



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KİMYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAZALARDA İNSAN HATALARININ İNCELENMESİ

ESRA YALÇIN

DOKTORA TEZİ

İş Güvenliği Anabilim Dalı
İş Güvenliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gökçen Alev Çiftçioğlu

EŞ-DANIŞMAN

Dr. Burçin Hülya Güzel

İSTANBUL, 2023



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KİMYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAZALARDA İNSAN HATALARININ İNCELENMESİ

ESRA YALÇIN

DOKTORA TEZİ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

İş Güvenliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gökçen Alev ÇİFTÇİOĞLU

EŞ-DANIŞMAN

Dr. Burçin Hülya GÜZEL

İSTANBUL, 2023

ÖNSÖZ

İş sağlığı ve güvenliği, iş yerlerinde çalışanların sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak amacıyla alınan tedbirlerin tümünü ifade etmektedir. İnsan hataları, kimya sektöründe yaşanan kazalarda en sık rastlanan nedenlerden biridir. Kimyasal kazalar hem çalışanların hem de çevrenin zarar görmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, kimya sektöründe yaşanan kazalara neden olan insan faktörlerinin iyi araştırılması, bu sektörde çalışan insanların sağlığı ve güvenliği açısından önem taşımaktadır. Bu çalışma, kimya sektöründe sıklıkla yaşanan benzer kazaların önlenmesine katkıda bulunmayı hedeflemiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada insan faktörleri kaza nedenleri olarak araştırılmış olmasına rağmen, kimya sektörünün benzer işlemlerinde insan hatası ile meydana gelen kazaların kök nedenlerini araştırarak ve birbiriyle ilişkilendiren bir çalışmanın olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, kimyasal kazaların önlenmesi açısından kimyasal işlemlerde kazalara katkıda bulunan insan faktörlerinin tespit edilmesine, insan hatalarını önlemek için kimya tesislerindeki işlemlerin önem sıralamasının yapılmasına ve sınırlı kaynaklar mevcut olduğunda hangi konulara öncelik verilmesi gerektiği konusunda katkıda bulunulacaktır.

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesi aşamalarında her türlü desteği ve ilgiyi benden esirgemeyen, ne zaman kendisine danışsam anında geri dönüp yardımcı olmaya çalışan ve kıymetli vaktini ayıran değerli danışman hocam Prof. Dr. Gökçen Alev Çiftçioğlu'na ve tezimin her aşamasında önerilerini, fikirlerini, bilgisini her zaman benimle paylaşan ve destek olan değerli eş danışman hocam Dr. Burçin Hülya Güzel'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmam boyunca büyük sabır ve hoşgörü göstererek her konuda bana destek olan sevgili eşim Selahattin Yalçın'a, çalışmalarımda gereken kolaylıkları sağlayacak her türlü bilgiyi benimle paylaşan ve destek olan canım oğlum Emir Yalçın'a, ilgilenemediğim zamanlarda büyük bir sabırla beni bekleyen canım kızım İpek Yalçın'a ve her konuda motivasyonumu sağlayan canım anneme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2023

Esra YALÇIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
YENİLİK BEYANI.....	viii
SEMBOLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
TABLO LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İnsan Hatası ve İnsan Faktörü.....	4
1.2. Dünya Tarihinde Yaşanan Endüstriyel Kazalarda İnsan Faktörleri.....	5
1.3. İnsan Güvenilirlik Analizi (HRA).....	7
1.4. İnsan Faktörü Sınıflandırma Modelleri.....	8
1.4.1. Beceri-kural-bilgi tabanlı model (SRK).....	8
1.4.2. Genel hata modelleme sistemi (GEMS).....	9
1.4.3. İsviçre peynir modeli.....	9
1.4.4. İnsan faktörleri analiz ve sınıflandırma sistemi (HFACS).....	11
1.5. Çeşitli Endüstriyel Alanlarda HFACS Modelinin Uygulanması.....	18
1.6. Kimya Endüstrisinde İşlemler.....	22
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	25
2.1. Verilerin Toplanması.....	26
2.2. İstatistiksel Yöntemlerin Tanıtımı.....	27
2.3. Ki-kare Testinin SPSS Programında Uygulanması.....	29
2.4. Spearman's Rho Korelasyon Analizinin SPSS'de Uygulanması.....	31
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	32

3.1. Kazaların Genel Bulguları.....	32
3.2. Kimyasal İşlemlerde Kazaların HFACS Çerçevesinde İncelenmesi.....	32
3.2.1. Bakım-onarım kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi.....	32
3.2.2. Proses kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi.....	34
3.2.3. Yükleme-boşaltma kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi.....	35
3.2.4. Depolama kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi.....	37
3.2.5. Başlatma-kapatma kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi.....	38
3.2.6. Kimyasal işlemlerde kaza nedenlerinin HFACS çerçevesinde önem sıralaması.....	40
3.3. Kimyasal İşlemlerdeki Kazaların Ki-Kare Farklılık Analizleri.....	40
3.3.1. Kurumsal etki kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	40
3.3.1.1. Kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	41
3.3.1.2. Kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	42
3.3.1.3. Kurumsal süreç kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	43
3.3.2. Emniyetsiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	43
3.3.2.1. Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	44
3.3.2.2. Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	45
3.3.2.3. Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı...46	
3.3.2.4. Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	46
3.3.3. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler Kaynaklı kazaların kimyasal İşlem türüne göre farkı.....	47
3.3.3.1. Fiziksel çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	48

3.3.3.2. Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	49
3.3.3.3. Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	49
3.3.3.4. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	50
3.3.3.5. Olumsuz fiziksel durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	51
3.3.3.6. Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	51
3.3.3.7. Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	52
3.3.4. Emniyetsiz eylemler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	53
3.3.4.1. Karar hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	53
3.3.4.2. Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	54
3.3.4.3. Algılama hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı....	55
3.3.4.4. Rutin ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	56
3.3.4.5. İstisnai ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	57
3.4. Kazalarda Kimyasal İşlem Türü İle Kurumsal Etki, Emniyetsiz Yönetim, Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler ve Emniyetsiz Eylemler Arasındaki İlişki.....	58
3.5. Kurumsal Etki, Emniyetsiz Yönetim, Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler ve Emniyetsiz Eylemlerin Kimyasal İşlemlerdeki Kazalar Üzerindeki Etkisi.....	60
3.6. HFACS Modelinin İncelenen Kazalarla İlgili Güçlü ve Zayıf Yönlerinin Değerlendirilmesi.....	62

ÖZET

KİMYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAZALARDA İNSAN HATALARININ İNCELENMESİ

Kimya sektöründe yaşanan kazalar sonucunda insanlara, ekipmanlara, tesise gelecek zararlar dışında büyük çevresel felaketler de meydana gelmektedir. Bu felaketler insan sağlığına zarar vermenin yanı sıra doğal yaşamı da ciddi şekilde etkilemektedir. Kimyasal kazaları önlemek için kazaların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi önemlidir. Bu çalışmada, kimyasal işlemler sırasında insan faktörleri sonucunda meydana gelecek, kazaya sebep olacak etken sebepleri belirlemek amaçlanmıştır. Öncelikle çeşitli çevrim içi yayınlanmış kimyasal kaza raporları incelenmiş ve 251 kaza raporu verileri elde edilmiştir. Bu kaza raporları en az bir insan hatası içeren ve kimya sektörünün bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinden birinde meydana gelen kazalardan oluşmaktadır. Benzer işlemlerde meydana gelen kaza raporları, İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) çerçevesinde incelenmiştir. Genel değerlendirme sonrasında her bir işlemde kazalara neden olan faktörler belirlenmiştir. HFACS tekniğine göre, kazalara sebep olan nedenlerin dağılımı ve frekansı incelenmiş ve istatistiksel analizler uygulanmıştır. İstatistiksel metot olarak fark analizlerinde Ki-Kare testi ve Fisher's exact test, ilişkisel tarama analizlerinde Spearman's rho ve Genelleştirilmiş Lineer Model (Logit Model) analizleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde insan faktörü farklılıkları ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, HFACS çerçevesi kapsamında yüksek sıklıkta meydana gelen kazaların proses, depolama ve başlatma-kapatma işlemlerinde kurumsal süreçler, bakım-onarım ve yükleme-boşaltma işlemlerinde beceriye dayalı hatalar olduğunu göstermektedir. Ayrıca HFACS çerçevesinin alt kategorilerinden kaynak yönetimi, teknolojik çevre ve kişisel hazırlık faktörlerinin kimyasal işlemlerde anlamlı şekilde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF HUMAN ERRORS IN ACCIDENTS IN THE CHEMICAL INDUSTRY

As a result of accidents in the chemical industry, major environmental disasters also occur, in addition to damage to people, equipment, and facilities. These disasters not only harm human health but also seriously affect natural life. Therefore, examining the accidents in detail is essential to prevent chemical accidents. This study aims to determine the factors that will occur due to human factors during chemical operations and cause accidents. Firstly, various online published chemical accident reports were examined, and data on 251 accident reports were obtained. These accident reports involve at least one human error and occur in one of the maintenance-repair, storage, process, loading-unloading, and shutdown-startup operations of the chemical. The accident reports in similar operations were analyzed within the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) framework. After the general evaluation, the factors causing the accidents in each operation were obtained. According to the HFACS technique, the distribution and frequency of the causes of the accidents were examined, and statistical analyses were applied. Chi-Square Test and Fisher's exact test were used in the difference analyses, and Spearman's rho and Generalized Linear Model (Logit Model) analyses were used in relational screening analyses as statistical methods. As a result of the research, human factor differences emerged in maintenance-repair, storage, process, loading-unloading, and shutdown-startup operations. The results show a high frequency of accidents occurring under the HFACS framework skill-based errors in the loading-unloading, maintenance-repair operations, and organizational processes in the process, storage, and shutdown-startup operations. In addition, it has been determined that resource management, technological environment, and personal readiness factors, which are subcategories of the HFACS framework, are significantly correlated with chemical operations.

YENİLİK BEYANI

KİMYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAZALARDA İNSAN HATALARININ İNCELENMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum bu tez çalışmasının benim kendi çalışmam olduğunu, bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanlarım Prof. Dr. Gökçen Alev Çiftçioğlu ve Dr. Burçin Hülya Güzel sorumluluğunda tamamladığımı, tezin planlaması, yazım süreci ve diğer tüm aşamalarında etik dışı bir davranış sergilemediğimi, tez çalışmasında yer almayan bilgi ve yorumlara atıfta bulunduğumu, bu kaynakları kaynaklar listesinde gösterdiğimi, tezin çalışması ve yazımı sürecinde telif haklarını ihlal edecek herhangi bir davranışta bulunmadığımı beyan ederim.

Bu çalışma, kimya sektöründe meydana gelen kazaları sistematik olarak incelemeyi ve bu kazalardan öğrenerek önlemler almayı amaçlamaktadır. Çalışmada, öncelikli olarak aynı kimya işlemlerinde meydana gelen benzer kazaları incelemek için çevrim içi veri tabanlarından elde edilen 251 kaza raporu incelenmiş ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Böylece, kazaları sadece bireysel hatalar üzerinden ele almak dışında, kök neden analizi yaparak altta yatan insan faktörlerini belirlemek hedeflenmiştir ve bu hedefe ulaşılmıştır. Çalışmada vurgulanan nokta, kimya sektöründe bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde çalışanların, iş güvenliği uzmanlarının, yöneticilerin, odaklanmaları gereken insan hatalarının farklılık gösterdiğidir. İnsan faktörleri ile ilgili her bir işlemde farklı tehlikeler ve riskler bulunmaktadır ve bu nedenle her işlemde farklı önlemler alınması gerekmektedir. Bu anlamda yapılan çalışmalar, kimya tesislerinde uygulanabilme potansiyeline sahiptir.

SEMBOLLER

%	: Yüzde
p	: P değeri
n	: Örneklem sayısı
H	: Hipotez
r	: Korelasyon katsayısı
B	: parametrelerin tahmini
df	: degrees of freedom (serbestlik derecesi)
MW	: Megawatt
pH	: Power of hydrogen

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANP	: Analytic Network Process
ARIA	: Analysis, Research and Information on Accidents
BN	: Bayesian Network
CDU2	: Crude Distillation Unit No. 2
CS2	: Karbon disülfür
DCPD	: Disiklopentadien
DCS	: Dağıtılmış Kontrol Sistemi
DECHEMA	: Alman Kimyasal Cihazlar Derneği
FAHP	: Fuzzy Analytic Hierarchy Process
GEMS	: Genel Hata Modelleme Sistemi
GLM	: Genelleştirilmiş Lineer Model
HDPE	: High Density Polyethylene
HEP	: Human Error Probability
HFACS	: Human Factors Analysis and Classification System
HFACS-BN	: HFACS- Bayesian network
HFACS-CM	: HFACS- China's mines
HFACS-CSMEs	: HFACS- Chemical small and medium-sized enterprises
HFACS-HC	: HFACS- Hazardous Chemicals
HFACS-ME	: HFACS- Maintenance Extension
HFACS-MCS	: HFACS- Modified Confined Space Accident
HFACS-MMO	: HFACS- Marine engineering maintenance and operations
HFACS-OGAPI	: HFACS- Oil, Gas, and Process Industry
HFACS-OGI	: HFACS- Oil and Gas Industry
HOF	: Human and Organizational Factors
HRA	: Human Reliability Analysis
IBC	: Intermediate Bulk Container
IBM	: International Business Machines
ISO	: International Organization for Standardization
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım

KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
LNG	: Liquefied Natural Gas
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
Maks	: Maksimum
MARS	: The Major Accident Reporting System
MIC	: Methyl isocyanate
Min	: Minimum
MMOHRA	: Marine Maintenance and Operations Human Reliability Analysis
MSDS	: Material Safety Data Sheet
MTBE	: Metil Tert Butil Eter
OR	: Odds Ratio
PRA	: Probabilistic Risk Assessment
PSA	: Probabilistic Safety Analysis
PVC	: Polivinil klorür
SLIM	: Success Likelihood Index Method
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SRK	: Skill- Rules- Knowledge
VARO	: Vaurio- ja onnettomuusrekisteri
VCM	: Vinil klorür monomeri
ZEMA	: Zentralen Melde- und Auswertestelle

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	James Reason'ın İsviçre Peynir modeli (Reason, 1990).....	10
Şekil 1.2.	Emniyetsiz eylemler kategorisi.....	11
Şekil 1.3.	Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kategorisi.....	13
Şekil 1.4.	Emniyetsiz yönetim kategorisi.....	15
Şekil 1.5.	Kurumsal etki kategorisi.....	16
Şekil 2.1.	İş akış diyagramı.....	26
Şekil 2.2.	Verilerin SPSS programına girilmesi.....	29
Şekil 2.3.	Crosstabs istatistik penceresi.....	30
Şekil 2.4.	Ki-kare sonuç tablosu.....	30
Şekil 2.5.	Spearman's korelasyon tablosu.....	31
Şekil 2.6.	Spearman's rho korelasyon analiz sonucu tablosu.....	31
Şekil 3.1.	Kimyasal işlemlerde en sık karşılaşılan ilk üç neden.....	40

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Bakım-onarım kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları...	33
Tablo 3.2. Proses kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları.....	34
Tablo 3.3. Yükleme-boşaltma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları.....	36
Tablo 3.4. Depolama kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları.....	37
Tablo 3.5. Başlatma-kapatma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları.....	39
Tablo 3.6. Kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	41
Tablo 3.7. Kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	42
Tablo 3.8. Kurumsal süreç kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	43
Tablo 3.9. Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	44
Tablo 3.10. Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı.....	45
Tablo 3.11. Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı.....	46
Tablo 3.12. Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı....	47
Tablo 3.13. Fiziksel çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	48
Tablo 3.14. Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı....	49
Tablo 3.15. Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	50
Tablo 3.16. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	51
Tablo 3.17. Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	52

Tablo 3.18. Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	53
Tablo 3.19. Karar hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	54
Tablo 3.20. Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı.....	55
Tablo 3.21. Algılama hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı....	56
Tablo 3.22. Rutin ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	57
Tablo 3.23. İstisnai ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı.....	58
Tablo 3.24. Kazalarda kimyasal işlem türü ile kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler arasındaki ilişki için yapılan Spearman's rho korelasyon analizi sonuçları.....	59
Tablo 3.25. Kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemlerin arasındaki önemli ölçüde ilişkili faktörlerin kimyasal işlemlerdeki kazalar üzerindeki etkisi.....	61

1. GİRİŞ

Kimya endüstrisi yüksek riskli sektörlerden biridir. Önemli miktarlarda zehirli, patlayıcı, yanıcı, aşındırıcı ve kanserojen tehlikeli maddelerin kullanıldığı, genellikle yoğun ve karmaşık sistem arasında etkileşimleri olan kimya tesisleri, potansiyel olarak katastrofik kazalara sebep olabilecek birçok risk içermektedir (Rostamabadi ve ark., 2019; Tong ve ark., 2019). İş güvenliğine yönelik diğer kazalar ile karşılaştırıldığında, kimya endüstrisindeki büyük ölçekli kazalar kamu güvenliğine yönelik ciddi tehlike oluşturmaktadır ve bu nedenle güvenlik yönetimini zorunlu kılmaktadır (Yang ve ark., 2022).

İnsan hatası birçok sektörde çeşitli kazalara katkıda bulunan en etkin faktörlerden biridir (Alexander, 2019; Tao ve ark., 2020). Endüstriyel kazaların %60 ila %90'ı doğrudan insan hatalarından meydana gelmektedir (Di Pasquale ve ark., 2015; Shokria ve ark., 2017; Shirali ve ark., 2019). Ukrayna'da Çernobil nükleer santral felaketi, Hindistan'da Bhopal gaz trajedisi, Kuzey Denizi yakınlarındaki Piper Alpha felaketi, Galler'de Texaco Rafinerisi sızıntısı ve Meksika Körfezi'nde BP Deepwater Horizon petrol sızıntısı gibi son zamanlarda meydana gelen olayların tamamında insan hatasının izleri görülmektedir (Gupta, 2002; Shokria ve ark., 2017; Rostamabadi ve ark., 2019; Darabont ve ark., 2020). Kimya sektörü, çok sayıda kazanın meydana geldiği bir dönemin ardından insan hatalarını anlayabilmek ve azaltmak için birçok çalışma yürütmüştür. Kaza sayısını önemli ölçüde önlemeye yarayan otomasyonlara yapılan yatırımlara rağmen, sektörde hala insan hatalarının sebep olduğu kazalar devam etmektedir (Lopes ve ark., 2019).

Kimyasal kazalar, üretim, işleme, depolama, nakliye, kullanım veya imha sırasında önemli miktarda tehlikeli kimyasalın istenmeden açığa çıkmasıyla meydana gelmektedir (Zhou ve ark., 2018). Tehlikeli kimya endüstrisi, ulusal ekonominin önemli ve temel endüstrilerinden olması sebebiyle üretim, nakliye, depolama süreçlerinin güvenliği giderek önem kazanmaktadır. Jung ve arkadaşları, Güney Kore'de yaptığı bir araştırmada, 2008-2018 yılları arasında meydana gelen 71 kaza analizinde kazaların, %45,9 proseste, %30,9 bakım sırasında, %9,8 devreye alma (başlatma), %8,4 yükleme-taşıma ve %5,6 kapatma sırasında olduğunu tespit etmişlerdir (Jung ve ark., 2020). Kimyasal etkileşimler içeren kazalar genellikle reaksiyon aşamasında meydana gelmektedir. Bununla birlikte bir tesisin herhangi bir yerinde gerçekleşen kaza sayısına bakıldığında, tesisin herhangi bir işlem sırasında dikkate alınması gereken bir konu olduğu açıkça görülmektedir (Sales ve ark.,

2007). Kazalara katkıda bulunan faktörleri anlamak ve iyi analiz edebilmek gelecekte meydana gelecek kazalar için etkin önlemler almak açısından çok önemlidir (Hollnagel, 2002). Geçmişteki kazaların incelenmesi, benzer durumların tekrarlanmasını önlemek, dersler çıkarmak için etkili bir yöntemdir (Sales ve ark., 2007). Kimyasal tesislerde meydana gelen kazalara ilişkin verileri rapor eden çeşitli çevrim içi veri tabanları mevcuttur. Endüstriyel kaza veri tabanları, çeşitli amaçları karşılamak üzere tasarlanır ve çalışır:

- 1- Güvenlik yönetimi ve güvenlik politikalarının değerlendirilmesine katkıda bulunmak, riskli alanları belirlemek, iş yerindeki güvenlik standartlarını iyileştirmeye yardımcı olur.
- 2- İstatistiksel tahminler ve eğilimler geliştirmek, sektör genelinde güvenlik performansını izlemek için kullanılır.
- 3- Risk analizi ve olasılıklı güvenlik analizi (PSA) gibi değerlendirme teknikleri için kullanılan varsayımları, modelleri ve sonuçları doğrulamaya yardımcı olur. Risk analizi ve güvenlik değerlendirmelerinin güvenilirliğini artırır (Papadakis ve Amendola, 1996).

Kazaların nedenlerini insan faktörleri açısından incelemek için birçok insan faktörleri analizi modeli ve teorisi geliştirilmiştir. Literatürde en sık karşılaşılan ve en çok tercih edilen kaza analiz yöntemlerinden biri İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) metodudur. HFACS, kazalara katkıda bulunan insan faktörlerini belirlemek ve kazaların temel nedenlerini anlamak üzere sistematik bir yaklaşıma odaklanmayı sağlayan bir çerçeve sağlamaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000). HFACS, insan hatasının nedenlerini dikkate alan kapsamlı ve güvenilir insan hatası analiz modeli olarak kabul edilmektedir (Alexander, 2017). Bu nedenle, uzay operasyonları (Xia ve ark., 2021), madencilik (Liu ve ark., 2018), denizcilik (Akyüz, 2017; Kandemir ve Çelik, 2021), demiryolu (Zhou ve Lei, 2020), sağlık (Cohen ve ark., 2018), nükleer (Karthick ve ark., 2020), kimya endüstrisi (Wang ve ark., 2020; Li ve ark., 2020) gibi farklı alanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda HFACS yönteminin kullanıldığı görülmektedir.

Kimya endüstrisinin işlemlerinde gerçekleşen, geçmişte sıklıkla tekrarlanan kazaların ve eksikliklerin nedenlerinin anlaşılması, benzer kimyasal işlemlerin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir (Sales ve ark., 2007). Bu açıdan bakıldığında, kazalar beş operasyona ayrılmıştır. Bu çalışmanın amacı; kimya sektörünün bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde yaşanmış kazaları HFACS çerçevesinde inceleyerek insan faktörleriyle ilişkilerini belirlemektir. Bu doğrultuda, çeşitli

endüstriyel kaza veri tabanlarında yayınlanan kaza raporları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada, beş kimyasal işleme göre sınıflandırılmış kaza nedenlerinin dağılımı ve frekansları elde edilmiştir. Kazaların hata üreten durumları istatistiksel verilere dayalı olarak analiz edilmiştir. İstatistiksel metot olarak fark analizlerinde Ki-Kare Testi ve Fisher's exact test, ilişkisel tarama analizlerinde Spearman's rho ve Genelleştirilmiş Lineer Model (Logit Model) analizleri kullanılmıştır. Bu sayede bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde insan faktörü farklılıkları ortaya koyulmuştur.

İnsan faktörü, kaza dinamiklerine ve sonuçların ciddiyetine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Benzer kimyasal işlemlerin daha iyi anlaşılması ve risklerin azaltılması için, geçmiş kazalardan ders çıkarılması ve insan faktörlerinin dikkate alınması büyük bir önem taşımaktadır. Bu süreci geliştirmek, endüstriyel kazaların nedenlerini belirlemeye ve gelecekteki güvenlik önlemlerinin alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu amaçla, çalışmanın birinci bölümünde insan hatası, insan faktörü, insan güvenilirlik analizi kavramları özetlenerek dünyada yaşanan büyük endüstriyel kazalara değinilmiştir. İnsan faktörünün analizinin yapılması amacıyla geliştirilen metotlar ve bunlarla alakalı literatüre bu bölümde yer verilmiştir. Ayrıca çalışmada uygulanan HFACS yönteminin çerçevesi de bu bölümde açıklanmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde, araştırmada kullanılan yöntemler ve materyal hakkında bilgiler aktarılmaya çalışılmıştır. Çeşitli endüstriyel veri tabanlarının açıkladığı kaza raporlarının incelenmesi, gerekli verilerin toplanması, kaza nedenlerinin analizi için çeşitli istatistik yöntemlerden yararlanma gibi gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, çalışmanın sonuçları hem sıklık ve yüzdesel açıdan sunulmuş hem de istatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bu bölümde elde edilen bulguların özetlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dördüncü bölümde ise analiz bulgularından elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Kaza raporlarından elde edilen verilere dayanarak kimya sektörüne uygulanabilecek çeşitli açılardan değerlendirmeler yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

1.1. İnsan Hatası ve İnsan Faktörü

İnsan hataları, insanın etkileşimde bulunduğu bir sistem içerisinde belirlenmiş normları ve standartları aşan eylemler veya eksiklikler olarak tanımlanmaktadır (Santos ve ark., 2007). Genellikle bir görevin gerçekleştirilmesindeki küçük farklılıklar önemsiz görülmektedir. Ancak kabul edilebilirlik sınırları aşıldığında ve büyük sorunlara yol açan olaylar gerçekleştiğinde, yapılan eylem insan hatası olarak kabul edilmektedir (Rooney ve ark., 2002). İnsan hatası konusunda iki farklı görüş bulunmaktadır. Birincisi, çoğu kazanın nedeni insan hatasıdır ve başarısızlığın nedeni olarak insan hatası görülmektedir. İkincisinde ise insan hatası sistemin daha derinlerindeki bir sorunun belirtisidir (Dekker, 2002). İnsan hatasını bir başarısızlık nedeni olarak değil, bir ürün veya sistemin tasarım, üretim, kurulum, işletme ve bakım aşamalarında karmaşık sorunların etkisi veya belirtisi olarak görmek önemlidir (Emami, 2019). İnsan hatalarından kaynaklanan riskler, sistemlerin karmaşıklığı arttıkça daha da etkili olmaktadır. Bu nedenle, farklı organizasyonlarda insan hatalarını belirlemek ve analiz etmek için farklı seviyelerde ele alınması gerekmektedir (Petruni ve ark., 2019).

İnsan faktörü, organizasyonel, grup ve bireysel faktörler olarak tanımlanmaktadır (Gordon, 1998). İnsanın, bir sistemin çevre, organizasyon, ekipman gibi bileşenlerle etkileşimini dikkate almaktadır. İnsan faktörlerinin temel amacı, insan hatasının kaynaklarını belirlemek ve sonuçlarını azaltmaktır (Malone, 1990). Hataların temel nedenleri, görevlerle ilişkili olabileceği gibi insan faktörleriyle de ilişkili olabilir. Bu ayrım, çalışma koşullarına bağlı olarak teknik ve organizasyonel önlemler alınması veya çalışanlara yönelik kişisel önlemler alınması gerekip gerekmediği konusunda önem taşımaktadır. Bu şekilde, hataları önlemek için uygun önlemler almak ve güvenliğini artırmak mümkün olmaktadır. Bu bağlamda, zaman zaman ortaya çıkan hatalar ile sistematik çalışma hataları arasında ayrım yapmak önemlidir. Ara sıra yapılan hatalar için alınacak tedbirler ancak bu hataların sonuçlarını sınırlayabilir. Sistematik hatalar da ise açıklama modelleri mevcuttur. Örneğin, bu tür hatalar ergonomik değişikliklerle sistemin iyileştirilmesi ya da eğitim ve öğretim faaliyetleri ile insan hazır olma durumunu değiştirerek önlenabilir (Bubb, 2005).

Endüstriyel kazalar üzerine yapılan araştırmalar, kazaların yaklaşık %80'inin insan hatalarından kaynaklanması nedeniyle, kazaların meydana gelmesinde insan faktörünün

temel bir rol oynadığını göstermiştir (Garrett ve Teizer, 2009; Babaei Pouya ve Habibi, 2015). Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak kaza sayısını büyük ölçüde azaltan otomasyon yatırımlarından sonra bile ciddi derecede olumsuz ekonomik ve çevresel sonuçlar meydana getiren olayların oluşması devam etmiştir. Endüstriyel kazalar üzerine yapılan araştırmalar, kazaların meydana gelmesinde insan faktörünün en önemli ana etken olduğunu, kaza oluşumuna ve ciddi kaza sonuçlarına önemli oranda katkıda bulunduğunu belirtmektedir (Kumar ve ark., 2017). Kaza araştırmalarında, insan faktörü hem olasılık düzeyinde hem de beklenen etkilerin ciddiyeti açısından baskın bir unsur olarak kabul edilmektedir (Petrillo ve ark., 2017). İnsan hatasının ve kazalardaki rolünün analizi, endüstride güvenilirlik ve risk tahmini için sistematik yöntemler geliştirmenin önemli bir parçası olarak görülmektedir. İş yerindeki insan faktörlerinin doğru bir şekilde anlaşılması ve dikkate alınması kazaların önlenmesi için uygun önlemlerin alınmasını sağlamaktadır (Zarei ve ark., 2019; Darabont ve ark., 2020).

1.2. Dünya Tarihinde Yaşanan Endüstriyel Kazalarda İnsan Faktörleri

Three Mile Adası Kazası; 1979 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) Pensilvanya Eyaleti'nde nükleer elektrik santralinde 2 no'lu reaktörde meydana gelmiştir. Bir türbinin devreye girmesi sonucunda operatörler koşulları eski haline getirmeye çalışmışlar, ancak cihaz sinyallerini yanlış değerlendirmeleri radyoaktivitenin salınmasına neden olmuştur. Bu olayda bir dizi insan hatası tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları, kontrol odasındaki operatörler tarafından duruma doğru bir teşhis koyamama, istenmeyen müdahale eylemleri hatalarıdır (Malone, 1990). Bu kaza, insan güvenilirlik analizinin (HRA) başlamasına neden olan bir olaydır (Kirwan ve ark., 2008).

Bhopal gaz felaketi: 1984 yılında Hindistan'da bir pestisit tesisinden çok zehirli bir madde olan metil izosiyanat gazının (MIC) atmosfere 40 ila 45 ton sızmasıyla yoğun bir zehirli bulut oluşturmaları sonucunda meydana gelmiştir. 3000 den fazla insanın ölümüne neden olmuştur. Tesis, kazadan iki ay önce bakım için kapatılmıştı. Felaket, bakım işçilerinin ihmali, deneyimsiz operatör hataları, başarısız güvenlik sistemleri, zayıf güvenlik yönetimi, iletişim eksikliği, bilgi eksikliği, operatörlerin ve gözetmenlerin yanıtlarındaki gecikmeler, fazla MIC depolanması gibi bir dizi hatanın kombinasyonu sonucunda meydana gelmiştir (Jahangiri ve ark., 2016; Darabont ve ark., 2020; Tong ve ark., 2019).

Çernobil kazası; 1986'da Ukrayna'da ticari nükleer enerji üretiminin 4. ünitesinde, 1.000 MW'lık bir reaktörün patlamasıyla radyoaktif maddeler salınmış ve Avrupa'nın büyük bir kısmına yayılmıştır. Kaza, planlanan bakım için ünite kapatma işlemi öncesinde yapılan bir test sırasında meydana gelmiştir. Test, türbinin reaktör için acil durum güç kaynağı olarak kullanımını kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu durum reaktörde güç dalgalanmasına ve soğutucu tüplerin patlamasına neden olmuştur. Bu test, ne planlanan koşullarda ne de reaktör işletme prosedürlerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Özellikle birkaç güvenlik sistemi devre dışı bırakılmıştır. İki patlama meydana gelmiş, 30 kadar yangın çıkmış ve atmosfere radyoaktif madde bulutu salınmıştır (Malone, 1990; Darabont ve ark., 2020). Felaketten sorumlu olan faktörler, operatör hatası, çalıştırma talimatları ve tasarım eksiklikleri olarak tespit edilmiştir (Jahangiri ve ark., 2016).

Piper Alpha felaketi; 1988'de açık deniz petrol ve gaz platformunda meydana gelen ve 167 işçinin ölümüne neden olan patlama ve yangın kazasıdır. İlk olarak petrol üretimiyle başlayıp daha sonra gaz geri kazanım tesisine dönüştürüldükten sonra yeniden kullanım güvenlik açısından yetersiz bir şekilde yapıldığı için felaketin nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir. Operatörler arasındaki iletişim eksikliği nedeniyle bakımda olan emniyet valfi sökülmiş bir pompanın çalışması nedeniyle bir gaz kaçağı meydana gelmiştir. Güvenlik sistemindeki diğer tavizler nedeniyle yangın kısa bir süre sonra iki ayrı kuleden gelen ortak bir petrol borusunu paylaşan petrolle beslenmeye başlamıştır. Platform tamamen yanmış ve yangının kontrol altına alınması yaklaşık üç hafta sürmüştür. Nedenleri, çalışma izni sistemindeki eksiklikler, inşaat ve bakım çalışmaları yapılırken sahiplerinin üretime devam etme kararı, güvenlik prosedürlerinin kullanımında yetersiz eğitim, yetersiz tehlike analizi, yetersiz personel sayısı dahil olmak üzere temel olarak insan hatasına bağlanmıştır (Jahangiri ve ark., 2016; Darabont ve ark., 2020).

Texaco Rafinerisi patlama ve yangını; 1994'te yanıcı hidrokarbon sıvısının kapalı bir çıkışı olan bir proses kabına sürekli olarak pompalanmasının neden olduğu felakette, 26 kişinin ölümüne neden olmuştur. Kazada, kontrol odası işletmecisinin patlamadan sadece 11 dakika önce 275 uyarı ve alarmı fark etmediği dolayısıyla gerekli önlemleri almadığı tespit edilmiştir. Diğer yandan, tesisin modifikasyon prosedüründeki eksiklikler, ekipman ve kontrol sistemlerindeki arızalar, operatörlerin yetersiz eğitimi ve yetkinliği, planlanmamış olayların yönetimi ve acil durum tesisi kapatma işleminin ne zaman başlatılacağı konusunda net bir kılavuz eksikliği ve kapatılması gereken zamanda üniteyi

çalışır durumda tutma girişimleri, kapatmayı başlatmak için net bir yetki eksikliğinden kaynaklı bir dizi neden sonucunda meydana gelmiştir (Wilkinson ve Lucas, 2002; Jahangiri ve ark., 2016; Shokria ve ark., 2017).

Deepwater Horizon patlaması, 2010 yılında en büyük petrol sızıntılarından biri olarak 11 kişinin ölümüyle sonuçlanmış ve ABD'nin Meksika Körfezi'ne 4,5 milyon varilden fazla ham petrol dökülmüştür (Nwankwo ve ark., 2022). Sonuç olarak, yetersiz acil durum tatbikatları, zayıf iletişim, güvenli olmayan koşullar nedeniyle personelin fiziksel kabiliyetinin bozulması ve yetersiz acil durum hazırlık planlaması patlamaya katkıda bulunan sebepler olarak gösterilmiştir (Norazahar ve ark., 2014).

1.3. İnsan Güvenilirlik Analizi (HRA)

İnsan güvenilirliği, kişinin sistemin belirlediği faaliyetleri belirli bir zaman diliminde doğru bir şekilde yerine getirmesi ve sistemin işleyişini bozabilecek herhangi bir eylemde bulunmama olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Petruni ve ark., 2019). Akyüz ve Çelik'e göre insan güvenilirliği, bir çalışanın bir işi ne kadar uygun, güvenilir bir şekilde hatasız gerçekleştirebildiğini gösteren insan performansıdır (Akyüz ve Çelik, 2015). İnsan güvenilirliliğinin belirlenmesi, kazaların önlenmesi açısından insan hatalarından kaynaklanan riskleri azaltmak için önemli bir faktördür (Tao ve ark., 2020). Ayrıca, insan güvenilirliği, belirli bir görevin yerine getirilmesinde potansiyel insan hatalarının, bu hataların meydana gelme olasılıklarının ve sistem üzerindeki sonuçlarının yeterince anlaşılabilmesi için bir kuruluşun risk değerlendirmesinin bir parçası olmalıdır (Kirwan ve ark., 1997; Bolt ve ark., 2010; Hou ve ark., 2021). Olasılık yaklaşımı, bir sistemin tasarım aşamasında veya işletim sırasında önceden tanımlanmış işlevler veya adımlar üzerindeki ortaya çıkabilecek hata olasılığını belirlemeyi amaçlamaktadır (Bubb, 2005).

HRA, güvenlik ve risk analizi çalışmalarında insan faktörünü sayısallaştırmak için nitel ve nicel bir yaklaşım sunmaktadır. Her biri birbirinin tamamlayıcısı olan bu iki yaklaşım, bir sistemin güvenliğini değerlendirmek ve geliştirmek için gereken bilgilere katkıda bulunmaktadır (Bolt ve ark., 2010). HRA, insan hatalarının nedenlerini ve sonuçlarını sistematik olarak belirleyen ve analiz eden olasılıksal risk değerlendirme'nin (PRA) bir boyutudur (Groth ve Swiler, 2013). İnsan Hatası Olasılığı'nı (HEP) belirleyebilmek için çok sayıda HRA metodu kullanılmaktadır (Bolt ve ark., 2010; Groth ve Swiler, 2013).

Bu metotlar, nükleer mühendislik, havacılık, kimya endüstrisi, demiryolu gibi farklı alanlarda uygulanmaktadır. Özellikle son yıllarda karmaşık insan davranışlarını daha iyi bir şekilde modelleyebilmek için daha yeni yöntemler geliştirilmiştir (Schwencke ve ark., 2012).

HRA içindeki bağımlılık analizi, operatörün bir görevi yerine getirmedeki başarısızlığının sonraki görevlerin başarısızlık olasılıkları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesini ifade etmektedir. İnsan güvenilirliği analizinde, birbirini takip eden iki görev arasındaki bağımlılık, önceki görevin başarısız olması durumunda, sonraki görevin başarısızlık olasılığının başarı durumundan daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle, riskin hafife alınmasını önlemek için uygun bir bağımlılık değerlendirmesi son derece önemlidir (Zhao ve Deng, 2019).

1.4. İnsan Faktörü Sınıflandırma Modelleri

1.4.1. Beceri-kural-bilgi tabanlı model (SRK)

Danimarka'da 1980'lerde Jens Rasmussen tarafından geliştirilen bilişsel bir modeldir. SRK modeli olarak bilinmektedir. Rasmussen, insan hatasını bilişsel davranış düzeyine göre ele alarak üç kategoriye ayırmış ve insan başarısızlık nedenlerinin ayrıntılı olarak analiz edildiği bir Beceri-Kural-Bilgi modeli önermiştir (Rasmussen, 1983).

Beceriye dayalı davranışlar alışkanlıklardan oluşur ve çok az bilişsel çaba gerektirir. Bu tür faaliyetler kendiliğinden otomatik olarak yapılmaktadır. Beceri tabanlı programları kontrol etmek için kural tabanlı davranış kullanıldığından, beceri tabanlı rutinlerle ilgili hata mekanizmaları her zaman etkindir. Kurala dayalı davranışlar, daha karmaşık koşullardır ve daha fazla çaba gerektirmektedir. Öğrenilmiş kuralların uygulanması için bilimizde karar verilmesi suretiyle, ilgili kuralların doğru bir şekilde hatırlanması ve takip edilip edilmemesi yoluyla gerçekleşmektedir. Kural tabanlı davranışlar, belirli bir kural setine dayalı olarak hareket etmek anlamına gelir. Bu kuralları takip ederken hatalar ortaya çıkabilir. Kural tabanlı alan, depolanmış kurallar tarafından kontrol edilen tanıdık durumlardaki performansı içerir ve hatalar durumların yanlış sınıflandırılması veya tanınması, görevlerle hatalı ilişkilendirmeler veya hatırlama sırasındaki bellek kaymaları gibi mekanizmalarla ilişkilidir. Bilgiye dayalı davranışlar ise görev performansı için veri toplamayı, ortamı sorgulamayı ve bir model oluşturmayı içerir ve yeni bir durum karşısında

hafızasındaki bilgileri uygulamayı gerektirir. Alışılmamış bir durum karşısında en yüksek düzeyde bilişsel çaba gerektirir. Hatalar bilgi veya eğitim eksikliğinde gerçekleşir (Rasmussen, 1982; Schorn, 2020).

1.4.2. Genel hata modelleme sistemi (GEMS)

GEMS, 1990 yılında Reason tarafından geliştirilen bir modeldir. Bilişsel özelliklere dayalı bir performans görevi sırasında çalışan davranışına dayalı bir taksonomi önermiştir. Bu model, Rasmussen'in beceri-kural-bilgiye dayalı modelindeki düzeyleri birleştirerek insan hatalarının temel nedenlerini belirlemeyi amaçlar. Rasmussen'in modelindeki zihinsel süreci Reason problem çözme sürecine aktarmıştır (Schorn, 2020).

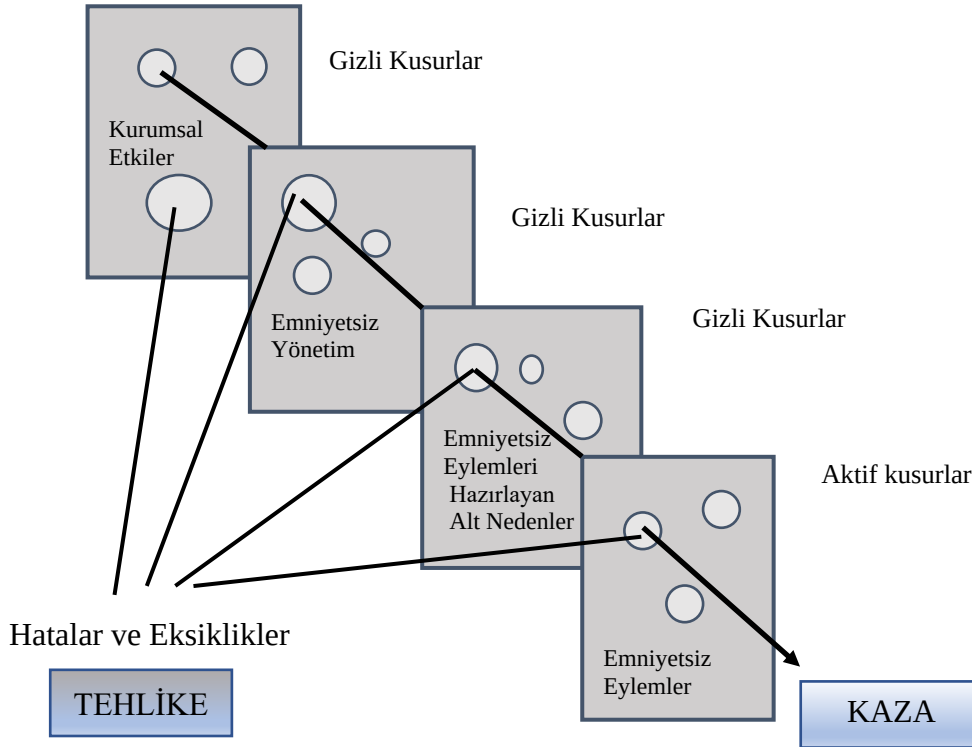
Reason, bu çerçeveyi kullanarak, hatayı karakterize etmek için insan hatası davranışını bir tür daha derin başarısızlık modlarına ayırır. Modelde farklı hata modlarına sahip olan her düzey için bir dizi hata türü tanımlanmıştır. Sonuca göre birbirine geçiş yapılır. Tanıdık durumlarda, kişi beceriye dayalı davranışları kullanır. Planlara dayalı bir değerlendirme yapmak için düzenli olarak kural tabanlı davranışa geçer. Bir sapma tespit edildiğinde, önce kural tabanlı düzeyde mevcut çözümler denenecektir. Eğer sapma küçükse ve kısa sürede bir çözüm bulunursa, kişi beceriye dayalı davranışa geri döner. Ancak, kural tabanlı düzeyde mevcut çözümler yetersizse, kişi bilgiye dayalı düzeye geçer. Bilgiye dayalı düzeyde, kişi diğer sistemlerde bulunan benzerliklere dayanarak yeni kurallar ve prosedürler oluşturur ve bunları kural tabanlı düzeyde test eder. Kişi, farklı çözümleri test etmek için seviyeler arasında birkaç kez geçiş yapabilir. Sonuçlar, bilgiye dayalı düzeyde kontrol edilir (Bolt ve ark., 2010). Bu model, insan hatalarının analizini yaparken farklı düzeylerdeki hata modlarını ve çözüm süreçlerini birleştirerek daha kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır (Schorn, 2020).

1.4.3. İsviçre Peynir modeli

İsviçre peynir modeli (Swiss Cheese), Reason tarafından 1990 yılında geliştirilmiştir. İsviçre Peyniri modelinde, gizli kalmış, tespit edilememiş, şüphe yaratmamış insan hatalarının bir gün olumsuzluk yaratmasını engellemek ve ortaya çıkarmak için her biri bir sonrakini etkileyen dört insan başarısızlık düzeyi tanımlanmıştır. Şekil 1.1'de James Reason'ın İsviçre Peynir modeli görülmektedir. Reason, kazaları emniyetsiz eylemler,

emniyetsiz eylemleri hazırlayan alt nedenler, emniyetsiz yönetim ve kurumsal etkiler olmak üzere dört seviyede açıklamaktadır. Peynir delikleri, hataları; peynir dilimleri ise kazaya karşı alınan önlemleri göstermektedir (Reason, 1990).

James Reason'a göre, kazalar aktif ve gizli kusurların birleşimi sonucunda meydana gelir. Aktif kusurlar, kazanın hemen öncesinde gerçekleşen hataları veya ihmalleri ifade ederken, gizli kusurlar daha derinde yatan hataları, eksiklikleri veya zayıflıkları temsil eder (Reason, 2000). Kazaların bu aktif ve gizli sınıflandırmaları, kazaların nedenlerini bireylerden daha sistematik faktörlere doğru kaydırmayı ve kazaları daha geniş bir perspektiften incelemeyi teşvik etmiştir (Nwankwo ve ark., 2022). Örneğin, bir üretim sürecinde yer alan bileşenler arasındaki etkileşimlerde bozulmalar olduğunda, savunmasız noktalar ortaya çıkabilir ve bu da başarısızlığa neden olabilir. Peynir dilimlerinin deliklerine benzetilen bu savunmasız noktalar, yıkıcı arızaların veya kazaların meydana gelmesine yol açabilir. Genellikle “İsviçre Peyniri” kaza nedensellik modeli olarak da bilinmektedir (Wiegmann ve Shappell, 2003).



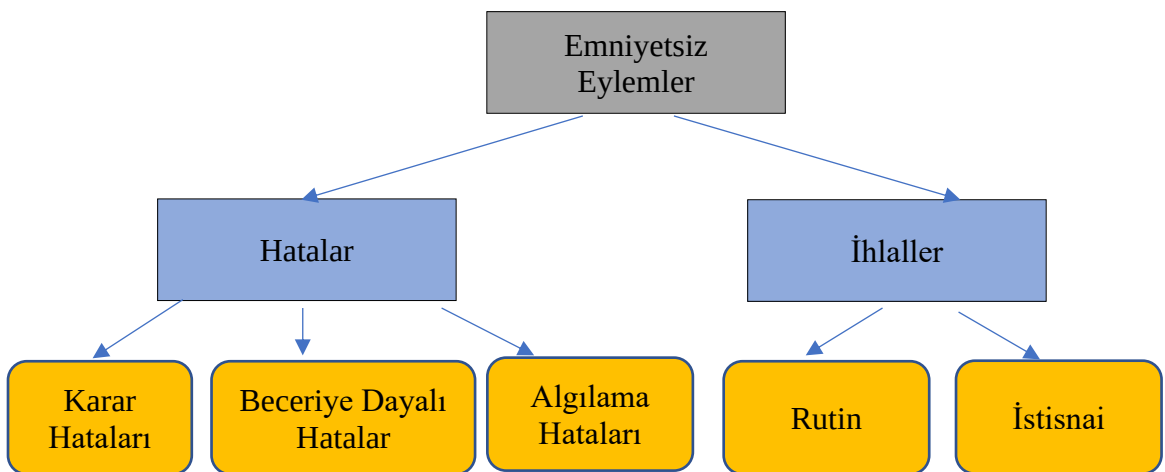
Şekil 1.1. James Reason'ın İsviçre Peynir modeli (Reason, 1990)

1.4.4. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS)

İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS), 2000 yılında Shappell ve Wiegmann tarafından havacılık sektöründe yaşanan kazalarda insan hatalarını incelemek için geliştirilmiş bir kaza analiz modelidir. HFACS, James Reason'ın 1990 yılında önerdiği İsviçre Peyniri modeli temel alınarak geliştirilmiştir. İsviçre Peynir modeli ancak birkaç ayrıntı dışında uygulama alanına nasıl uyarlanacağı bilinemediği için teorik bir çalışma olarak kalmıştır. Peynirdeki hatalar ve eksiklikler olarak ifade edilen deliklerin gerçekte ne olduğu tanımlanamamıştır. HFACS'ın amacı kaza meydana gelmeden önce bu deliklerin yani sistem hatalarının ne olduğunu belirlemektir. HFACS, 300'den fazla havacılık kazası incelenerek geliştirilmiştir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS'ın ana yapısı 4 ana kategoriden oluşmaktadır. Reason'ın modelinde yer alan hatalar veya eksiklikler olarak tanımlanan delikler HFACS modelinin alt kategorilerini oluşturmaktadır. HFACS çerçevesinde toplam 19 adet alt kategori tanımlanmıştır ve modele göre yapılan tanımlamalar aşağıda yer almaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS'ın ilk kategorisi emniyetsiz eylemlerdir. Emniyetsiz eylemler, hatalar ve ihlaller olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Hatalar, karar hataları, beceriye dayalı hatalar ve algılama hataları olmak üzere üç alt gruba ve ihlaller de rutin ihlaller ve istisnai ihlaller olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Şekil 1.2'de emniyetsiz eylemler kategorisi görülmektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).



Şekil 1.2. Emniyetsiz eylemler kategorisi

Hatalar ve ihlaller bireyler tarafından yapılan ve doğrudan kazaya neden olan eylemlerden meydana gelmektedir.

Hatalar: Karar hataları dürüst hatalar olarak adlandırılmaktadır. Bir amaca ulaşmak için yapılan kasıtlı davranışlarda alınan kararların uygunsuz veya yetersiz olma durumudur. Kişi yanlış bir karar almış olsa da uygun bilgiye sahip olmaması ya da kötü bir seçim yapmasından dolayı bu tür hatalar genellikle affedilebilir hatalardan meydana gelmektedir. Karar hataları kendi içinde prosedür hataları, kötü seçimler, problem çözme hataları olmak üzere üç alt başlıkta değerlendirilmektedir. Prosedür hataları kural tabanlı hatalar olarak da bilinmektedir ve bilinçli olarak kontrol edilebilir ve hedefe yönelik hatalardır (Malone, 1990). İyi derecede tanımlanmış görevlerde, yeterli derecede tecrübe edilmiş, seçim yapılması gereken kritik ve zaman kısıtlaması olan acil durumlarda prosedür hataları ortaya çıkmaktadır. Çoklu seçenekler arasından bir seçim yapmak gerektiğinde yetersiz deneyimle birlikte doğru kararları engelleyecek zaman ve diğer dış baskılar olduğunda, yapılacak tercihlerde kötü seçimler yapılabilir. Ayrıca problem çözme hataları da iyi tanımlanmamış, kişinin yeni bir çözüm üretmesi gerektiği durumlarda kişinin tecrübesi ve dış etkenlere bağlı olarak meydana gelmektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

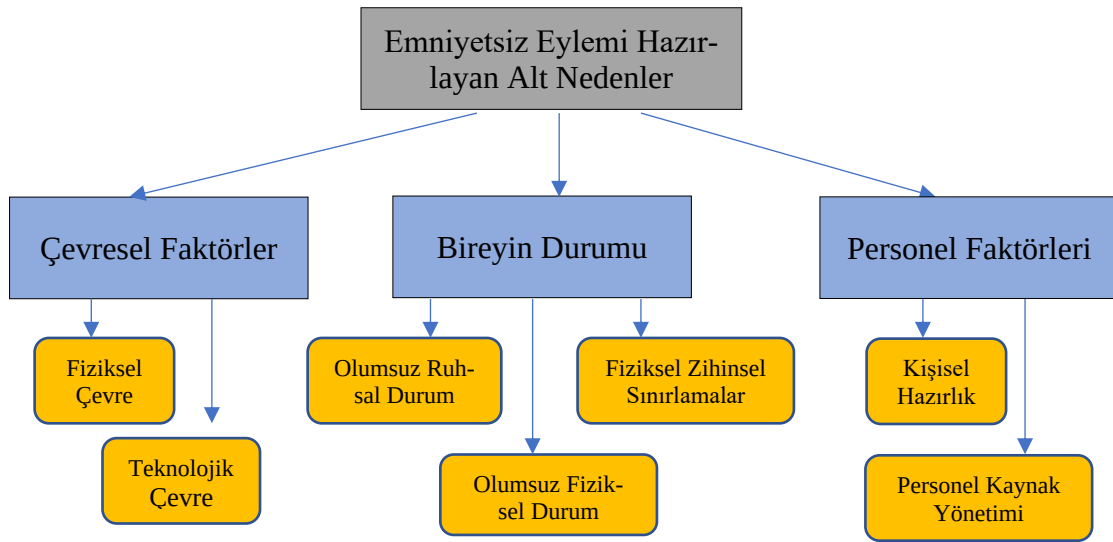
Beceri Hataları, bir bireyin dış uyaranlara veya taleplere düşünmeye gerek duymadan verdiği otomatik davranışların sonuçlarından kaynaklanmaktadır. Beceriye dayalı hatalar, dikkat ve unutkanlık gibi hafıza bozukluklarının sebep olduğu, bir prosedürdeki adımların yanlış sıralanması veya adımların atlanması, bazı maddelerin unutulması gibi hatalardan oluşmaktadır. Ayrıca bir kişinin mesleki deneyimine, eğitim geçmişine, olaylara bakış açısı ve yaklaşımına bağlı olarak gelişen teknik hatalar da beceri hataları sınıflandırmasında yer almaktadır. Algılama Hataları, bir kişinin beklenmeyen durumda dünyayı algılaması gerçeklikten farklı olduğunda meydana gelmektedir. Bu tür hatalar çevresel bozukluklardan kaynaklanan duyuşal girdiler azaldığında ve girdinin yanlış yorumlanmasında ortaya çıkmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

İhlaller: Bir kuruluş tarafından benimsenen kuralların ve düzenlemelerin kasıtlı olarak bilerek görmezden gelinmesi sonucu ortaya çıkan davranışlardır.

Bu tip hatalar daha seyrek ortaya çıkmakla birlikte genellikle ölümle sonuçlanmaktadır. Rutin ihlaller kişi tarafından alışkanlık haline getirilmiş, yönetim tarafından hoşgörülle karşılanabilen ancak kurallara ve uygulamalara ters olan davranışlardır. İstisnai ihlaller

ise nadir olarak yapılan, tahmin edilmesi zor ve yetkili otorite tarafından hoş karşılanmayan hatalardır. Bu duruma ne yöneticiler ne de kanunlar izin verir. İstisnai ihlal gerçekleşmeden önce herhangi bir belirti veya tahmin edici unsurun olmamasıdır. Bu tür ihاللerle başa çıkmak zordur (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS'ın ikinci kategorisi emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenlerden meydana gelmektedir. Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler çevresel faktörler, bireyin durumu ve personel faktörleri olarak üç ana başlıkta toplanmıştır. Çevresel faktörler fiziksel çevre ve teknolojik çevre olarak ikiye, bireyin durumu; olumsuz ruhsal durum, fiziksel zihinsel sınırlamalar, olumsuz fiziksel durum olarak üç gruba ve personel faktörleri ise kişisel hazırlık, personel kaynak yönetimi olarak iki gruba ayrılmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000). Şekil 1.3'de emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kategorisi gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kategorisi

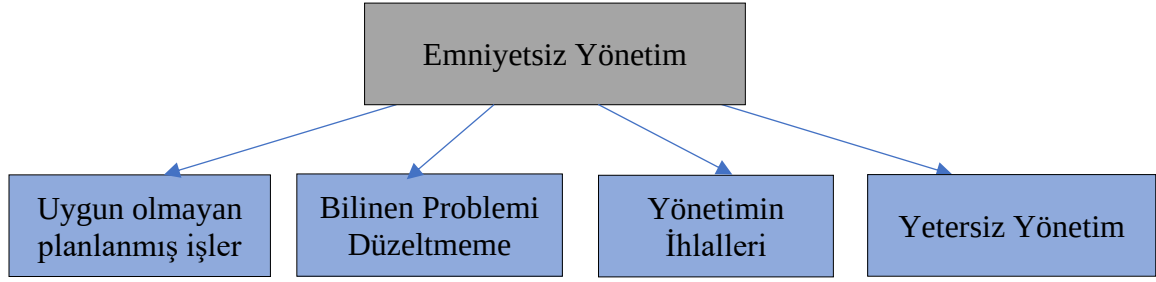
Bireyin Durumu: Olumsuz ruhsal durum kategorisinde, kişinin performansını etkileyen göreve odaklanmada yaşanan sorunlar, dikkat dağınıklığı, fiziksel yorgunluk, mental yorgunluk, uykusuzluk stres gibi faktörlerden kaynaklı yorgunluklar, aşırı özgüven, bilinçsiz davranışlar, kasıtlı ihmellere bağlı aldırış etmeme durumları görülmektedir. Bir kişi herhangi bir sebepten dolayı olumsuz ruhsal bir durum içerisindeyse hata yapma olasılığı veya bir ihlal gerçekleştirme olasılığı artış göstermektedir. Fiziksel zihinsel sınırlamalar, yapılacak işin gerektirdiği durumların, bireyin zihinsel ve fiziksel kapasitesini,

yeteneklerini aştığı durumlardır. Kişinin antropometrik özelliklerinin, bilgiyi işleme ve yanıt verme süresi gibi mental yeteneklerinin yaptığı işle uyumlu olması gerekmektedir. Olumsuz fiziksel durum, güvenli hareketleri engelleyen tıbbi ve kişinin fizyolojik durumunu ifade etmektedir. Fiziksel yorgunluk, tıbbi hastalık durumları, ilaç kullanmaya bağlı fizyolojik bozukluklar gibi durumlarda kişinin hata yapma olasılığı artmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Çevresel Faktörler: Fiziksel çevre, hava durumu, faaliyet alanının olumsuz durumu, aydınlatma, titreşim, kaygan zemin, tehlikeli gazlar gibi durumları içermektedir. Fiziksel çevrenin olumsuzlukları kişilerde konsantrasyon bozuklukları, algısal hataların oluşumu, karar verme süreçlerinin yavaşlaması gibi bir dizi güvensiz eyleme yol açmaktadır. Teknolojik çevre, iş yerinde kullanılan her türlü ekipman, ekipman dizaynı, ekipman eksikliği, ekran arayüz özellikleri, güvenlik koruma cihazları, otomasyon gibi konuları kapsamaktadır (Wiegmann ve Shappell, 2003).

Personel Faktörleri: Kişisel hazırlık, herhangi bir meslek ortamında çalışacak kişilerin en üst düzeyde performans gösterecek şekilde işe gelmeleri beklenmektedir. Bunun için bireylerin her türlü donanımına sahip olması yani kişisel hazırlıklarını tamamlamış olmaları gerekmektedir. Yeterli dinlenme gereksinimini karşılamamış, yapacağı işle ilgili yeterli eğitimi almamış, hasta olmasına rağmen kendi kendini tedavi ederek işe gelmiş, görevine gelmeden önce aşırı efor sarfetmiş, gün içinde zayıf beslenmiş, kişisel koruyucu donanımlarını kullanmadan işe başlamış bireylerin her türlü hatayı yapması kaçınılmaz olmaktadır. Personel kaynak yönetimi, personel arasında ya da personel yönetim arasında meydana gelen iletişim eksikliği, ekip çalışması eksikliği, liderlik başarısızlığı, yapılan çağrılar yanlış yorumlama gibi durumları içermektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS'ın üçüncü kategorisi emniyetsiz yönetim ile ilgili faktörlerden oluşmaktadır. Emniyetsiz yönetim, uygunsuz iş planlaması, bilinen problemi düzeltmeme, yönetimin ihlalleri, yetersiz yönetim faktörleri olarak dört ana başlığa ayrılmıştır (Shappell ve Wiegmann, 2000). Şekil 1.4'de emniyetsiz yönetim kategorisi gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Emniyetsiz yönetim kategorisi

Uygun olmayan planlanmış işler: Standart çalışma süreçleri için kabul edilemez bir durum olup bazen acil durum söz konusu olduğunda iş planlamasının dışına çıkılması normal bir davranış olarak görülmektedir. Planlanmış işler örneğin çalışanların vardiya saatleri, personel sayısı, operasyon işlemleri gibi önceden belirlenmiş süreçlerde yapılan ani değişiklikler çalışanların performansını etkileyerek hata yapmalarına katkıda bulunmaktadır. Doğru bilgiyi sağlama hataları, yeterli geri bildirim sağlayamama, uygunsuz personeli işe alma, kurallara yönetmeliklere uygun olmayan çalışmalar, personele yeterli dinlenme saati sağlamama gibi iyi planlanmamış işler bu kategoride değerlendirilmektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

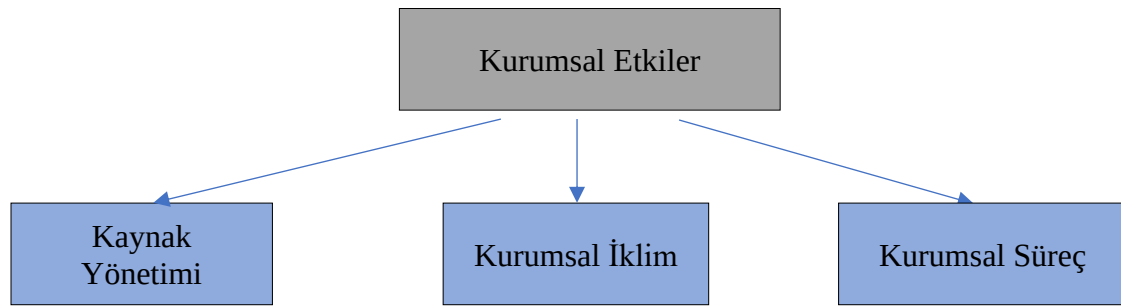
Bilinen Problemi Düzeltmeme: Çalışanlar, iş ekipmanları, çalışanların eğitimi, her türlü güvenlik önlemleri ile ilgili yöneticiler tarafından bilinen bir problemin göz ardı edilmesi durumudur. Uygunsuz davranışları düzeltmemek ya da düzeltmeye çalışmamak, yetkin olmayan kişilerin çalıştırılması, yanlış görev dağılımı yapılması, hatalı belgelere karşı düzeltici önlem alınmaması ve bunların rapor edilmemesi güvenli bir ortam sağlanmasına engel olmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Yönetimin İhlalleri: Mevcut kuralların, düzenlemelerin, yönetmeliklerin, prosedürlerin kasıtlı bir şekilde yönetim tarafından göz ardı edilmesi durumudur. Bir iş yerinde yönetim kadrosunda bulunan kişilerin ihlali çalışanlardan daha nadir görülse de böyle bir durum söz konusu olduğunda etkisi tüm organizasyona yayılabilir. Tehlikeli durumlara izin verilmesi, izin belgesi olmayan bir personelin çalıştırılması yönetimin ihlallerine örnek verilebilir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Yetersiz Yönetim: Yönetim, çalışanlar için her seviyede rehberlik, mesleki eğitim, liderlik, performans destekleme gibi konularda destek vermelidir. Yöneticiler çalışanları için her konuda onların gelişimi ve başarısı için fırsat yaratmalıdır. İdari eksiklikler sebebiyle birçok ihlal meydana gelmektedir. Kaza nedenleri araştırılırken insan hatasının

oluşumunda denetimin uygunluğu veya yönetimin yetersiz kalması konuları dikkate alınmalıdır. Bir çalışana gerekli yetki verilse de yönetimin sorumluluğu devam etmektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS'ın dördüncü kategorisi kurumsal etkiler ile ilgili faktörlerden oluşmaktadır. Kurumsal etkiler alt başlığı kaynak yönetimi, kurumsal iklim, kurumsal süreç olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000). Şekil 1.5'de kurumsal etkiler kategorisi görülmektedir.



Şekil 1.5. Kurumsal etki kategorisi

Kaynak Yönetimi: Bir organizasyondaki personel seçimi, eleme, atama gibi insan kaynaklarını, mali kaynakların tahsisi ve düzenlemesi gibi bütçe yönetimini, uygun olmayan ekipman alımı, yanlış tesis tasarımı gibi ekipman kaynak tahsisi alanlarını kapsamaktadır. Bu tür kaynakların yönetiminde uygun maliyetli kararlar alınırken aynı zamanda güvenlik hedefi de yerine getirilebilir olmalıdır. Mali sıkıntıların yaşanmadığı kurumlarda bu tür giderlerde genellikle bir sorun yaşanmazken finansal zorluk yaşayan kuruluşlarda güvenlik ve eğitim alanları ilk kesintiye uğrayan düzenlemeler olmaktadır. Maliyetleri düşürmek açısından organizasyonun hedefleri dışında uygunsuz personel ve ekipman seçimi yapıldığında veya ekipmanlara bakım uygulanmadığında, çalışma alanlarındaki düzensizlikler giderilmediğinde çok daha büyük sorunlarla karşılaşmaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Kurumsal İklim: Bir kurumu diğerlerinden ayıran kurum politikalarını, uygulamalarını, prosedürlerini, kurum kültürünü içeren çalışma ortamında çalışanların paylaştığı algılar ve bunlara verilen anlamlar olarak tanımlanmaktadır (Schneider ve ark., 2016). Genel olarak kurumsal iklim organizasyon içindeki çalışma atmosferi olarak görülmektedir. Kurumun yapısı, kurum içi politikalar ve kurum kültürü olarak üç başlıkta toplanmaktadır. Emir komuta zinciri, yetki dağılımı, kurum içi iletişim, yapılan eylemler karşılığında

resmi olarak hesap verme zorunluluğu kurumun yapısını kapsamaktadır. Kurumsal politikalar, işe alım işten çıkarma süreçleri, çalışanların terfi etme ya da ettirmeme, ilaç ve alkol kullanımı, maaşla ilgili kararlar, fazla mesai ve izinler, kaza soruşturmaları, güvenlik ekipmanlarının kullanımı gibi yönetimin resmi kararlarından oluşmaktadır. Kurum kültürü ise resmi olarak tanımlanmamış, sözlü ya da yazılı bir kaynağı olmayan, organizasyonun kurallarını, değerlerini, inançlarını, tutumlarını ve geleneklerini göstermektedir. Kültür tamamen herkesin aynı dilden konuşması ve işlerin gerçek anlamda yapılmasıdır. Politikaların tam olarak tanımlanmaması, yetersiz risk tanımlama, yetersiz kontrol prosedürleri, güvenlik planlarının yetersizliği, hatalı yönetim sistemleri gibi durumlarda organizasyonun güvenliği zarar görmektedir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Kurumsal Süreç: Bir organizasyon içinde yer alan faaliyetleri yöneten kuralları ve kurumsal alınmış kararları ifade etmektedir. Kurumsal süreç, çalışma temposu, az zamana çok iş sığdırma gibi zaman baskısı, üretim kotası hedefleri, yetersiz standart planlama ve planlama hataları gibi operasyonları, prosedürler, standartlar, talimatlar, dökümantasyon eksiklikleri gibi yöntemleri ve risk yönetimi, güvenlik programlarında yapılan hatalar gibi gözetimi kapsamaktadır. Bazı kuruluşlar insan hatalarını ve insan faktörleri sorunlarını kontrol edecek organizasyonel prosedürlere ve raporlama sistemlerine sahip değildir. Bu nedenle kurum yöneticileri ve idarecileri kaza meydana gelmeden önce problemlerin farkına varmamaktadır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS çerçevesi havacılık kazaları için insan faktörlerinin tespit edilip sınıflandırılması amacıyla geliştirilmiştir. Bu metot, Reason'un aktif ve gizli hata modeline odaklanarak bireysel ve organizasyonel tüm insan hatalarını kapsamaktadır. Sonuç olarak HFACS'nin, askeri havacılık kazalarında uygulanabilirliği test edilmiş, güvenilirliği ve geçerliliği doğrulanmıştır (Shappell ve Wiegmann, 2000). HFACS, Dekker tarafından çeşitli kaza türlerine insan faktörlerini yeniden yapılandırmak için en güçlü araçlardan biri olarak gösterilmiştir (Dekker, 2002). HFACS, güvenlik açısından kritik, karmaşık ve birbirini etkileyen çeşitli endüstriyel ortamlarda başarıyla uygulanmıştır (Rostamabadi ve ark., 2019).

1.5. Çeşitli Endüstriyel Alanlarda HFACS Modelinin Uygulanması

HFACS tekniğinin kazaları analiz etme aracı olarak literatürde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Çeşitli veri tabanları taranarak yapılan bir çalışmaya göre, 1990-2018 yılları arasında yayınlanan 73 makale, içeriğinde en çok kullanılan yöntemi tespit etmek için analiz edilmiş ve sonucunda 43 makalede HFACS tekniğinin kullanıldığı görülmüştür. Bu makalelerde HFACS modelinin havacılık, denizcilik, madencilik, demiryolu, inşaat, nükleer enerji, kimya endüstrisi gibi çeşitli sektörlerde uygulandığı görülmüştür (Hulme ve ark., 2019).

Xia ve arkadaşları, araştırmalarında 2008'den 2018'e kadar Çin'de kapalı alanlarda meydana gelen 120 ölümlü kazanın istatistiksel analizini yapmıştır. Kapalı alan operasyonları kazalarının nedenleri ve özellikleri özetlendikten sonra HFACS temel alınarak 5 seviye ve 21 faktörden oluşan HFACS- değiştirilmiş kapalı alan kazası (HFACS-MCS) modeli oluşturulmuştur. Modelin bitişik seviyeler arasındaki anlamlı korelasyonlarını analiz etmek için Ki-kare testi ve Olasılık Oranı (OR) analizi uygulanmıştır. Kazaların başlıca nedenleri yetersiz güvenlik kültürü, kurumsal süreç, yetersiz denetim, yönetimin ihlalleri, karar hataları ve operasyonel ihlaller olarak gösterilmiştir. (Xia ve ark., 2021)

Çalışmalarında, Yang ve Kwon petrol, gaz ve kimya alanlarına yaygın olarak uygulanabilecek yeni bir HFACS geliştirmek için 45 kazayı analiz etmişlerdir. HFACS- petrol gaz proses endüstrisi (HFACS-OGAPI) adını verdikleri entegre sistemine uygun, insan hatasının nedenlerini etkin bir şekilde belirleyecek bir kontrol listesi geliştirilmiştir (Yang ve Kwon, 2022). Araştırmalarında, Theophilus ve arkadaşları petrol ve gaz endüstrisi için HFACS- petrol gaz endüstrisi (HFACS-OGI) adlı yeni bir model önermiştir. 11 kaza raporunun analizinin ardından bu yöntemin uygun olduğu görülmüştür. Ulusal ve uluslararası endüstri düzenleyici standartlarındaki hataların otomatik olarak kazaların meydana gelmesi için ön koşul yaratacağı sonucuna varılmıştır (Theophilus ve ark., 2017). Nwankwo ve arkadaşları, çalışmalarında petrol ve gaz endüstrisinde HFACS-OGI'yi kullanarak insan nedensel faktörlerini analiz etmeyi amaçlamıştır. 2013-2017 yılları arasında meydana gelen 184 kaza vakası için nicel veri analizi yapılmıştır. Kaza verileri tanımlayıcı istatistikler ve ki-kare testi kullanılarak analiz edilmiştir. Kazaların %86'sının müteahhitlerden kaynaklı kazalar olduğu ve %28'inin de sondaj ve kuyu çalışmaları sırasında meydana geldiği görülmüştür (Nwankwo ve ark., 2022).

Çalışmalarını maden endüstrisi için yapan Liu ve arkadaşları tarafından 2000-2016 döneminde Çin’de meydana gelen 362 kömür madeni kazasının istatistikleri üzerinden HFACS-Çin’in Madenleri (HFACS-CM) modeli geliştirilmiştir. Analitik hiyerarşi süreci (AHP) yöntemi ile birlikte kömür madencilerinin zayıf güvenlik uygulamaları ve bunları etkileyen faktörler araştırılmıştır. HFACS-CM modelindeki çeşitli düzeyler arasındaki ilişkiler Ki-kare testi ve OR ile analiz edilmiştir. Böylece kazaya neden olan faktörlerin niteliksel ve niceliksel analizi sağlanmıştır (Liu ve ark., 2018). Diğer bir çalışmada Patterson ve Shappell, Queensland’deki Maden ve Enerji Bakanlığı’ndan elde edilen 508 maden kaza raporunu HFACS kullanarak analiz etmişlerdir. Araştırmada beceriye dayalı hataların en yaygın güvensiz eylem olduğu ve mayın türleri arasında bir farklılık göstermediği, karar hatalarının ise mayın türleri arasında farklılık gösterdiği sonucu elde edilmiştir (Patterson ve Shappell, 2010). Lenne ve arkadaşları, 2007-2008 yılları arasında Avustralya’da meydana gelen 263 maden kazasını HFACS kullanarak analiz etmişlerdir ve beceriye dayalı hatalar (%64), ihlaller (%57), fiziksel çevre (%56) ve kurumsal süreçler (%65) nedenlerinin sıklıkla görüldüğü tespit edilmiştir (Lenne ve ark., 2012).

Akyüz, gerçek bir gemi kazasında olası operasyonel beklenmedik durumları değerlendirmek için HFACS ve analitik ağ süreci (ANP) yöntemlerini birleştirerek hibrit bir model uygulamıştır. Gaz taşıyıcı gemideki ciddi sıvılaştırılmış petrol gazı sızıntısına katkıda bulunan en kritik nedenin gemi emniyet yönetim sistemine uymamak olduğu görülmüştür (Akyuz, 2017). Denizcilik sektöründe yapılan bir başka çalışmada Kandemir ve Çelik, HFACS modelini genişleterek HFACS- deniz mühendisliği bakım ve operasyonları (HFACS-MMO) modelini tanımlamıştır. Bu yöntem ile deniz bakım ve operasyonları insan güvenilirlik analizi (MMOHRA) önerilmiştir. Önerilen yöntemi kıyaslamak için bir vaka çalışması yapılmıştır. MMOHRA’nın gemi tiplerinden bağımsız olarak deniz mühendisliği güvenlik uygulamalarında kullanılabilir olduğu ileri sürülmektedir (Kandemir & Celik, 2021).

Zarei ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada proses kazalarında HFACS, sezgisel bulanık küme teorisi ve Bayes ağı dikkate alınarak hibrit bir insan faktörü modeli sunmuşlardır. Model bir doğal gaz boru hattının sıcak musluk operasyonlarında meydana gelen kaza senaryolarına uygulanmıştır. Sonuç olarak yetersiz iş güvenliği eğitimi, risk yönetimi ilkelerinin uygulanmaması, güvenli olmayan koşulların bildirilmemesinin kazaya katkıda bulunan faktörler olduğu tespit edilmiştir (Zarei ve ark., 2019). Xie ve Guo, Swiss Cheese

ve HFACS modelini geliştirerek kurumsal etkiler, güvenli olmayan yönetim, emniyetsiz eylemler için ön koşullar, emniyetsiz eylemler ve acil başarısızlık olmak üzere 5 seviye ve 25 insan faktörünü içeren proses güvenliği risk değerlendirme modeli oluşturmuştur (Xie ve Guo, 2018). Kimyasal proses endüstrilerinde insan ve organizasyon faktörlerini belirlemek için Rostamabadi ve arkadaşları HFACS, bayes ağı (BN), en iyi en kötü bulanık yöntemi (fuzzy-BWM, best worst method) kullanarak bir model geliştirmiştir (Rostamabadi ve ark., 2019).

Wang ve arkadaşları, 101 kimyasal kazayı HFACS yöntemi ile analizini yaparak bitişik seviyelerin yüksek frekanslı tezahürleri arasındaki ilişkileri Fisher's exact testini kullanarak değerlendirmiştir. HFACS'ın üst seviyesindeki belirtilerin alt seviye belirtilerini nasıl öngördüğünü gösteren 21 önemli ilişki grubu tanımlanmıştır (Wang ve ark., 2022). Başka bir çalışmada, Zhou ve arkadaşları, Çin'de tehlikeli kimyasal kazalarda insan faktörünü tanımlamak üzere HFACS- tehlikeli kimyasallar (HFACS-HC) modeli geliştirmiştir. Bu modeli Tianjin Limanı yangın ve patlama kazasına uygulayarak kaza yeniden analiz edilmiştir. Sonuçlar resmi kaza raporlarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucu, Ruihai Company'de farklı seviyelerde etkileşimli insan faktörlerinin felaketlere yol açtığını ve uygulanan modelin benzer kazaları önleme kılavuzluğuna sahip olduğunu ortaya koymuştur (Zhou ve ark., 2018). Çin'de yapılan bir başka kimyasal kaza araştırmasında Li ve arkadaşları, 39 kaza raporu incelenmiş ve güvenli olmayan davranışları etkileyen faktörleri sistematik olarak tespit etmek için bayes ağına dayalı HFACS-BN tanıtılmıştır. Buna göre, tehlikeli madde ortamı (1.63) ve mekanik ekipman (0.49)'ın çalışma hatası ile aynı yönde arıza etkisine sahip olduğunu, yönetsel ihlallerle ilgili aynı yönde hiçbir faktörün olmadığını görmüşlerdir (Li ve ark., 2020). Çalışmalarında Wang ve arkadaşları, 2012-2016 yılları arasında küçük ölçekli kimya endüstrisinde, bir KOBİ'de meydana gelen 101 kazayı HFACS modeli ile analiz ederek 15 neden faktörü ve 56 belirtiden oluşan HFACS- kimyasal küçük ve orta ölçekli işletmeler (HFACS-CSMEs) olarak bilinen yeni bir model geliştirmiştir (Wang ve ark., 2020).

Laboratuvar kazalarındaki insan faktörlerini incelemek üzere Ma ve arkadaşları, 2008-2020 arasında Çin ve ABD'de meydana gelen 39 laboratuvar yangını ve patlama kazasını araştırmışlar ve HFACS, bulanık küme teorisi ve bayes ağının entegre edildiği hibrit bir yöntem geliştirmişlerdir. Kritik 10 temel olay tanımlamış ve kurumsal etkilerin en çok kazalara katkıda bulunan neden olduğu sonucuna varmışlardır (Ma ve ark., 2022).

Sağlık alanında Cohen ve arkadaşları, HFACS-Healthcare kullanarak 1 yıl boyunca cerrahi ramak kala olaylarını analiz etmişler ve 592 kazadan 726 nedensel faktör belirlemişleridir. Sorunların çoğu sırasıyla emniyetsiz eylemleri hazırlayan alt nedenler, emniyetsiz eylemler, kurumsal etkiler ve yönetim faktörlerinden oluşmaktadır. Katkıda bulunan insan faktörlerine göre ramak kalaları analiz etmenin, yeniden kaza oluşumunu önlemek ve hasta güvenliğini sağlamak için süreç iyileştirmeleri geliştirmeye yönelik daha büyük bir fırsat sunacağını belirtmişlerdir (Cohen ve ark., 2018).

Alexander, insan hatası nedensel faktörlerini kategorize etmek için HFACS modelini uzay operasyonları ortamına uygulamıştır. Ölçekli kompozitlerin çeşitli seviyelerinde insan faktörlerinin dikkate alınmaması kazaya katkıda bulunan nedenler olarak gösterilmiştir (Alexander, 2019).

Havacılık sektöründe Gong ve arkadaşları, kaza modellemesi ve güvenlik savunması tanımlaması için Kaza Ağacı (AcciTree) adlı yeni bir grafik model geliştirmiştir. Daha sonra bu modeli, analizin eksiksizliğini geliştirmek için HFACS ile entegre etmişlerdir. Geliştirdikleri modeli bir araştırma uçuş göstericisi ve bir endüstriyel insansız hava aracı olmak üzere iki çarpışma örneği üzerinde uygulamış ve etkinliğini kanıtlamışlardır (Gong ve ark., 2014). Havacılık sektöründe yapılan diğer bir çalışmada Daramola, Nijerya'nın hava taşımacılığı endüstrisindeki güvenlik performansını değerlendirmek için 1985-2008 yılları arasındaki kaza raporlarını HFACS kullanarak incelemiş ve içerik analizi yapmıştır. Buna göre, beceriye dayalı hatalar, fiziksel çevre ve yetersiz yönetim hataları en sık tekrarlayan kaza nedenleri olarak bulunmuştur. Kaza raporlarından elde edilen HFACS kategorilerindeki önemli ilişkileri analiz etmek için Ki-kare ve Fisher testini kullanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, personel becerisi, fiziksel çevre sorunları ve denetim yeterliliği konularının ele alınması gerektiğine işaret etmektedir (Daramola, 2014). Rashid ve arkadaşları, helikopter bakım kazaları için HFACS-bakım uzantısı (HFACS-ME) modelini önermiş ve helikopter bakım kazalarının hayatta kalma oranını ve kaza ciddiyetinin dağılımını incelemek için 58 helikopter bakım kazasını istatistiksel olarak analiz etmiştir (Rashid ve ark., 2010).

Demiryolu endüstrisi için yapılan bir çalışmada Zhou ve Lei, 611 kaza raporunu HFACS çerçevesinde incelemiş ve insan hatalarının HEP'lerini değerlendirmek için başarı olasılığı indeksi yöntemi (SLIM) yaklaşımı gerçekleştirmiştir (Zhou ve Lei, 2020). Diğer

bir çalışmada Reinach ve Viale, demiryolu endüstrisi için 6 tren kazasını incelemiş ve 36 olası katkıda bulunan faktör tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre demiryolu kazalarına katkıda bulunan en önemli neden olarak teknolojik çevre gösterilmiştir (Reinach ve Viale, 2006).

İngiltere’de inşaat sektörü için yapılan bir çalışmada 26 ölümcül inşaat kazası mevcut müfettişlik raporları ve soruşturma müfettişleriyle yapılan yapılandırılmış görüşmeler temelinde analiz edilmiştir. Hata faktörleri, HFACS sınıflandırması temel alınarak dört kategori üzerinden sistemin organizasyonel ve düzenleyici/piyasa düzeylerini kapsayan ek kategorilerle birlikte standart bir sınıflandırma yöntemi geliştirilmiştir. Sonuçlar, altta yatan faktörlerin planlama ve risk değerlendirmesi, yeterlilik güvencesi, donanım tasarımı, satın alma ve kurulum ve sözleşme stratejisindeki yetersizliklerle ilişkili yoğunlaştığını göstermiştir (Hale ve ark., 2012).

İnsan faktörü, nükleer santrallerinin kontrol odası operasyonlarının güvenlik açısından çok önemli bir unsurdur. Operatör hatasının oluşmasını engelleyen insan faktörlerini belirlemek için yapılan bir çalışmada, HFACS çerçevesine bulanık analitik hiyerarşi süreci (FAHP) entegre edilerek bir model önerilmiştir. Önerilen modelin iki aşaması vardır. İlk aşama, Hindistan nükleer santrallerinde meydana gelen 18 olayı incelemek ve bu tür olaylardan sorumlu insan ve organizasyon faktörlerini (HOF) analiz etmek ve belirlemektir. İkinci aşamada, 40’tan fazla olumsuz zihinsel durum ve kurumsal süreç faktörü belirlenmiştir. İnsan hatalarına katkıda bulunan kritik faktörler, bilişsel faktör altında dikkat, algı ve hafıza ve kurumsal faktör altında karar verme, eğitim ve iletişimdir (Karthick ve ark., 2020).

1.6. Kimya Endüstrisinde İşlemler

Bakım-onarım, bir öğenin belirtilen kullanım koşulları altında işlevlerini yerine getirebilmesi veya arıza durumunda bu işlevlere geri dönebilmesi için yapılan işlemlerdir. Bu süreç, önleyici ve düzeltici bakım olmak üzere iki temel şekilde gerçekleştirilir. Önleyici bakım, önceden belirlenmiş zaman aralıklarıyla veya belirli kriterlere göre düzenli olarak gerçekleştirilen bir bakım türüdür. Amacı, arızaların oluşumunu engellemek ve öğenin düzgün çalışmasını sürekli olarak sağlamaktır. Önleyici bakım, sistemleri, yapıları veya bileşenleri düzenli olarak izler, teşhis eder ve gerekli düzeltici önlemleri alarak arıza olasılığını azaltır. Düzeltici bakım ise arıza durumunda uygulanan

bir onarım yöntemidir. Arıza meydana geldikten sonra yapılır ve ögeyi tekrar işlevsel hale getirmek için gerekli işlemleri içerir. Düzeltici bakım, arızanın nedenini teşhis etmek, hasarlı parçaları onarmak veya değiştirmek ve ögeyi orijinal işlevine geri döndürmek için gereken adımları içerir (Verma ve ark., 2010).

Bakım ve onarımın önemi çeşitli çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Okoh ve Haugen, ABD ve Avrupa'da yapılan bir analiz, 183 büyük kazanın 80'inin (%44) bakımla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Okoh ve Haugen, 2014). Vinnem ve arkadaşları, Norveç açık deniz endüstrisinden elde edilen verilere dayanan çalışmada, önemli hidrokarbon sızıntılarının %65'inin bakım faaliyetlerinden kaynaklandığını bulmuştur (Vinnem ve ark., 2007). Sales ve arkadaşlarının yaptığı MARS veri tabanında yer alan 132 kaza raporunu inceleyen bir çalışmada, en ciddi kazaların bakım ve temizlik işlerinde meydana geldiğini ve bu kazaların %54,55'inin ölümle sonuçlandığı tespit edilmiştir (Sales ve ark., 2007).

Kimya endüstrisinde yükleme ve boşaltma işlemleri, hammaddelerin veya ürünlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını içeren önemli adımlardır. Bu işlemler, kimyasal maddelerin güvenli bir şekilde taşınmasını ve depolanmasını sağlamak için dikkatli planlama ve prosedürler gerektirir. Zheng ve Chen tarafından yapılan bir çalışmada, Çin'de meydana gelen 50 depolama tankı yangın kazasının analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, kazaların en sık görülen işletme nedeninin %34 oranında bakım-onarımdan kaynaklandığı bulunmuştur. İkinci en yüksek neden ise %28 oranında yükleme-boşaltma sırasında meydana gelen kazalardır. Araştırmanın sonuçlarına göre, hem bakım-onarım hem de yükleme-boşaltma kazalarının daha iyi prosedürler ve eğitim ile önlenebileceği öne sürülmüştür (Zheng ve Chen, 2011).

Proses işlemlerinde, tehlikeleri belirlemek için süreç koşullarının dikkatle incelenmesi gerekmektedir. Kimyasal reaksiyonun veya diğer proses operasyonlarının kontrolünün kaybedilmesine yol açabilecek fiziksel ve kimyasal parametrelerin (sıcaklık, pH, reaksiyon süresi vb.) tanımlanması, maddelerin özelliklerinin iyi bilinmesi, kasıtlı veya kasıtsız oluşabilecek karışımların uyumsuzluğunun belirlenmesi, bir kontrolden çıkma olayını durdurmak için alınabilecek olası koruyucu önlemlerin (engelleme, ekstra soğutma, çevreleme vb.) belirlenmesi, bir kaçak sonucunda ortaya çıkabilecek olası fiziksel sonuçların (toksik salınım, patlama, yangın) tanımlanması son derece önem kazanmaktadır (Sales ve ark., 2007; Kumar ve ark., 2017).

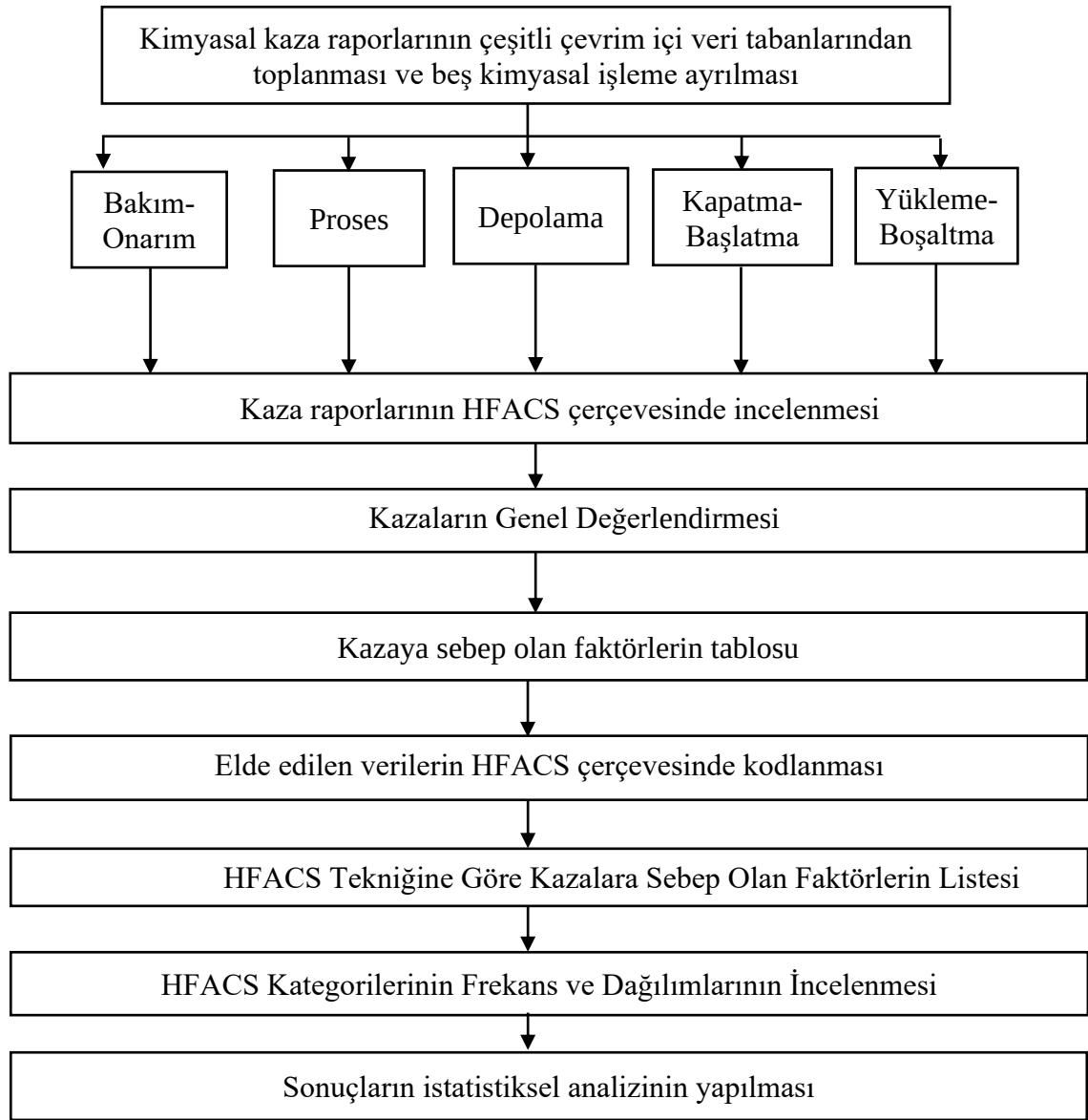
Depolama işlemleri, hammadde ve ürünlerin saklanması için kimya tesisinin uygun bir yerinde konumlandırıldığı bir alanda gerçekleşmektedir. Çalışma sürelerinin neredeyse tamamını depolarda geçirmek zorunda olan operatörler ya da tehlikeli maddeleri yanlarında taşıyarak depolar ile asıl çalışma yerleri arasında önemli bir mesafe kat etmek zorunda kalabilen operatörler düşünüldüğünde depo tasarımı oldukça önemlidir. İyi hava kalitesini korumak için uygun havalandırma, karışıklığı önlemek için sistematik envanter sistemi, proses tesisinin herhangi bir ilgili bölümünden uygun bir mesafeye sahip konum, herhangi bir biçimde depolanan malzemelerle taşımada gerekli aletlerin mevcudiyeti ve ambalajın boyutu gibi çeşitli temel gereksinimleri karşılamalıdır (Widiputri, 2011).

Depolama gemileri genellikle tank çiftliklerinde bulunur. Bir tankın etrafındaki alan ve diğer ekipmanlara olan mesafelerin belirlenmesi depolanan malzemelere, potansiyel tehlikelerine ve beklenmeyen değişiklikler karşısındaki tehlikenin boyutuna bağlıdır. Sıvı depoları, prosten ve halka açık alanlardan uzakta, güvenli bir yerde olmalıdır. Kimya endüstrisinde farklı tipte kaplar kullanılmaktadır. Depolama tankları, depolanan malzemeye göre atmosferik veya basınçlı, sabit veya yüzer tavanlı tanklar veya düşük veya yüksek sıcaklıklı tanklar olabilir. Bu tankların güvenlik özellikleri sıvı fazından (gaz, sıvı), depolama basıncından ve depolanan maddelerin parlama noktalarından etkilenir. Bu nedenle kap tipine göre konumlandırılacak mesafe de birbirinden farklılık göstermektedir (Heikkila, 1999).

Kimya endüstrisinde, bireysel proseslerin kapatılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Bu kapanmalar, çeşitli nedenlerle gerçekleşebilir, örneğin bakım, inceleme, güçlendirme veya yükseltme gibi sebeplerle yapılır. Bir tesisin tamamen kapatılması ise nadir bir durumdur ve bir fabrikanın, önleyici bakım dışında haftalarca kapalı kalması daha da ender görülür. Hem kapatma hem de başlatma, kimyasal kazaların meydana gelmesini önlemek için özel dikkat gerektiren proses koşullarıdır. Proses güvenliği olaylarının, normal işleyiş sırasına kıyasla başlatma aşamasında meydana gelme olasılığı 5 kat daha yüksektir. Dolayısıyla, herhangi bir sürecin yeniden başlatılması öncesinde, kapatma süreci boyunca meydana gelmiş olabilecek değişiklikler nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeleri tekrar değerlendirmek amacıyla bir başlangıç öncesi güvenlik incelemesi yapmak önemlidir (ICCA, 2020).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, kimya endüstrisinin bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde yaşanan kazaları inceleyerek insan faktörleriyle ilişkilerini belirlemektir. Böylece, kimya sektöründe insan hatalarından kaynaklanan kazaları önlemek açısından somut veriler elde edilecektir. Bu amaç doğrultusunda, çeşitli endüstriyel kaza veri tabanlarında yayınlanan kaza raporları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Öncelikle, belirlenen beş işlemde elde edilen kaza nedenlerinin dağılımı ve frekansları elde edilmiştir. Toplanan verilere istatistiksel analizler uygulanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler %95 güven aralığı ve 0.05 anlamlılık düzeyinde, IBM SPSS Statistics Version 25.0 for Windows programında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel metot olarak fark analizlerinde Ki-Kare Testi ve Fisher's exact test, ilişkisel tarama analizlerinde Spearman's rho ve Genelleştirilmiş Lineer Model (Logit Model) analizleri kullanılmıştır. Bu sayede bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma işlemlerinde insan faktörü farklılıkları ortaya koyulmuştur. Şekil 2.1'de yapılan çalışmaların adımlarına ait iş akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 2.1. İş akış diyagramı

2.1. Verilerin Toplanması

Endüstriyel kaza veri tabanları, emniyet yönetimi ve emniyet politikasının değerlendirilmesine yardımcı olmak, istatistiksel analizler yapmak ve tahminler oluşturmak, risk yönetimi stratejileri oluşturmak, önleyici tedbirleri uygulamak, olasılıklı emniyet modellerini ve varsayımlarını doğrulamak gibi çeşitli amaçlar için oluşturulmaktadır (Papadakis ve Amendola, 1996). Bu çalışmada kullanılan veri seti, sektörler arası kazalardan öğrenmeyi etkili hale getirmek amacıyla aynı çerçeveyi kullanan farklı endüstriyel sektörlerden

251 büyük kaza raporunun analizinden elde edilmiştir. Gerçek verilerden elde edilen değerlendirmeler insan güvenilirliği analiz tekniklerinin geçerliliğinin saptanması ve bir ölçüt olarak kullanılması açısından tercih edilmektedir (Kirwan ve ark., 1997). Çalışmanın verilerinin elde edildiği veri tabanları aşağıda listelenmiştir. Bu veri tabanları, ilgili kaza analizinde gösterilmek üzere Ek 1- Tablo 1, Ek 2- Tablo 1, Ek 3- Tablo 1, Ek 4- Tablo 1 ve Ek 5-Tablo 1’de sunulmuştur.

- 1- Avrupa Komisyonu'nun Büyük Kaza Raporlama Sistemi (MARS)
- 2- Fransa'nın Kazalar Üzerine Analiz, Araştırma ve Bilgi veri tabanı (ARIA)
- 3- Proses Mühendisliğinde Büyük Kazalar ve Olaylar için Merkezi Raporlama ve Değerlendirme Ofisi (ZEMA)
- 4- Almanya'nın mühendislik kimyası ve biyoteknoloji uzmanı ağı DECHEMA
- 5- Finlandiya'daki kimyasal kazaların kaydını oluşturan Tukes VARO

Kaza raporları, kaza kayıtlarını, kaza nedenlerini, kaza analiz sonuçları ve önleme stratejilerinden oluşmaktadır. Ne yazık ki bazı durumlarda sunulan bilgiler sınırlıdır. Kazaların nedenlerine ve etkilerine yönelik çıkarımlarda bulunmanın zorluğu nedeniyle bazı kaza raporları analiz dışı bırakılmıştır. Seçilen raporlar en az 1 veya daha fazla insan hatası nedeni içermektedir. Ayrıca kaza raporları beş operasyondan birine aittir; bakım-onarım (n = 66), proses (n = 91), yükleme-boşaltma (n = 53), depolama (n = 17) ve başlatma-kapatma (n = 24).

2.2. İstatistiksel Yöntemlerin Tanıtımı

Çalışmada kullanılan istatistiksel analizlerin açıklamaları ve bu çalışmada kullanım sebepleri aşağıda özetlenmiştir.

Ki-kare Testi: İki veya daha fazla bağımsız grup arasında kesikli değişkenlerin dağılımının bir diğerinden farklı olup olmadığının değerlendirilmesi için kullanılan bir testtir. Niteliksel kesikli ve kategorik olarak tanımlanan değişkenler için uygulanmaktadır. Gözlenen frekanslar ile beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlılığını istatistiksel olarak analiz eden bir testtir (Kılıç, 2016). İki veya daha çok grup arasında farkın olup olmadığının testinde kullanılmaktadır (Güngör ve Bulut, 2008). Pearson Ki-kare, en iyi bilinen Ki-kare testidir ve çoğunlukla ki-kare testi olarak tanımlanmaktadır (Kılıç, 2016). Bu

çalışmada, hem kimyasal beş işlem hem de kaza olup olmaması kesikli ve HFACS çerçevesi kategorik veriler olduğu için ki-kare testi seçilmiştir.

Fisher's Exact Test: Dört gözlü düzenlerde yani 2x2 beklenmedik durum tablosu için gözlerin birinde beklenen değer 5'den küçük ise ve çapraz tabloda toplam göze sayısı $n < 20$ olduğunda Fisher's exact test kullanılmaktadır (Güngör ve Bulut, 2008; Vehid ve Eral, 2014).

p değeri: İstatistiksel olarak anlamlılığın varlığının reddedilme olasılığını ifade eder. $p < 0,05$ yaygın olarak kullanılan eşik değerdir. Bu çalışmada $p < 0,05$ değeri alınmıştır. $p < 0,05$ değerinin anlamı hipotezin reddi olasılığının 5%'den küçük olmasıdır bu durum hipotezin kabulü anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle, p değeri ne kadar küçükse hipotezi reddetmek için daha fazla kanıta sahip olduğumuz anlamına gelmektedir. Yani doğruluğun bir ispatını yapmaktan ziyade yanlış olma olasılığının ne kadar düşük olduğu gösterilerek, hipotezin doğruluğu konusunda bir yargıya varılır (Kul, 2014).

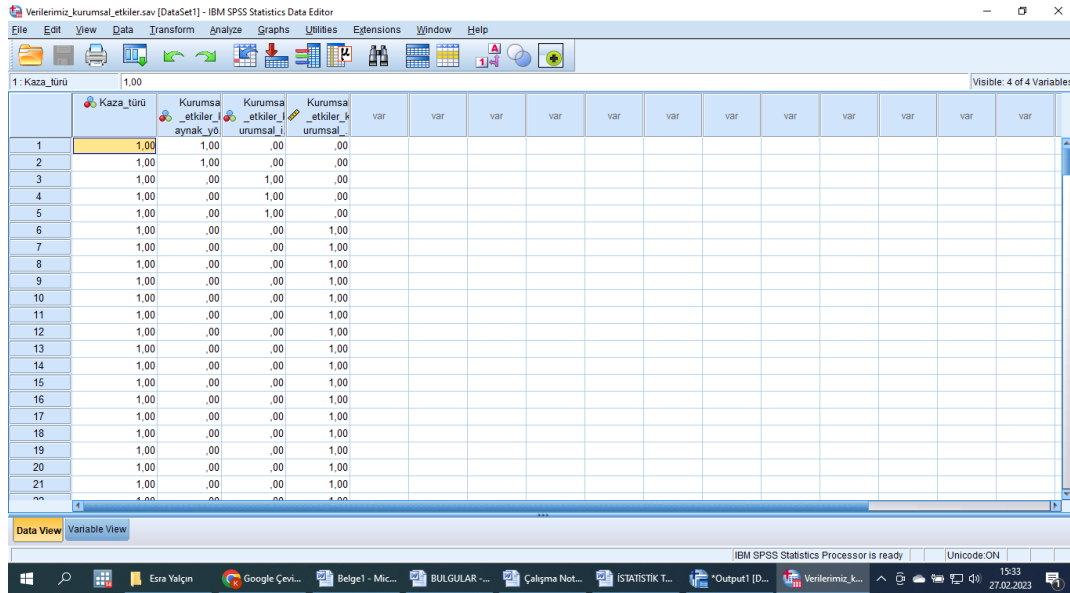
Spearman's Rho Korelasyon Analizi: İki değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü ifade etmektedir. Analiz, değişkenler arasındaki monotonic yani artan veya azalan ilişkiyi belirlemek için kullanılmaktadır. İlişki bir tarafta zayıf veya güçlü, diğer tarafta negatif veya pozitif olacaktır. Spearmans Rho, verilerin sıralamasına dayalı olarak hesaplanan non-parametrik bir yöntemdir (Ali Abd Al-Hameed, 2022). Çalışmada, kimyasal işlemler ile HFACS çerçevesinin alt seviyeleri arasındaki çift taraflı ilişkiye bakmak için korelasyon analizine yer verilmiştir. Modeldeki r değeri korelasyonun yön ve büyüklüğü, p değeri ise anlamlılığını ifade etmektedir.

Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM-Ordinal Logit): Doğrusal regresyon modelinin, ikili ve kategorik değişkenler dahil olmak üzere çeşitli yanıt değişkenlerini işlemesine izin veren bir uzantısıdır. Logit Model, ikili yanıt değişkenlerini modellemek için değerli bir araç olan GLM'nin bir türüdür (Levy, 2012). Çalışmada, korelasyon analizi sonucuna göre belirlenen değişkenlerin kimyasal işlemler üzerindeki etki derecesini çok değişkenli düzeyde belirlemek için bu model kullanılmıştır.

2.3. Ki-kare Testinin SPSS Programında Uygulanması

Çalışmada HFACS çerçevesi alt kategorilerinden kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler olmak üzere dört kategori bulunmaktadır. Kimyasal işlem olarak ise bakım-onarım, depolama, proses, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma olmak üzere beş kaza alanı kategorisi bulunmaktadır. Testte değişkenler arasında farklılık olup olmadığı araştırılmaktadır. Çalışmada değişkenler SPSS 25 programıyla girilmiş ve analizler yapılmıştır.

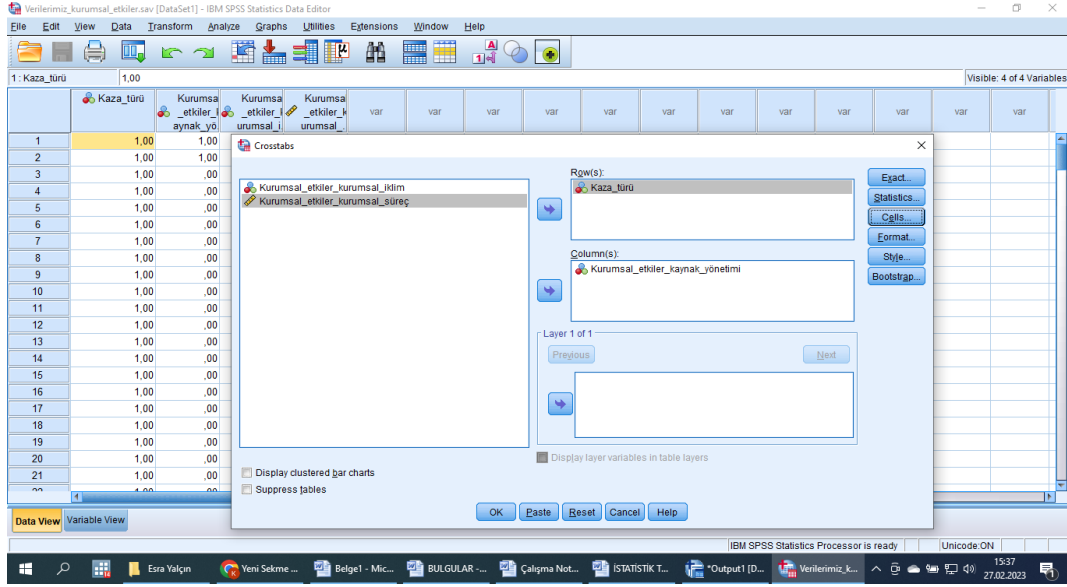
1. Adım: Şekil 2.2’de görüldüğü gibi veri girişi yapılmıştır.



	Kaza_türü	Kurumsal_etkiler_aynak_yö.	Kurumsal_etkiler_kurumsal_i	Kurumsal_etkiler_kurumsal_k	Kurumsal_etkiler_kurumsal_s	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1,00	1,00	,00	,00	,00											
2	1,00	1,00	,00	,00	,00											
3	1,00	,00	1,00	,00	,00											
4	1,00	,00	1,00	,00	,00											
5	1,00	,00	1,00	,00	,00											
6	1,00	,00	,00	1,00	,00											
7	1,00	,00	,00	,00	1,00											
8	1,00	,00	,00	,00	1,00											
9	1,00	,00	,00	,00	1,00											
10	1,00	,00	,00	,00	1,00											
11	1,00	,00	,00	,00	1,00											
12	1,00	,00	,00	,00	1,00											
13	1,00	,00	,00	,00	1,00											
14	1,00	,00	,00	,00	1,00											
15	1,00	,00	,00	,00	1,00											
16	1,00	,00	,00	,00	1,00											
17	1,00	,00	,00	,00	1,00											
18	1,00	,00	,00	,00	1,00											
19	1,00	,00	,00	,00	1,00											
20	1,00	,00	,00	,00	1,00											
21	1,00	,00	,00	,00	1,00											

Şekil 2.2. Verilerin SPSS programına girilmesi

2. Adım: Tüm veriler girildikten sonra Analyze menüsünden Descriptive Statistics ve Crosstabs seçilir. Açılan pencere Şekil 2.3’de görülmektedir. Pencerede yukarıya kimyasal işlemi, aşağı ise şekilde görüldüğü gibi kurumsal yönetim seçilir. Yani HFACS çerçevesindeki her bir alt kategori ilgili alanda seçimi yapılır. Sağda Statistics butonuna tıklayıp Chi-Square seçilir. Ardından Cells tıklanır ve Percentages Column seçilir. Ok butonuna tıklayıp onaylanır.



Şekil 2.3. Crosstabs istatistik penceresi

3. Adım: Tüm işlemler yapıldıktan sonra Şekil 2.4’deki gibi Ki-kare testi sonuçları elde edilir.

	Count	% within Kurumsal_etkiler_kaynak_yonetimi
Yükleme-boğaltma	29	15,7%
Depolama	14	7,6%
Bağlatma-kapatma	24	13,0%
Total	185	100,0%

	Count	% within Kurumsal_etkiler_kaynak_yonetimi
Yükleme-boğaltma	11	26,2%
Depolama	4	9,5%
Bağlatma-kapatma	5	11,9%
Total	42	100,0%

	Count	% within Kurumsal_etkiler_kaynak_yonetimi
Yükleme-boğaltma	40	17,6%
Depolama	18	7,9%
Bağlatma-kapatma	29	12,6%
Total	227	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,464 ^a	4	,033
Likelihood Ratio	12,930	4	,012
Linear-by-Linear Association	2,277	1	,131
N of Valid Cases	227		

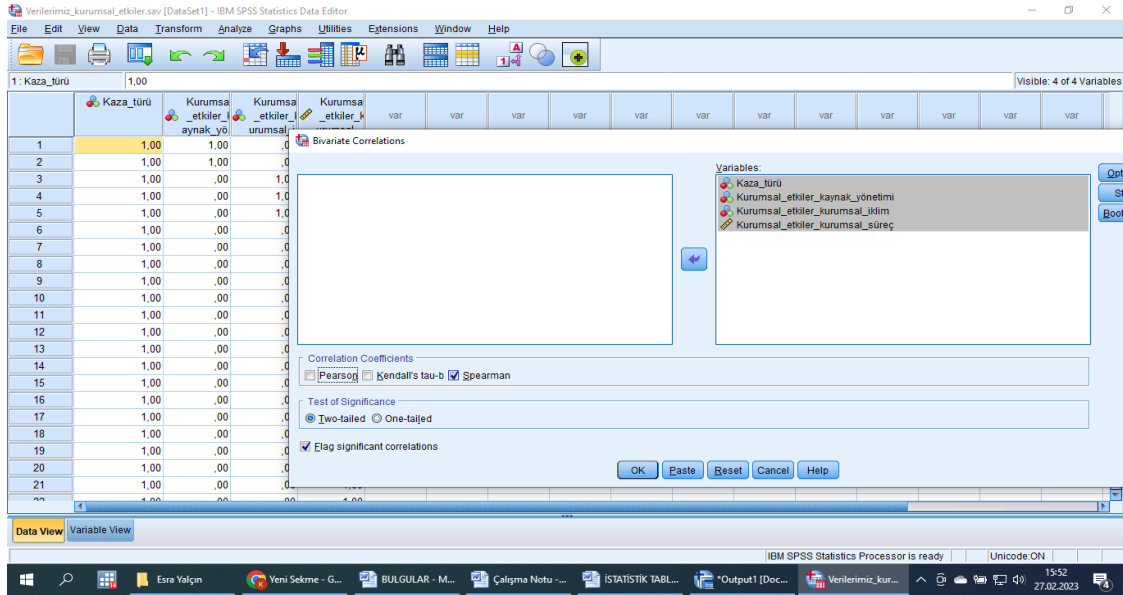
a. 1 cells (10,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,33.

Şekil 2.4. Ki-kare sonuç tablosu

Sonuçlar incelendiğinde beklenen en küçük değerin 3,33 ve a.1 cells yazan yer 0’dan farklı olduğu için Fisher’s exact test sonucuna göre “p” anlamlılık düzeyi elde edilir ve hipotezlerin kontrolü sağlanır.

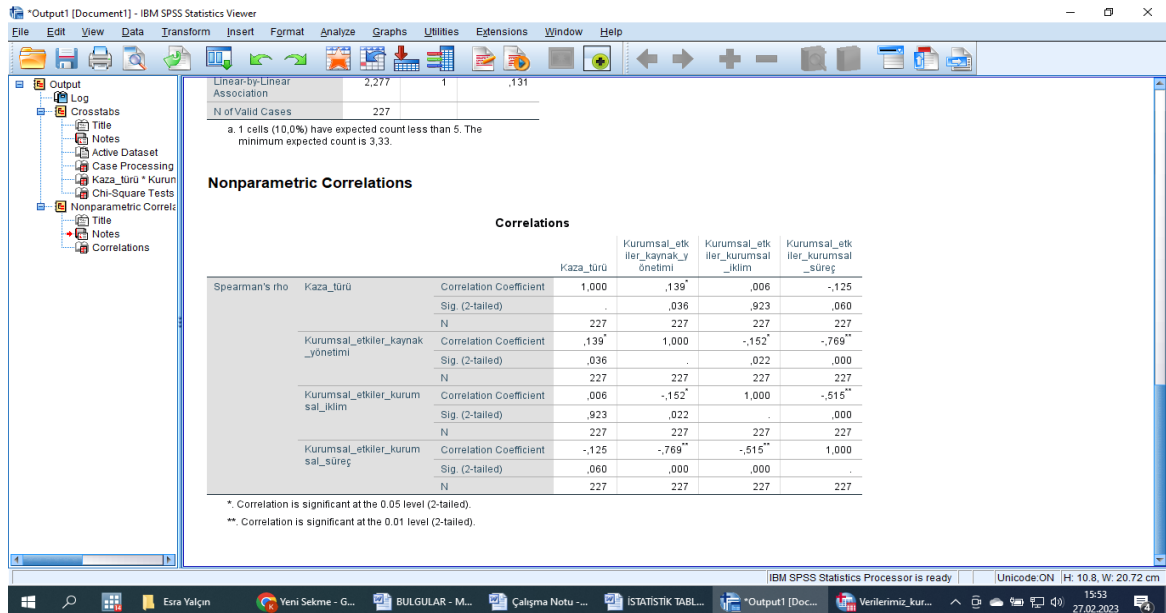
2.4. Spearman's Rho Korelasyon Analizinin SPSS'de Uygulanması

Analyze menüsünden Correlate Bivariate seçilir. Açılan pencereden tüm değişkenleri Şekil 2.5'de ki gibi atıp analiz türü olarak Spearman seçilir.



Şekil 2.5. Spearman's korelasyon tablosu

Karşımıza Şekil 2.6'da yer alan çift taraflı ilişkiyi analiz eden korelasyon tablosu çıkar.



Şekil 2.6. Spearman's rho korelasyon analiz sonucu tablosu

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kazaların Genel Bulguları

Endüstriyel kaza veri tabanlarında yapılan araştırmalar sonucunda kimya sektörünün beş işleminden bakım-onarım kazaları (n = 66), proses kazaları (n = 91), yükleme-boşaltma kazaları (n = 53), depolama kazaları (n = 17) ve başlatma-kapatma kazaları (n = 24) olmak üzere toplam 251 kaza raporu elde edilmiştir. Çalışmanın ana ölçüsü insan hatası olduğu için incelenen 251 kaza içinde en az 1 veya daha fazla sayıda insan hatası içeren kazalar çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Birçok farklı nedenin birleşiminin önemli kimyasal kazalara sebep olduğu bu çalışmada açıkça görülmektedir. Buna göre 66 bakım onarım kazasından 289 kaza sebebi, 91 proses kazasından 341 kaza sebebi, 53 yükleme-boşaltma kazasından 190 kaza sebebi, 17 depolama kazasından 67 kaza sebebi ve 24 başlatma-kapatma kazasından 109 kaza sebebi olmak üzere toplam 996 adet kaza sebebi elde edilmiştir. Buna göre her bir kaza için ortalama 3,96 kaza sebebi olduğu görülmüştür.

3.2. Kimyasal İşlemlerde Kazaların HFACS Çerçevesinde İncelenmesi

3.2.1. Bakım-onarım kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi

Yapılan çalışmalarda bakım-onarım ile ilgili kazaların kaza açıklaması, özellikleri, endüstri çeşidi, kazaya sebep olan etken maddeler ve hangi veri tabanından elde edildiği ile ilgili bilgiler Ek 1-Tablo 1’de genel bilgi tablosu olarak verilmiştir. Ek 1-Tablo 2’de bakım-onarım kazalarına sebep olan faktörler, Ek 1-Tablo 3’de bakım-onarım kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı bulunmaktadır. HFACS kategorilerine göre kodlanmış bakım-onarım kaza nedenleri sayısı ve frekansı Tablo 3.1’de görülmektedir. Yüzde oranı hesaplanırken frekanslar 66 adet kaza sayısına bölünmüştür.

Tablo 3.1. Bakım-onarım kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları

Kimya Endüstrisi İşlemleri	HFACS çerçevesindeki kategoriler			Sıklık	%
Bakım-Onarım (66)	Kurumsal Etkiler	Kaynak Yönetimi		2	3,030
		Kurumsal İklim		3	4,545
		Kurumsal Süreç		46	69,696
	Emniyetsiz Yönetim	Uygun Olmayan Planlanmış İşler		4	6,060
		Bilinen Problemi Düzeltmeme		3	4,545
		Yönetimin İhlalleri		15	22,727
		Yetersiz Yönetim		24	36,363
	Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel Faktörler	Fiziksel Çevre	14	21,212
			Teknolojik Çevre	26	39,393
		Bireyin Durumu	Olumsuz Ruhsal Durum	6	9,090
			Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	1	1,515
			Olumsuz Fiziksel Durum	0	0
		Personel Faktörleri	Kişisel Hazırlık	12	18,181
			Personel Kaynak Yönetimi	9	13,636
	Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar Hataları	20	30,303
			Beceriye Dayalı Hatalar	54	81,818
			Algılama Hataları	14	21,212
		İhlaller	Rutin	28	42,424
			İstisnai	8	12,121
			Toplam	289	

Bakım-onarım kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımları incelendiğinde en önemli alt kategorilerin sırasıyla beceriye dayalı hatalar, kurumsal süreç, rutin ihlaller olduğu bulunmuştur. Bakım-onarım kazalarında en etkisiz insan faktörleri olumsuz fiziksel durum, fiziksel zihinsel sınırlamalar ve kaynak yönetimi olarak belirlenmiştir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%42,90), emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%23,52), kurumsal etkiler (%17,64) ve emniyetsiz yönetim (%15,91) şeklindedir.

3.2.2. Proses kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi

Proses kazalarının kaza açıklaması, özellikleri, endüstri çeşidi, kazaya sebep olan etken maddeler ve hangi veri tabanından elde edildiği ile ilgili bilgiler Ek 2-Tablo 1’de genel bilgi tablosu olarak verilmiştir. Ek 2-Tablo 2’de proses kazalarına sebep olan faktörler, Ek 2-Tablo 3’de bakım-onarım kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı bulunmaktadır. HFACS kategorilerine göre kodlanmış proses kaza nedenleri sayısı ve frekansı Tablo 3.2’de görülmektedir. Yüzde oranı hesaplanırken frekanslar 91 adet kaza sayısına bölünmüştür.

Tablo 3.2. Proses kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları

Kimya Endüstrisi İşlemleri	HFACS çerçevesindeki kategoriler			Sıklık	%
Proses (91)	Kurumsal Etkiler	Kaynak Yönetimi		20	21,978
		Kurumsal İklim		11	12,087
		Kurumsal Süreç		58	63,736
	Emniyetsiz Yönetim	Uygun Olmayan Planlanmış İşler		5	5,494
		Bilinen Problemi Düzeltmeme		2	2,197
		Yönetimin İhlalleri		4	4,395
		Yetersiz Yönetim		41	45,054
	Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel Faktörler	Fiziksel Çevre	11	12,087
			Teknolojik Çevre	49	53,846
		Bireyin Durumu	Olumsuz Ruhsal Durum	13	14,285
			Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	0	0
			Olumsuz Fiziksel Durum	0	0
		Personel Faktörleri	Kişisel Hazırlık	5	5,494
			Personel Kaynak Yönetimi	12	13,186
	Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar Hataları	4	4,395
			Beceriye Dayalı Hatalar	55	60,439
			Algılama Hataları	16	17,582
		İhlaller	Rutin	19	46,341
			İstisnai	16	17,582
			Toplam	341	

Proses kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımlarına bakıldığında en önemli alt kategorinin kurumsal süreç olduğu görülmüştür. Diğerleri ise sırasıyla beceriye dayalı hatalar ve teknolojik çevredir. Proses kazalarında en etkisiz insan faktörleri olumsuz fiziksel durum, fiziksel zihinsel sınırlamalar ve bilinen problemi düzeltmeme olarak belirlenmiştir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%32,25), emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%26,39), kurumsal etkiler (%26,09) ve emniyetsiz yönetim (%15,24) şeklindedir.

3.2.3. Yükleme-boşaltma kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi

Çalışmada yükleme-boşaltma ile ilgili kazaların kaza açıklaması, özellikleri, endüstri çeşidi, kazaya sebep olan etken maddeler ve hangi veri tabanından elde edildiği ile ilgili bilgiler Ek 3-Tablo 1’de genel bilgi tablosu olarak verilmiştir. Ek 3-Tablo 2’de yükleme-boşaltma kazalarına sebep olan faktörler, Ek 3-Tablo 3’de yükleme-boşaltma kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı bulunmaktadır. HFACS kategorilerine göre kodlanmış yükleme-boşaltma kaza nedenleri sayısı ve frekansı Tablo 3.3’de görülmektedir. Yüzde oranı hesaplanırken frekanslar 53 adet kaza sayısına bölünmüştür.

Tablo 3.3. Yükleme-boşaltma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları

Kimya Endüstrisi İşlemleri	HFACS çerçevesindeki kategoriler			Sıklık	%
Yükleme-Boşaltma (53)	Kurumsal Etkiler	Kaynak Yönetimi		11	20,754
		Kurumsal İklim		3	5,660
		Kurumsal Süreç		26	49,056
	Emniyetsiz Yönetim	Uygun Olmayan Planlanmış İşler		5	9,433
		Bilinen Problemi Düzeltmeme		2	3,773
		Yönetimin İhlalleri		4	7,547
		Yetersiz Yönetim		27	50,943
	Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel Faktörler	Fiziksel Çevre	4	7,547
			Teknolojik Çevre	18	33,962
		Bireyin Durumu	Olumsuz Ruhsal Durum	3	5,660
			Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	0	0
			Olumsuz Fiziksel Durum	0	0
		Personel Faktörleri	Kişisel Hazırlık	5	9,433
			Personel Kaynak Yönetimi	6	11,320
	Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar Hataları	5	9,433
			Beceriye Dayalı Hatalar	35	66,037
			Algılama Hataları	11	20,754
		İhlaller	Rutin	16	30,188
			İstisnai	9	16,981
			Toplam	190	

Yükleme-boşaltma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımlarına bakıldığında en önemli alt kategorinin beceriye dayalı hatalar olduğu görülmüştür. Diğerleri ise sırasıyla yetersiz yönetim ve kurumsal süreçtir. Yükleme-boşaltma kazalarında en etkisiz insan faktörleri olumsuz fiziksel durum, fiziksel zihinsel sınırlamalar ve bilinen problemi düzeltmeme olarak belirlenmiştir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%40,00), kurumsal etkiler (%21,05), emniyetsiz yönetim (%20,00) ve emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%18,94) şeklindedir.

3.2.4. Depolama kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi

Çalışmada depolama ile ilgili kazaların kaza açıklaması, özellikleri, endüstri çeşidi, kazaya sebep olan etken maddeler ve hangi veri tabanından elde edildiği ile ilgili bilgiler Ek 4-Tablo 1’de genel bilgi tablosu olarak verilmiştir. Ek 4-Tablo 2’de depolama kazalarına sebep olan faktörler, Ek 4-Tablo 3’de depolama kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı bulunmaktadır. HFACS kategorilerine göre kodlanmış depolama kaza nedenleri sayısı ve frekansı Tablo 3.4’de görülmektedir. Yüzde oranı hesaplanırken frekanslar 17 adet kaza sayısına bölünmüştür.

Tablo 3.4. Depolama kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları

Kimya Endüstrisi İşlemleri	HFACS çerçevesindeki kategoriler			Sıklık	%
Depolama (17)	Kurumsal Etkiler	Kaynak Yönetimi		4	23,529
		Kurumsal İklim		2	11,764
		Kurumsal Süreç		12	70,588
	Emniyetsiz Yönetim	Uygun Olmayan Planlanmış İşler		0	0
		Bilinen Problemi Düzeltmeme		0	0
		Yönetimin İhlalleri		5	29,411
		Yetersiz Yönetim		7	41,176
	Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel Faktörler	Fiziksel Çevre	6	35,294
			Teknolojik Çevre	5	29,411
		Bireyin Durumu	Olumsuz Ruhsal Durum	1	5,882
			Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	0	0
			Olumsuz Fiziksel Durum	0	0
		Personel Faktörleri	Kişisel Hazırlık	0	0
			Personel Kaynak Yönetimi	2	11,764
	Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar Hataları	1	5,882
			Beceriye Dayalı Hatalar	11	64,705
			Algılama Hataları	8	47,058
		İhlaller	Rutin	1	5,882
			İstisnai	2	11,764
			Toplam	67	

Depolama kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımlarına bakıldığında en önemli alt kategorinin kurumsal süreçler olduğu görülmüştür. Beceriye dayalı hatalar ve algılama hataları ise önem derecesine göre sıralanmaktadır. Depolama kazalarında en etkisiz insan faktörleri olumsuz fiziksel durum, fiziksel zihinsel sınırlamalardan sonra aynı önem derecesinde rutin ihlaller, karar hataları ve olumsuz ruhsal durum gelmektedir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%34,32), kurumsal etkiler (%26,86), emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%20,89) ve emniyetsiz yönetim (%17,91) şeklindedir.

3.2.5. Başlatma-kapatma kazalarının HFACS çerçevesinde incelenmesi

Başlatma-kapatma kazaları ile ilgili kaza açıklaması, özellikleri, endüstri çeşidi, kazaya sebep olan etken maddeler ve hangi veri tabanından elde edildiği ile ilgili bilgiler Ek 5-Tablo 1’de genel bilgi tablosu olarak verilmiştir. Ek 5-Tablo 2’de başlatma-kapatma kazalarına sebep olan faktörler, Ek 5-Tablo 3’de başlatma-kapatma kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı bulunmaktadır. HFACS kategorilerine göre kodlanmış başlatma-kapatma kaza nedenleri sayısı ve frekansı Tablo 3.5’de görülmektedir. Yüzde oranı hesaplanırken frekanslar 24 adet kaza sayısına bölünmüştür.

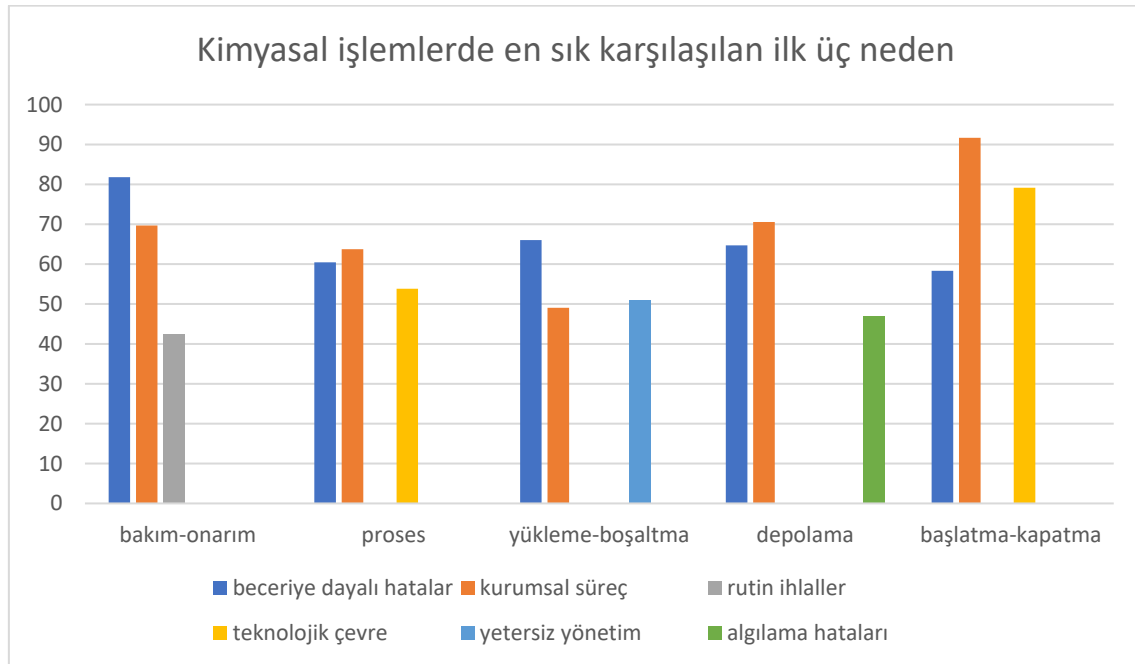
Tablo 3.5. Başlatma-kapatma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve oranları

Kimya Endüstrisi İşlemleri	HFACS çerçevesindeki kategoriler			Sıklık	%
Başlatma-Kapatma (24)	Kurumsal Etkiler	Kaynak Yönetimi		5	20,833
		Kurumsal İklim		2	8,333
		Kurumsal Süreç		22	91,666
	Emniyetsiz Yönetim	Uygun Olmayan Planlanmış İşler		2	8,333
		Bilinen Problemi Düzeltmeme		2	8,333
		Yönetimin İhlalleri		1	4,166
		Yetersiz Yönetim		11	45,833
	Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel Faktörler	Fiziksel Çevre	3	12,500
			Teknolojik Çevre	19	79,166
		Bireyin Durumu	Olumsuz Ruhsal Durum	1	4,166
			Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	0	0
			Olumsuz Fiziksel Durum	0	0
		Personel Faktörleri	Kişisel Hazırlık	0	0
			Personel Kaynak Yönetimi	3	12,500
	Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar Hataları	5	20,833
			Beceriye Dayalı Hatalar	14	58,333
			Algılama Hataları	4	16,666
		İhlaller	Rutin	10	41,666
			İstisnai	5	20,833
			Toplam	109	

Başlatma-kapatma kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımlarına bakıldığında en önemli alt kategorinin sırasıyla kurumsal süreçler, teknolojik çevre ve beceriye dayalı hatalar olduğu görülmüştür. Başlatma-kapatma kazalarında en etkisiz insan faktörleri olumsuz fiziksel durum, fiziksel zihinsel sınırlamalar ve kişisel hazırlık faktörleridir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%34,86), kurumsal etkiler (%26,60), emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%23,85) ve emniyetsiz yönetim (%14,67) şeklindedir.

3.2.6. Kimyasal işlemlerde kaza nedenlerinin HFACS çerçevesinde önem sıralaması

Kimyasal işlemlerde en sık karşılaşılan ilk üç neden incelendiğinde beceriye dayalı hatalar ve kurumsal süreç hatalarının her bir işlemde kaza nedeni olduğu görülmektedir. Üçüncü sık tekrarlanan neden kategorisi ise bakım-onarım işlemlerinde rutin ihlaller, proses ve başlatma-kapatma işlemlerinde teknolojik çevre, yükleme-boşaltma işlemlerinde yetersiz yönetim ve depolama işlemlerinde algılama hatalarının yer aldığı tespit edilmiştir. Aşağıda Şekil 3.1’de kimyasal işlemlerde en sık karşılaşılan ilk üç nedenin kendi kaza kategorisine göre yüzdelik dağılımları görülmektedir.



Şekil 3.1. Kimyasal işlemlerde en sık karşılaşılan ilk üç neden

3.3. Kimyasal İşlemlerdeki Kazaların Ki-Kare Farklılık Analizleri

3.3.1. Kurumsal etki kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Kurumsal etki kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H1: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Kurumsal etki kaynaklı kazaları incelemek üzere; kaynak yönetimi, kurumsal iklim ve kurumsal süreç olmak üzere üç alt boyutta kurumsal etki incelenmiştir. Her bir kimyasal işlem ile ilgili kaza sebepleri arasında farklılık olmasından dolayı, her bir boyut için toplam o faktöre yönelik kaza faktörleri içerisindeki oranları kıyaslanmıştır. Bu sayede, farklı kaza alanlarındaki yani kimyasal işlemlerde kurumsal etkilerin kıyaslanması mümkün hale gelmiştir.

3.3.1.1. Kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Kaynak yönetimi sebepli kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kaynak yönetimi kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H1a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kaynak yönetimi kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6. Kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	2	4,8	12,231	0,013 ^a
Proses	20	47,6		
Yükleme-Boşaltma	11	26,2		
Depolama	4	9,5		
Başlatma-kapatma	5	11,9		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 3,33.

Kaynak yönetimi kaynaklı kazaların %4,8’i bakım onarım işlemlerinde, %47,6’sı proses işlemlerinde, %26,2’si yükleme-boşaltma işlemlerinde, %9,5’i depolama işlemlerinde, %11,9’u başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. En fazla kaynak yönetimi sebepli kazalar proses aşamasında gözlemlenmekte olup, bunu sırasıyla yükleme-boşaltma, başlatma-kapatma, depolama ve bakım-onarım izlemektedir. Fark analizi için yapılan Ki-Kare benzerlik oranı testine göre kimyasal işlemlerde kaynak yönetimi sebepli kazaların

dağılımları arasındaki farklar anlamlıdır ($p = 0,013$ ve $p < 0,05$). Diğer bir ifadeyle, kaynak yönetimi anlamlı şekilde proses aşamasında daha fazla, bakım-onarımda daha az düzeyde kazaya sebep olmaktadır. Bu nedenle H1a hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.1.2. Kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipoteze yanıt aranmıştır:

H0b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kurumsal iklim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

H1b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kurumsal iklim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. Kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	3	14,3	1,980	0,746 ^a
Proses	11	52,4		
Yükleme-Boşaltma	3	14,3		
Depolama	2	9,5		
Başlatma-kapatma	2	9,5		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 1,67.

Kurumsal iklim kaynaklı kazaların %14,3’ü bakım onarım işlemlerinde, %52,4’ü proses işlemlerinde, %14,3’ü yükleme-boşaltma işlemlerinde, %9,5’i depolama işlemlerinde, %9,5’i başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Bakım-onarım alanında ve yükleme-boşaltma alanında meydana gelen kurumsal iklim kaynaklı kazalar ile depolama ve başlatma-kapatma alanlarındaki kaza oranları birbirine benzerdir. Genel olarak fark analizi sonuçları, kurumsal iklim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre anlamlı bir fark göstermediğini ortaya koymuştur ($p = 0,746$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle H1b hipotezi reddedilmiş, H0b hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.1.3. Kurumsal süreç kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Kurumsal süreç kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kurumsal süreç kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H1c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak kurumsal etki-kurumsal süreç kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Kurumsal süreç kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	46	28,0	13,149	0,010 ^a
Proses	58	35,4		
Yükleme-Boşaltma	26	15,9		
Depolama	12	7,3		
Başlatma-kapatma	22	13,4		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 5,00.

Kurumsal süreç kaynaklı kazaların %28,0’i bakım onarım işlemlerinde, %35,4’ü proses işlemlerinde, %15,9’u yükleme-boşaltma işlemlerinde, %7,3’ü depolama işlemlerinde, %13,4’ü başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Kurumsal süreç kaynaklı kazalar en fazla proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım onarım, yükleme-boşaltma, başlatma-kapama ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre kurumsal süreç kaynaklı kazaların görülme oranı kimyasal işlem türüne göre anlamlı derecede farklılaşmaktadır ($p = 0,010$ ve $p < 0,05$). Bu nedenle H0c hipotezi reddedilmiş ve H1c hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.2. Emniyetsiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Emniyetsiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H2: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Emniyetsiz yönetimi belirlemek üzere uygun olmayan planlanmış işler, bilinen problemi düzeltmemeye, yönetim ihlalleri ve yetersiz yönetim olmak üzere dört emniyetsiz yönetim faktörü belirlenmiş, bunlara göre analiz yapılmıştır.

3.3.2.1. Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H2a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	4	25,0	1,759	0,810 ^a
Proses	5	31,3		
Yükleme-Boşaltma	5	31,3		
Depolama	-	-		
Başlatma-kapatma	2	12,4		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 1,17.

Uygun olmayan planlanmış işler kaynaklı kazaların %25,0’i bakım onarım işlemlerinde, %31,3’ü proses işlemlerinde, %31,3’ü yükleme-boşaltma işlemlerinde, %12,4’ü başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Proses ve yükleme-boşaltma işlemleri en fazla uygun olmayan planlanmış işler nedeni kazaların görüldüğü alanlar olup, bunu sırasıyla bakım-onarım ve başlatma-kapatma izlemektedir. Ancak fark analizi sonuçlarına göre

uygun olmayan planlanmış işlerin farklı işlemlerinde görülme olasılığı birbirine benzerdir ($p = 0,810$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle H2a hipotezi reddedilmiştir ve H0a kabul edilmiştir.

3.3.2.2. Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H2b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	3	33,4	2,336	0,763 ^a
Proses	2	22,2		
Yükleme-Boşaltma	2	22,2		
Depolama	-	-		
Başlatma-kapatma	2	22,2		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 0,66.

Bilinen problemi düzeltmeme kaynaklı kazaların %33,4'ü bakım onarım işlemlerinde, %22,2'si proses işlemlerinde, %22,2'si yükleme-boşaltma işlemlerinde, %22,2'si başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Bakım-onarım alanında en fazla görülen bilinen problemi düzeltmeme sorunu, depolama dışındaki diğer alanlarda benzer ağırlığa sahiptir. Fark analizi sonuçları da, bilinen problemi düzeltmeme durumunun kaza alanları arasındaki farkının anlamlı olmadığını ortaya koymuştur ($p = 0,763$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle H2b hipotezi reddedilmiştir ve H0b hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.2.3. Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-yönetimin ihlalleri kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H2c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-yönetimin ihlalleri kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	15	51,7	16,542	0,001 ^a
Proses	4	13,8		
Yükleme-Boşaltma	4	13,8		
Depolama	5	17,2		
Başlatma-kapatma	1	3,4		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 2,12.

Yönetimin ihlalleri kaynaklı kazaların %51,7’si bakım onarım işlemlerinde, %31,8’i proses işlemlerinde, %13,8’i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %17,2’si depolama işlemlerinde, %3,4’ü başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Kimyasal işlemlere göre en fazla yönetim ihlalleri bakım-onarımda görülmekte olup, bunu depolama ve proses ile yükleme-boşaltma izlemektedir. Fark analizlerine göre, yönetim ihlalleri sebepli kazaların kaza alanlarına göre farkları anlamlıdır ($p = 0,001$ ve $p < 0,05$). Bu nedenle H0c hipotezi reddedilmiştir ve H2c hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.2.4. Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-yetersiz yönetim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H2d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz yönetim-yetersiz yönetim kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12. Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	24	21,8	8,552	0,070 ^a
Proses	41	37,3		
Yükleme-Boşaltma	27	24,5		
Depolama	7	6,4		
Başlatma-kapatma	11	10,0		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 3,95.

Yetersiz yönetim kaynaklı kazaların %21,8’i bakım onarım işlemlerinde, %37,3’ü proses işlemlerinde, %24,5’i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %6,4’ü depolama işlemlerinde, %10,0’u başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. En fazla yetersiz yönetim sebepli kaza proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla yükleme-boşaltma, bakım-onarım, başlatma-kapatma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre, yetersiz yönetim kaynaklı kazaların kimyasal işlemler arasındaki dağılımlarının farkı anlamlı değildir ($p = 0,070$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle H2d hipotezi reddedilmiştir ve H0d hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3. Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

H0: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler olarak fiziksel çevre, teknolojik çevre, olumsuz ruhsal durum, zihinsel sınırlamalar, olumsuz fiziksel durum, kişisel hazırlık ve personel kaynak yönetimi olmak üzere toplam yedi emniyetsiz eylemi hazırlayan alt neden belirlenmiş ve bunlara göre analiz yapılmıştır.

3.3.3.1. Fiziksel çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Fiziksel çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-fiziksel çevre kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-fiziksel çevre kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13. Fiziksel çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	14	36,8	8,876	0,055 ^a
Proses	11	28,9		
Yükleme-Boşaltma	4	10,5		
Depolama	6	15,8		
Başlatma-kapatma	3	7,9		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 2,27.

Fiziksel çevre kaynaklı kazaların %36,8’i bakım onarım işlemlerinde, %28,9’u proses işlemlerinde, %10,5’i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %15,8’i depolama işlemlerinde, %7,9’u başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Fiziksel çevre kaynaklı kazalar en fazla bakım-onarım işlemlerinde görülmekte olup, bunu sırasıyla proses, depolama, yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,055$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H3a hipotezi reddedilmiştir ve H0a hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3.2. Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-teknolojik çevre kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-teknolojik çevre kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.14’de verilmiştir.

Tablo 3.14. Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	26	22,2	11,157	0,025 ^a
Proses	49	41,9		
Yükleme-Boşaltma	18	15,4		
Depolama	5	4,3		
Başlatma-kapatma	19	16,2		

a. Ki-Kare Testi, beklenen minumum değer: 7,00.

Teknolojik çevre kaynaklı kazaların %22,2’si bakım oranım işlemlerinde, %41,9’u proses işlemlerinde, %15,4’ü yükleme-boşaltma işlemlerinde, %4,3’ü depolama işlemlerinde, %16,2’si başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Teknolojik çevre kaynaklı kazalar en fazla proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, başlatma-kapatma, yükleme-boşaltma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlıdır ($p = 0,025$ ve $p < 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H0b hipotezi reddedilmiş ve H3b hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3.3. Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Teknolojik çevre kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipoteze yanıt aranmıştır:

H0c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.15’de verilmiştir.

Tablo 3.15. Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	6	25,0	2,655	0,615 ^a
Proses	13	54,2		
Yükleme-Boşaltma	3	12,5		
Depolama	1	4,2		
Başlatma-kapatma	1	4,2		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 1,44.

Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazaların %25,0’i bakım oranım işlemlerinde, %54,2’si proses işlemlerinde, %12,5’i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %4,2’si depolama işlemlerinde, %4,2’si başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Olumsuz ruhsal durum kaynaklı kazalar en fazla proses işlemlerinde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, yükleme-boşaltma, depolama ve başlatma-kapatma izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,615$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H3c hipotezi reddedilmiştir ve H0c hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3.4. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-fiziksel-zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-fiziksel-zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3.16. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	1	100,0	4,214	0,615 ^a
Proses	-	-		
Yükleme-Boşaltma	-	-		
Depolama	-	-		
Başlatma-kapatma	-	-		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 0,06.

Fiziksel ve zihinsel sınırlama kaynaklı tek bir kaza rapor edilmiş olup, bu da bakım-onarım aşamasındadır. Bu nedenle araştırmanın H3d hipotezi reddedilmiştir ve H0d hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3.5. Olumsuz Fiziksel Durum Kaynaklı Kazaların Kimyasal İşlem Türüne Göre Farkı

Olumsuz fiziksel durum kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0e: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-olumsuz fiziksel durum kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3e: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-olumsuz fiziksel durum kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Olumsuz fiziksel duruma yönelik hiçbir kazada kayda rastlanmamıştır. Bu nedenle araştırmanın H3e hipotezi reddedilmiştir.

3.3.3.6. Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0f: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-kişisel hazırlık kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3f: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-kişisel hazırlık kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.17. Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	12	54,6	10,700	0,019 ^a
Proses	5	22,7		
Yükleme-Boşaltma	5	22,7		
Depolama	-	-		
Başlama-kapatma	-	-		

a. Fisher’s Exact Test, beklenen minimum değer: 1,32.

Kişisel hazırlık kaynaklı kazaların %54,6’sı bakım-onarım işlemlerinde, %22,7’si proses işlemlerinde, %22,7’si yükleme-boşaltma işlemlerinde görülmektedir. Bu dağılıma göre bakım-onarım en fazla kişisel hazırlık kaynaklı kazaların olduğu alandır. Fark analizleri, bu farkların anlamlı olduğunu göstermiştir ($p = 0,019$ ve $p < 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H0f hipotezi reddedilmiştir ve H3f hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.3.7. Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0g: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-personel kaynak yönetimi kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H3g: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler-personel kaynak yönetimi kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18. Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	9	28,1	0,590	0,975 ^a
Proses	12	37,5		
Yükleme-Boşaltma	6	18,8		
Depolama	2	6,3		
Başlatma-kapatma	3	9,4		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 1,91.

Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazaların %28,1'i bakım onarım işlemlerinde, %37,5'i proses işlemlerinde, %18,8'i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %6,3'ü depolama işlemlerinde, %9,4'ü başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Personel kaynak yönetimi kaynaklı kazalar en fazla proses işlemlerinde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, yükleme-boşaltma, başlatma-kapatma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,975$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H3g hipotezi reddedilmiştir ve H0g hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.4. Emniyetsiz eylemler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Emniyetsiz eylemler kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

H0: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak emniyetsiz eylemler kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Emniyetsiz eylemler karar hataları, beceriye dayalı hatalar, algılama hataları, rutin ihlaller ve istisnai ihlaller olmak üzere beş boyutta belirlenmiş ve analizler buna göre yapılmıştır.

3.3.4.1. Karar hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Karar hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak karar hataları kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4a: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak karar hataları kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipotezlere yönelik analiz sonuçları Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19. Karar Hataları Kaynaklı Kazaların Kimyasal İşlem Türüne Göre Farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	20	57,1	12,304	0,011 ^a
Proses	4	11,4		
Yükleme-Boşaltma	5	14,3		
Depolama	1	2,9		
Başlatma-kapatma	5	14,3		

a. Fisher’s exact test, beklenen minimum değer: 2,17.

Karar hataları kaynaklı kazaların %57,1’i bakım oranım işlemlerinde, %11,4’ü proses işlemlerinde, %14,3’ü yükleme-boşaltma işlemlerinde, %2,9’u depolama işlemlerinde, %14,3’ü başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Karar hataları kaynaklı kazalar en fazla bakım-onarım işlemlerinde görülmekte olup, bunu sırasıyla yükleme-boşaltma ve başlatma-kapatma, proses ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlıdır ($p = 0,011$ ve $p < 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H0a hipotezi reddedilmiş ve H4a hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.4.2. Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipoteze yanıt aranmıştır:

H0b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4b: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.20. Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların kaza alanına göre farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	54	32,0	2,296	0,681 ^a
Proses	55	32,5		
Yükleme-Boşaltma	35	20,7		
Depolama	11	6,5		
Başlatma-kapatma	14	8,3		

a. Ki-Kare Testi. Beklenen minimum değer: 10,48.

Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazaların %32,0'si bakım-onarım işlemlerinde, %32,5'i proses işlemlerinde, %20,7'si yükleme-boşaltma işlemlerinde, %6,5'i depolama işlemlerinde, %8,3'ü başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Beceriye dayalı hatalar kaynaklı kazalar en fazla proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, yükleme-boşaltma, başlatma-kapatma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,681$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H4b hipotezi reddedilmiştir ve H0b hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.4.3. Algılama hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Algılama hataları kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak algılama hataları kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4c: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak algılama hataları kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir.

Tablo 3.21. Algılama Hataları Kaynaklı Kazaların Kimyasal İşlem Türüne Göre Farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	14	26,4	7,772	0,093 ^a
Proses	16	30,2		
Yükleme-Boşaltma	11	20,8		
Depolama	8	15,1		
Başlatma-kapatma	4	7,5		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 3,29.

Algılama hataları kaynaklı kazaların %26,4'ü bakım oranım işlemlerinde, %30,2'si proses işlemlerinde, %20,8'i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %15,1'i depolama işlemlerinde, %7,5'i başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Algılama hataları kaynaklı kazalar en fazla proses işlemlerinde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, yükleme-boşaltma, depolama ve başlatma-kapatma izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,093$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H4c hipotezi reddedilmiştir ve H0c hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.4.4. Rutin ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

Rutin ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak rutin ihlaller kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4d: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak rutin ihlaller kaynaklı kazalar olarak anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.22'de verilmiştir.

Tablo 3.22. Rutin İhlaller Kaynaklı Kazaların Kimyasal İşlem Türüne Göre Farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	28	37,8	5,849	0,207 ^a
Proses	19	25,7		
Yükleme-Boşaltma	16	21,6		
Depolama	1	1,4		
Başlatma-kapatma	10	13,5		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 4,59.

Rutin ihlaller kaynaklı kazaların %37,8'i bakım onarım işlemlerinde, %25,7'si proses işlemlerinde, %21,6'sı yükleme-boşaltma işlemlerinde, %1,4'ü depolama işlemlerinde, %13,5'i başlatma-kapatma işlemlerinde görülmektedir. Rutin ihlal hataları kaynaklı kazalar en fazla bakım-onarım işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla proses, yükleme-boşaltma, başlatma-kapatma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,207$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H4d hipotezi reddedilmiştir ve H0d hipotezi kabul edilmiştir.

3.3.4.5. İstisnai ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkı

İstisnai ihlaller kaynaklı kazaların kimyasal işlem türüne göre farkına yönelik aşağıdaki alt hipotezlere yanıt aranmıştır:

H0e: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak istisnai ihlaller kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermemektedir.

H4e: Kimyasal işlem türüne bağlı olarak istisnai ihlaller kaynaklı kazalar anlamlı farklılık göstermektedir.

Alt hipoteze yönelik analiz sonuçları Tablo 3.23'de verilmiştir.

Tablo 3.23. İstisnai İhlaller Kaynaklı Kazaların Kimyasal İşlem Türüne Göre Farkı

	Kaza sayısı (n)	%	Test değeri	p değeri
Bakım-onarım	8	20,0	4,680	0,308 ^a
Proses	16	40,0		
Yükleme-Boşaltma	9	22,5		
Depolama	2	5,0		
Başlatma-kapatma	5	12,5		

a. Fisher's exact test, beklenen minimum değer: 2,48.

İstisnai ihlaller kaynaklı kazaların %20,0'si bakım oranım işlemlerinde, %40,0'ı proses işlemlerinde, %22,5'i yükleme-boşaltma işlemlerinde, %5,0'i depolama işlemlerinde, %12,5'i başlama-kapatma işlemlerinde görülmektedir. İstisnai ihlal hataları kaynaklı kazalar en fazla proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla yükleme-boşaltma, bakım-onarım, başlatma-kapatma ve depolama izlemektedir. Fark analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki bu farklar anlamlı değildir ($p = 0,308$ ve $p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H4e hipotezi reddedilmiştir ve H0e hipotezi kabul edilmiştir.

3.4. Kazalarda Kimyasal İşlem Türü İle Kurumsal Etki, Emniyetsiz Yönetim, Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler Ve Emniyetsiz Eylemler Arasındaki İlişki

Kazalarda kimyasal işlem türü ile kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler arasındaki ilişkiye yönelik aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H0: Kazalarda, kimyasal işlem türü ile kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler arasında anlamlı ilişki yoktur.

H5: Kazalarda, kimyasal işlem türü ile kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler arasında anlamlı ilişki vardır.

Hipotezlerin testi için yapılan analiz sonuçları Tablo 3.24'de verilmiştir.

Tablo 3.24. Kazalarda kimyasal işlem türü ile kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemler arasındaki ilişki için yapılan Spearman's rho korelasyon analizi sonuçları

Kimyasal İşlem Türü	r	p
Kurumsal Etkiler		
Kaynak yönetimi	0,139*	0,036
Kurumsal iklim	0,006	0,923
Kurumsal süreç	-0,125	0,060
Emniyetsiz Yönetim		
Uygun olmayan planlanmış işler	0,017	0,833
Bilinen problemi düzeltmeme	0,012	0,876
Yönetimin ihlalleri	-0,144	0,066
Yetersiz yönetim	0,100	0,202
Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler		
Fiziksel çevre	-0,028	0,674
Teknolojik çevre	0,146*	0,025
Olumsuz ruhsal durum	-0,040	0,539
Fiziksel zihinsel sınırlamalar	-0,084	0,199
Olumsuz fiziksel durum	-	-
Kişisel hazırlık	-0,164*	0,012
Personel kaynak yönetimi	0,008	0,909
Emniyetsiz Eylemler		
Karar hataları	-0,098	0,059
Beceriye dayalı hatalar	-0,009	0,862
Algılama hataları	0,065	0,210
Rutin ihlaller	-0,026	0,618
İstisnai ihlaller	0,067	0,200

*p < 0,05

Kimyasal işlem türü ile kurumsal etkilerin kaynak yönetimi boyutu ($r = 0,139$; $p < 0,05$); emniyetsiz eylemleri hazırlayan alt nedenlerin teknolojik çevre ($r = 0,146$; $p < 0,05$) ve kişisel hazırlık boyutu ($r = 0,164$; $p < 0,05$) arasında anlamlı ilişki vardır. Ancak diğer

tüm boyutlar ile kimyasal işlem türleri arasındaki ilişki anlamlı değildir ($p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H5 hipotezi reddedilmiştir H0 hipotezi kabul edilmiştir.

3.5. Kurumsal Etki, Emniyetsiz Yönetim, Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler ve Emniyetsiz Eylemlerin Kimyasal İşlemlerdeki Kazalar Üzerindeki Etkisi

Kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemlerin kimyasal işlemlerdeki kazalar üzerindeki etkisine yönelik aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H0. Kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemlerin arasındaki önemli ölçüde ilişkili faktörlerin kimyasal işlemlerdeki kazalar üzerinde anlamlı etkisi yoktur.

H6. Kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemlerin arasındaki önemli ölçüde ilişkili faktörlerin kimyasal işlemlerdeki kazalar üzerinde anlamlı etkisi vardır.

Hipotezlerin analizi için, korelasyon analizinde anlamlı çıkan parametreler Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM-Ordinal Logit) modeli ile analiz edilmiştir. Değişkenler logit modelde kukla (dummy) değişkenler olarak eklenmiştir.

Hipotezlerin testi için yapılan analiz sonuçları Tablo 3.25’de verilmiştir.

Tablo 3.25. Kurumsal etki, emniyetsiz yönetim, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler ve emniyetsiz eylemlerin arasındaki önemli ölçüde ilişkili faktörlerin kimyasal işlemlerdeki kazalar üzerindeki etkisi

Parametreler	B	Std. Hata	95% Wald Güven Aralığı		Hipotez Test		
			Min.	Maks.	Wald Ki-kare	df	p
[Değişkenler= Kaynak Yönetimi]	0,248	0,1698	-0,085	0,580	2,126	1	0,145
[Değişkenler=Teknolojik Çevre]	-,118	0,1825	-0,476	0,240	0,417	1	0,518
[Değişkenler=Kişisel Hazırlık]	0 ^a	.	.	.	.	.	.
[Değer=Kukla-dummy]	-,284	0,1686	-0,615	0,046	2,843	1	0,092
[Değer=1,00]	0	.	.	.	.	.	.
(Ölçek)	1						

Her ne kadar korelasyon analizinde tek değişkenli olarak kaynak yönetimi, teknolojik çevre ve kişisel hazırlık değişkenleri kimyasal işlem türü üzerinde anlamlı ilişkisi olsa da, çok değişkenli analizde kimyasal işlem türü üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Bu nedenle, araştırmanın H6 hipotezi reddedilmiştir ve H0 hipotezi kabul edilmiştir.

3.6. HFACS Modelinin İncelenen Kazalarla İlgili Güçlü ve Zayıf Yönlerinin Değerlendirilmesi

HFACS modelinin güçlü ve zayıf yönleri, incelenen kazalar doğrultusunda tespit edilmiştir. Kazaların analizinin yapılması esnasında, HFACS'ın basit ve anlaşılması kolay bir analiz metodu olduğu gözlemlenmiştir. HFACS'in kategorik ve sistemli bir yapıya sahip olması kullanılabilirliğini artıran en güçlü yanlarından biridir. Bu nedenle, bu çalışmada HFACS modelinin tercih edilmesinin temel sebeplerinden biridir. Ayrıca, HFACS'in katmanlardan oluşan bir yapıya sahip olması, yoğun uzmanlık bilgisini gerektirmemesi anlamına gelir. Bu özellik sayesinde, deneyimi sınırlı olan uzmanlar tarafından da rahatlıkla kullanılabilir. HFACS'in bu yapısı, kaza sebeplerinin yeniden oluşturulmasına gerek olmadığını ve zaman tasarrufu sağlayarak pratik bir şekilde uygulanabildiğini göstermiştir. Ayrıca, HFACS'in bu yapısal özelliği, tüm kullanıcıların benzer sonuçlar elde etmesini sağlar, yani sonuçlar istikrarlıdır. HFACS'ın güçlü yanlarından biri insan hatalarının çeşitlerini belirlemeye yardımcı olmasıdır. Kurulusta ihlal yapılıyorsa yönetimsel bir ihlal mi yoksa çalışan kişiden mi kaynaklanıyor gibi soruların cevaplarının belirlenmesini sağlamaktadır. HFACS çerçevesinde yer alan emniyetsiz eylemlerin analiz edilmesi emniyetsiz davranışların önlenmesi açısından kimya endüstrisindeki tesisler için yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

HFACS'ın yukarıda sayılan tüm güçlü yönlerine göre bazı kısıtlamaları da mevcuttur. HFACS'ı doğru analiz edebilmek için oldukça detaylı kaza verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, veri tabanlarında çok daha fazla sayıda kaza raporu olmasına rağmen kısıtlı veri sunan raporlar analize dahil edilmemiştir. Ayrıca, kaza raporlarında HFACS'ın alt kategorilerinden fiziksel zihinsel sınırlamalar ve olumsuz fiziksel durum gibi bilgileri edinmek oldukça güçtür. HFACS'ın zayıf yönlerinden biri de üst seviyeler ve alt seviyeler arasındaki birbirini etkileme ilişkisinin net olmamasıdır. Bunun için de başka bir çalışma gerektirmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kimya sektöründeki işlemlerde yaşanan kazaların insan faktörleri açısından incelenmesi için HFACS metodundan istifade edilmiştir. Dünyanın çeşitli yerlerinde meydana gelen büyük endüstriyel kazaların raporlarının yayınlandığı veri tabanlarından yararlanarak elde edilen veriler incelenmiştir. HFACS çerçevesinde oluşturulan kaza nedenlerinin kimyasal işlemler üzerindeki farklılığını, ilişkisini ve etkisini incelemek üzere istatistiksel analizler yapılmıştır.

Kazaların nedenlerine ilişkin bilgi, onlardan dersler çıkarırken en önemli malzemedir (Sales ve ark., 2007). Kazaların nedenlerini derinlemesine analiz ederek kazayla öğrenmenin etkinliği artırılır (Wang ve ark., 2022). Kimyasal kazalar gibi önemli kazaların meydana gelmesinde birçok farklı nedenin birleşimi rol oynamaktadır. Bu çalışmada bir kaza başına ortalama 3,96 neden düştüğü tespit edilmiştir. Bu da kimya endüstrisinde meydana gelen kazalarda birden fazla insan faktörünün etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, endüstriyel kazaların tek bir sebebe bağlanamayacağını ve kaza önleme konusunda bütüncül bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Böylece güvenlik planları ve protokolleri geliştirirken tüm olası faktörleri göz önünde bulundurmak önemlidir.

Beceriye dayalı hatalar genellikle hafıza, dikkat ve teknik hatalardan meydana gelmektedir. Bu çalışma, beceriye dayalı hataların en çok bakım-onarım (Tablo 1) ve yükleme-boşaltma (Tablo 3) işlemlerinde kazalara neden olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, sıklıkla tekrarlayan sebeplere bakıldığında bakım-onarım işlemlerinde en çok teknik hataların (%55,55) yapıldığı görülmüştür. Teknik hatalar, bir beceri veya görevin yanlış uygulanması sonucu ortaya çıkar. Örneğin, bir ekipmanı yanlış kullanmak, bir prosedürü hatalı şekilde takip etmek veya uygun olmayan bir teknik kullanmak gibi hatalar teknik hatalara örnek olarak verilebilir. Teknik hatalar genellikle yetersiz bilgi, deneyim veya dikkat eksikliği nedeniyle ortaya çıkar (Shappell ve Wiegmann, 2000). Yükleme-boşaltma da ise dikkat hatalarının (%60) daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Dikkat hataları, odaklanma sorunu veya dikkatin geçici olarak dağılması sonucunda gerçekleşebilir. Bu tür hatalar bir görevin önemli ayrıntılarının gözden kaçırılması, bazı adımların atlanması gibi durumlardır (Shappell ve Wiegmann, 2000). Benzer şekilde, Patterson ve Shappell, HFACS-Madencilik Endüstrisi (HFACS-MI) modelini kullanarak 508 kömür madeni

olayını incelemiş ve beceriye dayalı hataların en sık görülen güvensiz eylemleri oluşturduğunu bulmuşlardır (Patterson ve Shappell, 2010).

Kurumsal süreç, bir kurumun resmi işlemlerini (talimatlar, standartlar, prosedürler) ve kurumun risk yönetimi, güvenlik programları gibi gözetimlerini ifade etmektedir. Böylece, kimyasal işlemlerde çeşitli prosedürler ve çerçeveler kullanılarak nasıl standartlaştırıldığını ve yönetildiğini açıklamaktadır. Dolaylı yollardan çalışanların performanslarını ve organizasyonun emniyetini etkilemektedir (Inglis ve ark., 2010). Çalışma sonuçlarına göre, proses, depolama ve kapatma-başlatma kazalarının ana nedenlerinin başında ağırlık değeri en yüksek olan kurumsal süreç olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Xia ve arkadaşları, Çin’de meydana gelen kapalı alan operasyonu kazalarını analiz etmişler ve kurumsal süreçli nedenlerin kazaları etkileyen faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir (Xia ve ark., 2021). Kurumsal süreç kazalarının her üç işlemde de en sık tekrarlanan sebebi prosedürel hatalar olduğu gözlemlenmiştir. Prosedür eksikliği proses kazalarında %51,72 oranında, depolama kazalarında %58,33 oranında ve kapatma-başlatma kazalarında %36,36 oranında etkili olduğu tespit edilmiştir. Prosedürel hatalar, prosedür eksikliğini, belirsiz prosedürleri, prosedürlerin yetersizliğini ifade etmektedir. Kimyasal işlemlerdeki kazalarda “acil durum işletme prosedürleri”, “operasyonel prosedürler”, “bakım prosedürleri”, “eğitim prosedürleri”, “emniyet prosedürleri”, “çalışma izin sistemi prosedürleri” gibi prosedürel tezahürlere sıklıkla rastlanmaktadır. Wang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kurumsal etkilerde en göze çarpan üç faktörün, sırasıyla zayıf risk yönetimi prosedürleri, güvenlik atmosfer eksikliği ve yetersiz güvenlik planları olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, bu üç faktörün her birinin diğer faktörlerden %70’den daha fazla etki ettiğini ifade etmektedirler (Wang ve ark., 2022). Güvenlik operasyonu prosedürlerinin olmaması veya yetersiz olması kazaların önemli nedenleridir (Zhao ve ark., 2018). Bu nedenle kimya fabrikalarındaki prosedürlerin, hataları önlemek için amaca uygun, yazılı ve güncel olması gerekmektedir.

HFACS metodu kullanılarak beş işlemdeki hataya sebep olan nedenlerin önem sırası ve frekansları belirlendikten sonra çalışma, her bir HFACS alt seviyesi ile kimyasal işlemler arasında anlamlı ilişkiler ve işlemler üzerinde HFACS seviyelerinin farklılıklarının olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar, kaynak yönetimi, kurumsal süreç ve teknolojik çevre, yönetimin ihlalleri, kişisel hazırlık ve karar hataları nedenli kazaların kimyasal işlemlerde anlamlı farklılıklara neden olduğunu göstermektedir. Jiang ve

arkadaşları, 42 tehlikeli kimyasal depolama kazasını HFACS metodu ile analiz etmişler ve kazaların en sık nedeninin kaynak yönetimi olduğunu ve ardından ihlaller ve yetersiz yönetim, kurumsal süreç, teknolojik çevrenin kazalara en çok etki eden sebeplerden olduğunu bulmuşlardır. Buldukları sonuçların, çalışmanın sonuçlarıyla benzer olduğu görülmektedir (Jiang ve ark., 2020).

Çalışmada yapılan istatistiksel analizler sonucunda, kurumsal etki kategorisinin alt seviyesinde yer alan kaynak yönetiminde meydana gelebilecek aksaklıkların en fazla proses işlemindeki kazalara neden olabileceği ve farkın istatistiksel olarak anlamlı (Tablo 6) olduğunu göstermiştir. Korelasyon analizi sonuçlarında da (Tablo 24), kaynak yönetiminin kimyasal işlem türünün üzerindeki belirleyiciliğinin anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, bir kimyasal kuruluşun kaynak yönetimiyle ilgili yapacağı herhangi bir aksaklık veya eksiklik proses işlemi başta olmak üzere, sırasıyla yükleme-boşaltma, başlatma-kapatma, depolama ve bakım-onarım işlemlerinde kazalara neden olmaktadır. Korelasyon analizinin tek yönlü olması nedeniyle bu işlemlerde meydana gelebilecek kazalarda kaynak yönetimi önceliğine bakılabilir. Buna göre, proses işlemlerinde akla ilk gelecek sebeplerden biri kaynak yönetimidir. Ancak GLM analizi sonuçlarına göre (Tablo 25), tek başına proses işlemlerinde ki kazaları sadece kaynak yönetimi belirlememektedir. Diğer sebepleri de proses kazalarında düşünmek gerekmektedir. Ayrıca bu çalışmada, proses kazalarında makine yedek parçalarının, alarm sistemlerinin veya güvenlik ekipmanlarının bulunmaması, tesislerin hatalı tasarımı gibi kaynak yönetimi nedenlerinin sıklıkla tekrar ettiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Rostamabadi ve arkadaşları, kaynak yönetiminin proses kazalarına katkıda bulunan en etkili faktörlerden biri olduğunu belirlemişlerdir (Rostamabadi ve ark., 2019). Li ve arkadaşları, tehlikeli kimyasal kazalarda kaynak yönetiminin operasyon ihlallerini etkilediğini bulmuşlardır (Li ve ark., 2020). Teperi ve arkadaşlarına göre yeterli kaynakların çalışanlar için birincil güvenlik motivasyonlarından biri olduğu belirtilmektedir (Teperi ve ark., 2019).

Yetersiz teknolojik çevre, kusurlu ekipman ve tesisler, güvenlik koruma cihazlarının eksikliği veya arızalanması, elektronik izleme araçlarının eksikliği ya da yetersizliği gibi nedenleri kapsamaktadır. Zayıf bir teknolojik çevre kaza risklerini artırmaktadır. Nwankwo ve arkadaşları, petrol ve gaz endüstrisinde yaşanan 184 kaza için yaptıkları araştırmada Amerika’da 47 kaza, Asya’da 46 kaza, Afrika’da 25 kaza, Avrupa’da 19 kaza ve Avustralya’da 5 kazanın teknolojik çevreden kaynaklandığını bulmuşlardır.

Dolayısıyla %77 oranında kazaların teknolojik çevreye bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Nwankwo ve ark., 2022). Çalışmada yapılan istatistiksel analizlere göre, emniyetsiz ey-lemi hazırlayan alt nedenler kategorisinde yer alan çevresel faktörlerin alt seviyesindeki teknolojik çevreden kaynaklı meydana gelebilecek tehlikeler en fazla proses işleminde görülmekte olup, bunu sırasıyla bakım-onarım, başlatma-kapatma, yükleme-boşaltma ve depolama kazaları izlemektedir. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı (Tablo 14) olduğunu göstermiştir. Korelasyon analizi sonuçlarında da (Tablo 24), teknolojik çevrenin kimyasal işlem türünün üzerindeki belirleyiciliğinin anlamlı olduğu görülmektedir. GLM analizi sonuçlarına göre (Tablo 25), proses işlemlerinde ki kazaları tek başına teknolojik çevre nedenleri etkilememektedir. Diğer sebepleri de proses kazalarında düşünmek gerekmektedir.

Kişisel hazırlık kaynaklı kazalara, en çok bakım-onarım (Tablo 17) kazalarında, sonra eşit oranda proses ve yükleme-boşaltma kazalarında rastlanmaktadır. Çalışmada, kişisel hazırlık faktörünün kimyasal işlemler üzerinde önemli ilişkisi (Tablo 24) olduğu, fakat etkisi bakımından anlamlı etkiye sahip olmadığı (Tablo 25) için sadece kimyasal işlemler üzerinde tek belirleyici unsur olmadığı sonucuna varılmıştır. Wang ve arkadaşları, kimyasal kazalar için yaptıkları çalışmada, kişisel hazırlık kaynaklı eksikliklerin beceriye dayalı hataları, karar hatalarını ve rutin ihlalleri etkileyeceğini, yeterli kişisel hazırlığın işin güvenli bir şekilde yapılması üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır (Wang ve ark., 2022). Çalışmada, kişisel hazırlık kaynaklı kazalarda sık tekrarlanan nedenler kişisel koruyucu donanım (KKD) giymeme ya da kullanmama, yetersiz eğitim ve bilgi eksikliğinden oluşmaktadır. KKD kullanımı, çalışanların kendilerini çeşitli tehlikelerden ve potansiyel risklerden korumak için giydikleri veya kullanacakları eldiven, maske, yüz siperi, gözlük, kulak tıkaçları, kask gibi ekipmanları ifade eder. Bakım onarım işlemleri sırasında, proses veya yükleme- boşaltma işlemlerinde işçileri aşırı gürültü, kimyasallar ve diğer tehlikelerden korumak için uygun KKD seçilmeli ve mutlaka kullanılmalıdır. KKD'ler kısıtlı alanlarda çalışırken işe engel olmamalı, bir görevin yerine getirilmesinde kişilere zorluk yaratmayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Ayrıca KKD'lerin bakımının yapılması ve doğru şekilde saklanması, kişiye özel olması gibi konulara da özen göstermek gerekmektedir. Yeterli bilgiye sahip olmadan ve yeterli eğitim almadan işe başlayan kişiler bakım-onarım gibi işlemleri doğru bir şekilde gerçekleştiremez, ekipman ve sistemlerin yanlış tamir edilmesine ve daha büyük sorunlarla karşılaşılmasına yol

açabilir. Yeterli eğitim almamış çalışanlar hem kendi güvenliklerini hem de tesis güvenliğini doğru bir şekilde sağlayamaz, böylece güvenlik prosedürlerini doğru uygulayamayabilir. Bu nedenlerle, kimya sektöründe çalışanların güvenlik eğitimi, riskleri doğru anlamaları, doğru ekipman ve koruyucu kullanmaları, acil durumlarla başa çıkmaları gibi konularda sürekli olarak eğitim alması, çalışanların teknolojik gelişmeler, yeni ekipmanlar ve kullanımı gibi konulardan haberdar olması son derece önemlidir.

Çalışmanın sonuçları, çalışmada kurulan hipoteze göre beş kimyasal işlemde HFACS çerçeve kategorilerinin altı belirtisinde (kaynak yönetimi, kurumsal süreç, yönetimin ihlalleri, kişisel hazırlık, teknolojik çevre ve karar hataları) farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Buna ek olarak, HFACS çerçevesinin alt kategorilerinden kaynak yönetimi, kişisel hazırlık ve teknolojik ortam ile beş kimyasal işlem arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Böylece, kimyasal işlemlerde, kaynak yönetimi, teknolojik ortam ve kişisel hazırlık daha önemli kaza nedenleridir sonucuna varılmaktadır. Bu üç faktörün etkisinin büyüklüğünün anlamlı olmaması, bu faktörlerin sadece beş işlemde ilk akla gelecek kaza nedenleri olduğu ama bununla birlikte diğer faktörlerin de kazalara sebep olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre belirlenen kimyasal işlemlerdeki kazaların sıklığı ve şiddeti azaltılabilir. Örneğin, ekipman, malzeme ve yeterli personelin sağlanması yani kaynak yönetimi ile ilgili sorunlar ortadan kaldırıldığında kimyasal işlemler daha güvenli ve verimli bir şekilde yürütülebilir. Ek olarak, elverişli bir teknolojik ortam, kazalara yol açan ekipman arızalarını ve arıza olasılığını azaltabilir, kişisel hazırlık faktörüne dikkat edilmesi, operasyonlara dahil olan personelin yeterince eğitilmiş, deneyimli ve beklenmedik durumlarla başa çıkmak için hazırlıklı olmasını sağlayabilir.

Genel olarak, kritik faktörlerin tespit edilmesi, belirli kimyasal işlemlerdeki kazaların nedenlerine ilişkin önemli bilgiler sağlayabilir ve güvenliğini sağlamak, kazaları önlemek için etkili müdahale stratejileri geliştirmek için bir temel oluşturabilir. Bununla birlikte, HFACS çerçevesinde kimya endüstrilerindeki işlemlerde detaylı bir şekilde karşılaştırılması, insan hatasının hangi işlemlerde daha fazla ortaya çıkacağını açıkça göstermiştir. Bir sektörde sınırlı kaynaklar söz konusu olduğunda ve hangi faktörün öncelik gerektirdiği kararının verilmesi gereken durumlarda tüm sistemi bir bütün olarak ele almaya çalışmak yerine tespit edilen kaza nedenlerine öncelikle dikkat gösterilmelidir. Ayrıca, kuruluşların güvenlik olaylarına katkıda bulunan faktörleri daha iyi anlamalarına yardımcı

olacaktır. Çalışma, kimyasal tesislerde, kazayı etkileyen faktörler ile çeşitli işlemlerde meydana gelen kazalar arasındaki ilişkinin netleştirilmesi, benzer kazaların önlenmesi ve tesis güvenilirliği sağlamak için etkili bir yol olduğunun önemini vurgulamaktadır.

Bazı sınırlamalar dikkate alınmalı ve gelecekteki araştırmalarda ele alınmalıdır: Bu çalışma, farklı veri tabanlarından elde edilmiş, en az bir ölümle sonuçlanan ve belirlenen beş kimyasal işlemde birinde meydana gelen kimyasal kaza raporlarına dayanmaktadır. Kaza raporlarının kalitesi, kaza çalışmalarının doğruluğunu ve bütünlüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Toplanan veriler kazaların kapsamlı bir açıklamasını sağlamış olsa bile, bazı bilgiler hala eksik olabilir.

Bu çalışma, kimya endüstrisinin türünden bağımsız olarak yalnızca beş operasyona odaklanmıştır. Bu çalışmanın devamında, bir sektöre yönelik kazalardan toplanmış verilerle yapılacak çalışma, spesifik kaza nedenlerinin belirlenmesine yardımcı olacaktır. Yahut bir tesisin sadece bir işlemine yönelik meydana gelen ramak kala olaylarına HFACS tekniği uygulanarak kaza faktörlerini daha belirgin hale getirecektir.

KAYNAKLAR

1. Akyuz, E., Celik, M., (2015). Application of CREAM human reliability model to cargo loading process of LPG tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 34, 39-48.
2. Akyuz, E. (2017). A marine accident analysing model to evaluate potential operational causes in cargo ships. *Safety Science*. 92, 17–25.
3. Alexander, T.M., (2017). Human error assessment and reduction technique (HEART) and Human factor analysis and classification system (HFACS). *Collaboration on Quality in the Space and Defense Industries Forum (CQSDI)*, 14 March, (No. KSC-E-DAA-TN40040).
4. Alexander, T.M., (2019). A case based human reliability assessment using HFACS for complex space operations. *Journal of Space Safety Engineering*, 6(1), 53-59.
5. Ali Abd Al-Hameed, K., (2022). Spearman's correlation coefficient in statistical analysis. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 13(1), 3249- 669 3255.
6. ARIA, <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>, 20 Mayıs 2022.
7. Babaei Pouya, A., Habibi, E., (2015). The comparative study of evaluating human error assessment and reduction technique and cognitive reliability and error analysis method techniques in the control room of the cement industry. *International Journal of Environmental Health Engineering*, 4 May, Isfahan, Iran.
8. Bolt, H., Morris, J., Pedrali, M., Antão, P., Guedes Soares, C., (2010). Techniques for human reliability evaluation. *Safety and reliability of industrial products, systems and structures*, 72-16.
9. Bubb, H., (2005). Human reliability: A key to improved quality in manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 15(4), 353-368.
10. Cohen, T.N., Francis, S.E., Wiegmann, D.A., Shappell, S.A., Gewertz, B.L., (2018). Using HFACS-healthcare to identify systemic vulnerabilities during surgery. *American Journal of Medical Quality*, 33(6), 614-622.

11. Darabont, D.C., Badea, D.O., Trifu, A., (2020). Comparison of four major industrial disasters from the perspective of human error factor. MATEC Web of Conferences 305, 17 January, Bucharest, Romania.
12. Daramola, A.Y., (2014). An investigation of air accidents in Nigeria using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) framework. Journal of Air Transport Management, 35, 39-50.
13. DECHEMA, <https://processnet.org/ereignisdb.html>, 30 Mart 2022.
14. Dekker, S.W.A., (2002). Reconstructing human contributions to accidents: the new view on error and performance. Journal of Safety Research, 33 (3), 371–385.
15. Di Pasquale, V., Miranda, S., Iannone, R., Riemma, S., (2015). A simulator for human error probability analysis (SHERPA). Reliability Engineering & System Safety, 139, 17-32.
16. Emami, K.H., (2019). Human reliability data banks. International Journal of Occupational Hygiene, 11(3), 232-246.
17. Garrett, J.W., Teizer, J., (2009). Human factors analysis classification system relating to human error awareness taxonomy in construction safety. Journal of construction engineering and management, 135(8), 754-763.
18. Gong, L., Zhang, S., Tang, P., Lu, Y., (2014). An integrated graphic–taxonomic–associative approach to analyze human factors in aviation accidents. Chinese Journal of Aeronautics, 27(2), 226-240.
19. Gordon R., (1998). The contribution of human factors to accidents in the offshore oil industry, Journal Reliability Engineering and System Safety, 61,95-108.
20. Groth, K. M., Swiler, L.P., (2013). Bridging the gap between HRA research and HRA practice: A Bayesian network version of SPAR-H. Reliability Engineering & System Safety, 115, 33-42.
21. Gupta, J.P., (2002). The Bhopal gas tragedy: could it have happened in a developed country?. Journal of Loss Prevention in the process Industries, 15(1), 1-4.
22. Güngör, M. Bulut, Y., (2008). Ki-kare testi üzerine. Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Der-gisi, 7(1), 84-89.
23. Hale, A., Walker, D., Walters, N., Bolt, H., (2012). Developing the understanding of underlying causes of construction fatal accidents. Safety science, 50(10), 2020-2027.

24. Heikkilä, A.M., (1999). Inherent safety in process plant design: an index-based approach. VTT Technical Research Centre of Finland.
25. Hollnagel, E., (2002). Understanding accidents-from root causes to performance variability. In Proceedings of the IEEE 7th conference on human factors and power plants, 19 September, Scottsdale, AZ, USA.
26. Hou, L. X., Liu, R., Liu, H. C., Jiang, S., (2021). Two decades on human reliability analysis: a bibliometric analysis and literature review. *Annals of Nuclear Energy*, 151, 107969.
27. Hulme, A., Stanton, N.A., Walker, G.H., Waterson, P., Salmon, P.M., (2019). What do applications of systems thinking accident analysis methods tell us about accident causation? A systematic review of applications between 1990 and 2018. *Safety science*, 117, 164-183.
28. ICCA, <https://icca-chem.org/news/icca-provides-information-to-guide-chemical-companies-restarting-facilities-post-covid-19-shutdowns/> , 22 May 2023.
29. Inglis, M., Smithson, M.J., Cheng, K., Stanton, D.R., Godley, S.T., (2010). Evaluation of the Human Factors Analysis and Classification System as a predictive model. Aviation Research Analysis Report–AR-036, Australia.
30. Jahangiri, M., Hoboubi, N., Rostamabadi, A., Keshavarzi, S., Hosseini, A.A., (2016). Human error analysis in a permit to work system: a case study in a chemical plant. *Safety and health at work*, 7(1), 6-11.
31. Jiang, W., Han, W., Zhou, J., Huang, Z., (2020). Analysis of human factors relationship in hazardous chemical storage accidents. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6217.
32. Jung, S., Woo, J., Kang, C., (2020). Analysis of severe industrial accidents caused by hazardous chemicals in South Korea from January 2008 to June 2018. *Safety science*, 124, 104580.
33. Kandemir, C., Celik, M., (2021). Determining the error producing conditions in marine engineering maintenance and operations through HFACS-MMO. *Reliability Engineering & System Safety*, 206, 107308.
34. Karthick, M., Robert, T.P., Kumar, C.S., (2020). HFACS-based FAHP implementation to identify critical factors influencing human error occurrence in nuclear plant control room. *Soft Computing*, 24(21), 16577–16591.

35. Kılıç, S. (2016). Chi-square test. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 6(3), 180.
36. Kirwan, B., Basra, G., Taylor-Adams, S.E., (1997). CORE-DATA: a computerised human error database for human reliability support. In *Proceedings of the 1997 IEEE Sixth Conference on Human Factors and Power Plants*, 1997.'Global Perspectives of Human Factors in Power Generation, 8-13 June, Orlando, FL, USA.
37. Kirwan, B., Gibson, W. H., Hickling, B., (2008). Human error data collection as a precursor to the development of a human reliability assessment capability in air traffic management. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(2), 217-233.
38. Kul, S. (2014). İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P değeri ve güven aralığı nedir?. *Plevra Bülteni*, 8(1), 11.
39. Kumar, A.M., Rajakarunakaran, S., Prabhu, V.A., (2017). Application of Fuzzy HEART and expert elicitation for quantifying human error probabilities in LPG refuelling station. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 48, 186-198.
40. Lenné, M.G., Salmon, P.M., Liu, C.C., Trotter, M., (2012). A systems approach to accident causation in mining: an application of the HFACS method. *Accident analysis & prevention*, 48, 111-117.
41. Levy, R., (2012). Probabilistic models in the study of language. https://pages.ucsd.edu/~rlevy/pmsl_textbook/book_draft.pdf, 16 Mayıs 2023.
42. Li, X., Liu, T., Liu, Y., (2020). Cause analysis of unsafe behaviors in hazardous chemical accidents: Combined with HFACs and bayesian network. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 11.
43. Liu, R., Cheng, W., Yu, Y., Xu, Q., (2018). Human factors analysis of major coal mine accidents in China based on the HFACS-CM model and AHP method. *International journal of industrial ergonomics*, 68, 270–279.
44. Lopes, J.R.N., de Araújo Kalid, R., Rodríguez, J.L.M., Ávila Filho, S., (2019). A new model for assessing industrial worker behavior regarding energy saving considering the theory of planned behavior, norm activation model and human reliability. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 268-278.

45. Ma, L., Ma, X., Xing, P., Yu, F., (2022). A hybrid approach based on the HFACS-FBN for identifying and analysing human factors for fire and explosion accidents in the laboratory. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 75, 104675.
46. Malone, T.B., (1990), Human factors and human error. In *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* (Vol. 34, No. 9, pp. 651-654). Sage CA: Los Angeles, CA.
47. MARS, <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/search>, 16 Şubat 2022.
48. Norazahar, N., Khan, F., Veitch, B., MacKinnon, S., (2014). Human and organizational factors assessment of the evacuation operation of BP Deepwater Horizon accident. *Safety science*, 70, 41-49.
49. Nwankwo, C. D., Arewa, A.O., Theophilus, S.C., Esenowo, V.N., (2022). Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 28(3), 1642-1654.
50. Okoh, P., Haugen, S., (2014). A study of maintenance-related major accident cases in the 21st century. *Process Safety and Environmental Protection*, 92(4), 346-356.
51. Papadakis, G. A., Amendola, A., (1996). Learning from experience: The major accident reporting system (MARS) in the European Union. In *Probabilistic Safety Assessment and Management'96: ESREL'96—PSAM-III June 24–28 1996, Crete, Greece Volume 1* (pp. 101-106). Springer, London.
52. Patterson, J.M., Shappell, S.A., (2010). Operator error and system deficiencies: analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1379-1385.
53. Petrillo, A., Falcone, D., De Felice, F., Zomparelli, F., (2017). Development of a risk analysis model to evaluate human error in industrial plants and in critical infrastructures. *International journal of disaster risk reduction*, 23, 15-24.
54. Petruni, A., Giagloglou, E., Douglas, E., Geng, J., Leva, M. C., Demichela, M., (2019). Applying Analytic Hierarchy Process (AHP) to choose a human factors technique: Choosing the suitable Human Reliability Analysis technique for the automotive industry. *Safety Science*, 119, 229-239.

55. Rashid, H.S.J., Place, C.S., Braithwaite, G.R., (2010). Helicopter maintenance error analysis: Beyond the third order of the HFACS-ME. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(6), 636-647.
56. Rasmussen, J., (1982). Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of occupational accidents*, 4(2-4), 311-333.
57. Rasmussen, J., (1983). Skills, rules, and knowledge; Signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13 (3), 257–266.
58. Reason, J., (1990). *Human Error*, New York, Cambridge Üniversitesi Yayınları.
59. Reason, J., (2000). Safety paradoxes and safety culture, *Injury Control and Safety Promotion*, 7, 1, 3-14.
60. Reinach, S., Viale, A., (2006). Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 396-406.
61. Rooney, J.J., Heuvel, L.N.V., Lorenzo, D.K., (2002). Reduce human error. *Quality progress*, 35(9), 27-36.
62. Rostamabadi, A., Jahangiri, M., Zarei, E., Kamalinia, M., Banaee, S., Samaei, M.R., (2019). A novel fuzzy bayesian network-HFACS (FBN-HFACS) model for analyzing human and organization factors (HOFs) in process accidents. *Process Safety and Environmental Protection*, 132, 59-72.
63. Sales, J., Mushtaq, F., Christou, M. D., Nomen, R., (2007). Study of major accidents involving chemical reactive substances: analysis and lessons learned. *Process Safety and Environmental Protection*, 85(2), 117-124.
64. Santos, I.J.A.L., Grecco, C.H.D.S., Mól, A.C.A., Carvalho, P.V.R.D., Oliveira, M.V.D., Botelho, F.M., (2007). Human Reliability analysis as an evaluation tool of the emergency evacuation process on industrial installation. *International Nuclear Atlantic Conference – INAC*, September 30- October 5, Santos, SP, Brazil.
65. Schneider, B., Ehrhart, M.G., Macey, W.H., (2013). Organizational climate and culture. *Annual review of psychology*, 64, 361-388.
66. Schorn, T.J., (2020). The application of Reason’s generic-error modeling system (GEMS) to visual inspection: supplementary insight into categories, causes and

- prevention of errors. Proceedings of the 124th Metalcasting Congress, Columbus, India.
67. Schwencke, D., Lindner, T., Milius, B., Arenius, M., Sträter, O., Lemmer, K., (2012). A new method for human reliability assessment in railway transport. In 11th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM11) & Annual European Safety and Reliability Conference (Vol. 8, pp. 6139-6147). 25.-29. Jun. 2012, Helsinki, Finland.
 68. Shappell, S.A., Wiegmann, D.A., (2000). The human factors analysis and classification System-HFACS. U.S Dep. Transportation Office Aviation Med, 1-15, Washington.
 69. Shirali, G. A., Hosseinzadeh, T., Kalhori, S.R.N., (2019). Modifying a method for human reliability assessment based on CREAM-BN: A case study in control room of a petrochemical plant. *MethodsX*, 6, 300-315.
 70. Shokria, S., (2017). A Cognitive Human Error Analysis with CREAM in Control Room of Petrochemical Industry. *Biotechnology and Health Sciences*, (1), 13-21.
 71. Tao, J., Qiu, D., Yang, F., Duan, Z., (2020). A bibliometric analysis of human reliability research. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121041.
 72. Teperi, A. M., Lappalainen, J., Puro, V., Perttula, P., (2019). Assessing artefacts of maritime safety culture-current state and prerequisites for improvement. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 18, 79-102.
 73. Tong, L., Pu, Z., Ma, J. (2019). Maintenance supplier evaluation and selection for safe and sustainable production in the chemical industry: A case study. *Sustainability*, 11(6), 1533.
 74. Theophilus, S.C., Esenowo, V.N., Arewa, A.O., Ifelebuegu, A.O., Nnadi, E.O., Mbanaso, F.U. (2017). Human factors analysis and classification system for the oil and gas industry (HFACS-OGI). *Reliability Engineering & System Safety*, 167, 168-176.
 75. VARO, <https://varo.tukes.fi/>, 17 Nisan 2022.
 76. VEHİD, H.E., Gökalp, E., (2014). Nitel verilerin değerlendirilmesinde uygulanan istatistiksel yöntemler. *Çocuk Dergisi*, 14(2).
 77. Verma, A.K., Ajit, S., Karanki, D.R. (2010). *Reliability and safety engineering* (Vol. 43, pp. 373-392). London: Springer.

78. Vinnem, J., Seljelid, J., Haugen, S., Husebø, T., (2007). Analysis of hydrocarbon leaks on offshore installations. In: Aven, Vinnem (Ed.), Risk, Reliability and Societal Safety. Taylor & Francis Group, London.
79. Wang, J., Fan, Y., Gao, Y., (2020). Revising HFACS for SMEs in the chemical industry: HFACS-CSMEs. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 65, 104138.
80. Wang, J., Fan, Y., Niu, Y., (2022). Routes to failure: Analysis of chemical accidents using the HFACS. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 75, 104695.
81. Widiputri, D. I. (2011). Incorporating human factors into process plant lifecycle: HF during design and operation of a process plant (Doctoral dissertation, Dissertation, Freiberg, TU Bergakademie Freiberg.
82. Wiegmann, D. ve Shappell, S., (2003). A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System, Ashgate Press, Aldershot, ISBN 07546 1873 0.
83. Wilkinson, J., Lucas, D., (2002). Better alarm handling- a practical application of human factors. *Measurement and control*, 35(2), 52-54.
84. Xia, J., Liu, Y., Zhao, D., Tian, Y., Li, J., Zhong, Y., Roy, N., (2021) Human factors analysis of China's confined space operation accidents from 2008 to 2018. *Journal of loss prevention in the process industries*, 71(66), 104480.
85. Xie, X., Guo, D., (2018). Human factors risk assessment and management: Process safety in engineering. *Process Safety and Environmental Protection*, 113, 467-482.
86. Yang, J., Kwon, Y., (2022). Human factor analysis and classification system for the oil, gas, and process industry. *Process Safety Progress*, 41(4), 728-737.
87. Yang, D., Zheng, Y., Peng, K., Pan, L., Zheng, J., Xie, B., Wang, B. (2022). Characteristics and statistical analysis of large and above hazardous chemical accidents in China from 2000 to 2020. *International journal of environmental research and public health*, 19(23), 15603.
88. Zarei, E., Yazdi, M., Abbassi, R., Khan, F., (2019). A hybrid model for human factor analysis in process accidents: FBN-HFACS. *Journal of loss prevention in the process industries*, 57, 142-155.

89. ZEMA, <https://www.infosis.uba.de/index.php/en/site/13947/zema/>, 28 May 2022.
90. Zhao, L., Qian, Y., Hu, Q.M., Jiang, R., Li, M., Wang, X., (2018). An analysis of hazardous chemical accidents in China between 2006 and 2017. *Sustainability*, 10(8), 2935.
91. Zhao, J., Deng, Y., (2019). Performer selection in human reliability analysis: D numbers approach. *International Journal of Computers Communications & Control*, 14(3), 437-452.
92. Zheng, B., Chen, G.H., (2011). Storage tank fire accidents. *Process Safety Progress*, 30(3), 291-293.
93. Zhou, L., Fu, G., Xue, Y., (2018). Human and organizational factors in Chinese hazardous chemical accidents: A case study of the '8.12' Tianjin Port fire and explosion using the HFACS-HC. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 24(3), 329-340.
94. Zhou, J.L., Lei, Y., (2020). A slim integrated with empirical study and network analysis for human error assessment in the railway driving process. *Reliability Engineering & System Safety*, 204, 107148.

EKLER

Ek 1-Tablo 1. Bakım-onarım kazaları genel bilgi tablosu

No	Kaza No	Kaza Adı	Tarih	Endüstri Çeşidi	Madde	Raporun alındığı kurum
1	0821	Sızdıran bir valfin bakımı sırasında patlama ve yangın	13.03.1987	Petrokimya	Petrol sıvısı ve alkoller	eMARS
2	0315	Polimerizasyon reaktöründe temizlik için açılan bir menholden sızıntı	22.02.1988	Genel Kimyasal Üretimi	Vinil Klorür, Polivinil Klorür	eMARS
3	0423	Benzen tankının yangın söndürme sisteminde bakım çalışmaları sırasında patlama	02.02.1989	Petrokimya	Benzen	eMARS
4	0424	Bir valfin bakım çalışmaları esnasında patlama	23.02.1989	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Hidrojen ve Nitrojen	eMARS
5	0254	Organo-halojenler ve tuzların üretiminde klor transfer devresinin bakımında klor salınımı	06.06.1989	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	eMARS
6	0255	Sulu amonyak solüsyonları tankının bakımından sonra patlama	07.07.1989	Genel Kimyasal Üretimi	Amonyak	eMARS
7	0256	Bakım için tanklardan yalıtımın sökülmesi sırasında patlama	17.10.1989	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Akrilonitril	eMARS
8	0832	Kondansatörün bakım için çıkarılması ve buhar salınımı	15.06.1990	Genel Kimyasal Üretimi	Toluen	eMARS
9	0834	Tıkanmış bir tahliye vanasının bakımı sırasında salınım	29.11.1990	Petrokimya	Propan, Propilen, Bütan, Butilen	eMARS
10	0429	Benzin tanklarını besleyen borularda bakım çalışmaları sırasında yangın	14.06.1991	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Benzin	eMARS
11	0338	Çinko tozu fabrikasının iki kondansatörünün temizliği sırasında tutuşma	20.10.1991	Metallerin İşlenmesi	Çinko tozu	eMARS

12	0431	Hidrojen peroksit üretim ünitesinde, kontrol sisteminin onarılması sırasında bir boru hat-tının aşırı sıkıştırılması nedeniyle yangın	22.04.1992	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrojen perok-sit	eMARS
13	0433	Bir tankın suyla temizlenmesi işleminde bu-har açığa çıkması	13.05.1993	Genel Kimyasal Üretimi	Kükürt Klorür	eMARS
14	0645	Bir vanadaki sızıntının giderilmesi için ya-pılan onarım çalışması sırasında basınçlı kaptan sülfirik asit dispersiyonu	02.04.1993	Genel Kimyasal Üretimi	Oleum	eMARS
15	0654	Onarım çalışmaları sırasında bir gazomet-rede patlama	21.10.1993	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrojen	eMARS
16	0655	Sıvı gaz kabında onarım hizmeti yaparken patlama	12.11.1993	Toptan ve perakende depo-lama dağıtım	Propan	eMARS
17	0747	Yıkama kostik tankında onarım sırasında sı-zıntı	03.11.1995	Kimyasal Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretimi	Hidrojen Sülfid	eMARS
18	0671	Küresel bir tankın motor gaz kelebeği valfi-nin onarımı sırasında salınım	19.04.1996	Tarım	Amonyak	eMARS
19	0758	Bakım altında olan bir valfin açılması ve sı-zıntı	24.09.1996	Petrokimya	Amonyak	eMARS
20	0136	CS ₂ 'nin bakım çalışmaları sonrasında ser-best kalışı	08.07.1997	Kimyasal Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretimi	Karbon disülfür	eMARS
21	0268	Metil Tert Butil Eter (MTBE) tankının te-mizliği sırasında patlama	03.06.1998	Petrokimya	MTBE	eMARS
22	0790	Amonyak soğutma sistemi olan fabrikada bakım çalışmaları sırasında yangın	10.06.1998	Gıda Ürünleri İmalatı	Amonyak	eMARS
23	0692	Onarım çalışmaları sırasında adsorbe edici-den gaz salınımı	15.07.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrojen	eMARS
24	0696	Bakım çalışmaları sırasında buhar kırma ci-hazının fırın bölümünde yangın	31.07.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Nafta	eMARS

25	0698	Organo-metalik bileşik üretim tesisinin yıkama istasyonundaki temizleme işleminde patlama	24.09.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Alüminyum, Heptan, Sodyum hidroksit, Hidrojen	eMARS
26	9902	Kanalizasyon pompa tamirinde yer gide- rinde salınım	25.01.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Karbonmonoksit	ZEMA
27	0753	Reaktörün giriş vanalarının bakım çalış- sında gaz patlaması ve yangın	31.08.1999	Plastik ve Kauçuk İmalatı	Propan	eMARS
28	0033	Titanyum tetraklorür evaporatöründe bakım çalışmasında toksik sızıntı	23.10.2000	Genel Kimyasal Üretimi	Titanyum Tet- raklorür	eMARS
29	0385	Onarım işlemi sırasında kimyasal reaktörün dozlama sisteminden tehlikeli maddelerin salınması	03.06.2002	Plastik ve Kauçuk İmalatı	Fenol	eMARS
30	0552	Sızdıran bir pompanın değiştirilmesi yerine yenisinin takılması sırasında dökme depo- lama tankından madde salınımı	25.07.2002	Genel Kimyasal Üretimi	Paratoluidin	eMARS
31	0189	Bakım sırasında ham petrol sızıntısı	04.08.2002	Petrokimya	Ham petrol	eMARS
32	0281	Bir tuz fırınının bakımı esnasında fırının patlaması	01.04.2003	Genel Kimyasal Üretimi	Doğal gaz	eMARS
33	0960	HDPE Reaktöründe soğutucu pompasının süzgecinin temizlenmesi esnasında buhar bulutu patlaması	03.10.2003	Plastik ve Kauçuk İmalatı	n-Hekzan	eMARS
34	0412	Temizleme çalışmaları sırasında damıtma kolonunda salınım	13.05.2004	Bilinmiyor	Metanol	ZEMA
35	0929	Kompresör panelinin temizlenmesi çalış- malarında patlama	20.09.2004	Plastik ve Kauçuk İmalatı	Hidrojen	eMARS
36	0039	Temizleme işleminde kullanılan yanıcı sıvı- nın bir kovada taşınması sırasında kovanın düşmesi ve yangın	03.12.2004	Genel Kimyasal Üretimi	Tetrahidrofuran	eMARS

37	05/2005	Brülör arızasının giderilmesi esnasında damıtma kalıntısı yakma fırınında patlama	05.2005	Kimyasal Tesisi	-	DECHEMA
38	06/2005	Polimer kalıntılarının temizliği sırasında darbeli anahtarla koyterneri açarken gaz karışımının tutuşması ve patlama	06.2005	Kimyasal Tesis	-	DECHEMA
39	0628	Kapatma plakası montajında kaza	18.04.2006	Metal üretimi	Karbonmonoksit	eMARS
40	0248	Yeni bir boru bağlantısı montajı sırasında kaynak kıvılcımlarının tutuşturduğu buhar patlaması	05.06.2006	Petrokimya	Hidrokarbon	eMARS
41	0921	Kaynak faaliyetlerinde bir tankın patlaması	26.11.2007	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrojen Sülfür	eMARS
42	5228	Bakım onarım çalışmalarında reaktörün içinde patlama	2007	Metalurji Endüstrisi	Hidrojen Sülfür	VARO
43	5365	Tadilat sırasında flanş konektörünün vana-sının açılması ve işçilere sülfirik asit bulaş-ması	2007	Kimyasalların İmalatı	Sülfirik Asit	VARO
44	5022	Pompayı değiştirirken hasar verme ve sı-zıntı	2007	Kimyasal Tesis	Hidrojen Perok-sit	VARO
45	0945	Olefin kurulumunun bakım çalışmalarında tutuşma	01.07.2008	Petrokimya	Propan	eMARS
46	35300	Bakım ekibinin hatası nedeniyle reaktörün hortumunun kırılması ve salınım	19.08.2008	Kimyasalların Üretimi	Kükürt trioksit	BARPI
47	0912	Bakım çalışmaları sırasında basınç tankına bir işçinin girmesi	26.05.2009	Petrokimya	Nitrojen	eMARS
48	1046	Amonyak sıkıştırma devresinin bakımından sonra sızıntı	13.08.2009	Gübre Üretimi	Amonyak	eMARS
49	1201	Bakım işleminde sızıntı	17.10.2009	Petrokimya	Hidrojen sülfür	eMARS
50	0866	Depolama tankında temizlik çalışması sıra-sında patlama	05.05.2010	Toptan ve perakende depo-lama dağıtım	Hidrojen, Hid-roflorik Asit	eMARS

51	0911	İlaç fabrikasında atıksu arıtma ünitesinde tadilat sırasında patlama	10.06.2010	İlaç Üretimi	Biyogaz	eMARS
52	1019	Bakım çalışmaları sonrası tesisin test edilmesinde gazların emisyonu	05.11.2010	Temel organik kimyasalların üretimi	Eten ve Propen	eMARS
53	1043	Köpük üretim tesisinde onarım çalışması sonrasında sızıntı	13.08.2012	Genel Kimyasal Üretimi	Toluen Diizosiyanat	eMARS
54	1010	Kok fırınında teknik onarımlar sırasında patlama	07.11.2012	Kimyasal Tesis-Endüstriyel Gazlar	Kok gazı	eMARS
55	0624	Reaktör temizliğinde boğulma kazası	09.02.2013	Genel Kimyasal Üretimi	Manganez Nitrat	eMARS
56	0170	Rafineride bakım çalışmalarında nafta salınımı ve yangın	08.05.2015	Petrokimya	Nafta	eMARS
57	0089	PVC üretim tesisinde sızdıran bir valfi değiştirmesi sırasında sızıntı	16.09.2015	Genel Kimyasal Üretimi	Vinil klorür monomeri	eMARS
58	1070	Biyoethanol üretim tesisinde damıtma ünitesinde bakım sırasında patlama ve yangın	22.09.2015	Gıda Ürünleri İmalatı	Etanol, Nitrik asit	eMARS
59	1194	Tahliye vanasının bağlantı flanşında temizlik işlemi sonrasında sızıntı	02.02.2016	Kimyasal Tesis	Fosgen	eMARS
60	1075	Bakım çalışması sırasında iki proses tankını birbirine bağlayan boru hattında hat kopması	14.06.2017	Temel organik kimyasalların üretimi	Nitrobenzen ve dinitrobenzen	eMARS
61	1168	Tankın bakımı sırasında valften sızıntı	31.05.2019	Kimyasal Tesis-Endüstriyel Gazlar	Amonyak	eMARS
62	1210	Biyogaz tesisinde bakım çalışmaları sonrasında ham biyogazın salınımı ve ateşlenmesi	20.11.2019	Atık depolama, arıtma, bertaraf	Ham biyogaz	eMARS
63	1239	Tank bağlantılarında tadilat çalışmalarında patlama ve yangın	15.05.2020	Kimyasal Tesis	Metil Alkol, Etil Akrlat, Beyaz Ruh, Ksilen	eMARS

64	1237	Tankın valfinin bakım için değiştirilmesi sırasında sızıntı	29.06.2020	Plastik ve Kauçuk İmalatı	Stiren monomeri	eMARS
65	1247	Nitrik asit tankında değişen valften sızıntı	17.01.2021	Gübre Üretimi ve Depolanması	Nitrik asit	eMARS
66	2021-02-17	Depolama tankındaki bakım çalışmasında klor salınımı	17.02.2021	Kimyasalların İmalatı	Klor	ZEMA

Ek 1-Tablo 2. Bakım-onarım kazalarına sebep olan faktörler

No	Kaza No	Kaza Adı	Kazalara Sebep Olan Faktörler
1	0821	Sızdıran bir valfin bakımı sırasında patlama ve yangın	1. Valfin çıkarılması ile ilgili ayrıntılı çalışma yöntemlerinin ele alınmaması 2. Yapılacak işlemlerle ilgili güvenlik önlemlerinin ele alınmaması 3. Teknisyenin alev hattının izole edilmiş, basıncı alınmış, sıvıdan arınmış olduğunu varsayması 4. Alev hattı borularının dibinde kalın bir tortunun birikmiş olması 5. Sürgülü valf çıkarılırken bir flanş ara halkasının serbest kalması ve sıvının fişkırması 6. Bakım ekibinin solunum cihazlarına hava sağlayan kompresör motorunun yakınında olması 7. Valflerin durumunu gösteren bir göstergenin olmaması 8. Flanşlar birbirinden ayrılırken altındaki tepsilerin kullanılmaması 9. Yapılacak işlemlerle ilgili yazılı bir prosedürün olmaması
2	0315	Polimerizasyon reaktöründe temizlik için açılan bir menholden sızıntı	10. Reaktör çalışırken temizlik için yanlışlıkla teknisyenin kapağı açması 11. Kapağın contası hasarlı olduğu için tekrar kapatılamaması 12. Daha önceden contanın hasarlılığının kontrol edilmemesi 13. Reaktörün temizliği ile ilgili yeterli prosedürlerin olmaması 14. Rögar kapağını açma izninin tek bir kişide olması, yanında kimse olmaması
3	0423	Benzen tankının yangın söndürme sisteminde bakım çalışmaları sırasında patlama	15. Tesisin başka bir bölümünde acil iş çıktığı için bakım çalışmasının yarıda kalması 16. Üretim bölümü bakım çalışmalarının tamamlandığını sanıp depolama tankını doldurması 17. Bakım ekibi üretim bölümü tarafından bilgilendirilmediği için tekrar bakıma devam etmesi 18. Çalışma izninin yanlışlıkla üretim departmanı tarafından imzalanması 19. Servis değişikliği yapıp tanka stiren yerine benzen doldurulduğunun bildirilmemesi 20. Ürün buharının köpük odasına girmesini engelleyen cam zarın eksik olması 21. Benzen doldurulmuş sabit bir çatı tankında nitrojen örtüsü kullanılmaması 22. Borularda küçük deliklerden şüphelenilmesine rağmen işçinin briketle meşale yakması
4	0424	Bir valfin bakım çalışmaları esnasında patlama	23. Valfin flanş saplamalarının orijinal olmayan malzeme ile değiştirilmesi 24. Tamiri yapan kişinin borunun içindeki basınçtan daha yüksek basıncın olmasını önemsememesi 25. Yazılı bakım prosedürlerinde izlenecek işlem sırasının belirtilmemesi

5	0254	Organo-halojenler ve tuzların üretiminde klor transfer devresinin bakımında klor salınımı	26. Yazılı bakım prosedürlerinin yetersizliği 27. Personele yetersiz eğitim verilmesi 28. Teknikerin basınçlı hava verme süresini kısa sürede gerçekleştirme hatası 29. Isıtıcı devresinin hatalı tasarımı 30. Tek yönlü bir vananın varlığının fark edilmemiş olması
6	0255	Sulu amonyak solüsyonları tankının bakımından sonra patlama	31. Bakımdan sonra depoyu doldurma denemesinin vardiya amirine bildiriminin unutulması 32. Vardiya değişiminden sonra denetçinin üretim defterine tankın boş olduğunu kaydetmesi 33. Personelin yetersiz eğitimi 34. Çalışma izni prosedürlerinde eksikliklerin olması 35. Tesiste iç iletişimin eksik olması 36. Buhar tahliye hatlarının yeterli çalışmaması
7	0256	Bakım için tanklardan yalıtımın sökülmesi sırasında patlama	37. Tankların üzerinde sıcak çalışma (elektrikli testere) yapılmasına izin verilmesi 38. Bir kişinin tankın üzerinde sıcak çalışma yaparken tankı açması 39. Tahliye sırasında yeraltı su tedarik borusunun yırtılması 40. Akrilonitrilinin nitrojenle örtülmeden saklanması
8	0832	Kondansatörün bakım için çıkarılması ve buhar salınımı	41. Kondanserin bakım için herhangi bir önlem alınmadan tesisten dışarı çıkarılması 42. Bakım ve çalışma izni prosedürlerinin eksikliklerinin olması 43. Teknisyene yeterli eğitim verilmemesi 44. Teknisyenin çalışma izin sistemine uymaması 45. Buhar hattının izole edilmemesine rağmen teknisyenin buhar uygulaması
9	0834	Tıkanmış bir tahliye vanasının bakımı sırasında salınım	46. Boru bağlantısının kesilmesi bakım talimatlarına uyulmadan yapılması 47. Operatörün tıkanıklığı buhar yoluyla giderdikten sonra valfi kapatamaması 48. Hattın tıkanıklardan arındırılması için yazılı prosedürlerin uygulanmaması 49. Flare hattının tasarımının bakımı zorlaştırması 50. Yazılı bakım prosedürlerinin yetersizliği
10	0429	Benzin tanklarını besleyen borularda bakım çalışmaları sırasında yangın	51. Rögar kapağının bakımdan sonra yerine konulduğunda sadece bir cıvatasının sıkılması 52. Tankın giriş valfinin açık bırakılması ve benzinin dışarı salınımı

11	0338	Çinko tozu fabrikasının iki kondansatörünün temizliği sırasında tutuşma	53. Temizlik sorumlusu işçinin toz patlaması başladığından habersiz ısı eşanjörüne çekiçe vurması 54. Teknisyenin kondenserin ve nitrojen devresinin temizleme valfini denetimsiz açması 55. Teknisyenin valfi açtıktan sonra kusurları farketmemesi 56. Temizlik işlemlerinde yetersiz işletme prosedürleri 57. İşletmede sistem tasarımının ve süreç analizlerinin yetersizliği
12	0431	Hidrojen peroksit üretim ünitesinde, kontrol sisteminin onarılması sırasında bir boru hattının aşırı sıkıştırılması nedeniyle yangın	58. Teknisyenlerin gerekli güvenlik prosedürlerini izlememesi 59. Teknisyenlerin yanlış tamir etmesi ve böylece otomatik kontrol cihazlarının arızalanması 60. Süspansiyonda metalik parçacık, pas gibi dengesizleştirici maddelerin bulunması 61. Manuel kapatılabilen vanaların açık kalması 62. Güvenlik prosedürlerinin etkinlik için uygun olmaması
13	0433	Bir tankın suyla temizlenmesi işleminde buhar açığa çıkması	63. Onarım faaliyetlerinin hazırlığında nötrleşme reaksiyonu tehlikelerinin ciddiye alınmaması 64. Teknisyenin, asit buharlarının tesise yayılacağını düşünmediği için yönetime haber vermemesi 65. Acil müdahale tedbirlerinin organize edilmemesi 66. Tesiste acil durum iletişiminin yeterli olmaması
14	0645	Bir vanadaki sızıntının giderilmesi için yapılan onarım çalışması sırasında basınçlı kaptan sülfirik asit dispersiyonu	67. Havalandırma hattının engellenmiş olması 68. Kap basıncını ölçen ve kaydeden bir sistemin olmaması 69. Servis personelinin oleum depolama tankının hamlacını kükürt trioksit ile bloklaması ve bu nedenle kapta basınç oluşumu
15	0654	Onarım çalışmaları sırasında bir gazometrede patlama	70. Tesisin elektrik şebekesinin onarım çalışmalarında teknisyenin sigorta telinde hata yapması
16	0655	Sıvı gaz kabında onarım hizmeti yaparken patlama	71. Teknisyenin bakım prosedürünü doğru bir şekilde takip etmemesi 72. Patlama tehlikesi olan yerde belirli bir iş görevi için yanlış ekipman seçimi yapması 73. Kapalı bir odada tahliye işlemi yapılması

17	0747	Yıkama kostik tankında onarım sırasında sızıntı	74. Yeterli bilgi akışının olmaması 75. Çalışma alanının izolasyonunun yeterli olmaması 76. Bakım teknisyeninin yıkama solisyonunun pompalanmasının aynı anda başka bir yerde olmasını bilmemesi 77. Bakım çalışması prosedürlerinin yetersiz olması 78. İskelenin korkuluğunun kullanılmaması ve böylece teknisyenin düşmesinin önlenememesi
18	0671	Küresel bir tankın motor gaz keleşbeği valfinin onarımı sırasında salınım	79. Taşeron bakım ekibi kullanılmasına göre ve tesis içi ve dışı acil eylem planlarının revize edilmemesi 80. Risk değerlendirmelerinin taşeron çalıştırılmasına göre revize edilmemesi 81. Taşeron işçinin bakım-onarım sırasında mili bağlantı parçasından dışarı itmesi
19	0758	Bakım altında olan bir valfin açılması ve sızıntı	82. Teknisyenin flanşları sabitleyen civataların gevşetilmesi sırasında valfi açık bırakması 83. Teknisyenin çok sıkışık bir alanda işlemleri gerçekleştiriyor olması 84. Teknisyenin sıvılaştırılmış amonyak yerine amonyak çözeltisi kullanması
20	0136	CS2'nin bakım çalışmaları sonrasında serbest kalışı	85. Bakım çalışmalarından sonra yalıtım plakasının çıkarılmasının unutulması 86. Teknisyenin tahliye vanası çalıştırıldıktan sonra yalıtım plakasını çıkarmaya çalışması 87. Bakım personelinin bakım talimatlarını uygulamada yetersizliği 88. Prosesin yazılım kontrollü sisteminin erken harekete geçmesi
21	0268	Metil Tert Butil Eter (MTBE) tankının temizliği sırasında patlama	89. Tank temizlenirken az da olsa tankta MTBE olması 90. Temizlik görevlisi tankta MTBE olduğunu bilmesine rağmen yüksek basınçlı döner jet ile temizlemeye çalışması 91. Tankın tehlikeli olacağı bilinmesine rağmen gerekli kontrollerin yapılmaması 92. Vakum pompası çalışırken rögarın açılması 93. Yüksek basınçlı döner jet temizliği için güvenlik analizinin yapılmaması 94. Yüksek basınçlı döner jetin elektrostatik elektrik biriktirmesi 95. Temizlikçilerin riskler hakkında bilgilendirilmemesi 96. Çalışma izninde risk/tehlikelerden bahsedilmemesi
22	0790	Amonyak soğutma sistemi olan fabrikada bakım	97. Bakım çalışmaları sırasında güvenlik prosedürlerine uyulmaması ve el feneri ile çalışma yerinde bir meşale kullanılması

		çalışmaları sırasında yangın	
23	0692	Onarım çalışmaları sırasında adsorber ediciden gaz salınımı	98. Adsorberin baş flanşındaki bir contanın arızalanmasını sağlayan yanlış montaj yapılması
24	0696	Bakım çalışmaları sırasında buhar kırma cihazının fırın bölümünde yangın	99. Bakım çalışmaları sırasında kapama plakasının yanlış yerleştirilmesi 100. Personelin sistemin basınç altında olmadığını kontrol edecek ek bir olanak olmaması 101. Olayda kullanılan kapama plakasından başka bir ekipman kullanımına gidilmemesi
25	0698	Organo-metalik bileşik üretim tesisinin yıkama istasyonundaki temizleme işleminde patlama	102. Yönetmeliklere aykırı işlem gerçekleştirilmesi 103. Taşıma kabının içindeki tortuların tam olarak çıkarılmaması 104. Kalıntıların tespitini amaçlayan testlerin negatif sonuç göstermesi 105. Temizleme işleminde kullanılan maddelerin tortu kalıntılarıyla reaksiyona girmesi 106. İşletim talimatlarının yetersizliği
26	9902	Kanalizasyon pompa tamirinde yer giderinde salınım	107. Çalışma izinlerine uyulmaması 108. Çalışanların üretimden çıkan egzoz hava akışının konteynere gireceği gerçeğini ihmal etmeleri 109. Çalışanın solunum koruması takmaması 110. Çalışma çukurunda çok fazla kişinin çalışmasına imkan veren onarım çalışması yapılması 111. Vardiya devir teslim prosedürlerinde eksikliklerin olması 112. Dahili pompa tipinin kirli su pompalanması için elverişli olmaması, sık onarım gerektirmesi 113. Çalışma sırasında besleme hatlarının bağlantısının kesilmemiş olması 114. Çalışanların güvenli davranış konusunda eğitilmiş olmaması 115. Atık su deposunun aşırı doldurulması 116. Valfin ve contanın basınca dayanıklı olmaması
27	0753	Reaktörün giriş vanalarının bakım çalışmasında gaz patlaması ve yangın	117. Reaktörün giriş vanalarından birinin bakım çalışmasından önce açık bırakılması 118. Bakım çalışması için reaktörün basınçsız olduğu düşünülerek tıkalı vananın açılması 119. Ürün tankında seviye tespit alarminin olmaması 120. Talimat prosedürlerinin yetersizliği

			121. Bakım teknisyenlerinin izlemesi gereken kontrol listelerinin olmaması 122. Valflerin karıştırılmaması için gerekli düzenlemelerin yapıldığı bir sistemin olmaması
28	0033	TİC14 evaporatöründe bakım çalışmasında toksik sızıntı	123. Çalışma izin sisteminin kullanılmaması 124. Taşeron işçilere güvenlik bilgi sisteminin aktarılmaması 125. Evaporatörün taşmasını önleyici kilitleme sisteminin olmaması 126. Pano operatörünün hiçbir eylemde bulunmadan yüksek seviye alarmı kapatması 127. İşlem bilgisayarının seviye ölçüm cihazının kablo bağlantısının kesilmesi üzerine yanlış sinyal vermesi ve kontrol vanasını açması
29	0385	Onarım işlemi sırasında kimyasal reaktörün dozlama sisteminden tehlikeli maddelerin salınması	128. Bir çalışanın vana sökme ve kurma işlemini kısmen gerçekleştirmesi 129. Teknisyenin bir işletim hatasıyla fenol-su çözeltisi dozaj vanasını açması 130. Teknisyenin hatasını farkedip hızla vanayı kapatmaması 131. Kişisel koruyucu donanımların kullanımına ilişkin düzenlemelerde eksikliklerin olması
30	0552	Sızdıran bir pompanın değiştirilmesi yerine yenisinin takılması sırasında dökme depolama tankından madde salınımı	132. Bakım teknisyeninin çalışma alanını boş bırakması 133. Teknisyenin tamir edilen pompayı izole etmemesi 134. Valfin kapatılamaması ve sızıntının yaşanması 135. İzolasyon standartlarının tesisin fiziksel donanımına uygun olmaması 136. Montaj yapan kişilerin kişisel koruyucu donanımlarının eksikliği 137. Çalışma izinlerinin yeterli olmaması 138. Risk değerlendirmesinin yeterli olmaması 139. Sızıntıyı durduracak acil önlemlerin yetersizliği 140. Temizlik ekibinin havanın sıcaklığına rağmen su jeti kullanması 141. Temizlik ekibinin yeterince eğitilmiş olmaması
31	0189	Bakım sırasında ham petrol sızıntısı	142. Teknolojinin tanıtımı konusunda personele yeterli eğitim verilmemesi 143. Yeni ekipmanın bakım için hazırlanmasında teknisyen hatası yapılması 144. Bakım için iş yönetimi uygulamaları konusunda eğitim eksikliğinin olması
32	0281	Bir tuz fırınının bakımı esnasında fırının patlaması	145. Çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi 146. Tehlikeli işlerin yürütülmesine dair yeterli denetimin olmaması 147. Onarım yapan kişiler için yönetim sistemi yeterince detaylandırılmamıştır.

33	0960	HDPE Reaktöründe soğutucu pompasının süzgecinin temizlenmesi esnasında buhar bulutu patlaması	148. Soğutucu pompası durduktan sonra açma kapama vanası kapalı konuma getirilmemesi 149. Açma kapama vanası, kontrol odasında şalter açma konumuna getirildikten sonra açılması 150. Blok vana, temizlik için sökülen hat içi süzgeç yeniden yerine takılmadan yanlışlıkla açılmıştır.
34	0412	Temizleme çalışmaları sırasında damıtma kolonunda salınım	151. Temizleme çalışmaları sırasında küresel vana tipinin bilinmemesi nedeniyle vidaların karıştırılması 152. Çalışanın küresel vana kovanlarını bir arada tutan dört vidayı yanlışlıkla sökmesi 153. Tesis dışı çalışanlara sahada ayrıntılı talimat ve eğitim verilmemesi 154. Yapılacak işlerin onay belgesinde tam olarak ayrıntılı belirtilmemesi 155. Firma dışı çalışanların yaptığı işlerin denetlenmemesi
35	0929	Kompresör panelinin temizlenmesi çalışmalarında patlama	156. Kompresör çalışma paneline bağlı nitrojen valfinin yanlışlıkla kapatılması 157. Tahliye hattının körlenmesi için blok vananın arkasında bir gözlük kör flanşın kullanılmaması 158. Tasfiye hattının yetersiz tasarımı; tahliye için kullanılan hattan nitrojen sağlanması 159. Tahliye hattının devreye alma öncesi gerekli incelemelerin yapılmaması 160. Valflerin kontrollerinin yapılmaması
36	0039	Temizleme işleminde kullanılan yanıcı sıvının bir kovada taşınması sırasında kovanın düşmesi ve yangın	161. Çalışanın kendi yöntemiyle bir kova kullanarak tetrahidrofuran taşımak istemesi 162. Çalışan kovaya tetrahidrofuran doldururken elektrostatik boşalma sonucu tutuşma yaşanması 163. Yanan kovayı dışarı taşıırken ayağı kayıp düşerek kovayı elinden düşürmesi 164. Çalışanların kendi bölümlerinde bulunan tehlikeli maddelerin kullanımını bilmemesi 165. Çalışanın yanıcı sıvıların açık kapta taşınmaması gerektiğini bilmemesi
37	05/2005	Brülör arızasının giderilmesi esnasında damıtma kalıntısı yakma fırınında patlama	166. Alev monitörünün servis dışı bırakılması 167. Kilitleme sistemine dahil olmayan bir başka basınçlı hava hattının kullanılması 168. Yanma odası brülörü kapatıldıktan hemen sonra tehlikesiz duruma geçmez, yeterince soğutulmadan ve havalandırılmadan bakım onarım çalışmalarının yapılması 169. Bakım onarım çalışma talimatlarının yeterli olmaması 170. Bakım onarım çalışma talimatlarına göre personelin eğitilmemesi 171. Risk analizlerinin bakım onarım çalışmalarını içermemesi

38	06/2005	Polimer kalıntıları- nın temizliği sıra- sında darbeli anah- tarla koyterneri açarken gaz karışı- mının tutuşması ve patlama	172. Çekiç ve darbeli anahtarla flanşın vidaları gevşetilmeye çalışıldığından tankta ateşleme ve pat- lama meydana gelmesi 173. Tankın nitrojenle yıkanmasına rağmen polimer kalıntısı yapmış temizlik maddeleri içeriyor olması ve böylece tutuşabilir bir karışım oluşturması 174. Çalışmaya başlamadan önce tankın güvenli durumunun olup olmadığının kontrol edilmemesi
39	0628	Kapatma plakası montajında kaza	175. Solunum maskesinin yanlış kullanımı 176. Personel eğitiminde eksikliklerin olması 177. Çalışma izni prosedürlerinde eksiklik 178. Kaza alanına ulaşımın zor olması 179. Müteahhit firma çalışanlarının yeterli bilgilendirilmemesi
40	0248	Yeni bir boru bağ- lantısı montajı sıra- sında kaynak kıvıl- cılarının tutuştur- duğu buhar patla- ması	180. Yanıcı buharı test etmek için bir gaz dedektörü kullanılmaması 181. Yanıcı buharın varlığını belirlemek için yanan oksiasetilen şaloması ile hidrokarbon içeren flanş tanklarının kullanılmasının tehlikeli olduğunun bilinmemesi 182. Bitişik tanktaki açık borunun kapatılmaması ve izole edilmemesi 183. Tankların arasında güvenli olmayan bir çalışma platformunun kullanılması 184. Tesiste iş güvenliği için mevcut olan yönergelerin kullanılmaması
41	0921	Kaynak faaliyetle- rinde bir tankın patlaması	185. Tankın üzerinde kaynak yapılması sırasında tankın içindeki yanıcı gaza kıvılcım sıçraması 186. Taşeron işçilerin güvenlik kurallarına uymaması 187. Açık ateşin kullanıldığı iş olmasına rağmen yazılı izin olmadan kaynak faaliyetinin yapılması 188. Yüklenici firmaların güvenlik önlemleri konusunda eğitimlerinin yetersizliği 189. Bakım işlerine ilişkin prosedürlerin ihlali 190. Yükseltilmiş yüzeylerde çalışırken kullanılan güvenlik önlemlerinin uygun olmaması
42	5228	Bakım onarım ça- lışmalarında reak- törün içinde pat- lama	191. Servis ve bakımdaki teknik eksikliklerin olması 192. Ustabaşının gaz hatlarını birbirine karıştırması 193. Ustabaşının konsantrasyon ölçümlerinin yapıldığını varsayması 194. Çalışma talimatlarının yetersizliği 195. Farklı hat için çalışma izninin verilmesi ancak gaz konsantrasyonu ölçümünün emme makine- sine giden hattan yapılması

			196. Risk değerlendirmesinin arıza süresi için yetersiz olması
43	5365	Tadilat sırasında flanş konektörünün vanasının açılması ve işçilere sülfirik asit bulaşması	197. Bakım çalışması sırasında bir işçinin elinin yanlışlıkla küresel vananın döner koluna çarparak açması 198. Küresel vananın üstündeki dikey boruya sülfirik asit sızması, boş olmaması 199. Ana yüklenici ve taşeron firma arasında gerekli talimatların yazılı olmaması ve izlenmemesi
44	5022	Pompayı değiştirirken hasar verme ve sızıntı	200. Bakım görevlisinin kanalın dibinde yer alan kirli maddeleri fark etmemesi 201. Bakım görevlisinin tehlike tanımlama ve değerlendirmedeki zayıflıkları 202. Kanalizasyonda yeterli durulama suyunun olmamasının farkedilmemesi
45	0945	Olefin kurulumunun bakım çalışmalarında tutuşma	203. Bakım çalışmalarına başlamadan önce boru hattının boş olup olmadığının kontrol edilmemesi 204. Flanş bağlantısının sökülmesi sırasında güvenlik kurallarına uyulmaması 205. Bakım çalışmaları için tesisatın yanlış hazırlanması 206. Tesisin belirli bölümlerinin bakım çalışmasına hazırlanmasında denetim eksikliği 207. Çalışma talimatları ve çalışma izinlerinin yetersizliği
46	35300	Bakım ekibinin hatası nedeniyle reaktörün hortumunun kırılması ve salınım	208. Reaktörün valfinin contasız bir şekilde açık bırakılması 209. Sülfonasyon reaktörünün günlük durumunu ve talimatlarının bulunduğu tablonun silinmesi 210. İş emirlerine uyulmaması
47	0912	Bakım çalışmaları sırasında basınç tankına bir işçinin girmesi	211. Tesisin iç güvenlik kurallarının ihlal edilmesi ve izinsiz basınçlı tankın içine girmek 212. İşçilerin kişisel koruyucu ekipman olmadan basınç tankına girmesi 213. Yüklenici personelinin eğitiminin yetersizliği 214. Kapalı alanlarda çalışma prosedürlerinin yetersizliği
48	1046	Amonyak sıkıştırma devresinin bakımından sonra sızıntı	215. Basınç sensörünün sökülüp tamir edilmesi esnasında tesisin çalışmalarına devam etmesi 216. Güvenlik korumasının olmaması durumuna herhangi bir düzenleme yapılmaması 217. Emniyet cihazlarına müdahale edilirken risk analizinin olmaması
49	1201	Bakım işleminde sızıntı	218. Gaz maskelerini bulamamalarına rağmen işçilerin tesisatta çalışmaya devam etmeleri 219. Hidrojen sülfür varlığını tespit etmelerine rağmen riski aza indirdiklerini sanıp çalışmaya devam etmeleri 220. Operasyonun çalışma programında olmamasına rağmen çalışma yapılması

			221. Hiçbir hazırlık yapılmadan bakım işlemlerine başlanması
50	0866	Depolama tankında temizlik çalışması sırasında patlama	222. Tankta kalan konsantre hidroflorik asit kalıntısının sodyum hidroksit ile nötrleştirilmemesi 223. Üç müteahhit firma yetkilisinin depolama tankını incelemek için açılı taşlama makinesi kullanması
51	0911	İlaç fabrikasında atıksu arıtma ünitesinde tadilat sırasında patlama	224. Tankın modifikasyonu sırasında tankın altında birikmiş yanıcı gaz tortularını kıvılcımların ateşlemesi 225. Tanktaki risklerin yeterince değerlendirilmemesi 226. İş güvenliği prosedürlerinin uygulanmaması (izolasyon, temizlik, patlama ölçer kullanımı gibi) 227. Çalışmanın tank doluyken yapılması 228. Taşeron firma çalışanlarının güvenlik prosedürleri hakkında bilgilendirilmemesi 229. İşçinin kesme vanasını kör flanşla kapatmadan sökmesi 230. Metal testere kullanarak mevcut boruyu kesmeye çalışmaları ve kıvılcım oluşması
52	1019	Bakım çalışmaları sonrası tesisin test edilmesinde gazların emisyonu	231. Ana alevin testi sırasında operatörün besleme kolundaki vana yerine doğalgaz kaynağının ana vanasını yanlışlıkla kapatması 232. Yapılan test prosedürleri için herhangi bir yazılı talimatın olmaması 233. Operatörün eğitiminin yetersizliği
53	1043	Köpük üretim tesisinde onarım çalışması sonrasında sızıntı	234. Yanlış boru hatlarının kullanılması, karıştırılması 235. Tesiste ölçüm ve kontrol cihazlarının mevcut olmaması 236. Depolama tanklarında ve boru hatlarında gerekli işaretlemelerin olmaması
54	1010	Kok fırınında teknik onarımlar sırasında patlama	237. Çalışanlardan birinin yanlış vanayı kapatması 238. Konteynerde uygun olmayan teknik çözüm uygulanması
55	0624	Reaktör temizliğinde boğulma kazası	239. Tehlikeli kapalı alanlara ilişkin prosedür eksikliği 240. İşçilerin solunum koruyucu kullanmamalarına izin verilmesi 241. Reaktörde sabit hava üfleyici ekipman eksikliği 242. Tehlikeler hakkında bilgi eksikliği 243. Teknolojik işlemlerin zararlılık düzeyi belirlenmeden yürütülmesine izin verilmesi 244. Denetim eksikliği 245. İlk yardım prosedürü eksikliği

56	0170	Rafineride bakım çalışmalarında nafta salınımı ve yangın	246. Çalışma izni prosedürlerinin yetersiz uygulanması 247. Bakım çalışmalarından önce ekipman izolasyonunun eksik uygulanması 248. Ünitenin dış sınırındaki sürgülü vananın yanında ikinci bir vana, drenaj ve çek valf olmaması 249. İki farklı departman arasında iletişim eksikliğinin olması
57	0089	PVC üretim tesisinde sızdıran bir valfi değiştirmesi sırasında sızıntı	250. Yüksek vakum vanasının kapalı konumda olduğunun varsayılması 251. Yetersiz veya mevcut olmayan güvenlik düzenlemeleri 252. Temel güvenlik düzenlemelerine uyulmaması 253. Borunun nitrojenle boşaltılması ve 2 havalandırma valfiyle havaya bırakılması kararının yanlış alınması 254. Oksijen analizi yapılmadan köprünün kaldırılması talimatının verilmesi 255. Tesisin işleyişi hakkında bilgi yetersizliği 256. Vardiya ustası, DCS personeli ve diğer personel arasında iletişim eksikliğinin olması 257. Sızan maddenin özel patlama önlemleri olmadan transfer edilmesi
58	1070	Biyoethanol üretim tesisinde damıtma ünitesinde bakım sırasında patlama ve yangın	258. Fabrika teknoloji uzmanının çalışma prosedürlerine uygun olmayan standart dışı karar vermesi ve %70 alkol kalıntısı bulunan tankın içine %50 nitrik asit pompalattırması 259. Tesiste yönetim sisteminin yeterli olmaması
59	1194	Tahliye vanasının bağlantı flanşında temizlik işlemi sonrasında sızıntı	260. Valf contasının temizlikten sonra yanlış bir şekilde yeniden monte edilmesi 261. Kapı hava kilidinin eski olmasından ve sık kullanılmasından dolayı sızıntı olması 262. Taşeronlar tarafından gerçekleştirilen iş prosedürlerinde eksikliklerin olması 263. Civataların deforme olan civatalar olması
60	1075	Bakım çalışması sırasında iki proses tankını birbirine bağlayan boru hatında hat kopması	264. Kontrol için çıkarılan seviye sensörü yerine sıcaklık ölçüm cihazının yanlışlıkla etiketlenmesi 265. Şirkete izin yetkisi verilmeden önce kurulum ve güvenlik önlemlerinin olmaması 266. İlk hattı kesmenin bir operatör tarafından denetlenmesi gerektiği halde denetlenmemesi 267. Çalışma izinlerinden kaynaklı çalışanlar üzerinde yüksek iş yükünün olması 268. Sensörün sökülmesinin hat ve bağlı kapların boşaltılmadan yapılabileceği kararının alınması 269. Yüklenici firma çalışanının düşük basınç nedeniyle, sızıntı belirtisi olmadan flanşın tüm civatalarını çıkarması

61	1168	Tankın bakımı sırasında valften sızıntı	270. Operatörün çalışma prosedürlerine uymaması 271. Amonyak içeriğini bir tanktan diğerine aktarırken armatürlerin ve valflerin doğru şekilde kullanılmaması
62	1210	Biyogaz tesisinde bakım çalışmaları sonrasında ham biyogazın salınımı ve ateşlenmesi	272. Servis teknisyeninin arızalı çekiş kablosunun bağlantısını yanlış yapması kısa devreye yol açtı 273. Sözleşmeli montaj şirketi tarafından yapılan işlerin denetlenmemesi
63	1239	Tank bağlantılarında tadilat çalışmalarında patlama ve yangın	274. Kesilen bir borunun kapatılması sırasında elektrik ark kaynak makinesi kullanılması 275. Hat modifikasyonu yapılacak tankın aynı borudan içeri pompalanan nitrojen ile örtülmesi ve hattın yaklaşık olarak kesilmesi 276. Modifikasyon yapılacak hat üzerinde risk analizinin yapılmaması 277. Atık su şebekesi ve tank arasında ki bağlantıyı modifiye eden üçüncü şirketin hata yapması
64	1237	Tankın valfinin bakım için değiştirilmesi sırasında sızıntı	278. Yüklenici firmanın operatörü tarafından elektrik valfinin izole edilmemesi 279. Alarmları devre dışı bırakmak için bir prosedürün olmamasına rağmen yapılması 280. Otomatik elektrik valfinin manuel olarak kapatılması 281. İzolasyon konusunda talimatların yetersizliği 282. İzolasyon konusunda yeterli eğitimin olmaması 283. Sıvı izolasyonu konusunda risk değerlendirme yapılmamış olması
65	1247	Nitrik asit tankında değişen valften sızıntı	284. Malzeme kalitesi nitrik asit ile uymayan bir valf takılması 285. Doğru malzeme seçimi yapmak ve yedek parçaların kalitesini korumak için resmi prosedürlerin olmaması
66	2021-02-17	Depolama tankındaki bakım çalışmasında klor salınımı	286. Boru hattının bir bölümünün serbest bırakılması sırasında yeterince boşaltılmaması 287. Çek valfin kurulumunun kontrol edilmemesi 288. Çalışma talimatlarının kontrol edilmemesi 289. Personele yeterince eğitim verilmemesi

Ek 1-Tablo 3. Bakım-onarım kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı

Kurumsal Etkiler		
Kaynak Yönetimi	Kurumsal İklim	Kurumsal Süreç
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
23-235	255-259-265-	9-13-25-26-34-42-50-56-57-62-65-77-79-80-93-96-106-111-120-121-131-137-138-139-147-154-169-171-177-191-194-196-199-207-214-217-232-239-245-246-251-262-276-281-283-285
Toplam: 2	Toplam: 3	Toplam: 46

Emniyetsiz Yönetim			
Uygun Olmayan Planlanmış İşler	Bilinen Problemi Düzeltmeme	Yönetimin İhlalleri	Yetersiz Yönetim
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
14-15-110-267	78-183-216	37-73-91-107-113-123-190-215-221-226-227-240-243-254-257	27-33-43-95-124-142-144-146-153-155-159-170-176-179-188-206-213-225-228-233-244-273-282-289
Toplam: 4	Toplam: 3	Toplam: 15	Toplam: 24

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler						
Çevresel Faktörler		Bireyin Durumu			Personel Faktörleri	
Fiziksel Çevre	Teknolojik Çevre	Olumsuz Ruhsal Durum	Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	Olumsuz Fiziksel Durum	Kişisel Hazırlık	Personel Kaynak Yönetimi

Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
4-6-75-83-89-105-122-135-162-173-178-198-224-236	7-11-20-29-36-39-49-60-67-68-88-94-100-104-112-116-119-125-127-129-158-241-248-261-263-280	24-63-85-90-163-197	201		87-109-114-136-141-164-165-175-181-212-218-242	17-18-19-31-35-66-74-249-256
Toplam: 14	Toplam: 26	Toplam: 6	Toplam: 1	Toplam: 0	Toplam: 12	Toplam: 9

Emniyetsiz Eylemler				
Hatalar			İhlaller	
Karar Hataları	Beceriye Dayalı Hatalar	Algılama Hataları	Rutin	İstisnai
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
21-40-72-101-140-149-161-167-168-172-180-195-223-230-253-258-268-269-274-275	5-8-10-28-32-38-45-47-51-52-59-61-69-70-71-81-82-84-86-92-98-99-103-115-117-128-133-134-143-148-150-151-152-156-157-182-185-192-205-208-222-229-231-234-237-247-260-264-271-272-277-278-284-286	3-16-30-53-55-64-76-118-130-193-200-202-219-250	1-2-12-44-46-48-58-97-102-145-160-174-184-186-187-189-203-204-210-211-220-238-252-266-270-279-287-288	22-41-54-108-126-132-166-209
Toplam: 20	Toplam: 54	Toplam: 14	Toplam: 28	Toplam: 8

Ek 2-Tablo 1. Proses kazaları genel bilgi tablosu

No	Kaza No	Kaza Adı	Tarih	Endüstri Çeşidi	Madde	Raporun alındığı kurum
1	0641	Elektrik kablolarına kasıtsız metanol dökülmesi	08.09.1982	Genel Kimyasal Üretimi	Metanol, Brom	eMARS
2	0708	Tesisin sıcak su püskürtme sisteminde klor salınımı	25.04.1985	Metal üretimi	Klor	eMARS
3	0581	Reaktörde ani yangın kazası	30.06.1985	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Etanol	eMARS
4	0582	Piridin bileşimini oksitlemek için kullanılan reaktörün patlaması	23.10.1985	Genel Kimyasal Üretimi	2 kloropiridin- Hidrojen peroksit- Maleik anhidrit	eMARS
5	0416	Reaktör kondansatöründe kaçak reaksiyon ve patlama	04.04.1986	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Nitrik asit- Sülfürik asit	eMARS
6	0812	Ekstraksiyon sırasında halka açık kanalizasyona sızıntı	19.05.1986	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Toluen	eMARS
7	0250	İki kimyasalın yanlış karışımıyla toksik salınım	24.02.1987	Genel Kimyasal Üretimi	Sülfirik asit-Sodyum diklorizosiyanürat dihidrat	eMARS
8	0822	Hidrokraker ünitesinde patlama ve yangın	22.03.1987	Petrokimya	Hidrojen, Petrol gazları, Hidrokarbon sıvıları	eMARS
9	0314	Hidrokarbonun gaz bulutu salınımı	23.01.1988	Petrokimya	Hidrokarbon	eMARS
10	0586	Toz kurutucuda patlama	29.03.1988	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Aseton	eMARS

11	0421	Reaktörde yangın ve patlama	08.06.1988	Genel Kimyasal Üretimi	Naftalin- Toluen- 100'den fazla kimyasal	eMARS
12	0253	Polivinilklorür (PVC) üretimi sırasında kaza	09.01.1989	Genel Kimyasal Üretimi	Vinilklorür monomer- Hidrojen Klorür-Polivinilklorür	eMARS
13	0321	Nitrik asit tesisinde azot oksit sızıntısı	07.06.1989	Genel Kimyasal Üretimi	Nitrojen oksit	eMARS
14	0828	Doğalgaz tasarruf istasyonunda patlama ve yangın	05.12.1989	Petrokimya	Metan (LNG)	eMARS
15	0712	Pestisit tesisinde klorlama kazası	10.12.1990	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Dimetil fosforoditioik asit, dimetil fosforokloridotioat, tioperoksidifosforik asit	eMARS
16	0330	Hidrojen klorür salınımı	22.03.1991	Genel Kimyasal Üretimi	Kükürt trioksit-Hidrojen klorür-Klorosülfonik asit- Bakır fitalasyonin	eMARS
17	0566	Ham madde varillerinin ön ısıtmasında kullanılan su banyosu kazası	16.01.1992	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Dimetoat- Merkaptanlar- Azot oksitler- Parathion metil- Kükürt oksit	eMARS
18	0342	Selüloz nitrat üretiminde karışımın kanalizasyon tankına dağılımı	21.02.1992	Genel Kimyasal Üretimi	Selüloz nitrat-Nitrik asit- Azot oksit- Azot monoksit- Azot dioksit-Sülfürik asit	eMARS
19	0343	Temizleme valfinden lityum salınımı	08.04.1992	Genel Kimyasal Üretimi	Lityum- Dietileter	eMARS
20	0261	Bir reaksiyon kabının patlaması ve yangın	08.07.1992	Genel Kimyasal Üretimi	Disiklopentadien	eMARS

21	0354	Pigment üretiminde kimyasalların salınımı	22.02.1993	Genel Kimyasal Üretimi	Orto-nitroanisol	eMARS
22	0661	Keton rengi üretiminde zehirli sızıntı	14.04.1994	Genel Kimyasal Üretimi	Fosgen, Kloroform, Hidroklorik asit, Michler ketonu	eMARS
23	0663	Hortum-fış bağlantısında asetilen tutuşması	14.09.1994	Genel Kimyasal Üretimi	Asetilen	eMARS
24	0026	Vagondan klor sızıntısı	01.03.1995	Plastik ve kauçuk imalatı	Paraformaldehit- Fenol	eMARS
25	0460	Polimerizasyon prosesinde kaçak reaksiyon	29.07.1995	Genel Kimyasal Üretimi	Formaldehit- Fenol	eMARS
26	0670	Bir vakumlu kurutucudan izoproturon salınımı	27.01.1996	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	İzoproturon	eMARS
27	0607	Rafinerinin iki farklı biriminde kaza	27.05.1996	Petrokimya	Hidrojen	eMARS
28	0736	Tankın taşması ve salınım	13.01.1997	Gıda ürünleri ve içecek imalatı	Hidroklorik asit, Trimetilamin, Trimetilamin hidroklorür	eMARS
29	0682	Dimetil sülfat salınımı	16.05.1997	Genel Kimyasal Üretimi	Dimetil sülfat, Metanol	eMARS
30	0769	Soğutma ekipmanının sökülmesi sırasında amonyak salınımı	03.07.1997	Gıda Ürünleri İmalatı	Amonyak	eMARS
31	0685	Yüksek basınçlı hidrojenasyon tesisatında patlama ve yangın	26.07.1997	Genel Kimyasal Üretimi	P- Tert Butilsikloheksanol, P-tert butilfenol, Hidrojen	eMARS
32	0772	Kimyasal tesiste reaktörün patlaması	08.09.1997	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Klorosülfonik asit, Ortokloronitrobenzen, Paraklorobenzaldehit	eMARS
33	0794	Kontrol aparatının arızalanmasıyla proses atık suyunun nehre salınımı	16.07.1998	Metal üretimi	Siyanür	eMARS

34	0797	Vananın açık unutulmasıyla Javel suyunun nehire salınım	28.07.1998	Gıda ürünleri ve içecek imalatı	Sodyum klorit	eMARS
35	0060	Gaz tesisi patlaması	27.09.1998	Petrokimya	Doğal gaz	eMARS
36	0530	Açık bırakılan valften yanıcı sıvı kaybı	19.01.1999	Petrokimya	Doğal gaz kondensatı	eMARS
37	0808	Fabrikadan kimyasal madde salınımı	15.06.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Amonyum 4, Formaldehit, Glutaraldehit	eMARS
38	0802	PVC üretim biriminde salınım	25.08.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Vinil Klorür Mono-meri	eMARS
39	0532	ISO tank konteynerinde erimiş sodyumun kontrolsüz salınımı	07.11.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Sodyum	eMARS
40	0547	Fenol depolama tankının salınımı	13.01.2001	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Fenol	eMARS
41	03/2002	Kesikli reaktörden ürün boşaltılması sırasında çalışanların korozyona uğraması	03.2002	Kimyasal Tesis	-	DECHEMA
42	0620	Petrol ürünleri fabrikasında patlama	16.08.2002	Genel Kimyasal Üretimi	Hidroperoksit- Disopropilbenzen	eMARS
43	0716	Tahliye borusundan yanıcı maddelerin salınması	19.08.2002	Petrokimya	Yanıcı madde	eMARS
44	0275	Hidrojen klorür gaz bulutu salınımı	17.12.2002	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrojen klorür- Tityum tetraklorür	eMARS
45	06/2003	İki cam dolgulu kolonun yanması	06.2003	Kimyasal Tesis	Nitrojen	DECHEMA
46	26363	Kimyasal tesiste vinil klorür sızıntısı	03.02.2004	Kimyasal Tesis	Vinil Klorür	BARPI
47	0401	Amonyak tesisinde arsenik III oksit salınımı	17.08.2004	Petrokimya	Arsenik III oksit	eMARS
48	4443	Hidrojen fırınında yangın	2005	Genel Kimyasal Üretimi	Doğal gaz	VARO

49	0043	Nafta kraker fırınında yanlış işlem sonucu operatörlerin yanması	04.05.2005	Petrokimya	Nafta	eMARS
50	0229	Asidin baz ile nötralizasyon işleminde patlama	02.07.2005	Kimyasal tesis	Hidroklorik asit-Etanol-Metanol	eMARS
51	1054	İkincil benzen kirliliği	25.11.2005	Genel kimyasal üretimi	Hidrojen peroksit, Benzen	eMARS
52	1056	Fosgen sızıntısı	09.12.2005	Genel kimyasal üretimi	Fosgen	eMARS
53	0636	Zehirli atık suyun kanalizasyon ve nehre taşması	09.01.2006	Genel kimyasal üretimi	Siyanürlü atık su	eMARS
54	0627	Boru hattında sızıntı, yangın ve taşma	30.04.2006	Petrokimya	Petrol, benzen ve saf nafta, gaz yağları, yanıcı yağ	eMARS
55	0047	Damıtma kolonundan heptan salınımı	23.08.2007	Genel kimyasal üretimi	Heptan	eMARS
56	0953	Rafineri kraker biriminde salınım	23.08.2008	Petrokimya	Vanadyum, Nikel, Kükürt, Azot, Klor	eMARS
57	6036	Petrokimya tesisinde düşük kükürt dioksit emisyonu	2009	Petrokimya	Kükürt dioksit	VARO
58	5821	Kimya tesisinde kükürt dioksit emisyonları	2009	Genel kimyasal üretimi	Kükürt dioksit	VARO
59	0983	Amonyak fabrikasının fırınının patlaması	26.06.2009	Kimyasal tesis	Doğal gaz	eMARS
60	0908	Piroliz benzin sızıntısı	23.12.2009	Petrokimya	Piroliz benzin	eMARS
61	0212	Filtre arızası nedeniyle etilen dibromür kaybı	11.02.2010	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Etilen dibromür	eMARS
62	0888	Çinko ditiyofosfat fabrikasında salınım	24.06.2010	Kimyasal Tesis	Hidrojen sülfür	eMARS
63	0879	Çam yağı ve terebentin rafineri tesisinde patlama	15.09.2010	Genel kimyasal üretim	Terebentin	eMARS

64	0875	Bir reaktör kabında salınım	21.09.2010	Genel kimyasal üretimi	Hidrojen klorür	eMARS
65	1030	Flanşta akrilik asit sızıntısı	25.12.2010	Kimyasal Tesis	Akrilik asit	eMARS
66	0139	Amin geri kazanım ünitesinde patlama ve yangın	02.06.2011	Petrokimya	Amin	eMARS
67	0980	Parçalanmış gaz kompresöründe yangın	22.12.2012	Petrokimya	Motor yapı, Etilen	eMARS
68	0120	Kimyasal tesisten merkaptanların salınımı	06.02.2013	Kimyasal Tesis	Çinko dialilditiofosfat	eMARS
69	0934	Eleme tesisinde yangın	26.03.2013	Patlayıcı üretimi	Patlayıcı	eMARS
70	0941	Nitrik asit buharı zehirlenmesi	26.04.2013	Kimyasal tesis	Nitrik asit	eMARS
71	0168	Atıksu arıtma tesisinde klor salınımı	29.01.2014	Kimyasal işlemlerle metal işleme	Sodyum hipoklorit	eMARS
72	0190	Amonyak zehirlenmesine bağlı bir ölüm	21.02.2014	Kimyasal tesis	Amonyak	eMARS
73	0942	Patlayıcı üretim tesinde patlama	28.02.2014	Patlayıcı üretimi	Patlayıcı	eMARS
74	0209	Magnezyum nitrat üretimi sırasında salınım	27.07.2014	Kimyasal tesis	Nitrik asit-magnezit süspansiyon	eMARS
75	0057	Kimyasal tesis tarafından yayılan keskin koku	06.09.2014	Kimyasal tesis	Etil akrilat	eMARS
76	0956	Piroteknik atölyesinde patlama	31.08.2015	Havai Fişek Üretimi	Patlayıcı madde	eMARS
77	0029	Üretim sırasında konteyner değiştirirken sızıntı	2016	Genel kimyasal üretimi	Formik asit	VARO
78	0006	Poliüretan köpük fabrikasında yangın	29.03.2016	Diğer ürünlerin imalatı	Dimetilsikloesilamin-pentan	eMARS
79	07/2016	Sıvı atık için yapılan belirsiz bağlantılar nedeniyle patlama	07.2016	Kimyasal Tesis	Duman, Baca gazı	DECHEMA

80	1085	Personelin hidrojen sülfüre maruz kalması	12.10.2016	Petrokimya	Hidrojen sülfür	eMARS
81	02/2017	Isı transfer cihazında yangın	02.2017	Gıda Üretimi	-	DECHAMA
82	1108	Detonatör üretiminde patlama	07.05.2017	Patlayıcı üretimi	Pentaeritritol tetranitrat	eMARS
83	1133	Farmasötik hammadde üreten tesiste tank vagonundan salınım	14.11.2017	Genel kimyasal üretimi	Karbon disülfür	eMARS
84	1110	Trikloroizosiyanürik asidin dökülmesi ve kimyasal ayrışması	21.08.2018	Genel kimyasal üretimi	Trikloroizosiyanürik asit	eMARS
85	1153	Köpük üreticisinde poliüretan köpük blokta yangın	29.11.2018	Kimyasal tesis	-	eMARS
86	1193	Plastik üretim fabrikasında VCM gazının salınımı	13.12.2018	Kimyasal tesis	Vinil Klorür Mono-meri	eMARS
87	1190	Sentetik reçine üretim tesisinde salınım	08.06.2019	Kimyasal tesis	Etil asetat	eMARS
88	1217	Rafinerinin damıtma ünitesinde yangın	20.12.2019	Petrokimya	Benzin, Hidrokarbonlar	eMARS
89	1259	Hidrojen Florür üretim tesisinde salınım	07.08.2020	Kimyasal tesis	Hidrojen Florür	eMARS
90	1304	Hekzan buharının patlaması	05.07.2021	Gıda ürünleri ve içecek imalatı	Hekzan	eMARS
91	1248	Üretim tankında salınım	11.07.2021	Gübre Üretimi	Amonyak	eMARS

Ek 2-Tablo 2. Proses kazalarına sebep olan faktörler

No	Kaza No	Kaza Adı	Kazalara Sebep Olan Faktörler
1	0641	Elektrik kablosuna kasıtsız metanol dökülmesi	1. Elektrik sistem odasında çalışanın yanlışlıkla elektrik kablosuna metanol dökmesi
2	0708	Tesisin sıcak su püskürtme sisteminde klor salınımı	2. Valf gövdesinin kilitlemeyi geçersiz kılacak şekilde zorla gevşetilmesi 3. Çalıştırılan işçilerin yabancı olması ve dil bilmemesi nedeniyle iletişim eksikliği yaşamaları
3	0581	Reaktörde ani yangın kazası	4. Sıcaklık kontrol sisteminin sıcaklığın yükselmesini göstermemesi 5. Kontrol odası operatörünün bilinçli olarak büyük kaptan daha küçük kaba boşaltma talimatı vermesi ve standart dışı işlem gerçekleştirmesi
4	0582	Piridin bileşiğini oksitlemek için kullanılan reaktörün patlaması	6. Operatörün reaktöre hızlandırılmış peroksit ilavesi yapmasının sonucunda ekzotermik reaksiyon oluşması 7. Operatörün çalışma talimatlarını izlemesine rağmen açmaması gereken vanaları açması 8. Tesisin tasarımının yeterli olmaması 9. Tesis süreç analizlerinin yetersiz olması
5	0416	Reaktör kondansatöründe kaçak reaksiyon ve patlama	10. Çalışanın asitlerin verilmesi sırasını yanlışlıkla tersine çevirmesi 11. Tehlikeli maddelerle ilgili şirket prosedürlerinde eksikliklerin olması
6	0812	Ekstraksiyon sırasında halka açık kanalizasyona sızıntı	12. Kapatılması gereken tahliye hattı valfinin operatör tarafından açık bırakılması 13. Kaçan tolueni boşaltma tankına gönderen algılama sisteminin etkinleşmemesi
7	0250	İki kimyasalın yanlış karışımıyla toksik salınım	14. Operatörün 17 yaşında deneyimsiz, yeni olması ve karıştırma işinin ona verilmesi 15. Operatörün iki kimyasalı karıştırırken deneyimsiz olduğu için yanlışlıkla sodyum sülfat yerine sülfürik asit alması 16. Proses güvenliği için hiçbir denetimin yapılmaması 17. Karıştırma odasında ekzotermik reaksiyonlar için hiçbir önlemin mevcut olmaması 18. Karıştırma faaliyetlerinin deneyimsiz kişiler tarafından yapılmaması gerektiği kanun maddelerinde olmasına rağmen bu yönetmeliğe uyulmaması
8	0822	Hidrokraker ünitesinde patlama ve yangın	19. Sıvı hattındaki kontrol vanasının bir operatör tarafından eğitimsiz olduğu için yanlışlıkla açılması

			20. Operatörün yetersiz eğitim almış olması 21. Prosedürlerin etkinlik için uygun olmaması 22. Tesisin yetersiz tasarım kapasitesinden dolayı operasyonel zorluklardan kaçınmak için alarmların bağlantısının kesilmiş olması
9	0314	Hidrokarbonun gaz bulutu salınımı	23. Pompanın emiş hattındaki bağlantının operatör tarafından hatalı yapılması 24. Personelin eğitiminin yetersizliği 25. Bakım prosedürlerinin yetersiz olması
10	0586	Toz kurutucuda patlama	26. Kurutucu rögar kapağının tam olarak kapatılmaması 27. Güvenlik kültürü eksikliği 28. Operasyonel prosedürlerin yetersiz olması 29. Kurutucu sistemin otomatik tahliye ve alarm sisteminin olmaması
11	0421	Reaktörde yangın ve patlama	30. Personelin bir reaktörde yanlış karıştırma işlemi gerçekleştirmesi 31. İşletme prosedürlerinin iyi tanımlanmaması 32. Personelin eğitiminin yetersizliği 33. Tesiste dahili bir acil durum planının olmaması
12	0253	Polivinilklorür (PVC) üretimi sırasında kaza	34. Operatörün yeterli amonyak kullanmaması ve süspansiyonun pıhtılaşmasına sebep olması 35. Sıcaklık sensörünün mevcut olmaması 36. Yüksek basınç ulaşıldığında buhar beslemesini otomatik kapatacak bir basınç anahtarının olmaması 37. Proses sırasında PH kontrolü yapacak düzenli bir örnekleme alacak bir prosedür olmaması
13	0321	Nitrik asit tesisinde azot oksit sızıntısı	38. Operatörün üniteye eksik basınçsızlandırma uygulaması 39. Çalışma prosedürlerinin yetersiz olması 40. Yetersiz tesis tasarımı nedeniyle sekonder hava kompresörü hattında engelleyici bir araç olmaması 41. Proses analizinin yetersizliği
14	0828	Doğalgaz tasarruf istasyonunda patlama ve yangın	42. Operatörün vanaların kapalı olup olmadığını bilmemesi 43. Proses analizinin yetersizliği 44. Vaporizatör brülerine hava girişinin konumunun yetersizliği

15	0712	Pestisit tesisinde klorlama kazası	45. Sıcaklık sensörünün bloke edilmesi ve bağlantısının yeniden kurulmaması 46. Proses sıcaklığının operatörler tarafından başka şekillerde kontrol edilmemesi 47. Reaktörün tahliye kapasitesinin yetersizliği 48. Emniyet yönetim sistemlerinin yetersizliği 49. İnsan-makine haberleşme sisteminin yetersizliği 50. Sıcaklık-klor ilave oranı kontrol sistemlerinin yetersizliği 51. Kontrol odası ile üretim holünün doğrudan erişiminin olması ve yanıcı gazların bu odaya salınması
16	0330	Hidrojen klorür salınımı	52. Operatörün çalışma talimatlarına uymayarak ekleyeceği bakır ftalosiyani çok hızlı eklemesi 53. Köpük sensörünün köpük yükselirken reaksiyon kesecek şekilde olmaması
17	0566	Ham madde varillerinin ön ısıtmasında kullanılan su banyosu kazası	54. Operatörün çalışma talimatlarına rağmen buhar vanasını kapatmayı unutması 55. Su banyosunun ısıtılması tesis tasarımının yetersizliğinden sıcak su yerine doğrudan buharla yapılması 56. Proses analizinin yetersizliği
18	0342	Selüloz nitrat üretiminde karışımın kanalizasyon tankına dağılımı	57. Çalıştırma talimatlarına rağmen bir işçinin yanlış bir küresel vana açması 58. Kuruluşun çalışanlarının eğitim yetersizliği 59. Acil durum planlarında eksikliklerin olması
19	0343	Temizleme valfinden lityum salınımı	60. Fişi çıkarma girişiminde operatörün hata yapması
20	0261	Bir reaksiyon kabının patlaması ve yangın	61. Operatörün kaba 20 ton yerine 40 ton karışım eklemesi 62. Personelin yetersiz eğitimi 63. Organizasyon prosedürlerinin yetersizliği 64. Şirket güvenlik prosedürlerinde eksikliklerin olması 65. Havalandırmaların ve emniyet valflerin boyutlarının yetersizliği 66. Reaksiyonun kimyasal karışımının tarifinde hatalar 67. Reaksiyonun kimyasal karışımının kontrolünün yapılmaması 68. DCPD içeren karışımların reaksiyon davranışı hakkında yetersiz bilgi
21	0354	Pigment üretiminde kimyasalların salınımı	69. Operatörün karıştırma aparatı olmadığını gözlemlemesine rağmen cihazı devreye sokması

22	0661	Keton rengi üretiminde zehirli sızıntı	70. İşçinin karışıma yanlışlıkla su eklemesi 71. İşçinin valfi yanlış çalıştırması 72. İşçinin vanayı ani bir şekilde kapatması ve sonucunda basınç oluşumu
23	0663	Hortum-fiş bağlantısında asetilen tutuşması	73. Tahliye borusunun kaymasının operatör tarafından denetlenmediği için farkedilememesi
24	0026	Vagondan klor sızıntısı	74. Operatörün yetersiz eğitimi 75. Operasyonel talimatların yetersizliği 76. Operatörün yanlış bileşenler kullanması
25	0460	Polimerizasyon prosesinde kaçak reaksiyon	77. Tesisin ve prosesin kötü yönetilmesi 78. Yönetim prosedürlerinin yetersizliği 79. Risk değerlendirmesinin yapılmamış olması 80. Operatörün sıcaklığı kontrol etmemesi
26	0670	Bir vakumlu kurutucudan izoproturon salınımı	81. Operatör tarafından filtre kapağının açılması 82. Çalışma talimatlarının yetersizliği 83. Acil durumla ilgili personelin eğitimsizliği 84. Patlayıcı madde ile ilgili güvenli koşullarda eksikliklerin olması
27	0607	Rafinerinin iki farklı biriminde kaza	85. Operatörün cihaz göstergelerini yanlış yorumlaması 86. Eğitim prosedürlerinin eksikliği 87. Yazılı prosedürlerin ve talimatlarda eksikliklerin olması 88. Çalışma izinlerindeki eksiklikler 89. Operatör tarafından alarmların gereksiz şekilde susturulması
28	0736	Tankın taşması ve salınım	90. Rutin bir işlem sırasında operatörün doldurma valfini kapatmaması 91. Çalıştırma talimatlarında eksikliklerin olması 92. Personelin eğitiminin eksikliği
29	0682	Dimetil sülfat salınımı	93. Transfer pompasının arızalanması 94. Göstergelerin arızayı belirtmesine rağmen sorumlu çalışanın gerekli önlemi almadan sadece durumu kaydetmesi
30	0769	Soğutma ekipmanının sökülmesi sırasında amonyak salınımı	95. Operatörün su borusunu çıkaracağına amonyak borusunu çıkarması 96. Riskli alanların belirtilmemiş olması 97. Doğru ekipmanların mevcut olmaması

31	0685	Yüksek basınçlı hidrojenasyon tesisatında patlama ve yangın	98. Personelin pompa debisini ayarlama yanlış işlem hatası yapması 99. Operasyon denetimlerinde eksikliklerin olması 100. Basınçlı ekipman tehlikeleri ile ilgili talimat eksikliği 101. Personel eğitimlerinde eksikliklerin olması
32	0772	Kimyasal tesiste reaktörün patlaması	102. İşletmede hammadde varillerinin etiketlemesinin yanlış yapılması 103. Organizasyon yönetiminin yetersizliği 104. Personelin güvenlik konusunda bilgi yetersizliği
33	0794	Kontrol aparatının arızalanmasıyla proses atık suyunun nehire salınımı	105. Kontrol aparatının arızalanması 106. Operatörün izleme cihazlarının işleyişini periyodik olarak kontrol etmemesi
34	0797	Vananın açık unutulmasıyla Javel suyunun nehire salınım	107. Operatörün vanayı kapatmayı unutması
35	0060	Gaz tesisi patlaması	108. Yağ pompasının arızalanması ve ünite üzerinde buz oluşması 109. Operatörlerin düşük sıcaklıklar hakkında ne yapılması gerektiği ile ilgili bilgilerinin olmaması 110. İşletmenin alarm sistemlerinin ve alarm sayılarının yetersiz olması
36	0530	Açık bırakılan valften yanıcı sıvı kaybı	111. Operatörün izolasyon vanasını açık bırakması 112. Vanaların kapalı olduğuna dair standart kontrolün yapılmaması
37	0808	Fabrikadan kimyasal madde salınımı	113. Operatörün kasıtlı bir şekilde konteynerları nehire boşaltması
38	0802	PVC üretim biriminde salınım	114. Emniyet plakası bağlantılarından birinin operatör tarafından takılmaması 115. Güvenlik plakasının tasarım hatası
39	0532	ISO tank konteynerinde erimiş sodyumun kontrolsüz salınımı	116. 3 vardiyada gerçekleştirilen işte çalışanların arasındaki iletişim problemi 117. Tankın havasının boşaltılmasının ihmal edilmesi 118. Gündüz vardiyası amirinin risklerin ve doğru prosedürün farkında olmasına rağmen bunları takip etmemesi 119. Operatör tarafından güvenli olmayan bir yöntemin uygulanması
40	0547	Fenol depolama tankının salınımı	120. Operatörün valfi yanlış konumlandırmasından dolayı Fenol depolama tankının aşırı doldurulması 121. Manuel müdahaleye dayanan korumaların zayıf tasarımının insan hatasına açık olması

			122. Seviye ölçüm sisteminin zayıf tasarımı 123. Güvenlik sistemlerinin tasarımının yetersizliği
41	03/2002	Kesikli reaktörden ürün boşaltılması sırasında çalışanların korozyona uğraması	124. Çözücünün yüksek su içeriğinin belirlenmesinin operatör tarafından ihmal edilmesi 125. Analiz sonuçlarının beklenmemesi 126. Rögarın geçici olarak kapanması 127. Karıştırıcıyı çalıştırmadan anhidritin devreye girmesi 128. İlk iş eğitimi ve çalışanların kapsamlı eğitiminde eksiklerin olması 129. Çalışma talimatlarına uyulmaması
42	0620	Petrol ürünleri fabrikasında patlama	130. Tesis prosesinin yetersiz olması 131. Operatörün iki buhar manuel vanayı kapatmasından dolayı buhar akışının kesintiye uğraması
43	0716	Tahliye borusundan yanıcı maddelerin salınması	132. Bir operatörün, başka bir operatörün yakınında yüksek sıcaklıkta yanıcı maddelerin salınmasına yol açan yanlış bir ünite üzerinde çalışma gerçekleştirmesi 133. Kontrol odası ile kurulumlar üzerinde çalışan operatörler arasında iletişim eksikliği 134. Yönetim organizasyon eksikliği 135. Çalışma prosedürlerinde eksiklikler 136. Personel eğitim eksikliği 137. Denetim eksikliği
44	0275	Hidrojen klorür gaz bulutu salınımı	138. Operatörün blok emniyet vanasını kapatmayı unutması ya da emri tam anlayamaması 139. Organizasyonel prosedür eksiklikleri 140. Personel eğitiminin yetersizliği
45	06/2003	İki cam dolgulu kolonun yanması	141. Nitrojenin damıtma aşaması için gereken vakum sistemine yanlış bağlantı yapılması 142. Ölçüm kontrol ve düzenleme cihazlarının mevcut olmaması
46	26363	Kimyasal tesiste vinil klorür sızıntısı	143. Operatörün vakumdan önce devresindeki gaz giderme vanasını kapatmayı ihmal etmesi 144. Çok deneyimli proses izleme operatörünün denetleme hatası 145. Polimerizasyon atölyesinin otomasyon kaynağı seviyesinin düşük olması, manuel işlemlerin çokluğu

47	0401	Amonyak tesisinde arsenik III oksit salınımı	146. Çek valfin arızalanması 147. İki farklı basınç aşaması sisteminin operatör tarafından bölünmemesi
48	4443	Hidrojen fırınında yangın	148. Doğalgaz ve nitrojen hatları arasındaki ara bağlantı hattındaki aksaklıklar 149. Ekipman hasarı, ekipmanın malzeme ve yapısındaki arızalanması 150. Çok soğuk olan reformer tüplerine nitrojen yerine doğalgaz verilmesi ve böylece reformer tüplerinin tıkanması 151. Operasyon planlamasındaki eksiklikler 152. Hatlardaki ara vananın yanlışlıkla açık bırakılması 153. Personelin tehlike tanımlama ve değerlendirmede eğitim eksikliği
49	0043	Nafta kraker fırınında yanlış işlem sonucu operatörlerin yanması	154. Daha önce de bu şirkette kazalar yaşandığı için güvenlik kültürü sorunu olması 155. Operatör olmak için eğitimde olan işçinin otomatik vanadan tahliye sistemini açması 156. Eğitim programına devam eden iki operatörün herhangi bir gözetim olmaksızın görev yapması 157. Yazılı talimat prosedürlerinin olmaması, sözlü emir gerçekleştirme talimatı 158. Vardiyada fırın işlemlerinde manuel görevlerin yeni eğitimde olan kişiler tarafından yapılması kararının verilmesi (yeterli bilgiye sahip olduklarının düşünülmesi)
50	0229	Asidin baz ile nötralizasyon işleminde patlama	159. Nötralizasyon işlemi için yetersiz dozajda katı sodyum hidroksit kullanılması (operatör deneyimli biriydi, görevi tam yerine getirmemesi) 160. Patlayıcı ortam dedektörü, yangın alarmları, otomatik yangın söndürücü gibi ekipman kaynaklarının mevcut olmaması
51	1054	İkincil benzen kirliliği	161. İşçilerin hidrojen peroksiti reaktöre çok hızlı dökmeleri nedeniyle patlama oluşması 162. Yazılı prosedürlerin izlenmemesi 163. Operatörlerin yeterli eğitiminin olmaması
52	1056	Fosgen sızıntısı	164. Sirkülasyon pompasının arızalanması, çalışmaması 165. Operatör tarafından yanlış işlemler uygulanması nedeniyle toksik gazların sızıntısı oluşması 166. Yazılı ve güncel operasyonel prosedürlerin yetersizliği
53	0636	Zehirli atık suyun kanalizasyon ve nehre taşması	167. Sinyalizasyon cihazının arızalanması 168. Operatörün işletim yönergelerine uymaması 169. Atık suyun pompalanması sırasında sorumlu çalışanın dikkat yetersizliği

54	0627	Boru hattında sızıntı, yangın ve taşma	170. Borunun yüzeyinde meydana gelen korozyondan dolayı borunun delinmesi 171. Operatörün çalışma sırasında uygun güvenlik önlemlerini almaması 172. Tehlikeli maddeler içeren buharlı boruların aynı demet içinde olması, yetersiz tasarımı 173. Yardımcı boruların boru yerleşiminin ürün transfer borularıyla karıştırılması 174. Personelin yetersiz eğitimi 175. Kurum içi güvenlik kültürü eksikliği 176. Emniyet yönetim sistemleri prosedür eksikliklerin olması 177. Boru hatlarında termal reaksiyon vanalarının mevcut olmaması 178. Kritik boru hatlarında acil durum izolasyon vanalarının yetersiz olması
55	0047	Damıtma kolonundan heptan salınımı	179. Operatörün yanlış hortumu seçip kullanması 180. Operatörün yanlış seçtiği hortumun bağlantısını yanlış yapması
56	0953	Rafineri kraker biriminde salınım	181. Kontrol panelindeki arızayı tespit eden tanı alarmı eksikliği 182. Paneldeki valfin durumunun sağıdaki gerçek valf konumu ile uyuşmaması 183. Hidrolik paketlerde iç sızıntı nedeniyle valflerin sürüklenmesi 184. Panel operatörünün durumu anlamaması ve kapanmayı önlemeye çalışması 185. Kontrol odası operatörlerinin durumu doğru değerlendirememesi 186. Panelde başrolü üstlenen olmaması, operasyonel rolün belirlenememesi, etkileşim eksikliği 187. Etkinleşen otomatik kapanma işlevinin olmaması 188. Risk değerlendirmelerinin ve güvenlik yönetim sistemlerinin eksikliklerinin olması 189. Personelin acil durum prosedürleri hakkında eğitim eksikliği
57	6036	Petrokimya tesisinde düşük kükürt dioksit emisyonu	190. Operatörün devre üzerinde koruma ölçümü alırken herhangi bir ön alarmı ayarlamaması 191. Yüzey ölçüm korumalarının çalışma prensiplerinde operasyonel güvenlik eksikliklerinin olması
58	5821	Kimya tesisinde kükürt dioksit emisyonları	192. Personelin eğitim, öğretim ve oryantasyonda ki eksiklikleri 193. Sıvı ve gaz borularını birbirine bağlayan vananın yanlış açılması 194. Gaz alarm sensörlerinin çalışmaması 195. Kükürt dioksit tahliye vanası için talimat eksikliği

			196. Kükürt dioksit devreden çıkarma sahası ile kontrol odası arasında iletişim eksikliği
59	0983	Amonyak fabrikasının fırınının patlaması	197. Vardiya şefinin gaz kaynağını açmadan önce tüm brülörlerin kapalı olduğunu sandığı için kontrol etmelerini istemeden vanayı açması 198. Brülör vanalarının arızalanmasından dolayı tesisatın boşaltılması sırasında açık kalması 199. İşleme başlamadan önce devrenin tamamının otomatik olarak kontrol edilmemesi
60	0908	Piroliz benzin sızıntısı	200. Çamur pompasının yanlışlıkla açılması 201. Organizasyonel prosedürlerde eksikliklerin olması
61	0212	Filtre arızası nedeniyle etilen dibromür kaybı	202. Flanş bağlantısındaki civataların düzensiz gerilmeye sebep olması 203. Emniyet valfi flanş yüzünün doğru teknik özelliklere sahip olmaması 204. Schenk filtresinde doğal titreşim 205. Operatörün proses kontrol bilgisayarındaki basınç yükseliyor mesajını 45 dak farketmemesi
62	0888	Çinko ditiyofosfat fabrikasında salınım	206. Bir çalışanın hidrojen sülfür içeren rekatör valfini açması 207. Egzoz buharının çatlak olan cam kaba akması 208. Vakum-damıtma kontrol sisteminin uygunsuz yönetilmesi 209. Personelin güvenlik eğitiminin yetersizliği
63	0879	Çam yağı ve terebentin rafineri tesisinde patlama	210. Havalandırma borusunun kör küreğinin çıkarıldığını bilen tek işçi başka yerde bir tane daha olduğunu düşünmesi 211. Taşeron işçilerin çalıştırılması ve aralarındaki iletişim yetersizliği 212. Tesiste güvenlik denetimi eksikliğinin olması 213. Risk değerlendirmesi yönetiminde eksikliklerin olması 214. Tesis içi sorumlulukların iyi tanımlanmaması 215. Terebentin kabında kaynak işi yapılırken iş planlaması yetersizliği nedeniyle patlama olması
64	0875	Bir reaktör kabında salınım	216. Operatörün ölçüm vanasının kapalı olup olmadığını kontrol etmeyi unutması 217. Reaktör kabında aşırı su ölçümünden kaynaklı bir cam soğutucunun kırılması ve ürünün soğutma devresinden dışarı sızması
65	1030	Flanşta akrilik asit sızıntısı	218. Civataların titreşim nedeniyle gevşemesi

			219. Yanlış ölçen basınç göstergesinin değiştirilmesi yerine talimat belirsizliği nedeniyle başka bir basınç göstergesinin kaldırılması
66	0139	Amin geri kazanım ünitesinde patlama ve yangın	220. Prosedürlerin amaca uygun olmaması 221. Prosedürlerin rutin olarak göz ardı edilmesi 222. Tesiste güvenli yönetim sisteminin olmaması 223. Risk değerlendirmelerinin yetersizliği 224. Resmi çalışma talimatlarının olmaması 225. İki potansiyel tutuşma kaynağının oluşturduğu risklerin tam olarak anlaşılabilmesi 226. Tesiste yer alan yüklenici firmaların denetlenmesi ve yönetiminde eksiklikler 227. Personel eğitiminin yetersizliği 228. Olaydan iki gün önce gaz testinde tespit edilen patlayıcı atmosfer olması gerçeği işi planlayan ve yürüten kişiler tarafından paylaşılmaması ve harekete geçilmemesi
67	0980	Parçalanmış gaz kompresöründe yangın	229. Kompresör güvenlik cihazının arızalanması 230. Çek valfin tıkanması nedeniyle kompresörün düzgün izole edilememesi 231. Kompresörün üçüncü aşamasında bir darbeli anahtarın unutulması 232. Dahili acil durum planları talimatlarının yetersizliği 233. Kompresör güvenliği ve diğer güvenlik önlemleri ile ilgili personel eğitimi yetersizliği
68	0120	Kimyasal tesisten merkaptanların salınımı	234. İşçinin yanlışlıkla devirdaim pompası yerine hizmet dışı bırakılan ayar tankı karıştırıcısını çalıştırması 235. Sahada kontrol için gezen personelin kontrol panelindeki gösterge ışığının yanmasını ve karıştırıcının çalıştığını farketmemesi 236. Operatör gözetim ve müdahale prosedürlerinin yetersizliği 237. Personelin acil durumlar için eğitim yetersizliği
69	0934	Eleme tesisinde yangın	238. Makineler çalışırken personelin içeri girmesini önleyici prosedürlerin eksikliği 239. İşlemi gerçekleştiren operatörlerden birinin eğitiminin tamamlanmamış olması 240. Elek yuvasını sabitleyen somonun işlem sırasında yavaş yavaş gevşemesi 241. Operatörün ekipman arızasını fark etmesine rağmen makineyi kapatmadan sorunun nedenini araştırmaya devam etmesi
70	0941	Nitrik asit buharı zehirlenmesi	242. İşçinin talimatlara uymadığı için yanlışlıkla asitler için tasarlanmamış kabı kullanması

			243. Asitli kapların taşınmasının vardiya sorumlusu tarafından denetlenmemesi (talimatı yok) 244. İşçilerin eğitiminin yetersizliği 245. Operasyonlarla ilgili talimat ve prosedürlerin yetersizliği
71	0168	Atıksu arıtma tesisinde klor salınımı	246. İki kişi beraber yapması gereken görev için bir kişinin geç gelmesi ve diğerinin işleme başlaması 247. Dolum sırasında işçinin tesisi başıboş bırakması 248. İşçinin yaptığı faaliyetleri ustabaşına haber vermeden kayıt altına alması
72	0190	Amonyak zehirlenmesine bağlı bir ölüm	249. Personel tarafından güvenlik prosedürlerine uyulmaması 250. Operatörün manuel kapatma vanalarını kontrol etmeden açık bırakması 251. Personel eğitimlerinin yetersizliği 252. Yüklenici şirket çalışanları ile ilgili kontrol sisteminin olmaması
73	0942	Patlayıcı üretim tesinde patlama	253. İşçinin iş güvenliği talimatlarına aykırı hareket etmesiyle mekanik darbeye neden olması 254. Personelin eğitiminin yetersizliği 255. Çalışma talimatları prosedürlerinin açık ve net olmaması 256. Emniyet yönetim sistemlerinin yetersizliği
74	0209	Magnezyum nitrat üretimi sırasında salınım	257. Magnezit ve nitrik asit sentez reaksiyonunun yanlış yönetilmesi 258. Reaktör içindeki reaktör karışımının sıcaklık seviyesinin izleyen kayıt cihazının olmaması 259. Güvenlik koruyucu giysilerin giyilmemesi 260. Kişisel koruyucu ekipman kullanma zorunluluğunun talimatlarda ve piktogramlarda olmaması
75	0057	Kimyasal tesis tarafından yayılan keskin koku	261. Vardiya arası tankın doluluğu ve üretim hakkında bilgi verilmemesi 262. Vardiya değişerek yeni gelen kişinin tankın boş olduğunu düşünerek kontrol etmemesi 263. Vardiya ustası önceki vardiyanın vakum pompasını kapatmayı unuttuğunu düşünerek pompayı kapatmaya karar vermesi 264. Talimatlara tam uyulması konusunda personelin eğitiminin yetersizliği 265. Tankın tahliye borusundaki açma kapama valfinin eksikliği

76	0956	Piroteknik atölyesinde patlama	266. Bir işçinin üretim örneklerini taşıırken çarpması sonucu patlama oluşması 267. Güvenlik önlemlerinde eksikliklerin olması 268. Tesis içinde depolama alanları ve diğer kurulumlar arasındaki mesafelerin yakın olması 269. Piroteknik malzemelerin taşınması için güvenlik prosedürlerinin olmaması
77	0029	Üretim sırasında konteyner değiştirirken sızıntı	270. Talimat verilmiş olmasına rağmen işçinin tahliye vanasını kapatmayı unutması 271. Valflerin doğru tanımlanabilmesi için talimat eksikliğinin olması 272. Valflerde herhangi bir işaretleme sisteminin olmaması 273. Personelin eğitim ve oryantasyon eksikliğinin olması
78	0006	Poliüretan köpük fabrikasında yangın	274. Yanıcı bir maddenin olduğu güvenli olmayan bir alanda lehimleme yapılması 275. Gerçekleştirilen işi belirleyen özel bir prosedür olmaması 276. Kıvılcım veya yanmayı önlemek için lehimleme yapılan yerin uygun ekranlarla kapatılmaması 277. Acil durumlar için yangın söndürücülerin yakınlarda olmaması 278. Yanıcı malzemelerin üretim alanında yapılan işlem için çalıştırılan taşeron firmanın seçilmesi için kriterlerin belirlenmemesi 279. Dış firma çalışanlarının eğitimlerinin kontrol edilmemesi 280. Güvenlik yönetim sistemlerinin hiçbir zaman denetlenmemesi
79	07/2016	Sıvı atık için yapılan belirsiz bağlantılar nedeniyle patlama	281. Üreticinin renk kodlarını ters sırada uygulanmasından dolayı konteynerin hatalı bağlantısı 282. Üreticinin bağlantı parçaları için yeterli etiket uygulamaması
80	1085	Personelin hidrojen sülfüre maruz kalması	283. Sabah vardiyası operatörünün reaktördeki hidrojen sülfür seviyesinin yüksek olduğunu deftere kaydetmeyi unutması 284. Sabah vardiyası operatörünün reaktördeki hidrojen sülfür seviyesinin yüksek olduğunu öğleden sonra vardiyası operatörüne bilgi vermeyi unutması 285. Öğleden sonra vardiyası personelinin yetersiz oluşu 286. Vardiya liderinin izinli oluşu ve yerine başka bir vardiyadan bir koordinatörün konulması 287. Vardiya koordinatörü yerini üçüncü bir kişiye devrederken vardiya personeline bilgi verilmemesi

			288. İş gerçekleşirken 2 stajyer öğrenci yerde beklemesi söylenmesini yanlış algılamaları ve tanka tırmanmaları 289. Personelin koruyucu ekipmanlarını yanlarında getirmemesi 290. Acil durum organizasyonunda eksiklikler 291. Acil durum ekipmanı kullanımı konusunda yetersiz eğitim 292. Personelin yüksek yapılardan nasıl kurtarılacağı konusunda yetersiz planlama 293. Saha içinde çalışmayan telsizlerden dolayı iletişimin kurulamaması
81	02/2017	Isı transfer cihazında yangın	294. Çalışan çalışma prosedürlerine uymayarak amirine danışmadan işlem yapması 295. Çalışanın besleme sırasında ürünün kendine doğru akmasını engellemek için kapalı gaz yolunu açması
82	1108	Detonatör üretiminde patlama	296. Operatörün çelik anahtar yardımıyla flanşın üzerindeki civatayı döndürmesi nedeniyle sürtünme olması 297. Personel talimatlarının yetersizliği 298. Patlayıcıların kullanımı ve olası sonuçlar hakkında personel eğitimi yetersizliği
83	1133	Farmasötik hammadde üreten tesiste tank vagonundan salınım	299. Firma ile tanklardan sorumlu personel arasında iletişim eksikliği 300. Tanklardan sorumlu personelin bilgi eksikliğinden dolayı aktarma işlemini bitti varsayması 301. Metal hortumun yanlış takılması sonucu maddenin serbest kalması 302. Tesis içinde doğru uygulamalar hakkında farkındalık eksikliğinin olması 303. Karbon disülfürün iki depolama tankına aktarılması gerekirken personelin bunu ara depolama tankına boşalttığının farkında olmaması 304. Tesis kurulumunun standartları karşılamaması
84	1110	Trikloroizosiyanürik asidin dökülmesi ve kimyasal ayrışması	305. Asit yüklü paketin yanlış yere ağzı tam kapatılmadan konması 306. Şiddetli fırtına sonucu torbanın açılıp içindeki maddenin su ile reaksiyona girmesi 307. Atık malzemelerin saklanacağı bir deponun olmaması 308. Personel eğitiminin yetersizliği 309. Saha operatörleri ve atık ürünlerle sorumlu kişiler için güvenlik prosedürlerinin olmaması
85	1153	Köpük üreticisinde poliüretan köpük blokta yangın	310. Sıcaklık izleme probunun başlangıç alanında olması gerekirken sona konması nedeniyle sıcaklık artışını tespit edememesi

			311. Tolüen diizosiyanat konsantrasyonunu önlemek için poliol eklenmemesi
86	1193	Plastik üretim fabrikasında VCM gazının salınımı	312. Vananın dağıtım sistemindeki -3 derece sıcaklık yüzünden oluşan tıkanıklık ve sonucunda emniyet valfinin açılması 313. Operatör valfin sebep olduğu VCM'nin havaya salınmasını fark etmemesi 314. Serbest bırakmanın 5 saat sürmesini sağlayan valfin tutarsızlık tespit edici alarm ile donatılmamış olması 315. Egzozun VCM'yi ölçen araçlar ile donatılmaması 316. Operasyon ekibinin eksik talimatlar ve kontrol odasındaki ekranlardaki bilgi eksikliği nedeniyle olayı yanlış algılamaları 317. Tesisin yedek personelin devam eden olay hakkında bilgilendirilmemesi 318. Tesiste VCM'nin serbest kalmasını varsayan risk analizlerinin olmaması
87	1190	Sentetik reçine üretim tesisinde salınım	319. Sabah vardiyasındaki işçilerin katı peroksiti yanlış tanka koymaları 320. Reaktör kabı tanklarının etiket sisteminin olmaması 321. İşçileri kritik dozajlar, ilaveler için vardiya sorumlusunun kontrolünü sağlayan bir prosedürün olmaması
88	1217	Rafinerinin damıtma ünitesinde yangın	322. Operatörün boru biçimli muylunun başka bir muyluyla karıştırması sonucunda doğru kontrolü yapamamış olması 323. Kontrol odası operatörlerin alt patlama sınırını farketmemesi 324. Kontrol odası operatörlerinin alarmları başka birimin süreçlerini gösterecek şekilde filtrelemiş olmaları 325. Kontrol odasındaki yanıp sönen ışık sinyalini farklı yorumlamaları
89	1259	Hidrojen Florür üretim tesisinde salınım	326. Tesis çalışanlarının çalan alarmın yanlış ölçüm olduğu sonucuna varıp dikkate almamaları 327. Çalışanların besleme hattının kapandığını farketmemesi 328. Özel güvenlik önlemlerini belirleyen yapılandırılmış bir risk değerlendirmesinin olmaması 329. Alarm sisteminin yetersiz olması 330. Sirkülasyon modu ile bekletme tankının aşırı doldurulması arasındaki bağlantının operatör tarafından tanınmaması 331. Tankın boşaltma noktasındaki vidalı bağlantının uygun olmaması

			332. Bekletme tanklarının kritik dolum seviyesini düşüren pompanın sıkışmış olması 333. Tank basınç ölçümünün hatalı sinyal vermesi
90	1304	Hekzan buharının patlaması	334. Evaporatöre yetersiz bakımın yapılması 335. Evaporatördeki sıcaklık artışının tespit edilememesi 336. Sorun algılandığında fanın çıkarılmaması sonucunda vakum oluşması
91	1248	Üretim tankında salınım	337. Valflerin kapalı konumda olmasına rağmen amaonyak sızdırması 338. Alarm çalmasına rağmen operatörün yanlış alarm olduğunu algılaması 339. Tesis içinde iletişimin yetersizliği 340. Valflerin etiketlenmesinin yetersizliği 341. Risk değerlendirmelerinin yetersizliği

Ek 2-Tablo 3. Proses kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı

Kurumsal Etkiler		
Kaynak Yönetimi	Kurumsal İklim	Kurumsal Süreç
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
8-22-35-40-55-97-110-130-142-145-160-177-178-181-187-258-293-304-307-329	27-48-154-175-214-222-252-256-267-278-302	9-11-21-25-28-31-33-37-39-41-43-56-59-63-64-66-68-75-78-79-82-84-86-87-91-100-103-134-135-139-151-157-166-176-188-195-201-219-220-223-224-232-236-238-243-245-255-260-269-271-275-292-297-309-318-321-328-341
Toplam: 20	Toplam: 11	Toplam: 58

Emniyetsiz Yönetim			
Uygun Olmayan Planlanmış İşler	Bilinen Problemi Düzeltmeme	Yönetimin İhlalleri	Yetersiz Yönetim
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
14-215-274-285-286	96-156	17-18-67-228	16-20-24-32-58-62-74-77-83-88-92-99-101-128-136-137-140-163-174-189-192-208-209-212-213-226-227-233-237-239-244-251-254-264-273-279-280-290-291-298-308
Toplam: 5	Toplam: 2	Toplam: 4	Toplam: 41

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler		
Çevresel Faktörler	Bireyin Durumu	Personel Faktörleri

Fiziksel Çevre	Teknolojik Çevre	Olumsuz Ruhsal Durum	Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	Olumsuz Fiziksel Durum	Kişisel Hazırlık	Personel Kaynak Yönetimi
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
51-173-204-218-268-272-276-277-306-320-340	4-13-29-36-44-47-49-50-53-65-93-105-108-115-121-122-123-126-127-146-148-149-164-167-170-172-182-183-191-194-198-202-203-207-217-229-230-240-265-281-282-312-314-315-331-332-333-334-337	54-107-138-144-169-216-241-266-270-283-284-303-327			104-109-153-259-289	3-116-133-186-196-211-261-287-299-300-317-339
Toplam: 11	Toplam: 49	Toplam: 13	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 5	Toplam: 12

Emniyetsiz Eylemler				
Hatalar			İhlaller	
Karar Hataları	Beceriye Dayalı Hatalar	Algılama Hataları	Rutin	İstisnai
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları

158-263-324-336	1-6-7-10-12-15-19- 23-26-30-34-38-57- 60-61-70-71-72-76- 81-90-95- 98-102- 111-114-120-131- 132-141-147-150- 152-155-161-165- 179-180-190-193- 200-206-225-231- 234-257-295-296- 301-310-311-319- 322-330-335	42-85-184-185-197- 205-210-235-262- 288-313-316-323- 325-326-338	46-52-73-80-94-106-112-117- 118-129-162-168-171-199-221- 242-249-253-294	2-5-45-69-89-113-119-124-125- 143-159-246-247-248-250-305
Toplam: 4	Toplam: 55	Toplam: 16	Toplam: 19	Toplam: 16

Ek 3-Tablo 1. Yükleme-boşaltma kazaları genel bilgi tablosu

No	Kaza No	Kaza Adı	Tarih	Endüstri Çeşidi	Madde	Raporun alındığı kurum
1	0592	Boşaltma işlemi sırasında sınırsız buhar bulutu patlaması	21.12.1985	Petrokimya	Benzin- Gazyağı- Akaryakıt	eMARS
2	0811	Depolama tankına yükleme sırasında sızıntı	13.02.1986	Organik Kimyasal Üretimi	Klor- Hidrojen Klorür	eMARS
3	0816	Boşaltma noktasında dolgu hattının hasarı nedeniyle salınım	20.02.1986	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	eMARS
4	0820	Propilen oksit tanklarına yükleme sırasında kaza	24.09.1987	Genel Kimyasal Üretimi	Propilen oksit- Etilen oksit	eMARS
5	0818	Boşaltma esnek hortumda sızıntı ve yangın	26.09.1987	Genel Kimyasal Üretimi	Karbon disülfür	eMARS
6	0594	Karayolu tankerinden nitrik asit boşaltılması sırasında patlama ve toksit bulut salınımı	16.05.1988	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Nitrik asit- Formik asit- Azot dioksit- Azot monoksit- Azot oksit	eMARS
7	0316	Tankın boşaltılması sırasında salınım	07.10.1988	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Karbon disülfid	eMARS
8	0300	Tankın boşaltılması sırasında flanş bağlantısı yoluyla salınım	29.01.1990	Kimyasal Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretimi	Klor	eMARS
9	0843	Yükleme sırasında pompadan benzen sızıntısı	07.11.1992	Petrokimya	Benzen	eMARS
10	0850	Yükleme sırasında büyük etanol salınımı	11.04.1994	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Ethanol	eMARS
11	0853	Vinil klorür monomerinin yanlışlıkla havalandırma sistemine boşaltılması	06.07.1994	Genel Kimyasal Üretimi	Vinil klorür monomeri	eMARS

12	0464	İki tank arasında yüklemede ciddi hasar	22.04.1996	Gıda Ürünleri İma- latı	Beyaz şarap	eMARS
13	0862	Boşaltma esnasında aşırı etanol dökül- mesi	07.02.1997	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Ethanol	eMARS
14	0765	Tanka yükleme esnasında salınım	26.02.1997	Genel Kimyasal Üretimi	Sodyum bisülfite- Sül- firik asit	eMARS
15	0681	Tank doldurma hortumunun yanlış bağlan- masından gaz salınımı	02.05.1997	Atık depolama, arıtma, bertaraf	Klor	eMARS
16	0611	Reaktöre manuel yükleme sırasında pat- lama	11.02.1998	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Tiyoridazin Hidroklo- rür	eMARS
17	0612	Boşaltım sırasında demir tankın tabanından salınım	16.09.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Fosfor triklorür	eMARS
18	0699	Dolum istasyonunda sıvı klor salınımı	30.09.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	eMARS
19	0737	Reaksiyon nedeniyle sülfürdioksit salınımı	05.07.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Sülfür dioksit	eMARS
20	22283	İzo-konteynerde yangın	07.11.1999	Genel Kimyasal Üretimi	Sodyum	BARPI
21	0280	Yükleme esnasında raylı tanktan salınım	30.03.2003	Genel Kimyasal Üretimi	Propilen oksit	eMARS
22	0288	Yüklemeden sonra valfin kapatılmamasın- dan bütan sızıntısı	23.12.2003	Petrokimya	Bütan	eMARS
23	0042	Kırmızı gaz yağının yüklenmesi sırasında serbest kalışı	06.09.2005	Petrokimya	Gaz yağı	eMARS
24	5029	Kimya tesisinde doldurma esnasında yağ sızıntısı	2006	Genel Kimyasal Üretimi	Akaryakıt	VARO
25	4945	Depolama alanında yükleme esnasında 200 litre aşındırıcı dökülmesi	2006	Kimyasal Tesis	İzopropanolamin	VARO
26	1004	Boşaltma sırasında salınım	01.08.2007	Kimyasal Ürün De- polama	Trikloretilen	eMARS

27	5736	Yağ deposu aşırı dolumu	2008	Kimyasal Tesis	Mazot	VARO
28	5591	Asit dolumu esnasında tesisin bahçesine sülfirik asit dökülmesi	2008	Metalurji Endüstrisi	Sülfirik asit	VARO
29	6005	Römorktan traktöre yükleme yapılırken yağ sızıntısı	2009	Kimyasal Tesis	Akaryakıt	VARO
30	5803	Tanker yüklenirken aşırı dolum	2009	Kimyasal Tesis	Nitrojen	VARO
31	6006	Boşaltma esnasında taşıma konteynerinin yere düşmesi ve sızıntı	2009	Kimyasal Tesis	Boya ve Vernik	VARO
32	0966	Yükleme sırasında iki maddenin kazara karışımından patlama	26.02.2009	Kimyasal Tesis	Sodyum klorit- Ferrik sülfat	eMARS
33	6174	Boşaltma sırasında tesise klor gazı salınımı	2010	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	VARO
34	0901	Boşaltma esnasında depolama tesisinde salınım	28.10.2010	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrazin hidrat	eMARS
35	1018	Kanalizasyon sistemine sikloheksan sızıntısı	28.02.2011	Organik Kimyasalların Üretimi	Sikloheksan	eMARS
36	0905	LPG dolum tesisinde propan sızıntısı	03.05.2011	LPG Üretimi	Propan	eMARS
37	0899	Boşaltım esnasında etilen oksit salınımı	19.05.2011	Organik Kimyasalların Üretimi	Etilen oksit	eMARS
38	0870	Yükleme esnasında 100 kg piperidin kaybı	24.05.2011	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Piperidin	eMARS
39	1007	Sülfirik asit ve nitrik asit karışımı içeren tankere yükleme esnasında tankerin ateşlenmesi	11.08.2011	Genel Kimyasal Üretimi	Sülfirik asit- Nitrik asit	eMARS
40	6875	Kimya tesisinde aşırı dolum	2012	Kimyasal Tesis	Fosforik asit	VARO

41	1029	Elektro kaplama tesisinde doldurma işleminde sızıntı	17.01.2012	Elektrolit ve Kimyasalla Metallerin İşlenmesi	Klor	eMARS
42	0917	Boşaltım işleminde mobil vakum tankının patlaması	02.03.2012	Petrokimya	Zeolit- Kaolin- Alüminyumoksit- Kuvars	eMARS
43	0062	Basınçlandırma yoluyla fabrikaya boşaltım yapılması hazırlıklarında Hidrojen florür salınımı	27.09.2012	Kimyasal Tesis	Hidrojen Florür	eMARS
44	0163	Boşaltım esnasında ham Benzen salınımı	09.09.2013	Yakıt Depolama	Benzen	eMARS
45	0950	Aşırı dolum nedeniyle sızıntı	17.10.2013	Petrokimya	Dizel yakıtlar	eMARS
46	0178	Bir yükleme noktasında salınım	06.04.2014	Petrokimya	n-Pentan	eMARS
47	0123	Boşaltım esnasında patlama yangını ve zehirli bulut	12.02.2015	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Nitrik asit- Formik asit	eMARS
48	0073	Varil dolumu yapılırken patlama	16.07.2015	Toptan ve perakende depolama dağıtım	N-Bütil Asetat	eMARS
49	0197	Yükleme esnasında kimyasal tesiste yangın	04.08.2015	Genel Kimyasal Üretimi	Dimetoksipropan	eMARS
50	0072	Doldurma işlemi esnasında uyumsuz maddeler reaksiyonu nedeniyle IBC'nin patlaması	14.01.2016	Genel Kimyasal Üretimi	Klor- Klor dioksit- Hidroklorik asit- Sodyum klorit	eMARS
51	0073	Varil dolumu sırasında bütil asetat buharlarının patlaması ve yanması	2017	Kimyasal Tesis	Nitrik asit	VARO
52	1117	Vinil klorür monomeri yükleme esnasında salınım	23.11.2018	Organik Kimyasal Üretimi	Vinil Klorür Mono-meri	eMARS
53	1161	Yükleme platformunda sıvılaştırılmış doğalgaz sızıntısı	15.01.2019	LNG Depolama Dağıtım	Doğal Gaz	eMARS

Ek 3-Tablo 2. Yükleme-boşaltma kazalarına sebep olan faktörler

No	Kaza No	Kaza Adı	Kazalara Sebep Olan Faktörler
1	0592	Boşaltma işlemi sırasında sınırsız buhar bulutu patlaması	1. Operasyondan sorumlu iki operatör sürgülü vanaları kontrol ederken gevşetmeleri 2. Yükleme operasyonlarının yetersizliği
2	0811	Depolama tankına yükleme sırasında sızıntı	3. Deneyimli bir operatörün boşaltma sırasında havalandırma vanasının kapalı olması gerekirken açık bırakması ve klorun buharlaşması 4. Depolama tanklarındaki sistem tasarımı hatası
3	0816	Boşaltma noktasında dolgu hattının hasarı nedeniyle salınım	5. Çalışma izin sisteminin yetersizliği 6. Mevcut prosedürlerin yetersizliği 7. Tesis sahibinin tesis izolasyonlarının yürürlükte olduğunu varsayması
4	0820	Propilen oksit tanklarına yükleme sırasında kaza	8. Operatörün tankın alt çıkış vanasını kapatmayı ihmal etmesi 9. Aşırı doldurmaya karşı hiçbir donanım koruması olmaması 10. Tesisin personel yetersizliği 11. Tesiste denetim yetersizliği 12. Tesis operatörlerinin hem yükleme hem de prosesi kontrol etmeleri ve her iki işte ihmalleri meydana getirmesi 13. Standart çalışma prosedürlerinin net olmaması
5	0818	Boşaltma esnek hortumda sızıntı ve yangın	14. Hortum bağlantısının arızalanmasıyla karbon disülfür dökülmesi 15. Operatörün tahliye vanasını açıp kapatarak hava kilidini açmaya çalışması ve kilitleme kollarının yanlış bağlanması 16. Tanker sürücüsünün yanlışlıkla kabine geri dönmesi, acil durum eğitimi yetersizliği
6	0594	Karayolu tankerinden nitrik asit boşaltılması sırasında	17. Operatörün yanlışlıkla nitrik asidi formik asit içeren tanka boşaltmak için bağlaması 18. Operatörün eğitiminin yetersizliği 19. Tesiste çalışma prosedürleri yetersizliği

		patlama ve toksit bulut salınımı	
7	0316	Tankın boşaltılması sırasında salınım	20. Bir raylı tankın hatalı manevra yapması nedeniyle boşaltma yapan tanka çarpması
8	0300	Tankın boşaltılması sırasında flanş bağlantısı yoluyla salınım	21. Operatörün yükleme işlemini sırasıyla gerçekleştirmemesi 22. Sürücünün iç yönetmeliğe aykırı olmasına rağmen operasyonun bir kısmını gerçekleştirmesi 23. Operasyonel prosedürlerin yetersizliği 24. Boşaltma yapan tankı gözetim yapan personelin olmaması 25. Tesis sisteminin hatalı tasarımı
9	0843	Yükleme sırasında pompadan benzen sızıntısı	26. Yedek basınç göstergesindeki valfin operatör tarafından tam olarak kapatılmaması nedeniyle benzen sızması 27. Yüklemeden hemen önce kalite kontrol numunesi alınması işlemi için kapağın çıkarılması prosedüründen yönetimin ve ustabaşının haberinin olmaması 28. Kalite kontrol numunesi alma işlemini kolaylaştırmak için bağlantı noktasına takılan hortumun bırakılması 29. Operatörün yetersiz eğitimi 30. Operatörün işletme prosedürlerini takip etmemesi 31. Yönetimin kontrol ve denetim yetersizliği
10	0850	Yükleme sırasında büyük etanol salınımı	32. Operatör vanalarla izole edilmiş hattı varil barakasından çıkarması ve açık hattan etanolün sahaya dökülmesi 33. Çalışma prosedürlerinin yetersizliği
11	0853	Vinil klorür monomerinin yanlışlıkla havalandırma sistemine boşaltılması	34. Yükleme sahasındaki havalandırma sisteminin tasarımının yetersizliği 35. Operatörün buhar kilidini temizledikten sonra havalandırma valfini yanlışlıkla açık bırakması 36. Tesisin yazılı işletim prosedürünün olmaması 37. Pompaya buhar girmesini önleyen dedektörün olmaması
12	0464	İki tank arasında yüklemede ciddi hasar	38. Operatörün pompalama tesisinde yükleme gerçekleşirken yerini terk etmesi 39. Transfer pompasının aşağı akışındaki boru bağlantısının kesilmesi ve operatör olmadığı için bunu görememesi

13	0862	Boşaltma esnasında aşırı etanol dökülmesi	40. Pompalama emirlerinin çalışanlar tarafından yanlış yorumlanması 41. Alıcı tanklarda seviye göstergesi ve yüksek seviye alarminin olmaması 42. Yazılı pompalama prosedürleri olduğu için kontrol ve denetim yapılmaması 43. Operatörün yanlış hesaplama hatası nedeniyle kazanın oluşması
14	0765	Tanka yükleme esnasında salınım	44. Operatörün yanlış maddeyi yanlış yükleme tankına bağlaması 45. Güvenlik önlemleri uygulamalarının kontrol edilmemesi 46. Yeniden doldurulacak tankın içindeki kimyasalın doğrulanmama denetiminin yapılmaması
15	0681	Tank doldurma hortumunun yanlış bağlanmasından gaz salınımı	47. Operatörün tank doldurma hortumunu yanlış tanka bağlaması ve iki maddenin uyuşmaması 48. Tehlikeli maddeler yönetmeliğine uygun işletim yönetmeliklerinin yetersizliği 49. Yeniden doldurulacak tankın içindeki kimyasalın doğrulanmama denetiminin yapılmaması 50. Acil durum planlarının yetersizliği
16	0611	Reaktöre manuel yükleme sırasında patlama	51. Tankın bir önceki işlemde kalan kalıntılarının denetlenme prosedürlerinin yetersizliği 52. Elektrostatik yüklerin varlığı ile ilgili önlem alınmama nedeniyle patlamanın oluşması 53. Operatörler tarafından yükleme prosedürlerinin yanlış uygulanması
17	0612	Boşaltım sırasında demir tankın tabanından salınım	54. Operatörün hatası nedeniyle tankın yanlış konumlandırılması 55. Operatörlerde eğitim eksikliğinin olması
18	0699	Dolum istasyonunda sıvı klor salınımı	56. Operatörün yanlışlık yapıp sıvı klor valfini hatalı bir şekilde çok erken etkinleştirmesi 57. Sızıntıyı gören tesis personelinin manuel başlatması gereken güvenlik prosedürlerini uygulamaması alanı terk etmesi
19	0737	Reaksiyon nedeniyle sülfürdioksit salınımı	58. Operatör tankın içinde suyun varlığını yanlış kontrol ederek yükleme yapması 59. Reaktörü yüklemeye önce doğruluğunu onaylama prosedürlerinin yetersizliği
20	22283	İzo-konteynerde yangın	60. Yükleme- boşaltma tesisi üç vardiya ekibi arasındaki iletişim eksikliği 61. Denetim otoritesinin risklerin farkında olmasına rağmen prosedürü takip etmemeleri 62. Standart işletim prosedürlerinin kullanılması tesise özgü olmaması 63. Operatörün boşaltma hattını nitrojen örtüsü altına bağlamaması 64. Operatörün tıkalı valfe ısıtılmış çubuk sokarak temizlemeye çalışması

21	0280	Yükleme esnasında raylı tanktan salınım	65. Personelin AIR etiketlerini görmezden gelerek yüklemeye başlaması 66. Propilen oksitin önceden basınç testi yapılmadan yüklenmesi 67. Kapağın tüm civatalarının gözle görülmeyen şekilde gevşek olması 68. Tesiste 1.5 yıl içinde gerçekleşen 3. Aynı kaza olması 69. Tesis sahibi ve yüklenici firmalar arasındaki iletişim eksikliği 70. Tesiste gaz algılama başlıklarının yeterli sayıda olmaması
22	0288	Yüklemeden sonra valfin kapatılmasından bütan sızıntısı	71. Yeni çalışmaya başlayan geçici çalışanın vana açma kapamasına izin verilmesi 72. Geçici çalışan vanayı kapattığını kontrol ederken vanayı tekrar açması hattı devreye sokması 73. Vananın açkını kapalı mı olduğu ile ilgili daha önce yapılan belirsiz işaretlemeler 74. Alarmin gereksiz çaldığını sanarak alarmı kapatmaları
23	0042	Kırmızı gaz yağının yüklenmesi sırasında serbest kalışı	75. Operatörün 4 tank dolduktan sonra 5. tankı açmak yerine 4. Tankı tekrar açması 76. Tanklarda otomatik taşma tespit sistemlerinin olmaması 77. Yükleme operasyonu sırasında yetersiz denetimin olması 78. 20 dak boyunca devam eden aşırı dolumu kimsenin fark etmemesi
24	5029	Kimya tesisinde doldurma esnasında yağ sızıntısı	79. Kamyona yakıt dolduran işçinin hortumun sıkı geçme yerinin gevşemiş pin tarafından tutulduğunu fark etmemesi 80. Dolum yapılan hortumun yerinde sabit olduğunu düşünerek alanı terk etmesi
25	4945	Depolama alanında yükleme esnasında 200 litre aşındırıcı dökülmesi	81. Operatörün hatası nedeniyle boşaltma esnasında forkliftin sivri ucunu kamyonun römorkuna saplaması ve 200 litre izopropanolaminin dökülmesi
26	1004	Boşaltma sırasında salınım	82. Boşaltma borusunun açık bir hatta bağlanması 83. Operatörler arasındaki iletişimin, koordinasyonun eksikliği
27	5736	Yağ deposu aşırı dolumu	84. Tanker sürücüsünün yanlışlıkla yanlış depo soketine doldurma tapası takması 85. Karın işaret direklerini kısmen kapatması
28	5591	Asit dolumu esnasında tesisin bahçesine sülfirik asit dökülmesi	86. Kamyona asit pompalanırken operatörün pompayı yanlışlıkla yanlış hortuma bağlaması

29	6005	Römorktan traktöre yükleme yapılırken yağ sızıntısı	87. Tanker sürücüsünün römorkun içindekileri traktöre yüklerken yanlış bloğa yerleştirmesi
30	5803	Tanker yüklenirken aşırı dolum	88. Yükleme kolundaki taşma bariyerinin kristalleşme nedeniyle çalışmaması 89. Yükleme operasyonlarındaki planlama eksikliklerinin olması 90. Görevle ilgili çok az deneyimi olan kişinin kasıtsız tankeri fazla yüklemesi 91. Tesisteki personelin tehlike tanımlama ve değerlendirmedeki eğitiminin eksikliği
31	6006	Boşaltma esnasında taşıma konteynerinin yere düşmesi ve sızıntı	92. Operatörün konteyneri forklift çatallarından düşürmesi
32	0966	Yükleme sırasında iki maddenin kaza karışımından patlama	93. Yükleme sırasında operatörün yönetmelikleri ihlal etmesi 94. %41'lik ferrik sülfat çözeltisinin yanlışlıkla sodyum klorit deposuna yüklenmesi
33	6174	Boşaltma sırasında tesise klor gazı salınımı	95. Klor kabı varillere yüklenirken vananın açık unutulması ve fabrika alanına gaz sızıntısı olması 96. Tesiste talimatların yetersiz olması 97. Gaz hattında çalışmayan cihaz hatası nedeniyle gazın fabrika alanına kadar gelmesi 98. Personelin eğitim ve oryantasyon eksikliklerinin olması
34	0901	Boşaltma esnasında depolama tesisinde salınım	99. Nakliye aracından kaldırılıp indirilen varil, daha önce forkliftten indirilen varile zarar vermesi hatası 100. Endüstriyel araç ve forklift kullanan operatörlerin eğitim eksikliği
35	1018	Kanalizasyon sisteminde sikloheksan sızıntısı	101. Depolama tankının boşaltma işlemi sırasında operatörün vanayı açık bırakması 102. Arızalı ekipman ve ekipman dizayn hataları nedeniyle muhafaza sisteminin iyi çalışmaması 103. Operatörün boşaltma sistemi için eğitim eksikliğinin olması 104. Tesisteki risk analizi yetersizliği
36	0905	LPG dolum tesisinde propan sızıntısı	105. Vinç operatörünün ekipmanı kaldırırken zorlanması, kaldırma gücünü artırması ve iskelenin bağlantısının aniden kesilmesi sonucu sallanarak vanaya çarpıp açması 106. Operatörü yönlendiren iki kişinin yanlış karar vermesi 107. Operatörün hangi iş prosedürlerini uygulayacağını ve değiştireceği ile ilgili bilgi eksikliği

			108. Organizasyonel prosedürlerin yetersizliği
37	0899	Boşaltım esnasında etilen oksit salınımı	109. Gece vardiyasında bir kör flanşın yerinde bırakılması hatasının gündüz vardiyasında farkedilmesi 110. İzin verilen maksimum çalışma basıncı prosedürünün eksik uygulanması 111. Etilen oksit soğutucusunun temizlenmesinin çalışma iznine göre yapılmaması 112. Etilen oksit soğutucusunun temizlenmesinin planlı ve kontrol edilerek yapılmaması 113. Operatör seviyesinde standart prosedürlerden saparak gayri resmi vardiya devri yapılması 114. Etilen oksit boşaltma yapılırken gaz alarmının çalması ve yanlış alarm olarak yorumlanması
38	0870	Yükleme esnasında 100 kg piperidin kaybı	115. Kamyona yükleme yaparken forkliftin çatallarını yerden 55 cm kaldırması (çatalları kaldırmasına gerek yoktu) 116. Forklift operatörünün güvenlik kurallarına uymaması 117. Depo işçisinin deneyimli olmaması ve yeni bir çalışan olması 118. Yapılan işe uygun olmayan başka bir bölümde çalışan işçiye iş yaptırılması 119. Yükleme bölümündeki ürünlerle ilgili güvenlik bilgilerine ulaşımın olmaması (MSDS) 120. Tüm personelin KKD ve kimyasalların tehlikeleri ile ilgili eğitimlerinin yetersizliği
39	1007	Sülfirik asit ve nitrik asit karışımı içeren tankere yükleme esnasında tankerin ateşlenmesi	121. Yetkisi olmayan kişinin valfi açması görevi verilmesi 122. Yükleme işlemi başlamadan önce görevlinin hava tahliye vanasını açmaması 123. İki kişi tarafından yerine getirilmesi gereken görevin bir kişiye verilmesi 124. Yükleme operasyonları ile ilgili yeterli denetimin olmaması
40	6875	Kimya tesisinde aşırı dolum	125. Yükleme sahasında arıza alarmlarının dikkate alınmaması 126. Tesiste operatörün hangi tankın boşaltılacağından emin olmaması 127. Operatör boşaltılacak tankın daha küçük olduğunu tahmin etmemesi 128. Risk değerlendirmelerinin yetersizliği 129. Operatörün yeni bir çalışan olması ve deneyim eksikliği 130. Tesiste bilgi akışındaki eksikliklerin olması 131. Tehlike tanımlama ve değerlendirmede eğitim eksiklikleri
41	1029	Elektro kaplama tesisinde doldurma işleminde sızıntı	132. Operatör hatası nedeniyle boşaltma işleminde yanlış kaba bağlantı yapılması 133. Depolama tanklarındaki üç bağlantının da yanlış işlemde kilitlenen sistemlerinin olmaması

42	0917	Boşaltım işleminde mobil vakum tankının patlaması	134. İş ekipmanının çalıştırılması ile ilgili herhangi bir kontrol yapılmaması 135. Kurum içi iş sağlığı ve güvenliği kontrollerinin yetersizliği 136. Boşaltma yapmak için standart bir prosedür olmaması 137. İşçilerin zorunlu talimatlara uymaması 138. Tesiste taşıeron firmalarla ilgili denetlemenin olmaması
43	0062	Basınçlandırma yoluyla fabrikaya boşaltım yapılması hazırlıklarında Hidrojen florür salınımı	139. Tankerin tepesine çıkan iki işçinin tankerin dolu değil boş olduğunu düşünmesi 140. İşçilerin güvenlik kurallarına uymamaları 141. İşçilerin koruyucu iş kıyafeti giymemeleri 142. Yönetimin iş güvenliği prosedürlerinde eksiklikler 143. Çalışanların eğitiminin yetersizliği
44	0163	Boşaltım esnasında ham Benzen salınımı	144. Tanker şoförünün vananın el kolunu çalıştıramayacağını anlayınca tesis tarafındaki vanaları kapatmadan kaplini sökmesi 145. Çalışma talimatlarının yetersizliği
45	0950	Aşırı dolum nedeniyle sızıntı	146. Öngörülen çalışma prosedürlerine uyulmaması 147. Tankın aşırı dolduğunda otomatik kilitleme sistemine sahip olmaması 148. Taşma sinyalinin kontrol odasına iletilmesinin kaydedilmemesi 149. Kontrol odasının kalıcı bir personele sahip olmaması
46	0178	Bir yükleme noktasında salınım	150. Tank manevrası sırasında gözetimsiz bırakılması 151. Tank dolum uzaktan kumandasının yanlış kullanımı 152. Yazılıma programlanmadığı için uzaktan kumandadaki sürücü uyarı cihazının etkinleştirilmesi 153. Boşaltma noktasında alarm fonksiyonlu bir gaz uyarı sensörünün olmaması
47	0123	Boşaltım esnasında patlama yangını ve zehirli bulut	154. Operatörün yükleme işleminde yanlışlıkla formik asit tortusu üzerine nitrik asit karıştırması 155. Erken uyarı veren bir sistemin olmaması 156. Acil durum planının eksikliği 157. Tesiste tankta hataya mahal vermemek için güvenlik kontrolü sistemlerinin olmaması
48	0073	Varil dolumu yapılırken patlama	158. Kelepçenin kilitleme sisteminin olmaması 159. Tehlikeli ortamları tespit etmek için herhangi bir sistemin olmaması 160. Sürücü olarak görev tanımında olmamasına rağmen varil dolumu yapması

			161. Patlama esnasında işçinin yanmaz antistatik KKD'leri giymemiş olması 162. Risk analizinin yetersiz olması 163. KKD kullanımı ile ilgili personelin eğitimin yetersizliği
49	0197	Yükleme esnasında kimyasal tesiste yangın	164. Çalışma talimatının gerektirdiği varil pompasının kullanılmaması 165. Yanıcı buhar-hava karışımının eloktrastatik boşalma ile tutuşması 166. İlgili potansiyel patlayıcı bölgelerin açık bir şekilde belirtilmemesi 167. Patlayıcı bölgelerde uygun ekipman kullanılmaması 168. Uygun nakliye ambalajı kullanılmadığı için iletkenlik olması 169. Transfer işlemi sırasında tüm bağlantı elamanlarının, iş malzemelerinin topraklanmasının olmaması 170. Yükleme işçilerinin tehlike eğitimlerinin yetersizliği
50	0072	Doldurma işlemi esnasında uyumsuz maddeler reaksiyonu nedeniyle IBC'nin patlaması	171. Operatörün yanlışlıkla hidroklorit asiti içinde sodyum klorit kalıntısı olan kaba aktarması 172. Prosedürde belirtilen maddeler arasındaki etkileşim bilinmesine rağmen etkileşime izin verilmesi 173. Prosedürde yüklenecek madde etiketinin iki kişi tarafından kontrol edilmesi yazdığı halde sadece bir kişinin kontrol etmesi 174. Forklift sürücüsünün hem taşıma hem de asit dökmekten sorumlu olarak çalıştırılması 175. Operatörün asit dökmenin prosedürlere uygun olarak yapıldığı sanması 176. Sodyum klorit maddesinin yükleme alanında olmaması gerekirken asit dökülen alanda olması 177. Konteyner yönetimi ile ilgili organizasyonel eksikliklerin olması 178. Tesiste uyumsuz maddelerin bir arada olmasıyla ilgili organizasyonel kontrollerin yapılmaması
51	0073	Varil dolumu sırasında bütül asetat buharlarının patlaması ve yanması	179. İşçinin forklift çatallarını kaldırıp boş olduğunu sandığı konteyneri alması 180. İşçi araçla geri geri giderken konteynerin tahliye hortumunun tanktan çıkması 181. IBC konteynerinin transferi risk değerlendirmesinde belirtilmemesi
52	1117	Vinil klorür monomeri yükleme esnasında salınım	182. Operatörler arasındaki iletişimsizlik nedeniyle ilk ve son dört vagon birbirinden ayrılmaması 183. Raydan çıkma cihazında kilitlemenin ortadan kaldırılması 184. Standart prosedürlerin dışına çıkılması 185. Yükleme operasyonu yönetiminin yetersizliği

53	1161	Yükleme platformunda sıvılaştırılmış doğalgaz sızıntısı	186. Bir işçinin tahliye vanasını bir gün önce açık unutması 187. Sıcaklık sensörlerinin sızıntıyı tespit edememesi 188. Farklı vardiyalarda farklı uygulamaların yapılması 189. Tesis içi yürütülen operasyonel prosedürlerin net olmaması 190. Tesiste emniyet yönetim sistemine uygun kaynakların eksikliği
----	------	---	--

Ek 3-Tablo 3. Yükleme-boşaltma kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı

Kurumsal Etkiler		
Kaynak Yönetimi	Kurumsal İklim	Kurumsal Süreç
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
10-24-25-70-149-153-155-159-167-168-190	68-69-157	2-5-6-13-19-23-33-36-48-50-51-59-62-89-96-104-108-128-136-142-156-145-162-177-181-189
Toplam: 11	Toplam: 3	Toplam: 26

Emniyetsiz Yönetim			
Uygun Olmayan Planlanmış İşler	Bilinen Problemi Düzeltmeme	Yönetimin İhlalleri	Yetersiz Yönetim
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
12-118-123-173-174	166-169	61-71-111-121	11-16-18-29-31-42-45-46-49-52-55-77-91-98-100-103-120-124-131-135-138-143-150-163-170-178-185
Toplam: 5	Toplam: 2	Toplam: 4	Toplam: 27

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler						
Çevresel Faktörler		Bireyin Durumu			Personel Faktörleri	
Fiziksel Çevre	Teknolojik Çevre	Olumsuz Ruhsal Durum	Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	Olumsuz Fiziksel Durum	Kişisel Hazırlık	Personel Kaynak Yönetimi

Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
73-85-165-176	4-9-14-34-37-39-41-67-76-88-97-102-133-147-148-152-158-187	3-65-186			107-117-129-141-161	27-60-83-119-130-182
Toplam: 4	Toplam: 18	Toplam: 3	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 5	Toplam: 6

Emniyetsiz Eylemler				
Hatalar			İhlaller	
Karar Hataları	Beceri Hataları	Algılama Hataları	Rutin	İstisnai
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
75-80-106-126-144	1-15-17-20-21-26-35-43-44-47-53-54-56-58-63-72-81-82-84-86-87-90-92-94-95-99-101-105-115-122-132-151-154-171-180	7-40-74-78-79-109-114-127-139-175-179	22-30-57-66-93-110-112-113-116-125-134-137-140-146-184-188	8-28-32-38-64-160-164-172-183
Toplam: 5	Toplam: 35	Toplam: 11	Toplam: 16	Toplam: 9

Ek 4-Tablo 1. Depolama kazaları genel bilgi tablosu

No	Kaza No	Kaza Adı	Tarih	Endüstri Çeşidi	Madde	Raporun alındığı kurum
1	0823	O-nitrobenzilnitrat'ın uzun süreli depolanması sırasında kaçak ve patlama	27.02.1988	Genel Kimyasal Üretimi	O-nitrobenzaldehit- O-nitrobenzilnitrat	eMARS
2	0824	Depoda yangın	21.06.1988	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Toksik madde karışımı	eMARS
3	0572	Depoda sigara nedeniyle patlama	26.06.1988	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Zehirli gazlar	eMARS
4	0720	Depoda kaynak yapılması ve yangın	15.12.1988	Genel Kimyasal Üretimi	Nafta- Sodyum Hidroksit- Bitüm- Solvent	eMARS
5	0722	Depoda yangın	20.12.1989	Kimyasal Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretimi	Okaliptus kabuğu ve yüksek fırın cürufaları	eMARS
6	0598	Depolama tankında aşırı basınçlandırma ve patlama	21.02.1991	Genel Kimyasal Üretimi	Amonyak- Amonyum Karbonat- Amonyum Sülfat	eMARS
7	0836	Depolama tankında yangın	26.02.1991	Petrokimya	Nafta	eMARS
8	0714	Depoda kaza	11.10.1991	Kağıt endüstrisi	Folmamidin Sülfonik Asit- Sülfür Dioksit	eMARS
9	0447	Depoda hidrojen klorürü salınımı	02.06.1994	Genel Kimyasal Üretimi	Triklora silan- Su	eMARS
10	0266	Tehlikeli kimyasalların bulunduğu depolama tesisinin binasında yangın	28.02.1996	Depolama Tesis	Kalsiyum Hipoklorit- Triklorizosiyanik asit	eMARS
11	0672	Nitrogliserin deposunun patlaması	05.08.1996	Petrokimya	Nitrogliserin	eMARS

12	0976	Tehlikeli kimyasallar depolama hangarının patlaması ve yangın	29.07.2007	Toptan ve perakende depolama dağıtım	Sodyum Klorit- Sodyum persülfat- Potasyum Persülfat	eMARS
13	0046	Geçici depolama ünitesi arasındaki transfer sırasında böcek ilacının suya karışımı	31.07.2007	Pestisit, Biyosit, Fungisit Üretimi	Klorpirifos- Sipermetrin	eMARS
14	0215	Depoda patlama ve yangın	05.11.2010	Depolama ve Dağıtım	Bütan-İzobütan- Propan	eMARS
15	0195	Tank depolama tesisinde tank dolumunun acil kapatılması	03.03.2015	Yakıt Depolama	Gaz yağı	eMARS
16	1146	Bir kimya şirketinin depolama tesisinde salınım	01.10.2018	Kimyasal Tesis	Dimetil Sülfat	eMARS
17	1230	Tehlikeli atık deposunda yangın	13.03.2020	Atık depolama, arıtma, bertaraf	Tehlikeli kimyasala karışımı	eMARS

Ek 4-Tablo 2. Depolama kazalarına sebep olan faktörler

No	Kaza No	Kaza Adı	Kazalara Sebep Olan Faktörler
1	0823	O-nitrobenzilnitrat'ın uzun süreli depolanması sırasında kaçak ve patlama	1. 6 ay önce depolanan ürünün nitrik asit ile oksitlenmesi ve orto-nitrobenzilnitrat oluşturmaları ve bunun farkedilmemesi 2. Proses analizinin yetersizliği nedeniyle o-nitrobenzilnitrat oluşumunun beklenmemesi 3. Ham ürün numunesi üzerindeki laboratuvar analizleri yanlış yapıldığından kaçak reaksiyon riskinin tanımlanamaması 4. Yönetim sisteminin ve süreçlerin yetersizliği
2	0824	Depoda yangın	5. Depolanan 300 farklı kimyasalın depolama uygulamalarından dolayı bozulması 6. Depolanan 300 farklı kimyasaldan yanıcı kimyasalların birarada kullanma uyumsuzluğu 7. Depolanan malzemelerin miktarının gereğinden fazla olması 8. Fazla kimyasal depolamanın müşteri ve şirket gereksinimi açısından şirket prosedürlerinin bir parçası olması 9. Tesisin kimyasalların depolanması ve bertaraf edilmesi ile ilgili prosedürlerinin yetersizliği
3	0572	Depoda sigara nedeniyle patlama	10. Yetkisiz kişilerin (eski çalışan) depo alanına izinsiz girmesi ve sigara yakması 11. Güvenlik görevlisinin yangın çıktıktan sonra kişiyi fark etmesi
4	0720	Depoda kaynak yapılması ve yangın	12. Depoda kaynak işlemi yapılması 13. Kaynak yapan operatörün nafta ile ilgili tehlikelerin farkında olmaması 14. Kaynak personelinin eğitiminin yetersizliği 15. Tesiste depo bakım prosedürlerinin yetersizliği
5	0722	Depoda yangın	16. Operasyonel süreçlerin belirlenme yetersizliği 17. Operatörler yanlışlıkla okaliptusun kabuğunu yüksek fırın cürufklarının aynı alanında depolamaları
6	0598	Depolama tankında aşırı basınçlandırma ve patlama	18. Operatörün amonyum sülfat ve amonyum karbonat çözeltisinin bazik hale gelmesini sürekli ph kontrolü yapmasına rağmen geç farketmesi 19. Operatör bazik çözeltiyi farkederek etmez aniden %60 sülfirik asit çözeltisi eklemesi ve bunun karbondioksit üretimi ile sonuçlanması 20. Hidrolik sifonun basınç kapasitesinin mekanik tasarımı nedeniyle yetersiz olması

7	0836	Depolama tankında yangın	21. Besleme hattında arıza olması 22. Yüzer depolama tankının tavanı kar yükü nedeniyle batması 23. Acil durum prosedürlerinin yetersizliği 24. Operatörün hata yapması ve tankın orta kısmına köpük jeti uygulaması ve statik yük oluşturmaları 25. Statik yüklere ilişkin prosedürlerin yetersizliği 26. Statik yüklere ilişkin eğitim eksikliği 27. Tesiste iletişim eksikliği
8	0714	Depoda kaza	28. Depolanan kimyasallar arasında ekzotermik reaksiyona neden olan depolama hatası yapılması 29. Kamyonlara destek sağlamak için zemine serpilene sodyum karbonattan gelen alkali tozun reaksiyona dahil olması 30. Formamidin sülfirik asitin iki katman halinde depolanması torbalardan ısı transferini azalttığı için ayrışma oranını hızlandırması 31. Formamidin sülfirik asit için ayrı temiz bir depolama odasının olmaması
9	0447	Depoda hidrojen klorürü salınımı	32. Depolanan trikloro silan ile suyun reaksiyona girmesi nedeniyle hidrojen klorür salınması 33. Tehlikeli kimyasalların depolanması ile ilgili bilgilendirme eksikliği
10	0266	Tehlikeli kimyasalların bulunduğu depolama tesisinin binasında yangın	34-Tehlikeli maddelerin hatalı bir şekilde depolanması yüzünden düşmesi 35-Tesisteki güvenlik önlemlerinin yetersizliği
11	0672	Nitrogliserin deposunun patlaması	36. Patlayıcı ürünlerin depolanması sırasında insan hatası nedeniyle mekanik zorlama meydana gelmesi
12	0976	Tehlikeli kimyasallar depolama hangarının patlaması ve yangın	37. Depoda bulunan forkliftin sodyum klorit içeren tamburlara çarpması 38. Depoda özellikle perasetik asit olmak üzere uyumsuz maddelerin varlığının olması 39. Depolama tesisi içinde tehlikeli maddelerin yönetim prosedürlerindeki yanlışlıkların olması 40. Depoda beyan edilmemiş arsenik trioksit ve envanterde görünmeyen sodyum klorat gibi bir çok tehlikeli maddenin varlığının olması 41. Şirket tarafından atık ürün olarak değerlendirilen maddeler arasında risklerin ve karşılıklı uyumsuzlukların olması 42. Depolama, ürün akışı ve elleçlenen ürünlerin kaydı ve tehlikeleri konusunda personelin eğitiminin eksiklikleri

			43. Güvenlik yönetim sistemlerinin yetersizliği 44. Depolama tesisinin büyüklüğünün yetersizliği
13	0046	Geçici depolama ünitesi arasındaki transfer sırasında böcek ilacının suya karışımı	45. Geçici depolamadan şartlandırma ünitesi arasındaki transfer yapılan vanalardan birinin yanlışlıkla açık bırakılması 46. Şartlandırmadan sorumlu kişinin müşteri siparişine kıyasla 800 litre ürünün eksik olmasını fark etmesi fakat bunun salınım nedeniyle olduğunu düşünememesi 47. Formülasyon ve şartlandırma ekipleri arasındaki iletişim eksikliğinin olması 48. Operatörün daha az formüle edilmiş ürün olduğunu ve rezerv deposundan alması gerektiğini varsayması 49. Atık su için konulan homojenizasyon kabının baypas edilmesi 50. Salınım meydana gelirken TCO ölçerin arızalı olup alarm vermemesi 51. TCO ölçerin arızalı olmasını operatörlerin fark edememesi 52. Ölçüm cihazlarının periyodik bakımı için belirli bir izlenen prosedürün olmaması 53. Operatörlerin eğitiminin eksikliği
14	0215	Depoda patlama ve yangın	54. Depoda elektrikle çalışan bir forkliftin bir aerosol paletine çarpması 55. Forklift sürücüsünün dar koridorda forkliftin boyutunun farkında olmaması sebebiyle çarpması 56. Tesisin deposunun forklift kullanımı için özel olarak tasarlanmaması
15	0195	Tank depolama tesisinde tank dolumunun acil kapatılması	57. Satış ürününü yüksek standartlarda depolamak için yeterli olup olmayacağının bilinmemesi 58. Operatörler ve sevkiyatçılar depolama seçenekleri üzerinde tartışırken dikkatlerinin dağılması ve sistem uyarı sinyallerini duymaması 59. Sevk görevlileri için talimatların yetersizliği 60. Sesli alarmin ses seviyesinin yeterli olmaması
16	1146	Bir kimya şirketinin depolama tesisinde salınım	61. Depoda forkliftin hatalı çalışması nedeniyle 200 litre tamburda mekanik hasar olması 62. Forklift operatörünün eğitim eksikliği
17	1230	Tehlikeli atık deposunda yangın	63. Organik çözücü olarak boya-köpük atığı içeren varilin depoya gelmeden önce aşırı doldurulması ve açık depoda saklanması 64. Operatörün organik çözücü varilinin yanında kömür atığını depolaması ve atığın yere dökülmesi 65. Depodaki sıcaklık artışından dolayı organik çözücü varilinin yarılması ve bu sıcaklık kontrolünün yapılmaması

			66. Operatörün tehlikeli atık sıvılar içeren kapların dolum derecesini teslim almadan önce kontrol etmemesi 67. Operatörlerin farklı türdeki tehlikeli atıkların depolanması ile ilgili prosedürlerle ilgili eğitim eksikliğinin olması
--	--	--	---

Ek 4-Tablo 3. Depolama kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı

Kurumsal Etkiler		
Kaynak Yönetimi	Kurumsal İklim	Kurumsal Süreç
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
31-44-56-57	4-43	2-8-9-15-16-23-25-35-39-41-52-59
Toplam: 4	Toplam: 2	Toplam: 12

Emniyetsiz Yönetim			
Uygun Olmayan Planlanmış İşler	Bilinen Problemi Düzeltmeme	Yönetimin İhlalleri	Yetersiz Yönetim
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
		5-6-7-12-63	14-26-33-42-53-62-67
Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 5	Toplam: 7

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler						
Çevresel Faktörler		Bireyin Durumu			Personel Faktörleri	
Fiziksel Çevre	Teknolojik Çevre	Olumsuz Ruhsal Durum	Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	Olumsuz Fiziksel Durum	Kişisel Hazırlık	Personel Kaynak Yönetimi
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
22-29-32-38-40-65	3-20-21-50-60	58				27-47
Toplam: 6	Toplam: 5	Toplam: 1	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 2

Emniyetsiz Eylemler				
Hatalar			İhlaller	
Karar Hataları	Beceri Hataları	Algılama Hataları	Rutin	İstisnai
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
19	17-24-28-30-34-36-37-45-54-61-64	1-11-13-18-46-48-51-55	66	10-49
Toplam: 1	Toplam: 11	Toplam: 8	Toplam: 1	Toplam: 2

Ek 5-Tablo 1. Başlatma-Kapatma kazaları genel bilgi tablosu

No	Kaza No	Kaza Adı	Tarih	Endüstri Çeşidi	Madde	Raporun alındığı kurum
1	0719	Klormetan üretim tesisi devreye alınırken klor sızıntısı	06.09.1988	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	eMARS
2	0331	Metal işleme tesisinin elektrofiltresinde patlama	17.04.1991	Metal üretimi	Karbon monoksit	eMARS
3	0028	Kapatma sırasında yangın	09.09.1995	Petrokimya	Benzin- LPG	eMARS
4	0677	Kapatmadan sonra konvertörün baca gazı kanalında patlama	22.01.1997	Metal üretimi	Karbon monoksit	eMARS
5	0694	Vinil klorür tesisatında addelerin salınımı ve yangın	19.07.1998	Genel Kimyasal Üretimi	1,2- Dikloroetan	eMARS
6	15397	Klor tesisinin yıllık kapatılması sırasında klor sızıntısı	24.12.1998	Genel Kimyasal Üretimi	Klor	Le BARPI
7	06/2001	Püskürtmeli kurutucunun yeniden başlatılması sırasında yangın	06.2001	Kimyasal tesis	-	DECHEMA
8	02/2002	Reaktörün yüksek basınç altında çalıştırılması sırasında ürünün salınımı	02.2002	Kimyasal tesis	-	DECHEMA
9	0036	Yüksek basınçlı üretim hattında patlama	22.03.2002	Plastik ve Kauçuk İmalatı	Etilen	eMARS
10	10/2002	Başlatma sonrası ürünün boşalması	10.2002	Kimyasal tesis	-	DECHEMA
11	0516	Başlatma işlemi sırasında salınım	07.08.2005	Petrokimya	Hidrokarbon	eMARS
12	0702	Polietilen fabrikasında patlama	03.07.2007	Genel Kimyasal Üretimi	Polietilen	eMARS
13	0944	Fabrikadan amonyak salınımı	10.09.2007	Genel Kimyasal Üretimi	Amonyak	eMARS

14	03/2008	Proses kontrolü değişikliğinden sonra salınım	03.2008	Kimyasal tesis	Hidrojen bromür	DECHEMA
15	0563	Aşırı basınçta flanş contasından boşalma	07.05.2008	Petrokimya	Ham petrol	eMARS
16	0957	Gübre üretim tesisinde yangın	03.12.2008	Gübre üretimi ve depolanması	Amonyum Nitrat	eMARS
17	6734	Bir kimya fabrikasının filtre odasında yangın	2011	Kimyasal Tesis	-	VARO
18	03/2012	Devre dışı bırakıldıktan sonra patlama	03.2012	Kimyasal Tesis	-	DECHEMA
19	0913	Kimyasal tesiste kazara fosgen dağılımı	14.05.2012	Kimyasal Tesis	Fosgen	eMARS
20	0991	Başlatma sırasında ortaya çıkan emüsyon	06.07.2012	Petrokimya	Bütan	eMARS
21	0938	Elektrik arızası	24.03.2013	Kimyasal Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretimi	-	eMARS
22	0112	Tesisden hidrazin hidrat salınımı	10.10.2016	Genel Kimyasal Üretimi	Hidrazin hidrat	eMARS
23	1229	LNG üretim tesisinin devreye alınması sırasında yangın	28. 09.2020	Petrokimya	Kızgın yağ	eMARS
24	1303	Hidrojen sülfid salınımı	26.03.2022	Petrokimya	Hidrojen sülfid	eMARS

Ek 5-Tablo 2. Başlatma- kapatma kazalarına sebep olan faktörler

No	Kaza No	Kaza Adı	Kazalara Sebep Olan Faktörler
1	0719	Klormetan üretim tesisi devreye alınırken klor sızıntısı	1. Tesisin başlatılması sırasında klorun ana gaz giderme manifolduna yanlış yönlendirilmesi 2. Manifolda takılı iki valften birinin kırılması ve gaz giderme başlığına klor alınması 3. Başlığın sıvı klor varlığı hipotezi altında tasarlanmaması 4. Sıvı klor borularının izolasyon sistemi ile ilgili tesisin tasarımının yetersizliği
2	0331	Metal işleme tesisinin elektrofiltresinde patlama	5. Kapatma işleminin hatalı prosedür izlenerek yanlış sırada gerçekleştirilmesi 6. Kilitleme cihazının mevcut olmaması nedeniyle ünite başlatıldığında vakum oluşması 7. Alçak basınç oluşumunu önlemek için ölçüm ve kontrol tekniklerinin yetersizliği
3	0028	Kapatma sırasında yangın	8. Prosedürlerin ihlal edilmesi nedeniyle temizlik amacıyla kullanılan yangın suyunun benzinle kirlenmesi 9. Mobil pompanın kiralanması için yapılan sözleşme görüşmeleri sırasında güvenlik tavsiyesinin olmaması (MSDS) (satın alma süreçleri) 10. Kapatma prosedürlerinin izlenme denetiminin olmaması
4	0677	Kapatmadan sonra konvertörün baca gazı kanalında patlama	11. Üfleme işlemi başlamadan önce servis kapağının tekrar kapatılmaması ve açıklıktan hava girmesi 12. Çalıştırma işlemi yapılmadan önce gereken kontrollerin yapılmamış olması 13. Baca gazı sızdırmazlık denetimi kontrol listesinin mevcut olmaması
5	0694	Vinil klorür tesisatında addelerin salınımı ve yangın	14. Her bir piroliz gazı tüpü dizisinde piroliz gazı sıcaklık ölçüm sisteminin olmaması 15. Başlatma aşamasında piroliz gazı akışındaki sıcaklığın yükselip üç ısıtma gazı arızası meydana gelmesine rağmen ısıtma gazı beslemesinin her seferinde yeniden başlatılması
6	15397	Klor tesisinin yıllık kapatılması sırasında klor sızıntısı	16. Operatörün tanktan uzaktan kumandalı klor çıkışı vanasını kapatmayı unutması 17. Operatörün vanaların kapanmasını ve cihaz da bulunan hacim ile nötralizasyon süresi arasındaki tutarlılığı kontrol listelerinden kontrol etmemesi 18. Pilot kumandalı valflerin düz yatak tipinde olmasından dolayı sızdırmazlık eksikliğine sahip olması 19. Depo odasındaki veya boşaltma standındaki emiş borularına çekvalf takılmaması (tasarım hatası)

			20. Kesim kolonunda alarmlı verimlilik kontrol sisteminin olmaması (tasarım hatası) 21. Nötralize edici solüsyon kolonun durdurulmadan yenilenmeye çalışılması 22. Tesiste risk analizlerinin yetersiz olması 23. Tesiste uygun olmayan prosedürlerin olması
7	06/2001	Püskürtmeli kurutucunun yeniden başlatılması sırasında yangın	24. Kurutucunun devreye alınması sırasında soğutma için gereken suyun kurutucu ile siklon arasında bulunan soğutucuya verilmesinin ihmal edilmesi 25. Hava akımına eklenen sıcaklık izleme cihazının verdiği alarm karşısında aşırı sıcaklık tehlikesiz kabul edilip personelin üretimi durdurulmaması 26. Olaydan önce atık suda artan bir ürün konsantrasyonunun tespit edilmesine rağmen bunun dikkate alınmaması
8	02/2002	Reaktörün yüksek basınç altında çalıştırılması sırasında ürünün salınımı	27. Tekrarlanan temizlik ve kalibrasyon işlemlerinden sonra sondanın kafasının zaman içinde reaktör basıncı altında tutucusundan gevşemesi 28. Ölçüm probunun tasarımı sık kurulum ve sökme işlemleri için uygun olmaması 29. Başlatma yapmadan önce analitik cihaz üzerinde herhangi bir sızıntı testinin yapılmaması 30. Analitik cihazlarla ilgili tehlike kaynaklarının ve etkilerinin belirlenmemesi
9	0036	Yüksek basınçlı üretim hattında patlama	31. Başlatma yapmadan önce tesisatın tam olarak boşaltılmaması hatta bir hava cebi bırakılması nedeniyle tesisatta bir miktar hava kalması 32. Kapatma sırasında kapatılan ve parçanın havasının alınmasını sağlayan valf, kilitleme testi sırasında kapatılıp operatör tarafından bir daha açılmaması 33. Temizleme işleminin herhangi bir talimat olmaksızın operatörün bilgisi temelinde yapılması 34. Başlangıç sürecini yönlendirmek başlangıç aşamalarını tamamladığını gösteren hiçbir kontrol listesinin kullanılmaması 35. Tesiste acil durum işletim prosedürleriyle ilgili eğitimin yetersizliği 36. Operatörlerin farklı amaçlar için kullanılan acil durdurma düğmelerinin tam olarak ne için kullanıldığını bilmedikleri için yanlış durdurma düğmesi kullanmaları 37. Acil durum panelinin ergonomisinin yetersizliği
10	10/2002	Başlatma sonrası ürünün boşalması	38. Temizlikten sonra filtreler açık bırakılır ve çalışmaların henüz tamamlanmadığını gösteren ihtarlar asılır, üç gün sonra uyarıların kaldırılması, filtre kapağının kapatılması ile kullanıma hazır olduğu izlenimi yaratması 39. Filtre kapağının vidalanmaması

			40. Filtreyi tekrar başlatmak için yazılı bir talimatın olmaması 41. Tesisin veya tesisin bir bölümünün yeniden başlatılması için prosedür talimatlarının eksikliği 42. İş bitirme raporlarının denetlenmemesi
11	0516	Başlatma işlemi sırasında salınım	43. Başlatma prosedürleri sırasında vardiya personeli arasındaki bilgi akışında hataların olması 44. Operatörler tarafından kulenin anormal dolmasından kaynaklı çok sayıda alarmin gözardı edilmesi 45. Kulede fırınların ısınmasını durduran bir basınç sensörünün olmaması
12	0702	Polietilen fabrikasında patlama	46. Gray-Lock sızdırmaz contasına karşılık gelen flanşın yetersiz sıkılması 47. Contanın doğru bir şekilde takılacağı ile ilgili personelde eğitim yetersizliği
13	0944	Fabrikadan amonyak salınımı	48. Gerekenden daha yüksek sıcaklık, daha düşük sülfürik asit dozu gibi normal çalışma koşullarından farklı bir uygulama yapılması 49. Sülfürik asit dozaj sisteminin arızalanması 50. Tesiste yapılan risk analizlerinin yetersizliği 51. Üretim süreçlerinde ve ekipmanla ilgili operasyonel prosedürlerin yetersizliği 52. Emniyet yönetim sistemlerinin yetersizliği 53. Tesiste büyük kaza önleme politikalarının tanımlanmaması
14	03/2008	Proses kontrolü değişikliğinden sonra salınım	54. Havalandırma valfinin kapalı bırakılması 55. 20 yıllık galvanizli havalandırma hattında korozyon hasarının olması 56. Havalandırma hattının değiştirilmesinin uzun süredir planlanmış olmasına rağmen yüksek önem önceliği verilmemiş olması 57. Proses kontrol yazılımlarının değişiklik içermesi ve doğru ağ oluşturmasını sağlamak için yeterince kontrol edilmemiş olması
15	0563	Aşırı basınçta flanş contasından boşalma	58. Rafinerinin yeniden başlatılması sırasında CDU2 besleme hattının üretim sonundaki blok vana ile izole edilmesi ve bunun besleme ucunda yapılmaması 59. Tesis hatlarında akan yağı boşaltmak için geçici bir sistem uygulamaları ve bu sistemin risk değerlendirmesi veya prosedürlere tabi tutulmamış olması 60. Gündüz vardiyası teknisyenlerine resmi olmayan çalışma sisteminin iletilmemesi 61. Gündüz vardiyasında çalışma sistemi iletilmediği için çalan alarmlara panel teknisyeninin kayıtsız kalması ve herhangi bir işlem başlatmaması 62. Aşırı basınç nedeniyle 12 inçlik bir flaş contasının yırtılması

16	0957	Gübre üretim tesisinde yangın	63. Tesiste sıcaklığın yükselmesinden dolayı alarm çalması ph ölçümleri yüksek ve buhar valfleri kapalı olduğu için sıcaklık ölçümünün yanlış olduğuna karar verilmesi 64. Hazop çalışmasında veya risk analizinde tampon tankı için hiçbir tehlikenin tanımlanmaması 65. Tankın herhangi bir otomatik güvenlik işleviyle donatılmamış olması 66. Tesisin kapatma koşullarındaki takip yetersizliği
17	6734	Bir kimya fabrikasının filtre odasında yangın	67. Kompresörden hava filtre odasına sıcak hava akması (bileşen-makine arızası) 68. Elektrik motorunun kapalı olması basınç farkına neden olması (cihaz hatası) 69. Kapatma işlemine dahil olan tüm personelin organizasyonel eğitimlerinin yetersizliği 70. Kapatma uygulamaları prosedürlerinde belirsizlik 71. Kurumda yapılan risk değerlendirmelerinin yetersizliği 72. Kapatmanın başlangıcında operatörlerden birinin duman kokusu alması fakat yangını fark etmemesi 73. Operatörün, kontrol sisteminden birkaç yan boruyu etkinleştirmek zorunda kalması fakat yaptığı işlemde emin olamaması 74. Kapatma işlemine dahil olan tüm personelin deneyimsiz olması 75. Kapatma işlemi yapılırken deneyimsiz personelin başında amirlerinin olmaması
18	03/2012	Devre dışı bırakıldıktan sonra patlama	76. Devreye almadan önce adsorberin enerji dengesinin güvenilir bir şekilde kontrol edilmemesi 77. Termal olarak kontrolü zor olan adsorbenin belirli tanımlanmış bir kapatma prosedürü içermemesi 78. Atık gaz akımının akış hızının kesilmesi ve soğutma etkisinin ortadan kalkması
19	0913	Kimyasal tesiste kazara fosgen dağılımı	79. İletkenlik ölçerdeki sistemin arıza belirtileri göstermesi 80. İletkenlik ölçerdeki sistemin arıza belirtileri göstermesini bakım ekibinin bilmesi operasyonel ekip ile paylaşmaması 81. Laboratuvar sonuçlarının açıklanmasını beklemeden üretimin yeniden başlatılması 82. Yeniden montaj adımının ardından tankın drenaj devresi kapağının kapatılmaması 83. Tank pompalama prosedürlerinin yetersizliği
20	0991	Başlatma sırasında ortaya çıkan emüsyon	84. Krakerdeki yeni besleme hattının hidrolik olarak test edilmesi ve üst havalandırma geçitinin testten sonra açık kalması 85. Bir operatörün fırının farklı yerlerinde sızıntı testlerini gerçekleştirmesi ve açık havalandırma valfini farketmemesi

			86. Basınç testinin hatalı yürütülmesi ve basınçsız bir sistem üzerinde sızıntı testi yapılması 87. Standart kontrol turları yani denetim yapılmadığı için buhar sızıntısının fark edilmemesi 88. Operatörün havalandırma deliğinden buhar çıktığını varsayarak kapatması 89. Fırının başlatılması için kontrol listelerinin olmaması 90. Kullanımdan önce tesisatın genel kontrolünün yapılmaması
21	0938	Elektrik arızası	91. Tesiste buhar oluşturan yoğuşma meydana gelmesi 92. Kablo geçişlerinin kalafatlanmamış olması 93. Tarama boşluğunda bulunan plenum kutusunda sızıntı meydana gelmesi 94. Sistemdeki hataları tespit edecek bir ekip lideri görevlendirilmemesi 95. Tesiste teknik prosedürlerin eksikliği 96. Tesiste elektrik sistemleri ile ilgili belirli bilim kurallarına uyulmaması
22	0112	Tesisden hidrazin hidrat salınımı	97. Devreye alma ve kapatma prosedürlerinin eksikliği 98. Operatörün hatası nedeniyle falnşın sızdırması
23	1229	LNG üretim tesisinin devreye alınması sırasında yangın	99. Hava giriş filtrelerinde biyokütle birikmesi ve çok yüksek sıcaklıklara sebep olması 100. Buz önleyici ısı eşanjörünün kullanım amacı dışında kullanılması 101. Filtre muhafazasındaki yüksek sıcaklığın algılanmaması 102. Operasyonel uygulamalardaki eksikliklerin olması 103. Tesis personelinin eğitim eksikliği 104. Tesisin yönetim ve denetimindeki eksiklikler 105. Tesis tasarımının yetersizliği
24	1303	Hidrojen sülfid salınımı	106. Bir ünitenin planlanmış kapatması sırasında çalışmayan bir hattın müteahhit şirketin çalışanları tarafından izin almadan gereksiz yere açılması 107. Tesisin kapanması sırasında çalışma izinleri ile ilgili prosedürlerin yetersizliği 108. Tesisteki personelin yetersiz eğitimi 109. Sülfür dedektörleri ile ilgili kişisel koruyucu donanımların kullanımı ile ilgili eğitim eksikliğinin olması

Ek 5-Tablo 3. Başlatma-kapatma kazalarının HFACS tekniğine göre kazalara sebep olan faktörlerinin dağılımı

Kurumsal Etkiler		
Kaynak Yönetimi	Kurumsal İklim	Kurumsal Süreç
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
4-9-45-100-105	52-53	7-10-13-22-23-30-34-40-41-50-51-59-64-70-71-77-83-89-95-97-102-107
Toplam: 5	Toplam: 2	Toplam: 22

Emniyetsiz Yönetim			
Uygun Olmayan Planlanmış İşler	Bilinen Problemi Düzeltmeme	Yönetimin İhlalleri	Yetersiz Yönetim
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
74-75	56-92	29	35-42-47-57-66-69-94-103-104-108-109
Toplam: 2	Toplam: 2	Toplam: 1	Toplam: 11

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler						
Çevresel Faktörler		Bireyin Durumu			Personel Faktörleri	
Fiziksel Çevre	Teknolojik Çevre	Olumsuz Ruhsal Durum	Fiziksel Zihinsel Sınırlamalar	Olumsuz Fiziksel Durum	Kişisel Hazırlık	Personel Kaynak Yönetimi
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları

67-91-99	2-3-6-14-18-19-20-27-28-37-49-55-62-65-68-78-79-82-93-	16				43-60-80
Toplam: 3	Toplam: 19	Toplam: 1	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 0	Toplam: 3

Emniyetsiz Eylemler				
Hatalar			İhlaller	
Karar Hataları	Beceri Hataları	Algılama Hataları	Rutin	İstisnai
Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları	Kazalara Sebep Olan Faktörlerin Numaraları
15-25-48-61-63	1-5-11-31-32-36-39-46-54-58-73-84-86-98-	72-85-88-101	8-12-17-33-44-76-81-87-90-96	21-24-26-38-106
Toplam: 5	Toplam: 14	Toplam: 4	Toplam: 10	Toplam: 5

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra Yalçın

Eğitim

- Doktora- Marmara Üniversitesi İş Güvenliği 2020-devam
- Yüksek Lisans- İstanbul Ticaret Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği 2017-2019
Tez Konusu: İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Ergonominin Rolü
- Lisans- Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık 1994-1998
- Lise- Pertevniyal Lisesi 1990-1993

Mesleki Deneyimler

Özel Sektör- Mimar 1998-2020

Yabancı Dil

İngilizce

Lisanslar & Sertifikalar

- B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Haziran 2022
- Eğiticinin Eğitimi- İstanbul Üniversitesi Nisan 2019

Yayınlar

Yalçın, E., Ciftcioglu, G.A., Guzel, B.H. (yayın aşamasında). Human Reliability Analysis Methods. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi.

Yalçın, E., Ciftcioglu, G.A., Guzel, B.H. (2023). Human Factors Analysis by Classifying Chemical Accidents into Operations. Sustainability, 15(10), 8129.

Yalçın, E. Sürdürülebilirlik ve İşletmelerin Sürdürülebilirlik Raporlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 8(4), 30-45

Yalçın, E., Ayvaz, B. (2018). İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Ergonomik Risk Ölçümü: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 17(34), 13-30.