

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİR BÜYÜK ENDÜSTRİYEL KİMYASAL DEPOLAMA TESİSİNDE
DOMİNO ETKİLİ KAZA OLUŞUMU VE SONUÇLARININ BST METODU VE
ALOHA YAZILIMI KULLANILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pelin OLGUN

131101431

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

Haziran, 2019

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİR BÜYÜK ENDÜSTRİYEL KİMYASAL DEPOLAMA TESİSİNDE
DOMİNO ETKİLİ KAZA OLUŞUMU VE SONUÇLARININ BST METODU VE
ALOHA YAZILIMI KULLANILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pelin OLGUN

131101431

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

Haziran, 2019

T.C.
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri
tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez savunma tarihi : 28.06.2019

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan Kepekli
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
(Jüri Başkanı)

Doç.Dr. Hasan Hakan Yavaşoğlu
Yıldız Teknik Üniversitesi
(Jüri Üyesi)

Dr. Öğr. Üyesi Beyrul Canbaz
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
(Jüri Üyesi)

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİSİ

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

Kullandığım veri, bilgi ve dokümanları akademik ve etik kurallara bağlı kalarak edindiğimi

Etik ve ahlak kurallara uygun olarak sunduğumu

Yararlandığım eserlere uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi

Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu beyan ederim

İstanbul, 2019

Pelin OLGUN

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Bir Büyük Endüstriyel Kimyasal Depolama Tesisinde Domino Etkili Kaza Oluşumu ve Sonuçlarının BST Metodu ve Aloha Yazılımı Kullanılarak İncelenmesi..... | 1 |
| 2.GENEL BİLGİLER | 4 |
| 2.1.Büyük Endüstriyel Kaza Tanımı ve Büyük Endüstriyel Kazalarda Domino Etkisi..... | 4 |
| 2.1.1 Büyük Endüstriyel Kaza Vakaları | 5 |
| 2.2 Acil Durum Yönetimi | 9 |
| 2.2.1 Acil Durum ve Afet Planı Hazırlanması..... | 9 |
| 2.2.2 Kurum için Güvenlik Raporunun Hazırlanması..... | 14 |
| 2.2.3 Dahili Acil Durum Planı..... | 15 |
| 2.2.4 Arazi Kullanım Planlaması..... | 17 |
| 2.3 Yangın ve Patlama | 18 |
| 2.3.1 Patlama Çeşitleri | 18 |
| 2.3.2 BLEVE, Kaynayan Sıvı, Genleşen Buhar Patlaması | 18 |
| 2.3.3 Sınırlandırılmamış Buhar Bulutu Patlaması..... | 19 |
| 2.3.4 Mekanik Patlama..... | 19 |
| 2.3.5 Toz Patlaması | 19 |
| 2.3.6 Patlayıcıların Basınç Etkisinin Araştırma Sonuçları | 20 |
| 2.3.7 Yüksek Basıncın Etkisi Olarak Hasar Durumları | 21 |
| 2.4. Kimyasal Maddelerin Riskleri..... | 22 |
| 2.4.1 Toksik Gaz Yayılımı..... | 23 |
| 2.4.2 Parça Etkisi | 25 |
| 2.4.3 Seveso Direktifleri | 25 |
| 2.5 Patlamadan Korunma Dökümanı..... | 28 |
| 2.5.1 Patlayıcı Ortamlarda İş Sağlığı ve Güvenliği ve Patlamadan Korunma Dökümanı Oluşturmanın Önemi..... | 28 |
| 2.5.2 Patlamadan Korunma Dökümanı Nedir? | 29 |
| 2.6 Aramis Projesi..... | 30 |
| 3. Gereç ve Yöntem | 33 |
| 3.1 Buhar Bulutu Patlama Modeli | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 KİNETİK ENERJİ MODELİ | 34 |
| 3.3 EPA ALOHA 5.4.7 | 37 |
| 4. Bulgular | 39 |
| 4.1 Tesis ile İlgili Bulgular | 39 |
| 4.2 Kullanılan Kimyasallarla İlgili Bulgular | 40 |
| 4.2.1 Toluen | 40 |
| 4.2.2 Toluen Di İzosiyanat | 42 |
| 4.3 Hesaplamalar | 44 |
| 4.3.1 Toluen Tankında Buhar Bulutu Patlaması Hesaplaması | 44 |
| 4.3.2 Tank Kapağının Koparak TDİ Tankına Çarpma Hesabı | 47 |
| 4.3.3 Toluen Di İzosiyanat Tankında Toksik Yayılımın Etki Alanı Hesaplaması | 49 |
| 4.3.4 Toluen Di İzosiyanat Tankında Toksik Yayılımının İkincil Senaryoya Bağlı Etki Alanı Hesaplaması | 56 |
| 5. TARTIŞMA | 59 |
| 6.SONUÇ | 70 |
| 7.ÖZET | 73 |
| 8. SUMMARY | 77 |
| 9 KAYNAKLAR | 80 |
| 10.ÖZGEÇMİŞ | 84 |

RESİMLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Resim 1 İngiltere’de Buhar Bulutu Patlaması | 6 |
| Resim 2 Seveso Büyük Endüstriyel Kazası..... | 7 |
| Resim 3 Bhopal Felaketi | 8 |
| Resim 4 İspanya’da BLEVE | 9 |
| Resim 5 Toluene Tankı mevcut durumu..... | 45 |
| Resim 6 Buhar Bulutu Patlaması Hesabı | 46 |
| Resim 7 Aloha Threat Zone | 51 |
| Resim 8 Aloha Toksik Threat zone..... | 53 |
| Resim 9 Ppm Normal Değerleri Baz Alınarak Yapılan Toksik Etki | 54 |
| Resim 10 10 dakika için Toksik Yayılım | 55 |
| Resim 11 İkincil senaryo Aloha Verileri | 57 |
| Resim 12 İkincil Senaryo Etki Alanı Gösterimi | 58 |
| Resim 13 Toluene Tankında Buhar Bulutu Patlaması ve Tank Kapağının Fırlaması..... | 61 |
| Resim 14 Şarapnel Etkisiyle Fırlayan Tank Kapağının TDİ Tankına Çarpması | 62 |
| Resim 15 TDİ Tankından Toksik Yayılım | 63 |
| Resim 16 Toksik Yayılımın Etki Alanının Daraltmak İçin Su Perdesi..... | 65 |
| Resim 17 Birincil Senaryo Toksik Etki Alanı | 66 |
| Resim 18 İkinci Senaryo Toksik Etki Alanı | 67 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Tablo 1 Kaza Senaryolarının Oluşumu..... | 5 |
| Tablo 2 Patlayıcıların Basınç Etkileri | 20 |
| Tablo 3 Yüksek Basınç Etkisinde Meydana Gelen Hasar Durumları | 22 |
| Tablo 4 Toksik Yayılım- Sağlık Etkisi | 25 |
| Tablo 5 TDİ NFPA Etiketleme Sistemi..... | 43 |
| Tablo 6 TDİ HMIS Etiketleme Sistemine Göre | 44 |
| Tablo 7 Tdi Toksik Yayılımı İçin Elde Edilen Veriler | 50 |
| Tablo 8 60 Dakika İçin TDİ Etki Alanı | 53 |
| Tablo 9 10 dakika için TDİ Etki Alanı | 56 |

ÖN SÖZ

Çalışmamızda, Büyük endüstriyel kaza, domino etkisi, patlama, ağır gaz bulutu yayılımı, parça etkisi kavramları, domino etkili kaza yaşanan bir büyük endüstriyel kimyasal depolama tesisindeki kaza senaryosu birebir aynı tutularak, oluşan patlama, parça etkisi ve toksik yayılımın tehlike bölgeleri ve bu alanda alınması gereken güvenlik önlemleri , Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik Ve Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik'e göre belirlenmiştir.

Kaza senaryosu, sınırlandırılmamış buhar bulutu patlama modeli için BAKER-STREHLOW-TANG , parça etkisi için kinetik enerji modeli, ağır gaz yayılımı metodu için ALOHA modelleme programı kullanılarak tehlikelerin etki alanları hesaplanmış ve incelenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde büyük endüstriyel kavramlar ve domino etkisine yönelik kavramlar ve örnek vakalar, ikinci bölümünde patlama ile ilgili kavramlar ve patlama türleri, toksik gazlar ve etkileri ilgili bilgilere, üçüncü bölümde kullanılacak yöntemlere, dördüncü bölümde kullanılan yöntemler sonucunda elde edilecek bulgulara ve edinilen bulgular doğrultusunda alınması gereken güvenlik önlemlerine yer verilmiştir.

Yüksek lisans tezimin her aşamasında desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen değerli hocam Dr.Öğr.Üyesi Aykan Kepekli'ye teşekkürü borç bilirim.

1.GİRİŞ

1.1 Bir Büyük Endüstriyel Kimyasal Depolama Tesisinde Domino Etkili Kaza Oluşumu ve Sonuçlarının BST Metodu ve Aloha Yazılımı Kullanılarak İncelenmesi

İş sağlığı ve güvenliğinde temel hedef, işin yürütüm koşullarını iyileştirmek, işin güvenli ve sağlıklı bir şekilde işleyişini sürdürmektir. Bu durumun sağlanması için iş kazaları ve meslek hastalıklarının oluşumunu önlemekten geçer.

İş sağlığı ve güvenliği kavramının, gelişen teknoloji ve sanayileşmedeki artış ile öneminin artması tesadüfi değildir. Teknolojinin gelişmesi ve makineleşmenin artması, çalışanların fiziksel iş yükünü azaltmış, ancak beraberinde yeni riskler ve alınacak önlemler getirmiştir. Teknolojik değişiklikler ve artan sanayileşmeye bağlı olarak işin yürütümü kolaylaşırken, işin güvenliğinin sağlanmasının zorluk derecesini arttırmaktadır. Geçmişten günümüze yaşanan büyük endüstriyel kazalar bunun en önemli örneğini oluşturmaktadır.

Değişime ve gelişime açık olan sektörler için iş sağlığı ve güvenliği de sürekli iyileştirme halindedir. Buna bağlı olarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kanunlar sürekli güncellenmektedir. Bu gelişimin ana nedeni, değişime uyum sağlamak, yeni oluşan tehlikeli durumlara karşın önlemler geliştirmek ve eğitimlerle iyileştirmeye giderek, tehlikeli hareketlerin önüne geçilmesidir. Çünkü gelişen teknolojiye bağlı olarak kurulan otomasyon sistemleri, anlık değişimleri ve tehlike potansiyellerini izlerken, ortaya çıkabilecek tehlikenin sonucu daha geniş alanlara yayılabilmekte ve daha çok insanı kapsamaktadır. Bu kapsamda büyük endüstriyel kazalar meydana gelebilmekte ve çok vahim sonuçlara neden olabilmektedir.

Geçmişten günümüze yaşanan büyük endüstriyel kazalar bunun en önemli örneğini oluşturmaktadır.

Kazaların felakete dönüşmemesi ve istenmeyen olayların yaşanmaması için işveren büyük kazaların meydana gelmesini önlemekle ve istenmeyen bir kaza durumunda, bunların etkilerini çevre ve insanlara en az zarar verecek şekilde sınırlamak için gerekli tüm tedbirleri almakla yükümlüdür.

Aralık 2012'de yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu işverenlere risk analizi ve acil durum planı yapma ve yaptırma zorunluluğu getirmiştir. Bu zorunluluk, uygulamada tüm riskleri ve acil durumları kapsayamama bilmektedir. Bu nedenle, özellikle çok tehlikeli sınıfa dahil olan iş yerlerinde bulunan patlayıcı özellik gösteren malzemeler göz önünde bulundurularak patlamadan korunma dokümanının hazırlanması gerekmektedir. Bu dokümanın hazırlanmasındaki amaç, yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı özellikteki maddelerin patlayıcı ortam oluşturmalarını engellemektir. Bu kapsamda, işveren büyük kazaların meydana gelmesini önlemekle ve istenmeyen bir kaza durumunda, bunların etkilerini çevre ve insanlara en az zarar verecek şekilde sınırlamak için gerekli tüm tedbirleri almakla yükümlüdür. Bu yükümlülük kapsamında endüstride patlama senaryolarının yapılmasının sağladığı faydalar inkâr edilemez.

Yönetim alanında yasal, idari ve kurumsal boşluklar bulunmaktadır. Bu nedenle kaza senaryolarının arttırılması gerekmektedir.¹

Çalışmamızın ana konusunu büyük endüstriyel kazalar oluşturmaktadır. Patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olan çalışma alanında, domino etkisiyle, birbirini tetikleyen çoklu kaza serisi oluşturulmuştur. Farklı özellikte

kimyasalların depolanma alanında meydana gelebilecek bir patlamanın etkisi ile meydana gelebilecek ve birbirini tetikleyecek kazaların modellenmesinin, tehlike alanlarının belirlenmesinin, o alanlarda alınabilecek güvenlik önlemlerinin, büyük endüstriyel kaza riskini azaltmaya etkisi göz ardı edilemez.

Domino etkili, farklı tehlike gruplarının incelendiği kaza senaryosunu içeren çalışmamız için önceki çalışmalar incelendiğinde, domino etkisinin etki alanlarının yönetsel ve içerik olarak yapılmadığı, hem metod hem de yazılım programı kullanılarak etki alanlarının hesaplanmasının yapılmadığı görülmüştür. Ayrıca çalışmamızda iki ayrı koşulu barındıran iki senaryo bulunmaktadır. Etki alanı 10 km'ye ulaşan ve felakete sebebiyet verebilecek ikincil senaryonun etki alanının oluşmaması için çalışmamızda belirttiğimiz gibi hem yapılması gerekenler hem de mevzuatın yeterliliğinin tartışılmadığı görülmüştür. Tez çalışmasının amacı bu eksikliğin giderilmeye çalışılmasıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Büyük Endüstriyel Kaza Tanımı ve Büyük Endüstriyel Kazalarda Domino Etkisi

Modernleşme ve sanayileşme sonucunda kimyasal madde kullanımı gerekliliği artmıştır. Kimyasal maddelerin özelliklerine göre insan sağlığına, çevreye farklı etkileri olabilmektedir. Aynı zamanda farklı kaza tiplerine neden olabilmektedirler. Bu maddelerin depolanması, taşınması, kullanımı ve üretimi esnasında, güvenlik koşullarının tam olarak sağlanamaması durumunda oluşabilecek, yangın, patlama, toksik yayılım gibi istenmeyen olaylar, çok sayıda insanın sağlığını tehdit edebilmekte, çevrede kısa veya uzun dönem kirlenmeye neden olabilmekte, ve ağır tahribata yol açabilmektedir. Maddi manevi hasara yol açan, kapsamlı ve geniş çaplı acil durum müdahalesi gerektiren bu kazalar, büyük endüstriyel kazalar olarak sınıflandırılırlar.²

Kimyasalların depolanması, özellikle farklı kimyasalları barındıran endüstriyel tesislerde depolanma koşullarının ayrı ayrı incelenerek büyük bir hassasiyetle yapılması gereken bir işlemdir. Her kimyasalın ayrı sıcaklık ve basınç koşullarında tutulması, bir arada depolanabilen ve depolanamayan kimyasallara ayrıca dikkat edilmesi büyük önem taşır. Depolanma işleminin yapıldığı tanklarda tam temizleme yapılmadan başka bir kimyasalın depolanması, kimyasal bir reaksiyona neden olabilmekte ve kazaya davetiye çıkarabilmektedir. Bunun yanı sıra, bir veya birden çok kimyasalın neden olabileceği yangının, sebep olduğu ısı ve basınç değişimi başka bir kimyasalda patlama meydana getirebilmektedir. Bu esnada basınç

kaynaklı parça etkisi gösteren bir malzeme başka bir depolanma alanını tahrip edebilmekte ve toksik gaz yayılımına neden olabilmektedir. Bir veya birden fazla kimyasaldan kaynaklanan bir kaza, diğerini tetikleyebilmekte ve domino etkili bir büyük endüstriyel kaza meydana getirebilmektedir. Bu nedenle tehlikeli madde envanteri belirlenirken ve kaza önleme politikası geliştirilirken, kaza tehlikesinin, etki alanı ve konumu baz alınarak, başka kazaları tetikleyerek artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.



Tablo 1 Kaza Senaryolarının Oluşumu

2.1.1 Büyük Endüstriyel Kaza Vakaları

Geçmişten günümüze endüstriyel kazaların incelenmesi, hem mevzuatlardaki açıklıkların fark edilmesi hem de benzer bir senaryonun yaşanmaması için önlem alma zorunluluğu yarattığı için önem arz etmektedir.

1974'te İngiltere'de tasarımda ve teknolojik değişimlere uyumda yetersizliğin sebep olduğu tonlarca sikloheksan sızıntısı, buhar bulutu patlamasına sebep olmuştur. Etkisi kilometrelerce alanı kapsayan ve 28 kişinin ölmesine ve 89 kişinin yaralanmasına sebep olmuştur.³



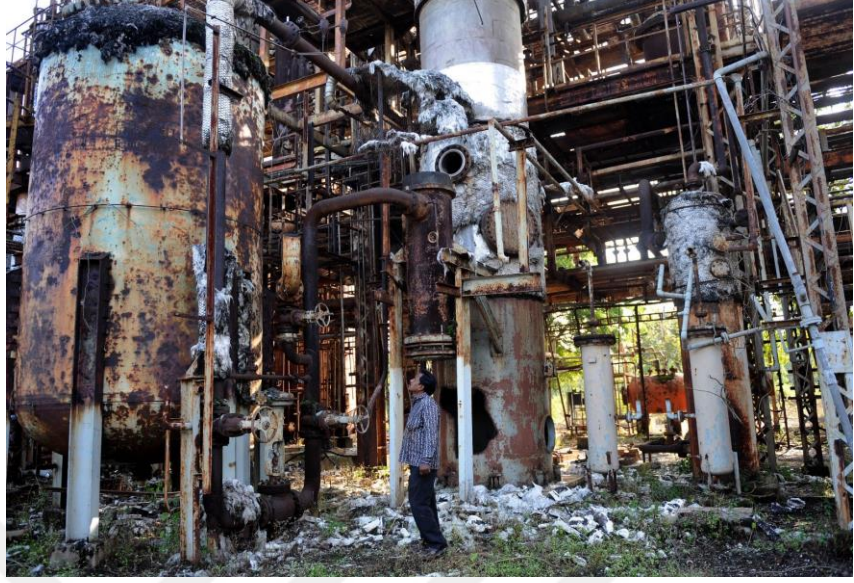
Resim 1 İngiltere'de Buhar Bulutu Patlaması⁴

1976'da İtalya'da ekzotermik kimyasal reaksiyonun güvensiz bir hal alması ve patlama diskinin yanlış basınca ayarlanması yüzünden toksik ve korozif kimyasal gaz yayılımına neden oldu. Patlama diskinin, malzemeleri reaktöre aktarmak için kullanılan sıkıştırılmış havada fazla basınç etkisini absorbe etmek için 3,5 bar olarak ayarlanması, tehlikeli işletim uygulamaları ve şirket yönetiminin yerel yönetimleriyle iletişimsizliği yüzünden Seveso'da büyük bir endüstriyel kaza meydana gelmiştir. Açığa çıkan TCDD'nin yayılımı 410 kimyasal yanığa, binlerce kişinin tahliye edilmesine ve tedbir amaçlı hayvanların telef edilmesine sebep olmuştur.⁵



Resim 2 Seveso Büyük Endüstriyel Kazası⁶

1984'te Hindistan'da pestisit fabrikasında tanka eklenen suyun, basınç ve sıcaklığı artırması ve kimyasal reaksiyona sebebiyet vermesi, metil izosiyanatın kilometrelerce yayılmasına neden oldu. Güvensiz süreç işletimi, yetersiz tesis yönetimi, etkin olmayan güvenlik önlemleri kazanın ana nedenlerini oluşturmuştur. Acil durum sirenlerinin çalışmaması ve uyarıda bulunulmaması, 3000'den fazla insanın ölmesine ve 170.000 kişinin yaralanmasına neden olduğu için tarihin en ölümcül kimyasal felaketidir.⁷



Resim 3 Bhopal Felaketi ⁸

2002'de İspanya'da doğalgaz taşıyan bir tankerin aşırı hızı nedeniyle bir kumula çarpması sonucunda önce tank sonra bir ateş topu patlaması olmuştur. 9 barlık basınca test edilen tankın basıncının, BLEVE sırasında basıncının yaklaşık 10 bar olduğu tahmin edilmektedir. 200 metre civarındaki insanlar 1. ve 2. Derece yanıklar geçirmiştir.⁹



Resim 4 İspanya'da BLEVE¹⁰

2.2 Acil Durum Yönetimi

Acil durum: Birçok tehlike kaynağına bağlı, acil müdahale, müdahale, ilk yardım veya tahliye gerektiren, durumun aciliyetiyle doğru orantılı acil çözüm getirilmesi gereken olayları kapsamaktadır.¹¹

Acil durum yönetimi, etkin bir politika, politikayla uyumlu etkin bir plan, ve planının sağlıklı uygulanmasını sağlayacak etkin bir organizasyonla gerçek anlamda yerine getirilmiş olmaktadır. Acil durum yönetiminin temel amacı, acil durum etkilerini bertaraf etmek ve acil durumun afete dönüşmesinin önüne geçmektir.

2.2.1 Acil Durum ve Afet Planı Hazırlanması

Acil durum planının hazırlanması ve sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi, bir kurumda iş sağlığı ve güvenliğinin gereklerinin yapılması için olmazsa olmazdır. Özellikle kimyasalların bol olduğu ve acil durum

sayısının bu sebeple artabileceği endüstriyel tesislerde acil durum planı ve eylem planlarının sadece kağıt üstünde kalması düşünülemez. Az tehlikeli bir işyerine uygulanan prosedürlerin burada yeterli olacağını düşünmek, acil durumda felakete davetiye çıkartmaktır.

Kapsamlı bir acil durum planı yazılırken öncelikle, riskler yeterli ve eksiksiz olarak tanımlanarak risk haritası çıkartılmalıdır. Planın hazırlık aşamasında, mikro ve makro ölçekli ayrıştırma yapılarak riskler ele alınmalı, tesiste her bölgenin aynı tehlike oranına sahip olmadığı unutulmamalıdır. Tehlikeli alanların ayrıca ele alınması, daha detaylı bir çalışmanın yanı sıra zaman ve maddi kaybı da engellemektedir.

Makro ayrıştırma için kimyasal verilere ve prosese ek olarak, işyerinin topografyası ve meteorolojik veriler hesaba katılarak, depolama tankları, liman, dolum üniteleri, sabotaj, doğal afet gibi dış etkenler göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır.

Kimyasal proses ünitesi içeren ve/veya yanıcı, parlayıcı, patlayıcı maddelerle çalışmalar yapan, özellikle basınçlı kap ünitelerinin olduğu, dolum ve depolama işlemlerinin yapıldığı alanlar ayrıca işaretlenmelidir. Bu alanlarda mikro ayrıştırmaya gidilerek, yangın, patlama, toksik yayılım, deprem, sel, iş kazası ve büyük endüstriyel kazaların meydana gelme durumlarına göre acil aylum planı hazırlanmalıdır. Bu planda, acil çıkış kapıları, yolları, söndürücü materyaller ve acil durumun dışında kalan sakin bir alanda acil toplanma noktası belirlenmelidir. Özellikle yüksek riskli alanları kapsayacak şekilde tüm işletmedeki zararları ve hasarları önleyecek, azaltacak ve büyük bir felakete dönüşmesini engelleyecek, istenmeyen bir kaza oluşumunu bertaraf edecek ve kurumu

makul bir sürede eski haline döndürecek yönetim anlayışı ve uygulanabilir uygulamalar içermelidir. Bu kapsamda

- Yangın
- Patlama
- Deprem
- Toksik yayılım
- Sel
- İnsan sağlığına etkiler
- Çevreye ve ekolojik sisteme etkiler
- Felakete dönüşebilecek tehlikeli durumlar
- Domino etkisi

Ve bu gibi durumların neden olabileceği hemen veya uzun vadeli etkileri bertaraf edebilmek adına iyi bir yönetim anlayışı gerekmektedir.

Acil eylem planlamasında

- Yangın
- İlk yardım
- Güvenlik
- Bakım
- Sızıntı kontrol
- Refakat

İçin görevli ekipler belirlenir. Sürecin sağlıklı yönetilebilmesi adına, olay esnasında gerekli işlemlerin yerine getirilebilmesi açısından sorumluluklarının tam olarak bilinmesi, gereken eğitimlerin alınmış olması esastır. Plan, tüm çalışanları, ziyaretçileri, fiziksel engele sahip insanları kapsayacak şekilde yapılmalıdır.

Acil durum planı, acil durum öncesinde, acil durum esnasında ve sonrasında yapılacakları kapsamalldır. Acil durum öncesi, tehlikeli durum ve hareketler net bir şekilde çıkartılmalıdır. Zarar azaltmaya gidilerek, acil durum esnasında ve acil durum sonrasında oluşabilecek ekstra risk faktörlerinden kaçınılmalıdır. Çünkü mevcut durumda, ne kadar iyileştirilmeye gidilirse, acil durum esnasında risk faktörleri bir o kadar azaltılmış olacaktır. Ve azaltılan risk faktörleri acil durumda kriz esnasında daha sağlıklı hareket edilmesine olanak sağlayacaktır.

Acil durum yönetimi evrelerinde ilk evreden itibaren risk azaltılmasına gidilirse, kriz yönetimi daha iyi ve sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Büyük endüstriyel tesislerde, acil durum ayrıca afete dönüşebileceği için afet planı acil durum planına entegre olarak hazırlanmalıdır.

Bütünleşik afet yönetiminde afetin etkilerinin bertaraf edilebilmesi için gerekli aşamalar bulunmaktadır. Acil durum yönetimi gibi acil durum öncesi, esnası ve sonrasını kapsamaktadır. Amaç, acil durum kapsamına giren afetin etkilerini minimuma çekmektir.

Bütünleşik afet yönetimi, afetlerle baş edebilmek için, tüm tehlikeleri hedef alan, zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarından oluşan, bu aşamalarda nelerin yapılması gerektiğini ve alınması gereken önlemleri içeren, mevcut kaynakları en iyi ve etkin bir şekilde kullanmayı hedefleyen bir yönetim sürecidir.

Bütünleşik afet yönetimi, genel olarak risk yönetimi ve kriz yönetiminden oluşmaktadır. Zarar azaltma ve hazırlık evrelerinde afet öncesi yapılması gerekenler belirlenmektedir. Ancak, yapılacaklar sadece acil durumun veya afetin öncesinde neler yapılacağını değil, acil durum esnasında ve sonrasında yapılacakları da kapsamaktadır.¹²

Yapılacaklar evrelere ayrılmıştır.

Zarar azaltma evresinde afeti oluşturabilecek tehlikeler belirlenmelidir. Afete neden olabilecek dolaylı ve direkt tehlikeler belirlenerek, domino etkisi de dahil edilerek, tehlikeler listelenmektedir. Tehlikelerin neden olacağı riskler belirlenir. Etkileri önlenir veya en aza indirgenir. Tedbirlerin bütün olarak ele alındığı evredir.

Hazırlık evresi, organizasyonun tam ve eksiksiz yapıldığı evredir. Eğitimin verilmesi, görevlerin dağıtılması bu evrede yapılmaktadır. Zarar azaltma evresi ne yapılacağı ile ilgiliyken, hazırlık evresinde yapılacakların, nasıl yapılması gerektiğini karar verilmektedir.

Tahmin ve erken uyarı evresi, meydana gelebilecek afetin gözlemsel veya matematiksel yöntemlerle öngöründe bulunduğu evredir. Erken uyarı ise gerekli bilgilerin çalışanlara ve topluma duyurulmasıdır. Maksat, potansiyel tehlikenin etki alanı, büyüklüğünü ve etkisini mümkün olduğunda çok insana duyurmak ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır.

Afet sonrası yapılacaklardan en önemli kısımlardan biri de etki analizidir. Afet ortaya çıktıktan sonra birkaç saat içerisinde hızlı hasar tespiti yapılır. Tehlike arz eden durumları, hasarın tespitini, yaklaşan tehlikeleri bertaraf ederek, etkin bir yönetim müdahalesinin yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir. Mevcut kaynakların dağıtımı ve müdahalenin öncelikli alanlarının belirlenmesi açısından müdahale evresine katkısı büyüktür.

Müdahale evresi, acil ve afet yönetiminin operasyonel kısmıdır. Olayın ortaya çıkmasıyla başlar. Acil ihtiyaçlar, kriz yönetimi, kaynakların yönetimi, ekiplerin koordinasyonu, olay yeri yönetimi, yardımların temini gibi birçok önemli başlığı bir arada toplamaktadır. Müdahale evresinde tehlikeler

bertaraf edilirken, kurtarma çalışmaları, güvenli alan, yeni bir afete sebebiyet verilmemesi gibi birçok faaliyet eş zamanlı yapılmaktadır. İyi bir müdahale evresi için, afet öncesi belirlenen önlemler alınmalı, rol kargaşası yaşanmamalıdır. Stres yönetiminin bu evrenin akışını zorlaştırıldığı unutulmamalıdır.

İyileştirme evresi için afet ve acil durum öncesinde detaylı bir planlama yapılmalıdır. Afet sonrası normal yaşama geri dönebilmek için yapılan çalışmalardır. Yeniden yapılanma ile zarar gören tüm insani faaliyetlerin ve fiziksel bileşenlerin eski hale hatta eskisinden daha iyi bir düzeye getirmek için yapılan işlemlerin bütünüdür. Güçlendirme çalışmaları, çevre planları, altyapı gibi birçok konu birden ele alınır.

Afet yönetim şemasının, acil durum yönetimine entegre olması esastır. Acil durum yönetimi için acil durum öncesinde yapılacaklar, esnası ve sonrasında da parçalar barındırarak genel olarak risk yönetimi safhasında bulunur. Acil durum esnasında ve sonrasında yapılacaklar ise kriz yönetiminde belirlenmektedir.

Özellikle büyük endüstriyel tesislerde acil durum, afete dönüşebilecek şekilde ele alınmalıdır. Malzemedен prosese detaylarıyla risk analiz edilmelidir.

2.2.2 Kurum için Güvenlik Raporunun Hazırlanması

Kuruma ait potansiyel risklerin ve sürecin karmaşıklığı oranında, orantılı bir yaklaşımla büyük endüstriyel kaza tehlikeleriyle sınırlı

tutularak, gerekli şartları yerine getirilip getirilmediği ile ilişkilendirilir. İspatına yönelik sistematik bir analiz yapılır. Kaliteli bir risk değerlendirmesi kazaların sıklığı ve etkileri, referans senaryolar ile sınırlandırılmalıdır. Seçilen senaryo ve alınan önlemler arasında yeterlilik ve tutarlılık olduğu kanıtlanarak sunulur.

Risk değerlendirmesinde olduğu gibi prosesin, tehlikeli madde niteliğinin ve niceliğinin veya depolanma koşullarının ve şeklinin değişimi halinde güvenlik raporu revize edilmelidir. Büyük endüstriyel kazalara yönelik yapılan dahili acil durum planları özet halinde rapor içerisine eklenmelidir.

2.2.3 Dahili Acil Durum Planı

Büyük endüstriyel kazaların etkilerinin bertaraf edilmesi ve anında müdahaleyi sağlayan acil durum planı güvenlik yönetiminin en önemli halkalarındandır.

Büyük endüstriyel kazaların önüne geçilemediği durumlarda, yangın patlama, toksik yayılım gibi kurumu, çalışanları, halkı ve çevreyi olumsuz etkileyecek sonuçların çıkması şaşırtıcı olmamaktadır. Olası bir büyük endüstriyel kaza durumunda tedbirleri sıralayabilmek adına dahili acil durum planı hazırlanmalıdır.

Dahili acil durum planının hazırlanması üst seviyeli kuruluşlar için zorunlulukken, alt seviyeli kuruluşlar için büyük kaza önleme politikalarına yol haritası oluşturmaktadır.

Plan, büyük endüstriyel kazalara yönelik acil durum önlemleri hakkında detaylı, uygulanabilir, test edilebilen önlemleri içermektedir. Bu önlemlerin yazılmasında senaryoların etkisi çok büyüktür. Potansiyel kazalar, senaryolaştırılarak kaza etki alanları simülasyonlarla belirlenmektedir. Bu etki

alanlarının belirlenmesinde, rüzgar hızı, atmosferik koşullar gibi kullanılan tüm veriler detaylı olarak yazılır. Kullanılan modeller ve parametreler belirtilir. Bu değişkenlerde kullanılan değerler, gerekçeleriyle birlikte yazılır. Oluşturulan etki alanı için alınan önlemlere yer verilmektedir. Acil durum planında olduğu gibi rol ve sorumluluk dağılımı yapılır. Ancak, etki alanı fazla ve şiddeti daha yüksek olabileceği göz önünde bulundurularak, alınan önlemlerin uygulanabilirliğinin test edilmesi ve etkin bir iletişim ağının kurulması esastır. Afet yönetiminde olduğu gibi kaza sonrası çevre temizliği, kurumu ve çevreyi eski haline döndürecek faaliyetler ayrıntılı olarak yazılır. Kullanılacak kaynaklar ve yeterlilikleri belirtilir. Kullanılan ekipmanların bakımı, muayenesi, test edilmesi ve uygunluğu belirtilir. Ve çevreye ve ekolojik sisteme verilebilecek zararın etkilerinin nasıl bertaraf edilebileceği yazılır.

Planda es geçilmemesi gereken başlıklar;

- Organizasyon ve sorumluluklar
- Komşu kurumlar, çalışanlar, yetkili otorite ve halkın bilgilendirilmesi
- Özel koruma ve kurtarma gerektiren durumlar ve kişilere yönelik tedbirler
- Kaçış yolları, sığınaklar ve kontrol noktaları
- Kaza sonrası bilgilendirme; basit ve anlaşılır bir şekilde, teknik bilgilere çok fazla yer vermeden, hedef kitleye uygun olarak
- Raporlama, kaza sonrası valilik ve ilgili Belediye başta olmak üzere, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, bu kazayı derhal haberdar etmek zorundadır.

2.2.4 Arazi Kullanım Planlaması

Seveso II Direktifine ait 12. Madde gereğince, güvenli teknoloji kullanımı esas alınarak, güvenli yönetim anlayışı benimsenmelidir. Olası senaryolardaki etki alanları ve müdahale noktaları baz alınarak, arazi kullanım planlamasına gidilmesi gerekmektedir. Bu planlama dahilinde insan ve çevre sağlığı için kabul edilebilir etki seviyesinde etkilenmeleri istenmektedir.

Bu planlama baz alınarak, AB'de ölümcül kaza riski, ölümcül kaza değerinin olma olasılığı baz alınarak tespit edilir. Kabul edilebilir seviye yılda 10^{-6} olasılıkla büyük endüstriyel kazaya maruz kalma olasılığıdır. Danimarka Çevre Koruma Ajansı'na göre en kötü senaryonun etki alanı en fazla olanında, çevre insanlarını etkilemeyecek mesafede konumlandırılmalıdır. Lokasyon bazlı risk yani bireysel risk, risk kaynağına olan mesafeye bağlı bireyin maruz kaldığı risktir. Toplumsal risk ise kazanın belirlenen sıklığı ve kaza sonucu yaralanma ve ölüm ile ilişkilendirilmektedir.

Fransa'da ise güvenlik raporları kantitatif risk değerlendirme sonucunda kaza senaryolarının olasılığı sonuçlarının etkilerinin yoğunluğuna bağlı, yarı niceliksel olasılık yaklaşımı getirilmiştir. Risk yasası ile teknolojik risk önleme planı getirilmiş, nüfusun maruziyetini sınırlandırmak amaçlanmıştır. Kurumun kaza sıklığı, nüfus üzerindeki etkileri ve kazanın meydana gelme olasılığı olarak ele alınmaktadır.¹³

2.3 Yangın ve Patlama

Yanma, yanıcı maddelerin belirli bir ısıda, yeterli oksijen seviyesinde meydana getirdiği kimyasal bir olaydır. Patlama ise parlayıcı maddenin yeterli oksijen, yeterli malzeme ve tutuşturucu kaynak ile bir araya gelmesi sonucunda çok hızlı ve kontrol edilemeyen bir enerji açığa çıkarması durumudur.¹⁴

Kimyasal bir maddenin havada oluşturduğu gaz bulutunu tutuşturmak için minimum enerji miktarına yani minimum tutuşma enerjisine, patlayabilmesi için minimum konsantrasyon yani alt patlama limiti ile maksimum konsantrasyon yani üst patlama limiti arasında bir konsantrasyona sahip olması gerekmektedir.¹⁵

Yanıcı maddeler plastik odun tozu gibi katı, benzin, aseton gibi sıvı, asetilen, propan gibi gaz halde bulunabilirler. Yanma sürecinin temel unsuru %21 oranında oksijendir. %16 oksijen oranının altında verimli yanma gerçekleşmez. Elektrik tesisatı, sigara, kırılan parçalardan kaynaklanan sürtünme, yüksek ısılı malzemeler, mekanik ve statik kıvılcım gibi tutuşma kaynakları, yanma olayının tamamlayıcı etkenleridir.¹⁶

2.3.1 Patlama Çeşitleri

2.3.2 BLEVE, Kaynayan Sıvı, Genleşen Buhar Patlaması

Yüksek basınçta depolanan gaz veya sıvı içeren bir tankta, yangın gibi ısı artışına neden olan bir durumun sonucu olarak, tank içi sıcaklık ve basınç artar. Artan iç basınç, tank yırtılmasına, serbest kalan enerji ise şok

dalgasına ve tank içi parçaların şarapnel etkisiyle fırlamasına neden olur. BLEVE için her zaman yanıcı bir akışkanın bulunması gerekmez. Tank içerisinde yanıcı bir sıvının bulunması durumunda ise patlamanın yanı sıra serbest kalan gazlar yanıcı bir ateş topu ortaya çıkartırlar.¹⁷

2.3.3 Sınırlandırılmamış Buhar Bulutu Patlaması

Gaz sızıntısından kaynaklanan yanıcı gaz bulutu, flaş ateşine neden olabilir. Eğer ateşlemede bir gecikme olursa bir buhar bulutu patlaması meydana gelir. Yanıcı madde türü ve miktarı, sızıntı ve ateşleme arasında geçen süre, ortam engelliliği, ateşleme kaynağının konumu ve sayısı, rüzgar ve sıcaklık gibi koşullar patlamanın yoğunluğuna etki etmektedir. Buhar bulutu patlamalarının, yanma ürünlerinin hızlı genişlemesine bağlı aşırı basınçtan kaynaklanan zararlı etkileri, insanların, ekipmanların ve tesislerin en önemli hasar nedenidir.¹⁸

2.3.4 Mekanik Patlama

Kapalı kaplar, kazanların fiziksel etmenler sebebiyle iç basınçlarının artması ve basınç giderici bir elemanın bulunmaması durumunda iç basınç dış basınç etkileşimi sonucunda bulunduğu kabın direncini aşan basınç, kabın infilak etmesine neden olur. Gürültülü bir patlama çeşididir. Genel olarak yüksek ısıda meydana gelir ve insan sağlığına zararlı gazlar meydana getirir.

2.3.5 Toz Patlaması

Kısıtlı bir alanda veya kapalı bir hacimde yanıcı özellikli toz tanelerinin, ateşleyici sebeplere maruz kalması ve oksijenle tepkimeye girmesi sonucunda ortaya çıkan patlama türüdür. Kapalı bir alanda patlayan toz taneleri, patlama etki ile yeniden havaya karışarak ikincil bir patlama oluşturabilirler.¹⁹

2.3.6 Patlayıcıların Basınç Etkisinin Araştırma Sonuçları²⁰

| Yüksek Basınç | Maks. Rüzgar Hızı | Yapılardaki Etki | İnsan Vücudundaki Etkileri |
|---------------|-------------------|---|-----------------------------------|
| 1 Psi | 38 mph | Pencere camlarında kırılma | Cam parçalarından hafif yaralanma |
| 2 Psi | 70 mph | Kapı, pencere ve çatılarda dayanımsızlık, | Cam parçalarından yaralanma |
| 3 Psi | 102 mph | Evlerde dayanımsızlık | Ciddi yaralanma, ölüm |
| 5 Psi | 163 mph | Binalarda çökmeler | Ölüm sayısında artışlar |
| 10 Psi | 294 mph | Güçlendirilmiş binalarda çökmeler | Toplu ölümler |
| 20 Psi | 502 mph | Güçlendirilmiş yapılarda hasarlar | Ölüm oranı %100'ü bulur |

Tablo 2 Patlayıcıların Basınç Etkileri

2.3.7 Yüksek Basıncın Etkisi Olarak Hasar Durumları²¹

| Yüksek Basınç (PSIG) | Yüksek Basınç (Kpa) | Hasar |
|----------------------|---------------------|---|
| 0.03 | 0.20571 | Çatlak Pencerelede Kırılma |
| 0.04 | 0.27428 | Güçlü ses |
| 0.15 | 1.02855 | Cam kırılması |
| 0.3 | 2.0571 | %5 ciddi hasar |
| 0.5 | 3.4285 | Pencerelede kırılma |
| 0.7 | 4.7999 | Binada ufak hasarlar |
| 1 | 6.857 | Binalarda kısmen yıkılma |
| 1.3 | 8.9141 | Çelik yapılarde eğrilme |
| 2 | 13.714 | Güçlendirilme yapılmamış betonlarda çökme |
| 2.3 | 15.7711 | Ciddi yapısal hasar eşiği |
| 3 | 20.571 | Çelik yapılı binalarda eğrilme |
| 3.5 | 23.9995 | Yağ tanklarında hasar |
| 5 | 34.285 | Tahta yapı çökmeleri |
| 6 | 41.142 | Binaların çoğunda yıkılma |
| 7 | 47.999 | Tren vagonlarında ters dönme |
| 9 | 61.713 | Tren vagonlarında parçalanma |
| 10 | 68.57 | Binaların tümünde yıkılma |
| 300 | 2057.1 | Krater çukuru oluşumu |

Tablo 3 Yüksek Basınç Etkisinde Meydana Gelen Hasar Durumları

2.4. Kimyasal Maddelerin Riskleri

Kimyasal maddeler, çevreye, sağlığa ve kendi bileşimlerine bağlı olarak fizikokimyasal olarak etkilere sahiptir. Kimyasal maddenin sağlığa etkisi, kimyasalın özelliğine göre, toksik, çok toksik, aşındırıcı, tahriş edici, kanserojen gibi zararlı etkenlerle kendini gösterebilmektedir. Fizikokimyasal etki denince akla gelen etki yanma ve patlamadır. Çevreye etkisi ise kısa süreli ve uzun süreli ekosistem üzerinde olumsuz koşullara neden olarak, doğal ortamı ve yaşayan canlıları olumsuz etkilemektedir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğine göre resmi gazete no:28733 1.Bölüm, Madde 4'e göre:

ı) Kimyasal maddelerin kullanıldığı işlemler: Bu maddelerin üretilmesi, işlenmesi, kullanılması, depolanması, taşınması, atık ve artıkların arıtılması veya uzaklaştırılması işlemlerini,

m) Patlayıcı madde: Atmosferik oksijen olmadan da ani gaz yayılımı ile ekzotermik reaksiyon verebilen ve/veya kısmen kapatıldığında ısınma ile kendiliğinden patlayan veya belirlenmiş test koşullarında patlayan, çabucak parlayan katı, sıvı, macunumsu, jelatinimsi haldeki maddeleri,

p) Tehlikeli kimyasal madde: Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen, üreme için toksik ve çevre için tehlikeli özelliklerden bir veya birkaçına sahip maddeleri ve müstahzarları veya yukarıda sözü edilen sınıflamalara girmemekle beraber kimyasal, fiziko-kimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanıma veya işyerinde bulundurulma şekli nedeni ile çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden risk oluşturabilecek maddeleri veya mesleki maruziyet sınır değeri belirlenmiş maddeleri, ifade etmektedir.²²

4.4.1 Toksik Gaz Yayılımı

Endüstriyel bir kaza sonrasında zehirli gaz salınımının, bir boru hattından veya kaynaktan sızıntı şeklinde doğrudan nedenle ortaya çıkması gibi, başka bir kimyasalın yanması sonucu ikincil bir kaza olarak dolaylı bir nedenle de ortaya çıkabilmektedir.²³

Seveso ve Bhaopal'de meydana gelen kazalar, toksik yayılımların önüne geçilmesi için mevzuatların yenilenmesinde önemli bir etkiye sahiptir.²⁴

Gaz yayılımlarının incelenmesinde hafif ve ağır gazlar ile ampirik ilişkiler için Gauss modellerinin uygulanması gerekmektedir. Seçilen modelden bağımsız olarak, meteorolojik koşullar, zehirli gaz dağılımını tanımlamak için önem teşkil etmektedir. Sıcaklık hava hareketlerini etkilemekte ve yüksek rakımlı yerlerdeki hava akımları, yüzeye yakın rüzgarı oldukça etkilemektedir. Oluşan hava sirkülasyonunun ana nedeni güneş enerjisinin dünyanın dairesel şekli yüzünden atmosferden ve yüzeyinden eşit olarak absorbe edilmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu sıcaklık değişimleri

atmosferik stabiliteyi etkilemektedir. Hareketli hava kütlesi ile ortam sıcaklıkları dolayısıyla yoğunlukları eşit ise, hava kütesinin etrafına herhangi bir kuvvet uygulaması söz konusu değildir. Kararsız durumda hareket direkt olarak hava kütlesi ve ortam sıcaklığı ile ilişkilidir. Bu durum nötr stabilite olarak adlandırılır. Hava kütesinin sıcaklığı ortamın sıcaklığından yüksekse yukarı, düşükse aşağı doğru bir kuvvete neden olmaktadır.²⁵

Toksik gaz yayılımlarının boyutlarının belirlenmesinde hakim rüzgar hızı ve hava koşulları etkilidir ve maruz kalma limitleri ve etkileri için farklı konsantrasyon seviyelerinde üç bölgeye ayrılırlar.²⁶

| Konsantrasyon Seviyesi | Gözlemlenen Etkiler |
|--|--|
| Kısa süreli maruz kalma (STEL) Mavi Bölge | Çalışanların 15 dakikaya kadar maruz kalabilecekleri maddenin maksimum konsantrasyonu <ul style="list-style-type: none"> - Tahriş - Kronik geri dönüşümsüz doku değişimi - Maruz kalma süreleri arasında en az 60 dakika |
| Ani yaşam ve sağlık tehlikesi Turuncu Bölge | Çalışanın 30 dakikaya kadar maruz kaldığı ve hayati tehlikeyi bertaraf edebileceği havadaki maksimum madde konsantrasyonudur. Aniden hayati tehdit oluşturan, geri dönüşü olmayan veya etkisini sonradan gösteren, kaçmaya engel teşkil eden toksik, korozif veya asfiksitatın atmosfer konsantrasyonudur. |
| %50 Ölüm Oranı Ölümcül Konsantrasyon Kırmızı Bölge | Deneysel olarak yarım saat ile dört saat gibi bir zaman aralığında test hayvanlarının %50'sini öldüren havadaki kimyasal madde |

| | |
|----------------|--------------------|
| | konsantrasyonudur. |
| Ölümcül Seviye | Ölüm |

27

Tablo 4 Toksik Yayılım- Sağlık Etkisi

2.4.2 Parça Etkisi

Büyük endüstriyel tesislerde oluşan bir kazanın diğerini tetiklemesi durumunda ortaya çıkan durumdur. Basıncın artmasına bağlı kaynaktaki bir parçanın şarapnel etkisi göstererek fırlaması durumudur. Parçacığın neden olduğu riskler belirli parametrelere göre değişkenlik göstermekle beraber, çevresine verdiği zarar, ortamda bulunan başka bir kimyasalın etkisi ile birleştiğinde, domino etkisi meydana getirebilmektedir.

Parçacıklardan kaynaklanan riskler, parçaların adedi ve havada uçuşlarının etkisine bağlıdır. Tehlike potansiyelleri hesaplanırken kütle ve hızları ön plana çıkmaktadır. Kaynağın patlama şekli, kaynağın iç basıncı, gaz doluluk oranı, kimyasal özellikleri ve sıcaklık değeri, ortam koşulları, kaynak şekli ve kütlesi gibi etkenlere göre değişiklik göstermektedir.²⁸

2.4.3 Seveso Direktifleri

Sanayileşmenin artmasıyla, tehlikeli maddelerin kullanımı yaygınlaşmış, depolanmaları, taşınmaları gibi ek faaliyetlerle de kaza olasılığı artmıştır. Kullanılan kimyasalların tehlike dereceleri, meydana getirebilecekleri kazaların etki alanlarıyla doğru orantılı olarak arttığı için, geçmişten günümüze meydana gelen büyük endüstriyel kazalar için önlem alma zorunluluğu sadece işletmeleri ilgilendiren bir zorunluluk olmaktan çıkmıştır. Çevresel etkilerin, yerleşim alanlarının, kaza senaryolarının göz önünde bulundurulduğu, güvenli hal durumunun maksimum düzeyde

önemsendiği, sadece üst yönetimin değil her kademenin dahil edildiği güvenliğli yöntem ve çalışma koşullarına ulaşılması esas alınmalıdır.

Büyük endüstriyel kaza, istenmeyen ve kontrolsüz koşullardan kaynaklanan, işletme içinde veya dışında çok geniş çaplı tehlike, hasar ve zarara neden olabilen, bir veya birden fazla kimyasalın neden olduğu yangın, patlama ve yayılım olayıdır.²⁹

Büyük endüstriyel kazalarda kimyasalların birbirini tetiklemesi, işletme içinde veya dışında oluşan kazaların kazayı arttırıcı etkisi, açığa çıkan zehirli kimyasalın toprağa, suya, havaya karışarak ekosistemi etkilemesi, kısaca domino etkisiyle mevcut etki alanını en istenmeyen boyutlara çekerek, kazayı felakete dönüştürmektedir.

Tarihte bilinen en büyük felaket olan ve Hindistan Bhopal'de meydana gelen, yüzbinlerce kişinin ölümüne neden olan büyük endüstriyel kaza, mevzuat iyileştirmesi ve bu iyileştirmeye gidilirken, organizasyonel faktörler ve güvenlik analizinin göz önünde bulundurulması gibi birçok temel konunun altını çizmiştir. Cenevre'de yapılan toplantı sonrasında iyileştirilmeye gidilse de İtalya Seveso'da meydana gelen büyük endüstriyel kaza, direktiflerin belirlenmesinde bir dönüm noktası olmuştur. Seveso'nun etkisi Bhopal gibi trajik olmasa da büyük bir paniğe neden olmuştur. Ve 1976'da Seveso Direktifi'nin (82/501/EEC) kabulüne etkisi tartışılmazdır. İyileştirilmeye ihtiyaç duyduğu, devam eden kazalarla belirlenince II. Direktif (96/82/EEC) 1996 yılında kabul edilmiştir. Direktif, kurumları, üst seviyeli ve alt seviyeli olarak ayırarak, zorunluluk derecelerinde farklılığa gitmiştir.

Zorunlukların dışında zorunluluklara uyulmaması durumunda yaptırımlar uygulanarak, güvenliğli ortam sağlanması için adım atılmıştır. Bildirim, kaza önleme politikaları, güvenlik raporları, dahili acil durum planları,

ve kamu bilgilendirilmesi hedeflenerek, büyük endüstriyel kaza önleme politikası daha sistematik ve kapsamlı bir hale getirilmiştir. Seveso III Direktifi (2012/18/EEC) ise AB Bakanlar Konseyi'nde kabul edilmiştir. Kuruluştaki mevcut kimyasallarla ilgili yükümlülüklerin dışında kurumun yer ve yakınındakilerle ilişkisinin irdelenmesi ile domino etkisinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Güvenlikle ilgili bilginin erişiminin artması, süreçlerin iyileştirilmesi, denetim mekanizmalarının sıkılaştırılması, idari yüklerin azaltılması, önlemlerin artırılmasını kapsamaktadır.³⁰

Direktiflere uyum kapsamında çıkan, 30.12.2013 tarihli, Resmî Gazete Sayısı: 28867 olan Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik ve 30 Nisan 2013 tarihli, Resmî Gazete Sayı : 28633 olan, Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik ile patlayıcı ortam tehlikelerinin etkilerini bertaraf etmek adına iyileştirilmeye gidilmiştir. Bu Yönetmeliklere ek olarak Seveso Direktifi'nin uygulama adımlarını kolaylaştırmak için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı öncülüğünde Seveso II Direktifi'nin uygulama kapasitesini arttırmak amacıyla yapılan projeye bağlantılı olarak Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması için işletmeciler için rehber oluşturulmuştur.

Yapılan tüm çalışmalar incelendiğinde, kazaların etkilerinden kaynaklanan iyileştirme süreciyle başlangıçta reaktif yaklaşım belirlenmiş, devam eden kazalarla, alınan önlemlerin ve politikaların yeterli gelmediği anlaşılmıştır. Direktifler iyileştirmeye giderken, uyum süreciyle yönetmelikler de iyileştirilmiştir. Gelişen teknoloji ve sistemlerle, tehlikeli maddelerle çalışmak kolaylaşırken, alınmayan en ufak bir önlemin etkisinin kazayı felakete dönüştürebileceği anlaşılmıştır.

Yönetmelik ve rehberler işletmelere getirdiği yükümlülüklerin işleyişini kolaylaştırmak ve geniş kapsamlı ele almak adına bir takım uygulama kolaylıkları getirmiştir. Bir kuruluşun tehlike envanterini çıkararak, malzeme miktarına göre bildirim yapması, hangi kapsamda değerlendirileceğinden haberdar olması, dahili ve harici acil durum planlarını yapması ve bu kapsamda ön kontrol listelerinden eksik kısımların farkına varabilmesi, güvenlik yönetim sistemine gereken önemi vermesi ve uygun bir güvenlik raporuyla yapılan ve yapılacakları sistematik bir şekilde yürütmesi beklenmektedir. Bu süreçte kuruluş, kendi içinde, kuruluş çevresiyle, kamu kuruluşlarıyla eş zamanlı bu süreci yönetmelidir. Domino etkisini göz önünde bulundurması ve gereken bilgi paylaşımını ve kuruluş içi paylaşılması gereken ticari bilgiler hariç, güvenlik yönetimini ilgilendiren her türlü bilgi alışverişine açık olmaları beklenmektedir.

Seveso Direktifi endüstriyel tesisler için acil durumları gözetme, planlama ve uygulamaya alma zorunluluğu getirmiştir. Bu kapsamda özellikle kimyasal madde üretimi, işletimi ve depolaması yapan sanayi tesislerinde, güvenlik gözetiminin maksimum seviyede olması gerekmektedir.

2.5 Patlamadan Korunma Dökümanı

Patlayıcılar ve patlayıcı ortam oluşturmaya müsait kurumlar için, oluşabilecek bir acil durumun afete dönüşmesini engelleyen en önemli dökümandır. Mevcut patlayıcılar, birbiriyle etkileşime girince

2.5.1 Patlayıcı Ortamlarda İş Sağlığı ve Güvenliği ve Patlamadan Korunma Dökümanı Oluşturmanın Önemi

Endüstriyel tesislerde mevcut kimyasallar ve/veya işin yürütüm koşulları nedeniyle patlama olasılığı varsa, bu etkenlerin bertaraf edilmesinde, etkin bir risk yönetiminin gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

Risk yönetimi teknik ve organizasyonel olarak ele alınmalı ve alınan önlemlerin yeterliliğine dikkat edilmelidir. Teknik risk yönetiminde, kullanılan materyaller, fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurularak depolanma ve elleçleme koşulları, sıcaklık basınç gibi parametreler göz önünde bulundurularak, genel bir güvenlik sağlanmaktadır. Organizasyonel risk yönetiminde ise idari kararlar, sürecin nasıl işlenmesi gerektiği ve gereklilikler, çalışanların görev dağılımlarıyla teknik risk yönetimi desteklenmektedir.

Önleyici tedbirlerin, nitelikli belirlenmesi adına, patlama oluşabilecek kurumlarda, patlamadan korunma dökümanı hazırlanmalı, etiketleme ve uyarı işaretlerine verilmesi gereken önemin, riskin fazlalığıyla doğru orantılı olduğu düşünülerek, belirtilen yerlerde uygun uyarı işaretleri ve etiketleme yapılmalı, talimatlar yazılmalı, işe uygun çalışan seçimi yapılmalı, hiçbir risk göz ardı edilmeden eğitim verilmeli, bakım ve onarıma önem verilmeli, sürekli teftişle düzenlemelerin uygunluğu kontrol edilmelidir.

2.5.2 Patlamadan Korunma Dökümanı Nedir?

Atmospheres Explosible kelimelerinin baş harflerinden oluşan ATEX kavramı, ATEX95-ATEX94/9/EC adıyla 23 Mart 1993'te yapılan düzenleme ile patlama potansiyeline sahip kurumlar için kullanılması gereken ekipman ve sistemleri düzenlemek için oluşturulmuş olup, patlayıcı ortam sınıfına uygun ekipman sınıflandırılması sunmaktadır. 16.12.1999'da yayımlanan ATEX137 ise patlayıcı ortamların iş sağlığı ve güvenliği

açısından minimum gerekliliğinden bahsetmiş olup, önlemlere ve organizasyonel yapı gerekliliğine değinmiştir. Direktiflere uyum zorunluluğu 1 Temmuz 2003'te başlamıştır.³¹

Ülkemizde bu direktiflerin uygulaması doğrultusunda, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından, 25328 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmış, 26.12.2003 tarihli " Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik" ve 4857sayılı İş Kanunu, patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan iş yerleri kapsamında, işverenler patlamadan korunma dökümanı hazırlamakla yükümlüdür.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 28633 sayılı Resmi Gazetede yayınlamış olan 30.04.2013 tarihli "Çalışanların Patlayıcı Ortam Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ile birlikte 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına giren ve patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunan yerlerde, işveren patlamadan korunma dökümanı hazırlamakla yükümlüdür. Çalışanların Patlayıcı Ortam Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle birlikte Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik yürürlükten kaldırılmıştır.

2.6 Aramis Projesi

Seveso II Direktifinin özel gereksinimlerine uygun olarak, Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen proje olarak, farklı sektörler için kaza riskleri yönetim metodolojileri sunmaktadır. Proje yedi modülden oluşmakta ve her modül ayrıntılı örneklerle desteklenmektedir.

Projenin çıkış noktası ASSURANCE ve I-Risk projelerinin sonuçlarıdır. Kimyasal kuruluşlara ait, risk analizindeki tutarsızlıkları değerlendirmek ve kantitatif risk değerlendirmesi ile güvenlik denetiminin önemini ortaya çıkartan bu projeler, aramis projesinin önünü açmıştır. Büyük endüstriyel kaza senaryolarının tespiti ve önlem alma gerekliliğinin altını çizen projeler, güvenlik yönetim sisteminin de altını çizmektedir. Projedeki ana hedef, risklerle ilgili kararlarda tutarsızlıkların önüne geçmektir. İşverenlere hangi güvenlik yöntemine yatırım yapmasını sağlamak, kantitatif yöntemlere yönelerek, alarp seviyesinin tespitine olanak vermektedir. Güvenlik fonksiyonlarına verilen önemi arttırarak, kontrol edilebilirliği arttırmayı hedeflemektedir.

Projenin ana hedefi sadece en kötü senaryoyu desteklemek değildir. Güvenlik politikalarının etkin kullanılabileceği olası bir senaryoyu, en etkin halde güvenli hale getirmektir. Bu nedenle, tehlikelerin detaylı tanımlanması yapılarak, olası kaza senaryolarının belirlenmesi ve güvenlik senaryolarının etkinliğine ve sürdürülebilirliğine gereken önemin verilmesidir. Bu noktada, risk ağırlıkları bölgesel olarak belirlenir ve haritalandırılır.

Güvenlik sisteminin etkin olarak devrede olmadığı, en kötü senaryo modellenir. Güvenlik sistemlerinin olası kaza sonuçları üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak, güvenlik yönetim sistemlerinin etki dereceleri bulunmuş olur.

Deterministik yaklaşımla ele alınan en kötü kaza senaryoları, güvenlik sistemlerinin etkin kullanımının risk yönetimine katkısını tam anlamıyla ortaya koyamamaktadır. Bu sebeple, uygun ekipman seçimi, bu seçimin kaza ilişkisi ve sonucunun olay ve hata ağacı ile çözümünü ve çözümün sürdürülebilirliği açısından önem teşkil etmektedir.

Ekipman seçimi, tehlikeli madde ve özellikleri, papyon yaklaşımı ile kritik olay, olay ve hata ağaçlarının belirlenmesi, matrislerle tanımı ve neden olabileceği ikincil olaylar ve etki alanlarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Olay ve hata ağacı sonuçlarının güvenlik bariyerleri performans ilişkisi belirlenmektedir. Olası sonuçlar sınıflandırılır. Ve ALARP seviyesi belirlenmiş olur.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Buhar Bulutu Patlama Modeli

Buhar bulutu patlamaları, parlayıcı veya yanıcı maddelerin veya karışımlarının, yeterli ölçüde havayla karışımı sonucunda tutuşma sıcaklığına ulaşmasıyla buhar bulutu patlamaları meydana gelir. İçerisinde yanıcı veya parlayıcı sıvı veya gaz bulunan depolama tankları, boru hatları veya proses ekipmanlarının hasar görmesi, basınç tahliye sisteminden hızlıca havayla karışması, sıvıların ise salınım sonucu basınç altında hızlıca kaynayarak parlayıcı bir buhar bulutu oluşturmaları halinde olur.

Buhar bulutu patlamalarını modellemek için kullanılan yöntemlerden biri Baker-Strehlow-Tang (bst) yöntemidir. Buhar bulutu patlamaları basitleştirilmiş (kaynak noktası), sayısal ve fenomenolojik olarak ele alınır. En yaygın kullanılan basitleştirilmiş buhar bulutu patlama yükü modelleri ise; TNT eşdeğer metodu, TNO çoklu enerji metodu ve Baker-Strehlow-Tang metodudur. Her üç metotta da patlama yükünü tahmin etmek için kaynak enerjisi ve mesafelerine bağlı olarak, patlama eğrilerinden yararlanılır. Metotların farkını ise kullanılan eğrilerin sayısı ve cinsi oluşturmaktadır. TNT eşdeğer modeli tek bir basınç eğrisinden oluşmakta ve tüm patlamaların yoğun faz yüksek patlamaya ulaştığını kabul etmektedir. TNO multienerji yöntemi ise, basınç ve süre göz önünde bulundurularak oluşturulan on adet eğri sağlamaktadır. Ortaya çıkan basınç ve süreye bağlı

olarak, şiddet derecesi hafif degradasyonlardan, patlamalara kadar eşit aralıklı bölümlenmiş on kategoriden birinde yerinde almaktadır. Baker-Strehlow-Tang yöntemi ise sabit bir referans noktası baz alınarak, yanma alanının deneysel alev hızına bağlı sayısal olarak belirlenen basınç ve tepki (impuls) eğrilerinin sürekliliğini kullanır. Deneysel alev hızı ise, engellilik oranı, ortam boyutları ve kimyasalın reaktiflik özelliğine göre belirlenir. Ortaya çıkan patlama enerjisini belirleyen etmenler, yansıma faktörü, yanma ısı ve yanıcı maddenin kütlesidir. Bu faktörlerle hesaplanan patlama enerjisiyle, atmosfer basıncı ve mesafe göz önünde bulundurularak, normalize mesafe hesaplanır. Elde edilen hesaplamalar sonucunda olası bir basınç dalgası veya şok dalgasının etkisi ve etki alanı hesaplanmış olur.

3.2 Kinetik Enerji Modeli

Parçaların etkisi için metotlar:

Bir lokasyonda, parçacıklardan kaynaklanan riskler, parçaların havada uçuş etkileri, parçaların sayısına ve tehlike potansiyelleri ise kütle ve hızlarına bağlıdır.

Öncelikli işlem parça sayısının hesaplanmasıdır. Parça sayısı hesaplanmasının bilinen bir yöntemi bulunmamaktadır. Parça tahmini, pragmatik yaklaşımla kaza incelemeleri sonucunda yapılır. Kaynaktan meydana gelen zararın miktarı azsa, iki parça olacağı, tank basıncının yüksek olduğu durumlarda ise çok daha fazla parça sayısına ulaşılabileceği ön görülmektedir. Parça sayısı silindirik kaynaklarda 2 veya 3 iken, küresel kaynaklarda 10 ila 20 arası değerleri bulmaktadır. Parça sayısı hesabından sonra parça kütlesi hesaplanır. Parça kütlesi de parça sayısı gibi pragmatik yaklaşımla, parça sayısı ile ilişkili olarak hesaplanır. Küresel kaynaklarda

kopma iki eş parça halinde olurken, silindirik kaynaklarda eş parçalar gözlemlenmeyebilir. Silindirik kaynaklarda kırılmalar kapaklarda gerçekleşir. Tank kapaklarından tank eksenine boyunca fırlayan parçalar eksene dik olarak düşerler.

Parça hızı hesabı, metalik ayrışmanın olmadığı kaynak yırtılmalarında, kinetik enerji metoduyla bulunur. Kinetik enerji hızı, parçanın ilksel hızını kabaca tahmin eder ve Baum'un empirik formülü ile BLEVE hesaplaması yapılabilir. Kinetik enerji metoduyla teorik üst limit ve parçacık hızının kabaca tahmini yapılabilir. Bu hesaplama için öncelikle gereken veriler toplanır. Öncelikle kaynak içeriğine bakılır. İdeal veya ideal olmayan gaz buharı veya likit halde olup olmadığına bakılır. Kaynak patlama şekli göz önünde bulundurulur. Basıncı kaynak patlaması, BLEVE, termal kaçak (termal runaway) , içsel patlama veya metalik ayrışma şeklinde olabilir.

Kaynağın iç basıncı, ortam basıncı, kaynaktaki gaz doluluk oranı, gazın spesifik sıcaklık değeri, kaynak merkezine olan uzaklık, kaynağın şeklinin silindirik veya küresel olması, sıvı sıcaklığı, ortam koşullarında kaynama sıcaklığı, kritik sıcaklık, boş kaynak kütlesi gibi parametreler göz önünde bulundurularak hesaplama yapılır.

Açığa çıkan enerjinin hesaplanmasında aynı parametreler göz önünde bulundurulur.

İlksel hızın büyük ölçüde tahmin edilemez durumda olmasında ise, moore'un empirik formül hesaplaması yapılır.

$$V_i = \sqrt{\frac{2 \times A_{ke} \times E_{av}}{M_v}}$$

E_{av} = açığa çıkan enerji (j)

A_{ke} = duruma bağlı, parçacıkların kinetik enerjiye evrilmesi (üst limiti 0.6, kabaca hesaplanırken 0.2 BLEVE durumunda ise 0.04 olarak kabul edilir.) (-)

M_v = salt kaynak ağırlığı(kg)

$$\bar{v}_i = \frac{\rho_a C_D A_D v_i^2}{m_f g}$$

\bar{v}_i = orantılı ilksel hız (-)

ρ_a = atmosferik yoğunluk (kg/m³)

C_D = sürüklenme kat sayısı

A_D = yörüngeye dik, düzlemde açık alan (m²)

m_f = parça kütlesi (kg)

g = yer çekimi ivmesi (m/s²)

R_f = maksimum menzil

\bar{R}_f = ölçeklendirilmiş maksimum aralık

$$\bar{R}_f = \frac{\rho_a C_D A_D R_f}{m_f}$$

Bu hesaplanmaların sonucunda maksimum menzil bulanabilmektedir.

3.3 Epa Aloha 5.4.7

Epa ALOHA, birleşik devletler çevre ve koruma ajansı tarafından, kimyasal maddelerin, acil durumlarını planlamak ve karşı önlemler almak için kullanılan bir tehlike modelleme programıdır.

ALOHA, gerçek ya da potansiyel kimyasal yayılımların hakkında detaylar girilmesini ve tehdit bölgelerinin çıkmasını sağlamaktadır. Modellediği tehlikeler;

- Zehirli gaz bulutları
- Yanıcı gaz bulutları
- BLEVE
- Jet yangınları
- Havuz yangınları
- Buhar bulutu patlamaları'dır.

Tehdit bölgesi, kırmızı, turuncu ve sarı renklerle bir ızgarada gösterilmekte, Google Earth ve haritalarda çizimi yapılabilmektedir. Kırmızı renk en kötü tehlike seviyesini göstermekte, turuncu ve sarı renklerle ise azalan tehlike alanları temsil edilmektedir.

Modelleme için gerekli veriler;

- Bina tipi ve çevresel özellikleri

- Kimyasal türü,
-saf veya karışım olup olmadığı
- Kaynak tipi olarak;
-direkt,
-tank,
-birikinti,
-boru hattı
- Atmosferik özellikler olarak;
-rüzgar hızı,
-rüzgar yönü,
-rüzgar ölçüm yüksekliği,
-ortam pürüzlülüğü,
-bulutluluk oranı

Girildikten sonra istenilen modelleme yapılarak tehlike zonları ve etki alanları hesaplanabilmektedir.

4. BULGULAR

4.1 Tesis ile İlgili Bulgular

Araştırmamıza konu olan kurum, Marmara Denizi'nde İzmit Körfezi'nin Dilovası bölgesinde yer almaktadır. Dökme sıvı depolama, varilli ve paketle ürün depolama, harmanlama, gemi ve tanker tahliye, varilleme, atık alımı, ısıtma ve ilk yıkama suyu destilasyonu gibi hizmetler sunan A tipi genel gümrük antreposu, kimyasal asitler, madeni yağlar, mineral ve bitkisel yağlar ve petrol ürünleri gibi farklı çeşitte ürünü bünyesinde bulundurmaktadır.

Tesis içerisinde hacmi 108 m³ ile 8800 m³ arasında değişen 217 adet tank ve 51 adet hat bulunmaktadır. Tanklar otomasyon sistemi ile çalıştırılmakta, çıplak veya paslanmaz saçtan oluşmakta, iç kısımları ise kaplamalı veya kaplamasız, ısıtılmalı veya ısıtmasız özellikler sunmaktadır.

Dökme sıvılarının depolanması, varilli ve paketli ürünlerin depolanması, yükleme ve boşaltma, petrol ürünlerinin harmanlanması, ürün iyileştirme, gemi atıklarının alımı ve laboratuvar hizmetlerinin verildiği endüstriyel tesiste, yıllık 1000'er gemilik iki ayrı iskele bulunmakta ve hem kara hem de deniz yolu ile ulaşım sağlanmaktadır.

4.2 Kullanılan Kimyasallarla İlgili Bulgular

4.2.1 Toluen

Çalışmamızda yer alan kimyasallardan biri olan Toluen, Toluol, metil benzen, metil metil benzol, fenil metan ve endüstriyel tiner gibi isimlerle de anılmaktadır.³²

Toluenin formülü C_7H_8 dir. Molekül ağırlığı 92.141

Kritik sıcaklığı 591.8, kritik basıncı 4.10×10^6 Pa' dir. Kritik hacmi $0.314 \text{ m}^3/\text{Kmol}$, kritik sıkıştırılabilirlik sabiti, 0.262'dir.³³

Toluen, kimyasal maddelerin üretiminde, dağıtım ve ara ürün aşamalarında, temizlik ve yakıt maddesi olarak, bağlayıcı ajan ve serbestleyici malzeme olarak, polimer preparasyonlarında, petrol ve gaz sahalarında, sondajlarda, kaplayıcı malzeme olarak kullanılabilirdiği ve selülozik tiner, boya ve yapıştırıcı olarak birçok endüstriyel üründe ana veya yardımcı malzeme olarak, tarımsal ilaç üretiminde etken malzemeler için çözücü ve taşıyıcı ajan olarak kullanılabilirdiği için geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir.³⁴

Renksiz ve sıvı halde bulunan Toluen, karakteristik ve keskin bir solvent kokusuna sahiptir. Solunduğunda açık havaya çıkılmalı, aşırı solumada ise en yakın kliniğe gidilmelidir.³⁵

Toluen'in kimyasal özellikleri:³⁶

- Kaynama Noktası: 111.1 °C
- Parlama Noktası: 4.4 °C
- Alt Parlama/Patlama Sınırı: %1.1 (V)
- Üst Parlama/Patlama Sınırı: %7.1 (V)
- Kendiliğinden Ateşlenme Sıcaklığı: 480 °C
- Buhar Basıncı: 2.8 Kpa (20 °C)
- Yoğunluk: 867 Kg/M3 (20 °C)
- Erime Noktası: -95 °C
- Suda Çözünürlük: %0.07

Sıvı ve buhar fazında kolay tutuşabilir özellik gösteren Toluene, yutulduğunda veya fazla miktarda solunduğunda ölümcül olabildiği gibi, uzun süre maruziyette, merkezi sinir sistemine ve organlara zarar verebilmektedir. Ciltte tahrişe neden olabilen Toluene, yutulduğunda ise akciğere zara verir, buharı ise uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilmektedir.

Tüm tutuşturucu etkenlerden uzak tutulması gereken Toluene, depolanma ve elleçleme koşullarına ayrıca dikkat edilmesi gereken bir kimyasaldır. Elektrostatik yüklenmeye karşı tedbirler alınmalı, ısı kaynaklarına uzak konumlandırılmalı, tüm aparatların topraklanmasının yapıldığından emin olunmalıdır. Kapalı ortamda muhafaza edilince, buhar birikimine ve buhar bulutu patlamasına ayrıca dikkat edilmelidir. Depolanılan hazne basınca dayanıklı, dış basınca karşı da korumalı olmalıdır. Bu etkenlerin dışında gerçekleşen bir büyük yangın durumunda, su sisi, sprey su veya köpükle müdahale edilmeli, yüksek kuvvetli su püskürtme jeti kullanılmamalıdır. Yanma durumunda açığa çıkardığı karbonmonoksit, karbondioksit ve yanmamış hidrokarbonların yoğunluğu havadan ağır olduğu için, zemine yakın yayılım göstererek, uzak mesafeler için de tekrar tutuşma

gösterebilmektedir. Bu nedenle iyi soğutma yapılmalı, soğutma suyunun kanalizasyona ve suya karışması engellenmelidir.³⁷

4.2.2 Toluen Di İzosiyanat

Molekül formülü $C_9H_6N_2O_2$ olan kimyasal, keskin bir kokuya ve renksiz veya soluk sarı bir renge sahiptir. Yanıcı bir sıvı olan toluen diizosiyanatın molekül ağırlığı 174,2 g/mol'dür. 2,4-Toluen diizosiyanat ve 2,6-Toluen diizosiyanat şeklinde iki farklı monomere sahiptir. Erime noktası 19.5- 20.5°C arasındadır ve nemliyen CO_2 ürettiği için kapalı ortamlarda basınca neden olabilmektedir. Kaynama noktası 247°C, parlama noktası 137°C'dir. Sudan daha yoğundur ve 1,22 g/cm³ yoğunluğa sahiptir. Nemli ve sıcak ortamlarda ve polietilen varillerde kesinlikle depolanmaması gereken kimyasal, çelik varillerde 25-35°C'de muhafaza edilmelidir.³⁸

Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı 595°C'den fazladır ve kapalı kap buhar basıncı yaklaşık 0.025 mmHg'dir. En belirgin özelliği toksik olmasıdır. Yanma veya termal ayrışma sonrasında toksik gaz yayılımına sebebiyet verebilir. Akciğer ve ciltte tahrişe neden olabilmekte ve solunum hassasiyeti kalıcı olabilmektedir.³⁹

Olası bir acil durumda, acil durum yönetimi hariç, personel tahliye edilmelidir. Alan ayrılmalı, erişime engellenmelidir. Ateşleme kaynakları uzaklaştırılmalıdır. Koruyucu ekipman takılmalı ve idari bilgilendirme yapılmalıdır. Sızıntı kontrolü yapılmalı, döküntü kaynağına bakılmalı, kanalizasyon, su kaynakları veya toprağa yayılımı engellenmelidir.⁴⁰

Daimi sızıntı için dökülme yangın söndürme köpüğü ile kapatılmalıdır. Yayılan malzeme bertaraf edilmek için kapalı ancak basınç denge sağlanmış bir kaba aktarılmalıdır. Döküntünün ıslak bir yüzey bırakması durumunda, nötrleşme çözültisi eklenmeli, dekontamine olana kadar emici madde uygulaması sürdürülmelidir.

Elleçleme ve depolamada solunmayı ve maruz kalmayı minimumda tutabilmek için havalandırmaya gereken önem verilmelidir. Malzemenin ısınması, sıkışması, ve maruz kalma sınırının aşılması durumlarında, solunum koruması kullanılmalı, ancak aşırı maruz kalmayı önlemek için yeterli olmadığı unutulmamalıdır. Astım, solunum güçlüğü gibi durumlar açığa çıkarabildiği için hali hazırda akciğer ve solunum problemi olan çalışanlar buhar veya buhar spreyine maruz bırakılmamalıdır. Madde aşırı ısındığında açığa çıkan duman ve gazlar, oldukça zehirli ve tahriş edici olabildiğinden ayrıca dikkat edilmelidir.⁴¹

NFPA etiketleme sistemine göre,

| | |
|------------|---|
| Sağlık | 3 |
| Yanıcılık | 1 |
| Reaktivite | 1 |
| Diğer | |

Tablo 5 TDİ NFPA Etiketleme Sistemi

HMIS etiketleme sistemine göre,

| | |
|--------|---|
| Sağlık | 3 |
|--------|---|

| | |
|------------------|---|
| Yanıcılık | 1 |
| Fiziksel tehlike | 1 |

Tablo 6 TDİ HMIS Etiketleme Sistemine Göre

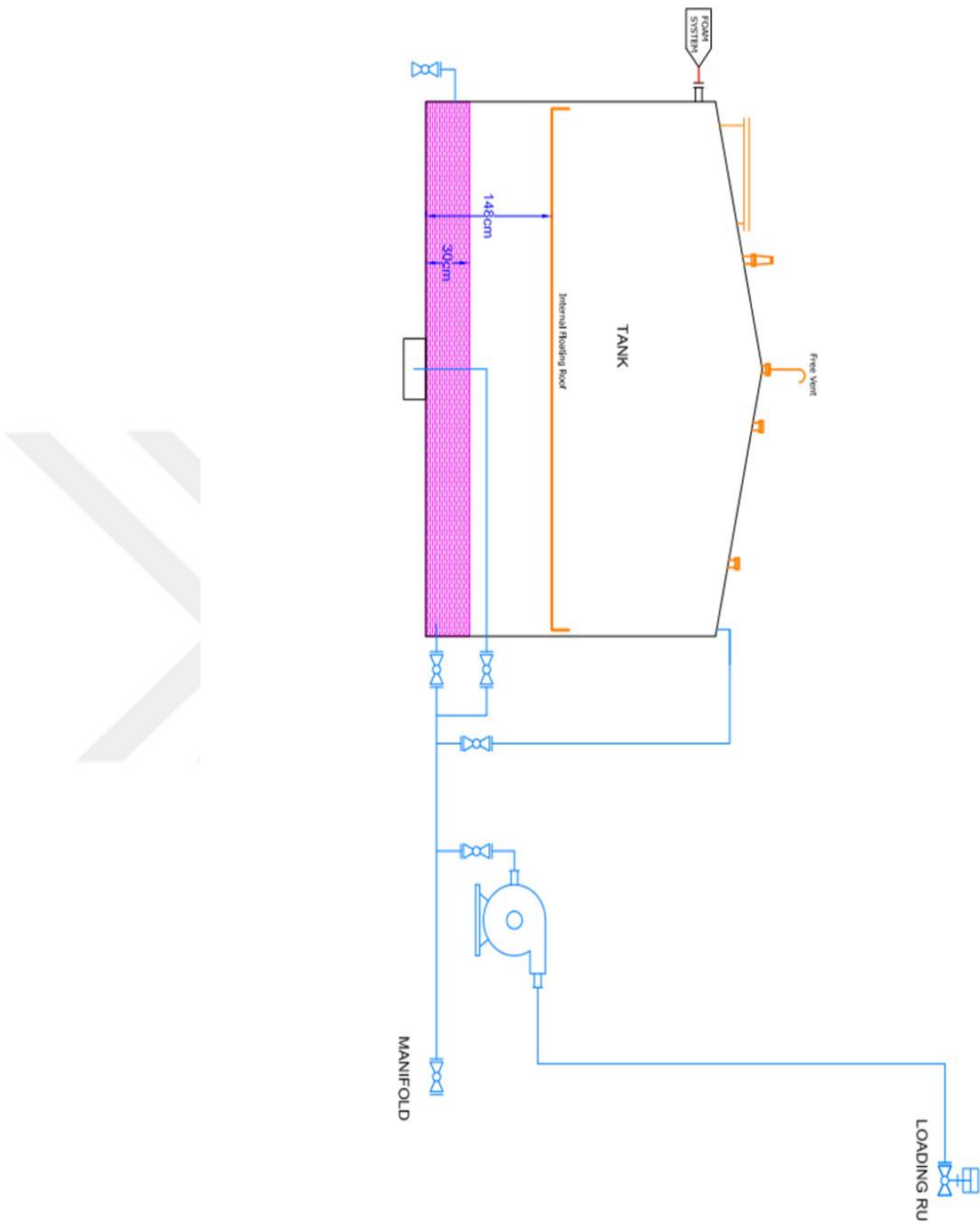
Kronik sağlık tehlikesi oluşturmaktadır.

4.3 Hesaplamalar

4.3.1 Toluen Tankında Buhar Bulutu Patlaması Hesaplaması

Senaryomuzun çıkış noktasını oluşturan %85 doluluğa sahip toluen tankından meydana gelen buhar bulutu patlamasının etkisiyle, kapak ile arasından bulunan yüzer tavanın yavaşlatıcı etkisini bertaraf ederek belirli bir enerji çıkışına neden olmuştur. Bu enerjinin etkisiyle dış kapağı yerinden oynatmıştır. Meydana gelen enerji hesabı için green book'ta sınırlandırılmamış buhar bulutu patlama hesaplamalarının dökümanede edilmiş hali olan Excalc kullanılmıştır.

Senaryomuza konu olan toluen tankı; yaklaşık 30 yüksekliğince toluen ile doludur. 10m yüksekliğinde, 9.5m çapında bir tank içerisinde muhafaza edilmektedir.

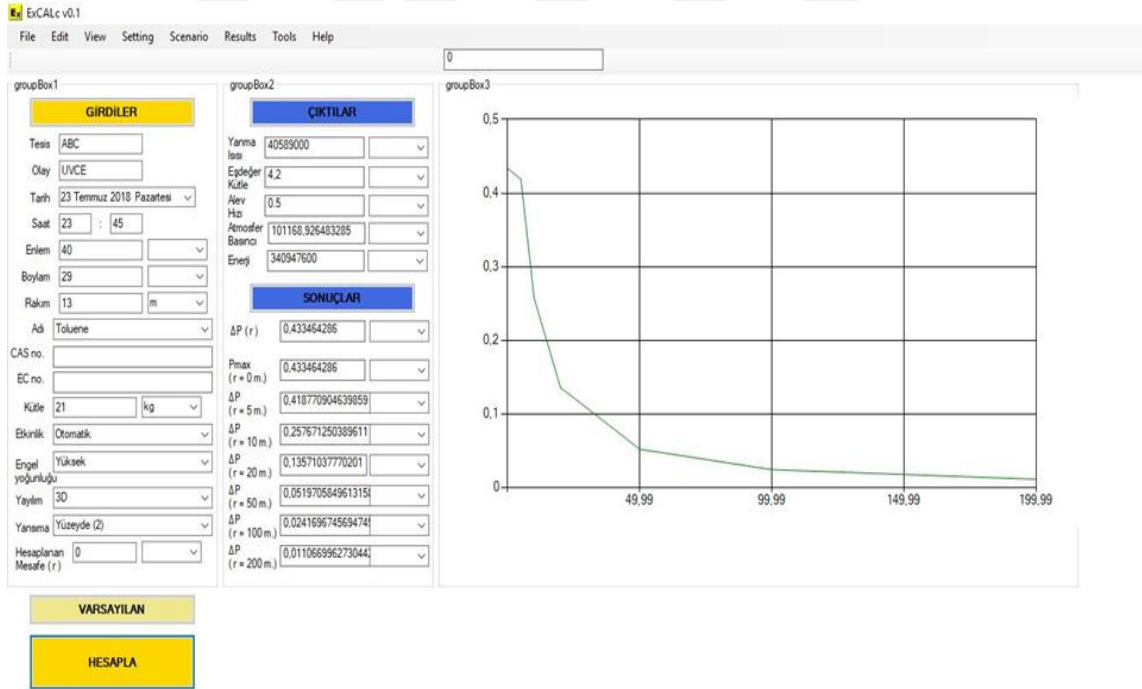


Resim 5 Toluene Tankı mevcut durumu.

- Kapak alanı $(3,14 \times 4,47 \times 4,75) = 70,84 \text{ m}^2$

- Yüzer tavan arası boşluk = $148-30= 118 \text{ cm}=1,18\text{m}$
- Toluen Üst patlama limiti % 6,75
- Hacim= 5.64 m^3
- Buhar yoğunluğu = $101325 \times 92.141/ 8314 \times 303 =3.7$
- Toplam kütle= 20.87 kg

Bu veriler sonucunda yapılan hesaplama;



Resim 6 Buhar Bulutu Patlaması Hesabı

Toluene hacmi hesaplanmış, bu hacimde patlama etkisi yaratacak buhar kütlelerinin hacmi için üst patlama limiti hesaplama dahil edilmiş, buhar halinde çıkan ürün göz önünde bulundurularak buhar bulutu

patlamasına neden olacak toplam toluen kütlesi hesaplanmıştır. Bu kütlelerin patlamasıyla ortaya çıkacak ilksel enerji 40589000 joule'dür.

4.3.2 Tank Kapağının Koparak TDi Tankına Çarpma Hesabı

Buhar bulutu patlaması sonucunda ortaya çıkan enerjinin, 0.03 m kalınlığında, 9m çapında olan, çelik tank kapağının ağırlık hesabı yapılmıştır. 16567,2 kg ağırlığındaki tank kapağının bu enerji etkisiyle alabileceği mesafe hesabı yapılmıştır.

$$v_i = \sqrt{\frac{2 \times A_{ke} \times E_{av}}{M_v}}$$

E_{av} = açığa çıkan enerji (j)

A_{ke} = duruma bağlı, parçacıkların kinetik enerjiye evrilmesi (üst limiti 0.6, kabaca hesaplanırken 0.2 BLEVE durumunda ise 0.04 olarak kabul edilir.) (-)

M_v = salt kaynak ağırlığı(kg)

$$v_i = \sqrt{\frac{2 \times 0.2 \times 40589000}{16567}} = 31.30 \text{ m/sn}$$

$$\bar{v}_l = \frac{\rho_a C_D A_D v_i^2}{m_f g}$$

\bar{v}_l = orantılı ilksel hız (-)

ρ_a = atmosferik yoğunluk (kg/m³)

C_D = sürüklenme kat sayısı

A_D = yörüngeye dik, düzlemde açık alan (m^2)

m_f = parça kütlesi (kg)

g = yer çekimi ivmesi (m/s^2)

R_f = maksimum menzil

\bar{R}_f = ölçeklendirilmiş maksimum aralık

$C_D A_D = 71 \text{ m}^2 \times 1,17 = 83,07$ (yuvarlanmayan parça etkisi için)

$$\bar{v}_l = \frac{1,204 \times 83,07 \times (31,30)^2}{16567 \times 9,81} = 0,6 \text{ m/sn}$$

$$\bar{R}_f = \frac{PaC_D A_D R_f}{m_f}$$

\bar{R}_f = ölçeklendirilmiş maksimum aralık

$\bar{R}_f = 3$ metre

$$3 = \frac{1.2014 \times 83.07 \times R_f}{165567}$$

$R_f = 496.93$ metre şarapnel etkisiyle fırlayan tank kapağının menzili bulunmuş olur.

R_f = maksimum menzil

Bu hesaplamada A_{ke} kat sayısı kabaca 0.2 olarak alınmıştır. Buhar bulutu patlaması sonucunda açığa çıkan enerji mesafe hesaplamada baz alınacak enerji olduğu için açığa çıkan enerji 40589000J'dür. İlksel hız hesabımız bu veriler eşliğinde, orantılı ilksel hız 0,6 m/sn bulunmuştur.

Bu hesaplamadaki amaç, tank kapağının, senaryomuzda belirtilen toluen di izosiyanat tankına çarpıp, tankta hasar meydana getirip, getiremeyeceğini hesaplamaktır.

Bu hesaplama göre yaklaşık 496 metrelik menzilde bu şarapnel etkisi gözlemlenebilmektedir.

Bu sonuç bize, senaryomuzdaki toluen di izosiyanat tankına, toluenin tank kapağının, buhar bulutu patlaması etkisiyle açığa çıkan enerjinin sebebiyet verdiği bir darbe etkisi ortaya koyduğunu göstermektedir.

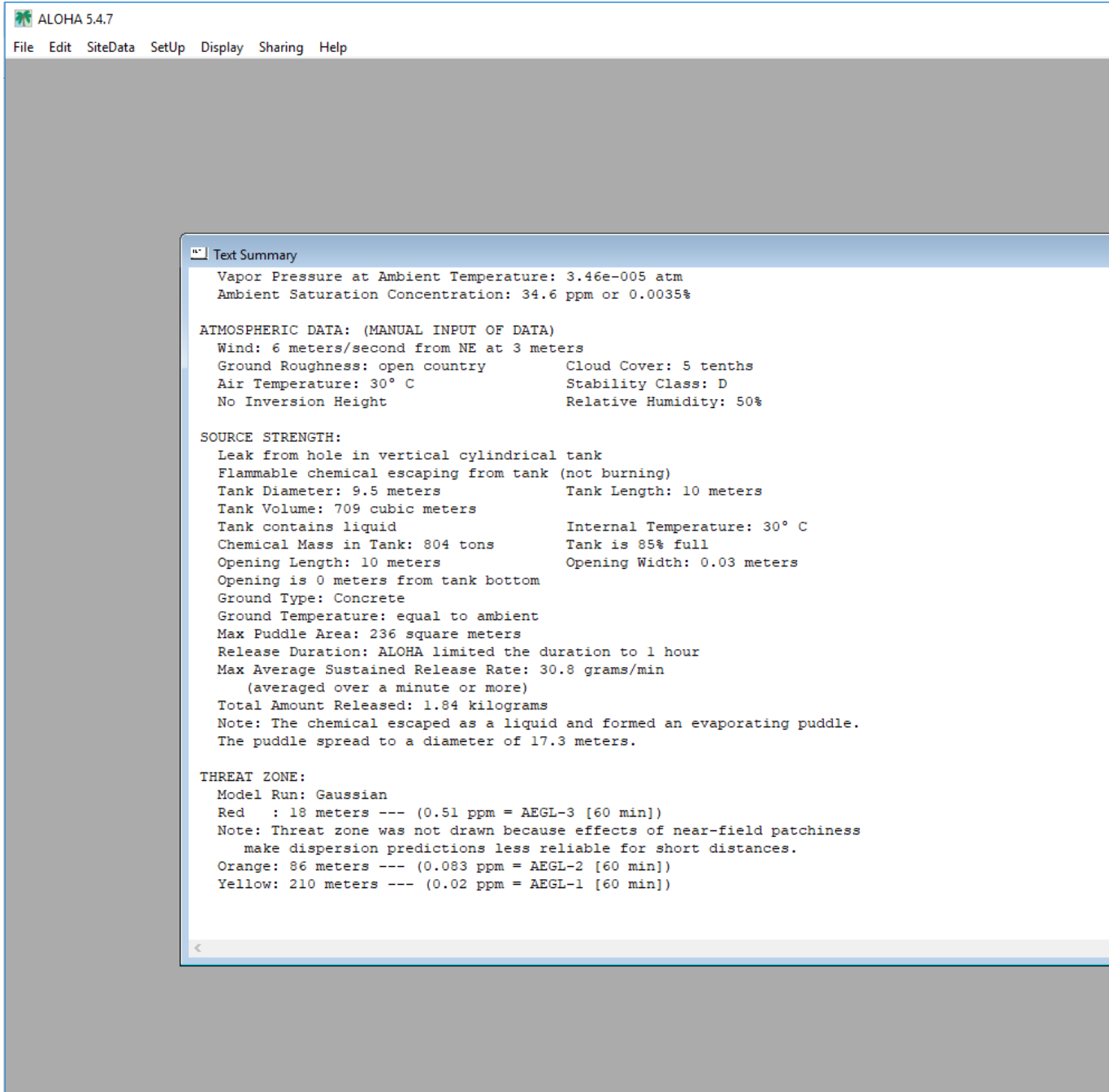
4.3.3 Toluen Di İzosiyanat Tankında Toksik Yayılımın Etki Alanı Hesaplaması

Senaryomuzda yer alan, toluen tankında meydana gelen buhar bulutu patlaması sonucunda, şarapnel etkisiyle fırlayan tank kapağının, içerisinde toluen di izosiyanat bulunan başka bir tanka çarpmasıyla, toluen di izosiyanatın ne oranda ve ne kadar alana yayılacağı ALOHA modelleme programıyla hesaplanmıştır.

Bu hesaplamayla ilgili veriler;

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Lokasyon | Kocaeli |
| Tarih | 22 Temmuz 2018 |
| Saat | 23:45 |
| Kimyasal Adı | TOLUEN-2,4-Dİ İZOSİYANAT |
| CAS numarası | 584-84-9 |
| Molekül Ağırlığı | 174.16 g/mol |
| Sıcaklık | 30 C° |
| Rüzgar Hızı | 6 m/sn |
| Tank Çapı | 9.5 m |
| Tank boyu | 10 m |
| Tank Doluluk Oranı | %85 |
| Rüzgar Yönü | Kuzey Doğu (3m ölçüm) |
| Kaynak | Tank (dikey) |
| Zemin Tipi | Beton |
| Dayk Alanı | 236 m ² |
| Açılma yüksekliği | 0 m |

Tablo 7 Tdi Toksik Yayılımı İçin Elde Edilen Veriler



Resim 7 Aloha Threat Zone

İlgili verilerin eklenmesiyle AIOHA Cameo veri tabanına göre stabilite sınıfı D olan, Toluene di İzosiyatin, toksik yayılım modellenmesi, 60 dakika ve 10 dakikalık zaman dilimleri baz alınarak ayrı ayrı hesaplamaları yapılmıştır.

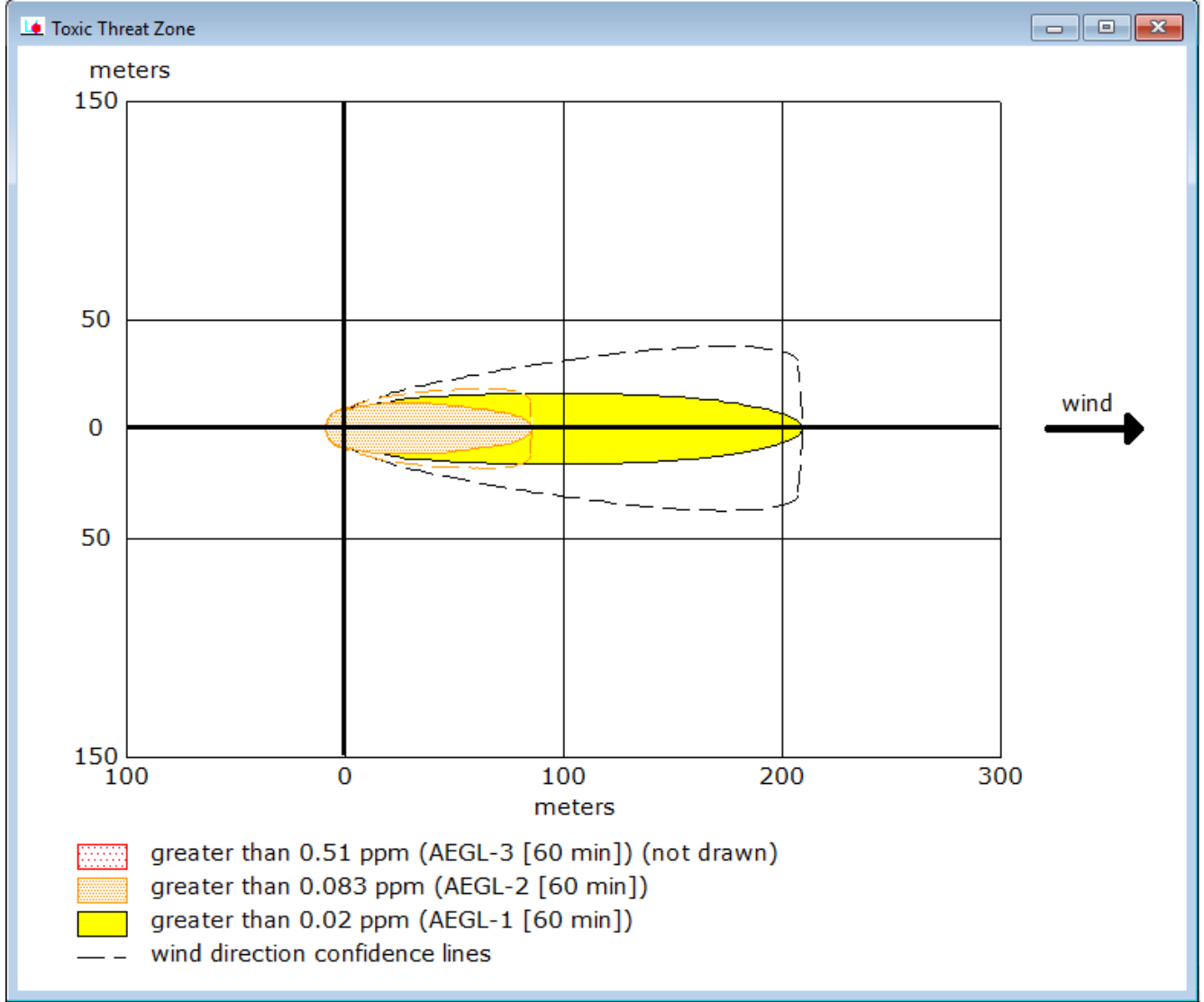
Uzun vadede ayrı, kısa vadede ayrı etki oranları hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, amaç; kısa vadede senaryomuzun gerçekleşmesi durumunda, o anda etkilenilen alanda gerçeğe en yakın verileri bulmak, uzun vadede hesaplama yapılırken amaç ise, olay anından sonra, etki alanı boyunca etki oranlarının hesaplanması, kazanın etkileri bertaraf edilirken, çalışanların ve çevredekilerin maruz kalabilecekleri oranları bulmaktır.

Bu oranlar, senaryomuzun gerçekleşmesi durumunda, etki alanı boyunca kaçış noktası, müdahale koşulları, hangi noktadan müdahale edilebileceği gibi birçok verinin, acil durum planına eklenmesi ve tehlikeli durumun bertaraf edildiği noktada, ekstra tehlikeli durum ve hareketlere yol açmamaktır.

Modelleme sonunda 60 dakika boyunca hesaplanan toksik gaz salınımı ile ilgili bulunan oranlar;

| | | | |
|--------------|-------------------------------|--------------|----------|
| Kırmızı Alan | 60 dakika için AEGL-3 | 0,51 ppm | 18,28 m |
| Turuncu Alan | 60 dakika için AEGL-2 | 0,083 ppm | 85,95 m |
| Sarı Alan | 60 dakikada için AEGL-1 | 0,02 ppm | 209,39 m |

Tablo 8 60 Dakika İçin TDİ Etki Alanı



Resim 8 Aloha Toksik Threat zone

Aynı koşullarda; %85 toluen di izosiyanatla dolu bir tanka, şarapnel etkisiyle çarpan tank kapağının sonucunda, 9,5 metre boyunda, 0,03 metre kalınlıkta, dikey bir açıklık meydana getirdiği, ve açıklıktan salınan toluen di izosiyanatın meydana getirdiği toksik gaz yayılım oranları 10 dakikalık periyot için azami değerlerle karşılaştırılması yapılmıştır.

10 dakika için maksimum değerlerle karşılaştırılması ise,

Toxic Level of Concern

Select Toxic Level of Concern:

Red Threat Zone

LOC: 0.65

Orange Threat Zone

LOC: 0.24

Yellow Threat Zone

LOC: 0.020

Show wind direction confidence lines:

only for longest threat zone

for each threat zone

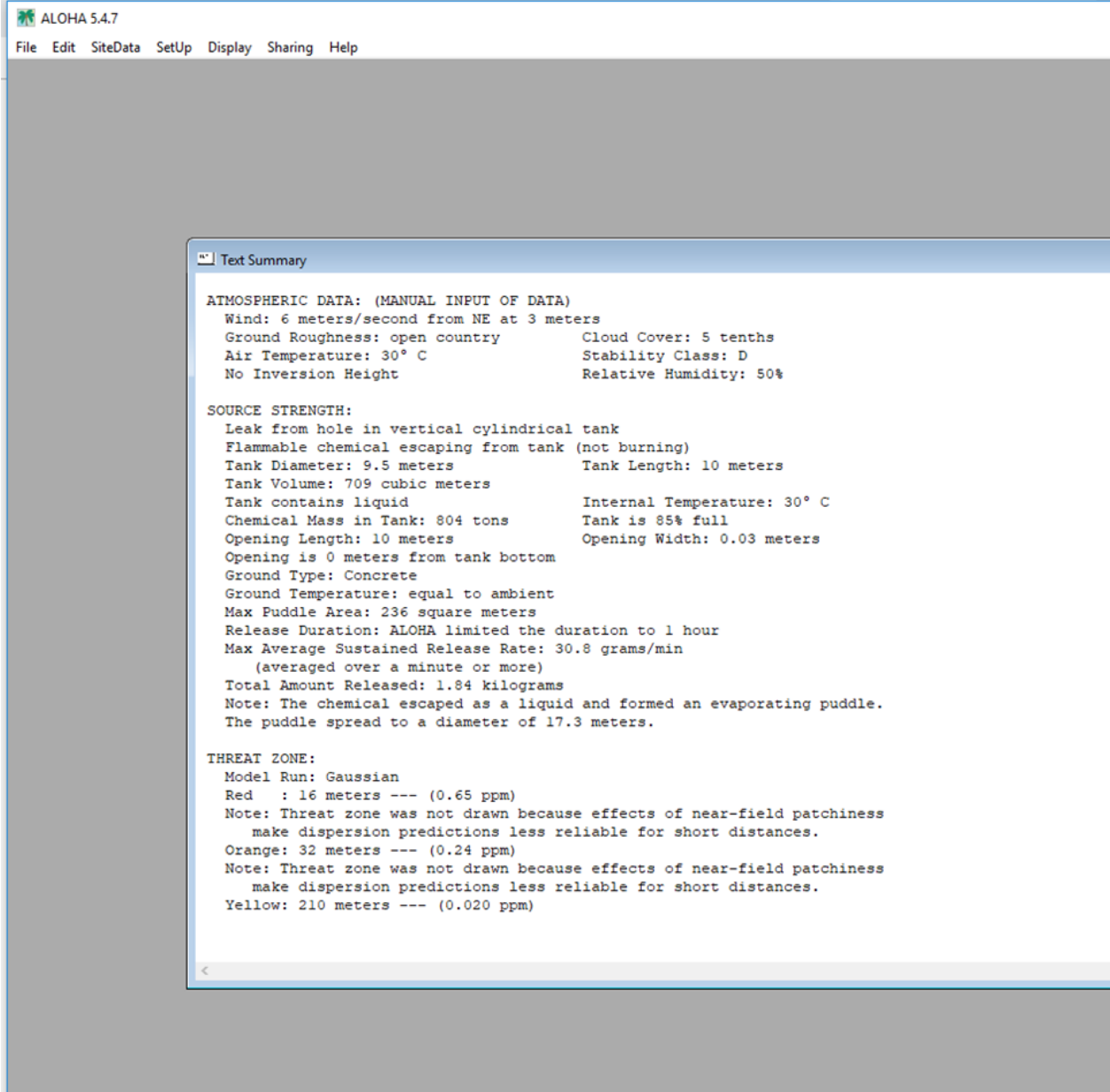
OK Cancel Help

ppm
 milligrams/cubic meter
 milligrams/liter
 grams/cubic meter

ppm
 milligrams/cubic meter
 milligrams/liter
 grams/cubic meter

ppm
 milligrams/cubic meter
 milligrams/liter
 grams/cubic meter

Resim 9 Ppm Normal Değerleri Baz Alınarak Yapılan Toksik Etki



Resim 10 10 dakika için Toksik Yayılım

| | | | |
|--------------|----|------|------|
| Kırmızı Alan | 10 | 0,65 | 16 m |
|--------------|----|------|------|

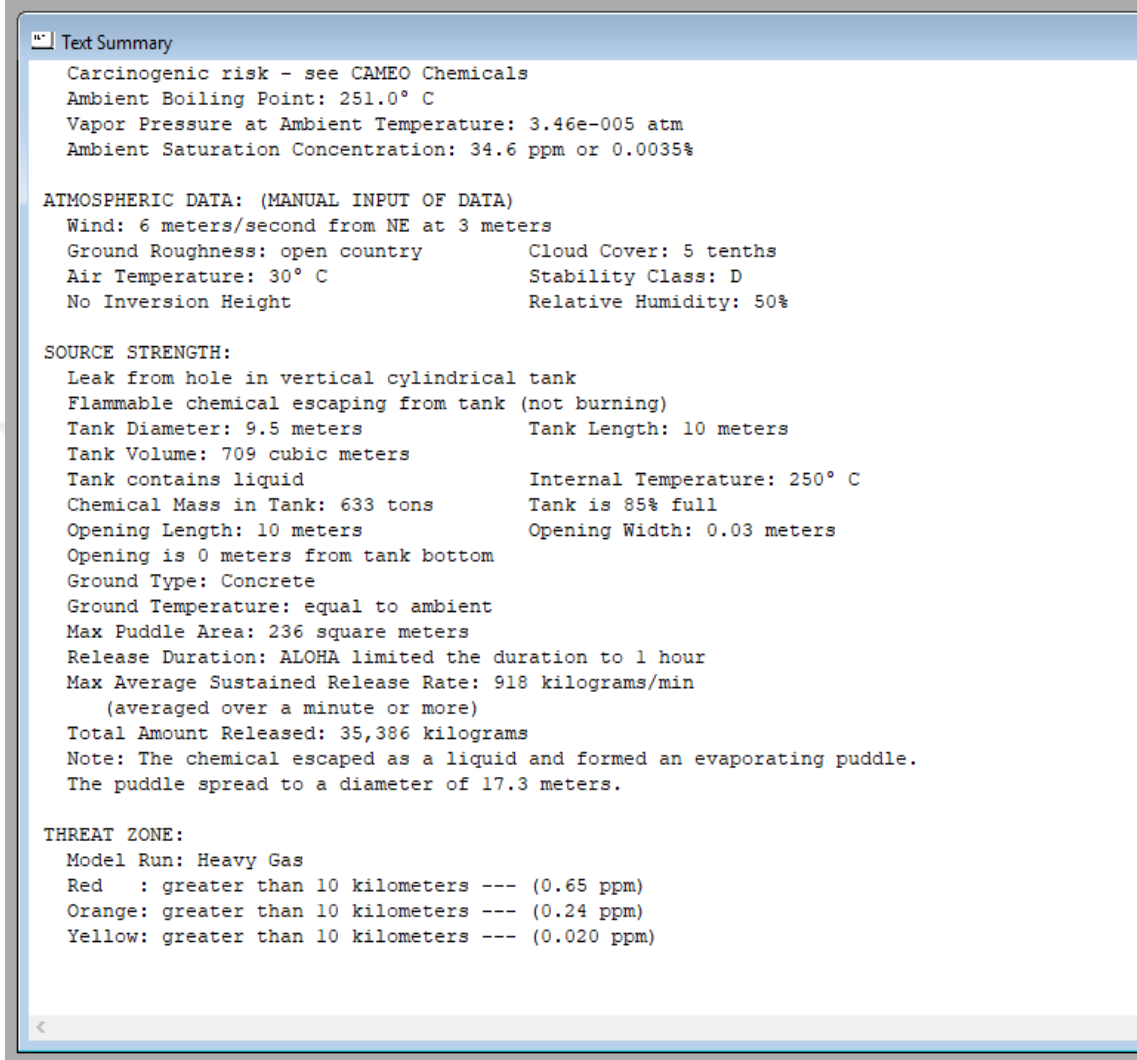
| | | | |
|--------------|--------------------------------|------|-------|
| | dakika için ppm | | |
| Turuncu Alan | 10 dakika için ppm AEGL-2 | 0,24 | 32 m |
| Sarı Alan | 10 dakikada için ppm AEGL-1 | 0,02 | 210 m |
| | dakika için ppm AEGL-3 | | |

Tablo 9 10 dakika için TDİ Etki Alanı

4.3.4 Toluen Di İzosiyanat Tankında Toksik Yayılımının İkincil Senaryoya Bağlı Etki Alanı Hesaplaması

Senaryomuzda bahsi geçen Toluen tankında meydana gelen buhar bulutu patlamasına bağlı tank kapağının fırlaması, akabinde içerisinde toluen di izosiyanat bulunan tanka çarpması ancak ikincil senaryomuzda Toluen di izosiyanatın dış etkenlere bağlı olarak kaynama noktası sıcaklığına ulaşması halinde meydana gelecek toksik yayılım hesaplanmıştır.

İkincil senaryomuzda ise,

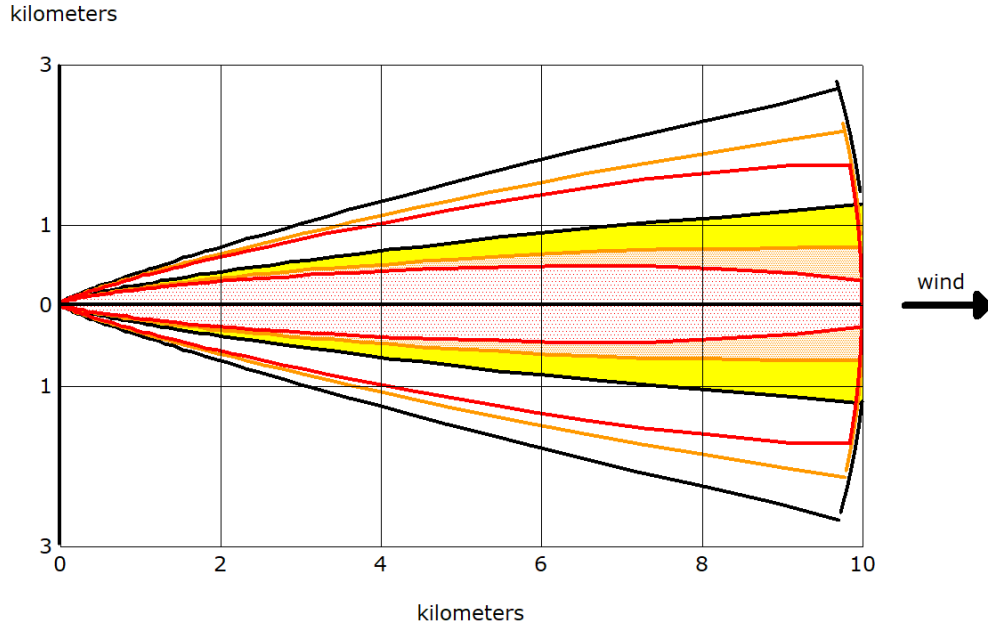


Resim 11 İkincil senaryo Aloha Verileri

Toluen di izosiyanatın sıcaklığı 250 C° olup diğer tüm koşullar aynıdır. Bu durumda ise

| | | | |
|--------------|----------------------------|----------|-----------------|
| Kırmızı Alan | 10 dakika için AEGL-3 | 0,65 ppm | 10 km'den fazla |
| Turuncu Alan | 10 dakika için AEGL-2 | 0,24 ppm | 10 km'den fazla |
| Sarı Alan | 10 dakikada için AEGL-1 | 0,02 ppm | 10 km'den fazla |

10 kilometreyi aşkın toksik yayılım hesaplanmıştır.



- greater than 0.65 ppm
- greater than 0.24 ppm
- greater than 0.020 ppm
- wind direction confidence lines

Note: Threat zone picture is truncated at the 10 km limit.

Resim 12 İkincil Senaryo Etki Alanı Gösterimi

Tehlike zonu ise sarı, turuncu ve kırmızı alanlar için iç içe belirtilmiş olup, 10 kilometre ile limitlendirilmiştir.

5. TARTIŞMA

Büyük endüstriyel tesislerde güvenlik algısı, tehlike sınıfı düşük kuruluşlara göre farklı olmaktadır. Tesisin kapsamı, tehlike içeriği, ve tedbirsizliğiyle doğru orantı gösteren risk faktörleri acil durumdan afete evrilmektedir.

Kimyasalların depolanma koşullarının farklılık gösterdiği ve sistemsel olarak gözetildiği büyük endüstriyel tesislerde meydana gelebilecek bir kazanın etkisinin, diğer bir kimyasala etki edip etmemesinin, uygun modelleme programları kullanılarak, etki alanlarının bulunmasının, bir olay ağacı risk değerlendirmesi olarak ele alınması, tehlike dereceleri yüksek bu ve benzeri kuruluşlar için önem arz etmektedir.

Önceki çalışmalar incelendiğinde, Terzioğlu (2007), Industrial Explosions Modelling çalışmasında lpg tankından gaz yayılımı ve jet modellemeleri yapılmış, lpg dolum tankında oluşabilecek kazalar için modelleme yapılmış ve modelleme yapmanın önemi belirtilmiştir. Bu modelleme sanayii alanları gibi daha büyük ölçekli alanlar için yapılmalı ve sebep sonuç ilişkisi göz ardı edilmeden sonrası için de acil durum planlaması yapılmalıdır. Parlak (2008) çalışmasında patlama riskli ortamlarda kullanılacak ekipman seçimi ve patlama korumalı malzeme (ex-proof) mekanik darbelere karşı koruma sınıfları, patlama riskli ortamlarda kullanılan elektriksel aygıtlar incelenmiştir. Çalışma, olası bir patlama için öncesi önlemleri içermekte ve risk azaltma için önemlidir. Ancak acil durum esnası ve sonrası gözetilmemiştir. Eğri (2008) patlayıcı ortamlarda iş güvenliği çalışmasında patlayıcıdan korunma dokümanlarının önemini belirtmiş. Mevzuatın uygulanması esnasında uygulanacak önlemleri öncelik sırası gözetilerek derlemiştir. Eski çalışmalar incelendiğinde mevcut solventlerin patlayıcı oluşturma ihtimali ve kalıcılığı, patlayıcı ortam oluşturacak tutuşturucu kaynakları, prosesler ile muhtemel karşılıklı etkileşimleri sonucu modellemesi yapılarak etki alanları belirlenmemiştir.

Önceki çalışmalar incelendiğinde, farklı tehlike gruplarını içeren, domino etkili bir kaza senaryosunun, hem hesaplama yöntemleri hem de yazılım programı kullanılarak etki alanlarının belirlenmediği görülmektedir. Çalışmamızın amacı hem yöntemsel olarak hem de elde edilen bulguların kötü etkilerinin azaltılması ve en az hasarla atlatılması için yapılması gerekenleri önermek, bu önerilerin güncel mevzuatta karşılıklarının bulunup bulunmadığını tartışmaya açmaktır.

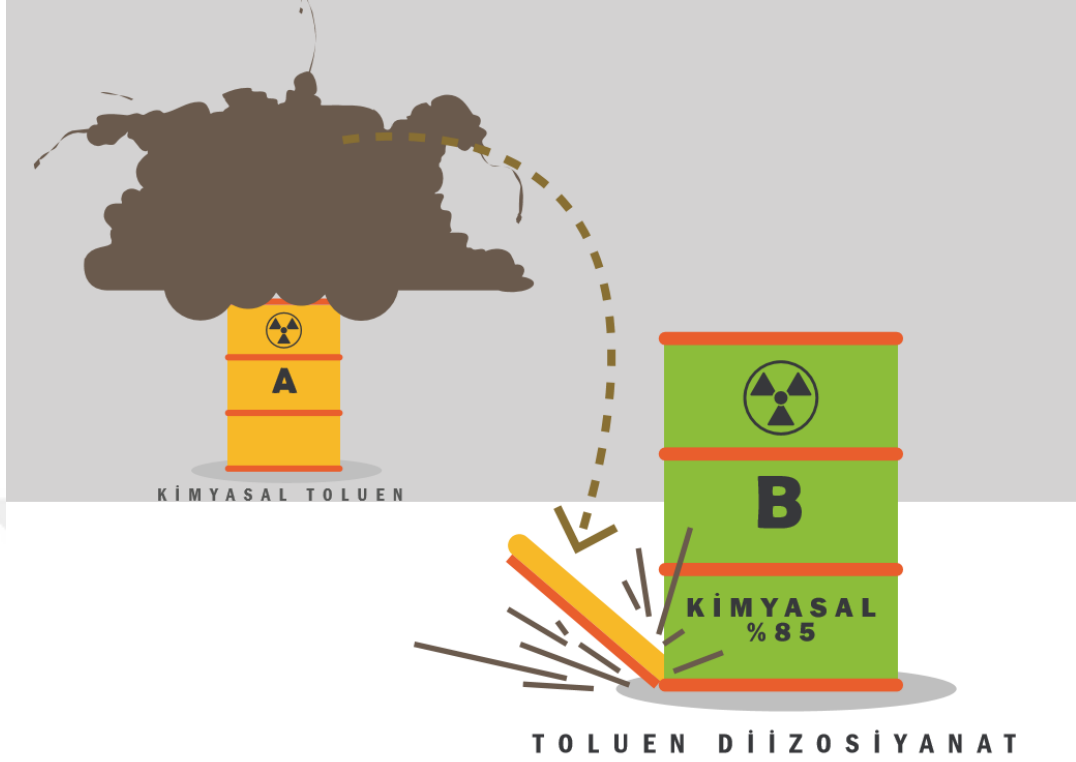
Senaryomuzda belirttiğimiz ve birçok kimyasalın depolandığı endüstriyel kuruluşta, tank içerisinde yaklaşık 30 cm yükseklikte bulunan

toluenin neden olduğu buhar bulutu patlaması ile açığa çıkan enerji 40589000 joule olarak hesaplanmıştır.



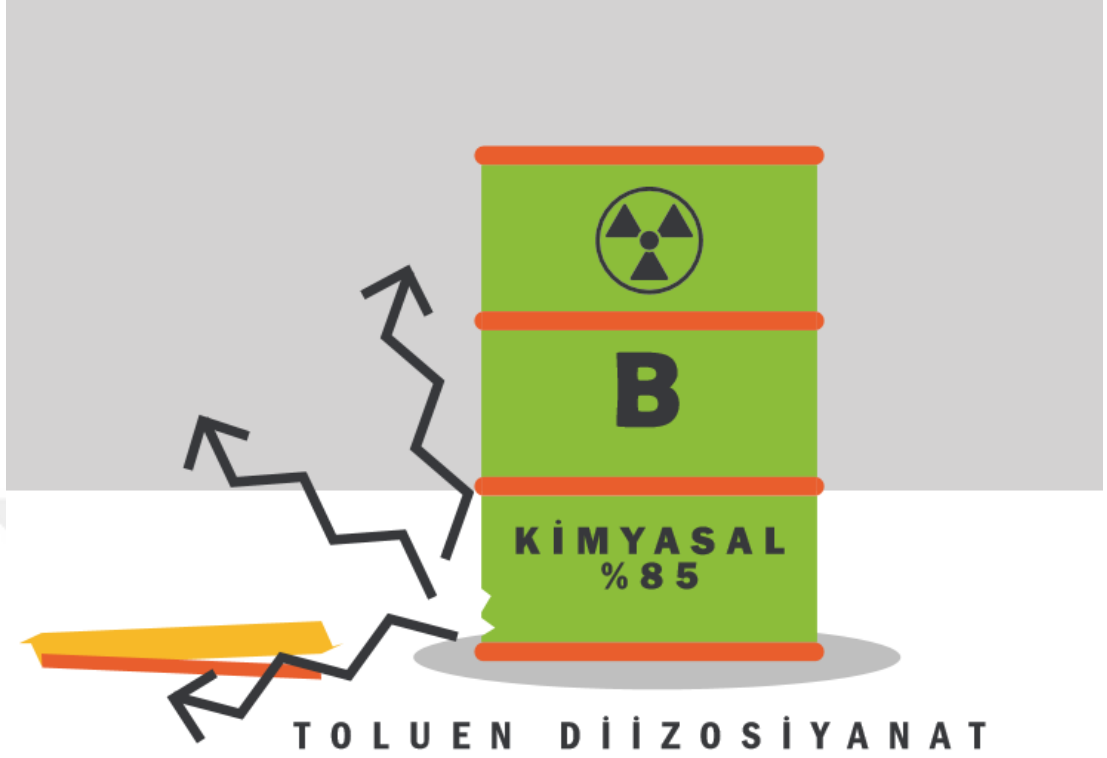
Resim 13 Toluen Tankında Buhar Bulutu Patlaması ve Tank Kapağının Fırlaması

Açığa çıkan enerji, 16567.2 kg'lık tank üst kapağına baskı yapmış ve kapağın fırlamasına neden olmuştur. Kapak, içerisinde Toluen Di İzosiyanat bulunan tanka çarpmasıyla toksik yayılım meydana getirmiştir.



Resim 14 Şarapnel Etkisiyle Fırıl原因 Tank Kapağının TDİ Tankına Çarpması

%85 doluluk oranına sahip Toluen Di İzosiyanat tankına, tabana yakın bir noktadan çarpan tank kapağı, içerisinde bulunan ve toksik özellik gösteren kimyasalın yayılmasına sebep olmuştur.



Resim 15 TDİ Tankından Toksik Yayılım

Bu yayılmanın etkilediği alanlar, 60 dakikalık periyot için;

AEGL-3 0.51 ppm, değeri üzerine çıkmakta ve etki alanı etkin rüzgar yönü doğrultusunda 18.28 metreyi bulmaktadır. EAGL-2 değeri olan 0.083 ppm üzerine yaklaşık 85.95 metre boyunca çıkmış olup, EAGL-1 değeri olan 0.02 ppm üzerine ise 209.39 metre boyunca etki alanı olarak hesaplanmıştır. 60 dakikalık maksimum değerleri bu etki alanları boyunca aştığı görülmektedir. Etki alanı temizlenmeli ve derhal yetkili kurumlarla iletişime geçilmelidir.

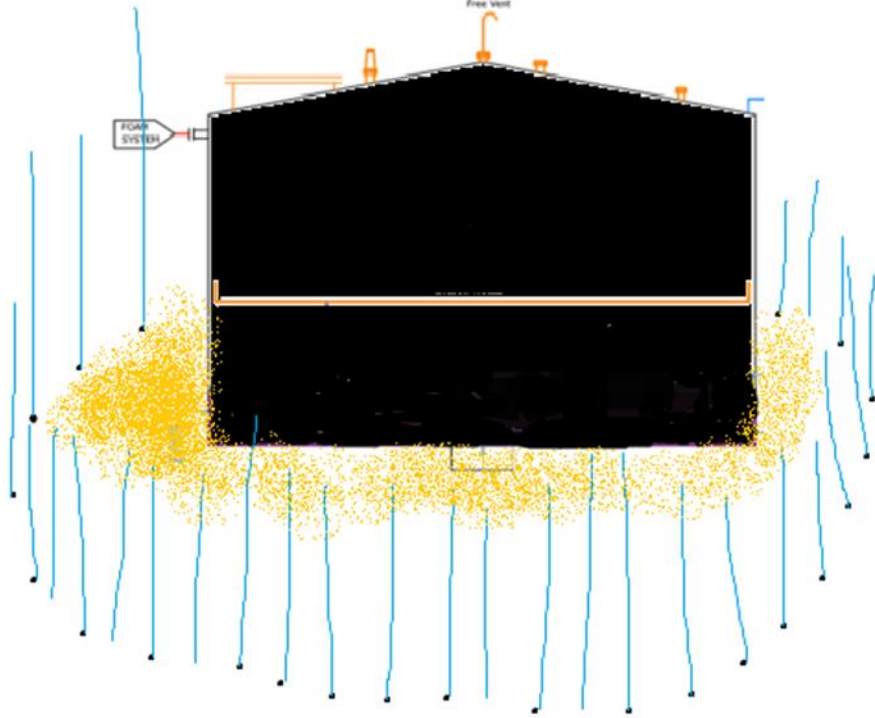
Toksik yayılım için 10 dakikalık periyot için yapılan hesaplamada ise, AEGLE-1 değerinin üzerinde bir değere ulaşmış olup, 85 metre ile başlayan kısımdan itibaren sağlığı tehdit edecek değerlere ulaştığı hesaplanmıştır. Bu değerler, temmuz ayı için etkin rüzgar yönü ve hızına göre hesaplanmış olup, rüzgar hızının artmasıyla, etki alanının genişleyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda, elde edilen veriler doğrultusunda yapılan hesaplamalarla, etkin değerlerin altında da olsa, toluen di izosiyanat kendine has kokusu sebebiyle fark edilebilir olsa da, toksik malzemenin derhal temizlenmesi gerekmektedir.

Yayılmının başlamasını önlemek ve kaynakta müdahale birincil öncelik olsa da aksi durum ve durumlar düşünülerek, acil müdahalede bulunabilmek için gaz dedektörleri konulmalıdır. TDİ koku açısından fark edilir olsa da mevcut senaryonun gerçekleştiği saatin bu fark edilebilirliği azaltabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaza senaryomuzda ana sebeplerden biri olmasa da paralel bir senaryo için statik elektriğe karşı ayrıca önlem alınmalıdır. Ex proof malzeme kullanımı ile de desteklenmelidir.

Mevcut koşullar için bölgesel acil durum planlamasında acil uyarı sistemleri dahil edilmeli, hızlı anons sistemi ile endüstriyel tesise yakın yerleşkelerde bulunun insanların tahliye edilmesi sağlanmalıdır.



Resim 16 Toksik Yayılımın Etki Alanının Daraltmak İçin Su Perdesi

Yayılan malzemenin temizleme işlemi derhal yapılmalı ve bu alanın daraltılması için otomatik devreye giren tazyikli su ile su perdesi ile çevrelenmeli ve daha dar bir alanda hapsedilmelidir. İlk müdahalenin yapıldığı alan temizleme işlemine tabi tutulurken, senaryonun gerçekleşme olasılığı göz önünde bulundurularak, kırımızı alan olan yaklaşık 16 metreyi kapsayan alanda sensörlü su perdesi oluşturulursa, müdahale etkin olmakla birlikte, sağlığa zararlı etkinin, etki alanı daraltılmış olacaktır.



Resim 17 Birincil Senaryo Toksik Etki Alanı

Senaryolarımızdan çıkan en önemli sonuçlardan biri ise, toluen di izosiyanatın toksik yayılımının modellendiği koşulların tamamen aynı kaldığı, ancak toluen di izosiyanatın sıcaklığının kaynama noktasına ulaştığı senaryodur. Bu senaryonun gerçekleşmesi durumunda, etki alanı 10 km olarak belirlenmiştir. Bu etki alanına sahip bir felaket, su perdesi, temizleme işlemleriyle hafifletilebilir veya engellenebilir bir seviyede olmamaktadır.



Resim 18 İkinci Senaryo Toksik Etki Alanı

Bu senaryonun gerçekleşmemesi ve sonucunun neden olacağı felaketin engellenmesi için yapılması gerekenler, risk kontrol hiyerarşisinin önemini bizlere bir kere daha hatırlatmaktadır. Senaryomuzun ikinci kısmında toluen di izosiyanatın kaynama sıcaklığına ulaştığı durumda, 10 km'lik bir etki alanına sahip olması, müdahalenin kaynakta yapılması gerekliliği sonucunu göstermiştir.

Bu etki alanına sahip bir endüstriyel kazanın gerçekleşmesi durumunda mühendislik yöntemleri, idari yöntemler veya kişisel koruyucu donanım önleyici faaliyet olarak yetersizdir. Bölgesel acil durum planı devrede olsa bile, hızlı anons sistemi, hızlı tahliye gibi durumlar yetersiz kalacak ve müdahale ekiplerinin yerleşkesi de bu yayılımdan etkilenecektir.

İkincil senaryonun meydana gelme durumu, bize etkin müdahale fırsatının tanınmadığı, risk kontrol hiyerarşisinin önemini ve kaynakta müdahalenin ne kadar önemli olduğunu, Seveso Direktifleri uyarınca patlamadan korunma dökümanı, dahili ve harici acil durum planları devrede olsa bile, arazi kullanım planlaması devrede olmadığı için etkilenecek insan sayısı dolayısıyla risk grubunun arttığını açığa çıkartmaktadır.

Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre, Seveso III Direktifi'nde yer alan "land use planning" ülkemizde uygulanmıyor olmasıdır. Arazi kullanım planlamasının uygulandığı ülkeler incelendiğinde, hem durumun analiz edilmesinde hem de karşılıklı yükümlülük doğurduğu için sonuçlarının etkin değerlendirilmesinde etkin rol oynadığı için planlamanın gerekliliğini ön plana çıkartmaktadır.

Arazi kullanım planları ve programları için stratejik çevresel değerlendirmenin uygulanması, iki yaklaşım baz alınarak yürütülmektedir. Birinci, yaklaşımda ÇED ve SEA yükümlülükleri temel alınırken, iki yaklaşımda gereklilikler temel olarak alınmaktadır.

SEA'da çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesi, arazi kullanım planlamasında endüstriyel kazalarla ilgili değerlendirmeler, karşılıklı olarak birbirine bağlı yükümlülüklerin bütünleştirilmesidir.

Düşük ve yüksek risk potansiyeline sahip tesisler için arazi kullanımından önce ÇED prosedürlerine uygunluğu kontrol edilmektedir. Büyük endüstriyel kazaların önlenmesi, sonuçlarının kontrolü ve sınırlandırılması için gerekli önlemlerin uygunluğuna dikkat edilmektedir.

Onaylanmış güvenlik raporuna ek olarak, tesisin konumu ile komşu işletmeler, büyük bir kaza riskine kaynak olabilecek ve arttıracılabilecek alanlar ve yapılar, ulaşım yolları detaylıca incelenerek, güvenli alan ve koşullar sağlanmaktadır.

Yüksek risk potansiyeli taşıyan kurumlar için, işletme içi alanlarda ve işletme sınırı dışındaki bölgelerde güvenlik mesafeleri belirlenir ve bu bilgiler güvenlik raporu ile birlikte yetkili kurumlarla paylaşılırlar. Bu bilgiler doğrultusunda, güvenlik mesafeleri ve önleyici faaliyetlerle kazanın büyük endüstriyel kazaya dönüşmesi engellenmektedir. Bu kuruluşlar arazi kullanım planına uymak zorundadır.

Arazi kullanım planına bağlı kalınması, çevresel etkilerin minimumda kalacağı, birbirini tetiklemeyecek ve etkilenen kişi sayısını minimize edecek şekilde olursa, kaynakta müdahalenin dışında istenmeyen bir etki görüldüğü zaman etkilenen kişi sayısı ve müdahale edebilecek insanların da sağlığı gözetilerek, daha güvenli bir ortamın oluşturulmasına zemin sağlamaktadır.

6.SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği Avrupa'da ve dünyada es geçilmemesi gereken ve çok önem verilen bir alan olarak ele alınmaktadır. Türkiye'de de çıkan kanun ve yönetmelik güncellemeleriyle sürekli iyileştirme yoluna gidilmektedir.

Artan sanayileşme ile iş sağlığı ve güvenliğine verilen önem her geçen gün artmaktadır. Yeni kanun, yönetmelik ve direktifler, hem işverene hem de çalışana önemli görevler yüklemektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre işveren işyerinin ve işin sağlıklı ve güvenliğli yürütülmesini sağlamakla yükümlüdür. Bunun için uygun çalışma ortamı, uygun ekipman seçimi, eğitim vermek, çalışma ortamı ve çalışan sağlığı gözetimi, uygun kişisel koruyucu donanımlar ve işe uygun yerleştirme yapmak gibi faaliyetler öne çıkmaktadır. Çalışan açısından ise sağlık ve güvenlik kurallarına uymak, işini özenle yaparak, tehlikeli hareket yapmamak, tehlikeli durumu sebebiyet vermemek ve tehlikeli bir durumu fark ettiğinde bildirimde bulunmak gibi faaliyetler yer almaktadır.

İş sağlığı ve güvenliğinin temel mantığı gerek sağlık gerekse güvenlik açısından mevcut riskleri belirlemek ve riskleri azaltmaktır. Riskleri azaltmak için alınması gereken önlemler belirlenmelidir. Alınan önlemler işin sağlık ve güvenlik koşullarını iyileştirmek için yeterli olmalıdır. Riski azaltmak sadece ön adımken sürekli iyileştirme yoluna gidilmesi esastır.

Uyulması gereken kurallar ve sağlıklı ve güvenliğli koşulların sağlanması esastır. Bu kurallar basit iken dinamik yapısı olan sektörlerde uygulama kısmı işi zora sokabilmektedir. Maksat riski azaltmak ise tehlike tanımlarının çok iyi yapılması gerekmektedir. Özellikle büyük endüstriyel

tesislerde çalışılan her ekipman, her kimyasal, her faaliyet ayrı ayrı tehlike potansiyeli taşırken, bir araya geldiklerinde farklı tehlikeleri ortaya çıkarabilmektedir. Bu farklı tehlike grupları için hem ayrı ayrı hem de bir arada dşünölerek önlem alınmadığı takdirde güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı yaratmak düşünülemez.

Seveso direktiflerine bağlı olarak ülkemizde de büyük endüstriyel kazalara engel olmak için büyük endüstriyel kazaların riskinin azaltılması üzerine işletmeler için rehber ve AFAD'ın büyük endüstriyel kazalar yol haritası belgesi bulunmaktadır. Bu doğrultuda güvenlik raporu hazırlanması, güvenlik yönetim sisteminin kurulması ve sistemin aktif işlemesi büyük önem arz etmektedir. Riski kaynağında yok etmek için patlamadan korunma dökümanı büyük önem taşımaktadır. Bu dökümanın hazırlanması, mevcut sistemin çalışma koşullarının iyileştirilmesi, güvenli çalışma koşulları için elde edilen verilere dikkat edilmesi, kaza senaryolarının çıkarılması açısından olmazsa olmazdır. Kaza senaryolarının, mevcut bir kimyasalın etki alanının belirlenmesi ve başka bir kazayı tetiklemesinin önüne geçilmesi açısından önemi büyüktür. Olası bir kaza durumunda ise kazaların etki alanı, hangi bölgeye ne kadar zarar vereceğinin hesaplanmasının önünü aması, müdahale noktasının neresi olması gerektiğinin bulunması, nasıl müdahale edilmesi gerektiği hususlarını aydınlattığı için dahili ve harici acil durum eylem planlarını şekillendirmektedir.

Kaza senaryolarının hazırlanması, mevcut durumun aydınlatılması, iyileştirilmesi ve birbirini etkileyerek tetikleyen domino etkili kaza senaryolarına ışık tutmak için önemliyken, domino etkili kaza senaryolarının etki alanlarının hesaplanması, kazanın gerçekleştiği koşulların açıklığa kavuşması açısında etkin bir güvenlik sisteminin en önemli öncülüdür. Proaktif yaklaşımla, büyük endüstriyel kazalara ve felakete varan sonuçlarına karşı mevcut durum ve istenmeyen durumların haritasıdır.

İstenmeyen durumların haritasını çıkartabilecek en kapsamlı senaryolar domino etkili kaza senaryoları olmakla beraber, bu senaryoların çıkartılmasında, etki alanlarının bulunmasının ötesinde, kazaya sebep olan durum ve koşullarla kaynakta müdahalenin önemi ortaya çıkmaktadır. Etki alanlarının hesabı ise, büyük endüstriyel kazalar için arazi kullanım planlamasının önemini gözler önüne sermektedir. Acil durum planlaması küçük ölçekli bir işletme için yeterli olabilecekken, büyük ölçekli endüstriyel tesisler için acil durum afete dönüşmekte ve afet planları yetersiz kalabilmektedir.

7.ÖZET

BİR BÜYÜK ENDÜSTRİYEL KİMYASAL DEPOLAMA TESİSİNDE DOMİNO ETKİLİ KAZA OLUŞUMU VE SONUÇLARININ BST METODU VE ALOHA YAZILIMI KULLANILARAK İNCELENMESİ

Gelişen teknolojiyle paralellik gösteren tehlikeler ve neden olduğu riskler, teknolojiyle birlikte otomasyon sistemleri ile iş yükünü azaltırken, prosese bağlı olarak sağlık ve güvenlik sorumluluğunu arttırmaktadır.

Kimyasalların depolandığı, işlendiği, bir arada farklı türde kimyasalların bulunduğu tesislerde risk seviyesi mevcut kimyasalların çeşitliliğiyle birlikte artmaktadır. Bu özelliklere sahip kurumlarda, patlamadan korunma dökümanının yanı sıra, sağlıklı ve işletilebilir bir güvenlik yönetiminin kurulması esastır.

Farklı kimyasalların bir arada depolandığı kurumlarda, yangın, patlama ve toksik yayılıma karşı önlem alınması büyük endüstriyel kazaların önüne geçilmesi açısından önem arz etmektedir. Riskler detaylı olarak değerlendirilmeli, mikro ve makro ölçekte analiz edilmelidir. Her departman ayrı ayrı ele alınmalı, tehlikeli kimyasalların depolanma alanları için ayrıca önlemler alınmalıdır. Bir arada depolanabilen kimyasallar için uygun yerleşim alanları sağlanmalı, tanklar otomasyon sistemine bağlı olarak güvenli sıcaklık ve basınç değerlerinde muhafaza edilmelidir. Depolanmış malzemenin değiştirilmesi halinde temizleme işlemi, ardına gelecek kimyasalla reaksiyona girmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Önleyici faaliyetlerin ayrı ayrı ele alınmasının yanı sıra bir arada tüm tehlike parametreleri de gözetilmelidir. Tehlike grupları bir arada incelenirken, bir tehlike kaynağının ortaya çıkardığı risk, diğer bir tehlikenin doğmasına neden olabilmektedir. Ve bu etkileşim, bir domino etkisi meydana getirmektedir.

Domino etkisi gösteren kazalar için, her bir tehlikeli kimyasalın patlama ve toksik yayılım potansiyellerine bakılmalıdır. Bu potansiyeller, kimyasalın türü, depolanma koşulları, depolanma koşullarına bağlı faktörler, dış faktörler ele alınarak, uygun modelleme programıyla etki alanları belirlenmelidir. Belirlenen etki alanı, bu alanda meydana gelecek sıcaklık ve basınç gibi etkileyici faktörler göz önünde bulundurularak, başka bir kazayı tetikleyecek etki alanı oluşturması engellenmelidir. Olası bir tetiklenme durumu için oluşacak ikincil veya üçüncül kazalar için de etki alanını önleyici tedbirler geliştirmek gerekmektedir.

Birincil kaza, kimyasal için uygun koşullarda bulunmadıklarında bir afete dönüşebilirken, tetiklenen ikincil ve üçüncül kazalar, gösterdikleri domino etkisine bağlı olarak, felakete dönüşebilmektedir. Bu etkileşimin önüne geçebilmek için uygun koşullarda depolanma yapılmalı, elleçleme için aynı hassasiyet gösterilmelidir. Kimyasalların sıcaklık basınç gibi koşullarda depolanma alanı ve miktarları göz önünde bulundurularak, herhangi bir acil duruma sebebiyet verip vermeyeceğine bakılabileceği gibi, istenmeyen bir durumun etki alanı da belirlenebilmektedir. Bu nedenle, patlamadan korunma dökümanı ve acil durum yönetimi için modelleme çalışmalarının önemi inkar edilmemelidir. Yapılan çalışmalardan elde edilen etki alanlarına uygun müdahale mesafeleri belirlenmelidir. Güvenlikli çalışma koşulları oluşturulmalı, her bir durum için hem ayrı ayrı hem de birbirini tetikleyecek koşullar göz önünde bulundurularak, kazaya sebebiyet veren koşullar

oluşmadan bertaraf edilmelidir. Olası senaryoların ve varyasyonlarının meydana gelme durumlarında ise, müdahale noktaları belirlenmeli, afet yönetim anlayışları için sürdürülebilir b planları oluşturulmalıdır. Güvenlik anlayışı öncelik sıralamasının en üstüne yerleştirilerek, arazi kullanım planlaması yapılmalı, uygulanabilir ve sürdürülebilir acil durum ve afet planları ile endüstriyel kazaların felakete dönüşmesinin önüne geçilmelidir.



Anahtar kelimeler: Büyük endüstriyel kaza, domino etkisi, önlem politikası

8. SUMMARY

AN INVESTIGATION OF THE SAMPLE DOMINIC EFFECTIVE CASE OF

SCENE SCENARIO AND RESULTS BY USING BAKER-STREHLOW-TANG AND SLAB MODELING METHODS IN A BIG INDUSTRIAL CHEMICAL STORAGE PLANT

The dangers and risks associated with the developing technology reduce the workload with the automation systems together with the technology and increase the health and safety responsibility depending on the process.

In plants where chemicals are stored and processed, together with different types of chemicals, the level of risk is increasing with the variety of chemicals available. In institutions with these characteristics, in addition to the explosion protection document, it is essential to establish a sound and manageable safety management.

In institutions where different chemicals are stored together, taking measures against fire, explosion and toxic distribution is important for preventing major industrial accidents. Risks should be evaluated in detail and analyzed on a micro and macro scale. Each department should be handled separately and measures should be taken for the storage areas of hazardous chemicals. Suitable residential areas should be provided for chemicals that can be stored together, tanks should be kept at safe temperature and pressure values depending on the automation system. If the stored material is changed, the cleaning process must be done so as not to react with the subsequent chemical.

In addition to the preventive actions being handled separately, all hazard parameters must be observed. When the hazard groups are

examined together, the risk posed by a source of danger can cause another danger. And this interaction creates a domino effect.

For accidents with domino effect, the potential for explosion and toxic spread of each hazardous chemical should be considered. These potentials, type of chemical, storage conditions, factors related to storage conditions, external factors should be taken into consideration and the areas of influence should be determined by appropriate modeling program. Considering the influencing factors such as temperature and pressure to occur in this area, it should be prevented from creating a domain to trigger another accident. It is also necessary to develop preventive measures for secondary or tertiary accidents for a possible triggering situation.

The primary accident can be transformed into a disaster when it is not found in the appropriate conditions for the chemical, while the triggered secondary and tertiary accidents can turn into disasters due to their domino effect. In order to avoid this interaction, storage should be done in suitable conditions and the same sensitivity should be shown for handling. Taking into account the space and quantities of chemicals in temperature conditions such as temperature pressure, it is possible to determine whether an undesirable situation can be detected or not. Therefore, the importance of modeling for explosion protection and emergency management should not be denied. Guidance appropriate to the impact areas obtained from the structured studies The working protocol distinguishes each situation, both separately and separately, maintains a point of view, eliminating the membership that caused the accident. The situation of possible scenarios and variations should be identified in their arrival, that is, target points, and directed for disaster management approaches. Security approach should be placed at the top of the priority order, land use planning should be done,

open and closed emergency and disaster area and industrial accidents will be possible to turn into disaster.



Key words: Large industrial accident, domino effect, measure policy

9. KAYNAKLAR

- 1- T. Endüstriyel Patlamaların Modellenmesi; Özel Durum LPG Patlamaları. Yüksek Lisans.İstanbul. İTÜ FBE, 2007
- 2- Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, 2/8/2016 29789-resmi gazete no 29789
- 3- Seveso Iı Direktifinin Uygulama Kapasitesinin Arttırılması İçin Teknik Yardım Projesi
Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (Bekra) İşletmeciler İçin Rehber
- 4- <https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjnyPLJ0KHeAhUMCuwKHek1Ah8QjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D8A1xSCUtB-M&psig=AOvVaw1P2UadodWkXs2rOq6OD4OE&ust=1540558179761869>
- 5- <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/caseseveso76.htm>
- 6- <https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQk--V0qHeAhXC0aQKHZ3PAcsQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.cbsnews.com%2Fpictures%2Fworst-environmental-disasters%2F3%2F&psig=AOvVaw1SDuyIV-FrGbN-i8uRzajG&ust=1540558569512675>
- 7- Seveso Iı Direktifinin Uygulama Kapasitesinin Arttırılması İçin Teknik Yardım Projesi Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (Bekra) İşletmeciler İçin Rehber
- 8- <https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi-89DR0qHeAhVBzKQKHdkQCLsQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fmedium.com%2Fkayla-anderson%2Fthe-1984-bhopal-disaster-in-india-a-message-for-industrialists->

10abb3d1e8b6&psig=AOvVaw1WYdFcYdB6qzkz08Kv4x1H&ust=1540558702785735

9- https://www.google.com.tr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN_Pft06HeAhVFsqQKHRNPCN8QjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DO7e3gyWXLlc&psig=AOvVaw3DBE5aQsW8bX0jtqPsTP90&ust=1540559029468410

10-18 Haziran 2013 SALIResmî Gazete Sayı : 28681 YÖNETMELİK
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığında: İŞYERLERİNDE ACİL DURUMLAR HAKKINDA YÖNETMELİK

11-<http://www.ahder.org/definiciones/butunlesik-afet-yonetimi-nedir>

12-Dursun, B., "Seveso 2 Direktiflerinin Türkiye'de uygulanması" Yüksek Lisans tezi, ODTÜ FBE, Yer ve Sistem Bilimi Ana bilim dalı (2014)

13-Baysal, S, 2004, Yangın Eğitim Notları, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara, 3.5.8. 21.s

14-KEPEKLİ, T.A., İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı. Patlamadan Korunma ve ATEX ders notları (BASILMAMIŞ)

15-Tomas, K., "Asetilen Üretimi Yapan Tesislerde Kazaya Sebep Olabilecek Faktörlerin Belirlenmesi ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi ", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).

16-Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos,2010, Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis 225.s

17-Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos,2010, Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis 149.s

18-GÜLTEK, S. , KÜÇÜK, S. Toz Patlaması ve Tozdan Kaynaklanan Güvenlik Risklerinin Yönetimi, [İnternette]. 2014. [7 Temmuz 2018'de okundu].
Elektronik adresi:

<http://app.csgb.gov.tr/isggm/oshaturkey/sunumlar/88.pdf>

-
- 19-Glasstone S, Dolan Pj, Eds. (1977). The Effects Of Nuclear Weapons. 3rd Ed. U.S. Department Of Defense And The Energy Research and Development Administration
- 20-Crowl, D, A, Louvar, J. F., 1990, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, PTR Prentice Halls, New Jersey
- 21-Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğine göre resmi gazete no:28733 1.Bölüm, Madde 4
- 22-Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos,2010, Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis 213.s
- 23-Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos,2010, Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis 213.s
- 24-Marc J. Assael, Konstantinos E. Kakosimos,2010, Fires, explosions, and toxic gas dispersions : effects calculation and risk analysis 213.s
- 25-<http://www.hrdp-idrm.in/e5783/e17327/e27015/e27768/> 21.07.2018
- 26-<http://www.hrdp-idrm.in/e5783/e17327/e27015/e27768/> 21.07.2018
- 27-Methods For the Calculation Of The Physical Effects. Committee For the Prevention Of Disasters, 2005
- 28-Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik, 30.12.2013 Tarih, 28867 Mükerrer Sayılı Resmi Gazete.
- 29-Özkılıç, Ö,Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Ve Etkilerinin Azaltılması ve Atex Direktifleri.338.Ankara.TİSK;2014.387-409
- 30-Erdinç Tezcan, Çukurova Üni, V. Ulusal iş sağlığı ve güvenliği Kongresi (16-28 Nisan 2009)
- 31-<https://www.izomerkimya.com.tr/tol>
- 32-<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CF8007620E7D5602E8DCB77ADD0FAA48D5>
- 33-<http://www.atakimya.com.tr/dosya/54/54-MTU3NTY3ZWMzOGUxOWI.pdf>

-
- 34-<http://www.solverkimya.com/site/makaleler/tarim-hammadde-makaleleri.html/toluen-msds-fiziksel-ozellikleri-kullanildigi-alanlar.html>
- 35-<http://www.atakimya.com.tr/dosya/54/54-MTU3NTY3ZWMzOGUxOWI.pdf>
- 36-<http://okimya.com/sektore-ozel-kimyasallar/toluen-diizosiyanat-tdi-80-20/>
- 37-[http://petrolkimya.comenimagesmsds83_TOLUENE%2520DIISOCYANA TE%2520\(TDI\)_MSDS_EN](http://petrolkimya.comenimagesmsds83_TOLUENE%2520DIISOCYANA TE%2520(TDI)_MSDS_EN)
- 38-[http://petrolkimya.comenimagesmsds83_TOLUENE%2520DIISOCYANA TE%2520\(TDI\)_MSDS_EN](http://petrolkimya.comenimagesmsds83_TOLUENE%2520DIISOCYANA TE%2520(TDI)_MSDS_EN)
- 39-1907/2006 sayılı (AT) tüzüğü uyarınca ROTH güvenlik bilgi formu, 2016

10. ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Pelin OLGUN

Doğum Tarihi ve Yeri: 21.01.1986 İstanbul

Eğitim:

Kadıköy Anadolu Lisesi- 2005

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği-2011

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi tezsiz Y.L. 2014

İş Deneyimi

Binat Ekspertiz (2006-2008)

Tempo Organizasyon (2011-2014)

Üsküdar Üniversitesi (2015-2017)

İstinye Üniversitesi (2017-halen)

Yabancı Dil: İngilizce

Edinilen Belgeler:

Eğitiminin Eğitimi

Yangın Eğitici Belgesi

B sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı

Tesol- Uluslararası İngilizce Öğretmenliği Sertifikası

