız gereken bazı sorular
- Tehlikelerin ortadan kaldırılamayacağı yerler var mı?
- Yapmaya değer mi?
- Tehlikeli sonuç benim, denetçim, kurumum, Üniversitem için kabul edilemez mi?
- Yasal sonuçlar var mı? ve ben (amirim, kurumum Üniversitem) rahat mıyım? Yanlış gidebilecek her şey yanlış mı oldu?
- Deneyinize Odaklanın.
- Yapmakta olduğunuz göreve odaklanmak, kazaların önlenmesinde kritik öneme sahiptir.
- Her seferinde daha iyi bir deney yapmaya çalışın; **Sürekli gelişim** (Continious improvement).

Laboratuvarınızda dikkat dağıtıcıları önleyin ve en aza indirin

Örnek Laboratuvar Kontrol listesi (check list)

	Evet	Hayır	Gereksiz
1	Çalışma birimi, aynı bina içinde yürütülen diğer etkinliklerden ayrılmış mı?		
2	Çalışanların işe giriş ve sonrasında periyodik olarak sağlık kontrolü yapılıyor mu ?		
3	Çalışma biriminde bulunanların görülebildiği gözetleme penceresi veya benzeri bir bölüm var mı ?		
4	Personel kontrollü alandan ayrılmadan önce duş alıyor mu ?		
5	"Palto, pardösü, ceket, şapka gibi giyim eşyası çanta ve kitaplar laboratuvar çalışması yapılan masaların üzerine bırakılıyor mu ?"		
6	Lab. Çalışanı gerekli kişisel koruyucularını kullanıyor mu ?		
7	"Çalışma masasının üzeri, çalışmaya başlamadan önce ve çalışma bittikten sonra dezenfektan bir madde ile siliniyor mu ?"		
8	"Numune ve kültür yapılan kapların üzerine muhakkak tarih, saat, protokol numarası ve numunelerin alındığı yer yazılıyor mu?"		
9	"Kullanılan pipet baget, lam, lamel, gibi cam eşya içine dezenfektan çözelti (lizol) konmuş kaba atılıyor mu ?"		
10	"Eğer kültürler (tüp veya petriyer) kırılıp dökülecek olursa hemen bölge dezenfektan madde ile siliniyor mu?"		
11	"Laboratuvar çalışmalarına başlamadan önce, kullanılan alet ve cihazların elektrik aksamı, ısı ayarı v.b. özellikleri kontrol ediliyor mu ?"		
12	Laboratuvarda yiyecek-içecek bulunuyor mu ?		
13	Analiz yapılan bölümler, çalışan personelin rahatça hareket etmesine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmiş mi?		
14	Laboratuvarlara personel haricinde giriş ve çıkış yapan çalışan, hasta yada temizlik görevlisi var mı ?		
15	Tüm çalışanlar işyerinde kullanılan tehlikeli kimyasalları biliyor mu ?		
16	Birimde kullanılan her kimyasalın Güvenlik Bilgi Formu'u (SDS) bulunduruluyor mu?		
17	Her kimyasalın uygun bir şekilde etiketlenmesi sağlanıyor mu?		
18	Tıbbi atıklar (kullanılmış enjektör, pamuk , eldiven vb.) kırmızı 'tıbbi atık poşetin 'de muhafaza ediliyor mu ?		

- 19 Tıbbi atıkların toplanması ve atılması uygun şekilde yapılıyor mu ?
- 20 Tezgah, raf ve yer temizliği düzenli olarak yapılıyor mu ?
- 21 Ekipman temizliği ve bakımı yapılıyor mu ?
- 22 Kimyasal depolama yeri saklama koşullarına uygun mu ?
- 23 Numune kabulünde ön kontrol noktası var mı ?
- 24 Laboratuvar havalandırma sistemi ve iklimlendirmesi yeterli mi ?
- 25 Delici-kesici aletler ortada bırakılıyor mu ?
- 26 Lab. Çalışanlarına meslek hastalıkları ve iş güvenliği ile ilgili eğitim verildi mi?
- 27 Lab. Çalışan güvenliği sağlanıyor mu ?
- 28 Lab. içinde ofis olarak kullanılan bir bölüm var mı ?
- 29 Ofis araç gereçleri (bilgisayar , fotokopi vb) bakım ve temizliği yapılıyor mu ?
- 30 Laboratuvarda bulunan basınçlı tüplerin kontrolleri yapılıyor mu ?
- 31 Laboratuvardaki elektrik tesisatı rutin olarak kontrol ediliyor mu ?
- 32 Laboratuvardaki yüksek dolap ve raflar sarsıntı esnasında düşmemesi için sabitlenmiş mi ?
- 33 Çalışanlara yangın söndürme ve ilk yardım eğitimi verilmiş mi ?
- 34 Laboratuvarda uygun yangın söndürücü bulunuyor mu?
- 35 Acil çıkış kapısına ulaşım kolay mı ?

3.7 ELMERİ Metodolojisi ile Lab. Risk Değerlendirmesi

ÇSGB tarafından Kabul edilen Tez esas alınarak özetlenmiştir...

Tez kapsamında* [33] kullanılan ELMERİ yöntemi, laboratuvarların ihtiyaçları doğrultusunda revize edilmiş ve gerekli görülen unsurlar eklenerek geliştirilmiştir.

Çalışma alanındaki birçok faktörün gözlemlenmesi olarak tanımlanabilir.

Örneğin, çalışanın kişisel koruyucu donanım kullanması ve kullanmaması durumu gözlemlenerek, kullanması doğru, kullanmaması ise yanlış olarak değerlendirilir.

Gözlem sırasında doğru/yanlış olarak değerlendirilemeyecek ve/veya gözlemlenmeyen durumlar varsa “gözlem yapılmadı” diye belirtilir.

ELMERİ

Toplamda ise tüm yanlışlar ve doğrular ayrı ayrı toplanarak doğrular gözlemlenen tüm durumlara bölünür Bulunan sonuç yüzdeye çevrilerek değerlendirilir. Bu yüzdeye **güvenlik endeksi** denir. Güvenlik endeksi % 0 ile 100 arasında değişmektedir.

Örnek verilecek olursa; işyerinde 10 çalışan olduğu bir durumda 4 çalışanın KKD kullandığı 6 çalışanın ise kullanmadığı gözlemlenmiş ise %40'lık bir güvenlik endeksinden söz edilir.

Yöntem uygulandıktan sonra elde edilen veriler ışığında işyerinde mevcut güvenlik açıkları, olası kazalar nedenleri ile birlikte ortaya konmuş olur. Bu yöntem belirlenen aralıklarda tekrarlanarak mevcut durumun iyileştirilmesi amaçlanır

ELMERİ ANA BAŞLIKLARI

- Güvenlik davranışları,
- Düzen ve temizlik,
- Makine güvenliği,
- Endüstriyel hijyen,

- Ergonomi,
- Zemin ve geçiş yolları,
- İlk yardım ve yangın güvenliği

Olmak üzere 7 ana başlık içermektedir.

GÜVENLİK DAVRANIŞLARI

Çalışma saatleri ve molalar, kimyasalların güvenlik bilgi formları (**GBF**), kimyasalların etiketlenmesi, kimyasalların saklama koşulları, kimyasalların yerleştirildiği rafların yüksekliği, depolardaki kimyasalların listesi, gaz dedektör maddeleri eklenmiştir.

Çalışma saatleri ve molalar maruziyetin azaltılması açısından önemli bir unsurdur. Bir laboratuvarda çalışma saatlerinin ve molaların belirli olmaması laboratuvarda sürekli bir maruziyet olduğunu gösterir.

Kimyasalların GBF’de söz edilen saklama koşullarına uyulmalı ve çalışılan ortamda ağız açık kaplar bulundurulmamalıdır. Çünkü bu durum maruziyeti artırıcı yönde etki eder..

Kimyasalların raflara yerleştirildiği yükseklik ne çok alçak ne de yüksek olmalıdır.

Alçak olması ergonomi açısından, yüksek olması ise şişelerin dökülmesi ve kırılması açısından risklerin oluşmasına sebep olmaktadır.

Kimyasalların depolandığı odalar veya dolaplarda asılı listeler olmalıdır. Çalışan kimyasalları koyarken buna göre yerleştirmeli ve bu düzeni devam ettirmelidir. Bu durum birbiriyle etkileşim içerisinde olabilecek kimyasalların uzak yerleştirilmesi ve olası acil durumlarda gerekli bir kimyasalın bulunması açısından önemlidir.

Gaz dedektörleri yanıcı, yakıcı ve boğucu kimyasalların havadaki konsantrasyonunun belirli bir değerin üzerine çıkması durumunda ikaz eden bir cihazdır. Yangın ve zehirlenmelerin önlenmesi açısından laboratuvarlarda olması gereken bir cihazdır. Cihazların ilgili kimyasalın fiziksel şartlarına göre doğru yere ve yüksekliğe konması önemlidir.

DÜZEN VE TEMİZLİK

Basınçlı tüplerin yerleşimi, kimyasal atıkların sınıflandırılması ve bertarafı, eğitim ve bilgilendirme, yeme içme alanı, ofis alanı, raf ve dolapların yerleşimi, çeker ocakların bakımı ve temizliği, tek kullanımlık gereçler eklenmiştir.

Kimyasal atıklar kullanılan kimyasallara ek olarak maruziyet kaynağı olup, doğru sınıflandırılmadığı durumlarda patlamalara ve kazalara sebep olabilmektedir.

Tüm laboratuvarların kimyasal atık prosedürleri olmalı ve çalışanlar buna uymalıdır. Çalışanların bu konularda ve diğer isg kuralları, genel laboratuvar güvenliği gibi konularda eğitim almaları önemli bir husustur.

Kimyasallar vücuda farklı yollardan girmektedir. Bunlar arasında en ciddi sonuçları olan sindirim yoluyla maruziyettir. Laboratuvarda bulunan kimyasallar yiyecekler tarafından absorbe edilebilir ve yenildiği zaman sindirim yoluyla vücuda giriş yapabilirler.

Bu nedenle laboratuvarlarda yemek ve içmek, yiyecek bulundurmak kesinlikle yasak olmalıdır. Çalışan kimyasallarla çalışma yapmadığı zamanlarda ofiste zaman geçirmektedir. Ofis alanı ve deneysel çalışmaların yapıldığı alanlar birbirinde ayrı olmadığı durumlarda çalışan aynı ortamda bulunduğu için kimyasallara maruz kalmaya devam edecektir.

Çeker ocaklar kimyasal maruziyetin azaltılması açısından çok önemli olup, bakım ve temizliği belirli periyotlarda yaptırılmalıdır. Laboratuvarlarda çeker ocak kimyasal dolabı olarak kullanılmakta ve sık kullanılan kimyasallar sürekli olarak çeker ocakta bulundurulmaktadır. Çeker ocakların etkili çekiş yaptığından emin olmak için bakımı ihmal edilmemelidir. Kullanılan kimyasallar çeker ocak içerisinde bulundurulmamalı ve temiz ve boş olarak kullanılmalıdır.

Kimyasalların konulacağı dolaplar standartlara uygun olmalıdır. Alevlenebilir sıvıların konulacağı dolaplar TS EN 14470-1 standardına uygun olmalı ve dolabın koruma seviyesi yapılacak risk değerlendirmesine göre seçilmelidir. Basıncı gaz tüpleri varsa bunlar TS EN 14470-2 standardına uygun bir dolapta saklanmalıdır. Diğer kimyasallar için TS EN 14727 standardına uygun dolaplar kullanılmalıdır.

DeneySEL çalışmalar sırasında tek kullanımlık gereçlerin kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu gereçlere örnek olarak, pipetler, eldivenler pipet uçları örnek gösterilebilir. Pipetlerle alınan herhangi bir kimyasal başka bir kimyasal için de kullanıldığında kimyasallar aralarında reaksiyon verebilirler ve bu durum kaza ve patlamalara neden olabilir. Aynı sebeple eldivenler de bir işlem yapıldığında çıkarılmalı ve diğer işler için yenisi kullanılmalıdır.

HİJYEN KOŞULLARI

Tez kapsamında[33] gidilen laboratuvarlarda yapılan incelemeler sonucunda eklenmiştir

Bu ana başlığa, havalandırma, çalışan sayısı ve çalışılan alan, ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü alt başlıkları eklenmiştir. Havalandırma laboratuvarlarda en temel önlem olarak ele alınmalıdır.

Merkezi havalandırma, çeker ocaklar ve kişisel (portatif) havalandırmalar havalandırma çeşitlerine örnek olarak gösterilebilir. Kimyasallar havalandırması olmayan bir ortamdan günlerce uzaklaşmaz ve havada asılı kalırlar. Sürekli kimyasal işlemlerin gerçekleştiği laboratuvarlarda havalandırmanın olmadığı durumda ortamdaki kimyasalların konsantrasyonunun giderek arttığı söylenebilir.

Çalışan sayısı ve çalışılan ortamın büyüklüğü orantılı olmalıdır. Çalışan sayısı ile maruziyet kaynakları paralellik göstermektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak her laboratuvar sorumlusu çalışan sayısını belirlemeli ve daha fazla çalışan laboratuvara alınmamalıdır.

Sıcaklık, nem ve basınç kontrolü kimyasalların muhafaza şartları göz önünde bulundurularak değerlendirilmeli ve sürekli kontrol edilerek kayıt altına alınmalıdır.

3.8 Kimyasal Hijyen Planı

Kimyasal Hijyen Planı; laboratuvar ortamlarında bulunan ya da kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanabilecek tehlikelerden ve risklerden çalışanların korunmasına yönelik, politikaların, prosedürlerin ve sorumlulukların yer aldığı yazılı bir programdır.

Kimyasal Hijyen Planı'nın şartları OSHA'nın "*Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories Standard*"ta tanımlanmıştır.

Öğretim üyeleri ve laboratuvar asistanları gibi laboratuvarlarda çalışanlarda risk altındadır!!! dolaylı olarak öğrenciler için de koruma sağlamaktadır.

Kimyasal Hijyen Planının Gerekli Elemanları

Standart uygulama prosedürlerinin (SUP'ler) hazırlanması

Tehlikeli maddelere maruziyetin azaltılması için kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasına yönelik kriterler

örneğin;

Mühendislik kontrol tedbirleri,

İdari kontroller ve

Hijyen uygulamaları

Kişisel Koruyucu Donanım kullanımı

Kimyasal Hijyen Planının Gerekli Elemanları

Kimyasal Hijyen Planı'nın uygulanmasından sorumlu personel
Kanserojen, mutajen, teratojen ve akut toksisitesi olan kimyasallar gibi özel maddelerle çalışılırken alınması gereken ilave tedbirler

Kimyasal Hijyen Planı'nın yıllık olarak gözden geçirilmesi ile ilgili düzenlemeler
KİMYASALLAR

Ortamda bulunan kimyasal maruziyet kaynakları ve/veya çalışan sayısı göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

ACİL DURUM VE İLK YARDIM

Acil eylem planı, vücut ve göz duşu, ilk yardım eğitimleri, acil durum ekibi, işaret ve levhalar, acil durum iletişim telefon numaraları, yangın merdivenlerinde ışıklandırma, elektrik panosu, gaz kesme vanası alt başlıkları eklenerek revize edilmiştir.

KKD kullanımı, kimyasal maruziyet, çalışma ve mola süreleri, tek kullanımlık kimyasalların sınıflandırılması, depolanması, etiketlenmesi, rafların yüksekliği basınçlı tüplerin yerleşimi, havalandırma, çeker ocaklar, sandalyelerin tasarımı gibi başlıklar gözlemlenen depo, raf tüp vb. sayısı üzerinden doğru ve yanlış durumlar tespit edilmelidir

Bunlara ek olarak, gaz dedektörü, yeme içme alanı, eğitim ve bilgilendirme, ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü, acil eylem planı, vücut ve göz duşu, ilk yardım kiti, acil durum ekibi gibi başlıklar gözlemlendi (1) veya gözlemlenmedi (0) olarak hesaplanmıştır.

Laboratuvarlarda ELMERI Risk Tespiti (Dökümanın EK 1i) Dökümanı Laboratuvar risk değerlendirmesi için geliştirilmiştir.

Doğru Toplam Yanlış Toplam Gözlem Açıklama % Skor

Konu Başlıkları;

GÜVENLİK DAVRANIŞLARI

KKD kullanımı · Çalışma saatleri ve molalar · KKD'lerin CE işaretleri · Kimyasalların Güvenlik Bilgi Formları · Kimyasalların etiketlenmesi · Kimyasalların saklama koşulları · Kimyasalların yerleştirildiği rafların yüksekliği · Depolardaki kimyasalların listesi · Gaz dedektörleri

DÜZEN VE DAVRANIŞLAR

Depolama · Basınçlı tüplerin yerleşimi · Kimyasal atıkların bertarafı · Kimyasal atıkların sınıflandırılması · Kimyasalların sınıflandırılması · Eğitim ve Bilgilendirme · Yeme içme alanı · Ofis alanı · Raf ve dolapların yerleşimi
Çeker ocakların bakımı · Tek kullanımlık gereçler

HİJYEN KOŞULLARI

Havalandırma · Çalışan sayısı ve çalışılan alan · Üretim alanı ve ofis alanı ayrımı · Ortamın sıcaklık, nem, basınç kontrolü

KİMYASALLAR

Aromatik Hidrokarbon · Alifatik Hidrokarbon · Asit · Amonyak · Gürültü

ERGONOMİ

Kas İskelet sistemi rahatsızlıkları · Çalışma ortamı tasarımı ve çalışma duruşu · Sandalyelerin tasarımı

ZEMİN VE GEÇİŞ YOLLARI

Zemin ve Geçiş yollarının yapısı · Keskin uçlu köşeler · Geçiş yollarındaki engeller
Kabloların düşme ve takılmaya etkisi

ACİL DURUM VE İLK YARDIM

Acil Eylem Planı · Yangın çıkışı · Yangın Söndürücüler · İlk yardım kiti · Vücut ve Göz duşu · Eğitimler · Acil Durum ekibi · İşaret ve Levhalar · Acil Durum İletişim Telefon numaraları · Yangın merdivenlerinde ışıklandırma · Elektrik Panosu · Gaz kesme vanası

ELMERI İndeksi= $100 \times \frac{\text{Doğru}}{(\text{Doğru} + \text{Yanlış})}$ $\frac{4}{8} \times 100 = \%50$ gibi

Toplam Toplam

4. SONUÇ

Ülkemizde pek çok Laboratuvarında kazalar önemsenmemekte, “zaten kullanılan kimyasal miktarı az” yaklaşımı ile bütçe kısıtı, bilgi eksikliği vb. nedenlerle yeterli önlem alınmamaktadır. Halbuki girişte de gösterildiği söz edildiği gibi, ülkemizde ve dünyada laboratuvarlarda pek çok endüstriyel kaza büyüklüğündeki proses kazaları olabilmektedir.

Laboratuvarlar zannedildiği kadar masum değildir...

Unutmayalım ki bir laboratuvar yangını ve /veya patlaması ile üniversite binaları yandığı gibi, kimya tesislerinin ortasında veya içinde yer alan laboratuvarlar için de, tüm tesisi etkileyebilecek başlatıcı -tetikleyici yangın veya patlamalar söz konusu olabilir.

Tebliğde ikinci bölümde derlenen pek çoğu proses güvenliği yönetim sisteminde de yerini bulan öğelere, “bu sistem laboratuvar da uygulansaydı nasıl olurdu?” sorusunun cevabı alınmaya çalışılarak yaklaşmıştır.

Üniversitelerimiz Okullarımız ve diğer Araştırma Kurumlarında laboratuvar yönetiminden sorumlu olanların Kimya Mühendisleri Odamızın düzenlediği gerek ULAG ve gerekse Tehlikeli Kimyasallar ve Proses Güvenliği Sempozyumlarında irdelenen yaklaşımları izlemeleri ve uygulamaya geçirmeleri yerinde bir davranış olacaktır.

Laboratuvarlara 3. bir göz ile bir sanayici gibi bakmanın ve proses endüstrisinde yaşanan kazalardan çıkarılan dersleri uygulamanın faydası olacağı, domino teorisi gereğince daha da büyümesi olası pek çok laboratuvar kazasını önleyebileceği değerlendirilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] [https://www.semanticscholar.org/paper/Fire-and-collapse%2C-Faculty-of-Architecture-Delft-of-Meacham-Park/0f1b8775403efec3df1e8a1bf0dd307c186a102aFire and collapse, Faculty of Architecture Building, Delft University of Technology](https://www.semanticscholar.org/paper/Fire-and-collapse%2C-Faculty-of-Architecture-Delft-of-Meacham-Park/0f1b8775403efec3df1e8a1bf0dd307c186a102aFire%20and%20collapse,Faculty%20of%20Architecture%20Building,Delft%20University%20of%20Technology)
https://youtu.be/ord9i2thQ_c
- [2] <https://www.latimes.com/local/lanow/la-xpm-2009-mar-01-me-uclaburn1-story.html>
- [3] <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikbelge/icerikbelge3198.pdf>
- [4] Bilici, E.,’ «Tehlikeli Kimyasal Maddelere Solunum İle Maruziyette Risk Derecesi Belirlenmesi» (HSE/COSHH-Control of substances hazardous to health), Risk Yönetimi Derneği Seveso Uzmanlık Grubu Üyesi, Yayınlanmamış Grup içi sunumu.
- [5] Furr, A. K.,(2000) “Laboratory Operations”,CRC handbook of laboratory Safety, Part 4” CRC Press LLC,
- [6] <https://www.nbcnews.com/video/video-shows-dangerous-accident-at-childrens-museum-325405251630>
- [7] <https://www.nbcnews.com/news/us-news/deadly-accidental-mix-acid-bleach-blamed-buffalo-wild-wings-manager-n1078866>
- [8] <https://boston.cbslocal.com/2019/11/08/ryan-baldera-burlington-buffalo-wild-wings-worker-killed-chemicals/>
- [9] <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/malatya-inonu-universitesinde-laboratuvarinda-patlama-meydana-geldi>
- [10] <https://cen.acs.org/articles/94/web/2016/09/University-Hawaii-fined-115500>
- [11] <https://www.memurlar.net/haber/528189/hastane-laboratuvarinda-yanigin.html>
- [12] <https://tr.euronews.com/2018/12/26/universite-laboratuvarinda-deney-sirasinda-patlama-3-olu>
- [13] <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/malatya-inonu-universitesinde-laboratuvarinda-patlama-meydana-geldi/1875539>
- [14] Laboratuvar Kazaları, Önlem Dergisi, Veli Deniz, Ocak 26, 2016

- [15] NFPA 45, Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals
<https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=45>
- [16] <https://www.fauske.com/blog/process-safety-starts-with-basic-lab-safety>
- [17] <https://www.unep.org/explore-topics/disasters-conflicts/what-we-do/preparedness-and-response/awareness-and-preparedness>
- [18] <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13819.pdf>- İnşaat Sektöründe İş Sağlığı ve İş Güvenliği Eğitiminde İşbaşında Yapılan Eğitimlerin ve Ramak Kaza Kayıtları Tutulmasının Önemi, Ruhi Öktem
- [19] <https://drive.google.com/drive/folders/1-zrKTiBFJi35QzyCj4FnMv1PQ8uUDVvH>
- [20] Gürkan, E. H., Sürdürülebilir laboratuvar güvenliği kültürü, – DergiPark
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/cbusbed/issue/41981/406815>
- [21] <https://intes.org.tr/dergi/insaat-sanayi-dergisi-143-mayis-haziran-2014/>
- [22] <https://www.ttb.org.tr/dergi/index.php/msg/article/view/382>
- [23] <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf>
- [24] <http://www.pdo.co.om/hseforcontractors/librarydocuments/20110213100353.pdf>
- [25] <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf>, p.28
- [26] Beacon Turkish, “Ortak nedene dayalı başarısızlık”, pdf Aralık 2018
- [27] https://www.kmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=5604&tipi=2&sube=1
- [28] <https://www.mmo.org.tr/ankara/haber/proses-guvenliginde-degisiklik-yonetimi-webinarigercelestirildi>
- [29] https://secure.turkak.org.tr/docs/Guidelines/R20-43_00_0.pdf
- [30] <https://tr.linkedin.com/pulse/laboratuvarlarda-i%C5%9F-sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-ve-g%C3%BCvenli%C4%9Fi-risk-nas%C4%B1-kinli-ph-d->
- [31] COSHH-in-labs-version-7_tcm18-35257www.rsc.org
Registered charity number 207890
- [32] <https://core.ac.uk/download/pdf/148010046.pdf>
- [33] T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ,İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Üniversitelerin Kimya Laboratuvarlarında Çalışanların İsg Risklerinin Tespiti Ve Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri, Meryem KARABULUT, (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi), ANKARA-2016
- [34] <http://chme.nmsu.edu/files/2013/11/PrudentPracticesintheLaboratoryPractices.pdf>
- [35] <https://www.ntv.com.tr/turkiye/handeyi-deney-tupu-yakti,upzCAW2IB0erAlfhezdzQNw>

EK

Hande Hanım’ın kazası

16 Nisan. 2013 Salı

BURSA - Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yüksek lisans eğitimini sürdüren 25 yaşındaki Hande Özyürek, laboratuvarında yağ analizi yaptığı sırada içinde hekzan gazı bulunan deney tüpünü yere düşürdü. Özyürek, tüpün parlaması nedeniyle alevler içinde kaldı. [35]

Laboratuvardan koşarak çıkan Hande Özyürek “İmdat, kurtarın beni” diyerek çevredekilerden yardım istedi.

Hande Özyürek'in çığlıklarını duyunca dışarı çıkan Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma Görevlisi, genç kızın üzerindeki alevleri laboratuvarında bulunan iki yangın tüpünü kullanarak söndürdü.

Vücudunda yanıklar oluşan Hande Özyürek, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'ne kaldırılarak tedavi altına alındı.

Hande Özyürek'in Tıp Fakültesi'nde okuyan kardeşi, olayın ardından hastaneye gitti. Söz konusu deneyi iki kişinin yapması gerektiğini savunan Özyürek, kaza nedeniyle şikâyetçi oldu.

Bursa Cumhuriyet Savcılığı, olayla ilgili soruşturma başlattı.

BÖLÜM BAŞKANI İFADE VERDİ

Laboratuvardaki ihmal iddiaları üzerine polis tarafından ifadesi alınan Bölüm Başkanı ilk kez böyle bir kazayla karşılaştığını ifade etti.

REKTÖR DİLEK: İHMAL YOK

Uludağ Üniversitesi Rektörü de laboratuvardaki kazada yaralanan Hande Özyürek ile yakından ilgilediklerini söyledi.

Özyürek'in sağlık durumunun daha iyidir, "Vücudunun yüzde 40'ında derin olmamakla birlikte yanıklar var. Sağlığına kavuşması için uğraşıyoruz" diye konuştu.

Olayda ihmal olmadığını savunarak, "Kaza, Hande'nin tüpü düşürmesiyle oldu. Olay günü kendisinin yanında bir arkadaşı daha vardı. Birlikte çıkacaklardı. Ama Hande kendisine, 'Sen çık, ben hemen geliyorum' demiş. Arkasından da bu olay yaşandı. Dekan bey ile de görüştüm. Herhangi bir ihmal yok. Böyle bir şey asla olamaz" dedi.

SAHA UYGULAMALARININ PROSES GÜVENLİĞİNDE ÖNEMİ

Figen Önder

Analiz Safety Mühendislik ve Danışmanlık, Kimya Mühendisi

Eposta: figenonder@analizsafety.com

ÖZET

Proses güvenliğinin ana amacı, öncelikle çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak, çevresel toksik etki, yerel yangın veya patlamaya neden olabilecek istenmeyen salınımları önlemek için tesis sistemlerini geliştirmektir. Ek olarak, proses güvenliği yönetimi, işletilebilirlik, verimlilik, kararlılık ve kalite ile ilgili sorunları da ele alarak istenmeyen olaylara karşı önlemlerin belirlenmesini sağlar. Proses güvenliği yönetimi teknikleri çeşitlidir: işlem taraması, tehlikenin tanımlanması, risk değerlendirmesi, ALARP çalışması, saha uygulamaları sırasındaki gözetim ve denetim, sonuç değerlendirmesi. Proses güvenliği, önemli ölçüde maddi kayıp ve işletmeye uzun vadeli zarar verebilecek yangın, patlama ve kimyasal salınımların önlenmesine odaklanmaktadır. Teorinin pratiğe döndüğü nokta olarak adlandırılan saha uygulamaları, proses güvenliğinin amacına doğru bir şekilde ulaşmasını sağlaması açısından çok önemlidir. Doğru saha uygulamaları yapılırsa prosesler güvenli bölgede tutulabilir.

Örneğin proste kullanılan kimyasalların özelliklerini bilmek, çalışma şartlarını anlamak, prosesin ve kullanılan ekipmanların limitlerini tanımlamak, proses tehlikelerini tanımlamak en basit proses teknolojisi bilgileri arasında yer alır. Pratik saha tecrübesi, prosesi tanıma, mühendislik bilgileri ile saha uygulamalarının pekiştirilmesi bir organizasyonun en kıymetli hazinesidir. Saha uygulamaları; güvenlik kültürünü oluşturma ve çalışanların katılımı, işletmenin hazır olması, operasyonların ulusal ve uluslararası standartlar ve bu standartların çıktıkları olan prosedür, talimat, izin sistemi ile yürütülmesi, güvenli çalışma pratiklerinin oluşturulması, saha denetim raporları, kök neden analizleri ardından düzeltici önleyici faaliyetler açılması ve kapatılması, acil durum uygulamaları kısaca PUKİ uygulamalarıdır.

Proses Güvenliği Yönetimi modelleri ve standartları tek başına başarılı sonuçlara imza atmak için yeterli olmamaktadır. Organizasyonlar, proses güvenliği yönetim modellerini yapılandırırken modelleri hayata geçirecek insan faktörünü ve doğru saha uygulamalarını göz ardı etmemelidir.

Anahtar Kelimeler: Proses Güvenliği sağlama, Saha uygulamaları ve önemi

1. GİRİŞ

Kimyasal işlem teknolojisi daha karmaşık hale geldikçe, kimya mühendisleri daha ayrıntılı ve temel bir güvenlik anlayışına ihtiyaç duyacaktır. H. H. Fawcett, "Bilmek, hayatta kalmaktır ve temelleri görmezden gelmek, felakete meydan okumaktır"(1) demiştir. Bu yüzden proses güvenliğinin temellerini ortaya koymak gereklidir.

1950'den beri kimyasal proses güvenliğinde önemli teknolojik ilerlemeler kaydedilmiştir. Günümüzde güvenlik, üretime eşit önemdedir ve birçok yüksek düzeyde

Teknik ve karmaşık teori ve uygulamayı içeren bilimsel bir disipline dönüşmüştür. Proses güvenliğindeki son gelişmeler, tesis tasarımı ve işletimi ile ilgili güvenlik kararları almak, uygun teknolojik araçların kullanımını vurgulamaktadır. "Güvenlik" kelimesi, baret, güvenlik

ayakkabısı ve çeşitli kural ve düzenlemelerin kullanılması yoluyla kaza önlemeye yönelik eski strateji anlamına gelirdi. Ana vurgu işçi güvenliği idi. Çok daha yakın bir zamanda, "güvenlik", "kayıp önleme" ile değiştirildi. Bu terim, tehlike tanımlamasını, teknik değerlendirmeyi ve kaybı önlemek için yeni mühendislik özelliklerinin tasarımını içerir. Bu metnin konusu da kayıp önlemeyi gerçekleştirecek mühendislik önlemlerinin saha uygulamalarının önemidir.

2.GÜVENLİK PROGRAMLARI

Başarılı bir güvenlik programı, birkaç bileşen gerektirir. Bu bileşenler;

Sistem

Davranış

Temel bilgiler

Tecrübe etmek

Zaman

Sen

İlk olarak, programın üstün bir güvenlik programına sahip olmak için yapılması gerekenleri kaydedecek, yapılması gerekenleri yapacak ve gerekli görevlerin yapıldığını kaydedecek bir sisteme ihtiyacı vardır.

İkincisi, katılımcılar olumlu bir tutuma sahip olmalıdır. Bu, başarı için gerekli olan bazı uğraştırıcı işleri yapmaya istekli olmayı da içerir.

Üçüncüsü, katılımcılar tesislerinin tasarımı, inşası ve işletiminde kimyasal proses güvenliğinin temellerini anlamalı ve kullanmalıdır.

Dördüncüsü, herkes yaşanmışlıkların deneyiminden ders almalı ya da onu tekrarlamamaya çalışmalıdır. Çalışanların okuması ve anlaması özellikle tavsiye edilir, geçmiş kazaların vaka öyküleri, kendi ve diğer kuruluşlardaki insanlardan deneyim ve tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Beşincisi, herkes güvenliğin zaman aldığını kabul etmelidir. Buna çalışma zamanı, işi yapma zamanı, sonuçları kaydetme zamanı, deneyimleri paylaşma zamanı ve eğitim veya eğitim alma zamanı dahildir.

Altıncısı, herkes (siz) güvenlik programına katkıda bulunma sorumluluğunu üstlenmelidir. Bir emniyet programı, organizasyon içindeki tüm seviyelerden taahhüdü içermelidir. Üretim kadar güvenliğe de önem verilmelidir.

Bir güvenlik programını uygulamanın en etkili yolu, bir tesisde bu programı herkesin sorumluluğu haline getirmektir. Güvenlikten sorumlu birkaç çalışanın belirlenmesine ilişkin eski kavram, günümüz standartlarına göre yetersizdir. Tüm çalışanlar, güvenlik konusunda bilgi sahibi olma ve güvenliği uygulama sorumluluğuna sahiptir.

İyi ve olağanüstü bir güvenlik programı arasındaki farkı tanımak önemlidir.

İyi bir güvenlik programı, mevcut güvenlik tehlikelerini tanımlar ve ortadan kaldırır.

Olağanüstü bir güvenlik programı, güvenlik tehlikelerinin varlığını önleyen yönetim sistemlerine ve doğru saha uygulamalarına sahiptir.

İyi bir güvenlik programı, mevcut tehlikeleri tanımlandıkları şekilde ortadan kaldırırken, üstün bir güvenlik programı, her şeyden önce bir tehlikenin varlığını saha uygulamaları ile engeller. Tehlikelerin varlığını ortadan kaldırmaya yönelik yaygın olarak kullanılan yönetim sistemleri, güvenlik incelemelerini, güvenlik denetimlerini, tehlike tanımlama tekniklerini, kontrol listelerini ve teknik bilginin uygun şekilde uygulanmasını içerir.

2.1.Kaza ve Kayıp İstatistikleri-Mühendislik Önlemleri

Kaza ve kayıp istatistikleri, güvenlik programlarının etkinliğinin önemli ölçütleridir. Bu istatistikler, bir sürecin güvenli olup olmadığını veya bir güvenlik prosedürünün etkili bir şekilde çalışıp çalışmadığını belirlemek için değerlidir. Kaza ve kayıp performansını karakterize etmek için birçok istatistiksel yöntem mevcuttur. Bu istatistikler dikkatli kullanılmalıdır. Çoğu istatistik gibi, bunlar yalnızca ortalamalardır ve önemli kayıplar içeren tekli bölümlerin potansiyelini yansıtmazlar. Ne yazık ki, tek bir yöntem gerekli tüm yönleri ölçebilecek kapasitede değildir. Burada ele alınan üç sistem,

OSHA insidans oranı,

Ölümcül kaza oranı (FAR) ve

Ölüm oranı veya kişi başına yıllık ölümler.

OSHA, Amerika Birleşik Devletleri hükümetinin Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi'nin kısaltmasıdır. OSHA, işçilere güvenli bir çalışma ortamı sağlanmasından sorumludur.

FAR, çoğunlukla İngiliz kimya endüstrisi tarafından kullanılmaktadır.

Göz önünde bulundurulmuş son yöntem, kişi başına yıllık ölüm oranı veya ölüm oranıdır. Bu sistem, fiilen çalışılan saat sayısından bağımsızdır ve yalnızca yılda kişi başına beklenen ölüm sayısını rapor eder.

Tablo 1. Seçilmiş Sektörler İçin Kaza İstatistikleri

OSHA FAR

Sanayi 1985 1998 1986 1990

Kimyasallar 0,49 0,35 4,0 1,2

Motorlu taşıtlar 1,08 6,07 1,3 0,6

Çelik 1.541.28 8.0

Kömür madenciliği 2,22 0,26 40 7,3

İnşaat 3,88 0,6 67 5,0

Tüm üretim 1.68 1.2

*Kaza Gerçekleri, 1985 ed. (Chicago: Ulusal Güvenlik Konseyi, 1985), s. 30.

Zİnjury Gerçekleri, 1999 ed. (Chicago: Ulusal Güvenlik Konseyi, 1999), s. 66.

"rank P. Lees, Proses Endüstrilerinde Kayıp Önleme (Londra: Butterworths, 1986), s. 177.

4Frank P. Lees, Proses Endüstrilerinde Kayıp Önleme, 2. baskı. (Londra: Butterworths, 1996), s. 219.

2.2. Proses Güvenliğinde Mühendislik Önlemleri

Mühendisler, saha uygulamaları için güvenlik önlemlerini tasarlarlarken, sürecin ekonomik kısıtlamaları dahilinde riskleri en aza indirmek için her türlü çabayı göstermelidir. Hiçbir mühendis, herhangi bir istatistiğe rağmen, belirli insan kayıplarına veya çevresel etkiye neden olacağını bildiği bir süreç tasarlamamalıdır.

2.3. Yasal Gereklilikler ve Standartlara Uyum

Kuruluş, proses güvenliğini sahada uygularken, yasal gerekliliklere, sonrasında veya yetersizlik söz konusu ise uluslararası gerekliliklere uyumu taahhüt etmelidir. Ancak ülke gereklilikleri veya ulusal standartların yetersizliği söz konusu olduğunda uluslararası kabul edilmiş

standartlar veya ilgili sektör kuruluşlarının standartlarını da yasal gereklilikler ve standartlar içinde değerlendirebilir.

Kuruluş, yasal gereklilikleri ve standartları ve güncel sürümlerini nasıl takip ettiğini ve gereklilikleri sağlama becerisini nasıl yaptığını göstermelidir. Bu iş için kontrol listesi önerilebilir. Bir kontrol listesi gereklilikleri takip ederken diğer bir liste yasal gereklilik karşılama becerisini hem kuruluşa hem denetleyene gösteriyor olabilir. Saha uygulamalarında sözkonusu listeler kendini sürekli denetleme adına çok işlevseldir.

3. SAHA UYGULAMALARINDA PROSES GÜVENLİĞİ

3.1 Proses Güvenliği Yetkinliği

Kuruluş, saha uygulamasına gidildiğinde proses güvenliği yetkinliğini birbiri ile ilgili 3 aşamayı sağlayarak geliştirmeli ve sürekli hale getirmelidir.

1. Prosesin güvenli yönetimi için gereken bilgi birikimi ve yetkinliğin belirlenmesi ve sürekli geliştirilmesi,
2. Bilgilerin gereksinim duyan kişilere gerekli gördüğü anda sunulabilmesinin sağlanması,
3. Sürekli olarak alınan derslerin (Lessons Learned) kuruluş içinde paylaşılması ve bilgi birikimini ve yetkinliğin geliştirilmesine katkısının sağlanması.

Kuruluş öğrenme işini benimsemeli ve sürekli kılmalıdır. Sadece kendi tesisinde yaşanan kaza veya ramak kala olaylarını değil benzeri sektörler başta olmak üzere tüm tesislerde yaşanan olayları kendi tesisinde yaşanmış kabul etmeli ve kendi sistemini gözden geçirmelidir. Başka bir tesisin kazasını kendi tesisi için ramak kala olarak kabul etmeli ve proses bilgi birikimi ile yetkinliğine etkisini değerlendirmelidir. Yetkinlik konusu prosesin doğru işletilmesi için gereken yeterliliklerin belirlenmesi ve buna uygun işe alımın veya çalışanın buna uygun olarak eğitiminin yapılmasını kapsayacaktır.

3.2. Çalışanın Katılımı

Kuruluş, çalışanın süreçlere katılımını sağlamalıdır. Bu gereklilik 4857 sayılı iş kanununun yürürlüğe girmesi ile beraber yasal zorunluluk halini almıştır.

Çalışan katılımı için;

- Çalışanlara proses güvenliğikonularında sorumluluk verilmeli, • Çalışanlardan gelecek mesajları dinlemek üzere mekanizmalar kurulmalı,
- Çalışanların gerek bilgilerinden gerekse deneyimlerinden kaynaklı eğitimler vermeleri sağlanmalı,
- Risk değerlendirmelerine aktif katılımları sağlanmalı,
- Çalışanların güvenli çalışma yöntemi tasarımı görüşleri alınmalı,
- Denetimlere katılımları sağlanmalı,
- Olay araştırma ve kök neden analizine katılmalarını sağlanmalı, • Saha uygulamalarında çalışanlardan geri bildirim alınmalıdır.

3.3. Paydaşların Bilgilendirilmesi

Paydaşın tanımını, bir tesisin yaşam sürecinden olumlu ya da olumsuz bir şekilde etkilenen bireyler, evler, işyerleri ve doğal yaşamı, yani herkes ve herşey olarak tanımlanmalıdır. Kuruluşun etkilediği doğanın tamamını dikkate alması önemlidir. Bilgilendirilmesi gereken paydaşlar çalışanlardan tesis çevresindeki tüm yaşayan gruplara ve hatta tesisin çevresini ulaşım amacı ile kısa süre kullananlara kadar uzanır. Tesisin çevresi kavramı tesisin bir kaza

durumunda etkilemesi olası tüm alanı içermelidir. Bu bilgilendirmeler okullar, sosyal dernekler veya toplu gidilen kıraathane veya ibadet yerleri gibi mekanlar üzerinden yapılabilir.

3.4.Saha Uygulamalarında Kullanılan Proses Güvenliği Dökümanları

Tesislerin proses güvenliğinde dokümanlardan bazıları şunlardır; • Proses akış şeması,

- Boru ve Enstrüman Çizimleri (P&ID)
- Proses tanımlaması/dizayn kriteri
- Yazılı teknik dokümanlar
- Mühendislik çizimleri ve hesaplamalar
- Proses ve ekipman tasarım, üretim ve kurulum özellikleri (spesifikasyonlar)
- Kimyasal ve mesleksi sağlık tehlikeleri
- Koruyucu sistemler
- Normal ve normal olmayan durumlar
- Proses risk yönetim kararları
- Güvenlik Bilgi Formları (GBF)
- Şirket belleği (Şirket deneyimleri)

Saha uygulamalarında yukarıdaki proses güvenliği dökümanlarının bilgi gereksinimi duyulduğu anda güncel, doğru olarak erişilebilir olmalıdır. Bununla ilgili eğitim özellikle yeni katılan çalışanlara oryantasyon sürecinde verilmeli ve eğitimler kayıt altına alınmış olmalıdır.

3.5.Tehlike Tanımlama ve Risk Analizi

Tehlike tanımlamalarını ve risklerin değerlendirmelerini aşağıdaki sorulara yanıt vererek bulmalıdır.

- Tehlike: Neler yanlış gidebilir?
- Sonuç: Giderse ne olur?
- Olasılık: Hangi sıklıkla bu gerçekleşebilir.

Kuruluş bunları yaparken aşağıdaki yöntemleri kullanabilir;

Temel tehlike tanımlama ve Kalitatif Risk Değerlendirmesi

I.HAZID (Tehlike Tanımlama): Tesisin kuruluşu öncesi yapılması beklenen ve makro risklerin değerlendirildiği aşamadır. II.HAZOP(İşletilebilirlik tehlikeleri):EN 61882 standardına uygun olarak kullanılacak bu yöntem tüm tesisi taramak ve önemli riskleri veya riskli süreçleri belirlemek için kullanılacaktır. Bir kolaylaştırıcı liderliğinde, prosesi bilen ekip üyelerinin tüm sistemi vana, flanş, vent veya drain atlamadan gözden geçirmesidir. Ana sistem küçük sistemlere bölünür ve prosesin akışı değerlendirilir. Anahtar sözcükler ile (Örneğin yüksek basınç, ters akış vb) sapma olasılıkları ve nedenleri analiz edilir.

III.What-If (Olsa ne olur): Geçmiş deneyimlerin yardımı ile potansiyel başarısızlık durumlarının gözden geçirilmesi tekniğidir. Bir kontrol listesi ile desteklenmesi önerilir. Yüksek seviye algılayıcısı başarısız olursa ne olur gibi sorulara verilecek yanıt riskin önem derecesini verecek ve bir sonraki seviyeye aktarılmasını gerekli kılacaktır.

IV.FMEA (Hata türleri ve etkileri analizi): Sistemin her bileşeninin olası başarısızlık türlerini tanımlamak ve etkilerini analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Az sayıda proses adımı ancak çok sayıda kritik bileşen olduğunda yararlı olacak bir yöntemdir. Özellikle fark edilebilirlik parametresi ile alarm sistematüğini de değerlendirme kapsamına alabilecektir.

Temel Risk Analizi

FMECA (Hata türleri ve etkileri kritiklik analizi)

LOPA (Koruma seviyesi analizi): Hazop gibi kalitatif risk değerlendirmesi yöntemi ile Bowtie (Papyon) gibi kantitatif risk değerlendirmesi yönteminin arasında yer alan tehlike belirlenme ve risk değerlendirme yöntemidir. Uygun Güvenlik Bütünlük Seviyesi (SIL) veya Güvenlik Enstrüman Sistemi (SIS) seçebilmek adına uygulanır.

C. Detaylı Kantitatif Risk Analizi

I. Papyon (Hata ağacı analizi + Olay Ağacı Analizi) QRA: Bir kritik olayın belirlenmesinin ardından bu olayın olmasına neden olabilecek hataların bariyer yok kabul edilerek analizi ile, bu olay olursa olası olayların yine bariyer yok sayılarak analizi yöntemine dayanır.

Tehlike tanımlaması ve risk değerlendirmesinin kuruluşun yaşam çevriminin çeşitli aşamalarında yapılması gerekir.

Bunlar;

- Konsept tasarım
- Ön tasarım
- Detay tasarım,
- İnşaat süreci ve devreye alma,
- İşletme süreci,
- Devreden çıkma süreci.

Kuruluş bu yöntemlerden bir veya birkaçını kullanabilir. Kademeli olarak tüm tesisi HAZOP yöntemi ile tarayıp, LOPA ile analiz ettikten sonra büyük risk senaryoları için Papyon yöntemi ile hem hata analizi hem de olay analizi yapılabilir. Kuruluş tehlike tanımlaması ve risk analizi yaptıktan sonra risk seviyesini düşürecek veya düşürecek adımlar önercektir. Bu adımların yönetildiğinin kanıtlanması gereklidir. Riskin sıfırlanması söz konusu değil ise, kalan risk için, gerçekleşmemesi adına yönetim programı ve gerçekleşirse olasılığı için acil durum hazırlığı önerilmesi gereklidir.

Güvenli çalışma prosedürü ile, proses güvenliğinde saha uygulaması yapılırken enstrüman teknisyeni ile operatör (işletme personeli) arasında iletişimi sağlamaya yönelik “iş izni sistemi” ön görülür.

İş izni sistemi proses güvenliği yönetimi yapan tüm kuruluşlarda mutlaka uygulanıyor olmalıdır.

3.6. Operasyonların yürütülmesi

Operasyonların yürütülmesi özet olarak ürün gerçekleştirme için atılacak adımların planlanması ve plana uygun şekilde yapısal olarak yürütülmesi demektir. Bunu operasyonsal disiplin olarak da adlandırmak mümkündür ve kuruluşun güvenlik kültürü ile çok sıkı bir ilişki içindedir.

Operasyon disiplini kültürü, kültür ise işletmesel disiplini belirler. Uygulayıcı çalışanların ki bunlar operatörler, vardiya sorumluları, depo görevlileri ve güvenlik birimlerinin her biri olabilir, tanımlanan görevlerini herhangi bir uyarı yapmaya gerek duymadan büyük bir sorumluluk ile yerine getirmesi beklenir. Kuruluş, çalışanların görevlerini bir disiplin içinde, tanımlandığı haline uygun olarak yerine getirmesinin önemi bilecek ve aksamanın proses güvenliğini tehlikeye atacağını dikkate alacaktır.

Bu prosedürler işletmenin genel politikasının uygulanması anlamına da gelecek ve bu uyumu bir şekilde gösterecektir. Prosedürlere uygun uygulama pratikleri yazılacak ve uygulanması izlenecektir.

İşletme prosedürlerinin ve çalışma pratiklerinin uygulanması diğer unsurların da uygulanmasını destekleyecektir. Örneğin ekipman izleme durumu tesis bütünlüğünü artıracak, ramak kala raporlama ise olay unsurlarının verimliliğini genişletecektir.

4.SONUÇ

İşletmelerde proses güvenliği sağlayabilmek için iki ana başlık; teknik risk kontrolü ve organizasyonel risk kontrolüdür. Organizasyonel risk kontrolü yönetsel olarak insan faktörünü azaltıcı faaliyetlerde bulunduğu proses güvenliği yönetim sisteminin kurulup, mevcutta kurgulanan ve süreklilik arz eden yönetmelik sistemleriyle bağlantılandırılması kısaca saha uygulamalarıyla sürdürülür. Teknik risk kontrolünde ise kuruluşlarda gerçekleştirilen operasyonlardaki hatalar üzerine gidip, mevcut koruma yöntemlerinin yeterliliğini analiz edilir ve sonrasında da gerekli ise yatırım planlamaları yapılır. Yatırım planını yaptıracak deneyim de yine saha uygulamalarının çıktılarıdır.

Proses Güvenliği Yönetimi modelleri ve standartları tek başına başarılı sonuçlara imza atmak için yeterli olmamaktadır. Proses güvenliğinin tesislerde istenen noktaya ulaşmasının en önemli yolu sahadaki uygulamalardır.

Organizasyonlar proses güvenliği yönetim modellerini yapılandırırken bu modelleri hayata geçirecek insan faktörünü ve saha uygulamalarını göz ardı etmemelidir.

5.KAYNAK

1-'H. H. Fawcett and W. S. Wood, Safety and Accident Prevention in Chemical Operations, 2d ed. (New York:

Wiley, 1982), p. 1.

Yılmaz, S. (2014). Kaizen Sürekli İyileştirme Stratejisi ile Hastanede İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Atılım Üniversitesi, SBE.

YENİ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM STANDARDI OLARAK ISO 45001'İN BS OHSAS 18001'E GÖRE FARKLILIKLARININ İRDELENMESİ

Nuri Bingöl¹, Mustafa Cüneyt Gezen²

¹Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34672 İstanbul
e-posta: nuri.bingol@uskudar.edu.tr

²Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, 34672 İstanbul
e-posta: mustafacuneyt.gezen@uskudar.edu.tr

Özet

Bu çalışma, BS OHSAS 18001:2007 ve ISO 45001:2018 arasındaki temel farklılıkların karşılaştırılmasının yanı sıra, sunulacak çözüm önerileriyle, Kuruluşların ISO 45001:2018 için tüm gereksinimleri karşılmasına nasıl yardımcı olabileceklerine ilişkin önerilerde bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

ISO 45001:2018 standardı, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi için önceki BS OHSAS 18001:2007 standardının yerini almak üzere tanıtılmıştır. ISO 45001:2018, çalışanların fiziksel ve zihinsel sağlığını korumak için uluslararası kabul görmüş bir standarttır ve insanlardan, süreçlerden ve araçlardan oluşan genel güvenlik yönetim sistemini yönetmek için yönergeler sağlamaktadır. OHSAS 18001:2007 sertifikasına sahip kuruluşlar, ISO 45001:2018'e geçmek için Mart 2018'den sonra üç yıl geçirmiştir. Geçiş süresi her ne denli 18 Mart 2021'de sona ermiş olsa bile, Uluslararası Akreditasyon Forumu (IAF), SARS-CoV2 salgınının neden olduğu bozulmaya uyum sağlamak için bu süreyi altı ay daha uzatmıştır. Yeni son tarih 30 Eylül 2021'dir.

Yeni ISO 45001 standardının, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini benimseyen ve onaylayan kuruluş sayısının artmasında önemli bir destek vermesi beklenmektedir. Yeni standart Annex SL'yi yansıtmakta, yönetim sistemlerini kurmalarını ve buna uyumluluk sağlamalarını kolaylaştırmaktadır. Standart gerekliliği olarak Deming döngüsü boyunca, liderlik ve kararlılık gibi temel süreçlerden başlayıp, planlama, destek süreçleri ve değerlendirme gibi süreçleri yürürlüğe koyarak Kuruluşların İSG performanslarını sürekli geliştirmelerine yol açılmaktadır. Standart aynı zamanda yasal yükümlülükler uyumluluk koşulu getirilmektedir.

ISO 45001'deki önemli değişiklikler; iş bağlamının sistematik olarak belirlenmesi ve izlenmesi, çalışanlar ve diğer ilgili taraflar için ihtiyaç ve beklentilere ve çalışan katılımına daha fazla odaklanması, risk ya da fırsatların belirlenmesi ve bu konuda harekete geçilmesi, liderlik ve yönetim taahhüdü, hedeflere odaklanmanın güçlendirilmesidir. Çalışanların sürece katılımı ve danışması, iletişim ve tedarik konuları da genişletilmiş gereksinimler olarak ortaya konulmaktadır.

Anahtar sözcükler: İş Sağlığı ve Güvenliği, BS OHSAS 18001, ISO 45001, IAF, İş Güvenliği Politikası, Deming Döngüsü, Annex SL.

1. Giriş

İlk kez Mart 2018’de yayımlanan ISO 45001:2018 standardı, İş Sağlığı ve Güvenliği yönetimi için eski OHSAS 18001:2007 standardının yerini alan yeni bir yönetim sistemi standardıdır. Tıpkı OHSAS 18001:2007 gibi mesleki yaralanma ve hastalıkları azaltmak ve Kuruluşu çalışanların daha güvenli koşullarda işlerini sürdürebilmesi hedefine odaklanan ISO 45001, OHSAS 18001’in gözden geçirilmiş bir sürümüdür. Annex SL çerçevesi ile uyumlu yeni ISO “yüksek seviye yapısı”, kimi alanlarda önemli değişiklikler anlamına gelir ve bu çalışmamız, bu değişiklikleri ortaya çıkarmayı ve kuruluşların ISO 45001:2018’e geçişine kılavuzluk edecek temel eylemleri özetlemeyi amaçlamakta olup, kuruluşların eski OHSAS 18001 sisteminin yürütülmesinde ve bakımında yer alan yöneticilerinin ve öteki çalışanlarının, OHSAS 18001 yönetim sistemi iç tetkikçilerinin ve OHSAS 18001 sertifikalı şirketlerin iş süreçlerinde görev alan sorumlularının bilgilerine sunulmuştur.

ISO Standartlarının çoğuna benzer şekilde ISO 45001, kuruluşların standardı ISO 9001:2015 ve ISO 14001:2015 gibi diğer standartlar ile daha kolay ve daha iyi bir şekilde birleştirmelerini sağlayan Üst Düzey Yapıyı (HLS) izler. Anılan bu yeni standart, Kuruluşun sağlık ve güvenlik sistemi güvenli bir çalışma ortamının oluşturulmasına yardımcı olduğunda, iş kazalarının en aza indirilmesi sonucunda kayda değer finansal yararlılıkların da elde edilmesini sağlar. Deming döngüsü boyunca, kuruluşların liderlik ve kararlılık gibi temel süreçlerden başlayıp, planlama (bağlam analizi, risk değerlendirmesi, operasyonel planlama ve denetim), destek süreçleri (iletişim ve katılım, yeterlilik ve kaynak farkındalığı, belgelendirme yönetimi) ve son olarak da değerlendirme (gözetim, denetim, yönetim değerlendirmesi) gibi önemli süreçleri yürürlüğe koyarak İSG performanslarını sürekli geliştirmelerine yol açılmaktadır. Standart aynı zamanda yasal yükümlülüklerle uyumluluk koşulu getirmektedir.

Bu çalışma, BS OHSAS 18001:2007 ve ISO 45001:2018 arasındaki temel farklılıkları kıyaslamak ile birlikte, Kuruluşların ISO 45001:2018 için tüm gereklilikleri karşılama adına yardımcı olabilmek adına önerilerde bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

2. Genel Olarak ISO 45001:2018 İSG Yönetim Sistemi Standardı

İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliği kültürünün yerleşmesi ve bu kültürün gerekliliklerinin yerine getirilmesi önemli bir süreçtir. Bu süreç iyi yönetilmediği ve zamana bırakıldığında epey sancılı ve uzun bir hale gelebilmektedir. Oysa iş sağlığı ve güvenliği süreçleri, belirli bir disiplin altında yönetildiğinde, kısa zamanda hem işverenler hem de çalışanlar yönünden yararları görülmeye başlanmaktadır. Günümüzde iş sağlığı ve güvenliği ile uygulamalar, ciddi şirketlerde hem yurt içi hem de uluslararası iş platformlarında olmazsa olmaz hale gelmiştir. Dolayısıyla her türden işletmede, işletme yapısına göre biçimlendirilmiş, sonuç odaklı ve geliştirmeye açık bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin bulunması kaçınılmazdır. OHSAS 18001 sistemi, yakın zamana kadar, işletmelerin ihtiyaç duyduğu bu yönetim biçimi ihtiyacını karşıladı. Ancak süreç içinde ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar ve kalite ve çevre yönetim sistemleriyle bütünleşmenin söz konusu edildiği günümüzde bu sistemin bir ISO standardı haline getirilmesi, biçim ve içerik olarak geliştirilmesi kaçınılmaz hale geldi. ISO 45001:2018, bu ihtiyaçları karşılamak üzere oluşturulan bir standart olarak kabul edildi ve Mart 2018’de yayımlanarak yürürlüğe girdi.

3. Gereç ve Yöntem

ISO 45001:2018 ile BS OHSAS 18001:2007 Standartları için karşılaştırmalı Matris oluşturularak, bu matris yardımı ile her iki standart ayrıntılı bir biçimde analiz edilmek istenmektedir. Aralarındaki farklar ve geliştirilmiş yenilikler elde edilerek, yeni standardın kullanımının yararları ve/veya eksiklikleri anlaşılmasına çalışılacaktır.

4. Bulgular

ISO 45001:2018 ile BS OHSAS 18001:2007 Standartları için karşılaştırmalı matris oluşturulmuş ve bu çizelge kapsamında farklılıklar bulunarak, anlaşılmasına çalışılmıştır. Bu bağlamda her iki standart madde madde incelenmiş ve aşağıda Tablo 1’de görüldüğü gibi matris çizelge elde edilmiştir.

Tablo 1. ISO 45001:2018 ile BS OHSAS 18001:2007 Standartlarının Karşılaştırmalı Matrisi (*)

ISO 45001:2018	BS OHSAS 18001:2007	Açıklamalar
Giriş	Giriş	
0.1 Altyapı		Her iki bölümün bu noktası aynıdır: standardın amacını açıklamak ve Deming döngüsünü vurgulamaktır. ISO 45001, bir ürünün amacı ve faydaları konusunda daha çok bilgi sağlar ve etkin bir İSG YS için başarı etkenlerini tanımlar. Son alt başlık, standardın yapısının ve koşullarının açıklığa kavuşturulmasını sağlar.
0.2 İSG YS'nin amacı		
0.3 Başarı faktörleri		
0.4 PUKÖ döngüsü		
0.5 Dokümanın içeriği		
İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri - Kullanım kılavuzu ile gereklilikler	İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri - Gereklilikler Kullanım kılavuzu ile gereksinimler	
1 Kapsam	1 Kapsam	Bu hükümler her iki standart için de hemen hemen aynıdır.
2 Normatif referanslar	2 Referans yayınlar	ISO 45001’de normatif referanslar bulunmaz.
3 Terimler ve tanımlar	3 Terimler ve tanımlar	Her iki standart da metinde kullanılan terimlerin tanımlarını sağlar.
4 Organizasyonun bağlamı		
4.1 Organizasyonu ve bağlamını anlama		Bu tümüyle yeni bir gerekliliktir; kuruluşun, kuruluşu ve İSG YS’ni etkileyen dış ve iç bağlamı belirlemesi gerekecektir.
4.2 İşçilerin ve diğer ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerini anlama		İlgili taraflar OHSAS 18001’de birkaç kez belirtilmiştir, ancak orada bunların tanımlanması ve ihtiyaçları ve beklentilerinin tanımlanması için açık bir gereklilik yoktur. Ayrıca ISO 45001, önemlerini vurgulamak için çalışanları diğer ilgili taraflardan ayırmaktadır.
4.3 İSG yönetim sisteminin kapsamının belirlenmesi	4.1 Genel gereklilikler	Her iki standart da İSG YS kapsamının tanımlanmasını gerektirir; yalnız ISO 45001 kapsam gereksinimlerini daha ayrıntılı olarak açıklar. İSG YS’nin kapsamının belgelenmesi her iki standartta da gereklidir.
4.4 İSG yönetim sistemi	4.1 Genel gereklilikler	Gereklilikler her iki standart için de aynıdır.
5 Liderlik ve işçilerin katılımı		
5.3 Örgütsel roller, sorumluluklar ve yetkiler	4.4.1 Kaynaklar, roller, sorumluluk, hesap verebilirlik ve yetki	Her iki standardın da üst yönetimle ilgili benzer gereklilikleri vardır. ISO 45001, yönetime İSG YS’den sorumlu olarak bir üst düzey yönetici atamaz.
5.4 İşçilerin danışma ve katılımı	4.4.1 Kaynaklar, roller, sorumluluk, hesap verebilirlik ve yetki	

	4.4.3.2 Katılım ve danışma	İSG Politikasının gereklilikleri her iki standartta aynıdır, yalnızca ISO 45001'de daha iyi ayrıntılandırılmıştır. Temel fark, yeni standardın bir yönetim temsilcisinin atanmasını gerektirmemesidir. Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır; yalnızca ISO 45001 bunları daha ayrıntılı olarak tanımlar.
6 Planlama		
6.1 Risk ve fırsatları ele alma eylemleri		
6.1.1 Genel		
		Bu, OHSAS 18001'e kıyasla tamamen yeni bir gerekliliktir. İSG YS planlanırken, kuruluşun risklerinin ve örgütlülüğü etkileyen fırsatların belirlenmesi gerekecektir.
6.1.2 Tehlikenin belirlenmesi, risklerin ve fırsatların değerlendirilmesi		
6.1.2.1 Tehlikenin belirlenmesi	4.3.1 Tehlikenin belirlenmesi, risk değerlendirmesi ve kontrollerin belirlenmesi	İSG tehlikelerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi ile ilgili gereklilikler her iki standartta da aynıdır; yalnızca ISO 45001 daha çok ayrıntı sağlar. OHSAS 18001'e oranla İSG YS ile ilgili riskler yeni bir gerekliliktir. Bu fıkra yalnız tehlikeyle ilgili riskleri değil, aynı zamanda yasal ve diğer gereklilikler ve Kuruluşun genel bağlamı ile ilgili riskleri de kapsar. Fırsatlar yalnızca ISO 45001'de belirtilmiştir ve bu paragrafta ne tür fırsatların ele alınması gerektiği tanımlanmıştır.
6.1.2.2 İSG YS için İSG risklerinin ve diğer risklerin değerlendirilmesi		
6.1.2.3 İSG fırsatlarının ve İSG yönetim sistemi için öteki fırsatların belirlenmesi		
6.1.3 Yasal gerekliliklerin ve öteki gerekliliklerin belirlenmesi	4.3.2 Yasal ve öteki gereklilikler	Her iki standart da Kuruluşun yasal ve öteki gerekliliklerin tanımlanması için bir süreç oluşturmasını ve ayrıca yasal ve öteki gerekliliklerin de belgelendirilmesini gerektirir. Kuruluş, tehdit ve fırsatlarla ilgili belirlenen riskleri ele almak ve bunların etkinliğini değerlendirmek için eylemler planlamak zorunda kalacaktır. Gereksinimler her iki standartta da aynı kalır, ancak yeni sürümde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
6.1.4. Eylem planlaması		
6.2 İSG hedefleri ve bunlara erişiminin planlanması	4.3.3 Amaçlar ve programlar	
6.2.1 İSG hedefleri		
6.2.2 İSG hedeflerine erişimin planlanması		
7 Destek		
7.1 Kaynaklar	4.4.1 Kaynaklar, roller, sorumluluk, hesap verebilirlik ve otorite	Her iki standart için de kaynak sağlama gereklilikleri aynıdır; ancak ISO 45001, kaynak sunumunu ayrı maddelere bölerek vurgulamaktadır.
7.2 Yetkinlik	4.4.2 Yetkinlik, eğitim ve farkındalık	Her iki standardın gereksinimleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak verilmiştir.
7.3 Farkındalık		
7.4 İletişim	4.4.3.1 İletişim	Her iki standardın gereksinimleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak verilmiştir.
7.4.1 Genel		
7.4.2 İç iletişim		
7.4.3 Dış iletişim		
7.5 Belgelendirilmiş bilgi	4.4.4 Belgelendirme	Belgeler ve kayıtlar artık aynı kategoriye ait-belgelenmiş bilgiler. Her iki standardın gereklilikleri eşdeğerdir.
7.5.1 Genel	4.4.5 Belgelerin kontrolü	
7.5.2 Oluşturma ve güncelleme	4.4.6 Kayıtların kontrolü	
7.5.3 Belgelendirilmiş bilginin kontrolü		
8 Operasyon		
8.1 Operasyonel planlama ve kontrol	4.4 Uygulama ve işletim	
8.1.1 Genel	4.4.6 Operasyonel kontrol	Her iki standardın gereksinimleri hemen hemen aynıdır; yalnız ISO 45001'in değişim yönetimi ve dış

8.1.2 Tehlikelerin ortadan kaldırılması ve İSG risklerinin azaltılması	4.3.1 Tehlike tespiti, risk değerlendirmesi ve kontrollerin belirlenmesi	kaynaklı süreçler için ayrı alt maddeleri vardır. Hiyerarşi ISO 45001'de çok daha iyi tanımlanmış ve biraz değiştirilmiştir. OHSAS 18001, diğer gerekliliklerle birlikte maddenin içine koyarken, ISO 45001'in önemini vurgulamak için ayrı ayrı maddeleri göstermektedir. Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir. Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir.
8.1.3 Değişimin yönetimi	4.4.6 Operasyonel kontrol	Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir.
8.1.4 Tedarik		Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir.
8.1.4.1 Genel		
8.1.4.2 Yükleniciler		Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir.
8.1.4.3 Dış kaynak kullanımı		Her iki standardın gereklilikleri hemen hemen aynıdır, yalnız ISO 45001'de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir ve ayrı bir madde olarak verilmiştir.
8.2 Acil durum hazırlığı ve müdahale	4.4.7 Acil durum hazırlığı ve müdahale	Gereksinimler hemen hemen aynıdır, ancak ISO 45001'de daha da ayrıntılandırılmıştır.
9 Performans değerlendirmesi	4.5 Kontrol	
9.1 İzleme, ölçme, analiz ve değerlendirme	4.5.1 Performans ölçümü ve izleme	Yeni madde, yasal ve öbür gereklilikler, İSG performansları, operasyonel gereklilikler dahil, 9.1.1 Genel kontroller vb gibi tüm gerekliliklerin izlenmesini ve ölçülmesini öne çıkartır.
9.1.1 Genel		
9.1.2 Uyumluluğun değerlendirilmesi	4.5.2 Uyumun değerlendirilmesi	Gereklilikler aynıdır. Bkz. "Uyumluluk Değerlendirme Kayıtları".
9.2 İç tetkik	4.5.5 İç tetkik	Gereklilikler eşdeğerdir. Ancak ISO 45001'de, tetkikin hedefi ve tetkikin süreci gibi iç tetkikin kimi öğelerini vurgulamak için bu kloz iki ayrı alt kloza ayrılmıştır.
9.3 Yönetimin gözden geçirmesi	5.6 Yönetimin gözden geçirmesi	Gereklilikler birbirine eşdeğerdir.
10 İyileştirme		
10.1 Genel		Yeni standart, İSG YS'nin sürekli iyileştirilmesi için eldeki tüm bilgilerin kullanılmasını gerektirmektedir.
10.2 Olay, uygunsuzluk ve düzeltici eylem	4.5.3 Olay soruşturması, uyumsuzluk, düzeltici eylem ve önleyici eylem 4.5.3.1 Olay soruşturması 4.5.3.2 Uygunsuzluk, düzeltici eylem ve önleyici eylem	ISO 45001'de, diğer yönetim sistemi standartlarının yeni sürümleriyle uyumlu hale getiren önleyici eylemler bulunmaz. Ayrıca, olay soruşturması uygunsuzluklar ve düzeltici eylemlerle birleştirilir, çünkü aynı süreç olayların soruşturulmasında da kullanılabilir ve uygunsuzluklar ve her ikisi de düzeltici eylemlerle çözülür.
10.3 Sürekli iyileştirme		Yeni standart, İSG performansını ve İSG YS'ni sürekli iyileştirmek için eldeki tüm bilgileri kullanma gerekliliğini getirmiştir.
Ek A - Bu belgenin kullanımına ilişkin kılavuz		Ek A, ISO 45001 standardının yeni yapısını, her bir fıkra ve gerekliliklerine ilişkin açıklamalarla birlikte sunmaktadır.

(*) ISO 45001:2018 vs OHSAS 18001:2007, <https://info.advisera.com/>

5. Tartışma

5.1. ISO 45001 Standardına Geçiş Süreci

Yeni standardın yayınlanmasından 3 yıl sonra, yani en geç 18 Mart 2021’de, şirketlerin OHSAS 18001’den ISO 45001’e geçişi öngörülmüştü. Ancak tüm dünyayı etkisi altına alan SARS-CoV2 salgını nedeniyle, bu süre Eylül 2021 sonuna dek uzatılmıştır. Standardın karmaşıklığı ve sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasındaki önemi göz önüne alındığında, geçiş sürecinin kapsamlı bir şekilde planlanmasının gerekmekte olduğu görülmektedir. OHSAS 18001’den ISO 45001’e geçişte zaman en önemli faktördür. Başarılı bir geçiş yapabilmek için, kuruluşun işe zamanında başlaması ve son güne dek beklemekten kaçınması gerekir. Bu bekleme, sorunları düzeltmek için daha az zaman bırakacak ve zamanında sertifikalandırılma şansını azaltacaktır. İşletmeniz için, riskleri ve maliyetleri azaltmak için erken geçiş yapmak önemlidir.

İşte bu teknik çalışmada, ilgili taraflara geçiş sürecinin bir taslağı ve yeni standarda uyumu sağlamak için atılacak adımlar karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Var olan sistemi ISO 45001 standardına yükseltmenin en kolay yolu 12 adım ile tanımlanabilir.

5.1.1. Kuruluşun Bağlamının Belirlenmesi

Kuruluşun bağlamının tanımlanması tümüyle yeni bir gerekliliktir. Bu tanımlı yaparken, şirketin amacı, stratejik yönü ve İSG (OH&S) YS’nin amaçlanan sonuçlarını elde etme yeteneği ile ilgili iç ve dış konular kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Standartta açıklanan kuruluşun bağlamı konusu, birçok ögenin kuruluş üzerindeki etkilerini ve bunların İSG YS’ne nasıl yansıtıldıklarının tanımlanmasını gerektirmektedir. Bunlar, kuruluşun hedeflerini, amacını ve sürdürülebilirliğini etkileyecek etkenler olarak kabul edilir. Bu sürecin değerlendirilmesinin ve sonucunun İSG Politikasında ya da buna eşdeğer belgede gösterilmesi salık verilir. Bu aynı zamanda, iş bağlamıyla ilgili riskleri ve fırsatları belirlemek için bir araçtır.

Standart, bu gereksinime uymak için belgelenmiş bir prosedür ya da herhangi bir belgenin üretilmesini gerektirmez. Ancak bir “Kuruluşun ve İlgili Tarafların Bağlamını Belirlemeye Yönelik Prosedür”ün belgelendirilmesinde yarar olabilir.

5.1.2 İlgili Tüm Tarafların Listelenmesi

Bu işlem yeni bir gereklilik olup, Standardın Madde 4’ünde yer almaktadır. ISO 45001: 2018, ilgili tarafların İSG YS ile kimlerin ilişkili olduğunu ve İSG YS’nin bu taraflar üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını gerektirmektedir. Daha ayrıntılı olmak gerekirse, Standart hangi taraf türlerinin listelenmesinin beklendiğini belirtir. Hem iç hem de dış paydaşlarımız bulunmaktadır. İç paydaşlar çalışanlar, sendikalar vb iken, dış paydaşlar elbette tedarikçiler, ilgili makamlar vb ile birlikte müşterilerdir. Örneğin, 24 saatlik vardiya düzenine sahip olan bir kuruluşun faaliyetlerini hızlandırmaya yönelik bir iş kararı alınmış ise, bu değişikliğin çalışanlar ve alt işverenler üzerinde büyük etkisi olacaktır. Ayrıca, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentileri ile ilgili olmayanlarınkiler arasında ayırım yapmak önemlidir. Örneğin, bir müşterinin Kuruluşun ürünlerinden biri için daha düşük fiyata alması konusundaki “ihtiyacı” ve beklentisi, İSG YS ile ilgili değildir. Bu nedenle bu tür ihtiyaç ve beklentiler İSG YS’nce ele alınmamalıdır.

Standart, bu tür bilgilerin belgelendirilmesini gerektirmese de, “İlgili Tarafların Listesi, Yasal ve Diğer Gereklilikler” ve “Uygunluk Değerlendirmesi”nin bulundurulması, bu ihtiyaç ve beklentilerin izlenmesini ve karşılanmasını kolaylaştırabilir.

5.1.3. İSG YS'nin Kapsamının Gözden Geçirilmesi

Bu gereksinim, Kuruluşun İSG YS'nin kapsamının daha iyi belirlenmesine yardımcı olacaktır. İSG YS'nin kapsamını belirleme zorunluluğu önceki standartta mevcut olmasına karşın, ISO 45001:2018 Standardındaki kavram görece yenidir ve bu nedenle Paragraf 4.1'de talep edilen konulara ve 4.2'de belirtilen gereksinimlere atıfta bulunulmasını isteyecektir.

Etkin bir İSG YS'ne sahip olmak, doğrudan embriyonik aşamalardaki kapsamın ve parametrelerin nasıl tanımlandığına bağlıdır. Aynı şekilde OHSAS 18001'den ISO 45001'e geçiş dönemi de bunun doğru ve doğru bir şekilde yapılmasını sağlama fırsatı sunmaktadır. Örneğin, İSG YS tanımındaki tüm iç sorunları göz önünde bulundurmaya kolaydır, ancak dış kaynak ortakların ve tedarik zincirindeki ilgili dış sorunları açıkça tanımlamak için bilinmesi gereken her şey biliniyor mu? İSG YS'nin kapsamı tanımlandığında tüm bu yönlerin net bir şekilde anlaşılır olduğu gösterilmelidir.

Kapsam, "İSG Yönetim Sistemi Kapsamı"nda belgelendirilebilir.

5.1.4. Liderlik Göstermek

ISO 45001 Madde 5'te yer alan liderlik gerekliliklerinde önemli bir değişiklik vardır. Yeni standart, liderlerin önceki standarttan yorumlanabilecek daha pasif rolden çok aktif ve sorumlu olmalarını gerektirmektedir. Yeni standart, örgütsel liderlere stratejik hedefler, İSG YS kapsamı ve sonuçları, politikalar ve süreçler, iletişim, kültür, iş sağlığı ve güvenliğine bağlılığın geliştirilmesi, kaynak ve eğitim olanakları sağlanması ve hatta "insanların katkılarında ışık tutmak, özendirme ve tanımak" konularında sorumluluk yüklemektedir. Bu nedenle, üst yönetimin İSG YS'nde her konuya katılması ve yer alması açıkça bir gereklilik olmaktadır. Örneğin, risk değerlendirme konuları gibi konularda karar vermek, bir olaya yanıt verme durumu dışında, stratejik liderlik tavsiyesi olmadan artık neredeyse imkânsız olacaktır.

İSG Politikası elbette yeni bir belge değildir, ancak şimdi Kuruluşun bağlamı ve stratejik yönü ile uyumlu hale getirilmelidir. Bu konu, şirketin üst yönetiminin liderliğini gösterebileceği ve sürekli iyileştirme ve gerekliliklere uyma konusundaki kararlılıklarını gerçekten ifade edecek bir politika oluşturabileceği yerlerden birisidir.

5.1.5 Risklerin ve Fırsatların Değerlendirilmesi

Bu, yeni standardın yeni ve önemli bir gereksinimidir ve Madde 6'da yer almaktadır. Artık tüm uyumluluk gereklilikleri ve hatta Kuruluşun bağlamı dahil olmak üzere, İSG YS'nin tüm yönleri için risk ve fırsatların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bundan sonra, işletmenin bu riski nasıl ele alması gerektiğine ilişkin belgelendirilmiş bir plan olmalıdır. Bu nedenle risk ve fırsat değerlendirmesinin, tüm önemli İSG YS bileşenlerinin ve karar alma süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmesi amaçlanmıştır. Bunun yukarıda belirtilen liderliğe olan bağımlılığın artmasına ekleyerek, çoğu kuruluş için gerçek iş avantajlarının nasıl elde edileceğini görmek çok kolay olmaktadır.

Riske dayalı düşünme, eski standarda göre kesinlikle en sıcak değişimdir. Birçok insan bunu nasıl yapacağını, hangi metodolojinin kullanılacağını ve belgelenip belgelenmeyeceğini merak etmektedir. Kuruluş, risk ve fırsatları belirlerken, İSG YS'nin amaçlanan sonuçlarını sağlamak, istenmeyen etkileri önlemek ya da azaltmak ve sürekli iyileştirme sağlamak için tehlikelerin yanı sıra yasal ve diğer gereklilikleri de dikkate almalıdır. Doğaldır ki, tüm riskler ve fırsatlar arasında, Kuruluşça, bunlardan hangilerinin İSG YS ile ilgili olduğunun belirlenmesi ve ardından bunları ele almak için eylemlerin planlanması gerekmektedir.

Süreçlerin risklerini değerlendirme gereklilikleri halen İSG YS planlamasının bir parçasıdır. Süreçlerdeki riski kontrol etmek, tesislerde çalışanların sağlığını ve güvenliğini

sağlamanın önemli bir parçasıdır. İSG YS'nin bel kemiği olarak, kuruluşun faaliyetlerinden kaynaklanan tehlike ve risklerin bu şekilde değerlendirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği performansını iyileştirmek için gerekenlerin halâ kritik bir parçasıdır. Kuruluş, buna ek olarak, “Anahtar Risklerin ve Fırsatların Kaydı” prosedüründe olabileceği gibi, İSG ile ilgili riskleri ve fırsatları belgelendirilmiş bilgi olarak saklayabilir.

5.1.6. Tehlikelerin Belirlenmesi ve Değerlendirmesi

Bu elbette yeni bir gereklilik değildir ve yapılan değişiklikler gereklilikleri daha net ve kesin duruma getirmeyi amaçlamaktadır. Kuruluşun tehlike tespiti için devam eden ve proaktif bir süreç oluşturması gerekir. Geçiş, geçmişteki ilgili olayları, sosyal etkenleri, örgüt içindeki kültürü, rutin ve rutin olmayan eylemleri ve durumları, bilgi değişikliklerini vb dikkate alarak, mevcut İSG tehlikelerinin yeniden değerlendirilmesi ve güncellenmesi için iyi bir fırsattır.

İSG tehlikelerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi için var olan prosedür, yeni standarda uygunluk koşuluyla elde tutulabilir; ancak yeni gereksinimlere uyum sağlamak için üzerinde birtakım değişiklikler yapılması gerekebilir. Bu, var olan yordamın içeriğine bağlı olacaktır ve bu soruna yaklaşmanın en iyi yolu, var olan yordamın yeni Standardın gereksinimleriyle karşılaştırılması ve yapılması gereken değişikliklerin tam olarak ne olduğunun görülmesidir.

5.1.7. Uyum Yükümlülüklerinin Belirlenmesi

Yasal ve diğer gerekliliklere uymak, İSG YS'nin temelini oluşturur. Düzenleyici ve yasal gerekliliklere uygunluk olmadan ISO 45001 ya da başka bir standarda uyumluluk düşünülemez. Yeni standart, eskisi gibi, yasal gerekliliklerin tanımlanması ve bunlara uyumun sağlanması için çerçeve sağlar. Tehlikeler, İSG riskleri ve İSG YS için geçerli olan yasal ve diğer gerekliliklerin belirlenmesi ve bunlara erişilebilmesi için Kuruluşun bir süreç oluşturması gerekir. Standardın gerektirdiği süreç, aynı zamanda, Kuruluşun bu yasal ve diğer gerekliliklerin kendisi için nasıl uygulandığını ve bu gerekliliklere uyumun sağlanması ve sürdürülmesi için çalışanlara ve yerel yetkililere nelerin iletilmesi gerektiğini belirlemesine yardımcı olmalıdır.

Son olarak denilebilir ki, tüm bu yasal ve diğer gereklilikler İSG YS'ni kurarken, uygularken, sürdürürken ve sürekli iyileştirirken dikkate alınmalıdır. Yasal gereklilikler konusundaki bilgileri izlemek ve güncel tutmak için Kuruluşun bunları bir tür “Yasal ve Diğer Gereklilikler Listesi”nde belgelendirmesi gerekir.

5.1.8. Eylemlerin Planlanması

Risk ve fırsatların belirlenmesi süreçleri ve uyum yükümlülükleri, İSG YS'nin mevcut durumunu tanımlamaya yöneliktir ve bir sonraki adımda bu konular ele alınmalıdır. Kuruluş, riskleri ve fırsatları ele almak, yasal ve diğer gerekliliklerin yanı sıra acil durumlara hazırlanmak ve bunlara cevap vermek için gerekli eylemleri planlamalıdır. Planlanan eylemlerin İSG YS süreçlerine ve diğer iş süreçleriyle bütünleştirilmesi ve Kuruluşun alınan eylemlerin etkinliğini değerlendirme yöntemini tanımlaması gerekir. Planlanan eylemler, kontrol hiyerarşisini izlemeli ve en iyi uygulamaları ve teknolojik seçenekleri, finansal, operasyonel ve iş gereksinimlerini göz önünde bulundurmalıdır.

5.1.9. İSG hedeflerinin ve bunlara ulaşmak için gerekli planların belirlenmesi

Yeni standart, Kuruluşun İSG hedeflerinin, şirketin stratejik yönüyle uyumlu olmasını sağlamasını gerektirir. Standart ayrıca, bu hedeflere ulaşmak için planların oluşturulmasını

istemektedir. Bu nedenle, bu planın denetim amacıyla yeni standarda göre belgelenmesi çok önemlidir. Hedefler uygun bir biçimde ölçülmeli, izlenmeli ve güncellenmelidir. Ayrıca, hedeflerin İSG Politikasıyla tutarlı olması ve yasal ve diğer gereklilikleri de dikkate alması gerekmektedir. Hedeflere ulaşmak için planlama da çok önemlidir ve yeni standart, planlamanın temel öğelerini tanımlar. Kuruluşun, hedeflere ulaşmak için gerekli eylemlerin yanı sıra sorumlulukları, gerekli kaynakları ve son teslim tarihlerini tanımlaması gerekmektedir. Son olarak, Kuruluşun, hedeflere ulaşma yolundaki ilerlemenin izlenmesine yönelik göstergeler de dahil olmak üzere, hedeflere ulaşmanın nasıl ölçüleceğini belirlemesi gerekir.

Hedefler ve bunlara ulaşma planı, “İSG Hedefleri ve Programları” nda belgelenebilir.

5.1.10. Belgelendirilmiş bilgilerin kontrol edilmesi

Yeni standartta prosedürler ve kayıtlar artık "belgelendirilmiş bilgiler" terimi altında tanımlanmaktadır. Mevcut belgelerin yeni madde numaralarına hizalanması sürecinde, OHSAS 18001'den ISO 45001'e geçiş, mevcut belgelerin geliştirilmesi için mükemmel bir fırsattır. Örneğin, “belgelendirilmiş bilgiler” ve “süreç yaklaşımı” artık kritik olduğundan, daha ayrıntılı ya da hantal kimi işlem yönergelerinin tek bir işlem diyagramı ile değiştirilmesi neden düşünülemez? Belgelerin geliştirilmesi, sürekli iyileştirme göstermek için mükemmel bir fırsat olsa da, mevcut belgelerin halâ yeni standardın gereksinimlerini karşıladığından emin olmak önemlidir. Belgelerin ve kayıt denetimi işleminin belgelenmesi gerekmez; ancak “Belge ve Kayıt Denetimi” için bir yordam oluşturmak yararlı olabilir.

5.1.11. Operasyonel Kontrollerin Kurulması

Operasyonel kontrolün belirtilen kriterlere göre iyileştirilmesi yeni standardın hedeflerinden biridir. Belirtilen ölçütler, Kuruluşun süreçleri için tanımlaması ve gerekli belgelerin ve kaynakların yerinde olmasını sağlaması gereken ölçütlerdir. Bu nedenle, süreç belgelerinizin yeni standarda uymak için bu iyileştirilmiş doğruluğu ve operasyonel kontrolü yansıtması önemlidir. Bu işlem, “Operasyonel Kontrol” için bir prosedürün belgelendirilmesi ile yapılabilir. Örneğin, belirtilen ölçütlerin ve tanımlanmış süreçlerin hedeflenen sonuçların üretilmesi için uyumluluğu nedir? Kaynakların planlandığını ve teslim edildiğini ve ürünün belirtilen koşullara uygun olduğu gösterilebilir mi?

5.1.12. İSG Performansının Değerlendirilmesi

Geçiş projesinin sonunda, İSG YS'nin performansının değerlendirilmesi ve standarda uygun olup olmadığının kontrol edilmesi ve yasal ve diğer gerekliliklere uygun olduğundan emin olunması çok önemlidir. Önceki standartta olduğu gibi, iç tetkik bu görev için doğru bir araçtır. İç tetkike ilişkin gereksinimler önemli ölçüde değişmediğinden süreç aynı olacaktır; yalnızca denetlenecek gereksinimler farklı olacaktır. Süreçlerin tutarlılığının sağlanmasında, “İç Tetkik Prosedürü” nün belgelendirilmesinin büyük yardımı olacaktır.

Standartın gerekliliklerine uygunluk, bu yolda yalnızca ilk adımdır. İSG YS, İşyerinde sağlık ve güvenliği sağlamak için etkili olması gerekir; işte bu nedenle, sistem performansının izlenmesi gerekir. İzlemek için nasıl ve ne sıklıkla izlenmesi gereken konuyu belirlemek gerekir anlamına gelir. Temel performans göstergelerine aşına olunması, bu değişim için Kuruluşa yardımcı olacaktır.

Kuruluş, iç denetim ve performans izlemesinden bilgi topladıktan sonra, yönetim incelemesini sistemin son kontrolü ve sürekli iyileştirme yolunda gerekli bir adım olarak gerçekleştirebilir. Standart, “Yönetim Gözden Geçirme Tutanakları”nın belgelendirilmesini

gerektirir ve Yönetim İncelemesi için belgelendirilmiş bir prosedüre sahip olmak da yararlı olacaktır.

6. Sonuç

ISO 45001'deki önemli değişiklikler aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:

6.1. İş bağlamı

Bölüm 4.1, dış ve iç konular, iş bağlamının sistematik olarak belirlenmesi ve izlenmesi için yeni hükümler getirmektedir.

6.2. Çalışanlar ve Diğer İlgili Taraflar

Bölüm 4.2, çalışanlar ve diğer ilgili taraflar için ihtiyaç ve beklentilere ve çalışan katılımına daha fazla odaklanılmasını sağlar. Bu, yönetim sistemi aracılığıyla yönetilmesi gereken faktörleri sistematik olarak tanımlamak ve anlamak için yapılır.

6.3. Riskler ve Fırsatlar

Bölüm 6.1.1, 6.1.2.3, 6.1.4'te açıklandığı gibi, kuruluşlar, yönetim sisteminin işyerinde daha fazla sağlık ve güvenlik de dahil olmak üzere, amaçlanan sonuçları sunma yeteneğini (olumlu veya olumsuz) etkileyebilecek herhangi bir risk ya da fırsatı belirlemek, dikkate almak ve gerektiğinde harekete geçmek zorundadır.

6.4. Liderlik ve Yönetimin Taahhüdü

Bölüm 5.1'de belirtildiği gibi, ISO 45001, yönetim sisteminin etkinliği için aktif olarak sorumluluk almak için üst yönetime daha fazla önem vermektedir.

6.5. Hedefler ve Performans

İyileştirmeler için itici güç olarak hedeflere odaklanmanın güçlendirilmesine Bölüm 6.2.1, 6.2.2'de ve performans değerlendirmesine Bölüm 9.1.1'de yer verilmiştir.

6.6. Genişletilmiş Gereklilikler

6.6.1. Çalışanların Sürece Katılımı ve Danışma

Çalışanların geniş katılımı ile çalışanlar ve paydaşlar ile iletişim bu yeni standardın en önemli öğeleri olarak öne çıkmaktadır. Çalışanların bu sürece ayrıntıları ile birlikte katılması ve çok iyi bir iletişim sistemi kurulması gerekmektedir (*bkz.* 5.4).

6.6.2. İletişim

Bölüm 7.4, ne, ne zaman ve nasıl iletişim kurulacağına belirlenmesi de dahil olmak üzere iletişimin “mekanığı” konusunda daha kuralcı olmaktadır.

6.6.3. Dış Kaynak

Kuruluş, dış kaynaklı süreçlerin kontrol altına alındığından emin olmalıdır. Bu süreçlere uygulanan kontrolün ölçüsü ve türü İSG YS'nde tanımlanmalıdır (*bkz.* 8.1.4).

Kısaltmalar:

- ISO : International Organization for Standardization
 OHSAS: Occupational Health And Safety Standard
 İSG YS: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi
 OH&S : Occupational Health and Safety

Kaynakça:

- (1) ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — requirements with guidance for use (Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail — Exigences et lignes directrices pour leur utilisation).
- (2) BS OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Management.
- (3) ISO 45001:2018 & OHSAS 18001:2007 Clause-wise Comparison Matrix.
<https://exoexcellence.com/comparison-matrix-on-iso-450012018-ohsas-180012007/> (s.e.20210915).
- (4) TÜV-SÜD - Comparison: ISO 45001:2018 versus BS OHSAS 18001:2007.
<https://www.tuvsud.com/uploads/images/1525352580379222251273/ac110-gguiso450012018bsohsas180012017e-pb-210x297-w-18-04-20.pdf> (s.e. 20210915).
- (5) DEKRA - FAQ about the transition from BS OHSAS 18001 to ISO 45001.
<https://www.dekra.us/media/dekra-cert-faq-transition-to-iso-45001-letter-en-v1.pdf> (s.e. 20210915).
- (6) DNV - Key Differences Between OHSAS 18001 and ISO 45001:2018.
<https://www.dnv.in/assurance/blog/ohsas-18001-iso-45001-differences.html> (s.e. 20210914)
- (7) PECB - Transition Chart from OHSAS 18001 to ISO 45001.
https://pecb.com/en/articleDownloadImage?file=111-transition-chart-from-ohsas-18001-to-iso-45001+official_062EF807A14831D9EC731202E5562287.pdf (s.e. 20210916).
- (8) SRM - Migration from OHSAS 18001:2007 to ISO 45001:2018
<https://www.mangolive.com/blog-mango/transition-ohsas18001-iso45001-webinar> (s.e. 20210916).

PROSES GÜVENLİĞİNDE PERFORMANSA VE KURALA BAĞLI YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Elif Gökçay BİLİCİ¹, Onur Andaç KARA²

¹Kimya Yüksek Mühendisi

elifgokcaybilici@gmail.com

²ADATEKNA Bakım Proje Mühendislik Şti.

adatekna@adatekna.com.tr

ÖZET

Proses güvenliği; prosesin tasarımından başlayarak mühendislik ve işletme uygulamalarına kadar tehlikeli maddelerin kullanım süreçlerini ve proses bütünlüğünü yönetmek için çok bileşenli bir yapının kurulmasını hedefler. Tehlikeli maddelerden kaynaklanan proses sapmaları toksik etkilere, yangına veya patlamaya neden olabilir ve bunun sonucu olarak ciddi yaralanmalara, maddi hasarlara, üretim kaybına ve çevresel etkilere sebep olabilir. Proses güvenliği; performansa ve kurala dayalı mevzuatlar ile yönetilmekte olup, bu çalışmada her iki dinamiğin avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Performansa dayalı sistemin işletilmesi ve sürdürülmesi daha ekonomik olup, önlemler için yapılacak yatırımların yönetilmesi daha kolaydır. Kurala dayalı yönetmeliklerde ise sistemin işletilmesi ve sürdürülmesi pahalı, maliyetleri ise yüksektir. Ayrıca risk belirleme aşamalarında performansa dayalı sistemde teknik uzmanlık gerektirirken kurala dayalı yöntemlerde ise sistematik bir teknik anlayış hakimdir.

Anahtar Kelimeler: OSHA, Seveso, Proses Güvenliği, ANSI, Endüstriyel Kaza

1. GİRİŞ

Ülkemizde hızla artan sanayileşme birçok endüstriye hammadde sağlayan kimya ve petrokimya tesislerinde yoğun üretim kaygısına sebep olmaktadır. Gelişen ekonomi, genişleyen iş alanı ve artan talebe cevap verebilmek için bütün kapasiteleriyle faaliyet gösteren bu tesislerde sonuçları tesis sınırlarını dahi aşan, çevreye ve insana zarar verici boyutları tahmin edilenin üstüne çıkan kazalar yaşanabilmektedir. Büyük endüstriyel kazalar kimyasalların olağan proses dahilinde yoğun kullanıldığı kuruluşların işletme esnasında, kontrolsüz gelişmelerden kaynaklanan ve kuruluş içinde veya dışında çevre ve/veya insan sağlığı için anında veya daha sonra ciddi tehlikeye yol açabilen bir veya birden fazla tehlikeli maddenin sebep olduğu büyük bir yayılım, yangın veya patlama olayını ifade etmektedir[1].

2. KURALA DAYALI MEVZUATLAR- SEVESO III

20. Yüzyıl başlarından itibaren tehlikeli maddelerin artan üretimi, kullanımı, depolanması ve taşınması gibi sebeplerle kimya ve petrokimya sektörlerinde sonuçları felakete varan büyük kazaların yaşanma olasılığı kayda değer oranda artmıştır. Dünyada yaşanan ve bir dönüm noktası olarak bilinen büyük endüstriyel kaza 1976 yılında İtalya'nın Seveso kasabasında bulunan triklorofenol üretimi yapan bir fabrikada reaktör patlaması sonucu oluşan dioksin gazı sızıntısıdır. Bu olay sonrasında, endüstriyel kazaların oluşmasının engellenmesi ve gerekli önlemlerin alınması adına SEVESO Direktifi (82/501/EEC) hazırlanmış ve kabul edilmiştir. Konu ile ilgili ilave mevzuat düzenlemesinin gerekliliği neticesinde 9 Aralık 1996'da ise 96/82/EC sayılı "Tehlikeli Maddeleri İçeren Büyük Kaza Risklerinin Kontrolüne İlişkin Direktif (SEVESO II Direktifi)" yayımlanmıştır [2]. Hızla gelişen teknoloji, dünya genelinde artan talebi karşılamak üzere genişleyen üretim kapasiteleri, şehirlerde endüstrilerin genellikle sınırları belirlenmiş alanlara yakın kurulması gibi nedenlerle Avrupa'da mevzuatın gözden geçirilmesi ve yenilenmesi gündeme gelmiştir. Daha ileri düzeyde gelişmeleri karşılamak adına hazırlanan SEVESO III Direktifi 24 Temmuz 2012 tarihinde 2012/18/EU sayısı ile yayımlanmıştır ve 1 Haziran 2015 tarihi itibarıyla Avrupa Birliği (AB) bünyesinde uygulanmaya başlanmıştır.

Bu yeni direktifteki en temel değişiklikler ise şunlardır [3]: SEVESO tesisleri ile ilgili arazi kullanım projelerinde halkın katılımını arttırmak, AB'nin kimyasalların sınıflandırmasındaki değişiklikleri dikkate almak, halkın yakınlarındaki tesislerin aktiviteleri sonucu oluşabilecek olası ve kaza anında yapmaları gerekenler hakkında bilgilendirilmesini sağlamak, bilgiye ulaşmalarına ya da katılımlarına izin verilmeyen halkın yargıya başvurma haklarını vermek, işyeri denetimleri için emniyet kurallarının daha etkin uygulanmasını arttırmak. Bu durum

açıkça göstermektedir ki büyük endüstriyel kazalar geniş çapta çalışan ve yakın yerleşim yerlerindeki insanları etkileyeceği için yasal düzenlemelerin her daim güncel ve canlı kalması gerekmektedir.

Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik (30/122013 tarih ve 28867 sayılı Resmi Gazete) Avrupa Birliğine uyum sürecinde 96/82/EC sayılı SEVESO II Direktifine paralel olarak hazırlanan ve ulusal mevzuatımıza uyumlaştırılmış bir düzenlemedir. Amacı; tehlikeli maddeler bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi amacıyla, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler ile ilgili usul ve esasları belirlemektir. Yönetmelikte büyük endüstriyel kaza tanımı: “Herhangi bir kuruluşun işletilmesi esnasında, kontrolsüz gelişmelerden kaynaklanan ve kuruluş içinde veya dışında çevre ve/veya insan sağlığı için anında veya daha sonra ciddi tehlikeye yol açabilen bir veya birden fazla tehlikeli maddenin sebep olduğu büyük bir yayılım, yangın veya patlama olayı” olarak yapılmıştır [4].

Tablo 1 AB ve Türkiye Seveso kapsamında kuruluş sayısı (2014)

Ülke	Üst seviyeli kuruluş	Alt seviyeli kuruluş	Toplam
Almanya	1141	2123	3264
Fransa	639	539	1178
İtalya	567	545	1112
Birleşik Krallık	352	572	924
İspanya	377	455	832
Türkiye	369	456	825
Hollanda	252	154	406
İsveç	211	189	400
Polonya	180	212	392

3. PERFORMANSA DAYALI MEVZUATLAR- OSHA-PSM

ABD'deki Mesleki Emniyet ve Sağlık İdaresi, Mesleki Emniyet & Sağlık İdaresi (OSHA) ABD Çalışma Bakanlığına bağlı bir dairedir. OSH Kanununa (mesleki emniyet ve sağlık) göre, işverenler emniyetli ve sağlıklı bir çalışma alanı sağlamakla yükümlüdür. OSHA'nın görevi, standartlar oluşturarak ve bunları yürürlüğe koyarak, ayrıca eğitim, sosyal yardım, öğretim ve yardım sağlayarak emniyetli çalışma alanları oluşturmaktır. İşverenlerin yürürlükteki tüm OSHA standartlarına uyması gerekmektedir. Ayrıca, işverenlerin çalışma alanlarını ciddi tehlikelerden arındırmalarını zorunlu kılan OSH

Kanunu Genel Görev Maddesine uymakla da yükümlüdürler. Hükümet yönetmeliği olarak OSHA standartları, teknik gereksinimleri çok farklı olmasına rağmen bir bakıma Avrupa direktifleri ile mukayese edilebilir. OSHA, soyut gereksinimler yerine daha çok belirli zorunlu teknik gereksinimleri tanımlar. Diğer bir önemli farklılık, AB direktiflerinin özellikle makine üreticilerine ve toplayıcılarına hitap etmesi, OSHA standartlarının ise makineleri kullanan çalışanlara (genellikle makineyi satın alan kişi ya da makinenin sahibi) yönelik olmasıdır. Bu nedenle ABD'de, OSHA standardına uyumu talep etmek, satın alan kişinin sorumluluğundadır.

Planlı ve plansız gerçekleştirilen denetimlere ek olarak, OSHA müfettişleri bir endüstriyel kaza durumunda da çağrılırlar. Eğer "gönüllü" ANSI standartlarının göz önünde bulundurulmadığını belirlenirse, OSHA cezaları daha da yüksek olabilir. Ayrıca hukuk mahkemeleri açısından da cezalar daha katı olabilir.

Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI) standartları özel kuruluşlar tarafından çıkarılır ve "gönüllü endüstri standartlarıdır". Ancak, söz konusu standartlar bir yasal dokümanda doğrudan atıfta bulunulması halinde "kod", yani yasal bağlayıcılığı olan standart haline gelir. ANSI standartları, bir sözleşmenin bölümü olarak da bulunabilir. Birçok OSHA standardı ANSI standartlarına dayanır. Çoğu durumda zorunlu olan OSHA standardı, gönüllü bir ANSI standardının daha eski versiyonuna dayanır. Bu durumlarda her iki standardın uygulanması da tavsiye edilir.

OSHA standartlarında atıfta bulunulan "gönüllü standartlar" uygulayıcı açısından her zaman minimum şartları belirlemez. Endüstriyel kuruluşlar, OSHA çerçevesinde kendi tesislerini doğru ve yeterince detaylı biçimde analiz etmeli ve kendilerini ve etkileştikleri çevreyi koruyacak önlemleri mutlaka almış olmalıdırlar. Kazalar hariç olmak üzere yapılan denetimler OSHA yönetmeliğinin uygulamasını denetlerken aynı zamanda endüstriyel tesis işletmecisinin risk yönetimi performansını da ölçerler. Uygulamanın yeterliliğini ve performansı en üst düzeyde tutmak için gerekli olan caydırıcılığı denetimlerde veya kaza sonrasında kuruluşlara yansıtılan astronomik cezalar sağlamaktadır.

4. MATERYAL VE METOD

OSHA ve Seveso III'ün temel aldığı proses güvenliği yönetim sistemlerine ait karşılaştırma Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 OSHA ve SEVESO III Proses Güvenliği Yönetim Sistemleri

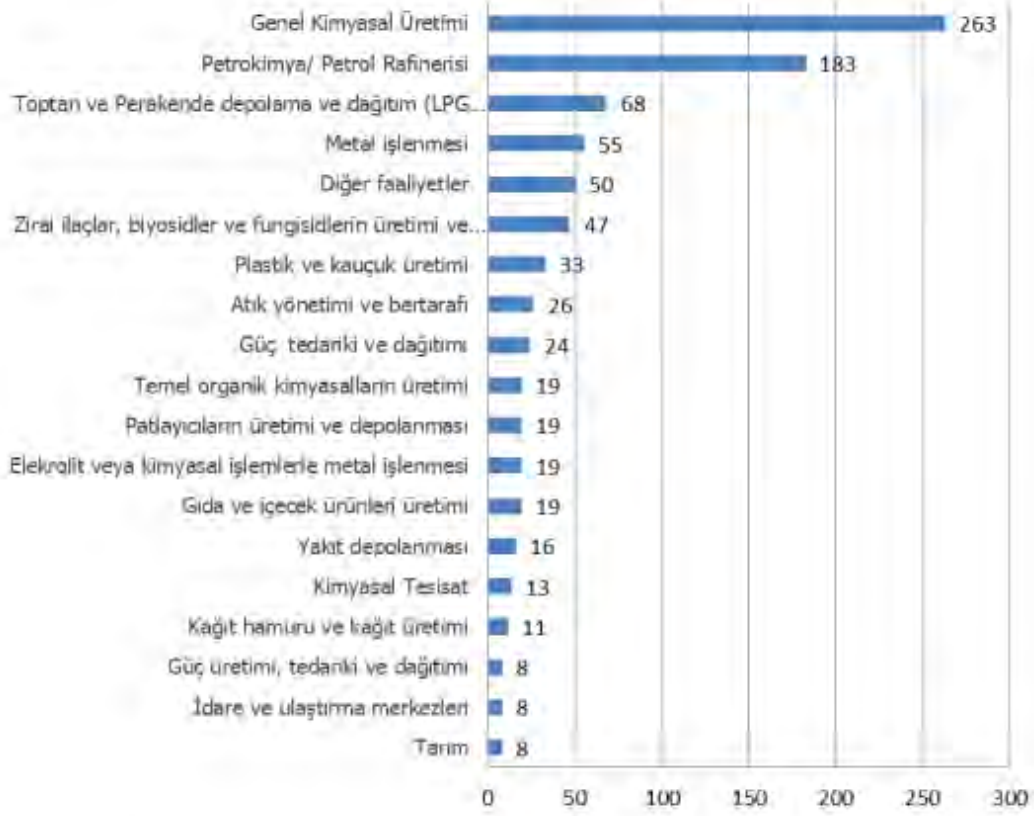
OSHA ile Seveso III Karşılaştırma	Organizasyon ve personel	Büyük kaza tehlikelerinin belirlenmesi	İşletim kontrolü	Değişimin yönetimi	Acil durumlar için planlama	Performansın izlenmesi	Denetleme ve inceleme
•Çalışan Katılımı	x						
•Alt yüklenici Yönetimi	x						
•Proses Güvenliği Bilgisi		x					
•Proses Tehlike Analizi		x					
•Mekanik Bütünlük			x				
•Ateşli Çalışma İzni			x				
•İşletme prosedürleri			x				
•Start-up öncesi Güvenlik Gözden Geçirme			x				
•Değişim Kontrolü				x			
•Acil Durum Planlama ve Müdahale					x		
•Olay Araştırma						x	
•Uyum tetkikleri							x
•Ticari Sırlar							

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

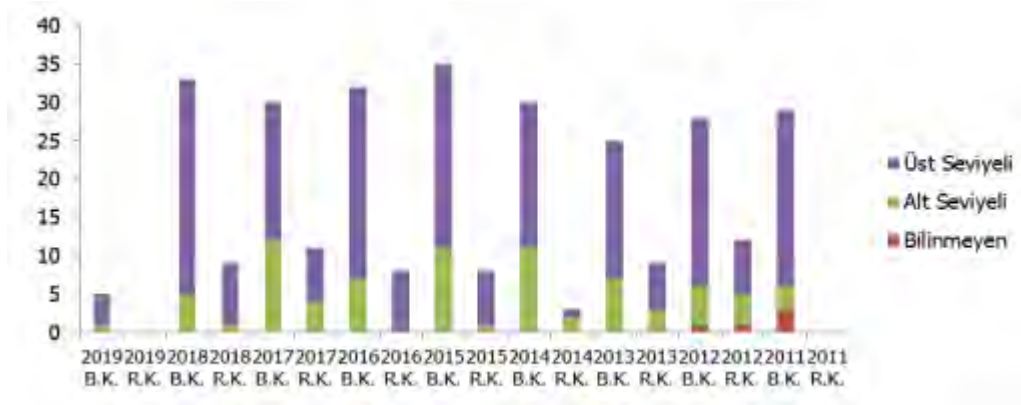
AB'de 1979 yılından bu yana raporlanan büyük kazaların en fazla gerçekleştiği endüstrilerden ilk üçü genel kimyasal üretimi, petrokimya ve toptan ve perakende depolama ve dağıtım olarak raporlanmıştır (Tablo 3)

2000 ve 2019 yılları arasında AB'de büyük kaza, ramak kala ve diğer kazalar da dâhil olmak üzere toplam 668 kaza gerçekleşmiştir. 668 kazanın 556'sı büyük kazadır. 2000 yılında Hollanda'nın Enschede ve 2001 yılında Fransa'nın Toulouse şehirlerinde gerçekleşen büyük kazalar, bu yıllar arasındaki en büyük çaplı hasar yaratan kazalar olarak biliniyor. Ayrıca, 2000-2019'da gerçekleşen tüm kazalardan 130'u alt, 474'ü ise üst seviyeli kuruluşlarda olmuştur.

Tablo 3. Raporlanan Büyük Kazaların Gerçekleştiği ilk 20 Sektör(1979-2019)



Bu da gösteriyor ki, büyük kazalar üst seviyeli kuruluşlarda daha fazla gerçekleşmektedir (Şekil 1). Bunun yanında, büyük kazaların sonucunda meydana gelen en büyük tehlike, toksin maddelerin havaya, suya ve toprağa karışmasıdır.



Şekil 1 AB’de büyük kaza, ramak kala ve diğer kazalar

4.SONUÇLAR

Performansa dayalı yönetmeliklerde sistemin işletilmesi ve sürdürülmesi daha ekonomiktir, önlemler için yapılacak yatırımların yönetilmesi daha kolay olup, riskler belirlenirken ilgili

proses(ler) konusunda son derece deneyimli uzman ihtiyacı söz konusudur. Ayrıca sistemin tasarım ve yapım aşamalarında tam ve yeterli olarak kurulduğu kabulüne dayanır

Kurala dayalı yönetmeliklerde ise sistemin işletilmesi ve sürdürülmesi pahalı, maliyetleri yüksektir, teknik sistem ve altyapılar daha düzenli ve sistematik olup, tüm riskler belirlenmiş standartlara göre değerlendirilir, sistemin tasarım ve yapım aşamalarında tam ve yeterli olarak kurulduğu kabulüne dayanır, her kuruluş aynı performans hedeflerine ulaşmak için çalışır ve adaptasyon yeteneği düşüktür.

Performansa dayalı yönetmeliklerde önlemlerin kabul edilebilirliği her kuruluşa göre ayrı ayrı tanımlanmalıdır. Bu durum hedeflerde tutarsızlığa yol açabilir. Çok deneyimli ve uzman denetçi ihtiyacı söz konusudur. Denetçi açısından denetimi daha zor olabilir. İşletmenin süreç ve araçları doğru kurgulaması gereklidir. Yeniliklere ve yeni teknolojilere açıktır. İlgili standart ve regülasyonlar çok sık değişmez. İstenilen güvenlik seviyesine ulaşmakta daha çok sonuçlara odaklıdır.

Kurala dayalı yönetmeliklerde önlemlerin kabul edilebilirliği net tanımlanmıştır, kuruluştan kuruluşa değişmez. Bu sebeple daha iyiyi arama çabası azalır. Denetçi açısından denetimi kolaydır. Ancak işletme açısından uygulanması zor olabilir. Sürekli olarak ilgili standart ve regülasyonların takibini ve bunlara göre güncellenmeyi gerektirir. Yenilikler bunlarla sınırlıdır. Tarif edilmiş sonuçlara ulaşmak için kullanılan sürece odaklıdır

Her ne kadar iki yaklaşımın da kendince avantajları ve dezavantajları olsa da incelediğimiz her iki mevzuatın da büyük endüstriyel kazaları önlemek ve/veya etkilerini azaltmak açısından gelişmeye açık olduğu değerlendirilmelidir. OSHA-PSM yaklaşımındaki eksiklikler çoğunlukla CCPS-PSM [5] gibi gönüllü programlarla tamamlanmaktadır. Diğer taraftan, Seveso III direktifinin ise en etkin sonuçlara yol açtığı uygulamalar arasında, İngiliz lokal mevzuatıyla desteklenmiş versiyonu olan COMAH [6] sayılabilir.

Ülkemizdeki uygulamasında Seveso III direktifi, sanayinin ihtiyaç, beklenti ve sınırları doğrultusunda aşama aşama hayata geçirilmektedir. Beklenen yararın sağlanması ve mevzuatın olgunlaşması açısından bağlayıcılığın kanun yapıcılar tarafından geciktirilmeksizin yürürlüğe sokulması ve denetim mekanizmasının bir an önce kurulması şarttır. Ancak ülkemizin henüz tarafı olmadığı Aarhus Sözleşmesi'nin [7] çevresel konularda bilgi ve belge edinme, karar vermede halkın katılımı ve yargıya erişim gibi başlıklarda oluşan boşluğun da yine kanun yapıcı tarafından doldurulması ihtiyacı ortadadır.

5.KAYNAKLAR

- [1] DÖLEK N., ‘Petrokimya Sanayi Amin ile Temizleme Ünitesi için Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (HAZOP) Metodolojisinin Uygulanması’ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi Ankara, 2015
- [2] SEVESO II Direktifi, <https://ced.csb.gov.tr/bekra-seveso-i-82669> (Erişim Tarihi: 15.09.2021).
- [3] SEVESO III Direktifi, Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing, Council Directive 96/82/EC.
- [4] Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 28867, Resmi Gazete Tarihi: 30/12/2013, T.C. Resmi Gazete, Ankara, (30/12/2013).
- [5] [Summary] Guidelines for Risk Based Process Safety. Center for Chemical and Process Safety. 2017 <https://www.aiche.org/ccps/resources/%20publications/summaries/summary-guidelines-risk-based-process-safety%20> adresinden ulaşılabilir
- [6] The Control of Major Accident Hazards (COMAH) Regulations, <https://www.hse.gov.uk/comah/> adresinden ulaşılabilir.
- [7] The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters. <https://unece.org/environment-policy/public-participation/aarhus-convention/text> adresinden ulaşılabilir.

PROSES GÜVENLİĞİNDE BİLGİNİN YÖNETİMİ: 33 FARKLI KURULUŞ İNCELEMESİ

Mehmet Dilaver
Yusuf Mert Sönmez

ProSCon Mühendislik Sanayi ve Ticaret A.Ş.

ÖZET

Bu çalışmada 2016 – 2021 yılları arasında, aralarında kimya, akaryakıt, boya, enerji ve hızlı tüketim ürünleri sektörlerinde hizmet veren farklı endüstri kuruluşlarının olduğu, aynı denetçiler tarafından, Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, API RP 581 – Risk Based Inspection Methodology, CCPS – Guidelines for Auditing Process Safety Management Systems, OSHA PSM Auditing Checklist ve denetçi saha tecrübelerinden oluşan soru listeleri ile gerçekleştirilen 33 farklı denetimde kimyasal, ekipman, proses ve yerleşim bilgilerinin yönetimi kapsamında oluşturulan Proses Güvenliği Bilgisi bulguları değerlendirilmiştir. Değerlendirmede sektörel benzerlikler ve özellikle farklılaşan kapsamlar ile proses güvenliği bilgisinin doğrudan etkilediği diğer unsurlar da ele alınmıştır. Gerçekleştirilen denetimlerde proses güvenliği bilgisinin tüm kuruluşlar için ortalama skorun %38 olduğu belirlenmiştir. Yapılan denetimlerde minimum ve maksimum skorların ise %7 ve %58 olduğu tespit edilmiştir. Proses güvenliği bilgisi skorunun %35 den düşük olduğu işletmelerde proses güvenliği yönetimi skorunun da %35 in altında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada proses güvenliği bilgisinin doğru yönetimi ile işletmelerin proses güvenliği performansının artırılacağı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: güvenlik yönetim sistemi, psi, proses güvenliği bilgisi, psm, gys

1. Giriş

Proses Güvenliği Yönetimi günümüzde tehlikeli kimyasalların depolandığı ve elleçlendiği kuruluşlarda işletmenin bütününe yayılan; operasyon, bakım, iş güvenliği ve çevre gibi tüm departmanların işleyişine etki eden bir sistemdir. Proses Tehlike Analizleri ile kaza senaryolarının oluşturulması ve yatırım planlama, Değişim Yönetim sistemi ile kritik, geçici ve acil değişikliklerin güvenli yönetimi, Varlık Bütünlüğü ve Güvenilirlik ile kritik ekipmanların fonksiyonlarını doğru şekilde yerine getirmeleri hem güvenlik ile hem de sürdürülebilirlik ile doğrudan ilgilidir. Proses Güvenliği Yönetiminin bütününe oluşturan tüm elementler öncelikle tesise ait kritik bilginin belirlenmesi ve dokümanların oluşturulması ile atılan temele bağlıdır. Uluslararası standartlar ve iyi uygulama örnekleri incelendiğinde Proses Güvenliğinde dokümanların ve bilginin yönetiminin başlıca ele alınan elementlerden biri olduğu görülmektedir.

Günümüzde BEKRA kuruluşu olsun olmasın tehlikeli kimyasalların kullanıldığı işletmeler Proses Güvenliği ile ilgili iyileştirme çalışmaları gerçekleştirmek istemektedir. Kuruluş yöneticileri bu çalışmaları güvenli operasyonların oluşturulmasının yanı sıra şirket marka değerinin artışı için de anahtar öge olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda çalışmalara öncelikle mevcut durum analizleri ile başlamakta ve eksikleri gidermek üzere yol haritası oluşturmaktadır. Planlanacak yol haritasında tüm elementler ile ilişkili olan Proses Güvenliği Bilgisi öncelikli elementler arasında yer almaktadır. Proses Güvenliği Bilgisi kapsamında eksiklerini tamamlayan kuruluşların diğer elementlerde de hızlı yol alacakları analizler sonucunda tespit edilmiştir.

2. Proses Güvenliği Yönetimi ve Mevcut Durum Analizleri

Proses Güvenliği Yönetimi tehlikeli kimyasalların kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan sistematik analitik yöntemler bütünüdür. Proses Güvenliği Yönetimi uygulamaları işletmelerin proses güvenliği risklerini yönetmelerinin yanı sıra verimlilik artışına ve işletme optimizasyonuna katkı sağlamaktadır. Kalite, Çevre ve İş Sağliğı ve Güvenliği yönetim sistemi ile kuruluşların hizmet alanlarına yönelik standartlardan da beslenen proses güvenliği yönetimi farklı ülkelerde farklı başlıklar ile ele alınmaktadır.

Proses Güvenliği Yönetimi farklı element yapılarında tasarlanabilmektedir. Bunların en önemlileri aşağıda listelenmiştir:

- Ülkemizde de yürürlükte olan 7 elementli Seveso Direktifi Güvenlik Yönetim Sistemi Modeli,
- 14 elementli OSHA PSM Modeli,
- 20 elementli CCPS RBPS (Risk Based Process Safety) Modeli

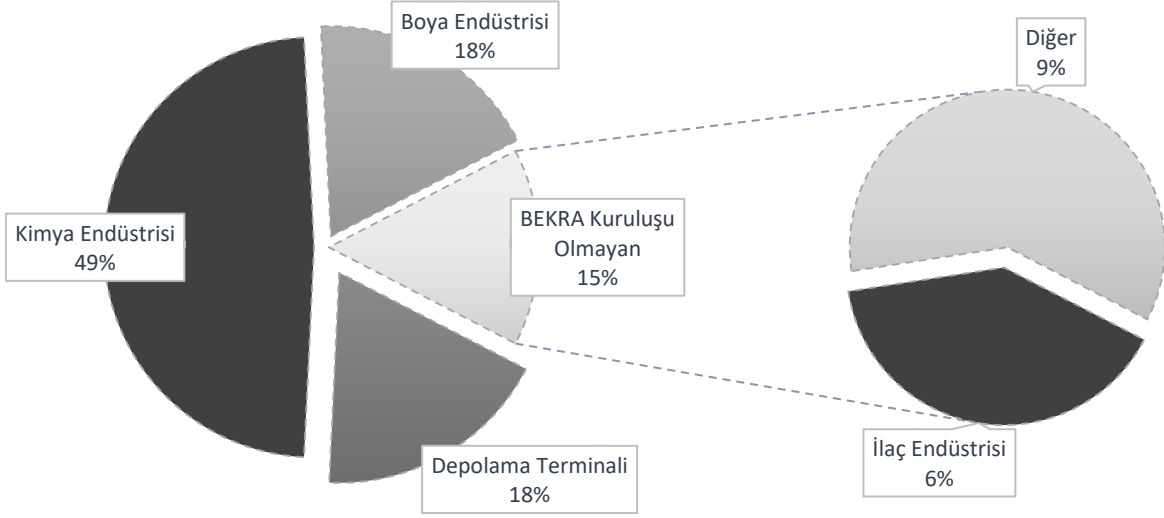
İşletme dinamiklerine uygun ve mevzuata uyumun sağlanabileceği modelin seçimi Proses Güvenliği Yönetimi içerisindeki en önemli noktalardan biridir. Türkiye’de uygulanan Güvenlik Yönetim Sistemi, OSHA PSM ve CCPS RBPS element karşılaştırma tablosu Tablo 1 ‘de verilmiştir. [1]

Tablo 1. Proses Güvenliği Yönetimi, BEKRA GYS, CCPS RPBS ve OSHA PSM Elementleri [1]

Güvenlik Yönetim Sistemi	OSHA PSM	CCPS RBPS
<u>Organizasyon ve Personel</u>	<u>Çalışan Katılımı</u>	<u>Proses Güvenliği Kültürü</u>
		<u>Proses Güvenliği Yetkinliği</u>
		<u>İşgücü Katılımı</u>
		<u>Eğitim ve Performans</u>
	<u>Alt Yüklenici Yönetimi</u>	<u>Alt Yüklenici Yönetimi</u>
<u>Büyük Kazaların Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi</u>	<u>Proses Güvenliği Bilgisi (PSI)</u>	<u>Proses Bilgisi Yönetimi</u>
	<u>Proses Tehlike Analizi (PHA)</u>	<u>Tehlike Belirleme ve Risk Analizi</u>
<u>Operasyonel Kontrol</u>	<u>Mekanik Bütünlük</u>	<u>Varlık Bütünlüğü ve Güvenilirlik</u>
	<u>Ateşli Çalışma İzni</u>	<u>Güvenli Çalışma Uygulamaları</u>
	<u>İşletme Prosedürleri</u>	<u>İşletme Prosedürleri</u>
	<u>Devreye alma Öncesi Güvenlik Gözden Geçirmesi (PSSR)</u>	<u>Operasyonların İcrası</u>
		<u>Operasyonel Hazırlık</u>
<u>Değişim Yönetimi</u>	<u>Değişim Kontrolü</u>	<u>Değişim Yönetimi</u>
<u>Acil Durumlar için Planlama</u>	<u>Acil Durum Planlama ve Müdahale</u>	<u>Acil Durum Yönetimi</u>
<u>Performans İzleme</u>	<u>Olay Araştırma</u>	<u>Olay Araştırma</u>
		<u>Ölçümler ve Metrikler</u>
<u>Gözden Geçirme ve Denetim</u>	<u>Uyum Tetkikleri</u>	<u>Standartlara Uyum</u>
		<u>Tetkik</u>
		<u>Yönetimin Gözden Geçirmesi ve Sürekli İyileşme</u>
–	<u>Ticari Sırlar</u>	<u>Paydaşlara Ulaşım</u>

Ulusal mevzuat gereksinimlerimiz ve en yoğun kullanılan uluslararası proses güvenliği modelleri incelendiğinde kuruluşların kendilerine göre doğru modeli tercih etmeleri mevcut durum analizleri ile doğrudan ilişkilidir. Farklı kapsamlarda kullanılan yönetim sistemleri ve kural setlerinin proses güvenliği yönetimine sağlayacağı fayda ile henüz çalışma yapılmamış konularda kuruluşların mevcut durumlarını analiz etmeye yönelik geliştirilen ve 2016 – 2021 yılları arasında 33 firma ile gerçekleştirilen ProSCon GAP Analizi; BEKRA gereklilikleri, API RP 581 Risk Based Inspection Methodology, CCPS Auditing Process Safety Management Systems, OSHA PSM Auditing Checklist ve IEC 60079 standart serisi referans alınarak oluşturulmuş 14 ana başlıktan ve 400 sorudan oluşan ayrıca saha denetimi içeren bir çalışmadır. ProSCon GAP Analizi Tablo.1 de altı çizili elementlerden ve patlamadan korunma başlıklarından oluşmaktadır.

Gerçekleştirilen 33 GAP analizinin sektör bazlı dağılımı Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. ProSCon GAP Analizi Sektör Bazlı Dağılım

GAP Analizlerinde %85 oranında BEKRA kuruluşları ile çalışılmış olup, uluslararası gereksinimler ve gelişim motivasyonları ile proses güvenliği yönetiminde mevcut durumlarını analiz etmek isteyen kuruluşlar da %15 lik oranı temsil etmektedir. Analizde %49 luk oran ile kimya endüstrisi en yüksek, boya endüstrisi ve depolama terminalleri ise %18 lik orandadır.

ProSCon GAP Analizi sonrasında kuruluşların sistemleri incelenerek 14 farklı başlıkta skorlar, sektörlere göre karşılaştırma ve çözüm önerileri sunulmaktadır. Sunulan öneriler hızlı çözüme ulaştırılabilecek “quick fix”, kuruluşların halihazırda çalışmalarına devam ettikleri “working on it” ve kavramsal çalışma gereksinimi olan “context action” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sayede proses güvenliği yönetiminde yol haritasının çıkartılması kolaylaşmakta ve proje haline getirilebilmektedir.

3. Proses Güvenliğinde Bilginin ve Dokümanların Yönetimi

Proses Güvenliği Yönetiminde kritik dokümanların varlığı ve güncelliği tüm sistemin doğru işlemesi için oldukça önemlidir. OSHA PSM de “Process Safety Information” ve CCPS RBPS de “Process Knowledge Management” olarak ele alınan proses güvenliğinde bilginin ve dokümanların yönetimi ülke mevzuatımızda ise İşletim Kontrolü ve Büyük Kaza Tehlikelerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi elementlerinde ele alınmıştır. Proses Güvenliği Bilgisi temelde dört ana başlıktan oluşmaktadır. Ana başlıklar ve genel olarak kritik olarak değerlendirilebilecek dokümanların bir bölümü Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2. Proses Güvenliği Bilgisi ve İlgili Dokümanlar [2]

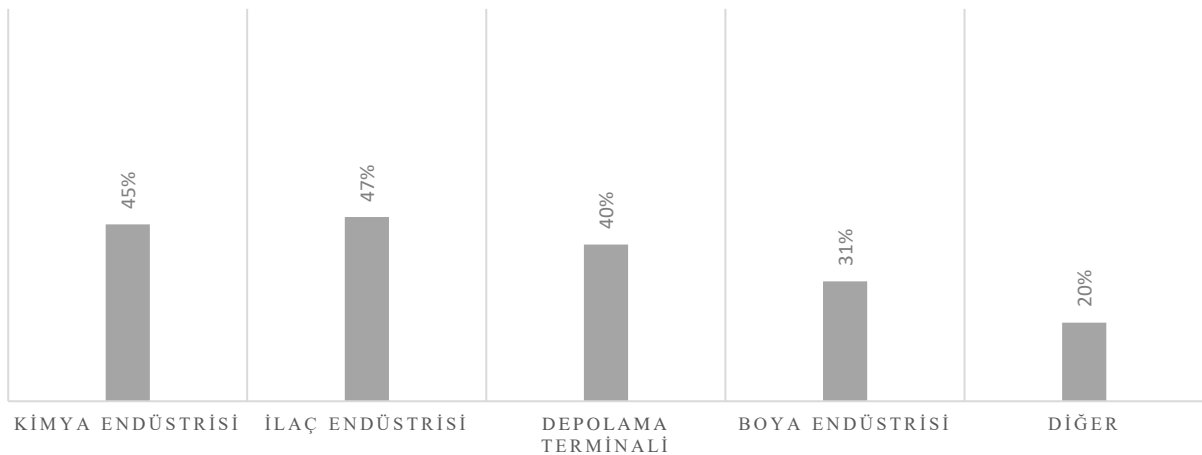
Proses Güvenliği Bilgisi Ana Başlığı	İlgili Dokümanlar
Kimyasal Bilgisi	Güvenlik Bilgi Formları Kimyasal Envanter

	Karşılıklı Etkileşim Matrisi
Proses Bilgisi	Proses Kimyası Proses Akış Diyagramları Güvenli Operasyon Limitleri
Ekipman Bilgisi	Borulama ve Enstrumantasyon Diyagramları Sebeup – Etki Matrisi Kritik Ekipman Envanteri Tehlikeli Ekipman Envanteri
Yer ve Konum Bilgisi	Vaziyet Planı Tehlikeli Bölge Haritaları Tesis Çevresi ve Etki Alanı Modeli

Proses güvenliğinde bilginin ve dokümanların yönetimi Proses Tehlike Analizleri, Değişim Yönetimi, Acil Durumlar için Planlama ve İşletme Prosedürleri gibi ana unsurları doğrudan etkileyecek sistemin en önemli parçalarındandır. Farklı unsurların performans takipleri için uygulanan göstergeler incelendiğinde proses tehlike analizlerinin eksik bilgidan veya dokümanların güncel olmamasından dolayı aksamaları, değişimler için belirlenen ortalama süre gibi metriklerde sapmalar ve işletme prosedürlerinde insan güvenilirliğini olumlu anlamda doğrudan etkileyecek diagnostik yaklaşımını kuruluşlarda uygulayabilmek için proses güvenliği bilgisinin doğru kurgulanması önemlidir.

4. Proses Endüstrisinde Proses Güvenliği Bilgisi ve Diğer Unsurlara Etkisi

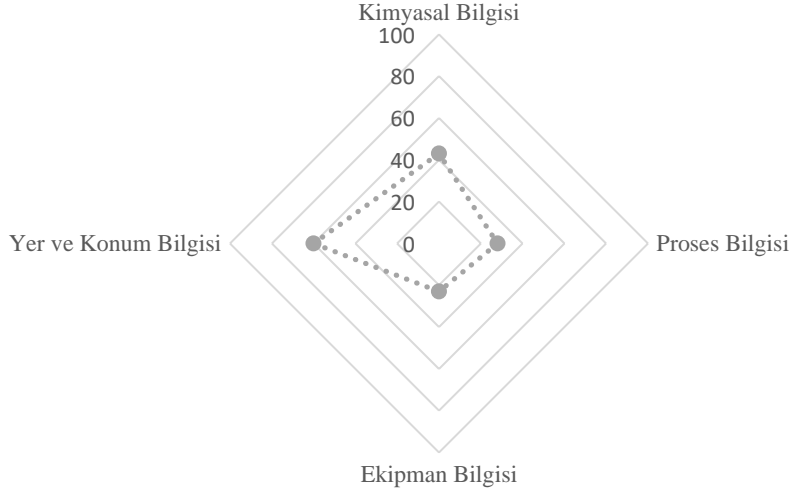
2016 – 2021 yılları arasında gerçekleştirilen mevcut durum analizlerinde 14 farklı ana başlığın farklı endüstrilerde skorları belirlenmiştir. Proses Güvenliği Bilgisi incelendiğinde kimya endüstrisinin ve ilaç endüstrisinin diğer sektörlere göre daha yüksek skor elde ettiği tespit edilmiştir. 33 GAP Analizi’nde Proses Güvenliği Bilgisi skorlarının sektör bazlı skorları Şekil 2 ‘de verilmiştir. Gerçekleştirilen tüm çalışmalar değerlendirildiğinde Proses Güvenliği Bilgisinin ortalama skorunun %38 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Proses Güvenliği Bilgisinin Sektör Bazlı Skorları

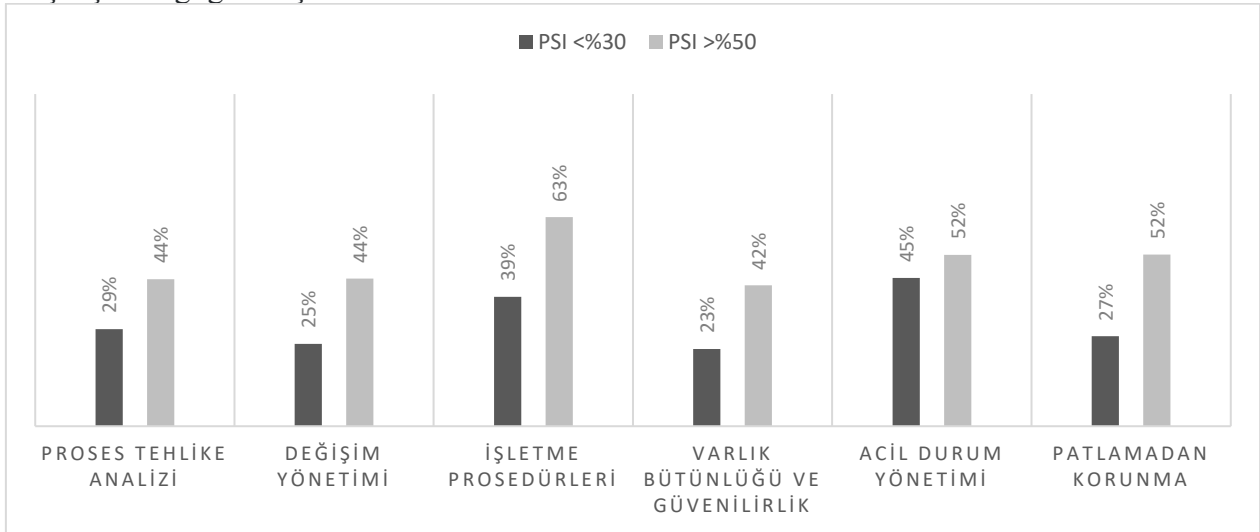
Proses Güvenliği Bilgisi kapsamında en yüksek skorun %47 ile ilaç endüstrisinde olduğu ve 33 kuruluş içerisinde sayıca en fazla olan kimya endüstrisinin ise %45 ile ikinci sırada olduğu tespit edilmiştir.

Proses Güvenliği Bilgisi ana başlıklarının yüzde dağılımları Şekil 3'te verilmiştir.



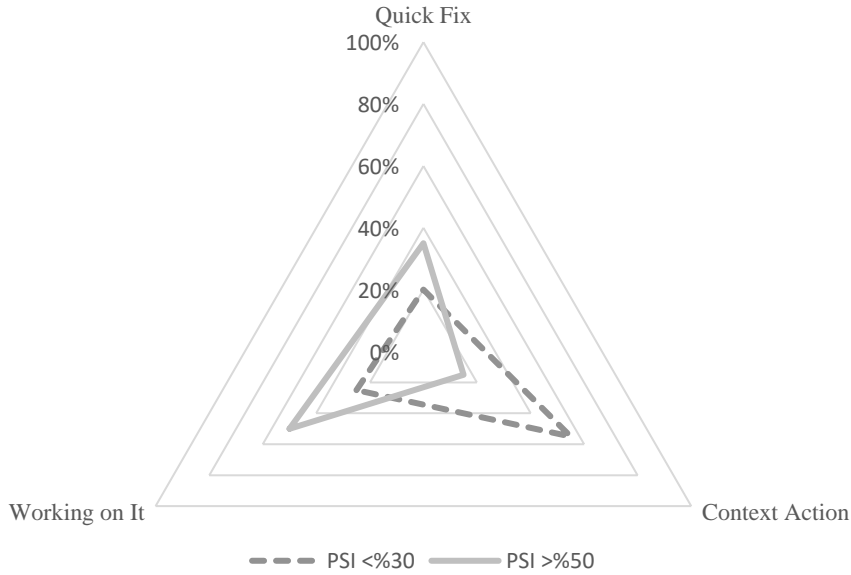
Şekil 3. Proses Güvenliği Bilgisi Ana Başlıklarının Yüzde Dağılımları

Proses Güvenliği Bilgisinin diğer unsurlar ile ilişkisini incelemek için öncelikle proses güvenliği bilgisi ile doğrudan ilişkili olan elementler seçilmiştir. Bu elementler Proses Tehlike Analizleri, Değişim Yönetimi, İşletme Prosedürleri, Varlık Bütünlüğü ve Güvenilirlik, Acil Durum Yönetimi ve Patlamadan Korunma olarak belirlenmiştir. Proses Güvenliği Bilgisi skorunun %30 un altında olduğu kuruluşlar ile %50 ve üzerinde olduğu kuruluşların karşılaştırıldığı grafik Şekil 4'te verilen skorlar elde edilmektedir.



Şekil 4. Proses Güvenliği Bilgisinin %50 ve Üzerinde Olduğu Kuruluşlarda Diğer Elementlerin Skorları

Proses Güvenliği Yönetimi kapsamında gerçekleştirilen mevcut durum analizleri sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler proses güvenliği bilgisi skorunun %30 un altında ve %50 nin üzerinde olduğu kuruluşlar analiz edildiğinde Şekil 6 'da verilen radar grafiği elde edilmektedir.



Şekil 5 Proses Güvenliği Bilgisinin %30 'un altında ve %50'nin Üzerinde Olduğu Kuruluşlarda Öneri Türleri

5. SONUÇLAR

Proses Güvenliği Yönetim Sistemi kapsamında mevcut durum analizi gerçekleştirmek için kurguladığımız ProSCon GAP Analizi'nin 33 farklı kuruluşdaki sonuçları ve bulgularının analiz edildiği bu çalışmada tüm elementler ile bağlantılı olan Proses Güvenliği Bilgisinin diğer elementlere olan etkisi ve Proses Güvenliği Yönetimi yol haritasındaki önemi ele alınmıştır.

Proses Güvenliği Bilgisi kapsamında en yüksek skorun %47 ile ilaç endüstrisinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonucun mevcut durum değerlendirmesi yapılan ilaç endüstrisi kuruluşlarının kurulumları itibariyle GMP gibi sektör standartları ile işletilmeleridir. Proses Güvenliği Bilgisi kapsamında ele alınması gereken kritik dokümanları aynı zamanda GPM ile de ilişkili olduğu ve bu nedenle skorun diğer sektörlere göre BEKRA kuruluşu olmamalarına rağmen yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kimya endüstrisinin ise %45 ile ikinci sırada olduğu tespit edilmiştir.

Proses Güvenliği Bilgisi ana başlıklarının yüzde dağılımları incelendiğinde kuruluşların alan bilgisi kapsamında diğer ana başlıklara göre yüksek oranda uyumlu oldukları tespit edilmiştir. İyileştirme ve kapsamlı çalışma yapılması gereken ana başlıklarda ise ekipman ve proses bilgisinin öne çıktığı tespit edilmiştir. Kimyasal bilgisinde karşılıklı etkileşim matrislerindeki eksiklik göze çarparken, proses bilgisinde proses akış diyagramları ve güvenli operasyon limitleri gibi kritik dokümanlarda eksiklikler tespit edilmiştir. Ekipman bilgisinde ise tank ve reaktör gibi tehlikeli ekipman envanteri, kritik ekipman envanteri, sebep etki matrisleri ve exproof ekipman envanterlerinde eksikler tespit edilmiştir.

Proses Güvenliği Bilgisi skorunun %30 un altında olduğu kuruluşlarda Proses Tehlike Analizlerinin %29, Değişim Yönetiminin %25, Varlık Bütünlüğü ve Güvenilirlik %23 ve Patlamadan Korunma skorunun %27 olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir analiz Proses

Güvenliği Bilgisi skorunun %50'nin üzerinde olduğu kuruluşlar ile yapıldığında ise tüm elementlerde ciddi bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen son değerlendirme Proses Güvenliği Bilgisi skorunun %30 un altında ve %50'nin üzerinde olduğu kuruluşlarda yapılan öneri tipleri üzerinedir. Yapılan analizde Proses Güvenliği Bilgisinde sistematik olarak belirli çalışmaları gerçekleştirmeye başlayan kuruluşlarda “quick fix” olarak adlandırdığımız hızlı çözüme ulaştırılabilecek önerilerin yoğun olduğu, %30 un altında skora sahip kuruluşlarda ise özellikle “context action” yani kavramsal tasarım ihtiyacı olan önerilerin daha yoğun olduğu tespit edilmiştir.

BEKRA gereksinimleri ve uluslararası iyi uygulama örnekleri ile yönetmelikler incelendiğinde Proses Güvenliği Bilgisi'nin zorunlu dokümanların yönetimi ve kuruluş hafızasının oluşturulması için oldukça kritik olduğu bilinmektedir. Yapılan analizlerin de gösterdiği gibi Proses Güvenliği Yönetiminin doğru yapılabilmesi için her element ile ilişkili olan Proses Güvenliği Bilgisi'nin sistematik olarak ele alınması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle öncelikle mevcut durum analizi yapılarak eksiklerin tespit edilmesi ve hedefin belirlenmesi öncelikli olmalıdır. Akabinde eksik dokümanların tamamlanmasına yönelik kuruluşlar içerisinde doğru sorumluluk dağılımı ile sürecin başlatılması önerilir. Proses Güvenliği Bilgisi'nin içeriği doküman içeriklerinde minimum gereklilikler ve gözden geçirme kavramlarının prosedürel olarak ele alınması sürdürülebilir bir sistem için gerekliliklerdir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Dilaver M., Sönmez Y. M., Proses Güvenliği Yönetimi, ISBN:978-605-80520-0-0, ProSCon Yayınevi, Ankara, 2019
- [2] Dilaver M., Sönmez Y. M., Proses Tehlike Analizleri, ISBN:978-605-80520-1-7, ProSCon Yayınevi, Ankara, 2020

PATLAMAYA GÜVENLİ TASARIM - ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE PATLAMAYA DAYANIKLI MODÜLER BİNALAR İÇİN PATLAMA VE YANGIN TEST PROGRAMI

Doç.Dr. Ali SARI

İstanbul Teknik Üniversitesi

asari@itu.edu.tr

ÖZET

2015 yılındaki Texas City kazasında 15 çalışan hayatını kaybetmiş, 170 in üzerinde kişi ise yaralanmıştır. Bu kazadan sonra API 753 adlı standard yayımlanmış ve bu dökümana göre ahşap portatif yapıların endüstriyel tesislerde kullanılmamasının önü açılmıştır. Ahşap yapıların yerini patlamaya dayanıklı modüler çelik yapılar almıştır. Bu test programında dünyada çok yangın olarak kullanılan patlamaya dayanıklı modüler yapıların yaklaşık 600 kg, 1500kg ve 3000 kg lık patlayıcılar kullanılarak kapı ve camı dahil test edilmiştir. Ayrıca yangın testi de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bu test programında öğrenilenlerden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Patlamalar, Patlamaya Dayanıklı Modüler Binalar, Patlama Testleri, Patlamaya Dayanıklı Cam, Patlamaya Dayanıklı Kapı

KİMYASAL YANGINLAR

Celal TOPRAKÇI

Kimya Mühendisi

Yangın ve İş Güvenliği Uzmanı (A)

Tüpraş İzmir Rafinerisi E.Teknik Emniyet Müdürü

CLT Yangın İş Güvenliği Eğitim Danışmanlık

ctoprakci@cltdanismanlik.com.tr

ÖZET

Günümüzde, endüstriyel tesislerde yapılan üretim süreçlerinin en önemli tehlikelerinin başında yangınlar gelmektedir. Yangın tehlikesinin bugüne kadar tam olarak çözülmediği de bir gerçektir. Türkiye sanayi tesislerinde önemli sayıda yangın ve patlamalar meydana gelmektedir. Bu yangınlar; ölüm ve yaralanmalara, büyük çevresel zararlara ve ekonomik olarak olağanüstü maddi kayıplara sebebiyet vermektedir.

Özellikle kimya sanayi tesislerinde hammadde, ara madde, nihai ürün olarak çeşitli yanıcı ve patlayıcı kimyasal maddeler kullanıldığı için çeşitli yangın ve patlamalar meydana gelmektedir. Kimyasal madde yangınlarında ve diğer endüstriyel yangınlarda, Yangın ve patlamaların olmaması için neler yapılması gerektiği, yangına nasıl müdahale edileceği, hangi tür ekipmanlar kullanılacağına bilinmemesi, personelin eğitimi olmamasından dolayı yangınlar çıkmakta ve söndürülememektedir.

Kimyasal Yangınlarla ilgili olarak uzun yıllardır çalıştığım kimya tesislerinde gördüğüm yaşadığım olayları, hataları, kimyasal tesislerde yangın çıkmaması veya çıkan yangınlara anında müdahale yapılması için yapılması gerekenleri belirteceğim.



2020 yılında Türkiye’de en az 493 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 441’i endüstriyel yangın, 52 tanesi ise endüstriyel patlamadır. Bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 29 kişi hayatını kaybetmiş, 239 kişi yaralanmıştır.

2019 yılında Türkiye’de en az 541 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 502’si endüstriyel yangın, 39 tanesi ise endüstriyel patlamadır. Bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 30 kişi hayatını kaybetmiş, 134 kişi yaralanmıştır.

2018 yılında, Türkiye’de en az 436 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 385’i endüstriyel yangın, 51 tanesi ise endüstriyel patlamadır. Bu endüstriyel yangın ve patlamalarda en az 25 kişi hayatını kaybetmiş, 72 kişi yaralanmıştır.

Yüzlerce kişi ise yangından sonar ortaya çıkan boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenerek tedavi görmüştür. Mesai saatleri dışında yaşanan olaylar bilançonun çok daha ağır olmasını yine engellemiştir.

Bu yangın ve patlamaların çoğunluğunun kimyasal maddelerin bulunduğu işyerlerinde meydana geldiği bilinmektedir.

Yangınlar ilk 2-3 dakika içinde büyüdüğü için, yangınların başlangıcında yangına müdahalede geç kalındığı, etkili müdahale yapılamadığı için endüstriyel yangınlar büyümektedir. Yangını söndürmeye gelen itfaiyenin işi zorlaşmaktadır.



KİMYASAL TESİSLERDE YANGINLARIN ÇIKMASI VE SÖNDÜRÜLEMESİNİN NEDENLERİ

1 – İNSAN (ÇALIŞAN) FAKTÖRÜ

a) Eğitimsizlik:

Kimyasal maddeler: Tesiste kullanılan tehlikeli kimyasalların neler olduğu, ne amaçla ve nerede kullanıldığı, tehlikelerinin ne olduğu konusunda mutlaka periyodik olarak çalışan personele eğitim verilmelidir.

Ayrıca kimyasal maddelerle çalışacak personele iş talimatı verilecek ve amiri tarafından anlatılacak, özellikle kimyasallarla nasıl çalışacağı, hangi kişisel koruyucuları kullanacağı, acil durumda ne yapacağı anlatılacak. Çalışma talimatı uzaktan okunacak şekilde, işin yapıldığı yerde duvara asılması gerekir.

Acil durumda yapılacaklar:

Yangın eğitimi: Yangınların 2-3 dakikada büyüdüğü dikkate alındığında, yangını gören çalışan önce yangın ihbar butonuna basarak veya sesli olarak haber verecek. Hemen en yakın yangın söndürücü ile yangına müdahale etmesi gerekir.

Bunlara yapabilmek için, personelin önceden eğitilmiş olması gerekir.

Yangın anında itfaiyeye mutlaka haber verilecek. İtfaiyenin işyerine gelişi uzun sürmektedir.

Yangın başlangıcında, yangına anında müdahale edilmezse itfaiye geldiğinde yangın çok büyümüş olacağından, yangının söndürülmesi çok zor olur. Hasar çok büyür.

b) Yetersizlik

Mesleki yetersizlik: Kimya sanayi tesislerinde eğitimler tam verilmeden, personel işi yapacağı yerde usta bir çalışanın yanında çalışmadan, kendi başına çalıştırılmaması gerekmektedir. Yeni işe alınan bir çalışan, yapacağı işle ve tesisle ilgili oryantasyon yaptırılması gerekir.

Fiziki ve algılama yetersizliği: Kimyasal tesislerde çalışacak elemanların önce kapsamlı bir sağlık muayene ve tetkiklerinden geçirilerek herhangi bir sağlık sorunu yoksa işe başlatılmalıdır.



2 - YANGIN EKİPMANLARI FAKTÖRÜ

a) Hidrantlar:

Yangın hidrantları tesis binaları dışında tesis edilmektedir. Hidrantların en büyük faydası, yangın anında tesise gelen itfaiye araçlarına su takviyesi yapmaktır. İtfaiye araçlarında en çok 5-8 ton su bulunmaktadır. İtfaiye araçlarının yangın pompalarının kapasitesine göre suyu 5-15 dakika arasında boşaltır. İtfaiye arazözü bir hidranttandan su takviyesi yapamazsa, yangın yerini terk ederek deposuna su doldurmaya gider. Eğer tesiste hidrant sistemi varsa, yeterli debide ve en az 7 bar basınçta ise itfaiye arazözlerini besler.

Ayrıca tesis yangınla mücadele ekipleri eğitilmiş ise hidrantlara hortum bağlayarak yangına müdahale eder.



b) Yangın pompaları:

Kimya tesislerinde yangın suyu ihtiyacına göre hidrolik hesapları yapılmış, kapasiteleri belirlenmiş yangın suyu pompaları (elektrikli, dizel, joker) her an kullanılmaya hazır halde bulunması gerekmektedir. Haftada bir yükte pompaların ayrı ayrı çalıştırılmaları, basınçlarının kayıt edilerek, raporlandırılması gerekmektedir. Ayrıca mazot tankı seviyesinin takip edilmesi gerekmektedir.



c) Yangın suyu rezervi:

Kimya tesislerinde bir yangında en az 2 saat yetecek su rezervi (tankı) bulunması gerekir. Buda pompa kapasitesini iki katı olarak değerlendirilecek. Yangın suyu tankı düşük seviye alarmları olması gerekir.



d) Köpüklü sistemler:

Kimya tesislerinde yanıcı parlayıcı kimyasalların üretildiği, depolandığı bölümlerde mutlaka köpüklü söndürme sistemleri olması gerekir. Çeşitli köpüklü sistemler vardır. Monitör ile verilen, tavandan verilen, elle köpük jeneratörlerinden verilen sistemler kullanılmalıdır. Köpüklü sistemler yangın suyu basıncına göre çalıştığı için yangın pompalarının yeterli basınçta olması gerekir. Yangın suyu tankı yeterli seviyede olması gerekir. Köpük tanklarının seviyeleri de takip edilmelidir. Köpüklü sistemler periyodik olarak denemeleri ve testleri yapılmalıdır.



e) Sprinkler sistemleri:

Kimyasal tesislerde sulu veya köpüklü sprinkler sistemleri kullanılır. Tavandan ısıya duyarlı şekilde çalışır. Yanıcı ve parlayıcı kimyasal bulunmayan üretim ve depo alanlarında kullanılır. Periyodik olarak kontrol ve testleri yapılmalıdır.



f) Yangın hortum dolapları:

Bina içi yangın dolapları, sulu veya köpüklü olarak yangına elle müdahale etmek için kullanılmaktadır. Periyodik olarak hortumların açılarak kontrol edilmesi gerekir.

Yangın hortum dolabı kapak içine kontrol formları yapıştırılarak, yapılan kontrollerin yazılması gerekir.



g) Portatif yangın söndürme cihazları:

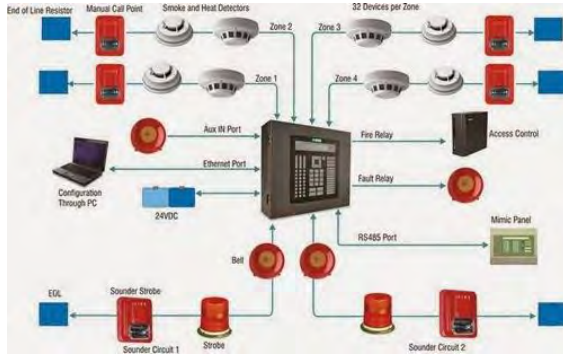
Yangına ilk müdahale cihazlarıdır. Tozlu, karbondioksitli v.b.taşınabilir yangın söndürme cihazları her an kullanılmaya hazır durumda bulundurulması gerekmektedir. Ayda bir kontrol edilerek, kontrol kartına yazılması gerekmektedir. Her söndürücüye ayrı bir numara verilerek, bulunduğu yerin üzerinde söndürücü levhası ve üzerinde numarası bulunması gerekir.



h) Yangın algılama ve erken uyarı sistemleri:

Yangını erken algılamak için Duman, ısı, alev, gaz dedektörleri ile algılama yapar sirenleri çalıştırır, belirlenen yerlerde alarm verir, istenen söndürme sistemlerini aktif hale getirir. Yangın ihbar butonları, yangın mahallinden sirenleri çaldırır.

Bu sistemlerin de her an aktif olması gerekir. Kontrol panellerinin takibi yapılmalıdır. Bu sistemlerin periyodik kontrol ve testleri yapılmalıdır.



D) Elektrik pano içi yangınları:

Kimyasal tesislerde, elektrik pano içinde meydana gelen yangınlar, tesisteki yangınların daha da büyümesine neden olmaktadır.

Tesisteki tüm elektrik panolarının içine gazlı otomatik söndürme sistemleri yapılması gerekir.



3 – YANGIN ÇIKMAMASI İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER

a) Sıcak (ateşli) İş İzni:

Sıcak İş İzni/Ateşli İş İzni talimatı ve formunun hazırlanması, Sıcak İş İzni/Ateşli İş İzni sisteminin etkili uygulanması için eğitim verilmesi gereklidir.

Ateşli (sıcak) iş yapılacak yerde, patlayıcı ve yanıcı gaz ölçüm cihazı yanıcı ve patlayıcı gaz ölçümü yapılarak forma yazılmalıdır.



b) Cep telefonu ve sigara içme yasak olan alanlar:

Tesis içinde sigara içmenin yasaklanması, yangın riski olmayan belirli yerlerde sigara içme alanı oluşturulması.

Yanıcı, parlayıcı maddelerin bulunduğu yerlere cep telefonu ile girilmemesi yaklaşımının uygulanması gerekmektedir.



c) Acil durumlara hazırlıklı olma, Acil Durum Planı:

Kimyasal madde üreten bir çok tesiste Acil durum planı ve acil durumlarda yapılacaklar bilinmemektedir. Bir yangın anında, çalışanlar ne yapacağını bilmediğinden yangınlar hemen söndürülememektedir.

Acil Durum Planı ve acil durum ekipleri güncel olmalıdır. İşyerindeki tüm personele Acil Durum Planı, ekipleri, ekiplerin görevleri hakkında eğitim verilmelidir. Acil durum ekiplerinden, özellikle Yangınla Mücadele ekipleri uygun ve yeterli sayıda elemandan oluşmasını sağlanmalıdır. Yangınla Mücadele (söndürme) ekibine tesisteki tüm yangınla mücadele cihaz ve ekipmanlarını kullanarak, detaylı, alevli, pratik eğitim verilmesi, periyodik olarak tekrarlanması gerekmektedir.



d) Yangın tatbikatları:

Yangın tatbikatları kimya tesislerinde, yılda birden fazla, 3-4 ayda bir tesisteki tüm personelin katılımıyla yapılması gerekmektedir.

Tatbikatlarda, tatbikat senaryosu hazırlanması, bu senaryonun tüm personele duyurulması, Sesli tatbikat videosu çekilmesi gerekmektedir.

Tatbikat sonu değerlendirme toplantısında tatbikat videosunun tatbikata katılan tüm personele gösterilmesi,

Tatbikat sonu değerlendirme raporu hazırlanması gerekmektedir. İyileştirilmesi gereken hususlar için aksiyon planı yapılması gerekir.



e) Yangın Risk Değerlendirme Çalışmaları yapmak/yaptırmak:

Kimyasal tesislerinin büyük çoğunluğunda, yangın güvenliği yönünden Tehlike belirleme, Risk Değerlendirme çalışmaları yoktur.

Yangın risk değerlendirmelerini yangın danışman ile birlikte, tesisteki her birimden yetkililerle birlikte yapmak,

Yangın tehlikelerini belirlemek, özellikle yanıcı ve parlayıcı kimyasalların ve diğer yanıcı maddelerin risklerini belirlemek, Yangın risklerine göre gerekli önlemleri belirlemek, Önlemleri uygulamak ve denetlemek.



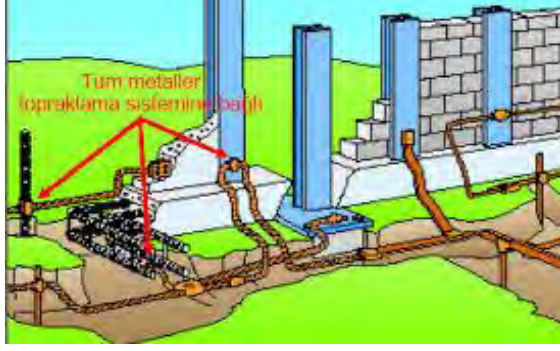
f) Statik elektriğin oluşmasını önlemek, Elektrik Tesisatının uygunluğu:

Statik elektriğin oluşmaması için topraklama sisteminin faal olması gerekir.

Periyodik olarak topraklama ölçümlerinin yapılması gerekir.

Elektrik tesisatının mevzuata uygun olması. Elektrik mühendisi tarafından raporlanması gerekir.

Paratöner sisteminin faal durumda olması ve ölçümlerinin periyodik olarak yapılması.



g) Patlamaya karşı korunmuş (ex) ekipman kullanımı:

Petrol, petrol ürünleri, kimya, LPG, doğal gaz, kömür madenleri, hububat siloları, şeker fabrikaları gibi yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddelerle uğraşan bir çok sanayi kollarında normal çalışma icabı veya arıza ve bakım gibi hallerde (gaz , toz, veya yanıcı madde buharı gibi nedenlerle) patlayıcı ortam oluşmaktadır. Elektrik aletlerinin çıkardığı kıvılcım ve ark bu ortamları tehlikeye düşürmekte ve patlamalara neden olmaktadır.

Bu nedenlerle bu gibi iş yerlerinin patlayıcı ortamlarında kullanılan elektrik aletleri farklı olmak zorundadır. İşte bu olaya *ex-proof* ve kullanılan elektrikli aletlere de *ex-proof elektrikli aletler* adı verilmektedir. Kısaca ticari piyasada bu isimlerle tanınmaktadırlar.



h) Diğer önlemler:

İş yeri çalışma talimatlarının hazırlanması, tüm personele anlatılması, Depolama şartları ve talimatlarının Yangın Yönetmeliğine göre hazırlanması, İşyerinin yerleşim düzeni ve temizliği, Periyodik bakımlar, Periyodik Denetim, raporlama, düzeltici çalışmalar,

SONUÇ

Endüstriyel yangınlara anında müdahale edilmesi hazırlıklara bağlıdır.Öncelikli olarak yangının çıkmasını önleyici proaktif önlemler alınmalıdır. Yangın ve patlama risk değerlendirmeleri yapılmalıdır. Özellikle yangın ve patlamaları en etkin önleme

çalışması kıvılcım çıkaran veya yangına neden olabilecek herhangi bir iş yapılacaksa mutlaka Ateşli (sıcak) İş İzni yazılı olarak verilmelidir.

Unutulmaması gereken en önemli husus ise hiçbir yangın birbirinin aynısı olmaz. Bu yüzden sürekli eğitim ve tatbikat yapılmalı, bu eğitim ve tatbikatları senaryolar ile desteklenmelidir. Yangınla mücadele ekipmanları her zaman kullanıma hazır olmalıdır. Bunun için periyodik kontrolleri mutlaka yapıp kayıt altına alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik.
2. Endüstride Yangınlar ve Patlamalar 2018,2019,2020 Yılı Raporu KMO
3. TSE Yangın Standartları
4. Rafineri Proseslerinde Emniyet Tüpraş İzmir Rafinerisi Teknik Emniyet Müdürlüğü Yayınları

TEHLİKELİ ve PATLAYICI MADDE YANGINLARI VE ÖNLEMLER

Sedef AKKAPLAN BİRİNCİ¹, Süleyman POLAT²

¹Dr Öğretim Üyesi .Yangın ve İş güvenliği Uzmanı

e-posta sedef.birinci@gmail.com / 062820Ankara

²Kimya Mühendisi, ve İş güvenliği Uzmanı Ankara

e-posta: suleymanpolat2009@gmail.com

ÖZET:

Tehlikeli kimyasal yangınlarına müdahale konusunda özel yöntemler uygulanması gerekmektedir.Bu kimyasal yangınlarına müdahale ve yangın sonucunda meydana gelen olay yeri incelemelerinde kimyasalların bıraktığı izlerin incelemesinde özellik gösterilmesi gerekmektedir.

Yürürlükteki “Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik” ve TS EN2 -2/A1 gereği yangın sınıfları A-B-C-D olarak belirlenmiştir. ADR (Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması.) mevzuatı gereği patlayıcı maddeler 6 grupta tanımlanmaktadır. Bu iki gruplama arasındaki farklılıklar nedeniyle yürürlükteki mevzuat patlayıcı madde gruplarını kapsamamaktadır. Patlayıcı yangınlarına müdahale yöntemleri normal yangına müdahale yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Uygulamalarda bu farklılıkların bilinmemesi nedeniyle istenmeyen olaylar meydana gelmiştir. Uluslararası uygulamalarda ilave mevzuatlarla patlayıcı yangınları için özel yangın grupları belirlenmiştir. Bu çalışmada uluslararası patlayıcı yangın gruplarının değerlendirilmesi, mevcut mevzuatta önerilerde bulunulması ve uygulama önerileri sunulmaktadır.

Sunulan öneriler sayesinde tehlikeli ve patlayıcı madde yangınlarına müdahale edecek birimlerin eğitimine katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler; Ammunition Depot, explosion, seismic-acoustic record, patlayıcı, emisyon, anfo, tnt, pkd, yangın,

1.TEHLİKELİ KİMYASALLAR;

Tehlikeli kimyasal tanım olarak incelediğimizde, Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen, üreme için toksik ve çevre için tehlikeli özelliklerden bir veya birkaçına sahip maddeleri ve müstahzarları veya yukarıda sözü edilen sınıflamalara girmemekle beraber kimyasal, fiziko-kimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanıma veya işyerinde bulundurulma şekli nedeni ile çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden risk oluşturabilecek maddeleri veya mesleki maruziyet sınır değeri belirlenmiş maddeler olarak tanımlayabiliriz.

Bu genel tanımlama içinde yer alan kimyasal maddelerin bir kısmı özellikleri nedeniyle özel depolama, taşıma ve yangında müdahale yöntemlerine sahiptir.

Tehlikeli kimyasal maddelerin Güvenlik Bilgi Formlarında(MSDS) bu özel yöntemlerin yer alması gerekmektedir.

Birleşmiş Milletler tarafından, tehlikeli kimyasalları aynı şekilde sınıflandırılması ve etiketlenmesi için geliştirilmiş Küresel Uyumlaştırma Sistemi (GHS = Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) gereği Önlem Cümleleri/Önlem

İfadeleri (**P-İfadeleri/P-İbareleri**: Precautionary Statements) tanımlanmıştır.P ifadelerinde P-370-390 arasında yangın ve patlama durumunda alınması gereken önlemler tanımlanmıştır.Malzeme Güvenlik formlarının 5 nci bölümünde “Yangınla mücadele önlemleri” tanımlanmıştır.Tehlikeli kimyasalın özeliğine göre kullanılması gereken uygun Yangın söndürücü maddeler, madde ve karışımdan kaynaklanan zararlara dair bilgiler, yangın söndürme sırasında alınması gereken koruyucu önlemler ve yangın ekiplerine özel tavsiler ile kullanılması gereken özel söndürme ekipmanları hakkında bilgiler yer almaktadır. Belirlenen tüm önlemlere rağmen yangın olayı meydana gelmesi durumunda yangından sonra kirlenmiş ortamın temizlenmesi ve olay yeri incelemenin yapılarak adli sürecin başlatılması gerekmektedir.

2.YANGIN SONRASI OLAY YERİ İNCELEME;

Olay yeri olayın başlangıcı, takibi ve sonucunda geçtiği mekanları (alanları) kapsar. Olayın işleniş tarzını, yöntemini, olaya ait iz ve bulguları içerir. Olay yeri; olayın işlendiği alanı, olayı işleyenlerin, maruz kalanların takip ettiği yolu, kullandıkları mekanları, olayda kullandıkları, olay ve olay yeri ile etkileştikleri, eşyalarını bıraktıkları, sakladıkları, suç eşyalarının bulunduğu ve saklandıkları alanı kapsar.

Delil; Bir hukuki ihtilafı çözmeye veya suç fiilini ispata yarayan ve ikamesi hukuk tarafından yasaklanmamış her şeye (canlı, cansız, yazılı-sözlü) delil veya ispat vasıtaları denir.

Delil, meydana gelen bir suçun aydınlatılması ve suç sanıklarının tespitine yarayan her türlü ispat vasıtalarını kapsar. Bunların bir kısmı doğrudan delil, bir kısmı delil kaynağıdır. Olay yerinden elde edilen deliller aksi sabit olana kadar geçerliliklerini korurlar. Hukuk sistemimiz serbest delil sistemini benimsemiştir. Bu açıdan her şey delil olabilir.

Olay yerinde; olayın türüne, işleniş şekline ve sonucuna göre çok değişik deliller bulunabilir. Olay yerindeki her türlü madde delil olabilir. Araştırmacı veya soruşturmacı olayın oluşuna, suçun türüne, alanın durumuna göre burada nelerin delil olabileceğini tahmin edebilmelidir. Hakim, savcı ve polis için, olayı aydınlatmada kullanılacak her şey delil olabilir. Önemli olan delil, suç, fail ve olay yeri arasında doğru bağlantı kurulmasıdır. Yangının üç unsurunu bilmek yangın yeri inceleme çalışmalarında yardımcı olacaktır.Oksijen,Oksidasyon çeşitleri, Oksitleyici maddeler ve bunların yanmaya ve patlamaya etkileri

Yangın mahallinin incelenmesi diğer olay yeri incelemelerinden hem daha zor hem de daha spesifiktir. Diğer olay yerleri renkli televizyon görüntüsüne benzetilirse yangın yeri siyah-beyaz televizyona benzer. Çoğunlukla grinin tonlarında bir enkazda çalışılır.

Delil olabilecek eşyaların çoğu deforme olmuş, islenmiş ve söndürme maddesi ile ıslanmış vaziyettedir. Birçok başka suçun delillerini yok etmek maksadı ile yangın çıkarılırken bir yangının çıkış sebebine götüren deliller nasıl bulunacaktır.

Gelişen DNA teknolojisi ile iz miktarlardaki biyolojik örneklerden kimliklendirme bilgileri alınabilirken 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda biyolojik delillerin çoğunluğunun tamamıyla degrade olması sebebi ile yangın yeri incelemesinde bu teknolojiye çoğunlukla istifade edilemez.

Yangın olaylarına ilk müdahaleyi itfaiye ekipleri yapmaktadır. İtfaiye ekipleri müdahale ettikleri yangınları söndürmekle yükümlüdür. Bu esnada güvenlik güçleri yangın yerinin güvenliğini sağlar ve olayla ilgili bilgi edinmeye çalışır. İtfaiye ekipleri yangını söndürdükten sonra yangınla ilgili tutanak tutarak tespitlerini belirtmek zorundadırlar. Bu tutanak, yangın ihbarının zamanını, ihbar edenin kimliğini, yangın mahalline ne zaman ulaşıldığı, yangının ne kadar sürede söndürüldüğü, yangın yerinin adresi, kime ait olduğu, yangının ne ile söndürüldüğü, yangının türü ve hasar durumu gibi teknik bilgileri içerir. Şüpheli veya kasti bir durum fark edilirse ilgili yerlere bildirilmesi gerekmektedir. Yangına ilk müdahale yapıldıktan sonra yangın yerinin ilgili uzman/uzmanlar tarafından hemen incelenmeye başlanması delillerin fazla zarar görmeden toplanması bakımından önemlidir. Çünkü yangın ve zaman

daima araştırmacının aleyhine işler. İdeal bir araştırma yapabilmek için en kısa sürede hatta yangın sürerken araştırmacının olay yerine ulaşması gereklidir. Ancak yangın araştırmacıların çoğu en geç 2 saat içinde olay yerine gidilmesini savunulur. Ayrıca yangın olay yeri araştırması epeyce dikkat ve beceri gerektirir ve diğer suç yerlerine göre daha karmaşık bir durum arz eder. Örneğin yangın sonucu patlama meydana gelebilir ve bu patlama sonucunda bir yangın daha oluşabilir. Yangın yeri araştırması neticesinde kundaklama suçunun yanında genellikle cinayet, hırsızlık, zimmete para geçirme, güveni kötüye kullanma, hilekârlık, kaçakçılık, dolandırıcılık gibi diğer suçlar da ortaya çıkarılabilir. Yangın bu tür ve benzeri suçları örtbas etmek için tasarlanabileceğinden bu olaylarla ilgili delillerinde bulunup bulunmayacağına dikkat edilmelidir.

Yangının çıkış sebebinin saptanması için, başlangıç noktasının tayini çok büyük önem arz etmektedir. Yangınla ilgili kalan fiziksel deliller, normalde bu noktada mevcuttur. Bu deliller gazyağı, benzin, boya tineri, mum, yanık kibritler, vs. olabilir. Yangının yayılma istikametini gösteren delillerde bu noktadan elde edilir. Ateşin yayılışı ve değişik yerlerden yukarıya yükselen alevlere bu noktada rastlanır. Genel ilke olarak ortada olan şeylere öncelikle bakılır; örneğin, tahribatın en büyük olduğu nokta neresidir? Muhtemelen ateşin etkisinde en uzun süre kalan yer olması sebebiyle bu nokta işe başlamak için en uygun noktadır (Tesis veya yapıda yapılacak bir denetim; tavanda, duvarda yanarak açılan bir oyuk veya yanan bir pencerenin varlığını ortaya koyacaktır). Yanmanın en alt noktası aranır, yangın tabiatı gereği aşağıya değil, yukarıya doğru ilerler, bunun istisnaları hava cereyanının ve çeşitli yanıcı maddelerin var olmasıdır. En alt yanma noktasının üzerine gelen yanık yer, başlangıç noktasının doğrulanmasına da yardımcı olur. Bu da en alt yanma noktasının tam üstüne gelen noktada tavandaki yanıkla sağlanır. Bazı hallerde birden fazla alt yanma bulunabilir. Bunların ayrı yangınlar olmadığı kanısı uyanırsa, bu defa daha önce takip edilmiş olan izler üst yanma noktasından başlayarak yeniden değerlendirilmelidir. Olay yerine ilk varan kişilerden elde edilen bilgiler de çok önemlidir. Normalde itfaiye personeli olay yerine ilk varan kişiler olduklarından, yangın çıkış noktasına veya su sıkıldıktan sonra meydana gelmiş olabilecek anormal bir şekilde yeniden alevlenmeler gibi konularda aydınlatıcı bilgileri de verebilecek kişilerdir. Başlangıç noktası tespit edildikten sonra yangın nedeninin belirlenmesi için yangın olay yerinde bazı incelemelerde bulunulması gerekir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz;

Ahşapların İncelenmesi, Camların İncelenmesi, İş ve Duman İzlerinin İncelenmesi, Elektrik Mekanizmasının İncelenmesi, Yapı Elemanlarının İncelenmesi, Metal Aksamın ve Renk Değişikliğinin İncelenmesi, Kokuların İncelenmesi, Diğer izlerin incelenmesi,

Yangının başlangıç noktası yakınında bulunan bir ahşabın enine kesiti gözden geçirilir. Ahşabın kömürleşmiş ve kömürleşmemiş kısımları arasındaki bağımsız bir çizgi hızlı ve şiddetli bir yanmanın işaretidir. Kömürleşmenin derece derece artması ve fırınlanmış (kurutulmuş) gibi bir görünüm sergilemesi genellikle uzun ve yavaş yanmanın işaretidir.

Aynalar, pencere camları ve benzeri cam malzeme de ısı artışından, dumandan ve alevlerden etkilenirler. Cam 700-800 °C yakın bir ısıda erimeye başlar ve 1000 °C civarı büyük ölçüde sıvılaşır. Yangın gerçekteşen bir mekandaki pencereden bir çok bulgu elde edilir. Ancak tek başına belirleyici olmayacağından diğer delillere de bakılmalıdır. Aşırı ısı ve camı lekeleyen duman şu olaylardan kaynaklanmaktadır. Isı artışı, Yangının şiddeti, Yangının yayılma hızı, Yangına yakınlık derecesi, Cam malzeme üzerinde yapılan ayrıntılı bir inceleme yangının çıkış noktasına göre bu malzemenin yerlerini hassas bir şekilde belirleme olanağı verir .

Elektrik yangınları genellikle, ya tesisatta bir hata ya da yanlış kullanım nedeni ile tesisat yakınında bulunan yanabilir cisimlerin alev almasından kaynaklanmaktadır.

Vişne Rengi Görünüm; Bir bakır iletkenine tatbik edilen ısı onun renk değiştirmesine veya koyu vişne rengini almasına neden olur. Bu renk değişikliği ısının kaynağını belirlemeye de yardımcı olmaktadır. Araştırmacı çakısı ile bakır iletkenin yüzeyini kazır (Kablo kırılğan

olabileceği için kazımanın dikkatle yapılması gereklidir). Yüzeyi kazımanın iletkende gerçek bakır rengi görülüyorsa hasarın kaynağı büyük bir olasılıkla dışsaldır. Buna karşılık araştırmacı, koyu vişne renginin bütün kablo kesiti boyunca devam ettiği durumlarda içsel bir neden, örneğin bir kısa devre, ark veya benzeri bir elektriksel problem söz konusu olduğuna karar verecektir.

Çimento hamuru ilk ısınma ile genişler, sonra büzüşmeye uğrar ve sonuçta tekrar dengeleyici bir genişleme gösterir. Çimento hamurunda 100 °C’de termik genişleme meydana gelir ve 98-102 °C’de çimento hamurundan fiziki bağlı suyun büyük miktarı çıkar. Özellikle de 300-500 °C arasında kimyasal bağlı suyun ayrılmasıyla bir büzüşme meydana gelir. Ayrıca, yapı bölümünün dengesiz bir şekilde ısınması veya itfaiye görevlilerinin sığıdığı su ile kısmi ani soğuma ve doğurduğu ısısal gerilmeler çatlamalara neden olabilir.

Ahşap malzemelerde de diğer yapı malzemelerinde olduğu gibi oksijen, malzemenin yapısında bulunan karbonu yakmakta ve ortaya ısı enerjisi çıkmaktadır. Ahşap malzemelerde; 170 °C’ye kadar kuruma, 270 °C’ye kadar da CO, CO₂ ve buhar çıkışı görülür. 250-300 °C arasında tutuşma meydana gelir. Ancak ahşabın kesitinin kalın olması ve ısı geçirimsizlik değerinin az oluşu gibi etkenler tutuşmanın geç oluşmasına neden olurken yapısında bulunan reçine oranının yüksek olması tutuşmayı kolaylaştırır.

Genel olarak duvarlarda ve çimento kısımlar üzerinde renk değişiklikleri görülür. Tuğla ve çimentonun tipik renklerinde değişiklik görülür ve bazı hallerde yüzeyleri de tuğla ve çimentonun neminin genişlemesiyle gözenekleşip pürüzlenir. Gözenekler genişledikçe buhar cepçikleri yüzeye kadar uzanan patlamalar yapar ve yüzeyleri çiçek hastalığı izlerini andıran bir hal alır. Bu durum bir hızlandırıcı kullanılmış olmasından ileri gelmekle birlikte renk değişikliği kendi başına yangının kundaklama sonucunda meydana geldiğine işaret sayılamaz. Şiddetle yanan başka yakıtlar ve kopan bir gaz hattı da bu olaya sebebiyet verebilirler.

Isıl etkiye ait işaretleri ergimiş ve/veya birbirleri ile kaynamış metal ve cam maddelerde görebiliriz. Bu gibi durumlar yangının genişleme yönü ile birlikte en şiddetli olduğu yerleri de belirtirler. En yoğun ısıl etki; hızlandırıcı kullanımı bir yana bırakıldığında, yangının çıkış noktasında ve bu noktanın yakınlarında görülür. Metal malzemelerde; akma sınırının, mukavemet ve elastiklik modülü düşüşü gibi durumlarda metallerin temel davranışlarının bilinmesi gerekmez. Örneğin; çelikler, mukavemetlerini 300 °C’de kaybederlerken 400 °C’de akma sınırının düşüşlerini gösterirler.

Ergiyip birbirlerine kaynamış maddeler gördüğünde araştırmacı iki şey yapmalıdır.

1. Malzemenin bileşimlerini saptamaya çalışmak,
2. Ergime sıcaklık derecelerini belirlemek.

Yukarıda çok kısa ele alabildiğimiz yangın araştırması son derece titizlikle yerine getirilmesi gereken disiplinler arası bir araştırma konusudur. Özellikle olay yeri inceleme uzmanlarına ayrıntılı olarak verilmesi gereken bir eğitimidir.

3.PATLAYICI YANGINLARI;

Patlayıcı malzeme nedir diye sorduğumuzda çeşitli kaynaklarda,değişik tanımlarla karşılaşmaktayız.Örneğin;

“Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali,Taşınması, Saklanması,Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin TÜZÜK (87/12028)’de “Patlayıcı maddeler,şiddetli bir kimyasal reaksiyonla parçalanarak,ani yüksek sıcaklıkla birlikte büyük hacimlerde gaz haline dönüşebilen maddeler olarak,

“Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” te “sürtme, darbe ve ısı etkisi altında başka bir maddenin katılmasına gerek olmadan hızla reaksiyona giren ve çevreye zarar veren maddelerdir. “ olarak,

“Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik” Ve 2019 Avrupa Antlaşmasına Göre Patlayıcı maddeler: Çevreye hasar verebilecek bir hızda, sıcaklıkta ve basınçta, kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşturabilen katı veya sıvı maddeler (veya madde karışımları).

Bu tanımlar göz önüne alındığında Patlayıcı maddeyi : Çevreye hasar verebilecek bir hızda, şiddetli bir kimyasal reaksiyonla parçalanarak, ani yüksek sıcaklıkta ve basınçta, kimyasal tepkimeler sonucu büyük hacimlerde gaz haline dönüşebilen katı veya sıvı maddeler (veya madde karışımları). Olarak tanımlamanın daha uygun olacağı görülmektedir.

Ülkedeki her türlü yapı, bina, tesis ile açık ve kapalı alan işletmelerinde alınacak yangın önleme ve söndürme tedbirlerini, Yangının ısı, duman, zehirleyici gaz, boğucu gaz ve panik sebebiyle can ve mal güvenliği bakımından yol açabileceği tehlikeleri en aza indirebilmek için yapı, bina, tesis ve işletmele-rin tasarım, yapım, kullanım, bakım ve işletim esaslarını, kapsayan . “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” Tanımlar bölümünde Yangın Türü belirlenmektedir. Buna göre;

Madde 4- vv) Yangın türü: Yanmakta olan maddeye göre;

- 1) A sınıfı yangınlar: Odun, kömür, kâğıt, ot, doküman ve plastik gibi yanıcı katı maddeler yangını,
- 2) B sınıfı yangınlar: Benzin, benzol, makine yağları, laklar, yağlı boyalar, katran ve asfalt gibi yanıcı sıvı maddeler yangını,
- 3) C sınıfı yangınlar: Metan, propan, bütan, LPG, asetilen, havagazı ve hidrojen gibi yanıcı gaz maddeler yangını,
- 4) D sınıfı yangınlar: Lityum, sodyum, potasyum, alüminyum ve magnezyum gibi yanabilen hafif ve aktif metaller ile radyoaktif maddeler gibi metaller yangını, olarak tanımlanmaktadır.

Aynı yönetmeliğin Yangın Söndürme Cihazlarını tanımlayan maddelerini incelediğimizde; Taşınabilir söndürme cihazları

MADDE 99- (Değişik: 10/8/2009-2009/15316 K.)

(1) Taşınabilir söndürme cihazlarının tipi ve sayısı, mekânlarda var olan durum ve risklere göre belirlenir. Buna göre;

- a) A sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle çok maksatlı kuru kimyevi tozlu veya sulu,
- b) B sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru kimyevi tozlu, karbondioksitli veya köpüklü,
- c) C sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru kimyevi tozlu veya karbondioksitli,
- ç) D sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru metal tozlu, söndürme cihazları bulundurulur. Hastanelerde, huzurevlerinde, anaokullarında ve benzeri yerlerde sulu veya temiz gazlı söndürme cihazlarının tercih edilmesi gerekir. Tanımı bulunmaktadır. Bu tanımlara göre Patlayıcı yangınlarında Yangın Söndürme Cihazı kullanılmayacaktır.

“Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” ve “TS EN 2 ve TS EN 2/A1”e göre Yangın Sınıfları

 A SINIFI YANGINLAR	 B SINIFI YANGINLAR	 C SINIFI YANGINLAR	 D SINIFI YANGINLAR
YANGIN SINIFLARI			
KORLU YANAN KATI MADDE YANGINLARI (A) Odun, Kağıt, Kauçuk, Tekstil, Deri, Kömür	AKARYAKIT YANGINLARI (B) Benzin, Mazot, Solvent, Reçine, Yağlar, Boyalar, Amin	GAZ YANGINLARI (C) L.P.G., Doğalgaz, Metan, Asetilen	YANICI HAFİR METAL YANGINLARI (D) Sodyum, Magnezyum, Alüminyum, Demir, Kalisyum, Lityum
SÖNDÜRME YÖNTEMLERİ			
SOĞUTMA YANMAYI ENGELLEME	ALEV ENGELLEME BOĞMA-SOĞUTMA	ALEV ENGELLEME	BOĞMA SOĞUTMA
KULLANILACAK SÖNDÜRME MADDELERİ			
SU KÖPÜK ABC TOZ	KÖPÜK ABC TOZ	KARBONDİOKSİT HALOKARBON-HCFC	ABC TOZ D TOZU
DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR			
KORU SOĞUT	AKIŞI KES KESİNLİKLE SU SIKMA SADECE SUYU TANKI SOĞUTMAK İÇİN KULLAN	AKIŞI KES TANKI SOĞUT AKIŞI KESMEDEN YANGINI SÖNDÜRME	KESİNLİKLE SU SIKMA

Yukarıda açıklanan mevzuat gereği Patlayıcı depolanan ve üretim yapılan tesislerde yangın söndürme için tedbir almaya veya yangın anında müdahale etmeye gerek yoktur. Bu nedenle bu yerlerde bulundurulacak Yangın Söndürme ekipman ve cihazlarına gerek yoktur, bunların kullanılması için eğitim veya planlamaya da gerek yoktur. Bu nedenle de mevzuatta yer verilmemiştir. Patlayıcı ile ilgili yerlerde verilen eğitimlerde bu nedenle “Yangın çıktığında olay yerini derhal terk et patlamadan kendini korumaya çalış” eğitimi yani KAÇ KURTUL eğitimleri bugüne kadar verilmektedir. Bu bina ve depo dışındaki söndürme araçları, havalandırma bacalarındaki vasistasların ne işlem göreceği, bina dışında veya bina veya depo içinde olupta ambalaj yangınına ne yapılması gerektiği eğitimleri ve buna göre mevzuat düzenlemesi yapılmamıştır. Dünyadaki uygulamalar ve diğer mevzuatımıza baktığımızda olayın çok farklı olduğu, Patlayıcı yangınlara müdahale edilmesi gerektiği görülmektedir.

4. PATLAYICI MADDE YANGINLARINDA ULUSLAR ARASI UYGULAMALAR;

4.a- ABD (USA) UYGULAMASI

Amerikan Ordusu tarafından 10.10.2013 tarihinde yayınlanan “Mühimmat ve Patlayıcı Güvenlik Standardı” (Ammunition and Explosives Safety Standards) ve NFPA 70 Amerikan Ulusal Yangın Koruma Teşkilatı tarafından yayınlanan yayınlarda Patlayıcı yangınlara müdahale yöntemleri açıklanmaktadır.

4.b- BRİTANYA (İNGİLİZ) UYGULAMASI

İngiliz İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünün HSE (Health and Safety Executive) konu ile ilgili birçok yayını mevcuttur. Bunlarda Birleşmiş Milletlerin standartlarına uygun ve aynı yönde tavsiyelerde bulunduğu görülmekte ve patlayıcı yangınlara müdahale yöntemleri açıklanmaktadır.

4.c- FEDERAL ALMANYA UYGULAMASI

Federal Alman kaynaklarına baktığımızda Birleşmiş Milletler standartlarını kabul ettikleri anlaşılmaktadır. Alman makamları 2015 yılında kendi iç yönetmeliklerinde değişikliğe giderek tüm patlayıcı ve patlayıcı maddeleri ayna yönetmelik çatısı altında toplamışlardır. Her ne kadar çatıda birleşme var ise de detay BM standartlarından farklı değildir. İlgili Alman kaynakları aşağıdadır.

1) Alman Yasal Kaza Sigorta Kuruluşu DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.) tarafından yayınlanan tavsiye:BGR/GUV-R 242 Maerz 2012 Taetigkeiten mit Explosivstoffen (Patlayıcı maddelerle çalışma)

2) Federal Alman Ekonomi ve Çalışma Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmelik: TRGS 511: Technische Regeln für Gefahrstoffe, Ammoniumnitrat, 2008

4.d- BİRLEŞMİŞ MİLLETLER STANDARTLARI

Birleşmiş Milletler tarafından mühimmat ve patlayıcılarla ilgili bir seri tavsiye niteliğinde standartlar yayınlanmıştır. Bu standartlar NATO uygulamalarından alınarak uluslararası geçerlilik kazandırılmıştır.

BM tavsiyelerinde tehlikeli maddeler 9 sınıfa ayrılmakta olup, mühimmat ve patlayıcılar Sınıf 1 (Class 1) kapsamındadır. Sınıf 1 tehlikeli maddeler de 6 adet tehlike bölümlerine (Hazard Divisions) ve alt bölümleri ile beraber 12 sınıfa ayrılmaktadır. Bu malzemelerin üzerlerine tehlike işareti, sınıf numaraları ile birlikte yapıştırılmaktadır. Nato yayınlarından Da Pam 385-64 Ammunition And Explosives Safety Standards, Change 3 Manual Of Nato Safety Principles For The Hazard Classification Of Military Ammunition And Explosives, Aastp-1 Manual Of Nato Safety Principles For The Storage Of Military Ammunition And Explosives gereği 4 yangın sınıfı tanımlanmıştır. Benzer şekilde yangı, müdahale yöntemleri belirlenmiştir.

5. PATLAYICI MADDE AMBALAJLAMASI İLE YANGIN SINIFLARININ UYUMLULUĞU;

5.a-“Maddelerin Ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi Ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik” Gereği

Patlayıcılar;Bu sınıfta yer alan kararsız patlayıcı olarak sınıflandırılmamış maddeler, karışımlar ve eşyalar, sahip oldukları zararlılık özelliklerine göre aşağıda yer alan altı kısımdan birinde sınıflandırılır:

- (a) Kısım 1.1 Kütlesel patlama zararı olan maddeler, karışımlar ve eşyalar (kütlesel patlama neredeyse var olan tüm niceliği derhal etkileyen bir patlamadır);
- (b) Kısım 1.2 Yansıtım zararı olan ancak kütlesel patlama zararı olmayan maddeler, karışımlar ve eşyalar;
- (c) Kısım 1.3 Yangın zararı ve minör bir patlama zararı ile minör bir yansıtım zararı olan ancak kütlesel patlama zararı olmayan maddeler, karışımlar ve eşyalar;
 - (i) yanma durumunda kayda değer ışıma ısısına yol açan maddeler, karışımlar ve eşyalar; veya
 - (ii) minör patlama veya yansıtım etkileri ya da her ikisini oluşturan birbiri ardına yanan maddeler, karışımlar ve eşyalar;
- (ç) Kısım 1.4 Önemli bir zararlılık arz etmeyen maddeler, karışımlar ve eşyalar: tutuşma veya tutuşmaya başlama durumunda sadece küçük bir zararlılık arz eden maddeler, karışımlar ve eşyalar. Etkiler büyük ölçüde ambalaj ile sınırlıdır ve kayda değer büyüklükte veya mesafede parçacık yansıtımı beklenmez. Harici bir yangın ambalajın hemen hemen tüm içeriğinin derhal patlamasına neden olmayacaktır;
- (d) Kısım 1.5 Kütlesel patlama zararı olan aşırı hassas maddeler veya karışımlar: Kütlesel patlama zararı olan ancak duyarsız olmalarından dolayı normal şartlar altında patlama olasılığı veya yanmadan patlamaya geçiş olasılığı son derece düşük olan maddeler ve karışımlar;
- (e) Kısım 1.6 Kütlesel patlama zararı olmayan ve son derece hassas eşyalar: Son derece hassas olan patlayıcı maddeler ve karışımlar ihtiva eden ve göz ardı edilebilir kazara patlama veya yayılma olasılığı gösteren eşyalar. Olarak tanımlanmıştır.Etiket olarak;aşağıdaki senbol ve 1.1-1.2-1.3-1.4-1.5-1.6 kısım numarası bulunmaktadır.



5.b-24.04.2019 tarihli “Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik” Ve 2019 Avrupa Antlaşmasına Göre (UN-ADR-2019) tehlikeli madde sınıfları aşağıdaki gibidir:

Sınıf 1 Patlayıcı maddeler ve nesnelere

Sınıf 2 Gazlar

Sınıf 3 Alevlenebilir sıvılar

Sınıf 4.1 Alevlenebilir katılar, kendiliğinden tepkimeye giren maddeler, polimerleştirici maddeler ve duyarlılığı azaltılmış katı patlayıcılar

Sınıf 4.2 Kendiliğinden yanmaya yatkın maddeler

Sınıf 4.3 Su ile temas ettiğinde alevlenebilir gazlar açığa çıkartan maddeler

Sınıf 5.1 Yükseltgen (Oksitleyici) maddeler

Sınıf 5.2 Organik peroksitler

Sınıf 6.1 Zehirli maddeler

Sınıf 6.2 Bulaşıcı maddeler

Sınıf 7 Radyoaktif malzemeler

Sınıf 8 Aşındırıcı maddeler

Sınıf 9 Muhtelif tehlikeli maddeler ve nesnelere

Sınıf 1 Patlayıcı maddeler ve nesnelere Alt grupların tanımı

Alt Grup 1.1 Kütle olarak patlama tehlikesi olan maddeler ve nesnelere (Kütle olarak patlama, bir anda hemen hemen tüm yükü etkileyebilecek bir patlamadır).(Fünye,Kapsül,Dinamit v.b.)

Alt Grup 1.2 Fırlama tehlikesi olan ancak kütle olarak patlama tehlikesi olmayan maddeler ve nesnelere. (Piroteknik Havai Fişek,Maytap,v.b.)

Alt Grup 1.3 Yangın tehlikesi veya hafif bir patlama ya da hafif bir fırlama tehlikesi veya her ikisi birden olan, ancak toplu patlama tehlikesi olmayan madde ve nesnelere. Bu madde ve nesnelere:

(a)Yandıklarında önemli miktarda radyan ısıya neden olur veya

(b) Birbirleri ardı sıra yanarak hafif bir patlama veya fırlama etkisi oluşturur.

Alt Grup 1.4 Taşıma sırasında tutuşma veya tepkimenin başlaması durumunda sadece düşük bir patlama tehlikesi taşıyan madde ve nesnelere. Etkileri, büyük ölçüde, sadece ambalaj ile sınırlıdır ve dikkate alınabilecek ölçüde büyük parçacıkların, dikkate alınabilecek uzaklıklara fırlatılması beklenmez. Harici bir yangın ambalajın hemen hemen tüm içeriğinin bir anda patlamasına neden olmaz.

Alt Grup 1.5 Toplu patlama tehlikesi taşıyan, ancak, normal taşıma koşullarında, tepkimenin başlaması veya yanma halinden patlama haline geçme olasılığı bakımından çok düşük olan duyarsız maddeler. Asgari bir zorunluluk olarak, harici yangın testinde patlamamaları gerekir.

Alt Grup 1.6 Kütle olarak patlama tehlikesi olmayan, aşırı derecede düşük hassaslık düzeyindeki nesnelere. Bu nesnelere, ağırlıklı olarak aşırı derecede duyarsız maddeler içerir ve kazara ateşleme veya yayılma olasılıkları ihmal edilebilir düzeydedir.

ADR Yönetmeliğinin Tablo-A”Tehlikeli malların listesi “ ve “Etiketleme” bölümünde Sınıf-1 Patlayıcı maddelerin alt grupları olan 1.1-1.2-1.3-1.4-1.5-1.6 etiketlemeleri için aşağıdaki semboller önerilmektedir.



Alt Grup 1.1, 1.2,1.3

Alt Grup 1.4

Alt Grup 1.5

Alt Grup 1.6

Alt grup 1.1-1.2-1.3 tek etiketle tanımlanması bu gruba giren madde ve nesnelerin kütleli patlama riski taşımasıdır.

4.c-Yukarıda söz edilen iki yönetmeliğe baktığımızda “Patlayıcı Alt grupların tanımı” altı kısımda tanımlanmaktadır.

Alt Grup/Kısım 1.1 Kütle olarak patlama tehlikesi olan maddeler,eşyalar ve nesneler (Fünye,Kapsül,Dinamit v.b.)

Alt Grup/Kısım 1.2 Fırlama tehlikesi olan ancak kütle olarak patlama tehlikesi olmayan maddeler,eşyalar ve nesneler. (Piroteknik Havai Fişek,Maytap,v.b.)

Alt Grup/Kısım 1.3 Yangın tehlikesi veya hafif bir patlama ya da hafif bir fırlama tehlikesi veya her ikisi birden olan, ancak toplu patlama tehlikesi olmayan madde,eşya ve nesneler

Alt Grup/Kısım 1.4 Taşıma sırasında tutuşma veya tepkimenin başlaması durumunda sadece düşük bir patlama tehlikesi taşıyan madde,eşya ve nesneler.

Alt Grup/Kısım 1.5 Toplu patlama tehlikesi taşıyan, ancak, normal taşıma koşullarında, tepkimenin başlaması veya yanma halinden patlama haline geçme olasılığı bakımından çok düşük olan duyarsız maddeler ve karışımlar.

Alt Grup/Kısım 1.6 Kütle olarak patlama tehlikesi olmayan, aşırı derecede düşük hassaslık düzeyindeki nesneler ve eşyalar.

Tanımlanan Grup/Kısım lar BM yangın tavsiyeler, ile uyumludur.

BM tavsiyelerinde tehlikeli maddeler 9 sınıfa ayrılmakta olup, mühimmat ve patlayıcılar Sınıf 1 (Class 1) kapsamındadır. Sınıf 1 tehlikeli maddeler de 6 adet tehlike bölümlerine (Hazard Divisions) ayrılmaktadır. Bu malzemelerin üzerlerine tehlike işareti, sınıf numaraları ile birlikte yapıştirilmektedir.Bu gruplama ve tehlike bölümleri ile etiketleme yukarıda belirtilen mevzuatımıza uyumludur.

5.d-Tehlike sınıfı tanımlaması uyumu olan patlayıcılara, patlayıcı yangınında müdahale yöntemlerini belirlemek için BM ve diğer ülke patlayıcı yangın grubu uyumluluğu sağlayacak düzenlemeye ihtiyaç bulunmaktadır.

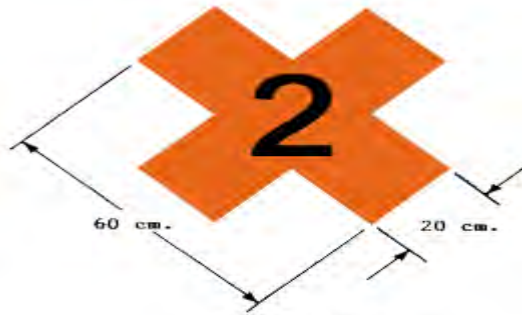
5.e-BM uygulamalarına baktığımızda Tehlike sınıfına göre 4 Yangın Grubu belirlenmiştir.Yangın gruplarında müdahale yönteminde yangının patlayıcıya sirayet edip etmediğine göre hareket tarzı belirlenmektedir.Yangın patlayıcıya ulaşıncaya kadar mevcut yangın söndürme ekipmanları ile müdahale edilmesi öngörülmektedir.Böylece patlayıcı yangınında bölgeyi hemen terk et anlayışı yerine yangını başında söndürmeye çalışıp patlama riskini düşürebildiğin kadar düşür anlayışı yerleştirilmeye çalışılmalıdır. Tehlike Sınıflarına göre belirlenen Yangın Grupları ve Hareket tarzları aşağıdaki çizelgede açıklanmıştır.

Tehlike Sınıfları	Yangın Grubu	Patlayıcı Madde	Tehlikesi	Hareket Tarzları
1.1	1	Patlayıcılar,ve sıvı sevk maddeleri	Parça tesirli şiddetli patlama	Personeli kurtarma çabası hariç müdahale edilmez. Yangının patlayıcılara sirayet etmediğinden emin olunursa, ekip komutanı kararıyla müdahale edilebilir. Personelin güvenliği tehlikedeysen, derhal uygun bir sütre gerisine geçilir.
1.2	2	Patlayıcılar	Parça tesirli kısmi patlama	Yangın patlayıcılara sirayet edinceye kadar veya ekip komutanı müdahalenin riskli olduğuna karar verinceye kadar müdahale edilir. Müdahale mümkün değilse yayılması önlenmeye çalışılır. Patlamalar olabilir, parça tesirine karşı önlem alınır.
1.3	3	Patlayıcılar	Şiddetli yangın	Patlayıcılar doğrudan yangına maruz kalmamışsa müdahale edilebilir
1.4	4	Patlayıcılar	Normal yangın	Bu yangınlarla mücadele edilir, küçük patlamalar olabilir ve kızgın parçalar fırlayabilir

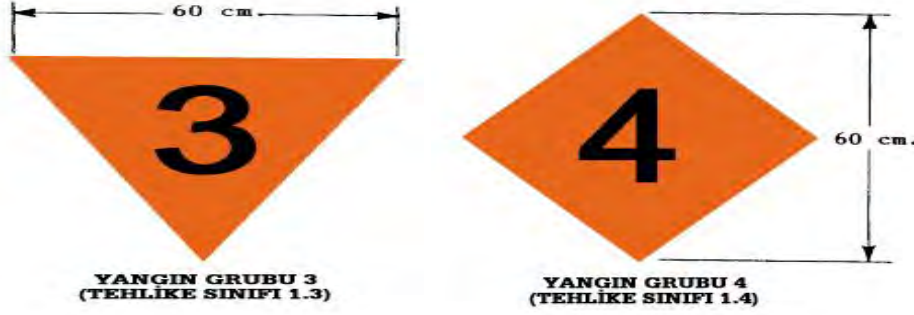
5.f-Yangın Gruplarına göre Patlayıcı depolanan ve üretilen binaların üzerine yangın grubunu gösterir levhalar asılması gerekmektedir.BM mevzuatında bu konuda önerilen tehlike işaretleri aşağıdadır.



**YANGIN GRUBU 1
(TEHLİKE SINIFI 1.1)**



**YANGIN GRUBU 2
(TEHLİKE SINIFI 1.2)**



5.g-Önerilen Yangın işaretleri Nato üyesi ülke silahlı kuvvetlerinde ve TSK da uygulanmaktadır. silahlı kuvvetler dışında patlayıcı kullanan ve üreten bina,tesis ve depolarda Uygulaması için mevzuat düzenlemesine ve eğitime ihtiyaç bulunmaktadır.

6.SONUÇ:

. “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” tanımı belirlenen A-B-C-D sınıfı yangın gruplarına ilave olarak Birleşmiş Milletler Standartlarında ve NATO uygulamalarında bulunan Patlayıcı lar için belirlenmiş 1-2-3-4 sınıfı yangın gruplarının ilave edilmesi uygun olacaktır.

Belirlenecek Patlayıcı yangın gruplarına göre ilgili tesis ve kurumlarda yeterli eğitimin verilmesinin faydalı olacaktır.

Ayrıca yangın araştırması son derece titizlikle yerine getirilmesi gereken disiplinler arası bir araştırma konusudur. Özellikle olay yeri inceleme uzmanlarına ayrıntılı olarak verilmesi gereken bir eğitimidir.

KAYNAKLAR;

Türk Dil Kurumu sözlüğü;

Kimya Terimleri Sözlüğü

Büyük Larousse Ansiklopedisi

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

Maddelerin ve karışımların Sınıflandırılması,etiketlenmesi ve Ambalajlanması hakkında yönetmelik

Tehlikeli maddelerin karayoluyla Taşınması hakkında Yönetmelik

Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin TÜZÜK- 87/12028

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik

Muhtemel patlayıcı ortamda kullanılan teçhizat ve koruyucu sistemler ile ilgili yönetmelik, (94/9/AT),30.12.2006

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği

BEGG Andy; Hazards in Emulsiyon Explosives Manufacture and Handling,2008

Ammunition and Explosives Safety Standards

Da Pam 385-64 Ammunition And Explosives Safety Standards,

Change 3 Manual Of Nato Safety Principles For The Hazard Classification Of Military Ammunition And Explosives,

Aastp-1 Manual Of Nato Safety Principles For The Storage Of Military Ammunition And Explosives

KİMYA TESİSLERİNDE TOZ PATLAMASINDAN KORUNMA

Onur Akgün / PULSE Mühendislik

onur@pulseld.com.tr

ÖZET

Her sistemde patlayıcı karışım kullanılmadığından, patlamaya karşı korumaya ihtiyaç duyulmaz. Yine de patlama uzmanlarının patlayıcı ortam oluşabilme ihtimali olan yerleri ve koşulları bilerek, tesislerde yapılan değişikliklerle patlama korumasına ihtiyaç olup olmadığını belirlemeleri gerekmektedir.

Toz ürünler ile çalışan tüm tesisler birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Ana bileşenler aynı olmasına karşın, farklı yerleşim gösterirler. Bunlara boşaltma istasyonları, konveyörler, elevatörler, elekler, kurutucular, değirmenler ve filtreler dâhildir. Bu bildiriye, bir tesisin her bir ögesini incelenecek ve ihtiyaç duyulan patlama güvenlik önlemleri belirtilecektir. Sonrasında bu öğelerin özel düzenlenişi ele alınacaktır.

Patlamaya karşı koruma önlemlerinin kaçınılmaz olduğu açıkça görülse bile, ayrıntılara bakmak mutlaka gereklidir. Örneğin; kurutucular, değirmenler ya da siklonlar arasındaki mesafelerdeki küçük değişikliklerle, boru hatlarındaki akıllıca yapılmış mühendislik ile decoupling sistemlerinin test edilen kurulum mesafeleri gibi özellikleri hesaba katarak maliyetten belirli oranda kazanç sağlanabilmektedir. Maliyet açısından etkili çözümler, tüm tesisin kapsamlı bir şekilde incelenmesi ile mümkün olabilir; bu süreç, parçalar arasındaki tüm etkileşimi ve üretim operasyonlarındaki spesifik düzenlemeleri kapsar. Elbette profesyonel patlamaya karşı korumanın bir fiyatı vardır, ancak profesyonel olmayan yetersiz korumanın maliyeti sadece parasal değildir. En kötü ihtimalde, insanlar bu ücreti hayatları ile ödemektedirler. Bu bildiriye belirli bir örnek kullanılarak, kapsamlı bir koruma konseptinin, her bir parçayı ayrı ayrı korumaya göre neden daha uygun maliyetli olduğu açıklanacaktır.

Anahtar kelimeler: toz patlaması, patlamadan korunma, proses güvenliği

ENDÜSTRİYEL KAZALARIN KÖK NEDENLERİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Sehms ÜNVERDİ¹, Saliha ÇETİNYOKUŞ²

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması, Ankara, Türkiye
e-posta: sehmsunverdi06@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Ankara, Türkiye
e-posta: salihakilicarslan@gazi.edu.tr

ÖZET

Sanayi kuruluşlarında endüstriyel kazaların önlenmesi, etkilerinin en aza indirilmesi ve etkin müdahalesi tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin olduğu gibi ülkemizin de öncelikli iş sağlığı ve güvenliği konuları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, endüstriyel kazaların kök nedenlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Endüstriyel kaza kök nedenlerine yönelik kriterler belirlenirken, ilk olarak hangi sektörde çalışma yapılacağına karar verilmiş ve “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” dikkate alınarak Altılı Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (NACE) kodlarından kimya sektöründe çalışma yapan 19.xx.xx – 22.xx.xx NACE kodlu iş yerleri seçilmiştir. Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK) istatistikleri kullanılarak seçilen iş yerlerinde 2015-2020 yılları arasında yaşanmış ölümlü ve uzuv kayıplı iş kazası verileri üzerinden Pareto analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, sektörde yaşanan kazaların %80’inini oluşturan ana kriterler, iş birliği olmaksızın yapılan hareket, gereksiz veya zamansız eylemler; denetim kaybı (tam veya kısmi) - el aleti (motorlu olsun veya olmasın)/makina/nesne(taşıyan, kullanılan); kayma, tökezleme, düşme, kişinin düşmesi- aynı düzeyde ve alt düzeyde; sıvı durumunda - sızma, kaçırma, akma, sıçrama, püskürme; gaz durumunda - buharlaşma, aerosol oluşum, gaz oluşumu; aracın kayma, düşme, çökmesi-aynı düzeyde veya yukarıdan kazazedenin üzerine; yangın, tutuşma; kırılma, patlama olarak belirlenmiştir. Bundan sonraki süreçte, endüstriyel kaza kök nedeni olabilecek diğer ana kriterler ve bunlara ait alt kriterlerin tespiti ilgili literatür araştırması, saha incelemeleri ve saha uzmanları görüşleri dikkate alınarak değerlendirilecek, çok kriterli karar verme yöntemi ile saha uygulamaları gerçekleştirilecektir. Çalışma sonuçlarının, mevzuata tabi sanayicilere rehberlik edeceği ve önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel kazalar, iş sağlığı ve güvenliği, Pareto analizi.

1. GİRİŞ

Endüstriyel tesisler tarafından üretilen ürünler hayatı kolaylaştırmasının yanında insan ve çevre sağlığına karşı büyük riskleri de içermektedir. Bu risklerin kontrolünde yaşanan zorluklar sonucunda, canlıların yaşamı ve çevre üzerinde kısa, orta ve uzun vadede olumsuz etkilerinin görüldüğü büyük endüstriyel kazalar meydana gelmiştir. Endüstriyel kazalar, her geçen gün artan sanayileşme ile birlikte sık sık gündeme gelmekte ve ancak meydana geldiği zaman hatırlanmaktadır. Sanayi tesislerinde bu tür kazaların önlenmesi, etkilerinin en aza indirilmesi ve kazaya müdahale yönünde tedbirlerin yetersiz olması tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin olduğu gibi ülkemizin de öncelikli iş sağlığı ve güvenliği konuları arasında yer almaktadır [1].

Endüstriyel kazalar, iş sağlığı ve güvenliği yanında, çevre sağlığı ile de ilgilidir. Bu sebeple gerek yetkili otoriteler gerekse sanayiciler açısından yerine getirilmesi gereken tüm yükümlülüklerin başarılı bir şekilde uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir. Modern endüstriyel üretim süreçleri, kimyasal madde kullanımını gerektirir. Kimyasal maddeler, tüketici mallarının yanı sıra, tarım, imalat, inşaat ve hizmet sektörlerinin de önemli üretim bileşenlerindedir. Bu maddelerin depolanması, kullanımı, üretimi, taşınması veya bertarafı sırasında oluşacak bir aksaklık sonucu meydana gelebilecek bir patlama, yangın veya yayılım, ağır tahribata yol açabilir. Tehlikeli kimyasalın özelliğine bağlı olarak olumsuz bir durumun insan ve çevre üzerine etkileri farklılık göstermektedir. Tehlikeli madde içeren, çok sayıda insanın sağlığını tehdit eden, doğal çevrenin kalıcı olarak veya uzun dönemli kirlenmesine neden olan ve yüksek derecede maddi hasar veren, geniş çaplı acil durum müdahalesi gerektiren yangın, patlama ve toksik yayılım olayları büyük endüstriyel kaza olarak sınıflandırılmaktadır.

Endüstriyel tesislerde meydana gelen kazalar geri dönülemez hasarlara yol açmaktadır. Bu nedenle kazaların kök nedenlerinin analiz edilmesi, kazaların tekerrürünün önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Kazaları, çözülmesi gereken bir problem, bir zorluk hali olarak ele alabiliriz. Bir problem genellikle farklı düzeylerde birden çok nedenin sonucudur. Bu yüzden, bir problemi çözmeye çalışırken; problemin nedenini (veya nedenlerini) belirlemeli ve bu nedenleri ortadan kaldırmanın ve tekrar etmesini engellemenin yolları bulunmalıdır. Nedenleri belirledikten sonra, onları ortadan kaldırmak genellikle çok daha kolay bir iştir.

İnsanoğlu, hayatı boyunca her alanda karar vermeyi gerektiren ve çoğu kez birden fazla kriteri içeren olaylar ve problemler ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu olay ve problemlerin çözümüne karar verilirken de genelde birden çok faktörün bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Karar verme aşamasında, alternatifler arasından seçim yapılırken dikkate alınan kriterlerin hepsinin alınan karar üzerindeki ağırlığı aynı değildir. Bu ağırlıklar çoğu kez karar vericiye göre değişebilmektedir. Bu nedenle, genellikle bu tür problemlerin kesin bir çözümü yoktur. Diğer bir deyişle, alternatif çözümlerden hiç birisi, belirlenen tüm kriterlere göre en iyi çözüm değildir. Birden fazla kriter dikkate alınarak, alternatifler arasından en uygun olanın seçilmesi ya da alternatifleri sıralama problemleri çok kriterli problemler olarak adlandırılmaktadır. Kişisel seçim problemlerinden, ekonomik, endüstriyel, finansal, politik karar problemlerine kadar geniş bir yelpazede somut ve soyut ölçütlere veya niteliklere göre karar verirken en iyisini seçmek ve birden fazla kriterin bulunduğu durumlarda karar verilmesini sağlamak için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmasında endüstriyel kazaların en çok gerçekleştiği sektörler: kimya sanayi (petrokimya hariç); taşıma ve depolama; imalat sanayi; petrokimya; metal işlenmesi; enerji üretimi, temini ve dağıtımı; su, atık su, atık yönetimi; tarım ve madencilik olarak görülmüştür [2]. Ayrıca HSE tarafından kaza sıklıklarının hesaplandığı bir başka çalışmada kimyasal üretim yapan sektörlerde kaza sıklığının en yüksek

olduğu ortaya koyulmuştur [2]. Lees tarafından 1996 yapılan bir çalışmada ise kimya endüstrisinde kazaya sebep olan temel faktörler: ekipman hatası; operasyonel hata; yetersiz malzeme değerlendirmesi; kimyasal proses problemleri; malzeme hareketi esnasındaki problemler; etkisiz kayıp önleme programı; tesis içi problemler; yetersiz tesis yerleşimi; kullanım şartına uymayan yapılar şeklinde açıklanmıştır [3].

Bu çalışmada, “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” dikkate alınarak Altılı Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (NACE) kodlarından kimya sektöründe çalışma yapan 19.xx.xx – 22.xx.xx NACE kodlu iş yerleri belirlenmiştir [4]. Ardından, bu iş yerlerinde Sosyal Güvenlik Kurumu(SGK) istatistikleri kullanılarak, 2015-2020 yılları arasında yaşanmış ölümlü ve uzuv kayıplı iş kazası verileri üzerinden Pareto analizi gerçekleştirilmiştir [5].

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Pareto Analizi

Pareto Analizi İtalyan Vilfredo Pareto (1848-1923) tarafından geliştirilmiştir. Ünlü bir iktisatçı ve aynı zamanda sosyolog olan Pareto; daha sonraları kendi adıyla anılmaya başlanacak olan prensibini ilk defa ekonomik içerikli olarak ortaya koymuştur. Pareto, işletmelerde çeşitli araştırmalar gerçekleştirmiş ve problemlerin büyük çoğunluğunun genellikle birbiri ile bağlantılı az sayıda ancak baskın nedenlerden kaynaklandığını ifade etmiştir [6].

Normal bir Pareto dağılımında sebeplerin en önemli kısmını oluşturan %20’si performansın %80’ini, sonra gelen %30’u performansın %15’ini ve geri kalan %50’si ise performansın sadece %5’ini kapsamaktadır. Bir başka deyişle maliyetin yaklaşık %80’inin çalışanların sadece %20’sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık %80’inin nüfusun %20’sinin elinde olduğu gibi durumlar da bu konuya birer örnektir. Bu oranlar sebebiyle literatürde “80-20 Kuralı” olarak da adlandırılan Pareto analizine göre, “problemlerin %80’lik kısmına %20’lik aktivitenin neden olması ve bu önemli %20’lik kısmın üzerinde yoğunlaşılması gerektiği” sonucuna varılmaktadır. Bir başka ifade ile “görünen çoğunluk, etkili azınlık” felsefesini temsil etmektedir [6].

2.2. Kaza Sebeplerinin Analizi

Çalışmada “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” dikkate alınarak Altılı Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (NACE) kodlarından kimya sektöründe çalışma yapan 19.xx.xx – 22.xx.xx NACE kodlu iş yerleri seçilmiştir. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleri kullanılarak seçilen iş yerlerinde 2015-2020 yılları arasında yaşanmış ölümlü ve uzuv kayıplı iş kazası verileri dikkate alınmıştır. Kazalar beyan edilen sebepler bazında Avrupa İş Kazaları İstatistikleri (European Statistics on Accidents at Work) - ESAW metodolojisine göre gruplandırılmış, gruplandırma yapılırken diğer sapma kodunda yer alan kazalar dikkate alınmamıştır (kod 99). Kaza sebepleri Pareto Analizi yöntemi ile değerlendirilmiş ve %80’lik kısım belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

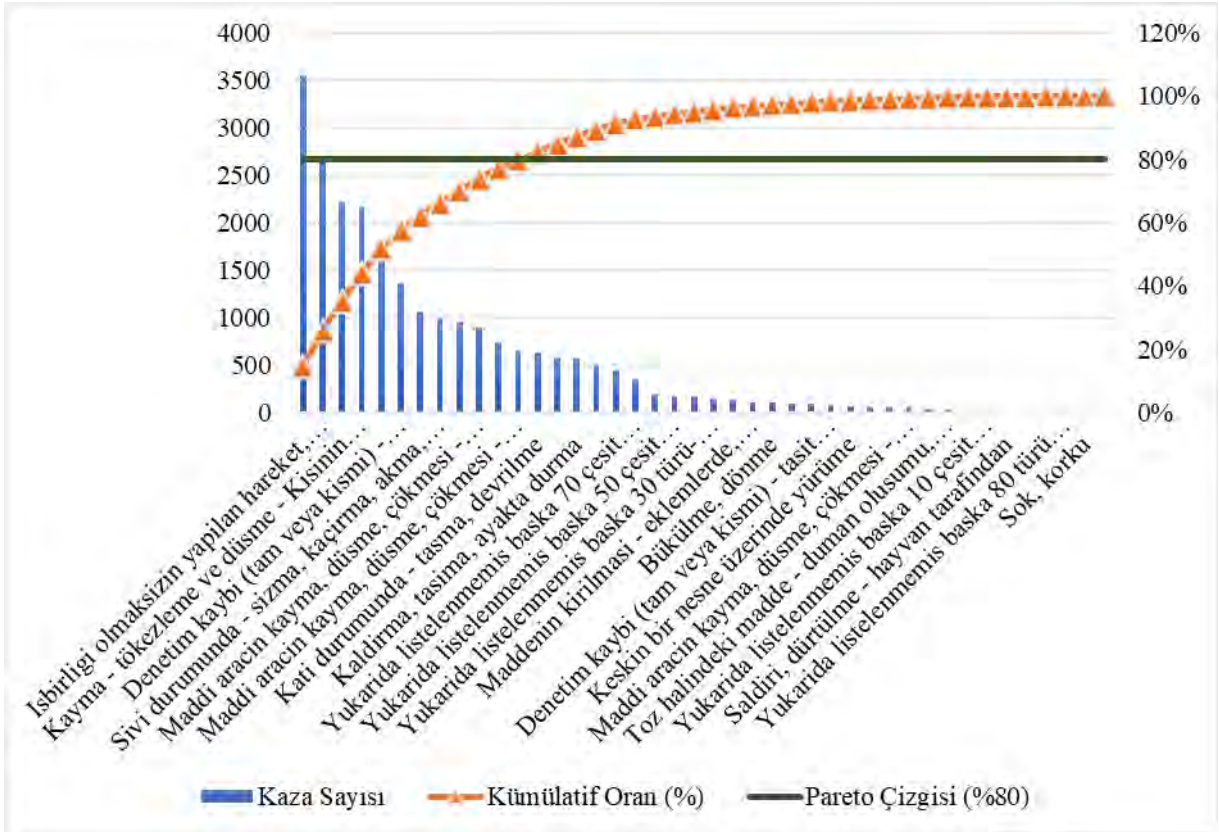
İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği dikkate alınarak kimya sektöründe çalışma yapan 19.xx.xx – 22.xx.xx NACE kodlu iş yerlerinde yaşanmış ölümlü ve uzuv kayıplı iş kazası verileri 2015-2020 yılları arasındaki SGK istatistikleri kullanılarak Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Kaza Sebep Tablosu

ESAW Kodu	Kaza Sebepleri	Kaza Sayısı	Kümülatif Toplam	Kümülatif Oran (%)
64	İşbirliği olmaksızın yapılan hareket, gereksiz veya zamansız eylemler	3550	3550	15%
43	Denetim kaybı (tam veya kısmi)- el aleti (motorlu olsun veya olmasın) veya alet tarafından kullanılan maddi aracın	2696	6246	26%
52	Kayma- tökezleme ve düşme- Kişinin düşmesi- aynı düzeyde	2223	8469	35%
41	Denetim kaybı (tam veya kısmi)- makine (istenmeyen başlama da dahil olmak üzere) veya maddi araç	2163	10632	44%
44	Denetim kaybı (tam veya kısmi)- nesnenin (taşınan, oynatılan, kullanılan, vb.)	1802	12434	52%
51	Kişinin düşmesi- alt düzeyde	1361	13795	58%
22	Sivil durumunda- sızma, kaçırma, akma, sıçrama, püskürme	1069	14864	62%
23	Gaz durumunda- buharlaşma, aerosol oluşum, gaz oluşumu	991	15855	66%
33	Maddi aracın kayma, düşme, çökmesi- yukarıdan (kazazedinin üstüne düşerek)	962	16817	70%
14	Yangın, tutuşma	908	17725	74%
35	Maddi aracın kayma, düşme, çökmesi- aynı düzeyde	744	18469	77%
32	Kırılma, patlama- kıymık oluşumu (tahta, cam, metal, tas, plastik, diğerleri)	657	19126	80%
21	Kati durumunda - tasma, devrilme	633	19759	82%
63	Kapılma veya götürülme- bir şey veya ivme tarafından	583	20342	85%
71	Kaldırma, taşıma, ayakta durma	570	20912	87%
72	İtme, çekme	497	21409	89%
79	Yukarıda listelenmemiş başka 70 çeşit Sapma	454	21863	91%
49	Yukarıda listelenmemiş başka 40 çeşit Sapma	357	22220	93%
59	Yukarıda listelenmemiş başka 50 çeşit Sapma	191	22411	94%
75	Çiğnenmek, bacak veya bilek bükülmesi, düşmeden kaymak	180	22591	94%
39	Yukarıda listelenmemiş başka 30 türü-çeşit Sapma	176	22767	95%
69	Yukarıda listelenmemiş başka 60 çeşit Sapma	153	22920	96%
31	Maddenin kırılması- eklemlerde, birleşme noktalarında	144	23064	96%
62	Diz çökme, oturma, yaslanma	107	23171	97%
74	Bükülme, dönme	106	23277	97%
29	Yukarıda listelenmemiş başka 20 çeşit Sapma	104	23381	98%
42	Denetim kaybı (tam veya kısmi)- taşıt aracı veya ekipman kullanımının (motorlu olsun veya olmasın)	96	23477	98%
73	Aşağı bırakma, eğilme	84	23561	98%
61	Keskin bir nesne üzerinde yürüme	65	23626	99%
12	Elektrik sorunu- doğrudan temasa yol açan	59	23685	99%
34	Maddi aracın kayma, düşme, çökmesi- aşağıdan (kazazedeyi aşağı çekerek)	53	23738	99%
11	Elektrik arızası nedeniyle elektrik sorunu- doğrudan temasa yol açan	51	23789	99%
24	Toz halindeki madde- duman oluşumu, havadaki/yayılmış toz ve zerrecikleri	44	23833	99%
82	Vahşet, saldırı, tehdit- işverenin otoritesine tabi olan şirket çalışanları arasında	36	23869	100%

19	Yukarıda listelenmemiş başka 10 çeşit Sapma	21	23890	100%
13	Patlama	17	23907	100%
84	Saldırı, dürtülme- hayvan tarafından	11	23918	100%
45	Denetim kaybı (tam veya kısmi)- hayvanın	9	23927	100%
89	Yukarıda listelenmemiş başka 80 türü çeşit Sapma	9	23936	100%
83	Vahşet, saldırı, tehdit- islerini yapmakta olan kazazedeye yönelik şirket dışındaki kişiler tarafından (banka soygunu, otobüs şoförleri, vb.)	7	23943	100%
81	Sok, korku	6	23949	100%
85	Üçüncü bir kimsenin veya kişinin kendisinin, kendine ve başkasına da tehlike yaratması	5	23954	100%
99	Bu sınıflandırmada listelenmemiş başka Sapma	9367	33321	
Genel Toplam			33321	

Çizelge 1’de yer alan verilere göre “işbirliği olmaksızın yapılan hareket, gereksiz veya zamansız eylemler” kaza sebebinin 33321 adet ölümlü ve uzuv kayıplı iş kazasının %15’lik kısmını (3.550) oluşturduğu görülmektedir. İncelenen istatistiklerde herhangi bir kaza sebebi girilmemiş (diğer) kaza nedenlerinin ise 9367 adet olduğu görülmektedir. Çizelge 1’deki veriler üzerinden Pareto analizi yapılarak kaza sebepleri analiz edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kaza Sebeplerinin Analizi

Şekil 1’ den, sektörde yaşanan kazaların %80’inini oluşturan ana kriterler, iş birliği olmaksızın yapılan hareket, gereksiz veya zamansız eylemler; denetim kaybı (tam veya kısmi) - el aleti (motorlu olsun veya olmasın)/makina/nesne(taşınan, kullanılan); kayma, tökezleme, düşme, kişinin düşmesi- aynı düzeyde ve alt düzeyde; sıvı durumunda - sızma, kaçıma,

akma, sıçrama, püskürme; gaz durumunda - buharlaşma, aerosol oluşum, gaz oluşumu; aracın kayma, düşme, çökmesi-aynı düzeyde veya yukarıdan kazazedinin üzerine; yangın, tutuşma; kırılma, patlama olarak belirlenmiştir. Bir başka deyişle kaza sebeplerinin yaklaşık %20'si sektörde yaşanan kazaların %80'ini oluşturmaktadır.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, 2015-2020 yılları arasında kimya sektöründe gerçekleşen kazaların ana sebepleri Pareto analizi ile kabaca belirlenmiştir. Bundan sonraki süreçte, endüstriyel kaza kök nedeni olabilecek ana kriterler ve bunlara ait alt kriterler daha hassas olarak tespit edilecek, saha incelemeleri gerçekleştirilecektir. Belirlenen kriterler saha uzmanlarının görüşleri dikkate alınarak değerlendirilecek, seçilecek çok kriterli karar verme yöntemi ile analiz edilecektir. Çalışma sonuçlarının, mevzuata tabi sanayicilere rehberlik edeceği ve önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (BEKRA) İşletmeciler İçin Rehber, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <https://ced.csb.gov.tr/buyuk-endustriyel-kaza-risklerinin-azaltilmasi-bekra-isletmeciler-icin-rehber-i-82690>
- [2] Doğan, B., *Büyük Endüstriyel Tesislerde Kaza Risklerinin ve Kök Nedenlerin Tespiti: Atmosferik Distilasyon Kolonu Örneği*, Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara, 2015
- [3] Lees, F. P., (1996), *Loss Prevention in the Process Industries*, (2nd ed.), Boston: MA:Buterworth-Heinemann.
- [4] ÇSGB, *İş Sağlığı Ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği*, Resmî Gazete Tarihi: 26.12.2012 Resmî Gazete Sayısı: 28509, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>
- [5] SGK İstatistik Yıllıkları (2015-2020), http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari
- [6] Özgüvenç, D. (2011). *Kalite problemlerinin sınıflandırılmasında çok kriterli Pareto Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

HİPOTETİK SENARYOLAR ÜZERİNDEN DOĞAL GAZIN ALOHA YAZILIMI İLE SONUÇ ANALİZİ

Beyza ŞAHİN¹, Saliha ÇETİNYOKUŞ²

¹Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
e-posta: beyza.sahin1@gazi.edu.tr

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
e-posta: salihakilcarslan@gazi.edu.tr

ÖZET

Endüstriyel kazalar, kapsamlı acil durum müdahalesi gerektiren; insan sağlığına ve çevreye büyük zararlar verebilen tehlikeli madde özelinde gerçekleşen kazalardır. Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik (Mart, 2019)'te tehlikeli maddelerin kuruluş sınırları dışında bir boru hattıyla taşınması kapsam dışıdır. Ancak, yüksek miktarlarda tehlikeli maddeyi çok sayıda yerleşim yeri içerisinde transfer eden boru hatlarındaki endüstriyel kaza riskleri son derece önemlidir. Bu çalışmada, Doğu Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı'nda olası doğal gaz salınımlarının hipotetik senaryolar üzerinden ALOHA Yazılımı ile sonuç analizi amaçlanmıştır. Boru hattının ülkemiz kısmına ait bazı özellikleri, boru çapı:56", boru hattı uzunluğu:1789km, boru hattının geçtiği il sayısı 17 olarak verilebilir. Terör eylemlerine bağlı geçmişte yaşanan olaylar dikkate alınarak, Ağrı ilinde modelleme yapılmasına karar verilmiş, muhtemel yangın, patlama ve toksik yayılım etki mesafesi ve alanları belirlenmiştir. Terör eylemleri ilgili Yönetmeliğe ait Büyük Kazalarla İlgili Hazırlanacak Büyük Kaza Senaryo Dokümanı Tebliği(Haziran, 2020)/EK-2 harici tehlikelerin tanımlanmasında, işletmeci tarafından öngörülen diğer hususlar başlığı altında değerlendirilebilir. Modelleme çalışmaları yaz ve kış koşullarını temsilen iki temel atmosferik koşulda (Temmuz ve Aralık) gerçekleştirilmiştir. Farklı kaçak delik alanlarında (2 cm², 30 cm²,100 cm²); doğal gazın yanmadan salınımı ve yanarak jet yangını oluşturduğudurumlar için senaryolar oluşturulmuştur. En geniş etki mesafeleri Aralık ayında doğal gazın yanmadan salınımı sonucu yanabilir buhar bulutu alanları olarak belirlenmiştir. Boru hattı üzerinde sızıntı delik alanının artması ile etki mesafelerinin arttığı görülmüştür. 100 cm² sızıntı delik alanında yanabilir buhar bulutu alanı etki mesafeleri kırmızı ve sarı bölgeler için sırasıyla 972 m (>30000 ppm-%60 LEL), 2600 m (>5000 ppm-%10 LEL) olarak elde edilmiştir. Boru hatlarının önemli endüstriyel kaza riski ve özellikle bu hatlara yönelik potansiyel terör eylemlerinin dikkate alınması gerekliliği ile acil durumlara etkin müdahale için sonuç analizi modelleme çalışmalarının önemi bir kez daha gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler:ALOHA Yazılımı,Doğal Gaz Boru Hattı, Endüstriyel Kazalar, Fiziksel Etki Modelleme, Sonuç Analizi.

1. GİRİŞ

Bir ülkenin endüstriyel olarak gelişimi, yeni fabrikaların ve tesislerin inşası, yeniteknolojik süreçlerin başlatılması, çeşitli sanayi dallarının ihtiyaçları için kimyasalların taşınması ve depolanması anlamına gelir. Bu gelişmelerle birlikte sıklıkla çeşitli endüstriyel kimyasal kazalar meydana gelir ve sonucunda dünya, tehlikeli maddelerin çevreye salınmasının kurbanı olur. 1970'li yıllarda ve sonrasında meydana gelen büyük endüstriyel kazalar benzer kazaların önlenmesini ve kontrolünü amaçlayan çok sayıda yasal düzenlemelerin önünü açmıştır. Bu endüstriyel kazaların maddi ve manevi olumsuz sonuçlarını azaltmak mümkünse önlemek için kazaların fiziksel etkileri olan yangınlar, patlamalar ve zehirli madde yayılımlarını tahmin etmek ve tehlike bölgelerinin saptanması önem arz etmektedir. Fiziksel etki alanları yazılımlar üzerinden kolaylıkla belirlenebilmektedir.

ALOHA, ücretsiz ve kullanımı kolay, çok sayıda kimyasal kaza senaryoları üzerinden modelleyebilen bir yazılımdır. Literatürde farklı kimyasallar için bu yazılımın kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Nikita ve diğerleri (2020) tarafından yürütülen çalışmada, tanktan NH₃ sızıntısının etkileri araştırılmıştır. Kırmızı bölge için 18m, turuncu bölge için 55m ve sarı bölge için 129m tehlike mesafeleri belirlenmiştir[1]. Sonibare ve Adeniran (2019) tarafından Nijerya'da yer alan ev ürünleri imalat şirketinde 1 ton klorun salınımının yarattığı tehlike alanları modellenmiştir; sarı tehlike bölgesi 2000 – 2500 m, turuncu tehlike bölgesi 966 – 1300 m ve kırmızı tehlike bölgesi ise 289 - 382 m olarak belirlenmiştir[2]. Lamovec (2019) tarafından, Sırbistan Cumhuriyeti topraklarındaki 2009'da yaşanmış hidroklorik asit sızıntısının verileri üzerinden modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Kış koşullarında en yüksek riske sahip bölgenin etki mesafesi 23m olarak belirlenmiştir[3]. Yang ve diğerleri (2019) tarafından, ALOHA yazılımı ile propilen depolama tankının oluşturabileceği risklerin ve tehlike alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön tehlike analizleri ile zehirlenme ve buhar bulutu patlama kazalarının modellenmesine karar verilmiş, 199m'ye kadar ölümcül toksik etkiler belirlenmiştir[4]. Olgun (2019) tarafından, toluen tankında oluşan buhar bulutu patlaması sonucunda, şarapnel etkisiyle fırlayan tank kapağının, içerisinde toluen di izosiyanat bulunan başka bir tanka çarpmasıyla, toluen di izosiyanatın ne oranda ve ne kadar alana yayılacağı modellenmiştir. Kırmızı bölge etki mesafesi 18m olarak elde edilmiştir[5]. Ramli ve diğerleri (2018) tarafından, Malezya Yarımadası'nda yer alan kimya tesisinde sülfürik asit salınımı modellenmiştir. 9,7km mesafede zehirli gaz salınımları belirlenmiştir[6]. Brzozowska (2016) tarafından, klor taşıyan bir tankerin trafik kazası sonucu oluşturduğu tehlike alanının modellenmesiyle farklı rüzgâr yönü senaryoları üzerinden 10 tonluk klor yayılımının, 2 km²' den fazla mesafede ve 5000 insanı öldürebileceği gösterilmiştir[7]. Norhamimi ve diğerleri (2015) tarafından, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak gaz borularında atmosferik koşullar ve topoğrafya da dikkate alınarak Malezya'da metan salınımı için modellemeler yapılmıştır. Yaklaşık 90m mesafe için ölümcül etkiler belirlenmiştir[8]. Inanloo ve Tansel (2015) tarafından, ABD'de amonyağın taşınması sırasında oluşabilecek kazalar modellenmiştir. 2 ton amonyak salınımı için 90m' de şarapnel etkiler belirlenmiştir[9]. Anjana ve diğerleri (2015) tarafından, kazara LPG salınımının modellenmesi yapılmıştır. Kimyasalın konsantrasyonunun sızıntı kaynağından 250 m'ye kadar çok yüksek olduğu gösterilmiştir[10].

Bu çalışmada, Ağrı' da bulunan doğal gaz boru hattı için ALOHA yazılımı kullanılarak sonuç analizi yürütülmüştür. Gömülü doğal gaz boru hatları, çok sayıda tehdit türü nedeniyle riske açıktır. Doğal gazın boru hattından salınımının olası fiziksel etkileri (yangın, patlama ve toksik yayılım) farklı sızıntı delik alanları ile Aralık ve Temmuz aylarındaki atmosferik koşullar için farklı kaza senaryoları üzerinden modellenmiştir. Kaza senaryolarında sızıntı

sonucu jet yangını oluşumu ve sızıntı sonucu yangın olmaması durumları dikkate alınmış ve çalışma bu doğrultuda ilerletilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Doğu Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı'nda olası doğal gaz salınımlarının hipotetik senaryolar üzerinden ALOHA Yazılımı ile sonuç analizi yapılmıştır. Boru hattının ülkemiz kısmına ait bazı özellikleri, boru çapı:56", boru hattı uzunluğu:1789 km'dir bulunmuştur. 31 Mart 2020 tarihinde Ağrı'nın Doğubayazıt ilçesinde gerçekleşen terör eylemi dikkate alınarak, Ağrı ilinde modelleme yapılmasına karar verilmiş, muhtemel yangın, patlama ve toksik yayılım etki mesafesi ve alanları belirlenmiştir. Modelleme çalışmaları yaz ve kış koşullarını temsilen Temmuz ve Aralık'ta olmak üzere iki temel atmosferik koşulda gerçekleştirilmiştir. 2cm², 30cm² ve 100cm² sızıntı delik alanlarında; doğal gazın yanmadan salınımı ve yanarak jet yangını oluşturduğu durumlar için senaryolar oluşturularak modelleme yapılmıştır.

2.1. Modelleme Çalışmalarına Ön Hazırlık

2.1.1. Metan'ın Tehlike Özellikleri

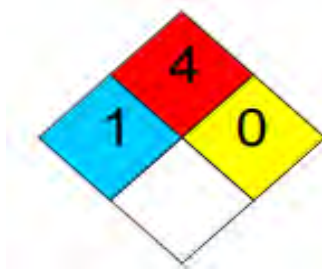
Metan'a ait önemli fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Metan'ın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri [11]

Fiziksel Hal	Gaz
Moleküler Kütle	16,05 g/mol
Renk	Renksiz
Koku	Kokusuz
Erime Noktası	-187,6 °C
Kaynama Noktası	-161,48 °C
Kritik Sıcaklık	-82,45 °C
Parlama Noktası	Kapalı kapta: -104°C
Kendi Kendine Tutuşma Sıcaklığı	537 °C
Bağıl Gaz Yoğunluğu	0,6
Patlayıcı Sınırlar	5-14 %

Bu ürün veya içerikte maddelerinin reaktivitesiyle ilgili hiçbir özel test verisi mevcut değildir.

Normal koşullarda kararlıdır.Normal saklama ve kullanma koşulları altında, tehlikeli reaksiyonlar meydana gelmeyecektir. Kimyasal sağlık, yanabilirlik ve reaktivite bakımından derecelendirmiş ve tehlike elması Şekil 1' de sunulmuştur.



Şekil 1. Metanın Tehlike Elması[11]

Yanabilirlik etkisinin çok şiddetli olduğu görülmektedir.

2.1.2.Doğal Gaz Boru Hatlarının Özellikleri

Yıllık 10 milyar m³ İran doğal gazının boru hattı ile Türkiye'ye arzı amacıyla 8 Ağustos 1996 tarihinde İran ile Türkiye arasında Tahran'da Doğal Gaz Alım-Satım Anlaşması imzalanmıştır. Bu kapsamda inşa edilen, yaklaşık 1491 km uzunluğunda, çapı 48" ve 16" arasında değişen Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı, Doğubayazıt'tan başlayıp, Erzurum, Sivas ve Kayseri üzerinden Ankara'ya uzanmakta, bir branşman da Kayseri, Konya üzerinden Seydişehir'e ulaşmaktadır. Doğu Anadolu doğal gaz iletim hattının Türkiye kısmına ait veriler Çizelge 2' de, Ağrı'daki doğal gaz boru hattının geçtiği yerleşim yerleri Çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 2. Doğu Anadolu Doğal Gaz İletim Hattının Türkiye Kısmına Ait Veriler [12]

Boru Hattının Geçtiği İl Sayısı	17
Boru Çapı	Karada 56"
Hat Uzunluğu	Toplam 1789 km
Hattın Türkiye Girişi	Doğubayazıt, Gürbulak/Ağrı
Hattın Türkiye Çıkışı	İpsala/Edirne

Çizelge 3. Ağrı'daki Doğal Gaz Boru Hattının Geçtiği Yerleşim Yerleri[13]

İL	İLÇE	KÖY SAYISI	KM	
AĞRI		Doğubayazıt	21	63
		Diyadin	7	19
		Taşlıçay	10	22
		Merkez	15	39
		Eleşkirt	19	59

2.2. Modelleme Çalışmaları

Konum ve Kimyasal Seçimi

Modelleme çalışmaları; doğal gaz boru hattındaki doğal gazın farklı kaza senaryoları sonucunda fiziksel etki alanını hesaplamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. ALOHA Yazılımı çoğu karışımın modellemesini gerçekleştirmediği için doğal gazın en yüksek bileşeni metan (% 93) üzerinden çalışılmıştır. Ağrı'nın geçmişte terör saldırıları gerçekleşen Doğubayazıt ilçesindeki Gürbulak köyünde kaza senaryolarının gerçekleştiği varsayılarak çalışmalar yürütülmüştür.

Atmosferik Koşullar

Modelleme çalışmaları yaz ve kış koşullarını temsilen iki temel atmosferik koşulda gerçekleştirilmiştir. Yaz koşulları için Temmuz ayı, kış koşulları için Aralık ayına ait ortalama meteorolojik değerler kullanılmıştır. Ağrı ilimizin Temmuz ayına ait atmosferik koşulları Çizelge 4'te, Ağrı'da Aralık Ayına Ait Atmosferik Koşullar Çizelge 5' te sunulmuştur.

Çizelge 4. Ağrı'da Temmuz Ayına Ait Atmosferik Koşullar[14]**Koşul**

Hava sıcaklığı : 21.2 °C

Rüzgâr hızı: 2.2 metre/saniye

Rüzgâr yönü : Kuzey Doğu

Hava kapalılığı: Kısmen Bulutlu

Bağıl Nem : % 50

Yüzey pürüzlülüğü : Kırsal Alan

Atmosferik kararlılık sınıfı : E

Rakım: 1517 metre

Çizelge 5. Ağrı'da Aralık Ayına Ait Atmosferik Koşullar[14]**Koşul**

Hava sıcaklığı : -6.4°C

Rüzgâr hızı : 1.3 metre/saniye

Rüzgâr yönü : Kuzey Batı

Hava kapalılığı : Kısmen Bulutlu

Bağıl Nem : % 73

Yüzey pürüzlülüğü : Kırsal Alan

Atmosferik kararlılık sınıfı : E

Rakım : 1517 metre

Hava kapalılığı, parçalı bulutlu seçilmiştir. Ortam pürüzlülüğü etrafta sıkışık yapıların olmadığı kırsal alan olarak seçilmiş ve etki mesafelerinin insan seviyesinde belirlenmesine yönelik seçim yapılmıştır.

Kimyasal Kaynak ve Senaryo Seçimi

Modelleme çalışmaları, metanın Temmuz ve Aralık ayındaki farklı sızıntı delik alanlarından; yanmadan salınımı ve yanması ile jet yangını oluşumu için dört farklı hipotetik senaryo üzerinden yürütülmüştür.

Senaryo (1): Temmuz'da, Sızıntı Sonucunda Yangın Yok

Senaryo (1.a): Sızıntı delik alanı 2 cm²

Senaryo (1.b): Sızıntı delik alanı 30 cm²

Senaryo (1.c): Sızıntı delik alanı 100 cm²

Senaryo (2): Temmuz'da, Sızıntı Sonucunda Jet yangını

Senaryo (2.a): Sızıntı delik alanı 2 cm²
 Senaryo (2.b): Sızıntı delik alanı 30 cm²
 Senaryo (2.c): Sızıntı delik alanı 100 cm²

Senaryo (3): Aralık'ta, Sızıntı Sonucunda Yangın Yok
 Senaryo (3.a): Sızıntı delik alanı 2 cm²
 Senaryo (3.b): Sızıntı delik alanı 30 cm²
 Senaryo (3.c): Sızıntı delik alanı 100 cm²

Senaryo (4): Aralık'ta, Sızıntı Sonucunda Jet yangını
 Senaryo (4.a): Sızıntı delik alanı 2 cm²
 Senaryo (4.b): Sızıntı delik alanı 30 cm²
 Senaryo (4.c): Sızıntı delik alanı 100 cm²

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğu Anadolu doğal gaz boru hattında Ağrı'da gerçekleşen bir kaza sonrası meydana gelebilecek patlama, yangın ve toksik yayılım fiziksel etki alanlarının 4 hipotetik senaryo üzerinden modelleme çalışmaları yürütülmüştür ve olası etkileri değerlendirilmiştir. Temmuz ayı koşulları için Senaryo (1) kapsamında belirlenen etki mesafeleri Çizelge 6' sunulmuştur.

Çizelge 6. Temmuz Ayı Koşullarında Gerçekleştirilen Model Çalışmaları Sonucu Belirlenen Etki Mesafeleri (Senaryo 1)

Senaryolar	Etki Mesafeleri	Kırmızı Tehlike Bölgesi	Turuncu Tehlike Bölgesi	Sarı Tehlike Bölgesi
Senaryo (1.a)	Buhar Bulutu Toksik Alan	21 m	28 m	52 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”, Delik Alanı 2 cm ² , Temmuz	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	108 m	-	273 m
	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	80 m
Senaryo (1.b)	Buhar Bulutu Toksik Alan	79 m	105 m	200 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”, Delik Alanı 30 cm ² , Temmuz	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	429 m	-	1200 m
	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	262 m
Senaryo (1.c)	Buhar Bulutu Toksik Alan	143 m	190 m	368 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”, Delik Alanı 100 cm ² , Temmuz	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	809 m	-	2200 m
	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	483 m

En geniş etkiler 100cm² delik alanında buhar bulutu yanabilir alanı için belirlenmiştir.

Temmuz ayında sızıntı sonucunda jet yangını oluşması durumunda (Senaryo 2) sızıntı delik alanı değiştirilerek elde edilen model çalışmalarının sonuçları Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge 7. Temmuz Ayı Koşullarında Gerçekleştirilen Model Çalışmaları Sonucu Belirlenen Etki Mesafeleri (Senaryo 2)

Senaryolar	Etki Mesafeleri	Kırmızı Tehlike Bölgesi	Turuncu Tehlike Bölgesi	Sarı Tehlike Bölgesi
Senaryo (2.a) “Sızıntı Sonucu Jet Yangını” Delik Alanı 2 cm ² ,Temmuz	Termal Radyasyon Etki Alanı	10 m’ den az	11 m	17 m
Senaryo (2.b) “Sızıntı Sonucu Jet Yangını” Delik Alanı 30 cm ² ,Temmuz	Termal Radyasyon Etki Alanı	28 m	40 m	62 m
Senaryo (2.c) “Sızıntı Sonucu Jet Yangını” Delik Alanı 100 cm ² ,Temmuz	Termal Radyasyon Etki Alanı	51 m	71 m	110 m

Çizelge 7’dekırmızı, turuncu ve sarı tehlike bölgeleri incelendiğinde en uzun etki mesafeleri 100 cm² sızıntı alanı olduğunda bulunmuştur. Sızıntı delik alanının azalmasıyla termal radyasyonun yarattığı etki mesafeleri de azalmıştır. Kırmızı tehlike bölgesindeki 60s potansiyel olarak ölümcül olabilmektedir. Turuncu bölgede yer alan kişiler 2. derece yanıklar yaşayabilmektedir ve sarı tehlike bölgesindeki canlılar termal radyasyona maruz kaldıktan sonra 60s içinde ağırlar yaşayabilmektedir.En tehlikeli olası kaza senaryosunun100 cm² lik jet yangını sonucunda oluşan termal radyasyon etki alanı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve etki mesafesi Senaryo (2.c) için Google Earth ile işlenmiştir. (Şekil 2)



Şekil 2. Senaryo (2.c) Model Çıktısına Ait Google Earth Görüntüsü

Doğal gaz boru hattı Ağrı, Doğubayazıt ilçesinden geçtiği varsayılarak modelleme çalışması yapılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi boru hattının geçtiği yerde yerleşim alanları bulunmaktadır. Olası bir kazada canlıların üzerindeki etkisi sözkonusudur. Acil durum planlarında bu etkiyi ortadan kaldırmak ya da minimuma indirmek önem arz etmektedir. Gerekli kontrollerin eksiksiz, anında yapılması ve olası bir doğal gaz kaçağı yaşanırsa erken önlem almak için sensörlerin bulundurulması gerekir. Doğal gaz boru hattı gömülü olduğu için izinsiz kazı yapılamayacağı, kazı yapılmasının tehlikeli olduğuna dair uyarı levhalarının bulunması gerekmektedir. Tüm tehlike bölgelerinde termal radyasyondan etkilenecek

konutlarınher birinde en az 4 kişi yaşadığı varsayılmıştır ve olası kaza senaryosu ile etkilenebilecek kişi sayısı tahmin edilmiştir. Kırmızı tehlike bölgesindeki yaklaşık 8 kişinin termal radyasyon sonucunda hayatlarını kaybedebileceği, turuncu tehlike bölgesinde yer alan yaklaşık 4 kişinin termal radyasyon sonucunda vücutlarında ikinci dereceden yanıklar oluşabileceği, sarı tehlike bölgesinde yaklaşık 28 kişinin termal radyasyon sonucunda ağrılar yaşayabileceği yürütülen hipotetik senaryo ile tahmin edilmiştir. Aralık ayı koşullarında Senaryo (3) kapsamında belirlenen etki mesafeleri Çizelge 8’ de verilmiştir.

Çizelge 8. Aralık Ayı Koşullarında Gerçekleştirilen Model Çalışmaları Sonucu Belirlenen Etki Mesafeleri (Senaryo 3)

Senaryolar	Etki Mesafeleri	Kırmızı Tehlike Bölgesi	Turuncu Tehlike Bölgesi	Sarı Tehlike Bölgesi
Senaryo (3.a)	Buhar Bulutu Toksik Alan	26 m	34 m	64 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	135 m	-	342 m
Delik Alanı 2 cm ² , Aralık	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	100 m
Senaryo (3.b)	Buhar Bulutu Toksik Alan	98 m	130 m	250 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	541 m	-	1500 m
Delik Alanı 30 cm ² , Aralık	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	331 m
Senaryo (3.c)	Buhar Bulutu Toksik Alan	179 m	238 m	460 m
“Sızıntı Sonucu Yangın Yok”	Buhar Bulutu Yanabilir Alan	972 m	-	2600 m
Delik Alanı 100 cm ² , Aralık	Buhar Bulutu Patlama Alanı	-	-	580 m

En geniş etkiler yine 100cm² delik alanında buhar bulutu yanabilir alanı için elde edilmiştir. Senaryo(4) kapsamında belirlenen tüm etki mesafeleri ise Çizelge 9’ da sunulmuştur.

Çizelge 9. Aralık Ayı Koşullarında Gerçekleştirilen Model Çalışmaları Sonucu Belirlenen Etki Mesafeleri (Senaryo 4)

Senaryolar	Etki Mesafeleri	Kırmızı Tehlike Bölgesi	Turuncu Tehlike Bölgesi	Sarı Tehlike Bölgesi
Senaryo (4.a)	Termal Radyasyon Etki Alanı	10 m’den az	11 m	18 m
“Sızıntı Sonucu Jet Yangını”				
Delik Alanı 2 cm ² , Aralık				
Senaryo (4.b)	Termal Radyasyon Etki Alanı	30 m	42 m	65 m
“Sızıntı Sonucu Jet Yangını”				
Delik Alanı 30 cm ² , Aralık				

Senaryo (4.c) “Sızıntı Sonucu Jet Yangını” Delik Alanı 100 cm ² , Aralık	Termal Radyasyon Etki Alanı	53 m	75 m	116 m
---	--------------------------------	------	------	-------

Çizelge 9’da, tehdit bölgeleri, termal radyasyondan etkilenen alanı temsil etmektedir ve

Aralık ayında sızıntı sonucunda jet yangını oluşmasının etkisi sızıntı delik alanı değiştirilerek incelenmiştir. Kırmızı, turuncu ve sarı tehlike bölgeleri incelendiğinde en uzun etki mesafeleri, 100 cm² bir sızıntı alanı olduğunda bulunmuştur. Sızıntı delik alanının artmasıyla termal radyasyonun yarattığı etki mesafeleri de artmıştır. En tehlikeli olası kaza senaryosunun 100 cm² lik jet yangını sonucunda oluşan termal radyasyon alanı Senaryo (4.c) için Google Earth’e aktarılmıştır. Senaryo (4.c)’ye ait modellenen etki alanının Google Earth görüntüsü Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Senaryo (4.c) Model Çıktısına Ait Google Earth Görüntüsü

Tüm tehlike bölgelerindeki termal radyasyondan etkilenecek konutların ve olası kaza senaryosu ile etkilenebilecek kişi sayısı tahmin edilmiştir. Kırmızı tehlike bölgesindeki yaklaşık 10 kişinin termal radyasyon sonucunda hayatlarını kaybedebileceği, turuncu tehlike bölgesinde yer alan yaklaşık 6 kişinin termal radyasyon sonucunda vücutlarında ikinci dereceden yanıklar oluşabileceği, sarı tehlike bölgesindeki yaklaşık 30 kişinin termal radyasyon sonucunda ağrılar yaşayabileceği yürütülen hipotetik senaryo ile tahmin edilmiştir. Jet yangınına önlemek için işletme, günlük izleme, güvenlik yönetimi ve acil durum hazırlığını geliştirmeli, günlük bakım ve onarımları güçlendirmelidir. Yangın kaynağının kontrol edilmesi, sıcak iş kurallarının sıkı bir şekilde uygulanması dâhil olmak üzere ana çabalar işletme tarafından yapılmalıdır. Yangın yönetmeliklerinin sıkı bir şekilde uygulanması, yangın altyapı yatırımlarının artırılması; yangın eğitiminin güçlendirilmesi, kitlelerin güvenlik bilincinin yükseltilmesi; yangın acil durum planlarının oluşturulması ve acil durum planlarının düzenli tatbikatının ve revizyonunun uygulanması son derece önemlidir[15].

Temmuz ve Aralık ayları için yürütülen modelleme çalışmaları(100cm² sızıntı delik

alanı) sonucu elde edilen etki mesafeleri karşılaştırıldığında, Aralık ayında belirlenen tüm etki mesafeleri yaz mevsimini temsilen Temmuz ayında belirlenenden daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Aralık ayında gerçekleşen olası bir kaza Temmuz ayına göre daha risklidir. Doğal gaz havadan daha hafiftir ve sızıntı sonucu ortamda yükselir. Bu yükselme kaynak çevresinde seyrelme meydana getirip ve etki mesafelerinin azalmasına yol açmış olabilir. En geniş etki mesafeleri ise sızıntı sonucu yangının olmadığı buhar bulutu yanabilir alanı için belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yürütülen çalışmada, ALOHA yazılımı ile Ağrı ilinin Doğubayazıt ilçesindeki doğal gaz boru hattında muhtemel sızıntı için toksik, yanabilen ve yüksek basınç etkilerinin olduğu bölgede etki mesafesi değerleri belirlenmiştir. Sızıntı delik alanı değişimi ile kış ve yaz mevsimlerini temsilen Temmuz ve Aralık ayları için 4 farklı senaryo üzerinden modelleme çalışması yürütülmüştür. Modelleme çalışmaları sonucunda tehlike alanları ve mesafeleri belirlenmiştir. En geniş etkiler kış mevsimini temsil eden Aralık ayı için yürütülen model çalışmaları sonucu elde edilmiştir. Delik alanının artması ile kimyasalın ortama daha çok salınmasına bağlı olarak tüm etki mesafelerinin arttığı görülmüştür. 100 cm²'lik delik alanında sızıntı sonucunda jet yangını olması durumu (Temmuz ve Aralık ayları için) Google Earth üzerine aktarılmış tahmini olarak etki alanları içinde muhtemel can kayıpları tespit edilmiştir. Olası bir kazada hasar görebilecek binalardan bahsedilmiştir.

Sonuç olarak, sızıntı delik alanı ve boru hattının bulunduğu yerin atmosferik koşullarının seçiminin yangın, patlama ve toksik yayılım üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu kapsamda, etki mesafesine göre hazırlanacak acil durum planlarının ayrı ayrı değerlendirilmesinin önemi ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Google Earth gibi coğrafi bilgi sistemi kaynakları kullanımının muhtemel kazanın çevresel etkilerinin tahmininde son derece önemli olduğu görülmüştür.

- ALOHA ücretsiz bir yazılım ve kolay uygulanabildiği için tercih edilmiştir. Doğal gaz karışım olduğu için ALOHA'da çoğu karışımın modellenememesinden dolayı içeriğinde %93 oranında bulunan metan üzerinden modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Karışımları modelleyebilen farklı bir yazılım (EFFECTS, PHAST vb.) kullanımı ile daha hassas sonuçlar elde edilebilir.
- Etki mesafelerinin belirlendiği sonuç analizi çıktılarının acil durum planlarına yansıtılması kazaların etkisini ortadan kaldırmak ya da minimuma indirmek açısından önemlidir.
- Kazayı önlemek için gerekli kontrollerin ve bakımların eksiksiz, zamanında yapılması son derece önemlidir.
- Olası bir doğal gaz kaçağına karşı erken uyarı (sensörler) ve monitörleme/izleme sistemleri kullanılmalıdır.
- Doğal gaz boru hattı gömülü olduğu için izinsiz kazı yapılamayacağı, kazı yapılmasının tehlikeli olduğuna dair uyarı levhalarının bulunması gerekmektedir.

- Doğal gaz hattı geçen bölge halkının bilgilendirilmesi ve olası kazalara yönelik kaza etkileri ve acil durum planları kapsamında farkındalığının artırılması sağlanmalıdır. Acil durum planlarına çevre halkın katılımı sağlanmalıdır.
- Doğal gaz tehlike elmasında sağlık:4, yanabilirlik:2 olarak belirtilen önemli bir tehlikeli kimyasaldır. Gaz karışımı %10'dan daha zengin olduğunda eksik yanma meydana gelebilir. Bu meydana geldiğinde, tüm karbonu karbon dioksite tamamen oksitlemek için yeterli oksijen yoktur. Kalan karbonun bir kısmı, karbon monoksit olarak bilinen tamamlanmamış, daha az kararlı bileşiği oluşturmak üzere reaksiyona girer. Karbon monoksit zehirlidir (zehirlidir) ve belirli koşullar altında solunduğunda fiziksel hastalığa ve ölüme neden olabilir. Doğal gaz, havadan hafiftir ve çok iyi karışır. Sızıntı sonucu tutuşturucu kaynak ile buluşması yanmasına yol açar. Doğal gaz boru hattı ortamlarında alev/kıvılcım ve detonasyon etkilerinin dikkate alınması ve önlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]Nikita, S. H. B., Kasim, F., Prasetyo, E. Y., Ayash, M. Y. , 2020. “Mitigating accidental ammonia (NH₃) release from storage tank based on risk distribution using ALOHA and fault tree analysis”, AIP Conference Proceedings, 2223, 1, 040006.
- [2]Sonibare, O.O., Adeniran, J.A., 2019. “Exposure assessment and environmental consequence evaluation of accidental chlorine release in an industrial area”, International Journal of Environmental Studies, 76(3), 396-411.
- [3]Lamovec, J. S., Ilic, S., Vulovic, A., 2019. “Visualization and Risk Estimation of Harmful Substances Leakage Based on Aloha Code”, Archibald Reiss Days, 9(2).
- [4]Yang, R., Gai, K., Yang, F., Zhang, G., Sun, N., Feng B., Zhu, X. , 2019. “Simulation Analysis of Propylene Storage Tank leakage Based on ALOHA Software”, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 267-268.
- [5]Olgun, P. , 2019. “Bir Büyük Endüstriyel Kimyasal Depolama Tesisinde Domino Etkili Kaza Oluşumu ve Sonuçlarının BST Metodu ve ALOHA Yazılımı Kullanılarak İncelenmesi”,(Yüksek lisans tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi).
- [6]Ramli, A., Ghani, N. A., Hamid, N. A., Desa, M. S. Z. M. , 2018. “Consequence modelling for estimating the toxic material dispersion using ALOHA: Case studies at two different chemical plants”, Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings, 2(20), 1268.
- [7]Brzozowska, L., 2016). “Computer simulation of impacts of a chlorine tanker truck accident”,Transportation Research Part D: Transport and Environment, 43, 107-122.
- [8]Norhamimi, M. H., Libriati, Z., Yahaya, N., Norhazilan, M. N., 2015. “Environmental loss assessment for gas pipeline failure by considering localize factors using fuzzy based approach”, Applied Mechanics and Materials, 735, 163-167.
- [9]Inanloo, B. and Tansel, B., 2015.” Explosion impacts during transport of hazardous cargo: GIS- based characterization of overpressure impacts and delineation of flammable zones for ammonia”,Journal of Environmental Management, 156, 1-9.
- [10]Anjana, N. S., Amarnath, A., Chithra, S. V., Nair, M. H., Subin, K. J. , 2015. “Population vulnerability assessment around a LPG storage and distribution facility near Cochin using ALOHA and GIS”, International Journal of Engineering Science Invention, 4(6), 23-31.
- [11]<https://www.airgas.com/msds/001033.pdf> (Erişim Tarihi: Mart 2021)

- [12]http://turangtransit.com.tr/resim/sayfa/dokumanlar/2016_ITE_Katalog_TR.pdf
(Erişim Tarihi: Mart 2021)
- [13]<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-dogal-gaz-boru-hatlari-ve-projeleri>
(Erişim Tarihi: Mart 2021)
- [14]<https://www.mgm.gov.tr/>(Erişim Tarihi: Mart 2021)
- [15]Tong Shu-jiao, Lo Siu-ming, Zhang Pei-hong, Chen Bao-zhi, 2013. “Jet Fire Consequence Evaluation on the Natural Gas Transported by Pipelines”,*Procedia Engineering*, 52, 349 – 354.

KİMYASAL KURULUŞLARDA KANTİTATİF RİSK ANALİZİ: İZOBÜTAN ÖRNEĞİ

Saliha ÇETİNYOKUŞ¹

¹Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
e-posta: salihakilicarslan@gazi.edu.tr

ÖZET

AB Seveso Direktiflerine göre uyumlaştırılan “Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik”, Mart 2019’ da yayınlanmıştır. Yönetmelikte Seveso Direktifi’ nde yer alan kantitatif risk analizi(QRA) kavramına yer verilmemiş sadece kaza senaryo frekanslarının tespit edilmesi gereği vurgulanmıştır. Diğer yandan ilgili yönetmelikte kamunun bilgilendirmesi ve harici tehlikelerin tanımlanması konuları özellikle QRA kullanımına gereksinim olduğunu göstermektedir. Endüstriyel kazalara etkin hazırlık ve müdahalede son derece önemli olan QRA, kaza senaryolarının sonuçlarını belirlemek için matematiksel modellerin uygulanmasına ve belirli bir alanda ortaya çıkan riski tahmin etmek için karşılık gelen frekansların kullanımına dayanır. QRA’ in sonuçları, bireysel risk ve sosyal risktir. Bireysel risk, bütünlük kaybına bağlı olarak bireysel ölüm frekansını ifade eder ve harita üzerinde konturlar ile sunulur. Sosyal risk ise f-N eğrisi ile gösterilir. N ölüm sayısını; F, N veya daha fazla ölümlü kazaların kümülatif frekansını ifade eder. Bu çalışmada, hipotetik olarak kimyasal bir kuruluşta daha iyi yakıt özellikleri eldesinde kullanılan izobütan tankı(küresel tank, 600m³) yanabilen gaz salınımı ve izobütan içeren bir borudan toksik gaz salınımı olayları için kantitatif risk analizi gerçekleştirilmiştir. Olay ağacı ile kaza senaryoları geliştirilmiş ve kaza frekans değerleri belirlenmiştir. En yüksek kaza frekansı 2,1x10⁻⁶/yıl olarak izobütan borusunda yırtılma sonucu kuzeye esen rüzgâr şartlarında toksik bulut oluşumu kaza senaryosu için hesaplanmıştır. Ardından, kaza senaryo sonuçlarının tahmininde ALOHA yazılımı kullanılarak etki alanları ve mesafeleri belirlenmiştir. Toksik bulut oluşumu için 31m, patlama için 74m yarıçaplı tehlike alanları elde edilmiştir. Bu alanlar içerisinde ölüm olasılığı 1.0 kabul edilerek bireysel riskler hesaplanmıştır. Ardından hipotetik olarak bu etki alanları dışında ölü sayıları atanarak sosyal risk f-N eğrisi oluşturulmuştur. Çalışmanın, yönetmeliğe tabi sanayicilere önemli katkılar sağlayacağı ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel kazalar, kantitatif risk analizi, bireysel risk, sosyal risk, ALOHA Yazılımı.

1.GİRİŞ

Ulusal ve uluslararası pazarların ihtiyaçlarına bağlı olarak endüstriyel tesislerin, üretimde kullandıkları, depoladıkları veya nakil ettikleri tehlikeli madde türleri ve miktarları artmaktadır. Kullanılan bu maddelerin tehlikeli özellikleri, işleme ve üretim prosesleri esnasında ve depolamada kontrol altında tutulmaya çalışılsa da potansiyel tehlike her zaman mevcuttur. Tehlikeli maddenin özelliğine bağlı olarak insan ve çevre üzerine etkiler farklılık göstermektedir. Endüstriyel kazalar ilgili mevzuatta, “herhangi bir kuruluşun işletilmesi esnasında, kontrolsüz gelişmelerden kaynaklanan ve kuruluş içinde veya dışında insan ve/veya çevre sağlığı için anında veya daha sonra ciddi tehlikeye yol açabilen bir veya birden fazla tehlikeli maddenin sebep olduğu büyük bir yayılım, yangın veya patlama olayı” olarak tanımlanmaktadır[1]. Büyük endüstriyel kaza riskleri, kimyasalın durumuna, kaza nedenine ve

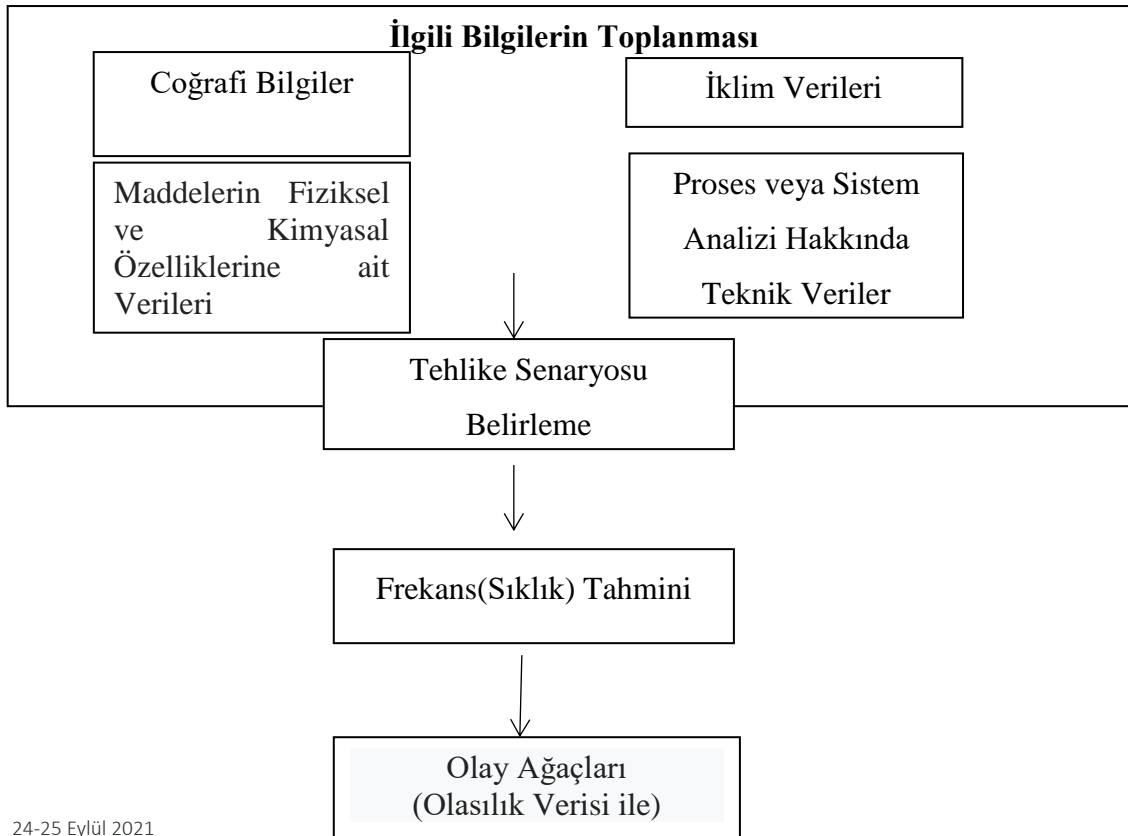
sonuçlarına bağlı olarak 3 başlıkta sınıflandırılır: Yangın, patlama ve toksik yayılım. Kaza risklerinin olasılık ve şiddet ilişkisi Çizelge 1’ de sunulmuştur.

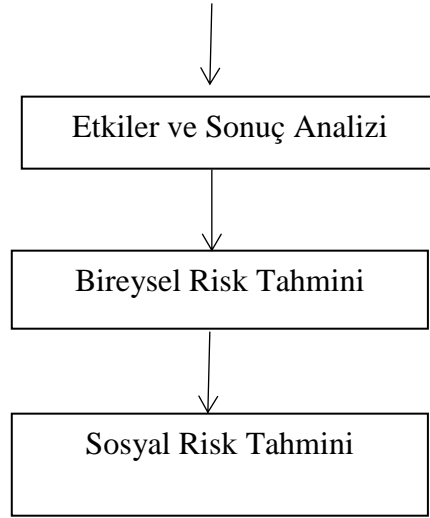
Çizelge 1. Endüstriyel kaza riskleri ve ilişkili potansiyel ve şiddetler [2]

Endüstriyel kaza riski	Oluşma Olasılığı	Ölüm Potansiyeli	Ekonomik Kayıp
Yangın	Yüksek	Düşük	Orta
Patlama	Orta	Orta	Yüksek
Toksik Salınımı	Düşük	Yüksek	Düşük

İlgili Yönetmelikte, kuruluşta büyük endüstriyel kaza tehlikelerinin belirlenmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerin değerlendirilmesi amacıyla “büyük kaza senaryo dokümanı” hazırlanması gereği belirtilmektedir. Büyük kaza senaryo dokümanında senaryo edilen her bir büyük endüstriyel kazanın meydana gelme frekans seviyesinin $\leq 10^{-4}$ /yıl olması zorunluluğu mevcuttur. Ancak, kantitatif risk değerlendirmesi sonuçları olan bireysel ve sosyal riskler ile risk haritalarının ilgili kuruluşta elde edilmesi şartı Yönetmelikte yoktur. Kamunun bilgilendirmesi ve harici tehlikelerin tanımlanması konuları risk haritalarına gereksinim olduğunu özellikle düşündürmektedir. Yönetmeliğin dayandığı Seveso Direktifi’nde [3] kantitatif risk değerlendirmesi ve bunun doğal sonucu olan LUP(Land Use Planing-Arazi Kullanım Planlaması) kavramları ciddi şekilde ele alınmaktadır.

Kazaların sonuçlarını tahmin etmek için gerekli araçlar kaza etki (termal radyasyon, aşırı basınç, doz) ve zarar görülebilirlik matematiksel modelleridir. Toplam risk, kaza olma sıklığının bu sonuçlarla çarpılmasıyla belirlenir. Belirli bir durum için risk değerlendirmesinin nihai amacı, örneğin kentsel bir bölgeye yakın yer alan tesiste, mevcut tehlikeleri ve farklı kaza senaryolarının sonuçlarını tahmin ederek ve uygun frekans ve olasılığı uygulayarak etkilenmiş bölgenin risk dağılımını hesaplamaktır. Kantitatif risk analizi(QRA) belirli bir sistem tarafından insan kaybı veya bazı durumlarda ekonomik kayıp olarak ortaya çıkan riski tahmin etmede kullanılan bir dizi aşamadan oluşur. (Şekil 1)





Şekil 1. Kantitatif Risk Analizinde Temel Aşamalar[4]

İlk adım, ilgili tüm bilgilerin toplanmasıdır. Coğrafi bilgiler, düz ya da dağlık alan, nehirlerin varlığı, enlem ve boylamlar vb., iklim verileri, nem, güneş radyasyonu, rüzgar yönü ve hızı, atmosferik stabilite, vb. içerir. İlgili tüm bilgiler elde edildikten sonra dikkate alınması gereken farklı tehlike senaryolarını (bir boruda delik, boru kopması, tank patlaması, vb.) tanımlamak mümkündür. Senaryoların frekans/sıklıkları hesaplanmalıdır. Bu nedenle, karşılık gelen olay ağaçlarının geliştirilmesi gerekir. Böylece farklı kaza senaryolarının frekansı tahmin edilir. Matematiksel kaza modelleri ve zarar görülebilirlik modelleri her kaza senaryosunun etkileri ve sonuçlarının hesaplamasında mutlaka kullanılmalıdır. Frekansları eşit olan sonuçların birleşimi ile izo-risk eğrileri çizebilir ve istenen herhangi bir mesafedeki bireysel risk elde edilebilir. Bireysel riskler biliniyorsa, sosyal risk hesaplanabilir.

Literatürde farklı kimyasalları içeren farklı tesislerde QRA üzerine çalışmaların olduğu görülmektedir. Gai ve arkadaşları(2011) tarafından Natech(Natural Hazards Triggering Technological Disasters-Doğal Afetlerin Tetiklediği Teknolojik Kazalar) kazalarının QRA'sını iyileştirmek ve gelecekteki önleme ve azaltma çabalarını desteklemek için, mevcut tesislerin fiili tesis yerleşiminden türetilen, depremlerden kaynaklanan tehlikeli madde salınımına ilişkin bir vaka çalışması sunulmuştur. Araştırmada, endüstriyel tesislerin kantitatif risk analizine ve farklı ekipmanlar için güvenlik açığı modellerine odaklanılmıştır. Teorik modelde yapısal kırılma için “probit analizi” kullanılmıştır[5]. Pasman ve Reniers(2014) tarafından QRA'ın gelişimi, 1970'lerin başında nükleer endüstride nasıl kavramsallaştırıldığı, kısa bir süre sonra kimya endüstrisinde nasıl kullanıldığı ve bugünkü durumunun nasıl olduğu hakkında bilgiler verilmiştir. QRA'nın farklı amaçları belirtilmiş ve amaçlardan biri olan LUP detaylı olarak açıklanmıştır[6]. Rum ve Galletti(2018) tarafından geleneksel risk araştırmalarının, sonuç değerlendirmesinin, basitleştirilmiş araçlar ve muhafazakar varsayımlar aracılığıyla gerçekleştirildiği ve genellikle kaza ciddiyetinin ve en kötü durum senaryolarının fazla tahmin edilmesiyle sonuçlandığı belirtilmiştir. İntegral modelleri ve CFD(Computational Fluid Dynamics -Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) 'ye dayalı basitleştirilmiş araçları bir araya getiren bir metodoloji sunulmuştur[7]. Chen ve arkadaşları(2019) tarafından petrol ve gaz boru hattı endüstrisinde genel sonuç değerlendirmesi için bir metodoloji önerilmiştir. Metodoloji temel olarak kaza senaryosunun belirlenmesi, etki alanının belirlenmesi ve olası kayıpların hesaplanması olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. En önemli yenilik noktası, bir salınım kazasının kayıp değerinin nicel bir sonucunu hesaplamak için kaza kaybının dört yönünü nicel

bir modele entegre etmektedir[8]. He ve Weng(2020) tarafından, kimya endüstrisindeki domino kazalarının nicel risk değerlendirmesi için alan teorisine ve Monte Carlo simülasyonuna dayalı yeni bir yöntem önerilmiştir. Yöntem, domino kazasından kaynaklanan bireysel riskin dinamik dağılımını elde etmeyi amaçlamış ve Monte Carlo simülasyonu, tüm kaza senaryolarını hesaba katmak ve ortalama risk dağılımını hesaplamak için kullanılmıştır[9]. Markiewicz(2020) tarafından Polonya'daki tehlikeli tesisler etrafındaki LUP, kapsamlı verilere dayanılarak araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarının, büyük kazaların kontrolü, mekansal politika oluşturma ve çevre yönetimi için faydalı çıkarımlar sağladığı belirtilmiştir[10].

Bu çalışmada, izobütan içeren bir kimyasal kuruluştaki tanktan ve borudan salınımlar için QRA çalışması gerçekleştirilmiştir. Kaza etkilerinin modellenmesinde ALOHA yazılımı kullanılmıştır. Etki alanları içerisinde ölüm olasılığı 1.0 alınarak bireysel riskler hesaplanmıştır. Hipotetik olarak ölü sayıları atanarak sosyal risk f-N eğrisi oluşturulmuştur.

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Tehlike Senaryosu Belirleme, Frekans Tahmini ve Olay Ağaçları

İzobütan bulunduran bir kimya kuruluşunda aşağıdaki hipotetik olaylar tanımlanmıştır:

1. Bir borunun tam yırtılmasına bağlı toksik buhar salınımı(boru uzunluğu:30m, boru çapı:15cm)
2. Bir basınçlı tankın katastropik başarısızlığına bağlı yanabilir gaz salınımı

Bu olaylara dair aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

- i) Her iki olay da kuruluşun merkezinde meydana gelmiştir.
- ii) Sadece iki tipik atmosferik koşul dikkate alınmıştır. Atmosferik kararlılık sabittir. Rüzgar güneyden(zamanın %70' i) veya batıdan(zamanın %30' u) esmektedir.
- iii) Verilen noktada kazaya bağlı ölüm olasılığı 0 veya 1' dir.

2.2. Etkiler ve Sonuç Analizi

İlgili olayların sonuç analizi ALOHA yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Kuruluşun bulunduğu ilin ortalama atmosferik koşulları temel alınmıştır.(Çizelge 2)

Çizelge 2. Ortalama atmosferik koşullar

Rüzgar hızı	2,7m/s
Sıcaklık	18°C
Nemlilik	%70
Atmosferik kararlık	B

Yüzey pürüzlülüğü kentsel/orman alan olarak seçilmiş, ölçümlerin insan seviyesinde belirlenmesine yönelik seçim yapılmıştır. Yazılımda kaynak seçimi, olay ağaçları ile tanımlanan senaryolara göre yapılarak, modelleme çalışmaları yürütülmüş ve fiziksel etki alanları elde edilmiştir.

2.3. Bireysel Risk, Sosyal Risk ve Risk Haritaları

Bireysel risk, tehlikenin yakınında bulunan bir kişi için risktir. Bu tanım, bireye zarar verme niteliğini, her yaralanmanın olasılığını ve yaralanmanın meydana gelebileceği süreyi içerir. Bireysel risk ölüm cinsinden ifade edilirse, bir yıllık periyot boyunca bir sabit dış mekan noktasında bireyin tesisdeki kaza sonucunda ölebileceği olasılığını temsil eden mekansal koordinatların bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Bireysel risk ölçümünde kullanılan birim yıl⁻¹ dir.

Belirli bir lokasyondaki bireysel risk Denklem 1' e göre hesaplanmıştır.

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^{j=n} IR_{x,y,i} \quad (1)$$

$IR_{x,y}$: x, y coğrafi konumlarında toplam bireysel ölüm riski ($yıl^{-1}$ de ölüm olasılığı)
 $IR_{x,y,i}$: kaza senaryosundaki x, y coğrafi koordinatlarındaki bireysel ölümcül risk
n: analizde dikkate alınan toplam kaza senaryosu sayısıdır.

$IR_{x,y,i}$: frekans ve olasılık fonksiyonu olarak ifade edilebilir:

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot P_{Fi} \quad (2)$$

f_i , i kaza senaryosunun frekansı($yıl^{-1}$) ve P_{Fi} , kaza senaryosunun (i), x, y konumunda ölümle sonuçlanma olasılığıdır. P_{Fi} ' nin değeri kaza etki ve zarar görebilirlik modelleri ile belirlenir. f_i ise i kaza senaryosuna uzanan sıralı olayların olasılığı ve başlatıcı olayın frekansı üzerinden hesaplanır.

$$f_i = f_{olay,i} \cdot P_{sonuç,i} \quad (3)$$

$f_{olay,i}$ başlatıcı olayın meydana gelme frekansı, $P_{sonuç,i}$ i kaza senaryosuna uzanan sıralı olayların toplam olasılığıdır. $1 \times 10^{-9} yıl^{-1}$ den küçük frekanslı başlatıcı olaylar, kantitatif risk analizinde dikkate alınmamaktadır[4].

Büyük kazalar, çok sayıda insanın olduğu alanları etkileyebilir. Bu durumdaki sosyal risk bir grup insan için riski hesaplamada kullanılır. Sosyal risk, belirli bir alan için demografik veriler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$Toplumsal\ risk = \int (bireysel\ risk) \cdot [nüfus\ yoğunluğu(x, y)] dx dy \quad (4)$$

Bireysel risk kontörleri ve izo-risk eğrileri analiz edilen bireysel risk seviyesini temsil eder. İzo-risk eğrisi bireysel risk taşıyan tehlikeli faaliyetlerin etrafındaki tüm coğrafi konumları birbirine bağlar. Bu belirli bir alandaki riski grafik oluşturarak göstermenin en açık ve yaygın yoludur. Bir izo-risk eğrisi oluşturmak için farklı kaza senaryolarının her birinin olasılığı ve ölümcüllüğü gibi ayrı ayrı katkılarının hesaplanması gerekir. Sonuçta, ortaya çıkan toplam risk, her bir kaza senaryolarına karşılık gelen risklerin toplamıdır[4].

Sosyal risk, f-N eğrisi olarak sunulabilir. Yılda N veya daha fazla ölüme neden olan kaza senaryolarının kümülatif frekansının(f), N' e karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilir. Sosyal risk f-N eğrisini belirlemek için, frekansların ve ölü sayılarının toplanması önemlidir. Her bir kaza senaryosu için ölü sayısı, N_i :

$$N_i = \sum_{x,y} p_{x,y} \cdot P_{Fi} \quad (5)$$

Burada $p_{x,y}$, x, y konumundaki kişi sayısıdır. P_{Fi} , kaza senaryosu i'nin x, y konumunda ölümle sonuçlanma olasılığıdır. Ölü sayısı ve ilişkili frekans her bir kaza senaryosu için tahmin edilir. Veri sonra, tüm $N_i \geq N$ olan kaza senaryoları için kümülatif frekans olarak ifade edilir[4]:

$$f_N = \sum_i f_i \quad (6)$$

f_N : N veya daha fazla ölümle sonuçlanan tüm kaza senaryolarının frekansı($yıl^{-1}$)

f_i : i kaza senaryosunun frekansı ($yıl^{-1}$),

N_i : i kaza senaryosundaki ölüm sayısı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Tehlike Senaryosu Belirleme, Frekans Tahmini ve Olay Ağaçları

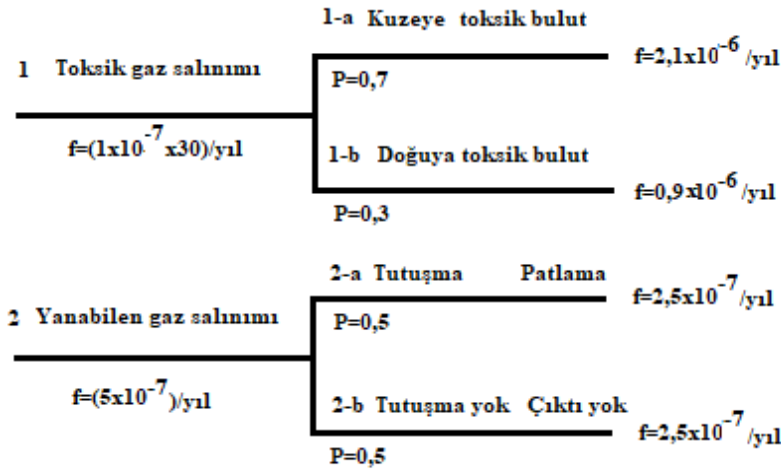
Bir olay ağacındaki çeşitli kaza senaryolarının olası frekanslarını tahmin etmek için başlatıcı olayın (örneğin, borunun yırtılması) frekansına ve kaza sonucu (örneğin, yanıcı bir bulutun tutuşması veya patlama oluşumu) olasılığına değer atanması gerekir. Tutarlı bir kantitatif risk analizinin gerçekleştirilmesi için olay frekansı ve olasılıklarını olabildiğince gerçekçi bir şekilde tanımlamak önemlidir. Bu değerlerin eksik veya fazla tahmin edilmesi, bireysel ve sosyal riskte hataya neden olabilir. Tanımlanan iki olaya ait aşağıdaki ek veriler kullanılmıştır:

Basınçlı tankın katasropik başarısızlığının frekansı 5×10^{-7} /yıl' dır.

Borunun yırtılmasının frekansı 1×10^{-7} /m.yıl' dır. ($d \geq 150$ mm)

Yanabilen bulutun tutuşma olasılığı 0,5' dir.[4]

Her iki olay için oluşturulan olay ağaçları ise Şekil 2' de verilmiştir.

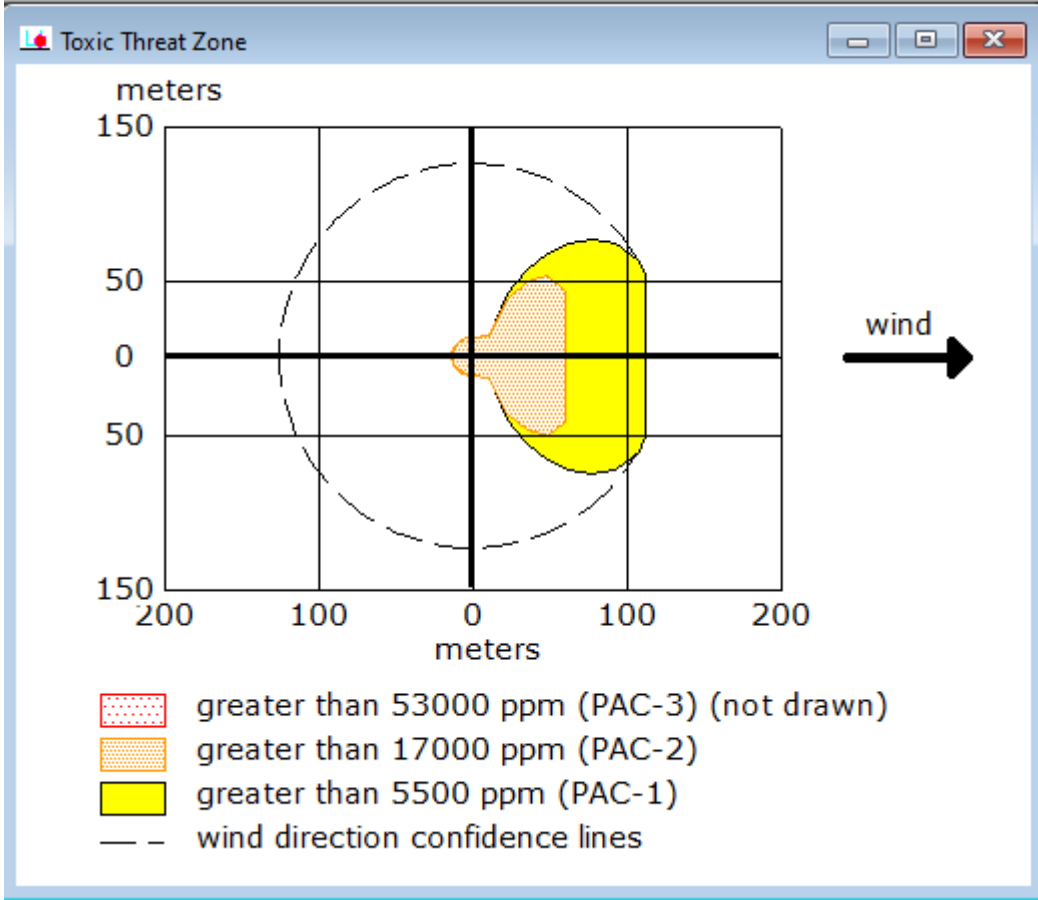


Şekil 2. Olay ağaçları ve frekansların belirlenmesi

En yüksek kaza frekansı, toksik gaz salınımı başlatıcı olayına ait kuzey yönünde toksik bulut oluşumuna aittir.

3.2. Etkiler ve Sonuç Analizi

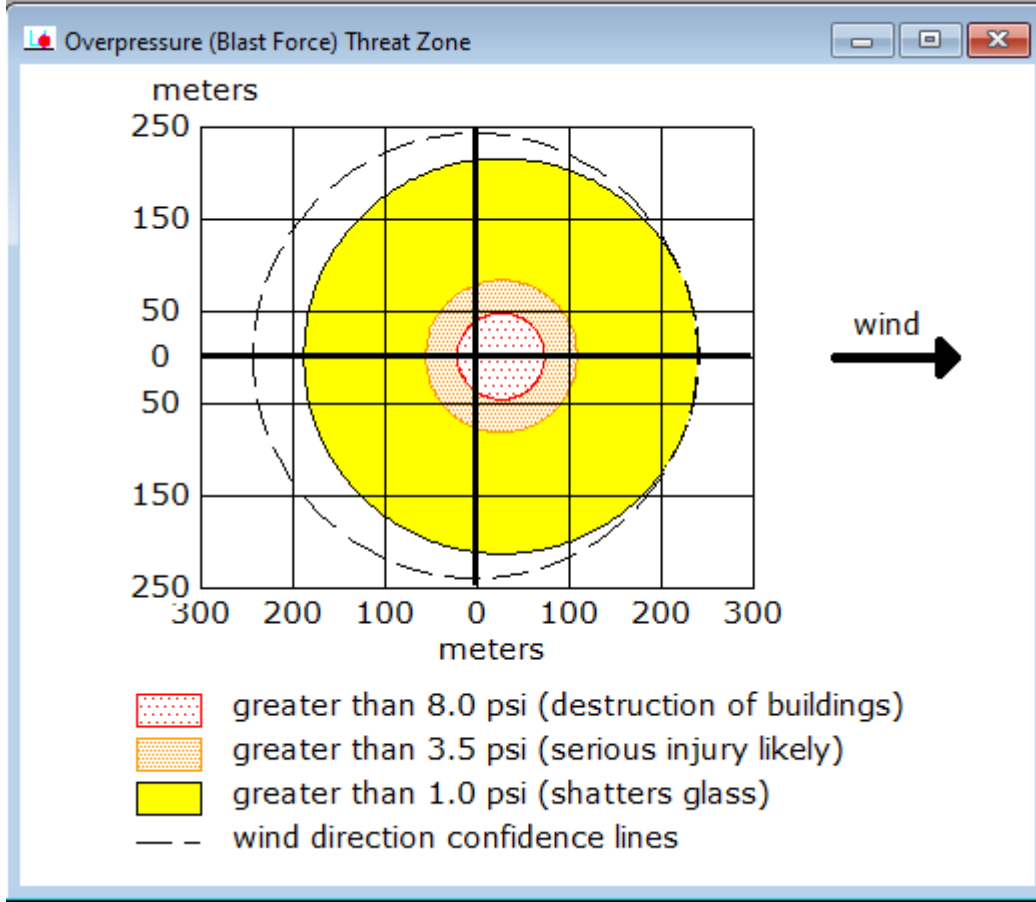
Senaryo 1/1-b, ALOHA yazılımında modellenirken, gaz borusunda yanabilir gaz senaryo edilmiş, borudan sızan gazın yanmadığı durumu değerlendirilmiştir. Borunun pürüzsüz olduğu, bir izobütan tankına bağlı olduğu varsayılmıştır. Boru iç basıncı 2atm ve sıcaklığı ortam sıcaklığı olarak seçilmiştir. Bu seçimlere bağlı olarak ağır gaz modeli üzerinden elde edilen buhar bulutu toksik alanı Şekil 3' de sunulmuştur.



Şekil 3. Buhar bulutu toksik alanı

Şekil 3'den kırmızı, turuncu ve sarı bölgeler için sırası ile 31m(53000ppm:PAC-3), 61m(17000ppm:PAC-2) ve 113m(5500ppm:PAC-1) etki mesafeleri belirlenmiştir. Senaryo 1/1-a için rüzgar yönü değiştirilerek model çalışması yürütülmüş, kuzey yönünde aynı fiziksel etki alanları elde edilmiştir.

Senaryo 2/1-a' ya ait kaynak seçimi yapılırken ise, 600m^3 hacminde(D:10,5m) küresel izobütan tankı seçilmiştir. Tankın gaz içerdiği ve tank sıcaklığının ortam sıcaklığında olduğu varsayılmıştır. Tankta bir gaz sızıntısı meydana geldiği ve kimyasalın yanmadan atmosfere salındığı senaryo edilmiştir. Tanktaki sızıntınının 15cm çapında bir delikten meydana geldiği düşünülmüştür. Bu seçimler sonucunda modelleme(ağır gaz) yapılarak belirlenen buhar bulutu patlama alanı Şekil 4' de sunulmuştur.

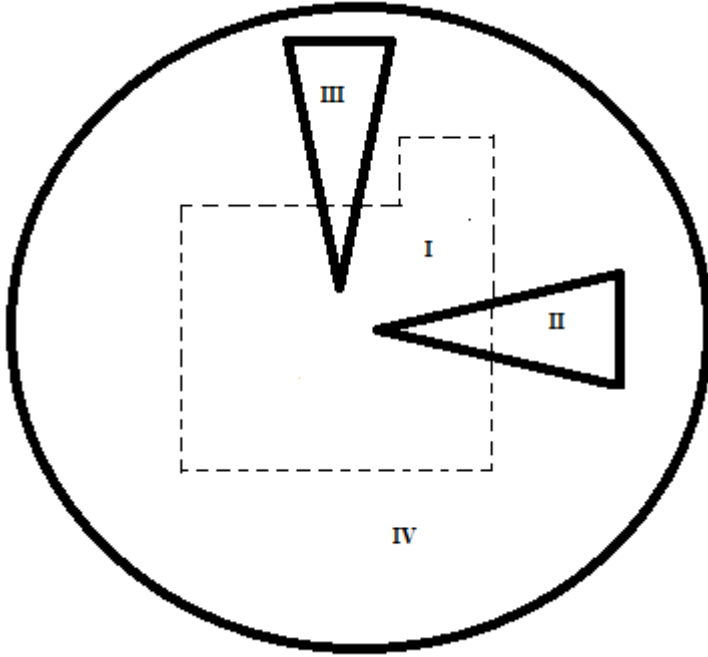


Şekil 4. Buhar bulutu patlama alanı

Şekil 4' den kırmızı bölgede 74m(8psi=binaların yıkılması), turuncu bölgede 110m(3,5psi=ciddi yaralanma), sarı bölgede 242m(1psi=camların kırılması) olarak etki mesafeleri belirlenmiştir.

3.3. Bireysel Risk, Sosyal Risk ve Risk Haritaları

Etki alanları dikkate alınarak oluşturulan bireysel risk kontör haritası Şekil 5' de verilmiştir.



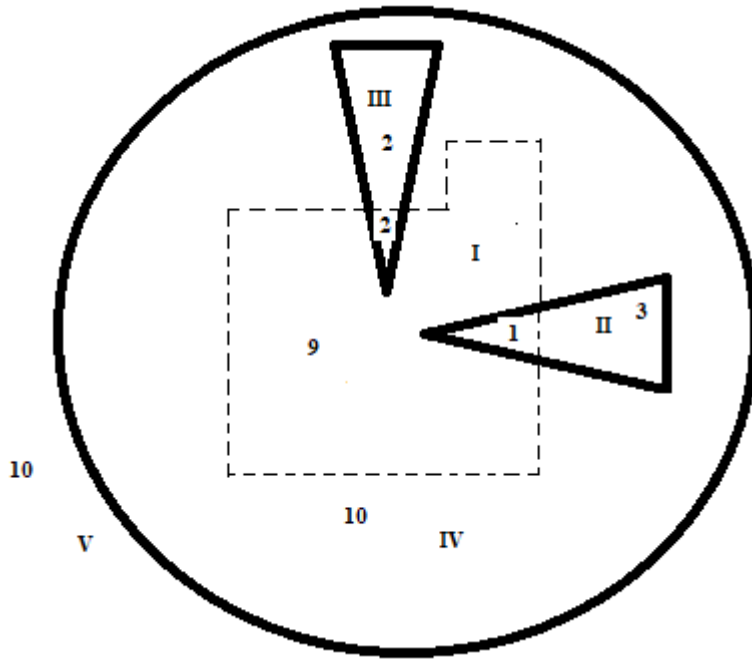
Şekil 5. Bireysel risk kontör haritası(çizgili alan: kuruluş sınırı)

Patlama, radyal risk kontörü(çap:74m), toksik etkiler, yönlü risk kontörü(31m) sağlamıştır. Ölümcül etkilerin görüldüğü kırmızı etki alanları(I, II, III, IV), her bir kaza senaryosu için dikkate alınarak bireysel riskler hesaplanmıştır. II ve III’ de patlama ve toksik etkiler birlikte etkili olurken, I ve IV’ de sadece patlama etkileri yer almaktadır. Etki alanı içinde bireysel risk, kaza frekansı ile ölüm olasılığının(P=1.0) çarpımından elde edilmiştir. Her bir kaza senaryosu için belirlenen bireysel riskler Çizelge 3’ de sunulmuştur.

Çizelge 3. Bireysel riskler

Alan	Kaza senaryosu	IR, bireysel risk(ölüm/yıl)
I	2a	$2,5 \times 10^{-7}$
II	2a,1a	$23,5 \times 10^{-7}$
III	2a,1b	$11,5 \times 10^{-7}$
IV	2a	$2,5 \times 10^{-7}$

Etki alanı içinde kişi sayıları Şekil 6’ daki gibi var sayılmıştır.



Şekil 6. Kaza alanı içinde nüfusun dağılımı

İnsanlar her bir alanda farklı risklere maruzdur. Kuruluş sınırı dışında(V) 10 kişinin toksik ve patlama etkilerinden karşı riski yoktur. Kuruluş sınırı içerisinde toplam 3 kişinin; kuruluş sınırı dışında toplam 5 kişinin hem patlama hem de toksik etkilere maruziyeti söz konusudur. Kuruluş sınırı içinde 9 kişi, kuruluş sınırı dışında 10 kişi ise sadece patlama etkilerine karşı risklidir.

Sosyal riski hesaplamak için her bir kaza senaryosuna ait kuruluş sınırı dışında ölü sayısı tahmin edilmelidir. Her bir kaza senaryosu için tahmin edilen ölü sayısı Çizelge 4’de sunulmuştur.

Çizelge 4. Her bir kaza senaryosu için tahmin edilen ölü sayısı

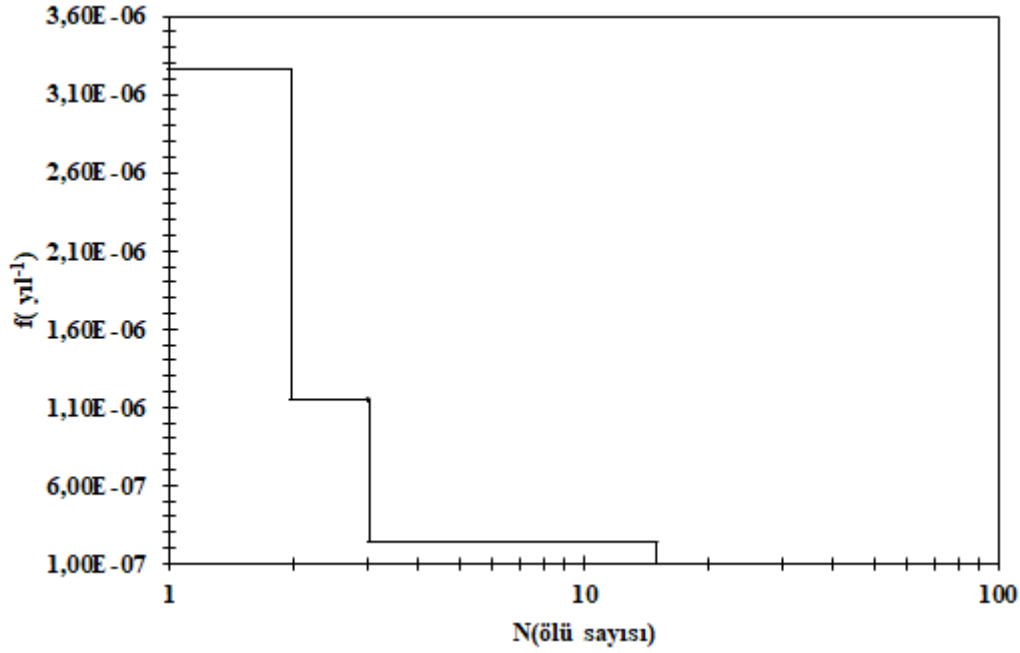
Kaza senaryosu	Frekans(yıl ⁻¹)	N, ölü sayısı
1a	21×10^{-7}	2
1b	9×10^{-7}	3
2a	$2,5 \times 10^{-7}$	15
2b	$2,5 \times 10^{-7}$	0

Çizelge 4 kullanılarak hesaplanan kümülatif frekans değerleri Çizelge 5’ de sunulmuştur.

Çizelge 5. Kümülatif frekans verisi

Tahmin edilen ölü sayısı, N	İlgili kaza senaryosu	f, yıl ⁻¹	Kümülatif frekans, yıl ⁻¹
>15	yok	0	0
15	2a	$2,5 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-7}$
3	1b	9×10^{-7}	$11,5 \times 10^{-7}$
2	1a	21×10^{-7}	$32,5 \times 10^{-7}$

Çizelge 5’ deki veriler kullanılarak f-N eğrisi oluşturulmuştur.(Şekil 7)



Şekil 7. Sosyal risk f-N eğrisi

Şekil 7' den ölü sayısı arttıkça frekans değerinin azaldığı görülmektedir. Yönetmelikte her bir kaza frekans değerinin $\leq 10^{-4}$ /yıl olması gereği belirtilmiştir. Bu bağlamda, analiz edilen kimyasal kuruluşa güvenlik önlemleri yeterlidir.

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İzoütan tehlikeli kimyasalını içeren bir kuruluşa farklı hipotetik kaza senaryoları üzerinden kantitatif risk analizi gerçekleştirilmiştir. Bireysel ve sosyal riskler belirlenmiş ve risk haritaları oluşturulmuştur. Özellikle, kuruluş yerleşkesinde arazi kullanım planlaması için sonuçlar son derece önemlidir. f-N eğrileri, yerleşim alanlarının, okulların, hastanelerin ve diğer kamusal alanların belirli risk kontörlerinin dışında kalmasını sağlamak için kullanılır. Kuruluş içerisinde ise domino etkilerinin tespiti için çalışma sonuçları değerlidir.

Büyük endüstriyel kazalara etkin hazırlıkta QRA temel bir gereksinimdir. Risk, kaza frekansının ve sonuçlarının büyüklüğünün bir fonksiyonudur. Muhtemel sonuçlar popülasyonun zarar görmesi veya ekonomik kayıplardır. Kantitatif risk analizi sıklıkla insan kaybını dikkate alır. İnsanlara olası zararlar, yaralanma veya ölümdür. Ancak, yaralanmaları analiz etmek için önemli miktarda ek çalışma yapılması gerekir ve önemli belirsizlik düzeyi çoklu tehlikeler durumunda analizi etkiler. Sonuç olarak, çoğu risk değerlendirmeleri sadece ölümcül etkileri göz önünde bulundurur.

Kaza etki modellemesinde çeşitli yazılımlar kullanılabilir. Çalışmada kullanılan ücretsiz ALOHA yazılımı, 10km' ye kadar mesafede çoğu tehlikeli kimyasal için etkin sonuçlar vermektedir. Karışımlar ve muhtemel yüksek etki mesafeleri için ücretli diğer yazılımlar kullanılabilir. Bunun yanında, doğrudan risk haritaları sağlayan çeşitli yazılımlar(RISKCURVE, PHAST vb.) da mevcuttur.

Ortalama bireysel risk hesabında, popülasyonun nasıl seçildiğini bilmek çok önemlidir. Düşük riskli veya hiç risk altında olmayan kişilerin dahil edilmesi önemli bir sapmaya neden olabilir.

İzo-risk eğrilerini oluşturmak için farklı kaza senaryolarının (tankın çökmesi, borunun delinmesi vb.), sistemin belirli bir olaya farklı tepkilerinin (sistem hataları, operatör hataları vb.), farklı meteorolojik koşulların (atmosferik kararlılık, rüzgar yönü ve hızı vb.), farklı tutuşma yerleri ve sürelerinin hesaplanması gerekir. Tutuşma olasılığı, salınan madde miktarı,

salınan madde türü ve çevre özelliklerinin fonksiyonudur. Salınım ne kadar büyük olursa yanıcı bulutla çevrili olan o kadar büyük olur ve tutuşma kaynağı bulma olasılığı o kadar büyük olur. Madde ne kadar uçucu ve yanıcı ise tutuşma o kadar olasıdır.

Bireysel risk kontörleri, kazaların fiziksel etkileri her yöne homojen olarak yayılırsa radyal(dairesel) olabilir ya da etkilerin yoğunluğu yönere göre farklı ise risk kontörleri düzensiz(yönlü) olabilirler. Bu nedenle radyal risk ve yönlü risk arasında ayırım yapılmalıdır. Genellikle BLEVE, diğer tank patlamaları ve belirli buhar bulutu patlamaları radyal, yanıcı ya da toksik maddelerin atmosferik dağılımı ya da silindirik tankların patlaması yönlü risk kontörleri verir. Radyal ve yönlü riskler üst üste geldiğinde, tüm izo-risk eğrileri her bir kaza senaryosuyla bağlantılı eklenen risklerden elde edilir ve eğrinin şekli buna bağlı olarak değişir.

KAYNAKLAR

- [1] Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayı: 30702, 2 Mart 2019.
- [2] Fiorentini, L., Marmo, L.,2019. “Principles of Forensic Engineering Applied to Industrial Accidents”, Wiley.
- [3] Seveso-III (Directive 2012/18/EU), 2012. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&from=EN>.
- [4] Casal, J., 2017.”Evaluation of the Effects and Consequences of Major Accidents in Industrial Plants”, Elsevier Science.
- [5] Gai, A.C., Weng, B.W., Han, X., Yuan, H., 2011.“Quantitative risk assessment of Natech accidents: Analysis of a case study in China”, Processes.
- [6] Paskan,H., Reniers, G., 2014.“Past, present and future of Quantitative Risk Assessment (QRA) and the incentive it obtained from Land-Use Planning (LUP)”, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 28, 2-9.
- [7] Rum, A., Landucci, G., Galletti, C., 2018. “Coupling of integral methods and CFD for modeling complex industrial accidents”, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 53, 115-128.
- [8] Chen, X., Wu, Z., Chen, W., Kang, R., Wang, S., Sang, H., Miaod, Y., 2019. “A Methodology for Overall Consequence Assessment in Oil and Gas Pipeline Industry”, Process Safety Progress, 38, 3, 1-9.
- [9] He, Z., Weng, W., 2020.” A dynamic and simulation-based method for quantitative risk assessment of the domino accident in chemical industry”, Process Safety and Environmental Protection, 144, 79-92.
- [10] Markiewicz, M.T.,2020. “Analysis of spatial planning documents and strategic environmental assessment reports with regard to hazards of major industrial accidents: a case study involving six Polish cities”, Environmental Science and Pollution Research, 27:18269–18286.

KLOR TRİFLORÜR TEHLİKELİ KİMYASALININ FİZİKSEL ETKİLERİNİN ALOHA YAZILIMI İLE MODELLENMESİ

Hilal TARAL¹, Saliha ÇETİNYOKUŞ²

¹Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
e-posta: hilaltaralhilal@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Ankara
e-posta: salihakilicarslan@gazi.edu.tr

ÖZET

Klor triflorür (ClF_3), standart koşullar altında renksiz ve gaz halde bulunan son derece tehlikeli toksik bir kimyasaldır. (NFPA, sağlık: 4, reaktivite:3) Bu kimyasal, kimyasal silahların üretimini, stoklanmasını ve kullanımını yasaklayan silah kontrol antlaşması “Kimyasal Silahlar Sözleşmesi”’ne tabidir ve tarihte ucuz kimyasal silah, bomba üretimi için hammadde olarak kullanımı girişimleri olmuştur. Yarı iletken endüstrisinde temizleme amacı ile kaynama noktasının düşüklüğünden dolayı ise metallerin kaynaklanması ve kesilmesi sırasında alev sıcaklığını yükseltmek için kullanılmaktadır. Tüm haloflorürlerin ve güçlü oksitleyici maddelerin arasından en reaktif olan klor triflorür kullanılarak Ankara’daki bir tesiste hipotetik kaza durumları için etki mesafeleri belirlenmiştir. Modelleme çalışmaları, sıvı ClF_3 depolayansilindirik tankta(D:1m,L:2m) farklı doluluk oranları(%60-%90), farklı dairesel kaçak delik çapı(0,5cm,1cm,3cm,5cm) ve farklı kaçak delik konumu üzerinden ALOHA Yazılımı ile yürütülmüştür. Tank doluluk oranı değişiminin etki mesafelerini ciddi oranda değiştirmediği(<%10); kaçak delik çapının ise etki mesafelerini ciddi oranda değiştirdiği belirlenmiştir. En geniş toksik etki mesafeleri, 5cm kaçak delik çapında,%90 tank doluluğunda ve kaçak deliğin konumu tankın tabanından 0,3m yükseklikte olduğunda elde edilmiştir. Bu senaryoya ait etki mesafeleri, sarı, turuncu ve kırmızı bölgeler için sırasıyla 7,8km(0.12ppm=AEGL-1[60min]), 2,8km(2ppm=AEGL-2[60min]), 1,1km(21ppm=AEGL-3[60min]) olarak elde edilmiştir. Kırmızı bölge bu kimyasal için yaşamı tehdit eden ölümcül alanı ifade etmektedir. Tehlikeli kimyasalların yönetiminde, tehlikeli kimyasalın muhtemel fiziksel etkilerinin yazılım kullanılarak tahmini ve nicel risk değerlendirmesinin önemi çalışmada gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ALOHA Yazılımı, Fiziksel etki modelleme, Klor triflorür.

1.GİRİŞ

Son yıllarda sanayileşmesinin artması ve düzensiz şehirleşme dolayısıyla endüstriyel kazaların sayısı ve etkileri giderek artmıştır. Tarihsel kronolojide tehlikeli kimyasal maddelerin üretimi, depolanması ve kullanımı nedeniyle birçok büyük endüstriyel kaza yaşanmış ve gerçekleşmeleri sonrası telafisi mümkün olmayan çok büyük maddi ve manevi kayıplar meydana gelmiştir. Endüstriyel kazaların yangın, patlama ve toksik yayılım fiziksel etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerin risklerinin önceden değerlendirilerek çalışmaların yürütülmesi veya kaza olduktan sonra sonuçlarının belirlenmesi için ALOHA yazılımı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ALOHA yazılımı etki mesafesinin alanlarını, kırmızı, turuncu ve sarı bölge olarak risk gruplarına ayırmaktadır. Kırmızı bölge en tehlikeli etkilerin olduğu bölgedir.

Farklı kimyasallar için ALOHA yazılımını kullanan risk değerlendirmeleri ve sonuç analizi çalışmalarının olduğu literatürde görülmektedir. Yang ve diğerleri (2019) tarafından yürütülen çalışmada,propilen depolama tankının sızıntısı ALOHA kullanarak simüle

edilmiştir. BLEVE(Boilingliquidexpandingvaporexplosion/kaynayan sıvı genleşen buhar bulutu patlaması)'in en büyük etkiye sahip olduğu gösterilmiş, tanktan itibaren 199 m – 503 m aralığında insan vücuduna zarar verecek, geri döndürülemez zararlar belirlenmiştir[1]. Travnivek ve diğerleri (2017) tarafından tarımsal biyogaz istasyonundaki bir gazometreden biyogaz sızıntısının anlık patlaması, jet yangını ile gecikmeli patlaması senaryoları modellenmiştir.Bölgede bulunan bazı yapıların hasar göreceği, yakında bulunan canlıların yaralanacağı sonucuna varılmıştır[2].Kotek ve diğerleri (2014) düşük oksijen konsantrasyonlarında kaza sonuçlarını modellemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Sıvı azotun iki fazlı dökülmesi ve ardından rezervuarlardan buharlaşmanın, ekipmanın yakınında yaşayan nüfusu etkileyebileceği belirtilmiştir[3]. Abbaslou ve Karimi (2019) tarafından yapılan çalışmada, endüstride yaygın olarak kullanılan amonyağın emisyonu ve petrokimya endüstrisinde olası bir sızıntının sonuçları modellenmiştir. Depolama ve nakil hatlarının 70m mesafenin dışına kurulması gereği gösterilmiştir[4]. Açıkgöz (2012) tarafından yürütülen çalışmada Likit Petrol Gazı (LPG) depolama tankında oluşabilecek patlama ve yangın durumları modellenmiştir.115 m³ 'lük bir LPG tankında 101m-139 m ölümcül etkiler belirlenmiştir[5].Khorram (2020) tarafından yürütülen çalışmada,Bushehr nükleer santral mahallesindeki siyanojen ajanlarının sonuçlarının modellenmesi yapılmıştır.15m- 133m arasında ani basınç etkisi oluşturabilecek bulutlar gözlemlenmiştir[6]. Çetinyokuş (2017) tarafından yürütülen çalışmada, metan, etilen diamin ve metil klorür için ALOHA yazılımı ilemodellemeler yapılmıştır. Etilen diamin için >10 kmtoksik etkiler elde edilmiştir. Metan için, yükseklik arttıkça etki mesafesinin arttığı; toksik bölge ve yanabilir alan için su yüzeyi ve kırsal alanda etki mesafesi benzerken kentsel/orman alandaki etki mesafesinin genişlediği gösterilmiştir. Metil klorür için rüzgâr hızı artıkça, yükseklik arttıkça, su seviyesine inildikçe etki mesafesi değerlerinin arttığı belirlenmiştir[7].Behesthi ve diğerleri (2018) tarafından yürütülen çalışmada LPG içeren evsel tüplerde(26, 60, 78 ve 107 litrelik) gaz kaçaklarının sonuçları modellenmiştir. Tanktan 11m mesafeye kadar gaz konsantrasyonunun 33000 ppm olduğu bulunmuş ve bunun ciddi cilt yanıklarına neden olabileceği gösterilmiştir[8].İlıc ve diğerleri (2018) tarafından kaza sonucu yayılan klor gazının(3373 ton) modellemesi yapılmıştır. 3 km'lik bir alanda ölümcül etkiler belirlenmiştir[9].Bhattacharya ve Kumar (2015) tarafından yürütülen çalışmada n-bütanol ve klor sızıntısı için modellemeler yapılmıştır. 19m'ye kadar tehlikeli alan belirlenmiş, sıvı örnek için buhardan 15 kat daha hızlı salınım gerçekleştiği gösterilmiştir[10].Sonibare ve Aderian (2019) tarafından yürütülen çalışmada, Nijerya' da yer alan kimyasal tesiste bulunan 1 tonluk tankerden klor sızıntısının çevreye olan etkileri araştırılmıştır. Kaynaktan 289m-382m arasında ölümcül etkiler tespit edilmiştir[11].Inanloo ve Tansel (2015) tarafından yapılan çalışmada, ALOHA kullanarak amonyak tankı için çevresel etki değerlendirmesi yapılmıştır. Gece oluşabilecek patlamanın gündüz oluşabilecek patlamadan daha az etki mesafesine sahip olduğu gösterilmiştir[12].Xing ve Wang (2015) tarafından rafineride yılda 10000 ton üretilen metanol için yangın tasarımı ve güvenlik değerlendirmesi yapılmıştır. Metanolün dökülmesi durumunda, BLEVE ateş topunun menzili 60 saniye içinde 100m mesafe olarak belirlenmiştir[13]. Ping ve Guoning (2017) tarafından vinil klorür tankında kaçaklarınsimülasyonu ve analizi yapılmıştır. Tanktan 1 km mesafede hassas alanlar tespit edilmiştir[14].

ALOHA yazılımı, ücretsiz ve kullanımı kolay bir yazılımdır. Farklı tehlikeli kimyasal, farklı tesis, farklı tehlike kaynağı ve atmosferik koşullarda modelleme çalışmalarının yapıldığı tespit edilmiştir. Tehlikeli kimyasalın tehlike özelliği arttıkça ve madde miktarı arttıkça tehlike etki mesafelerinin arttığı görülmüştür. Atmosferik koşulların özellikle toksik etki mesafeleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, tüm haloflorürlerin ve güçlü oksitleyici maddelerin arasından en reaktif olan klor triflorür kullanılarak Ankara ilinin Yenimahalle ilçesinde bulunan bir tesiste olası kaza durumlarında etki mesafeleri incelenmiştir. Modelleme çalışmaları, sıvı ClF₃ depolayan silindirik tankta(D:1m,L:2m) farklı

doluluk oranları(%60-%90), farklı dairesel kaçak delik açıklığı(0,5, 1cm,3cm,5cm) ile farklı kaçak delik konumu üzerinden ALOHA Yazılımı ile yürütülmüştür.

2.MATERYAL VE METOD

2.1.Modelleme Çalışmalarına Ön Hazırlık

Klor triflorürün özellikleri, depolama ve taşıma koşulları incelenmiş, bunlara ait detaylı bilgiler aşağıda sunulmuştur.

2.1.1.Klor Triflorürün Özellikleri

Klor triflorür kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından oldukça tehlikeli bir maddedir. Çizelge 1’de klor triflorürün bazı özellikleri görülmektedir.

Çizelge1.Klor Triflorür Özellikleri[15]

Özellik	Değer/Açıklama
Moleküler Ağırlık	92,45 g / mol
Renk	Renksiz (Gaz) Sarı veya Yeşil (Sıvı) Beyaz (Katı)
Koku	Rahatsız edici, Boğucu, Hafif tatlımsı
Kaynama Noktası	53 °F, 11.75 °C (760 mmHg)
Erime Noktası	-105 °F, -76,34 °C
Çözünürlük	Su ile reaksiyona girer. Soğuk ve sıcak suda ayrışır.
Yoğunluk	1,825 g / mL (51,8 °F) 3,14 g / L (gaz) 2,530 g / cu.cm (Katı- 153 K)
Buhar Basıncı	1,4 atm
Viskozite	0,448 mPa.s
Koroziflik	Aşındırıcıdır.
Buharlaşma Isısı	27,50 kJ / mol
Yüzey Gerilimi	26,6 din / cm (273 °C)
İyonlaşma Potansiyeli	13,00 eV
Oluşum Isısı	164,5 kJ / mol (25 °C)
Kritik Sıcaklık	154,5 °C
Maruz Kalma Sınırı	0,1 ppm

Klor triflorür kullanım sınıflandırması ‘reaktif – 3.derece’ dir.NFPA 704 sınıflandırma sisteminde renkli dörtdölüm kodubulunmaktadır. Kimyasalın yanıcılığını kırmızı, sağlık tehlikesini mavi, reaktivitesini sarı ve özel tehlikelerini beyaz bölüm derecelendirmektedir. Derecelendirme 1-4 arasında yapılmaktadır. 4 en tehlikeli durumu ifade etmektedir. Şekil 1’ de klor triflorüre ait tehlike elması görülmektedir.



Şekil 1.Klor TriflorürünTehlike Elması

Kimyasalın sağlık tehlikesinin 4 olması, acil durumlarda öldürücü olabileceğini göstermektedir. Yanabilirlik (0); tipik yangın koşulları altında kimyasalın yanmayacağını göstermektedir[16]. Reaktivite (3), kimyasalın kendi başına patlayabildiğini ve ayrışabildiğini ifade etmektedir.

Kimyasal, göz veya cilt ile temas ederse vakit kaybetmeden bol su yardımıyla yıkanmalıdır. Kimyasal giysiye nüfus ederse giysi çıkarılmalıdır. Klor triflorür bol miktarda solunursa maruz kalan kişi hemen açık, temiz havaya yarı dik pozisyon da çıkarılmalıdır. Eğer solunum durursa ağızdan ağıza resüsitasyon yapılmalıdır. Etkilenen kişi sıcak ortamda tutulmalı ve dinlendirilmelidir. Kimyasal yutulduysa veya bu tehlikelerden herhangi birisi yaşandıysa derhal tıbbi yardım alınmalıdır.

Küçük yangın durumunda yangın çevrelenir ve yanmasına izin verilir. Müdahale gereken bir yangınsa su spreyi veya sis kullanılması önerilmektedir. Yangın eğer bir tankta meydana geliyorsa yangına maksimum mesafede müdahale edilmelidir. İnsansız hortum tutucuları veya monitör nozulları kullanılmalıdır. Bu durum mümkün değilse ortamdan uzaklaşılmalı ve yangının yanmasına izin verilmelidir.

Akut maruz kalma kılavuz seviyeleri (AEGL-AcuteExposureGuidelineLevelsforAirborneChemicals), yaşamda bir kez veya nadiren havadaki kimyasallara maruz kalmanın insan sağlığı üzerindeki etkilerini tanımlar. Acil müdahale ekipleri tarafından kimyasal dökülmeler veya diğer felakete neden olan maruziyetlerle uğraşırken kullanılan AEGL' ler, dünya çapında kamu ve özel sektörlerin ortak çabalarıyla belirlenir. Klor triflorür AEGL bilgileri Çizelge 2' de sunulmuştur.

Çizelge 2.Klor Triflorür için AEGL'ler [17]

Süre (dk)	AEGL 1 (ppm) Rahatsızlık	AEGL 2 (ppm) Engelli Kaçış	AEGL 3 (ppm) Ölüm
10	0,12	8,1	84
30	0,12	3,5	36
60	0,12	2,0	21
240	0,12	0,70	7,3
480	0,12	0,41	7,3

AEGL-1: Üzerinde duyarlı bireyler de dahil olmak üzere genel popülasyonun kayda değer rahatsızlık, tahriş veya belirli asemptomatik duyuşal olmayan etkiler yaşayabileceği tahmin edilen bir maddenin havadaki konsantrasyonudur (ppm veya mg/m³). Bununla birlikte, etkiler devre dışı bırakıcı değildir, geçicidir ve maruz kalmanın kesilmesiyle geri döndürülebilir.

AEGL-2:Üzerinde duyarlı bireyler de dahil olmak üzere genel popülasyonun geri dönüşü olmayan veya diğer ciddi, uzun süreli olumsuz sağlık etkileri veya zayıf bir kaçma yeteneğiyle karşılaşabileceği tahmin edilen bir maddenin havadaki konsantrasyonudur.

AEGL-3: Üzerinde duyarlı bireyler de dahil olmak üzere genel popülasyonun yaşamını tehdit eden bir sağlık sorunu yaşayabileceği tahmin edilen havadaki konsantrasyondur.

2.1.2. Klor Triflorür Depolama ve Üretim Koşulları

Klor triflorür su ile reaksiyona girdiğinden depolanacak tank nemden uzak ve kuru olmalıdır. Tank silindirik olmalıdır. Tankın bulunduğu ortam açık olarak tercih edilmelidir eğer kapalı ortam ise sürekli havalandırılmalıdır. Yanıcı ve indirgeyici maddelerden uzak tutulmalıdır. Klor triflorür yüksek oranda aşındırıcı bir madde olduğundan tank materyali olarak paslanmaz çelik veya nikel seçilmelidir[16].

2.2.Modelleme Çalışmaları

Konum ve Kimyasal Seçimi

Yürütülen çalışmada Ankara da yer alan bir endüstriyel kuruluşta olası kaza senaryoları incelenmiştir. Ankara, dünya üzerinde 39 ve 57' kuzey enlemi ve 32 ve 53' doğu boylamı arasında bulunur. Belirtilen konum da klor triflorür içeren bir endüstriyel kuruluş için modelleme çalışmaları yapılmıştır.

Moleküler formülü ClF_3 olan klortriflorürün molekül ağırlığı 92,45 g / mol'dür, standart koşullar altında renksiz ve gaz haldedir. ALOHA, bir reaksiyon meydana gelirse hava tehlikesini tam olarak tahmin edemez bu yüzden kimyasal reaktif olmayan bir kimyasal gibi modellenmiştir.

Atmosferik Koşullar

Modelleme çalışması için gerekli endüstriyel kuruluşun bulunduğu Ankara ilinin ortalama atmosferik koşulları Çizelge 3'te verilmiştir.

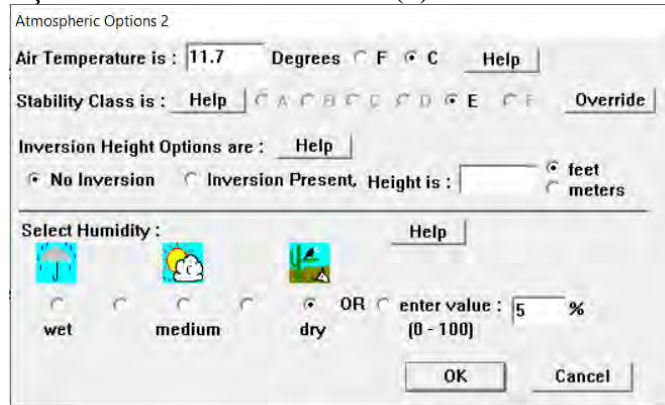
Çizelge 3. Atmosferik Koşullar [18]

Ortalama Sıcaklık	11,7 °C
Ortalama Yağış Miktarı	389,1mm
Ortalama Karlı Gün Sayısı	30,5
Rüzgâr Yönü (Yenimahalle)	Kuzeybatı
Rüzgâr Hızı	1,6 m/s
Ortalama Basınç	913 mb

İlgili atmosferik koşulların ALOHA yazılımına tanımlandığı ekran görüntüleri Şekil2ve Şekil3'de sunulmuştur.



Şekil 2. Atmosferik Koşullara Ait Ekran Görüntüsü(1)



Şekil 3. Atmosferik Koşullara Ait Ekran Görüntüsü (2)

Şekil 2ve Şekil 3' de Ankara'nın ortalama hava koşulları girilirken, havanın nemliliğinin kuru olduğu inversiyonun olmadığı seçimleri yapılmıştır. Etki mesafelerinin insan

seviyesinde belirleneceği, yüzey pürüzlülüğünün ise çevrede sık yapıları ifade eden kentsel veya orman alanı özelliğinde seçildiği görülmektedir.

Kimyasal Kaynak ve Senaryo Seçimi

Klor triflorürün depolamasına yönelik açıklamalar uyarınca seçilen klor triflorürdepolama tank türü ve boyut bilgilerinin ALOHA programına giriş ekran görüntüsü Şekil 4' te gösterilmiştir.

Şekil 4. Tank Türü ve Boyut Girişine Ait Ekran Görüntüsü

Modelleme çalışması yapılacak tankın çapı 1m ve boyu 2m'dir. Bu veri girişi ardından ALOHA yazılımı hacmi otomatik hesaplayarak 1.57 m³ olarak hesaplamıştır.

Modelleme çalışmaları klor triflorür içeren silindirik tank için farklı hipotetik senaryolar üzerinden yürütülmüştür:

Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının olduğu durum) tankın doluluk oranı etkisi

Tanktaki kaçak delik açıklığı dairesel ve delik çapı 1cm seçilmiştir. Sızıntının gerçekleştiği deliğin, tankın tabanından 0,5m yukarısında olduğu varsayılarak modelleme çalışmaları yürütülmüştür. İlgili parametreler sabit tutulup farklı tank doluluk oranlarında (%60, %70, %80 ve %90) çalışılmıştır.

Senaryo (2): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının olduğu durum) sızıntının gerçekleştiği delik çapının etkisi
Senaryo gerçekleşirken tankın doluluk oranı %90 olarak seçilmiştir. Tanktaki açıklık dairesel bir delik ve sızıntının gerçekleştiği deliğin tankın yerden 0,5m yukarısında olduğu varsayılarak modelleme çalışmaları yürütülmüştür. İlgili parametreler sabit tutulup, tankta sızıntının gerçekleştiği deliğin çapı değiştirilerek (0,5cm, 1cm, 3cm ve 5 cm) çalışılmıştır.

Senaryo (3): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının olduğu durum) sızıntının gerçekleştiği deliğin konumunun değişiminin etkisi

Senaryo gerçekleşirken tankın doluluk oranı yine %90 olarak seçilmiştir. Tanktaki açıklık dairesel bir delik ve deliğin çapı 5cm olarak varsayılmıştır. Belirtilen hususlar doğrultusunda tanktaki deliğin tank tabanından yüksekliğinin 30 cm ve 60 cm olduğu durumlar için çalışılmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Yürütülen çalışmada, klor triflorürdepolama tankı için belirlenen konumda varsayılan ve muhtemel bir endüstriyel kaza sonucunda oluşabilecek toksik salınım etkileri incelenmiştir. Modelleme çalışmaları ALOHA yazılımı ile 3 farklı senaryo üzerinden yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar ve bunlara ait değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

Senaryo (1): Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının olduğu durum) tankın doluluk oranı etkisi

Senaryo.1.a. %60 doluluk oranına sahip tankta ilk hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir. Tankın doluluk oranının ALOHA yazılımına girişine ait ekran görüntüsü Şekil 5’te görülmektedir.

Şekil 5. Tankın Doluluk Oranı(%60) Girişine Ait Ekran Görüntüsü

Tanktaki kaçak deliğin tankın tabanından yüksekliği 0,5m olarak alınmıştır, ilgili ekran görüntüsü Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 6. Kaçak Deliğin Tankın Tabanından Yüksekliğinin Girişinin Yapıldığı Ekran Görüntüsü

Tankta sızıntının meydana geldiği kaçak delik çapının girişinin yapıldığı ekran görüntüsü ise Şekil 7’de verilmiştir.

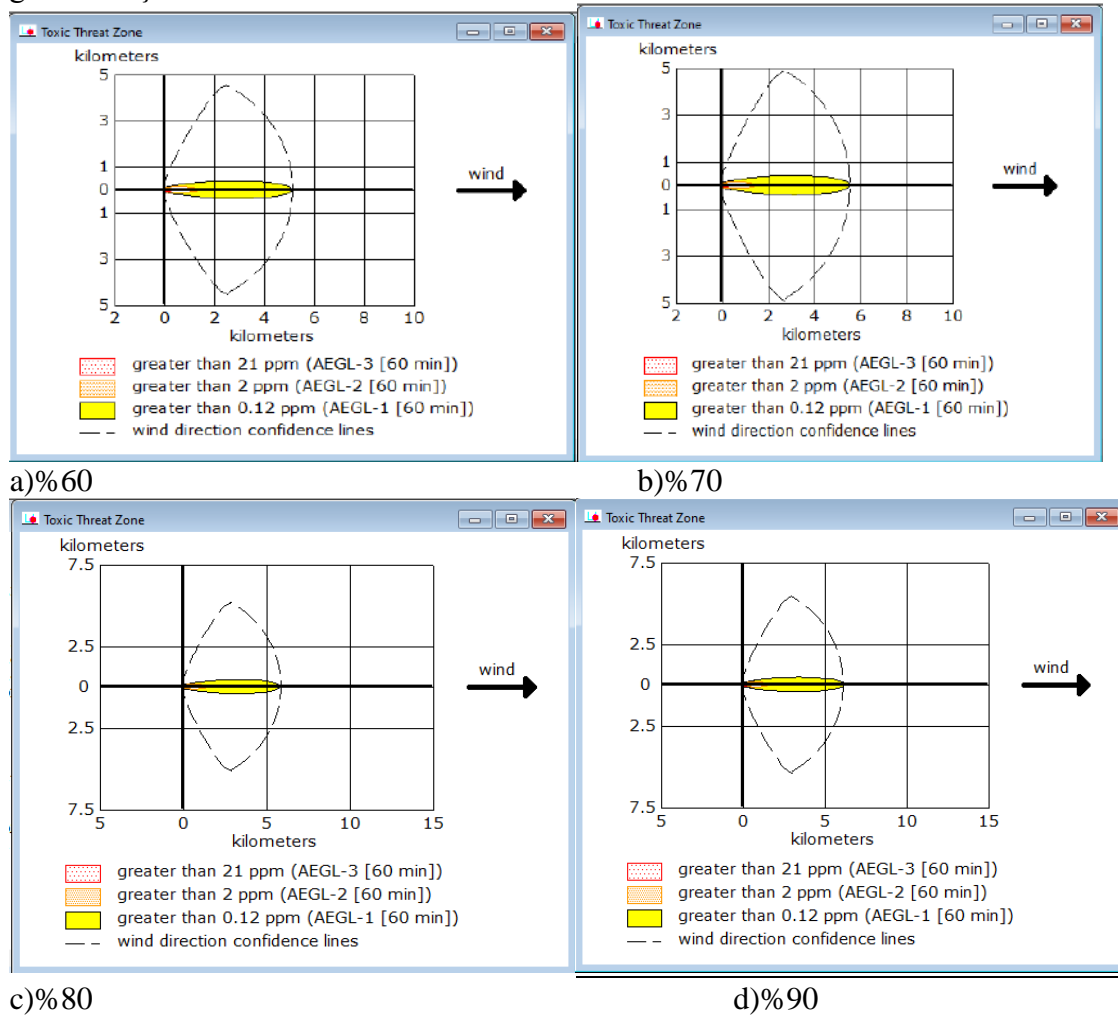
Şekil 7. Kaçak Delik Çapının Girişinin Yapıldığı Ekran Görüntüsü

Senaryo.1.b. %70 doluluk oranına sahip tankta ikinci hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir.

Senaryo.1.c. %80 doluluk oranına sahip tankta üçüncü hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir.

Senaryo.1.d. %90 doluluk oranına sahip tankta dördüncü hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir.

Programaya girilen parametrelerde elde edilen toksik etki alanları Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.Farklı Tank Doluluk Oranlarında Belirlenen Toksik Etki Alanları

En geniş etkiler %90 tank doluluk oranı için elde edilmiştir. Senaryo 1 kapsamında elde edilen tüm toksik etki mesafeleri Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.Senaryo 1'e Ait Toksik Etki Mesafeleri

Senaryo 1 (Tank Doluluk Oranı Etkisi)			
Tank Doluluğu (%)	Kırmızı:AEGL-3 (m)	Turuncu:AEGL-2 (m)	Sarı:AEGL-1 (m)
60	333	1300	5200
70	366	1400	5600
80	395	1500	5900
90	417	1600	6200

Yapılan hipotetik çalışmalar sonucunda tank %60 dolu iken kırmızı alan etki mesafesi 333m belirlenirken, tankın %90 dolu olması durumunda kırmızı alan 417m olarak elde edilmiştir. Ancak, ALOHA yazılımı ‘yakın alan düzensizliğinin etkileri kısa mesafeler için dağılım tahminlerini daha az güvenilir hale getirdiğinden tehdit bölgesi çizilmedi’ uyarısı vermiştir. Tank doluluk oranının artması ile tanktaki kimyasal madde miktarı artmakta, dolayısı ile etki mesafeleri artış göstermektedir.

Senaryo (2):Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının olduğu durum) sızıntının gerçekleştiği kaçak delik çapının etkisi

Senaryo.2.a. Sızıntının gerçekleştiği deliğin çapının 0,5cm olduğu varsayılarak ilk hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir. Bu durum için girilen parametreye ait ekran görüntüsü Şekil 9’da gösterilmektedir.

Area and Type of Leak

Select the shape that best represents the shape of the opening through which the pollutant is exiting

Circular opening Rectangular opening

Opening diameter: 0.5

inches feet centimeters meters

Is leak through a hole or short pipe/valve?

Hole Short pipe/valve

OK Cancel Help

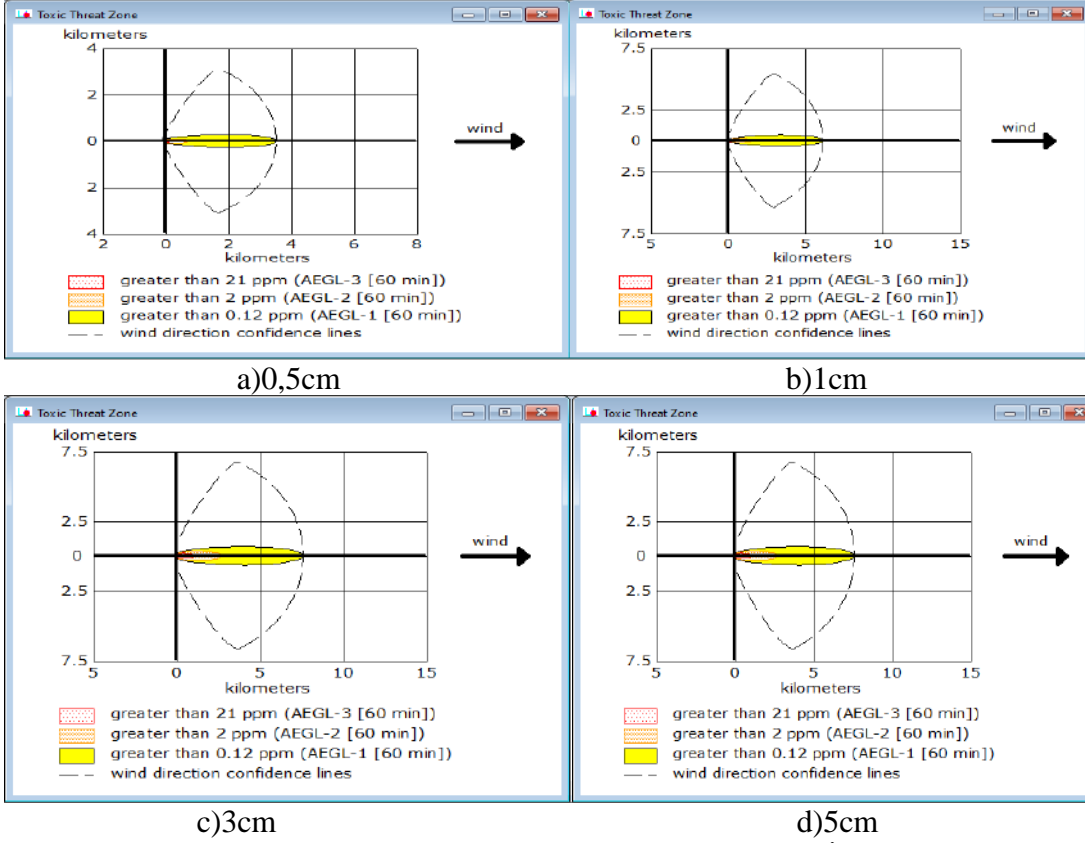
Şekil 9.Sızıntının Gerçekleşeceği Deliğin Çapının(0,5cm) Girişine Ait Ekran Görüntüsü

Senaryo.2.b.Sızıntının gerçekleştiği deliğin çapı 1cm alınarak modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Senaryo.2.c. Sızıntının gerçekleştiği deliğin çapı 3cm alınarak modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Senaryo.2.d. Sızıntının gerçekleştiği deliğin çapı 5cm alınarak modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

İlgili seçimlerle elde edilen toksik etki alanlarıŞekil10’da gösterilmiştir.



Şekil 10.Sızıntının Gerçekleştiği Deliğin Çapının Değişimi İle Elde Edilen Toksik Etki Alanları

En geniş etki mesafeleri 5cm sızıntı delik çapı için elde edilmiştir. Senaryo 2 kapsamında elde edilen tüm toksik etki mesafeleri Çizelge 5’te gösterilmiştir.

Çizelge 5.Senaryo 2'ye Ait Toksik Etki Mesafeleri

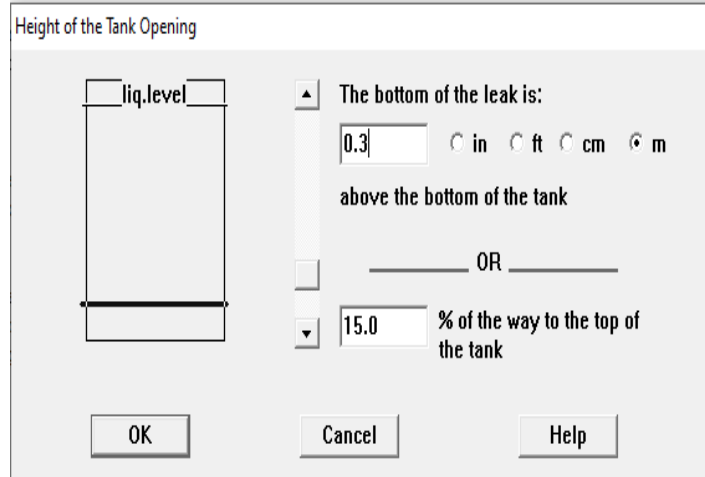
Senaryo 2 (Sızıntının Gerçekleştiği Deliğin Çapının Değişimi)			
Delik Boyutu (cm)	Kırmızı:AEGL-3(m)	Turuncu:AEGL-2(m)	Sarı:AEGL-1(m)
0,5	139	776	3600
1	417	1600	6200
3	1000	2700	7400
5	1000	2800	7700

Modelleme sonucunda 0,5cm delik çapında 139metki mesafesi kırmızı bölgede tespit edilmiştir. Kimyasal bulunan tanktan atmosfere salınan açıklığın boyutu 5cm’ye yükseltildiğindekırmızı bölgede 1000m etki mesafesi belirlenmiştir. Delik çapı arttıkça ortama daha fazla kimyasal salınmakta dolayısı ile etki mesafeleri artış göstermektedir.

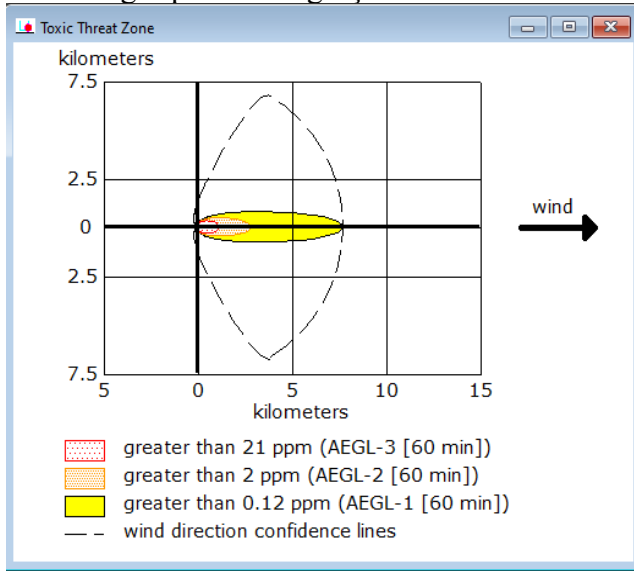
Senaryo (3):Sızıntı sonucu yangın yok (yangının olmadığı fakat kaçak nedeniyle atmosfere kimyasal sızıntının görüldüğü durum) sızıntının gerçekleştiği deliğin konumunun değişiminin etkisi

Senaryo.3.a.Sızıntının gerçekleşeceği deliğin tank tabanından 0,3m yüksekte olduğu varsayılarak hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir. İlgili ekran görüntüsü Şekil 11’de gösterilmiştir.

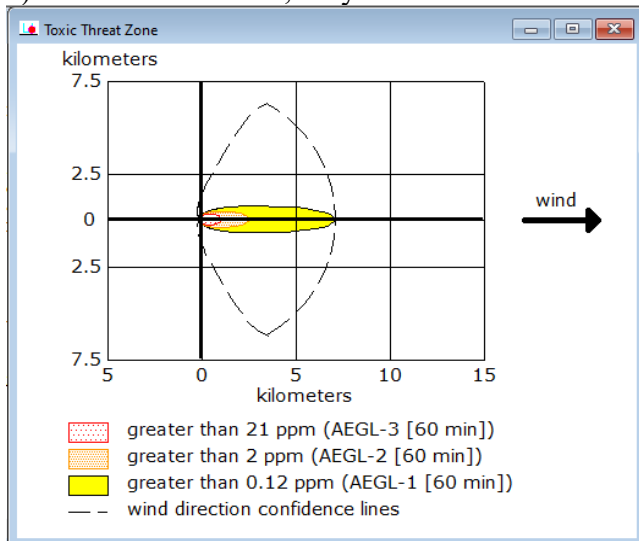
Senaryo.3.b. Sızıntının gerçekleşeceği deliğin tank tabanından 0,6m yüksekte olduğu varsayılarak hipotetik senaryo gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.Sızıntının Gerçekleşeceği Deliğin Konumuna(0,3m) Ait Ekran Görüntüsü
İlgili parametre girişi ardından elde edilen toksik etki alaları Şekil 12’de gösterilmiştir.



a) tankın tabanından 0,3m yükseklik



a) tankın tabanından 0,6m yükseklik

Şekil 4.Sızıntının Gerçekleşeceği Deliğin Konumunun Değişimi İle Belirlenen Toksik Etki Mesafeleri

En geniş etkiler tankın tabanından 0,3m mesafede elde edilmiştir. Senaryo 3 kapsamında elde edilen tüm toksik etki mesafeleri Çizelge6’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.Senaryo 3 'e ait ToksikEtki Mesafeleri

Senaryo 3 (Sızıntının Gerçekleştiği Deliğin Konumu) (2625 kg)			
Yerden Yükseklik (cm)	AEGL-1(m)	AEGL-2(m)	AEGL-3(m)
30	7800	2800	1100
60	7200	2600	984

Klor triflorür bulunan bir silindirik tankta 5cm kaçak delik çapında tankın tabanından 0,3m yükseklikte 1,1km’teki mesafesi tespit edilmiştir. Konum 0,6m’ye yükseltildiğinde kırmızı bölgede 984m toksik etki mesafesi elde edilmiştir. Tankın yerden yüksekliği arttıkça hidrostatik basınç azalmakta, kimyasal salınım hızı yavaşlamaktadır.

4.SONUÇLAR

ALOHA yazılımında birçok kimyasal ile ilgili çalışma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda klor triflorür ile modelleme çalışmaları yürütülmediği saptanmıştır. Bu çalışmada, incelenen senaryoların sonuçları şu şekildedir:

Tank %70 dolu iken kırmızı bölge etki mesafesi 333m olurken, tankın %90 dolu olması durumunda kırmızı bölgede etki mesafesi 417m’ye ulaşmıştır. Ancak, ALOHA yazılımı ‘yakın alan düzensizliğinin etkileri kısa mesafeler için dağılım tahminlerini daha az güvenilir hale getirdiğinden tehdit bölgesi çizilmedi’ uyarısı vermiştir.

Klor triflorür bulunan bir silindirik tankta 0,5cm’lik bir açıklık karşısında ALOHA yazılımında etki mesafeleri modellenmiştir. Modelleme sonucunda 139met’ki mesafesi kırmızı bölgede tespit edilmiştir. Kimyasal bulunan tanktan atmosfere salınan açıklığın boyutu 5 cm’ye çıktığı takdirde kırmızı bölgede 1000m’ye kadar etki mesafesi artmaktadır. Tanktan atmosfere salınan kimyasalın sızıntının gerçekleştiği açıklığın boyutuyla doğru orantılı olduğu görülmüştür. Açıklığın boyutu arttıkça etki mesafesi ve AEGL-3 olarak belirtilen bölgede hayati tehlike içeren kısım artmaktadır. Canlı yaşamını yitirebilir ve olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir[16].

Tanktan atmosfere salınan kimyasalın miktarının sızıntının gerçekleştiği konumla ters orantılı olduğu görülmüştür. Klor triflorür bulunan bir silindirik tankta tankın tabanından 0,3 m yükseklikte bir açıklık durumunda 1100mtoksik etki mesafesi kırmızı bölgede tespit edilmiştir. Kaçak deliğin konumu 0,6m’ye yükseltildiğinde kırmızı bölgedetoksik etki mesafeleri 984 m’ye düşmüştür. Açıklığın konumu arttıkça etki mesafesi ve AEGL-3 olarak belirtilen bölgede hayati tehlike içeren kısım azalmaktadır. Klor triflorür gibi gazlar buldukları alandaki oksijeni bertaraf ettikleri için oksijen yetersizliğine neden olmaktadır. Bu nedenle zehirleyici özellikleri bulunmaktadır. Solunum yolu ile vücuda alınan oksijenin, havadaki oranı %16’nın altına inmesiyle insan vücudunun direnci zayıflamaktadır[19].

5.ÖNERİLER

ALOHA yaklaşık 1000 kadar kimyasal veri tabanına sahiptir. Kimyasal türü, kaza yeri ve hava koşulları (sıcaklık, rüzgâr hızı ve yönü) dahil olmak üzere bu veri tabanındaki bilgileri kullanan ALOHA, atmosferik dağılım hızını ve buharın kırık bir borudan, tanktan veya herhangi başka bir kaynaktan gelen yönünü tahmin edebilir. Ayrıca kimyasal salınım ile oluşan bulutun görsel bir gösterimini de üretebilir [20]. ALOHA yazılımı 10 km’den uzun alanda etki mesafesini göstermez. Bu durumu geliştirmek için başka model programları (PHAST, MODLOW vb.) kullanılabilir.

Farklı parametreler (sıcaklık, basınç, atmosferik vb.) kullanılarak modelleme çalışmaları çeşitlendirilebilir. Elde edilen model çıktılarının kaza senaryo olasılıkları ile

değerlendirilmesi daha etkin sonuçlar sağlayabilir. Farklı rüzgâr hızı, yükseklik, su seviyesi gibi parametreler değiştirilerek detaylı sonuçlar elde edilmiştir[21].

Yapılan çalışmalarda tank doluluk oranlarının artmasıyla etki mesafesinin arttığı gözlemlenmiştir. Tankın güvenli depolama koşulları bilinmeli ve tanka kapasitesinden fazla madde doldurulmamalıdır. Tank açık alanda bulunmalı aksi takdirde ortam sürekli olarak havalandırılmalıdır[16]. Bu durumda depolama koşulları oldukça önem taşımaktadır. Depolama tankları ile ilgili denetimlerin artırılması, acil durum kartlarının oluşturulması, depolama tanklarının üzerine uyarılar ve izleme süreçleri yapılandırılması önerilmiştir[1]. Tankın iç ve dış malzemesinin sağlamlığı, çalışma ömrü, yeterliliği, çalışma kapasitesi, içinde bulunan maddenin korozyonlu gibi tankı yıpratıcı durumlar için gerekli kontrollerin sıklaştırılması ve rutin haline gelmesi de önemlidir[8].

KAYNAKLAR

- [1] Yang, R., Gai, K., Yang, F., Zhang, G., Sun, N., Feng B., Zhu, X., 2019. "Simulation Analysis of Propylene Storage Tank leakage Based on Aloha Software", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 267, 042038.
- [2] Travnicek P, Kotek L, Junga P., 2017. "Modelling of Consequences of Biogas Leakage from Gas Holder", Journal of Central European Agriculture, 18(1), 15-28.
- [3] Kotek L, Mukhametzinova L, Holub M, Blecha P., 2014. Low Concentration of Oxygen in External Environment - Modeling the Consequences of Accident. Guest Editors: Valerio Cozzani.
- [4] Abbaslou. H., Karimi, A., 2019. "Modelling of Ammonia in the Petrochemical Industry", Jundishapur J Health Sci. 11(3):e94101.
- [5] Açıkgöz, V., 2012. "LPG depolama tanklarında yangın ve patlama durumlarının modellenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6] Khorram, R., 2020. "Modeling the consequences release of cyanogen agents in bushehr nuclear power plant neighborhood using PHAST, ALOHA and WISER software", Occupational Health. 17,4.
- [7] Çetinyokuş, S., 2017. "Patlama, Yangın ve Toksik Yayılım Fiziksel Etki Alanının Belirlenmesi", Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 23(7), 845-853.
- [8] Beheshti M.H., Dehghan S.F., Hajizadeh R., Jafari S.M., Koohepaei A., 2018. "Modelling the Consequences of Explosion, Fire and Gas Leakage in Domestic Cylinders Containing LPG", Annals of Medical and Health Sciences Research.
- [9] Ilić P, Ilić, S, Bjelić, LS., 2018. "Hazard Modelling of Accidental Release Chlorine Gas Using Modern Tool-Aloha Software", Quality of Life, 9(1-2), 38-45
- [10] Bhattacharya, R., Ganesh Kumar, V., 2015. "Consequence analysis for simulation of hazardous chemicals release using ALOHA software", IJCRGG, 8, 4, 2038-2046.
- [11] Sonibare, O.O., Adeniran, J.A., 2019. "Exposure assessment and environmental consequence evaluation of accidental chlorine release in an industrial area", International Journal of Environmental Studies, 76(3), 396-411.
- [12] Inanloo, B., Tansel, B., 2015. "Explosion impacts during transport of hazardous cargo: GIS-based characterization of overpressure impacts and delineation of flammable zones for ammonia", Journal of Environmental Management, 156, 1-9.
- [13] Xing, Z.X., Wang, Y.H., 2015. "Safety Assessment and Fire Design of the Synthesis and Refining Unit for Annual 10000t Methanol", Journal of Safety and Environment, 3, 18-26.

- [14] Ping, W, Guoning, R., 2017. ‘‘ALOHA tarafından Vinil Klorür Tankında Kaçak Kazaların Simülasyonu ve Analizi’’, Kimya Mühendisi Okulu, Nanjing Bilim ve Teknoloji Üniversitesi.
- [15] NFPA 704, Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response, 2017.
- [16] Pubchem, 2021, ‘‘Klor Triflorür MSDS’’ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24637#section=NFPA-Hazard-Classification>, 20.03.2021.
- [17] Amerikan Endüstriyel Hijyen Derneği, OIHA 1999 Acil Müdahale Planlama Kuralları ve İşyeri Çevre Pozlama Seviyesi Kılavuzları El Kitabı, 25.
- [18] Ankara Valiliği, 2021, Ankara, Yenimahalle için Hava Koşulları. <http://ankara.gov.tr/iklimi#:~:text=%C4%B0%20%C3%B6l%C3%A7e%C4%9Finde%20ortalama%20s%C4%B1caklık%2011,30%20cm%20olarak%20tespit%20edilmi%C5%9Ftir.> 16.03.2021.
- [19] Kök, F., 2020., ‘‘Yangında Açığa Çıkan Gazların, İnsan Sağlığına Vereceği Zararın Engellenmesi’’, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(2): 83-94.
- [20] Cherriadi, G., Bouziri, A. E., Boulmakoul, A., Zeitouni, K., 2018. ‘‘An atmospheric dispersion modeling microservice for HazMat transportation’’, The 9th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2018), Procedia Computer Science, 130, 526-532.
- [21] Çetinyokuş, S., 2017. ‘‘Sonuç Analizi ile Belirlenen Etki Mesafeleri Üzerine Atmosferik Seçimlerin Etkisi (ALOHA Yazılımı)’’, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 209-217.

AVRUPA BİRLİĞİ YEŞİL MUTABAKATI, AB’NİN YENİ KİMYASALLAR STRATEJİSİ

Mustafa BAĞAN

MB Kimya Akademi

e-posta: mustafa.bagan@mbkimyakademi

ÖZET

Avrupa Birliği, yıllardan beri Çevresel Eylem Programları (Environmental Action Programme-EAP) oluşturmuştur. Çevresel Eylem Programları, çevre politikasının tüm alanları için gelecekteki eylemlerin çerçevesini belirler. Bunlar yatay stratejilere entegre edilir ve uluslararası çevre müzakerelerinde dikkate alınır.

İlki 1973 yılında oluşturulan programlarda öncelikle otorite hedef koymakta ve diğer kesim uymaya çalışmaktaydı. Ancak 5. EAP’den sonra Komisyon diğer tüm kesimin (halk, sanayici, sivil toplum örgütleri.) elini taşın altına koymasını istedi ve ayrıca “sürdürülebilirlik” kavramını politikalarının içine aldı. Sonuncusu 8. EAP (2030), 7. EAP (2020) ’nin destekçisi ve onun hedeflerinin tamamlanmasını amaçlamakta olan bir programdır.

Ana hedefleri aşağıdaki gibidir:

- 2030 sera gazı emisyon azaltım hedefinin karşılanması ve 2050 yılına kadar iklim-nötr düzene geçişin gerçekleştirilmesi,
- İklim değişikliğine yönelik adaptasyon kapasitesi ve direnç gücünün artırılması ile kırılganlığın azaltılması,
- Yenileyici büyüme modeline geçişin sağlanması, ekonomik büyümenin kaynak kullanımı ve çevresel bozulmadan ayrıştırılması, dögüsel ekonomiye geçişin hızlandırılması,
- Hava, su ve toprakta sıfır kirlilik hedefinin gerçekleştirilmesi ile vatandaşların sağlık ve refahının korunması,
- Doğal sermayenin güçlendirilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, muhafaza edilmesi ve güçlendirilmesi,
- Üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevre ve iklim üzerindeki baskısının azaltılması (özellikle enerji, endüstri, altyapı ve inşaat ile ulaşım ve gıda sektöründe)

Diğer taraftan 11.12.2019 tarihinde “Yeşil Mutabakat – Green Deal” adı altında temelde 2050 yılına kadar emisyonların sıfırlanmasını, “iklim nötr” hedef alan politikanın diğer önemli unsurları şunlardır:

- “Climate Neutral” Europe –İklim Nötr Avrupa
- “Circular Economy” - Dögüsel Ekonomi
- “Ecosystem&Biodiversity” - Ekosistem&Biyoeçeşitlilik
- “Farm to Fork Strategy”-Çiftlikten Çatala
- “R&D, Innovation, Financial Support” – Ar&GE, Yenilik, Mali destek

- “Transport” – Taşımacılık
- “Zero Pollution For A Non-Toxic Environment” - Toksik Olmayan Bir Çevre İçin Sıfır Kirlilik

Bunlar içinde kimyasalların yer aldığı “Toksik olmayan bir çevre için sıfır kirlilik” amacına ulaşabilmek için 14.10.2020 tarihinde yeni kimyasallar stratejisi, “Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment” yayımlanmıştır.

Sunumda yeni kimyasallar stratejisi ve etkileri hakkında bilgi sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Avrupa Birliği Çevresel Eylem Programları, Yeşil Mutabakat, AB'nin yeni kimyasallar stratejisi.

I.GİRİŞ

Avrupa Birliği (AB)'nin, “Green Deal – Yeşil Mutabakat” adı altında uygulamaya koyduğu yeni stratejisinin birkaç alt başlığından bir olan “Zero Pollution For A Non-Toxic Environment - Toksik Olmayan Bir Çevre İçin Sıfır Kirlilik “ doğrudan kimyasalları hedef alan bir yaklaşımdır.

“EU Green Deal“ çerçevesinde EU Chemicals Strategy for Sustainability Basın duyurusu!

“Bugün (14 Ekim 2020), Avrupa Komisyonu, Sürdürülebilirlik için AB Kimyasallar Stratejisini kabul etti.

Strateji, Avrupa Yeşil Anlaşması'nda (Green Deal) açıklanan toksiklerden arındırılmış (toxic-free) bir çevre için sıfır kirlilik hedefine doğru ilk adımdır.

Strateji, güvenli ve sürdürülebilir kimyasallar için yeniliği artıracak ve insan sağlığının ve çevrenin tehlikeli kimyasallara karşı korunmasını artıracaktır.

Bu, toplum için gerekli olduğu kanıtlanmadıkça oyuncaklar, çocuk bakım malzemeleri, kozmetikler, deterjanlar, gıda ile temas eden malzemeler ve tekstil ürünleri gibi tüketici ürünlerinde en zararlı kimyasalların kullanımının yasaklanmasını ve tüm kimyasalların daha güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamayı içerir.”

Daha detaylı bilgi için:

https://ec.europa.eu/environment/strategy/chemicals-strategy_en

Evet, yukarıda basın duyurusu yapılan yeni kimyasallar stratejisi,AB'nin kimyasalların yönetimine değişiklik getirecekti.

2. GELİŞMELER

- Avrupa'da kimyasallar yönetimine yönelik ilk stratejik yaklaşımdan neredeyse 20 yıl sonra (REACH), AB'nin kimya politikası için yeni bir uzun vadeli vizyon oluşturma zamanı geldi.
- Avrupa Yeşil Anlaşması ile uyumlu olarak, strateji, kimyasalların topluma katkılarını en üst düzeye çıkarırken yeşil ve dijital geçişi sağlamak, gezegene ve geleceğe zarar vermektan kaçınarak üretildiği ve kullanıldığı zehirsiz bir ortam için çabalamaktadır.
- AB endüstrisini, güvenli ve sürdürülebilir kimyasalların üretiminde ve kullanımında küresel ölçekte rekabetçi bir oyuncu olarak görüyor.
- Strateji, yatırımı güvenli ve sürdürülebilir ürünlere ve üretim yöntemlerine çekmek amacıyla endüstrinin dönüşümü için net bir yol haritası ve zaman çizelgesi önermektedir.

2.1 Kimyasal Risklerin Bilinmeyen Bölgesi (The unknown territory of chemical risks)

“EEA, The European Environment – State and outlook report, 2020” Avrupa Birliği’nin beş yılda bir yaptığı çevre alanındaki değerlendirme raporunda aşağıdaki tespitler yapılmıştır:

- 2000 ile 2017 yılları arasında küresel kimya endüstrisinin üretim kapasitesi 1,2'den 2,3 milyar tona çıktı (UNEP, 2019).
- Çeşitlilik açısından, Ağustos 2019'da REACH mevzuatı kapsamında 22. 600 kimyasalın kaydı yapılmıştır.
- Bu sayı, piyasadaki 1 tonun altındaki kimyasalların yanı sıra polimerleri ve pestisitler ve farmasötikler gibi halihazırda mevcut yönetmelik kapsamında düzenlenmiş olanları içermemektedir.
- Piyasadaki toplam sentetik kimyasal sayısının 100.000 madde olduğu tahmin edilmektedir (Milieu Ltd et al., 2017) ve toksikolojik veri tabanlarında 600.000 madde bulunabilir (DTU, 2019).
- Yaşam döngüleri boyunca kimyasallardan bilinmeyen sayıda dönüşüm ürünleri de vardır (Ng ve diğerleri, 2011).
- Aynı zamanda kimyasalların hacmi ve çeşitliliği artmaya devam ediyor (CEFIC, 2018).

22 600 kimyasal yılda 1 tonun üzerinde kullanım maddeler içinde ~ 4 700 kimyasal Tehlike karakterizasyonu ve değerlendirmesinde öncelik verilen yılda 100 tonun üzerinde kullanım söz konusudur. Genel bir harita oluşturursak aşağıdaki dağılım bulunur.

Şekil 1: Kaydı yapılmış olan kimyasalların karakterizasyon açısından dağılım haritası

	~500 Kimyasal Tehlikeleri ve maruziyetleri açısından <u>kapsamlı bir şekilde karakterize edilmiştir</u>	
~ 10.000 kimyasal Tehlikelerinin ve maruziyetlerinin bir alt kümesi için <u>oldukça iyi karakterize edilmiş</u>		~ 20.000 kimyasal Tehlikeleri ve maruziyetleri için <u>sınırlı karakterizasyon</u>
	~ 70.000 kimyasal tehlikeleri ve maruziyetleri için <u>zayıf karakterizasyon</u>	

2.2 Yeni Kimyasallar stratejisinin ana hatları

Yeni Kimyasallar stratejisinin ana hatları aşağıdaki ana konular altında açıklanabilir:

1. Tüketici ürünlerindeki en zararlı kimyasalların yasaklanması -yalnızca gerekli olduğu durumlarda kullanımına izin verilmesi,
2. Kimyasallardan kaynaklanan riskleri değerlendirirken kimyasalların kokteyletkisini hesaba katılması,
3. AB'de per- ve polifloroalkil maddelerin (PFAS) kullanımının, gerekli olmadığı süreç, aşamalı olarak kaldırılması,
4. Tasarım gereği ve yaşam döngüleri boyunca güvenli ve sürdürülebilir kimyasalların üretimi ve kullanımı için yatırım ve yenilikçi kapasiteyi artırmak
5. AB'nin kritik kimyasallar tedariki ve sürdürülebilirliği konusundaki direncini teşvik etmek

6. Kimyasalların risk ve tehlike değerlendirmesi için daha basit bir "tek maddelik bir değerlendirme" süreci oluşturmak
7. AB'de yasaklanan kimyasalları ihraç etmeyerek ve yüksek standartları savunarak ve teşvik ederek küresel olarak lider bir rol oynamak
8. Gıda ile temas eden malzemeler, oyuncaklar, çocuk bakımı malzemeleri, kozmetikler, deterjanlar, mobilyalar ve tekstil ürünleri dahil olmak üzere tüketici ürünlerinin KMÜT ve/veya kalıcı ve biobirikimli toksik ayrıca hormon bozucu (endocrine disruptors) kimyasallar içermediğinden emin olmak için risk yönetimine genel yaklaşımı genişletmek
9. Buna ek olarak, tüketici ürünleriyle ilgili olarak aynı jenerik yaklaşımı, bağışıklık, nörolojik veya solunum sistemlerini etkileyenler ve BHOT kimyasallar dahil olmak üzere daha fazla zararlı kimyasallara genişletmek için yöntemleri ve zamanlamayı tanımlanması
10. Bu arada, risk yönetimine yönelik genel yaklaşım yerinde değilken, tek tek düzenlemek yerine yukarıda listelenen tüm maddelere tüm kullanımlar için kısıtlamalar ve gruplama yoluyla öncelik verilmesi
11. Maddelerin kimyasal güvenlik değerlendirmesi için REACH'e en iyi nasıl dahiledileceğini değerlendirmek
12. Su, gıda katkı maddeleri, oyuncaklar, gıdyla temas eden malzemeler, deterjanlar ve kozmetikler hakkındaki mevzuat gibi diğer ilgili mevzuatta kombinasyon etkilerini hesaba katacak hükümler getirmeli veya güçlendirmeli;

2.3 Tek Madde Tek Değerlendirme

Kimyasal güvenlik değerlendirmeleri, çeşitli mevzuat kapsamında, çeşitli aktörler tarafından ve farklı zamanlarda başlatılmakta ve çeşitli AB kurumları, bilimsel komiteler, uzman grupları veya Komisyon departmanları tarafından yürütülmektedir.

The European Food Safety Authority (EFSA), the European Chemicals Agency (ECHA), the European Medicines Agency (EMA) and the European Environment Agency (EEA).

'Tek madde, tek değerlendirme', güvenlik değerlendirmelerinin başlatılmasının ve öncelik ayarının koordineli, şeffaf ve her sektörün özelliklerini dikkate alarak mümkün olduğu ölçüde senkronize bir şekilde yapılmasını sağlayacaktır.

Tek bir mevzuat parçası kapsamında bir değerlendirme önerildiğinde, koordineli eylemin sağlanması için diğer mevzuat parçaları kapsamındaki planlama tam olarak dikkate alınacaktır. Bu, REACH ve CLP kapsamında mevcut mekanizma olan "Kamu Faaliyetleri Koordinasyon Aracı- 'Public Activities Coordination Tool' "nın başarısı üzerine inşa edilerek en verimli şekilde yapılabilir.

3. SONUÇ : YENİ STRATEJİDEN BEKLENENLER

Bu strateji, kimyasalların toplumsal değerini insan sağlığı ve küresel sınırlarla uzlaştırmanın yanı sıra güvenli ve sürdürülebilir kimyasallar üretmede endüstriyi desteklemek için bir fırsattır.

Aynı zamanda, AB vatandaşlarının tehlikeli kimyasallardan yüksek düzeyde koruma sağlamaya yönelik meşru isteklerine yanıt vermek ve güvenli ve sürdürülebilir kimyasalların

üretiminde ve kullanımında küresel bir öncü olarak AB endüstrisini teşvik etmek için bir fırsattır.

Söz konusu Strateji, Avrupa'nın sıfır kirlilik hedefine yönelik gerekli ilk adımı ve biyoçeşitlilik ve çiftlikten çatala stratejilerinde tanımlanan ilgili hedefleri temsil ediyor, yaklaşan sıfır kirlilik eylem planının temellerini atıyor ve Avrupa'nın kanseri yenme planının başarısına katkıda bulunuyor.

Strateji aynı zamanda Avrupa sanayi stratejisi, Avrupa için kurtarma planı, (Europe's moment: Repair and Prepare for the Next Generation), döngüsel ekonomi eylem planı ve farmasötikler stratejisi, hidrojen stratejisi ve piller girişimi gibi diğer Avrupa Yeşil Anlaşması stratejileri ve girişimlerini tamamlayıcı niteliktedir.

YEŞİL KİMYA VE YENİ PROSES UYGULAMALARI

Mehmet ALBAYRAK

Kimya Mühendisi, A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı, Proses Güvenliği/Fonksiyonel Güvenlik Danışmanı,
Yangın/Patlama Güvenliği Danışmanı, Tasarım Mühendisi, İtranet A.Ş./Prokon Net, İstanbul

e-posta: albayrakmehmet55@gmail.com

Özet

Yeşil kimya ve kimya mühendisliği, kimyasal üretim süreci boyunca verimliliği en üst düzeye çıkarmaya, sağlık ve çevresel tehlikeleri en aza indirmeye çalışır. Bu çalışma, yeşil kimya ilkelerinin ve ölçütlerinin, bir kimyasalın tasarımdan atık hale gelmesine kadar tüm yaşam döngüsünü nasıl etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda alandaki temel ölçütler ve son gelişmeler gözden geçirdikten sonra, nanoteknoloji örneği ele alınmıştır. Gelişmekte olan nanoteknoloji, yeşil kimyanın etkisini ve uygulamasını değerlendirmek için öğretici bir çerçeve sağlar. Disiplinlerarası inovasyon, her iki alana da rehberlik eder ve her ikisi de teknolojinin doğasını dönüştürmeye çalışır. Ortaya çıkan yeşil teknolojinin uygulamaları ve sonuçları tartışılacak ve disiplinler arası işbirlikleri için gelecekteki fırsatlar vurgulanacaktır.

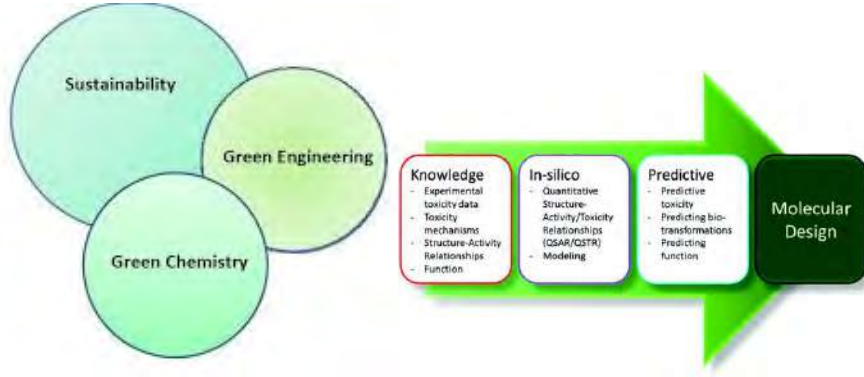
Anahtar Kelimeler: Yeşil Kimya, Kimya Mühendisliği, Yeşil Teknoloji Uygulamaları

1. GİRİŞ

Yeşil kimya: tehlikeli maddelerin kullanımını veya üretimini azaltan veya ortadan kaldıran kimyasal ürün ve süreçlerin tasarımıdır. Yeşil kimya, tasarımı, üretimi, kullanımı ve nihai bertarafı dahil olmak üzere bir kimyasal ürünün yaşam döngüsü boyunca geçerlidir. Yeşil kimya aynı zamanda sürdürülebilir kimya olarak da bilinir[1].

Sürdürülebilir kimya olarak da adlandırılan yeşil kimya, tehlikeli maddelerin kullanımını ve üretimini en aza indiren veya ortadan kaldıran ürün ve süreçlerin tasarımına odaklanan bir kimya ve kimya mühendisliği alanıdır.

Sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak için kimya mühendisliğinin, şimdiki ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayan kimyasal ürünler ve prosesler geliştirerek bu paradoksu ele alması gerekir. Metrikler, proses tasarımı, ürün tasarımı, proses dinamikleri ve sürdürülebilirliğe yönelik kontroldeki gelişmelere odaklanır[1].



Şekil 1. Sürdürülebilirlik, Yeşil Mühendislik ve Yeşil Kimya

2. YEŞİL KİMYA

Yeşil Kimyanın Kirliliği Temizlemekten Farkı:

Yeşil kimya, kimyasal hammaddelerin, reaktiflerin, çözücülerin ve ürünlerin tehlikelerini en aza indirerek veya ortadan kaldırarak kirliliği kaynağında azaltır.

Bu, atık akışlarının arıtılmasını (boru sonu arıtma) veya çevresel dökümlerin ve diğer salımların temizlenmesini içeren kirliliğin temizlenmesinden (iyileştirme olarak da adlandırılır) farklıdır. İyileştirme, tehlikeli kimyasalların diğer malzemelerden ayrılmasını, ardından artık tehlikeli olmayacak şekilde işlenmesini veya güvenli bertaraf için konsantre edilmesini içerebilir. Çoğu iyileştirme faaliyeti yeşil kimyayı içermez. İyileştirme, tehlikeli maddeleri çevreden uzaklaştırır, öte yandan yeşil kimya, tehlikeli maddeleri en başta çevreden uzak tutar[1].

Bir teknoloji, çevresel kirliticileri temizlemek için kullanılan tehlikeli kimyasalları azaltır veya ortadan kaldırır, bu teknoloji yeşil kimya teknolojisi olarak nitelendirilir. Bir örnek, güvenli bertaraf amacıyla havadan civa yakalamak için kullanılan tehlikeli bir sorbentin (kimyasal, emici) etkili, ancak tehlikesiz bir sorbent ile değiştirilmesidir. Tehlikeli olmayan emici maddenin kullanılması, tehlikeli emici maddenin asla üretilmediği ve dolayısıyla iyileştirme teknolojisinin yeşil kimya tanımını karşıladığı anlamına gelir[1].

Yeşil kimyanın 12 prensibi[1];

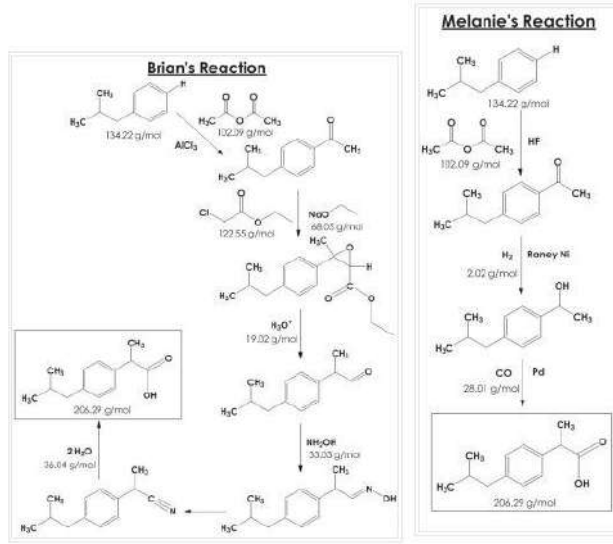
1. **Atıkları önleyin:** İsrafi önlemek için kimyasal sentezler tasarlayın. Arıtmak veya temizlemek için atık bırakmayın.
2. **Atom ekonomisini maksimize edin:** Sentezleri, nihai ürün için başlangıç malzemelerinin maksimum oranını içerecek şekilde tasarlayın. Az veya hiç atom atmayın.
3. **Daha az tehlikeli sentezleri tasarlayın:** İnsanlara veya çevreye çok az veya hiç toksisitesi olmayan maddeleri kullanmak ve üretmek için sentezler tasarlayın.
4. **Daha güvenli kimyasallar tasarlayın:** Tamamen etkili, ancak çok az veya hiç toksisitesi olmayan kimyasal ürünler tasarlayın.
5. **Daha güvenli solventler ve reaksiyon koşulları kullanın:** Solventler, ayırma maddeleri veya diğer yardımcı kimyasalları kullanmaktan kaçın. Bu kimyasalları kullanmanız gerekiyorsa, daha güvenli olanları kullanın.

6. **Enerji verimliliğini arttırın:** Kimyasal reaksiyonları mümkün olduğunca oda sıcaklığında ve basıncında çalıştırın.
7. **Yenilenebilir hammaddeler kullanın:** Tükenebilir değil yenilenebilir başlangıç malzemeleri (hammadde olarak da bilinir) kullanın. Yenilenebilir hammaddelerin kaynağı genellikle tarım ürünleri veya diğer süreçlerin atıklarıdır; Tükenebilir hammaddelerin kaynağı genellikle fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz veya kömür) veya madencilik faaliyetleridir.
8. **Kimyasal türevlerden kaçının:** Mümkünse engelleme veya koruma grupları yada herhangi bir geçici değişiklik kullanmaktan kaçının. Türevler ek reaktifler kullanır ve atık üretir.
9. **Stokiyometrik reaktifler yerine katalizörler kullanın:** Katalitik reaksiyonlar kullanarak atıkları en aza indirin. Katalizörler küçük miktarlarda etkilidir ve birçok kez tek bir reaksiyonu gerçekleştirebilir. Fazla kullanılan ve yalnızca bir kez reaksiyon gerçekleştiren stokiyometrik reaktiflere tercih edilirler.
10. **Kullanımdan sonra bozulacak kimyasallar ve ürünler tasarlayın:** Çevrede birikmemeleri için kullanımdan sonra zararsız maddelere parçalanacak kimyasal ürünler tasarlayın.
11. **Kirliliği önlemek için gerçek zamanlı olarak analiz edin:** Yan ürünlerin oluşumunu en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için sentezler sırasında proses içi, gerçek zamanlı izleme ve kontrolü dahil edin.
12. **Kaza olasılığını en aza indirin:** Kimyasalları ve fiziksel formlarını (katı, sıvı veya gaz) patlamalar, yangınlar ve çevreye salımlar dahil kimyasal kaza potansiyelini en aza indirecek şekilde tasarlayın.

Bu 12 ilkededen ortaya çıkan beş ana odak[1];

1. Daha az tehlikeli sentez
2. Güvenli proses
3. Süreç odaklı kontrol
4. Atık azaltıcı tasarım
5. Sürdürülebilirlik[1]

Atom ekonomisi: Yeşil kimyanın 2. prensibi olan Atom Ekonomisi, moleküler düzeyde israfı önlemeyi amaçlar. Bu, bir reaksiyonun verimliliğini anlamamıza yardımcı olan yeşil kimya metriğine bir örnektir. Aşağıda gösterilen atom ekonomisi denklemi, reaksiyona kaç tane atom girdiğine kıyasla, istenen reaksiyon ürünüyle sonuçlanan atomların yüzdesini bize esas olarak söyler. Atom ekonomisi ne kadar yüksek olursa, nihai ürüne dahil edilmeyen herhangi bir atom israf olarak kabul edildiğinden o kadar iyidir[1].



% atom ekonomisi, yeniden kullanılabilirler için katalizörler hariç tutularak yukarıdaki reaksiyon şemalarında her molekül için belirtilen molar kütle değerleri kullanılarak hesaplanır ve bu nedenle katalizörler bir reaksiyonun atom ekonomisi hesabına katılmaz.

Brian'ın tepkimesi için atom ekonomisi aşağıdaki gibi belirlenir[1], [2]:

$$\begin{aligned} \% \text{ Atom Economy} &= \frac{\text{Molar Mass of Product}}{\text{Molar Mass of All Reactants}} \times 100\% \\ &= \frac{206.29 \text{ g/mol}}{(134.22 + 102.09 + 122.55 + 68.05 + 19.02 + 33.03 + 36.04) \text{ g/mol}} \times 100\% \\ &= \frac{206.29 \text{ g/mol}}{515.00 \text{ g/mol}} \times 100\% \\ \% \text{ Atom Economy} &= 40\% \end{aligned}$$

Melanie'nin tepkimesi için atom ekonomisi hesaplaması şöyle görünür[1], [2]:

$$\begin{aligned} \% \text{ Atom Economy} &= \frac{\text{Molar Mass of Product}}{\text{Molar Mass of All Reactants}} \times 100\% \\ &= \frac{206.29 \text{ g/mol}}{(134.22 + 102.09 + 2.02 + 28.01) \text{ g/mol}} \times 100\% \\ &= \frac{206.29 \text{ g/mol}}{266.34 \text{ g/mol}} \times 100\% \\ \% \text{ Atom Economy} &= 77\% \end{aligned}$$

Bu iki hesaplama sayesinde, Melanie tarafından gösterilen yeni **ibuprofen** üretim yönteminin, Brian tarafından gösterilen eski yöntemdeki % 40'a kıyasla, % 77 çok daha atom ekonomik olduğu açıktır. Bunu düşünmenin bir başka yolu da, daha önce ibuprofen yapımında

kullanılan reaktiflerin % 60'ının israf edildiği, ancak bunun sadece % 23'ünün israf edildiği şekilde iyileştirildiğidir. Endüstriyel ölçekte, bu çok büyük bir farktır. Melanie ayrıca reaksiyonu için endüstriyel süreçte, oluşan fazla asetik asit yan ürününün başka amaçlar için satıldığını, yani boşa gitmediğini, bu nedenle % atom ekonomisinin esasen % 100 olduğunu açıklıyor.

Kimya, kimya mühendisliği ve biyoloji bilim dallarının bir araya gelmesi, daha temiz süreçler geliştirme çalışmalarında karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için güçlü bir yapının ortaya çıkması anlamına gelmektedir[1], [2].

Yeşil kimyanın ortaya çıkışı ve prensipleri:

Kimya endüstrisinin başlangıcında, bilim adamları çokta farkında olmasalar bile, çok daha sonra formüle edilmiş yeşil kimya ilkelerini uyguluyorlardı. Örneğin, petrokimyasal bir proses olan **katalitik** hidrojenlemenin gelişimi 1930'lu yıllara dayanıyor. Yeşil Kimya'nın daha bilinçli gelişimi ise, birkaç büyük çevresel felaket ve endüstriyel kazalar sonrasında başlamıştır (1978 New York Love Canal gömülü tehlikeli sanayi atıklarının toprağa ve suya karışması sonucu halk sağlığı ve çevre felaketi, 1984 Union Carbide şirketinin Hindistan'ın Bhopal şehrindeki pestisit üretim tesisinde meydana gelen metil isosiyanat gaz sıkıntısı, 3000 ölüm)[1], [2] [3], [4].

Rachel Carson kitabı **Silent Spring**'de (1962), yerel ekosistemlerin toksik kimyasallar tarafından tahrip edildiğini anlattı, bu sorunların çözülmesi için çağrılar yapıldı.

Bu konularda ilk önemli adım olarak ABD Kongresinin, 1969 yılında **Ulusal Çevre Politikası Yasasının** onaylanması kabul edilmektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA), 1970 yılında kuruldu. 1970'lerden beri çeşitli çevre mevzuatları yürürlüğe girdi. **Temiz Hava Yasası** 1970, **Güvenli İçme Suyu Yasası** 1974, **Zehirli Maddeler Kontrol Yasası** 1976'da kabul edildi ve günümüzde listelerinde 80.000'den fazla kimyasal madde var. 1990 yılında daha kapsamlı **Temiz Hava Yasası ve Kirlilik Önleme Yasası** çıkarıldı[1], [2] [3], [4].

Yeşil Kimya terimi, 1990'ların başında EPA Kirlilik Önleme ve Toksik Maddeler Ofisi (OPPT) tarafından geliştirilmiştir[1], [2] [3], [4].

Kaynak azaltmayı temel alan uygulamalar[1], [2][3], [4];

1. Herhangi bir atık akışına giren veya başka bir şekilde çevreye salınan (kaçak emisyonlar dahil) herhangi bir tehlikeli madde, kirletici veya kirletici miktarını geri dönüşüm, arıtma veya bertaraf öncesinde azaltma.
2. Bu tür maddelerin, kirleticilerin veya kirleticilerin salımı ile ilişkili halk sağlığına ve çevreye yönelik tehlikeleri azaltma.

"Kaynak azaltma" terimi şunları içerir[1], [2][3], [4]:

1. Ekipman veya teknolojiye ilişkin değişiklikler
2. İşlem veya prosedürlerdeki değişiklikler
3. Ürünlerin modifikasyonları, yeniden formüle edilmesi veya yeniden tasarlanması
4. Hammaddelerin ikamesi
5. Temizlik, bakım, eğitim veya envanter kontrolünde iyileştirmeler



Rachel Carson, Silent Spring [9]

Kirlilik Önleme Hiyerarşisi[1], [2][3], [4]:

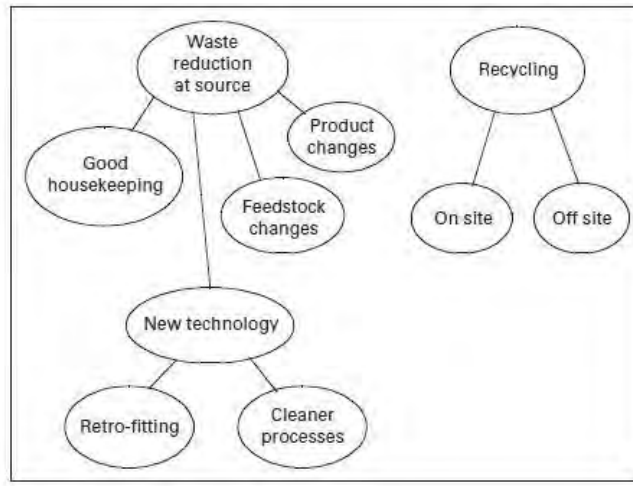
1. Kimyasal tehlikelerin kaynak azaltılması ve önlenmesi
 - Kimyasal ürünleri insan sağlığına ve çevreye daha az zararlı olacak şekilde tasarlama
 - İnsan sağlığına ve çevreye daha az zararlı hammaddelerden, reaktiflerden ve solventlerden kimyasal ürünler üretme
 - Azaltılmış veya kimyasal atık içermeyen sentezler ve diğer prosesler tasarlama
 - Daha az enerji veya daha az su kullanan sentezler ve diğer işlemler tasarlama
 - Yıllık yenilenebilir kaynakları veya bol miktarda atıktan elde edilen hammaddeleri kullanma
 - Yeniden kullanım veya geri dönüşüm için kimyasal ürünler tasarlama
 - Kimyasalları yeniden kullanma veya geri dönüştürme
2. Kimyasalları bertaraf etmeden önce daha az tehlikeli hale getirmek için arıtma
3. İşlenmemiş kimyasalları güvenli bir şekilde ve yalnızca diğer seçeneklerin uygun olmadığı durumlarda imha etme

İnsan sağlığına ve çevreye daha az zararlı kimyasallar[1], [2][3], [4]:

- Organizmalar için daha az toksiktir
- Ekosistemlere daha az zarar verir
- Organizmalarda yada çevrede kalıcı veya biyobirikimli değildir.

Yeşil kimya kapsamında geliştirilmiş ürünlere örnekler;

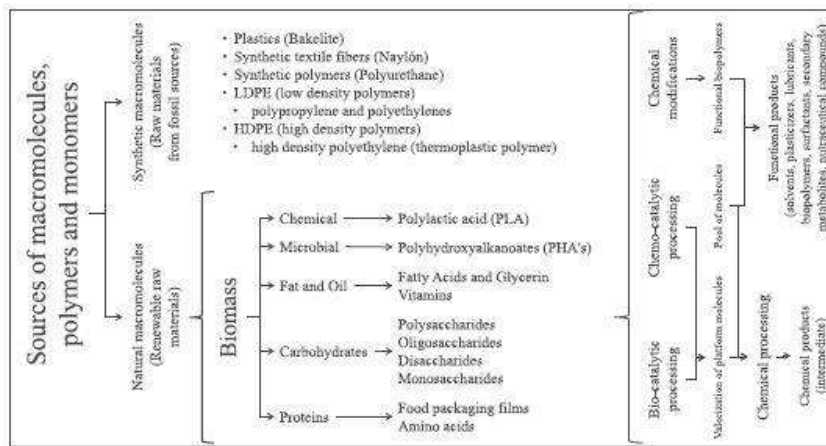
1. Solvent olarak süperkritik CO₂[7]
2. Katalizör olarak zeolitler; Sodalit, Zeolit A[6], [8]
3. Nişasta, şeker, selüloz ve protein temelli biopolimerler; Polilaktit, Kiral Politiyofenler[2], [3]
4. Alg veya mikro alg temelli biyopolimerler ve biyoplastikler[2], [3]
5. Yeşil solvent olarak iyonik sıvılar; 1-Butyl-3-methylimidazolium bromide, 1-Methyl-3-octylimidazolium chloride[7]



Şekil 2. Atık Yönetimi ve Atom Ekonomisi

Hammaddeler bitkilerden, hayvanlardan, mikroorganizmalardan elde edilebilir ve biyolojik sistemlerin kullanılması sonucunda çoğu durumda karbondioksit, metan veya sera gazı emisyonlarında azalma ve organik madde artışı söz konusudur. Bu nedenle, biyokütle tarafından sağlanan karmaşık malzemelerin birçoğunun kimyasal ürünlere veya enerjiye biyolojik veya kimyasal dönüşümü, farklı matrislerin parçalanmasını entegre eden teknolojilerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Öte yandan, süperkritik koşullarda sulu arıtma (SCW), ultrason, gazlaştırma, sulu faz reformu (APR), piroliz, buhar patlaması, enzimatik hidroliz gibi bu süreçleri optimize etmek, kimyasal ve biyokimyasal yollar oluşturmak amacıyla farklı araştırmalar ve teknolojik gelişmeler gerçekleştirilmektedir [1], [2] [3], [4].

Makromoleküllerin, Polimerlerin ve Monomerlerin Kaynakları;



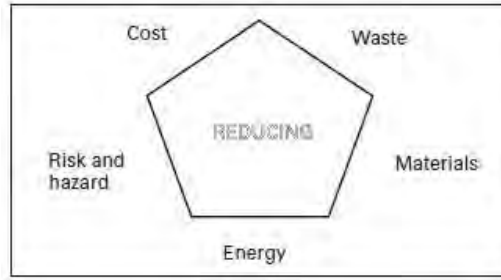
Türevleri Azaltma: Yeşil kimyanın temel prensiplerinden biri, bir kimyasal reaksiyonda türevlendirmeyi azaltmak veya önlemektir. Türevlendirme, ekstra enerji ve reaktiflerin kullanımını gerektirir ve sentezde ekstra atık oluşumuna yol açacaktır. Koruma veya koruma kaldırma ajanlarının kullanımını ve fiziksel ve kimyasal proseslerin herhangi bir kısa vadeli değişikliğini de içerir. Fonksiyonel grupların bloke edilmesi, korunması ve korunmasının kaldırılması, onlarca yıldır standart organik sentez metodolojisinin bir parçası olmuştur ve çok

sayıda karmaşık molekülün sentezini mümkün kılmıştır. Ancak bu yaklaşımın bir bedeli var, eklenen sentetik adımlar, verimde olası düşüşe ve sürecin atom ekonomisinde azalmaya neden olur. Enzim kullanımı koruma ve koruma kaldırma ajanlarına çözüm getirirken biyokatalitik sentez yöntemleriyle birlikte daha yeşil dönüşümlere imkan sağlayacaktır.

Azaltma süreci olarak yeşil kimya, sürdürülebilirlik prensibiyle kendiliğinden güvenli proseslere ve çevre dostu bir ekonomik dönüşüme imkan sağlar[1], [2] [3], [4].

Yeşil kimyanın temel metrikleri[1], [2][3], [4]:

1. Malzeme verimliliği
2. Stratejik sentez tasarımı

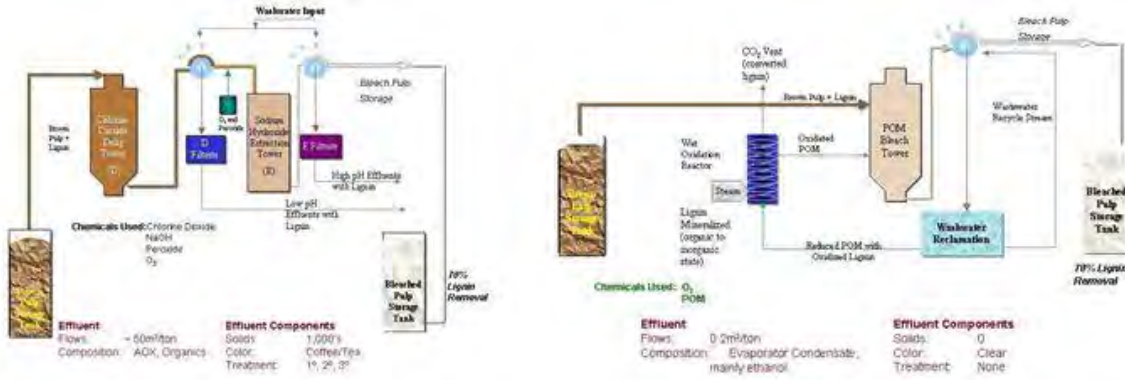


Şekil 3. Yeşil Kimyanın Hedefleri

3. YEŞİL KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

Herhangi bir kimyasal tesis, belirli bir sıraya göre düzenlenmiş bir birimler sistemi olarak algılanabilir. Hammaddeyi nihai ürüne dönüştürmek için gerekli malzeme işleme adımlarının toplamıdır. Kimya sanayindeki tüm proses birimleri genel olarak üç bölüme ayrılabilir: hammadde ön işlem bölümü, reaktör bölümü ve ayırma veya saflaştırma bölümü. Bu üç bölüm arasında, kilit kimyasal dönüşümlerin gerçekleştiği reaktör bölümü kimyasal proseslerin kalbidir ve reaktör bölümünün performansındaki herhangi bir gelişmenin kirliliğin önlenmesi üzerinde büyük bir etki yaratması muhtemeldir. Bu nedenle, kimyasal reaksiyon mühendisliği yeşil kimyasal işlemlerde merkezi bir rol oynar. Her ne kadar yeşil kimya prensipleri yeşil proseslerin gelişimine bir yol haritası sağlasa da, bir prosesin başarılı olup olmayacağını belirleyen reaktörün seçimi, tasarımı ve işletimidir. Çoğu kimyasal proseste, reaktör seçimi ve işletiminin yukarı ve aşağı akışın gerektirdiği ayırma birimlerinin sayısı ve tipi üzerinde güçlü bir etkisi vardır ve dolayısıyla çevre üzerinde de derin bir etki oluşturur[1], [2] [3], [4].

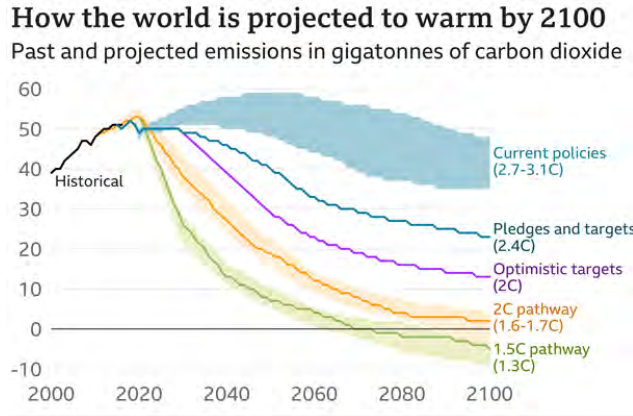
Geleneksel ve Yeni Lignin Prosesleri;



Yeşil kimya ve yeşil kimya mühendisliğine geçiş için çevresel ve organizasyonel konuları içeren mevcut küresel zorunluluklar[1], [2] [3], [4]:

1. İklim değişikliğini azaltma
2. Geleneksel hammaddelerin tükenmesi (petrol, mineraller vs)
3. Dünya çapında nüfus artışı ve yoğunluğu (dolayısıyla, enerji ve gıda taleplerinin sürekli artması)

Tüm bunlar, sürdürülebilirliği, sürekliliği, geri dönüşümü, maliyet etkinliğini ve sınırlı kaynakların korunmasını insanların günlük hayatının bir parçası haline getiren yeni bir zihin çağına evrilirken yeni teknolojilerin ve malzemelerin geliştirilmesini gerektiriyor. Geçmiş yüzyıllarda antropolojik gelişim, dünya nüfusunun önemli bir bölümünün yaşam kalitesini iyileştiren inanılmaz bir teknoloji patlaması gördü. Özellikle kömürle çalışan buhar motorlarının gelişimi, onsekizinci yüzyılın ilk endüstriyel devrimine yol açtı[1], [2] [3], [4].

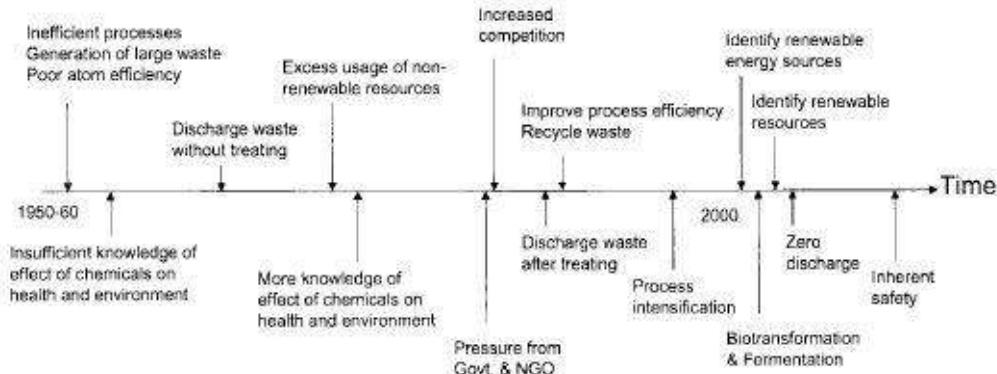


Şekil 4.Dünyada Geçmiş ve Öngörülen Karbondioksit Emisyonları (2000-2100)
Climate Action Tracker (CAT), <https://climateactiontracker.org/>

Yeşil Mühendislik Prensipleri[1], [2] [3], [4]:

1. **Duruma bağlı olmayan kendiliğinden zararsız:** Tasarımcılar, tüm malzeme ve enerji girdi ve çıktılarının mümkün olduğunca doğal olarak tehlikesiz olmasını sağlamak için çaba göstermelidir.
2. **İşlem yerine önleme:** Atıkları oluştuktan sonra işlemek veya temizlemektense atıkları önlemek daha iyidir.
3. **Ayırma için tasarım:** Ayırma ve saflaştırma işlemleri enerji tüketimini ve malzeme kullanımını en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır.
4. **Verimli ve etkin tasarım:** Ürünler, prosesler ve sistemler, kütle, enerji, mekan ve zaman verimliliğini maksimize edecek şekilde tasarlanmalıdır.
5. **Çıktı-çekilen ve girdi-itilen:** Ürünler, prosesler ve sistemler, enerji ve malzeme kullanımı yoluyla girdi tarafından itilmekten ziyade çıktı tarafından çekilmelidir. Bu yaklaşım, Le Châtelier prensibine dayanır.
6. **Karmaşıklık koruma:** Gömülü entropi ve karmaşıklık, geri dönüşüm ve yeniden kullanım üzerine tasarım seçimleri yaparken bir yatırım veya faydalı bir eğilim olarak görülmelidir.
7. **Uzun ömürlülük yerine dayanıklılık:** Hedeflenen dayanıklılık, uzun ömürlülük değildir ve bir tasarım hedefi olmalıdır.
8. **İhtiyacı karşılayın, fazlalığı en aza indirin:** Gereksiz kapasite veya yetenek için tasarım (örneğin, "herkese uyan tek beden" çözümleri), bir tasarım kusuru olarak düşünülmelidir.
9. **Malzeme çeşitliliğini en aza indirin:** Çok bileşenli ürünlerde malzeme çeşitliliği, ayırmayı ve değerini korunmasını teşvik etmek için en aza indirilmelidir.
10. **Yerel malzeme ve enerji akışlarını entegre edin:** Ürünlerin, proseslerin ve sistemlerin tasarımı, mevcut enerji ve malzeme akışları ile entegrasyon ve ara bağlantı içermelidir.
11. **Ticari "yaşam sonrası" için tasarım:** Ürünler, prosesler ve sistemler, amaçlanan işlevlerini tamamladıktan sonraki performans için tasarlanmalıdır.
12. **Tüketilen yerine yenilenebilir:** Malzeme ve enerji girdileri mümkün olan en yüksek düzeyde yenilenebilir kaynaklar olmalıdır.

Proses Gelişim Felsefesi Açısından Sanayi İçinde Meydana Gelen Değişiklikler;



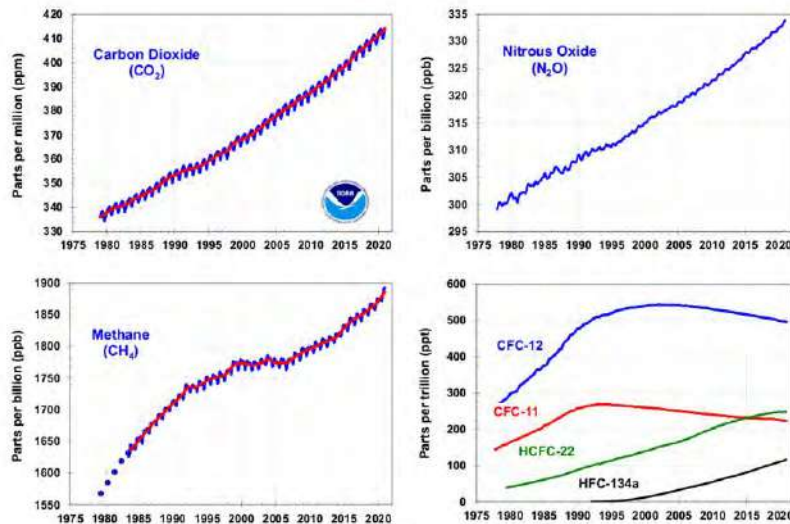
Kimyasal Reaksiyonların Kinetik Aktivasyonunun Klasik ve Klasik Olmayan Yolları;

TABLE 2.1
Classical and Nonclassical Ways of Kinetic Activation of Chemical Reactions

	<i>Thermal</i>	<i>Photochemical</i>	<i>Electrochemical</i>	<i>Sonication</i>	<i>Microwave</i>	<i>Mechanical</i>
Mode of activation	Convection currents	Electronic excitation	Electron transfer at the electrode	Cavitation	Dipole fluctuation	Mechanical
Applicability: Solid reactants	Not appropriate	Not appropriate	Not suited	Suited	Most suited	Most suited
Liquids	Most suited	Most suited	Most suited	Most suited	Not appropriate	Not appropriate
Paste	Not appropriate	Suitable	Not suitable	Suitable	Ideally suited	Not suitable
Comparative duration of the reaction	Long	Long	Medium	Short	Very short	Medium
Equipment for industrial use	Very well developed	Very well developed	Needs improvement	Needs improvement	Needs improvement	Well developed
Solvents usable	All	Selected solvents transparent to required light	Mostly dry ether solvents	Other than halogenated solvents	Mostly solventless conditions	No solvent
Average yield of the product	Medium	Medium to low	Medium	Good	Very good	Medium

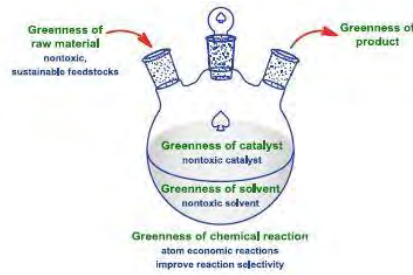
4. YEŞİL KİMYA VE KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

Plastiğin olağanüstü geniş başarısı, endüstriyel gelişim sürecinde gözardı edilemez. Günümüzde mikroplastik kirliliğine her yerde rastlanıyor. Mikro boyutlu plastik malzemeler tatlı sularda, denizlerde ve hatta balıklarda bulundu. İlginç bir gerçek olarak, Avrupa'da kabuklu deniz ürünü yiyen kişiler her yıl ortalama 11.000 ünite mikroplastik tüketiyor. Ek olarak kırılma yaratan gelişme, sürekli artan atmosferik CO₂ seviyesinin son kayıtları, gerçek anlamda sürdürülebilir proseslerin ve yeşil kimya kavramının tam olarak benimsenmesini gerektiriyor (2020 417.31 ppm, olması gereken 300-400 ppm NOAA, TWA 5000 ppm ACGIH). Sürdürülebilirlik fikri, yeşil kimya ve mühendislik ile ilişkili olarak uygulanacak en uygun teknolojilerin tartışılmasında sosyal, sağlık ve ekonomik faktörleri dahil ederek mühendislik ve bilimle ilgili kavramların ötesine geçer ve bilimin özel bir rol üstlendiği ortak bir küresel çabayı ifade eder[1], [2], [3], [22], [23].



Şekil 5. Dünyada Sera Gazı Emisyonlarındaki Değişim [22]

Atom Ekonomisi Reaksiyonları: Genel olarak, atom ekonomisi reaksiyonu yüksek atom kullanım oranı olarak kabul edilir. Bu nedenle, yeşil mühendislik kapsamında ham madde dönüşüm oranlarını maksimize etme ve atık emisyonlarını minimize etme olarak iki temel kriterle ifade edilir. Konseptte göre, daha yüksek atom verimliliği, daha az atık üreterek çevreye daha az kirlilik anlamına gelir. Bu aynı zamanda sentez verimliliğini geliştirici metodolojilerin tasarımını ifade eden stratejik sentez tasarımı kavramıyla ilişkilidir. Söz konusu iki kavramı uygulamaya geçirmek için yapılan çalışmalar kaynak azaltımı, yeşil malzeme geliştirme, kimyasal ve proses risk yönetimi, yeşil proses tasarımı, enerji verimliliği, maliyet etkinliği, proses yönetimi ve sürdürülebilirlik prensipleriyle ilişkilidir[1], [2].



Şekil 6. Atom Ekonomisi Reaksiyonları; Yeşil Kimya Proses Tasarımı

5. YEŞİL KİMYA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MÜHENDİSLİK

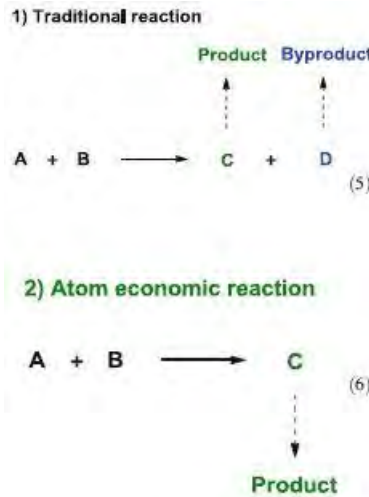
Günümüzde geliştirilmiş yeşil proseslerin uygulamasında yüzde olarak ifade edilen üç temel prensip vardır; dönüşüm oranı, verim ve seçicilik. Üçü de % 100 olarak idealize edilir.

Dönüşüm (%) = (dönüştürülen girdi madde A miktarı / toplam girdi madde A miktarı) x 100 %

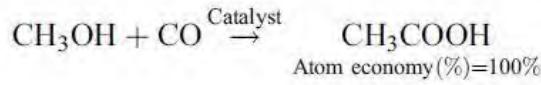
Verim (%) = (hedef ürünün deneysel miktarı / hedef ürünün teorik miktarı) x 100 %

Seçicilik (%) = (hedef ürünün miktarı / (toplam reaktant miktarı - kalan reaktant miktarı)) x 100 %

Klasik ve Yeşil Proseslerin Karşılaştırması;



Metanol Karbonilasyon Prosesi



Reaksiyon/Proses Üzerine Değerlendirme Kriterleri: Belirlenmiş bir kimyasal reaksiyon için atom ekonomisi reaksiyonları yeşilliğini ve kimyasal prosesi iyi yansıtabilir. Ama bütün bir prosesi, sadece atom ekonomisi aracılığıyla bir standart içinde etkili değerlendirmek zordur, çünkü çeşitli reaktifler kullanılabilir ve reaksiyonun kendisi dışında çok fazla atık çıkabilir. Ek olarak, sadece yan ürün veya atık miktarı ile farklı prosesleri değerlendirmek çok basittir; atom verimliliği metriği gibi. Bu nedenle, hem yan ürün veya atık miktarını hemde özelliğini hesaplamak için çok kesin bir değerlendirme yöntemi uygulanmalıdır, örneğin çevre faktörü (E faktörü)[1], [2], [3], [4] [5].

Ürünlere Göre Çevre Faktörü;

Industry segment	Tons per annum	E factor (kg waste per kg product)
Oil refining	10^6-10^8	< 0.1
Bulk chemicals	10^4-10^6	< 1-5
Fine chemicals	10^2-10^4	5-50
Pharmaceuticals	$10-10^3$	25-> 100

Atom Ekonomisini Geliştirme Stratejileri

Daha Yeşil Sentetik Yolların Tasarımı: Organik sentez için yüksek verimli metodoloji geliştirmenin en önemli araçlarından biridir. Değerlendirme yapılırken kütle metrikleri kullanılır[1], [2] [3], [4].

$$\text{Process mass intensity (PMI)} = \frac{\text{total mass in a process or process step (kg)}}{\text{mass of product (kg)}}$$

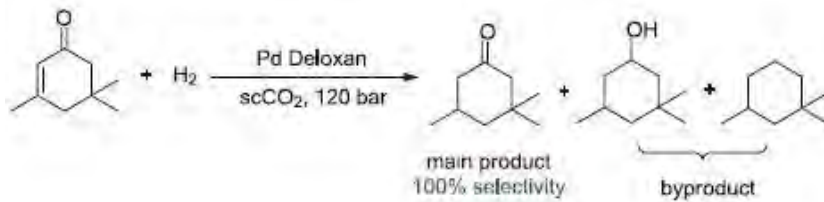
$$\text{E factor} = \frac{\text{total mass of waste (kg)}}{\text{mass of product (kg)}}$$

$$= \frac{\text{total mass used in process or process step} - \text{mass of product (kg)}}{\text{mass of product (kg)}} = \text{PMI} - 1$$

Name	Expression	Aim	Ideal value	References
Environmental factor (E factor)	$\frac{\text{mass of waste}}{\text{mass of the product}}$	Decrease	0	29
Mass intensity (MI)	$\frac{\text{total mass of all the reagents}}{\text{mass of the product}}$	Decrease	1	15
Atom economy (AE)	$\frac{\text{molecular weight of the product}}{\text{sum of molecular weights of all the stoichiometric reagents}}$	Increase	100%	17
Atom utilization (AU)	$\frac{\text{mass of the product}}{\text{total mass of all the substances produced}}$	Increase	100%	29
Relative mass Efficiency (RME)	$\frac{\text{mass of the product}}{\text{total mass of all the stoichiometric reagents}}$	Increase	100%	15
Element (X) Efficiency (XEE)	$\frac{\text{mass of the element in the product}}{\text{total mass of the element in the stoichiometric reagents}}$	Increase	100%	15

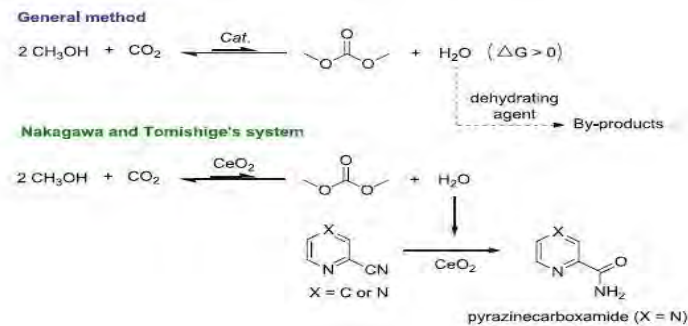
Seçicilik İyileştirme: Geleneksel proseslerdeki düşük seçicilik sorununu çözmek için yeni proses tasarımları yapılmıştır. Reaksiyon koşulları değişimi, yeni solvent ve katalizör kullanımıyla başarılı sonuçlara ulaşılmıştır[1], [2] [3], [4].

Seçiciliği İyileştirilmiş Yeni İzoforon Hidrojenasyon Prosesi;

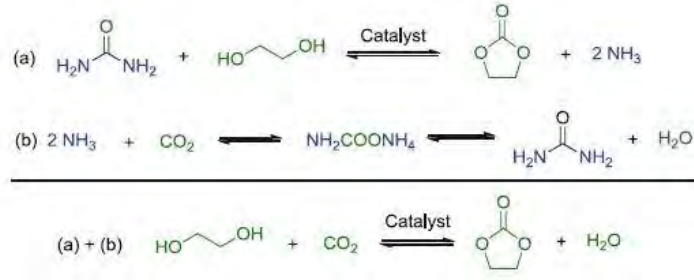


Yan Ürünleri İyi Kullanma: Bazı durumlarda, yan ürünler de doğrudan diğer dönüşümler için hammadde olarak veya dolaylı olarak daha fazla türevlendirme yoluyla kullanılabilir. Sonuç olarak, toplamda daha az atık çıkar, böylece tüm süreçte atom ekonomisi daha da iyileştirilir. Bu iki yolla yapılır; 1. Yan ürünün yeniden kullanımı veya türevlendirme, 2. Yan ürünün geri dönüşümü[1], [2] [3], [4].

Metanol Karboksilasyon/Dehidrasyon Prosesi;

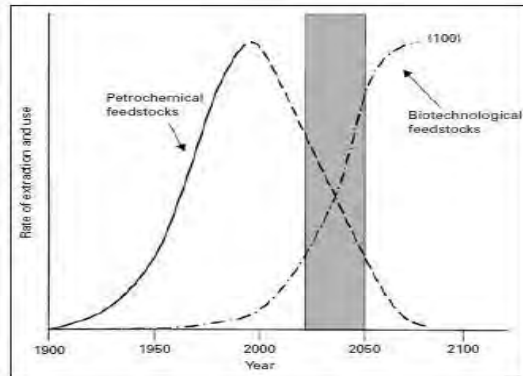


Etilen Glikol Sentezi;

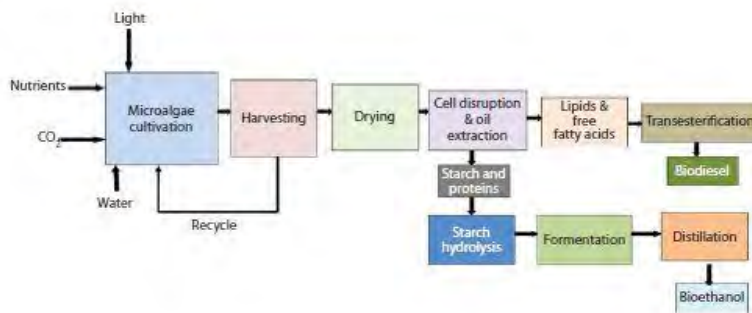


Kimyasal kaynakların sürdürülebilir kullanımı: kimyasal kaynaklı başlangıç maddeleri olmadan sentetik kimyasallar üretmek mümkün değildir. Bu malzemelerin çoğu geleneksel olarak inorganik malzemeler veya petrokimyasallardır. Eski durumunda (kalsiyum karbonat, fosfatlar, vb.), bilinen stoklar genellikle yeterince yüksektir, böylece sürdürülebilirlik için 50 yıldan fazla bir süre ciddi bir endişe yoktu. Bununla birlikte, petrokimyasal hammaddeleri için tedarik endişeleri daha önemliydi. Petrol jeologları arasında tüm zamanların ham petrol üretiminde üretim zirvesinin 2010-2020 döneminde yaşanacağı ve daha sonra azalacağı üzerine genel bir kabul vardı. Bununla birlikte yeni kaynaklar ve sentez metodolojileri üzerine birçok çalışma yürütülüyor ve hayata geçiriliyordu. Ancak, 1996'dan itibaren artan ve yaşamı giderek daha fazla tehdit eden çevre, hava kirliliği ve iklim değişikliği nedeniyle düzenleyici kurumlar yeni mevzuatlar yayınladı ve uygulamaya geçirildi [1], [2], [3], [4].

Petrokimyasal ve Biyoteknolojik Kaynaklar İçin Tarihsel ve Sürdürülebilir Senaryolar;

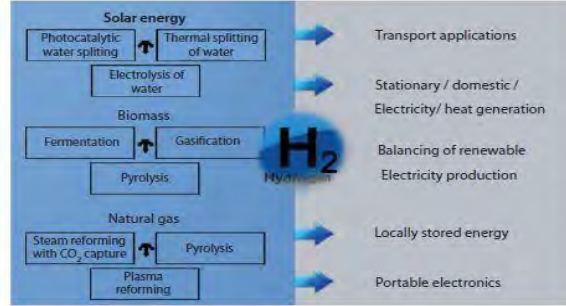


Mikro alglerden biyoyakıt üretimi: Mikroalgler (kökleri, gövdeleri ve yaprakları olmayan bitkiler) birincil fotosentetik pigmentler olarak klorofil a içeren talofitlerdir. Klorofil a, oksijenli fotosentezde kullanılan özel bir klorofil formudur (CAS No: 479-61-8) [1], [2] [3], [4].



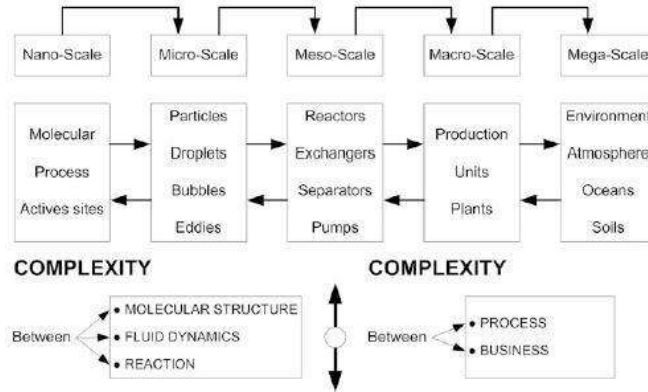
6. YEŞİL KİMYASALLAR VE ÜRETİM TEKNİKLERİ

Hidrojen üretimi: hidrojen temiz, ekolojik ve çevresel olarak zararsız bir yakıttır[1], [2] [3], [4], [5].



Nanoteknoloji: Nanoteknoloji, gelişmekte olan teknolojiler için bir paradigmadır. Geleceğin teknolojisidir ve asla daha önce hayali kurulamayan yetenekler sağlayarak tıp, tarım, çevre ve elektroniğin tüm alanlarında devrim yarattı. Çeşitli mühendislik, biyoloji, fizik ve kimya alanlarını birleştiren çok disiplinli yaklaşımların eşsiz bir platformudur[4], [5].

Proses mühendisliğinde ölçekler ve karmaşıklık seviyeleri;



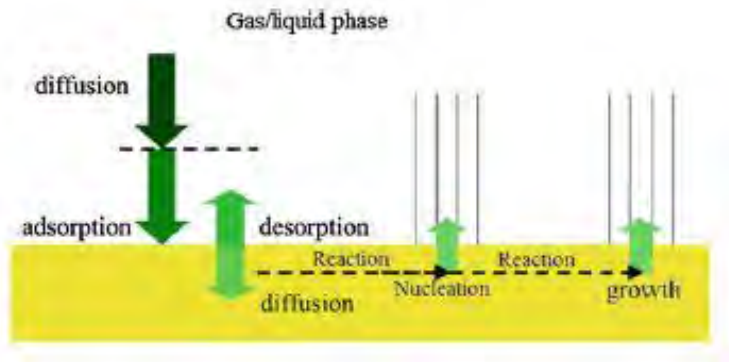
Kimya Mühendisliği İlkeleri ile Nanoteknolojiyi Nanomühendisliğe Dönüştürme:

Nanoyapı malzemelerinin (nanomalzemeler) ticari üretimi ve uygulamaları henüz tam olarak geliştirilmemiştir. Bilim adamlarının ve mühendislerin büyük çoğunluğu bu yeni malzemelerin sentezi, işlenmesi, uygulanması, saflaştırılması ve karakterizasyonundan kaynaklanan zorlukları çözmeye çalışıyorlar. Nanomalzemelerin bu yönlerindeki gelişmeler, mühendislik, bilim ve teknolojinin tüm alanlarındaki ilerlemeyle gerçekleşiyor[4], [5].

Yeşil nanokimyasallar[4], [5];

1. Nanokatalizörler
2. Çok bileşenli nanokompozitler
3. Doğal nanoyapılar
4. Çevresel kirleticiler için nanosorbentler

Nanomalzeme sentezini etkileyen farklı mekanizmalar;



7. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE DURUM

Dünyada ve ülkemizde düzenleyici kurumlar[3]:

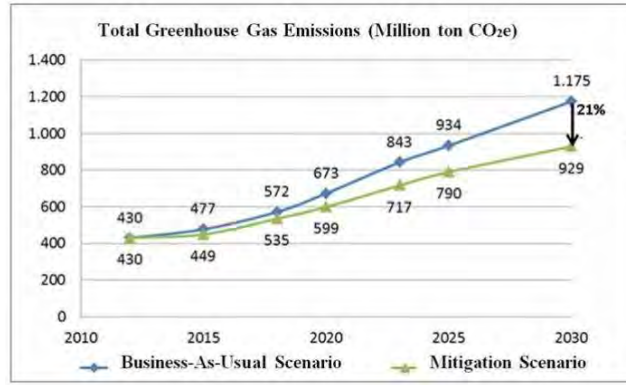
1. Uluslararası: Birleşmiş Milletler
2. Uluslararası: Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
3. Amerika Birleşik Devletleri EPA
4. Avrupa Birliği Avrupa Çevre Ajansı
5. Kanada Çevre ve İklim Değişikliği Kurumu
6. Rusya Doğal Kaynaklar ve Çevre Bakanlığı
7. Çin Çevre Koruma Bakanlığı
8. Hindistan Çevre ve Orman Bakanlığı
9. Japonya Çevre Bakanlığı
10. Avustralya Çevre ve Enerji Bakanlığı
11. Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Dünyadaki düzenlemeler:

1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi [10]
2. Kyoto Protokolü[11]
3. Paris Sözleşmesi[12]
4. AB Yeşil Mutabakatı[13]
5. EPA Temiz Hava ve Kirlilik Önleme Yasaları
6. Avrupa Birliği REACH ve CLP Direktifleri ile Diğer İlgili Çevre Mevzuatı
7. Seveso III Direktifi

Ülkemizdeki düzenlemeler:

1. KKDİK Yönetmeliği[15]
2. SEA Yönetmeliği[16]
3. Sera Gazı Emisyonunun Takibi Hakkında Yönetmelik[17]
4. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği[18]
5. Su ve Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmelikleri[19], [20]
6. Büyük Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik[21]



Şekil 5.Türkiye'nin INDC belgesinde verilen toplam sera gazı emisyonları, UNCC, www.unfccc.int (30.09.2015)

Dünya atmosferi çeşitli gazlardan oluşur. Ayrıca küçük miktarlarda bazı asal gazlar bulunmaktadır. Güneşten gelen ışınlar (ısı ışınları/kısa dalgalı ışınlar), atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtır. Atmosferdeki gazlar, yeryüzündeki ısının bir kısmını tutar ve yeryüzünün ısı kaybına engel olurlar. Atmosferin, ışığı geçirme ve ısıyı tutma özelliği vardır. Atmosferin ısıyı tutma yeteneği sayesinde suların sıcaklığı dengede kalır. Böylece nehirlerin ve okyanusların donması ve buharlaşması engellenmiş olur. Bu şekilde oluşan, atmosferin ısıtma ve yalıtma etkisine "Sera etkisi" denir.

Dünya'da başlıca sera etkisine neden olan gazlar, %36-70 su buharı, %9-26 karbon dioksit, %4-9 metan ve %3-7 ozon'dur. Sera gazlarının bir kısmı kendi kendine oluşurken, bir kısmı da insanlar tarafından üretilir. Doğal yollarla oluşan sera gazları su buharı, karbondioksit, metan, nitroz oksit ve ozon içerir. İnsan etkinlikleri sonucunda da bu gaz seviyelerine eklemeler olur ve bunun sonucunda da sera etkisi görülür. Doğal olmayan sera gazları, karbon dioksit, metan, nitroz oksit, hidrofloro karbonlar, perfloro karbonlar, sülfürhekza florid (Kyoto Protokolü Ek A) kapsar. Doğal olmayan sera gazları, insan etkinlikleriyle oluşurlardır. Küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine neden olarak dünyanın normal iklim döngüsünü ve yapısını olumsuz etkiler. Yeşil kimya ve yeşil mühendislik olumsuz etkileri minimize etmeyi veya mümkün olduğunca ortadan kaldırmayı amaçlar. Böylece insan etkinlikleri arasında kimyasallar ve kimyasal üretim alanlarında kaynak, proses ve teknoloji geliştirerek sağlıklı, temiz ve sürdürülebilir bir yaşama olumlu etki sağlamayı hedefler[11].

8. KAYNAKLAR

[1]Mukesh Doble, Ken Rollins and Anil Kumar, Green Chemistry and Engineering, 1st Edition, IChemE 2007

[2]Aidé Sáenz-Galindo Adali Oliva Castañeda-Facio, Raúl Rodríguez-Herrera, Green Chemistry and Applications, CRC Press 2021

[3]Boxing Han, Tianbin Wu, Green Chemistry and Chemical Engineering, 2nd Edition, Springer 2019

[4]Anne E. Marteel-Parrish, Martin A. Abraham, Green Chemistry and Engineering A Pathway to Sustainability, AIChE 2014

[5]Concepcion Jimenez-Gonzalez, David J. C. Constable, Green Chemistry and Engineering A Practical Design Approach, Wiley 2011

- [6]S. Suresh and S. Sundaramoorthy, Green Chemical Engineering an Introduction to Catalysis, Kinetics, and Chemical Processes, CRC Press 2015
- [7]Francesca M Kerton, Ray Marriott, Alternative Solvents for Green Chemistry 2nd Edition, RSC Publishing 2013
- [8]Roger Arthur Sheldon, Isabel Arends, Ulf Hanefeld, Green Chemistry and Catalysis, Wiley 2007
- [9]Rachel Carson, Silent Spring, The Riverside Press 1962
- [10]Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Change on Climate Change), UNFCCC 21 Mart 1994
- [11]Kyoto Protokolü (Kyoto Protocol), UNFCCC 6 Ocak 2005
- [12]Paris Sözleşmesi (Paris Agreement), UNFCCC 4 Kasım 2016
- [13]AB Yeşil Mutabakatı (EU Green Deal), 12 May 2021, <https://www.switchtogreen.eu/the-eu-green-deal-promoting-a-green-notable-circular-economy/>
- [14]6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, R.G. Tarihi/Sayısı: 30.06.2012/28339
- [15]Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında Yönetmelik, R.G. Tarihi/Sayısı: 23.06.2017/30105
- [16]Madde ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik, R.G. Tarihi/Sayısı: 11.31.2013/28848
- [17]Sera Gazı Emisyonunun Takibi Hakkında Yönetmelik, R.G. Tarihi/Sayısı: 17.05.2014/29003
- [18]Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, R.G. Tarihi/Sayısı: 20.31.2014/29211
- [19]Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, R.G. Tarihi/Sayısı: 31.12.2004/29211
- [20]Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik, R.G. Tarihi/Sayısı: 08.06.2010/27605
- [21]Büyük Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, R.G. Tarihi/Sayısı: 02.03.2019/30702
- [22]<https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2759/NOAA-index-tracks-how-greenhouse-gas-pollution-amplified-global-warming-in-2020#:~:text=NOAA's%20Annual%20Greenhouse%20Gas%20Index,%2C%20chlorofluorocarbons%2C%20and%20other%20chemicals.>
- [23]Guide to Occupational Exposure Values, ACGIH 2021

KİMYASALLARIN YÖNETİMİNDE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİM STRATEJİSİ

Elif Gökçay BİLİCİ

Kimya Yüksek Mühendisi

elifgokcaybilici@gmail.com

ÖZET

Sürdürülebilirlik çatısı altında toplumların ve ülkenin gelişmesi için temel yapıtaşları olan ‘çevrenin korunması ve kaynakların ekonomik kullanılması’ gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmakla mümkün hale gelebilir. Çevresel sürdürülebilirlik, yeryüzünün en karmaşık iki sistemi olan insan kültürü ve yaşadığı doğa arasındaki yıkıcı ilişkiyi stabilize etmekle ilgilidir. Kimyasalların yönetiminde, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi için verimliliğin artırılmasına yönelik uygulamalar önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında döngüsel ekonomi uygulamalarının güçlendirilmesi, endüstriyel simbiyoz, temiz üretim, kaynak verimliliği projelerinin hayata geçirilmesi ve ekoinovasyon çalışmalarının desteklenmesi konularında örnekler verilmiştir. Bunun yanı sıra, kimyasal satın alma ve tedarik fonksiyonu kavramı üzerinde durulmuş ve tedarikçi ilişkileri yönetimi kavramı incelenmiştir. Tedarik zinciri yönetimi, müşteri ihtiyaçlarını verimli bir şekilde karşılamak üzere, tedarikçilerinden kendisine ve kendisinden dağıtıcılar aracılığıyla müşterilerine doğru gerçekleşen malzeme ve bilgi akışını planlamasını, tasarımını ve kontrolünü içerir. Aynı zamanda, tedarikçiler, ara aktörler, üçüncü-parti hizmet sağlayıcılar ve/veya müşterilerden oluşan zincirin koordinasyonu ve işbirliğinin sağlanması da tedarik zinciri yönetiminin kapsamındadır. Tedarik zincirlerinin etkin olarak yönetilmesi, zincirdeki her halkanın anlık kontrolünün yanı sıra, tersine lojistik ve yeşil yönetim yaklaşımları olmadan mümkün olamamaktadır. Bu gelişmeler artık klasik tedarik zinciri yönetiminden yeşil tedarik zinciri yönetimine geçişi zorunlu kılmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi kavramına “yeşil” sıfatının eklenmesiyle kapsamı genişletilmiş ve organizasyonun malzeme yönetimi ile lojistik

fonksiyonlarından son müşteri atığına kadar her bir basamağında çevre duyarlılığını içerecek şekilde yapılandırılmasını gündeme getirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, ekoinovasyon, çevresel sürdürülebilirlik, tedarik zinciri yönetimi.

1.GİRİŞ

Doğrusal (lineer) ekonomi ve al-yap-kullan-at modeli sanayi devrimiyle başlamış ve küresel ekonomi bu model etrafında şekillenmiştir. Doğal kaynakların üretim vasıtasıyla atığa dönüştüğü bu tek yönlü sistem, doğal kaynakların mevcut, yeterli, kolay erişilebilir ve israf edilmesinin ve atık olarak son bulmasının ucuz ve sorunsuz olduğu varsayımına dayanmış, bu da birçok alanda gezegenin sınırlarının aşılması ile sonuçlanmıştır [1]

Döngüsel ekonomi, günümüzde hakim olan doğrusal ekonomi modeline temel bir alternatifi temsil etmektedir. Döngüsel Ekonomi modeli, bütünsel bir süreci olan, ürün ve hammaddelerin yeniden kullanımını mümkün kılacaktır, atığın geri kazanıldığı, enerji ve tüm kaynakların verimli kullanıldığı, neredeyse hiç atık üretmeyecek şekilde temiz üretimin yapıldığı bir model ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir araç olarak tanımlanmaktadır. Atkısız ve çevreye zarar vermeden işleyen bir endüstri konseptine dayalı “beşikten beşiğe” yaklaşımından, doğal sistemlerin yapısı ve fonksiyonunun endüstriyel süreçlere bilgi sağladığı biyomimetikten ve endüstriyel ekolojiden yola çıkan “Döngüsel Ekonomi”, ekonomik değer zincirinde ürün ve hizmetlerin katma değerini maksimize etmeyi, artık atığı minimize etmeyi ve kaynakların ekonomide daha uzun süre kalmalarını hedeflemektedir[2].

Bugünün iş dünyasında, fırsatları değerlendirerek ekonomik, çevresel ve sosyal gelişmelerden kaynaklanan riskleri yöneterek uzun vadeli hissedar değeri yaratmak iş başarısını getirmektedir. Kurumların sürdürülebilir olması için faaliyetlerini bu hedeflere uygun olarak tanımlamalı ve iş modellerini de bu şekilde değiştirmelidir. Günümüzde kurumların karşı karşıya kaldığı konular ekseninde yeni iş modeli olan sürdürülebilir iş modeline geçişlerini hızlandırmak, sürdürülebilirlik stratejisinin kurum içi yaygınlaşmasını ve tüm değer zinciri içinde etkin uygulanmasını sağlamak amacı ile çalışanların bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

Sürdürülebilir iş modellerinde, tedarik zinciri yönetimi, karbon ve enerji yönetimi, su yönetimi, atık yönetimi, çeşitlilik ve dahil etme, işbirliği, sosyal etki ve sürdürülebilirlik iletişimi olmak üzere farklı disiplinlerde bakış açılarına sahip olmaları sebebiyle çalışanın kişisel kariyerine de önemli bir ivme kazandıracaktır.

2.MATERYAL VE METOD

Ekonomik ve teknolojik gelişmeye koşut olarak çevresel değerlerin bozulması, yok edilmesi, toplumların tüm gelişmişliğine karşılık, kıtlık, açlık, sera etkisi vb. küresel sorunlara çözüm bulamamaları ve hatta tür olarak insanın geleceğinin güvencede olmaması, 20. yüzyılın özellikle ikinci yarısında dikkatleri giderek artan ölçüde çevre konularına çekmiş ve yeşil yönetim kavramı gündeme gelmiştir. Yeşil yönetim çalışmaları şirketlere kaynak tasarrufu sağlamakta ve atıklarının bertaraf edilmesinde etken rol oynamaktadır. Başka bir deyişle, yeşil yönetim girişimi, şirketlerin sadece çevresel negatif etkilerini azaltmalarına değil, verimliliklerini arttırarak onlara yenilik ve süreçlerde büyük bir rekabet avantajı yaratmalarına da olanak tanımaktadır[3].

Çevresel yönetimde kabul gören aşağıda detayları sunulan üç yeşil yaklaşım bulunmaktadır.[4] Bunlar: reaktif, proaktif ve değer yaratıcı yaklaşımlar olarak bilinmektedir. En dar yaklaşım olan reaktif yaklaşımı benimseyen şirketlerde çevreye duyarlı yeşil uygulamalar minimum düzeydedir. Şirketler, geri dönüşümlü parçaları olabilecek ürünler satın almaya, yeşil etiketleme yapmaya ve üretimlerinin çevreye etkilerini azaltmak amacıyla önlemler almaya başlarlar. Ancak bu faaliyetlerin çoğu, mevzuatların yarattığı zorunluluktan kaynaklanmaktadır. Proaktif yaklaşımda ise, firmanın sürdürülebilir bir kalkınmayla rakipleri arasında rekabet avantajı sağlama düşüncesinden dolayı yeşil yönetim çabaları işletmenin kendi içinden kaynaklanır. Proaktif yaklaşımda çevre problemlerinin oluşmasından sonra çözümler bulunması yerine çevre problemlerinin önlenmesi amaçlanmaktadır. Ürünlerin yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olmasına önem vermek buna örnek sayılabilir. En geniş kapsamlı yaklaşım olan değer yaratıcı yaklaşımları benimseyen şirketler, iş stratejilerine de yeşil aktiviteleri entegre ederler, çevresel kararlar yayınlarlar ve bu kararları tedarik zincirindeki ortaklarıyla paylaşırlar. Stratejik bir girişim olarak çevreye olan negatif etkilerini azaltacak şekilde şirketin yönetilmesine örnek olarak ürün yaşam döngüsü analizlerinin çevresel açıdan düzenli yapılması sayılabilir. Tablo 1’de bu üç yeşil yönetim yaklaşımının temel özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Yeşil Yönetim Yaklaşımları

Reaktif Yeşil Yaklaşım
Minimum kaynak kullanımı
Geleneksel organizasyon yapısı
Bireysel inisiyatlara dayanan sorumluluklar

Mevzuatlara ve yasal zorunluluklara uymak için cevap stratejileri
Geri dönüşümlü ürünlerin tedariği
Geri dönüşebilen ürünleri etiketleme
Proaktif Yeşil Yaklaşım
Minimum kaynak kullanımı
Üst yönetim kararları
Fonksiyonel yaklaşım
Çevre politikası hazırlamak
Çevre denetimi yapmak
Geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilirlik girişimlerinin başlangıcı
Yeşil parça ve yeşil ürünlerin tasarımı
Değer Yaratacı Yeşil Yaklaşım
Çevre yaklaşımli stratejik kararlar
Tedarik zinciri girişimi
Sistematik çevre dostu uygulamalar
Esnek modeller
Geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir ürünler tasarlama
Çevresel yaşam döngüsü analizi
Süreç, ürün ve hizmet değerlendirme
Tedarikçilere atık azaltımı ve çevreye duyarlılık için kararlar sunma ve takip etme

Tedarik zincirlerinin etkin olarak yönetilmesi, zincirdeki her halkanın anlık kontrolünün yanı sıra, tersine lojistik ve yeşil yönetim yaklaşımları olmadan mümkün olamamaktadır. Bu gelişmeler artık klasik tedarik zinciri yönetiminden yeşil tedarik zinciri yönetimine geçişi zorunlu kılmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi kavramına “yeşil” sıfatının eklenmesiyle kapsamı genişletilmiş ve organizasyonun malzeme yönetimi ile lojistik fonksiyonlarından son müşteri atığına kadar her bir basamağında çevre duyarlılığını içerecek şekilde yapılandırılmasını gündeme getirmiştir[7].

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Döngüsel ekonomiye geçiş uygulamalarda çok büyük bir değişiklik gerektirmekte, ancak hem makro hem de mikro ölçekte önünde önemli engeller bulunmaktadır. Döngüsel ekonominin yaygın olarak uygulanması üretim süreçlerinde ve tüketim kalıplarında köklü değişiklikler gerektirmektedir. Diğer taraftan, döngüsel ekonominin ilerletilmesi için doğrusal ekonominin niçin baskın olmaya devam ettiğinin anlaşılması da önemli bir husustur. Avrupa Komisyonu tarafından yaptırılan bir çalışmada, ekonomilerde neden doğrusal ekonomi modelinin baskın olduğuna ve devam ettiğine ilişkin bazı sebeplere dikkat çekilmektedir:

- İşletme seviyesinde, işletme faaliyetlerinin çevresel ve sosyal etkilerini içeren gerçek maliyetleri şeffaf değildir.
- Üretim ve tüketimin kaynak tüketimi, kirlilik ve iklim değişikliği gibi kümülatif etkilerinin işletmeler üzerindeki nihai etkisi göz ardı edilmektedir.

Kısa dönemli karlar, hissedarlar için paylar ve pazar öncelikleri, kaynak verimliliği ve döngüsel diğer özellikler için yatırıma ilişkin uzun dönem bakış açısının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, topluma toplam etkileri negatif olsa da doğrusal ekonomi modelini devam ettirmek işletmeler için daha karlı olmaktadır.

Döngüsel ekonominin önündeki engeller olarak yedi sorun saptamıştır: Kaynak-yoğun altyapı ve kalkınma modellerinde kilitli kalmak, kaynak kullanımına uygun fiyat koymaya politik engeller, yüksek ilk giriş maliyetleri, karmaşık uluslararası tedarik zinciri, tüketici hevesinin eksikliği, işletmeler arası işbirliği önündeki zorluklar ve son olarak inovasyon zorluğu [5].

Döngüsel ekonomiye geçişin finans, yetenekler, tüketici davranışları ve iş modelleri gibi farklı seviyeli yönetim zorluklarıyla karşılaşacağını belirtmektedir. Benzer şekilde, mevcut altyapı, iş modelleri ve teknolojisi, kirlenen öder prensibini yansıtmayan pazar fiyatlarında döngüsel ekonomiye geçiş için yetersiz teşviklerin ve de süregelen alışkanlıkların, ekonomileri doğrusal modelde tutacağı belirtilmektedir. İşletmelerin döngüsel ekonomi çözümlerine yönelmek için bilgi, güven ve kapasite eksikliği olabileceğini, finansal sistemin de, bunları riskli ve karmaşık görerek verimlik iyileştirmelerine veya yaratıcı iş modellerine yatırım yapmada isteksiz durabileceğine dikkat çekilmektedir. [6].

4.SONUÇLAR

Yeşil tedarik zinciri yönetimine sistem anlayışı çerçevesinde bakılırsa, bu zincirin etkin ve etkili olabilmesi için, her bir halkasının kuvvetli ve başarılı olması beklenir [8]. Ürünlerde ve yan ürünlerde, tehlikeli, zararlı ve zehirli madde derişimi az olacak şekilde tasarlandıklarında çevre

ve insan sağlığına zararları indirgenmiş olur. Hatta bazı maddelerin, ürünlerin içeriklerinde olması tamamen yasaklanmıştır ve yasalarla belirtilmiştir. Böylece çevreye olan olumsuz etkiler azaltılmış ve yok edilmeye çalışılmıştır. Enerji ve hammadde kullanım miktarı, diğer bir başarı faktörüdür. Enerji ve hammadde tüketimini azaltacak süreçlerde üretiliyor olması, o tedarik zincirinde yeşil üretim faaliyetlerinin gerçekteştiğini göstermektedir. Bilindiği gibi doğal kaynaklar giderek azalmaktadır. şirketlerin bu konuya dikkat etmesi çevresel yaralar sağlarken, şirketin enerji tüketim maliyetlerinde azalmalar görölür. Enerji tüketim maliyetlerindeki azalma işletmelerin ekonomik başarı faktörlerinden birisidir. Ürünlerin kullanım ömürleri dolduğunda, geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir ve yeniden işlenebilir malzemenin hacimsel yüzde değer, ürünlerin tasarımı aşamasında bu konuya ne kadar değer verildiğini göstermektedir. Bu yüzden büyük olması, yeni ürün için tüketilecek toplam ham maddenin ve hurda malzemelerin miktarında azalma gerçekteşmesini ve atıkların değerlendirilmesini sağlayacaktır. Süreçlerde oluşan gaz emisyonu ve atık miktarlarının azalması, zincirin çevresel performansını gösterir. Atık yönetimi ile beraber yeraltı ve su kaynaklarına sızmalar engellenerek çevreye verilen tahribat azaltılabilir. Tedarikçilerle ve müşterilerle işbirliği zincir içindeki halkaları kuvvetlendirir. Müşteri ve tedarikçilere olan mesafe önemli bir etkidir. Çünkü mesafenin az olması, yakıt tüketiminin ve emisyon miktarını azaltacaktır. Geri dönüştürülen paket ve konteyner kullanım oranının yüksek olması, paketleme faaliyetinin başarılı olması için bir etkidir. Kısaca değinmeye çalıştığımız bu faktörler, bir tedarik zincirinin ne kadar yeşil olmayı başardığıının göstergeleri sayılmaktadır. Tablo 2, çevresel, ekonomik ve operasyonel olmak üzere üç sınıfta incelenen yeşil tedarik zinciri için dikkat edilmesi gereken faktörleri listelemektedir.

Tablo 2. Yeşil tedarik zinciri için dikkat edilmesi gereken faktörler

Çevresel Faktörler
Harcanan toplam enerji miktarı
Harcanan toplam malzeme miktarı
Süreçlerde enerji ve hammadde kullanım miktarı
Yeraltına ve su kaynaklarına sızan atık miktarı
Ürünlerdeki ve yan ürünlerdeki tehlikeli, zararlı, zehirli madde derişimi
Çevresel düzenlemeler uyumluluk ve denetleme programları
Süreçler sonucu oluşan gaz emisyon miktarı
Regölasyonlara uygunsuzluk nedeniyle alınan cezaların sayısı

Dağıtım araçlarında kullanılan yakıt türü
Ekonomik Faktörler
Enerji tüketimi maliyetlerindeki azalma miktarı
Çevre regülasyonlarına uyulmamasından ötürü ödenen ceza miktarı
Hammadde satın alma maliyetindeki azalma miktarı
Operasyonel Faktörler
Dağıtım ve geriye lojistik ağ tasarımının verimliliği
Toplum tarafından algılanan yeşil imaj
Tedarikçinin aynı işte devamlılık sağlama gücü
Ürünleri yeşil etiketleme
Geri dönüştürülebilir malzemenin oranı
Tedarikçilerle işbirliği
Geri dönüştürülen ambalaj ve konteyner kullanım oranı
Ürünün kullanım ömrü dolduğunda geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir yeniden işlenebilir malzemenin hacimsel yüzde değeri
Üretim sırasında atığa ayrılan ürünün yüzdesi
Satın alınacak malzemenin eko-tasarım spesifikasyonlarına uygunluğu
Müşterilerle işbirliği
Tedarikçilerin yeşil imajı ve sertifikaları

5.KAYNAKLAR

- [1] Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Folke, C. 2015. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855UN.
- [2] Murray, A., Skene K. and Haynes. K. 2017. The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and its application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140 (3), 369-380.
- [3] Porter, M.E. ve van der Linde, C. (1995), Green and competitive, *Harvard Business Review*, 73, 5, 120-134.
- [4] Kopicki, R., Berg, M.J., Legg, L., Dasappa, V. ve Maggioni, C. (1993), Reuse and Recycling Reverse Logistics Opportunities, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL

[5] Preston, F. 2012. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy Briefing Paper. Chatham House, London.

[6] Buruzs, A. ve Torma, A. 2016. A Review on the Outlook of the Circular Economy in the Automotive Industry.

[7] Simpson D. ve Power D. (2005), Use The Supply Relationship To Develop Lean And Green Suppliers, Supply Chain Management: An International Journal, 10, 1, 60-68.

[8] Wu, H.-J. ve Dunn, S.C. (1995) Environmentally Responsible Logistics Systems, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 25, 2, 20-38.

V. ULUSAL
TEHLİKELİ KİMYASALLARIN YÖNETİMİ
ve
PROSES GÜVENLİĞİ
Sempozyumu



TMMOB Kimya Mühendisleri Odası

Selanik Cad. Çamlı Apt. 17/14 Kızılay ANKARA 06650

kmo@kmo.org.tr

0 312 417 65 20

0 312 417 35 63