

İstanbul'da Deprem Sonrası Kimyasallardan Kaynaklanacak Tehlikelere Dair Rapor

TMMOB KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ
08.2024



DEPREM VE KİMYASALLAR

Doğal kaynaklı afetler arasında yer alan depremler sonrası tsunami, yanma, patlama, kimyasal yayılması gibi olaylar yaşanmaktadır. Bu tür olaylar literatürde ikincil afetler olarak tanımlanır. Bugüne dek Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın (KAF) kırılmasıyla yaşanacak depremin büyüklüğünü kestirmeye ve zararlarını hesaplamaya yönelik yüzlerce çalışma yapıldı. Kimya Mühendisleri Odası (KMO) İstanbul Şubesi olarak ilkinin 2010 yılında hazırladığımız rapor ile dikkatleri, kimyasallardan kaynaklanabilecek ikincil afetlere çekmeye çalıştık. Raporumuzun üzerinden geçen on beş yılda yeterli hazırlıkların yapıldığını söylemek mümkün değil. Dolayısıyla mesleğimizin bize verdiği yetki ve sorumluluk gereği 2024 yılında, başka senaryolar eşliğinde elinizde tuttuğunuz raporu hazırladık.

Rapor kapsamı, özellikle kimyasallardan kaynaklanacak risklerle sınırlanmıştır. Bu haliyle Türkiye'de yapılmış az sayıdaki çalışmalardan birisi olarak değerlendirilebilir. Konuyu kamuoyunun gündemine taşımak, yetkilileri uyarmak, yurttaşların farkındalığını arttırmak amacını taşımaktadır.

Rapor Kimya Mühendisleri Ersen Şan, Mustafa Bağan, Neşet Kadırgan, Serkan Küçük, Veli Deniz ve Yunus Gürbüz'den oluşan Kimya Mühendisleri Odası (KMO) İstanbul Şubesi Deprem Çalışma Grubu tarafından hazırlanmıştır.

Kimya Mühendisliği mesleğinin halktan yana ve kamu yararına icra edilmesi ilkesine sahip olan KMO İstanbul Şubesi olarak söylememiz gerekir ki; İstanbul'u etkileyecek depreme birçok açıdan hazır olmadığımız gibi, ikincil tehlikeler açısından hiç hazır değiliz.

KMO İstanbul şubesi olarak gerçekleştirilecek her türlü hazırlığa katkı koyma arzu ve irademizin olduğunun bilinmesini isteriz. Bilim insanı ve teknik kadroların örgütü olarak, 17 Ağustos 1999 Depremi'nin yıldönümünde, sızıya dönüşen acımızı unutmadığımızı, meslek alanımızla ilgili kısımlarını unutturmayacağımızı söylüyor ve ilgili olan tüm kesimleri uyarıyoruz.

Bu sese kulak verin.

Serkan Küçük

Kimya Müh. MSc.
49. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Ağustos 2024
İstanbul

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| 1. İstanbul ve kimyasallar | 4 |
| 2. Deprem sonrası kimyasallar nasıl zarar verir? | 7 |
| 3. Kimyasalların zarar verme yolları | 8 |
| 4. Kaza senaryoları ve modelleme | 10 |
| 5. Çözüm Önerilerimiz | 18 |

1. İstanbul ve kimyasallar

KMO İstanbul Şubesi olarak, İstanbul’da bir yılda üretilen, taşınan, depolanan, tüketilen kimyasal miktarını net olarak bilmiyoruz. Biz bilmediğimiz gibi bu verinin toplandığı herhangi merkezi bir kurum da mevcut değil. Yaptığımız çalışmalar sonucu elde ettiğimiz veriler ise riskin tüm boyutlarıyla anlaşılması için tahmini düzeyde kalmaktadır

1.1. Enerji kaynakları

Yirmi milyona yakın insanın yaşadığı İstanbul’da enerji ihtiyacının neredeyse tamamı fosil kaynaklardan ve dolayısıyla kimyasallardan karşılanmaktadır. Bu kaynakların bir kısmı İstanbul sınırları içinde ve yakın çevresinde üretilmekle birlikte; büyük çoğunluğu boru hatları, kara ve deniz tankerleriyle taşınmaktadır. Akaryakıt ürünleri İstanbul ve yakın çevresindeki depolama tesislerinde depolanmaktadır. Öte yandan kent içerisine dağılmış binlerce akaryakıt istasyonunda da daha düşük miktarlarda depolanmaktadır.

Kocaeli’nin Körfez ilçesiyle, Tekirdağ’ın Marmara Ereğlisi ilçeleri; İstanbul’un enerji ihtiyacının karşılanması için büyük miktarlarda depolamanın yapıldığı yerlerdir. Silivri açıklarındaki yer altı doğalgaz depolama mağaralarında da 4,5 milyar metreküp kapasiteli depolama yapılmaktadır.

İstanbul’daki tüketim miktarları Tablo 1’de verildiği gibidir.

| No | Madde | 2023 yılı tüketim miktarı |
|----|--------------|----------------------------------|
| 1 | LPG | 322.476 ton |
| 2 | DOĞALGAZ | 8.086,364 Milyon Sm ³ |
| 3 | AKARYAKITLAR | 6.848.434,46 ton |

Tablo 1 : EPDK 2023 sektör raporlarına göre 2023 yılında İstanbul’daki enerji kaynaklarının tüketim miktarları¹

1.2. İstanbul Boğazı

İstanbul sahip olduğu boğaz nedeniyle de tehlikeli kimyasalların geçişine maruz kalan bir kenttir. Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü’nün 2024-2028 Strateji Raporu’na göre, 2022 yılında boğazlardan geçen tehlikeli yük miktarları Tablo 2’deki gibidir.

| Geçen Gemi Sayısı | Toplam Yük Miktarı | Toplam Tehlikeli Yük Miktarı | Yüzelik Değer |
|-------------------|--------------------|------------------------------|---------------|
| 35.146 | 383,3 milyon ton | 150 milyon ton | 39,1 |

Tablo 2: İstanbul Boğazı’ndan geçen gemi sayısı ve tehlikeli yük miktarı ²

¹ www.epdk.gov.tr Enerji Piyasası Denetleme Kurulu sektör raporları.

² https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/stratejik_plan

1.3. İstanbul'da imalat sanayi

İstanbul Sanayi Odası verilerine göre İstanbul'da üretim faaliyetinde bulunan firma sayıları Tablo 3'te gösterilmiştir.

| Çalışan Sayısı | Firma Sayısı | Yüzelik Değer |
|----------------|--------------|---------------|
| 1-49 | 18.931 | 79,2 |
| 50-249 | 4.364 | 18,3 |
| 250 ve üzeri | 593 | 2,5 |

Tablo 3: İstanbul'da üretimde bulunan firma sayısı³

1.4. İstanbul'daki Birinci Sınıf Gayri Sıhhi Müesseseler (GSM)

Faaliyeti sırasında çevresinde bulunanlara biyolojik, kimyasal, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden az veya çok zarar veren veya vermesi muhtemel olan ya da doğal kaynakların kirlenmesine sebep olabilecek işyerleri, gayri sıhhi müessese olarak tanımlanır. 1. Sınıf GSM'lerin çoğu kimya, metal, maden, petrokimya gibi riskli faaliyetlerin sürdürüldüğü işyerleridir. Bu işyerlerinde Sorumlu Müdür unvanı ile bir kimya mühendisi istihdam edilmesi zorunludur.

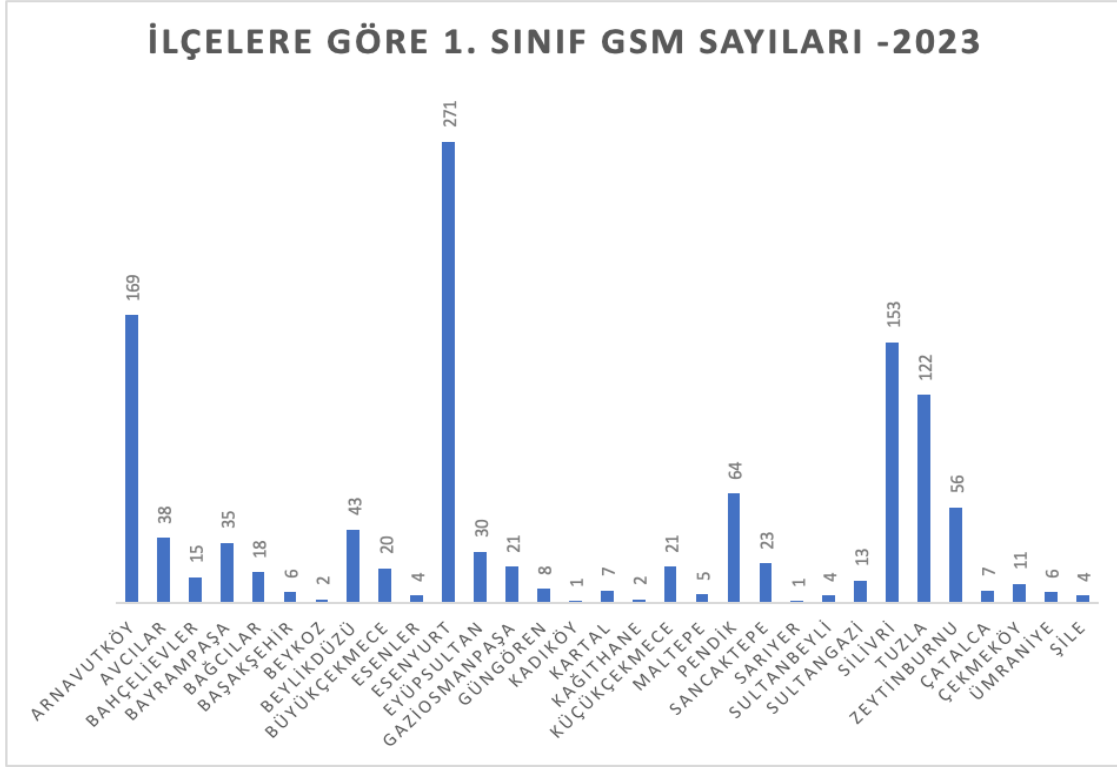
İstanbul'daki birinci sınıf GSM'lerin listesi Tablo 4'teki yer almaktadır.

| İLÇE | GSM SAYISI | İLÇE | GSM SAYISI |
|---------------|------------|--------------|------------|
| ARNAVUTKÖY | 169 | KAĞITHANE | 2 |
| AVCILAR | 38 | KÜÇÜKÇEKMECE | 21 |
| BAHÇELİEVLER | 15 | MALTEPE | 5 |
| BAYRAMPAŞA | 35 | PENDİK | 64 |
| BAĞCILAR | 18 | SANCAKTEPE | 23 |
| BAŞAKŞEHİR | 6 | SARIYER | 1 |
| BEYKOZ | 2 | SULTANBEYLİ | 4 |
| BEYLİKDÜZÜ | 43 | SULTANGAZİ | 13 |
| BÜYÜKÇEKMECE | 20 | SİLİVRİ | 153 |
| ESENLER | 4 | TUZLA | 122 |
| ESENYURT | 271 | ZEYTİNBURNU | 56 |
| EYÜPSULTAN | 30 | ÇATALCA | 7 |
| GAZİOSMANPAŞA | 21 | ÇEKMEKÖY | 11 |
| GÜNGÖREN | 8 | ÜMRANİYE | 6 |
| KADIKÖY | 1 | ŞİLE | 4 |
| KARTAL | 7 | | |

Tablo 4: İlçelere göre İstanbul'daki GSM sayıları-2023⁴

³ www.iso.org.tr

⁴ data.ibb.gov.tr



Grafik 1: İlçelere göre İstanbul'daki GSM dağılımı -2023

1.5. İstanbul'daki itfai olaylar

İstanbul itfaiyesinin verilerine göre, itfaiye 2023 yılında yangın, sel, kurtarma vb. sebeplerden ötürü 85.671 olayda görev almıştır. Bunların 6456'sı konut yangını, 290'ı fabrika yangınıdır. Bir deprem sonrası fabrikalarda çıkacak yangın sayısının 50 olduğu bile düşünülse, deprem sonrası itfaiye hizmetlerinden yararlanılamayacağı aşikardır.

| Yıl | 2023 |
|----------------------------|-------|
| Konut Yangını | 6456 |
| Fabrika Yangını | 290 |
| Diğer bina yangını | 3176 |
| Araç yangını | 1955 |
| Yapısal olmayan yangınlar | 12408 |
| Sel / Su baskını | 1082 |
| Güvenlik tedbirleri | 13564 |
| Can kurtarma | 24574 |
| Diğer İtfai Olay Çıkışları | 22166 |
| Toplam | 85671 |

Tablo 5 : 2023 yılı itfai olayların dağılımı

2. Deprem sonrası kimyasallar ve zararları?

Bilindiği üzere afete yol açan büyük çaplı olaylar, ardı sıra başka olayları tetiklemektedir. Afet yönetimi literatüründe 'İkincil Afetler' adı verilen bu olaylar;

- yangın,
- patlama,
- kimyasal ve gaz sızıntıları,
- su baskınları,
- salgın hastalıklar,
- çevre kirliliği,

gibi başlıklar altında toplanmaktadır.

Hafızlarımızı tazelemek için 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında kimyasallardan kaynaklanan büyük kazaları hatırlatmakta fayda var⁵;

- 1) tankın aşırı basınca ulaşmasını engellemek için 200 ton susuz amonyak havaya salınmıştır,
- 2) 6500 ton akrilonitril, meydana gelen çatlak sebebiyle tanklardan havaya, suya, toprağa karışmıştır,
- 3) bozuk yakıt yükleme kolu sebebiyle İzmit Körfezi'ne 50 ton dizel yakıtı dökülmüştür,
- 4) iki oksijen depolama tankındaki beton destek kolonlarının yapısal olarak dayanamaması ile 1200 ton kriyojenik sıvı oksijen serbest kalmıştır,
- 5) Tüpraş petrol rafinerisindeki büyük yangınlar çıkmış (söndürülmesi 4 gün sürmüştür), sıvı petrol gazı sızıntısı ve petrol dökülmesi yaşanmıştır.

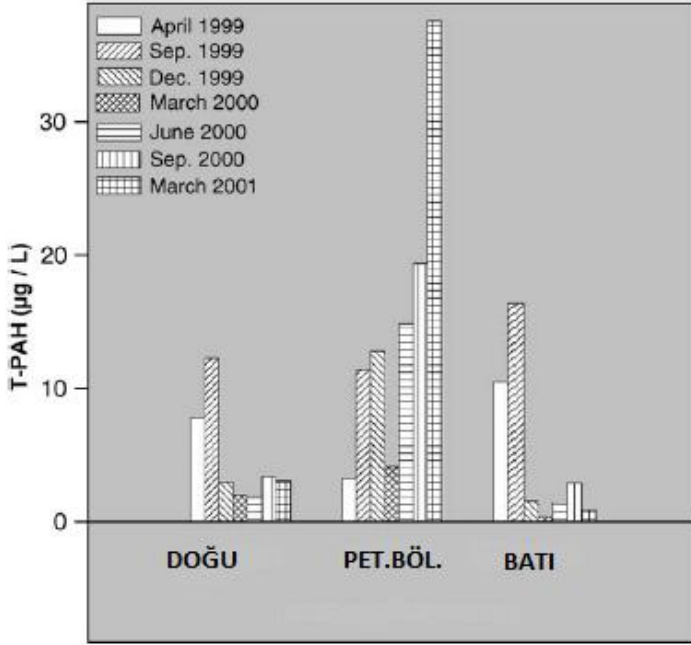
İzmit Körfezi'nde 350'nin üzerinde büyük ve orta ölçekli işletme hasar görmüş, devlet kaynaklarına başvurmuştur. Belediye yetkilileri sadece Kocaeli bölgesinde 58 işyeri listelemiş, bu işyerlerinde ağır hasar olduğu ve çoğunda da kimyasal sızıntısı olduğunu belirtmişlerdir⁶.

Bu kazalar kamuoyuna bir şekilde yansımış majör olaylardır. Herhangi bir raporda belirtilmeyen onlarca kimyasal kaynaklı olay olduğu tarafımızdan bilinmektedir.

Körfezde yapılan incelemelerde denizde PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon), PCB (Poliklorlu Bifenil) ve ağır metal oranının son 5-6 yılda artmış olduğu görülmüştür. Ayrıca deprem sonrası alınan ölçümlerde derin sularda oksijen seviyesinin oldukça kritik olduğu saptanmıştır. İzmit Körfezi'nde doğu, batı ve petrol endüstrisine yakın noktalardaki denizden alınan örneklerde PAH oranlarının artışı aşağıdaki grafikte gösterilmektedir:

⁵ Risk Management Practices at Industrial Facilities during the Turkey Earthquake of August 17, 1999: Case Study Report Laura J. Steinberg, Ana Maria Cruz, Fazilet Vardar-Sukan, and Yasin Ersoz

⁶ Risk Management Practices at Industrial Facilities during the Turkey Earthquake of August 17, 1999: Case Study Report Laura J. Steinberg, Ana Maria Cruz, Fazilet Vardar-Sukan, and Yasin Ersoz



Şekil 1: İzmit Körfezi'nde yüzey sularında T-PAH değişimi ⁷

Kocaeli bölgesinde bu tür hasarların olması belki normal karşılanabilirse de depremin merkez üssüne uzaklığı nedeniyle İstanbul'da fazlaca hasar olmaması gerekirdi. Elimizde kapsamlı bilgiler olmamakla beraber itfaiye, 1999 depremi sonrası Avcılar'da 100'den fazla yangın yaşandığını rapor etmektedir. ⁸

3. Kimyasalların zarar verme yolları

Bilindiği üzere kimya sanayi birçok sanayi sektörüne hammadde, yarı mamul ve mamul üretmektedir. Bu gerçekten yola çıkarak, deprem sonrası kimyasallardan kaynaklı tehlikeler denildiği zaman sadece kimya sektöründen bahsedilmemektedir. Buna bir de kimyasalların günlük yaşamda kullanımı eklendiğinde, hayatın hemen her alanında kimyasallardan bahsetmek mümkün olmaktadır.

Dolayısıyla;

- endüstride kullanılan, üretilen kimyasallar,
- evlerde kullanılan kimyasallar,
- kent yaşamında kullanılan kimyasallar,
- taşımacılık sektöründeki kimyasallar,
- depolanan kimyasallar,

İstanbul'da yaşanacak deprem sonrası tehlike yaratma potansiyeline sahiptir.

⁷ "The Changes of T-PAH Levels and Health Status of Mussels in Izmit Bay (Turkey) after Marmara Earthquake and Subsequent Refinery Fire", Okay, O. S., Tolun, L., Karakoç, F. T., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Olgun, A. ve Morkoç, E. (2002), Environment International, 965: 1-5.

⁸ The Study on A Disaster Prevention/Mitigation Basic Plan in İstanbul including Seismic Micronzonation in the Republic of Turkey. Drfat Final Report, Pacific Consultants International, OYO Corporation. September 2002

Bir deprem sonrası;

- petrokimya rafinerileri,
- LPG ve Doğalgaz dolum, depolama tesisleri,
- boya ve kimya fabrikaları,
- solvent ve kimyasal tank çiftlikleri,
- kimyasal madde depoları,
- doğalgaz boru hatları,
- akaryakıt ve otogaz istasyonları,
- bina altlarındaki üretim atölyeleri

başlıca riskli noktaları oluşturmaktadır.

Bu noktalardaki kimyasallar;

- boru hatlarının kırılması,
 - tankların yarılması,
 - depolardaki rafların devrilmesi
 - reaktörlerin hasar alması
 - yanma ve patlama
- gibi olaylar sonrası zarar vermektedirler.

Kimya Mühendisliği disiplininin başlıca uğraş alanlarından birisi de bu zararların ön görülerek, ortaya çıkacak risklerin azaltılmasına dayanır. Bu amaçla pek çok kaza modelleme aracı geliştirilmiştir. KMO İstanbul Şubesi olarak bu araçları kullanarak yaptığımız hesaplamalar raporun bir sonraki bölümünde yer almaktadır.

4. Kaza senaryoları ve modelleme

İstanbul'u bekleyen tehlikelerin daha iyi anlaşılması için birkaç kaza senaryosu örneğini aktarmakta fayda var. Aşağıda yer alan modellemeler DNV firmasının PHAST isimli programıyla gerçekleştirilmiştir. PHAST sızma, yanma, patlama, toksik yayılım konularında en güvenilir yazılımlardan birisidir ve proses güvenliği profesyonelleri tarafından tercih edilmektedir⁹.

4.1. Toluene Di İzosiyanat (TDI) tankı hasar alırsa ne olur?

Bu sorunun yanıtı maalesef iç açıcı değildir. Hali hazırda İstanbul ve hemen yanı başındaki Kocaeli ilinde TDI depolaması yapılmaktadır. TDI solunması halinde öldürücü olabilen bir kimyasaldır. Deprem sonrası bir TDI tankının hasar almasına yönelik hazırladığımız senaryo ve hesaplamalar aşağıdaki gibidir.

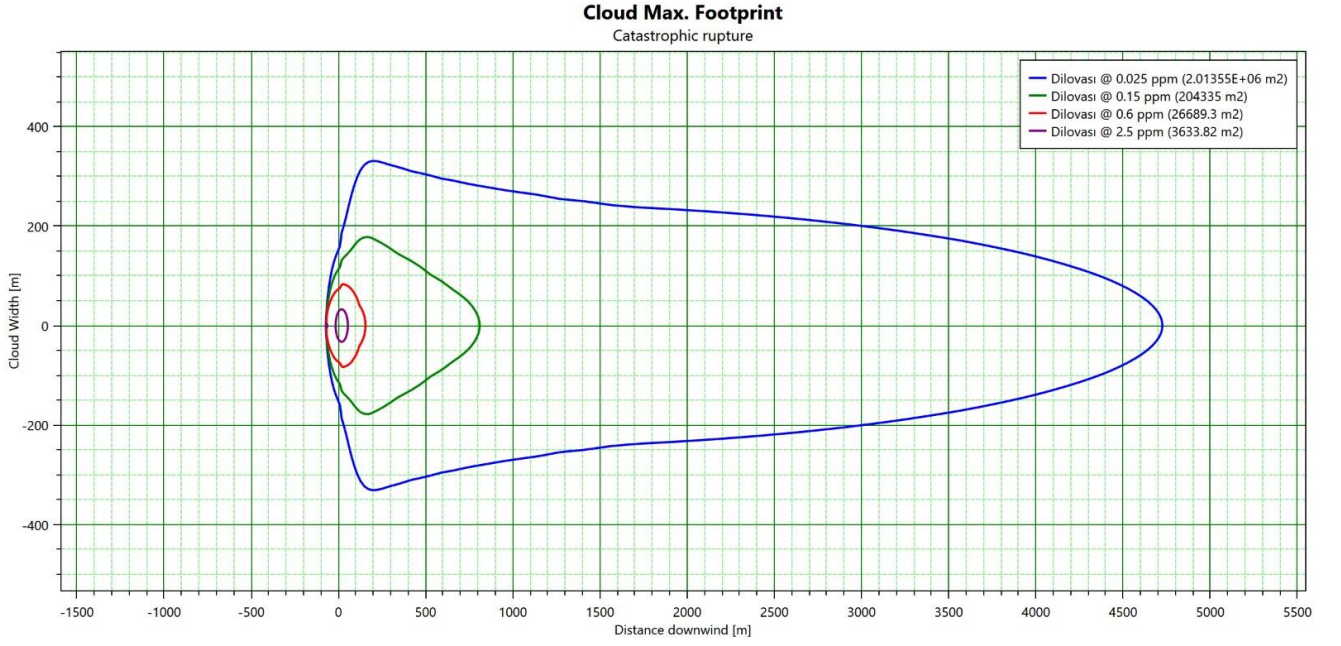
| | |
|-----------------------------------|---|
| Olası Yerler: | Dilovası, Körfez, Gebze, Tuzla |
| Hava sıcaklığı: | 30 °C |
| Rüzgar hızı: | 1,5 m/s |
| Hakim rüzgar yönü: | ENE (Doğu, Kuzey Doğu) |
| Bağıl nem: | % 50 |
| Atmosfer stabilitesi: | F - Gündüz, Orta – düşük seviye rüzgarlı |
| Madde: | TDI 80/20 - %80 2,4 toluene diizosiyanat, %20 2,6 toluene diizosiyanat |
| CAS Numarası: | 584-84-9 |
| Yoğunluğu: | 1,22 g/cm ³ |
| Buhar basıncı: | 3,66 Pa |
| Kaynama noktası: | 250,7 °C |
| Viskozitesi: | 20 cP |
| Tehlike sınıflandırmaları: | H315 Cilt tahrişine yol açar. H317 Alerjik cilt reaksiyonlarına yol açar. H319 Ciddi göz tahrişine yol açar. H330 Solunması halinde öldürücüdür. H334 Solunması halinde nefes alma zorlukları, astım nöbetleri veya alerjiye yol açabilir. H335 Solunum yolu tahrişine yol açabilir. H351 Kansere yol açma şüphesi var. H373 Uzun süreli veya tekrarlı maruz kalma sonucu organlarda |

⁹ <https://www.dnv.com/software/services/plant/consequence-analysis-phast/>

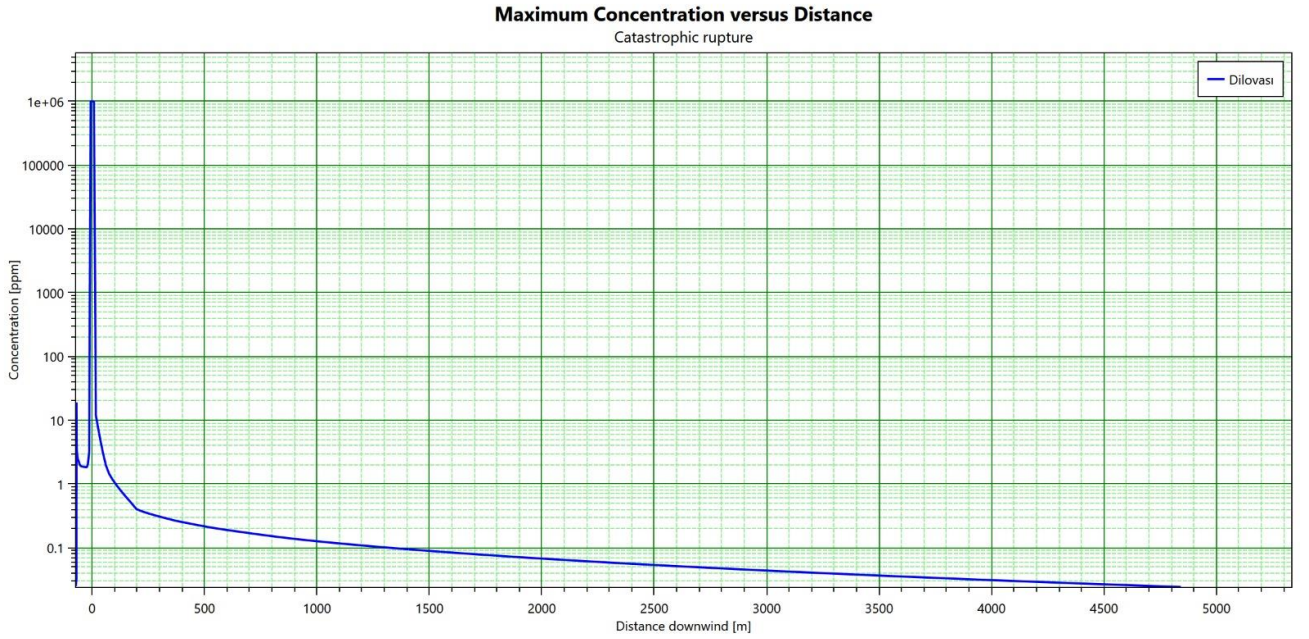
| | |
|--|---|
| | hasara yol açabilir. H402 Sucul yaşam için zararlıdır. H412 Sucul ortamda uzun süre kalıcı, zararlı etki. |
| Emergency Response Planning Guidelines - ERPG-1 | 0.01 ppm |
| ERPG-2 | 0.15 ppm |
| ERPG-3 | 0.6 ppm |
| Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) | 2,5 ppm |
| Yayılım kaynağı: | Atmosferik depolama tankı |
| Senaryo: | Deprem nedeniyle katastrofik yırtılma, maddenin tamamının açığa çıktığı varsayılmıştır. |
| Tank hacmi: | 1521 m ³ |
| Tank çapı: | 11 |
| Tank yüksekliği: | 16 |
| Tank seviyesi: | % 98 |
| Tank içindeki madde hacmi: | 1490 m ³ |
| Tank içindeki açığa çıkan madde miktarı: | 1817,8 ton |

Tablo 6 : TDI Tank hasarı senaryo verileri

Modelleme programı ile gerçekleştirdiğimiz hesaplamalar sonucu oluşan grafikler de aşağıdaki gibidir.



Şekil 2: TDI sızıntısının ulaşabileceği uzaklıklar ve sağlık üzerindeki etkileri



Şekil 3: Rüzgara bağlı TDI konsantrasyonunun dağılımı



Şekil 4: TDI yayılımının görselleştirilmesi

4.2. Senaryonun yorumlanması

TDI, İstanbul'da ve yakın çevresinde tankta depolanan bir kimyasaldır. Senaryomuza göre 1521 m³'lük bir tank, deprem nedeniyle katastrofik yarılmaya uğramıştır. Yarıma senaryosuna göre yapılan hesaplama sonucu 1817,8 ton TDI yayılacağı ortaya çıkmıştır.

Doğu- kuzey doğu ekseninden 1,5 m/sn gibi düşük bir hızda rüzgar estiği kabul edilerek yaptığımız hesaplamada TDI kimyasalının 4,7 km uzağa kadar erişeceği ortaya çıkmıştır.

Yarıma noktasından itibaren zararlı konsantrasyon ve mesafe ilişkisini gösteren tablo aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

| Tanka olan uzaklık (m) | Maruz Kalınacak Doz (ppm) | Yorum |
|------------------------|---------------------------|--|
| 0-50 m | 1.000.000 – 10 | Tanka en fazla 50 m uzaklıkta tüm canlılar akut ölüm sınırının üzerinde dozlara maruz kalırlar. |
| 50- 80 m | 2,5 ppm | 50 metreden sonra TDI konsantrasyonu rüzgara bağlı olarak azalır ancak 50-80 metre arasındaki canlılar ölüm ya da ciddi sağlık riskiyle karşı karşıya kalırlar. |
| 80-150 m | 0,6 | Tanka 80 ila 150 metre uzaklıkta olan kişiler 1 saat boyunca hayati tehlike yaşamadan bu dozlara maruz kalabilirler. Süre uzadığında bu uzaklıktaki kişiler için sağlık riski yükselecektir. |
| 150 – 900 | 0,15 | Tanka 150-900 metre uzaklıkta olan kişiler, geri dönüşü olmayan veya diğer ciddi sağlık etkileri veya kişinin koruyucu eylemde bulunma yeteneğini bozabilecek semptomlar yaşamadan veya geliştirmeden 1 saate kadar maruz kalabilirler. Sürenin artması sağlık riskini yükseltecektir. |

| Tanka olan uzaklık (m) | Maruz Kalınacak Doz (ppm) | Yorum |
|------------------------|---------------------------|--|
| 900 - 4700 | <0,15 | Tanktan 900 m ila 4700 metre arasında uzakta bulunan kişilerin hayati tehlike riski olmadan hafif, geçici sağlık etkilenmeleri ya da rahatsız edici koku hissetme potansiyeli mevcuttur. |

Tablo 7 : TDI yayılımının mesafe ve konsantrasyonu arasındaki ilişki

Tablonun incelenmesiyle ortaya çıkan sonuçlar şöyledir.

- 1) Tanktan 50 metre mesafeye kadar olan tüm canlılar akut ölüm riskiyle karşı karşıyadır. Mutlaka Kişisel Koruyucu Donanımların kullanılması gerekmektedir.
- 2) 50-80 metre arasında da aynı risk söz konusudur. Koruyucu önlemlerin alınması gerekir.
- 3) 80-150 metre arasındaki maruziyet süresinin 1 saati aşmaması gerekir.
- 4) 150-900 metre arasında ölüm riski düşük olmakla birlikte maruziyet süresinin 1 saati aşmaması gerekir.
- 5) 900- 4700 metreler arasında, sağlık durumu elverişsiz olanlar rahatsızlık duyabilir.

4.3. LPG tankı hasar alırsa ne olur?

İstanbul ve yakın çevresinde LPG dolmuş istasyonlarında bulunan LPG kürelerinin hasar alması oldukça olası bir senaryodur. LPG yanıcı ve yüksek dozlarına maruz kalma durumunda boğucu etkiye sahip bir gazdır. Propan ve Bütan isimli iki kimyasalın basınç altında sıvılaştırılmasıyla depolanır ve tüketime sunulur. Halk arasında Tüpgaz olarak bilinmektedir.

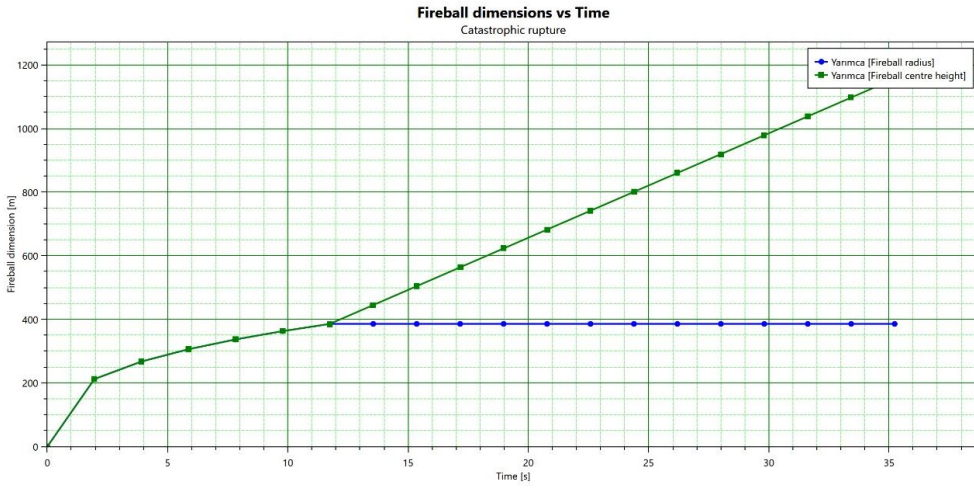
5000 m³'lük bir LPG küresinin deprem nedeniyle zarar görmesi durumunda atmosfere yayılan LPG'nin tutuşması sonucu oluşan ve gelişen yangının, tankın dayanım sınırlarını zorlaması ve fiziksel olarak tankı yarmasıyla sonuçlanacak olaya, Kaynayan Sıvı Genleşen Buhar Bulutu Patlaması (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion – BLEVE) adı verilmektedir.

LPG tankının BLEVE ile sonuçlanacak bir zarara yol açma olasılığına ve etkilerine yönelik hazırladığımız senaryo ve hesaplamalar aşağıdaki gibidir:

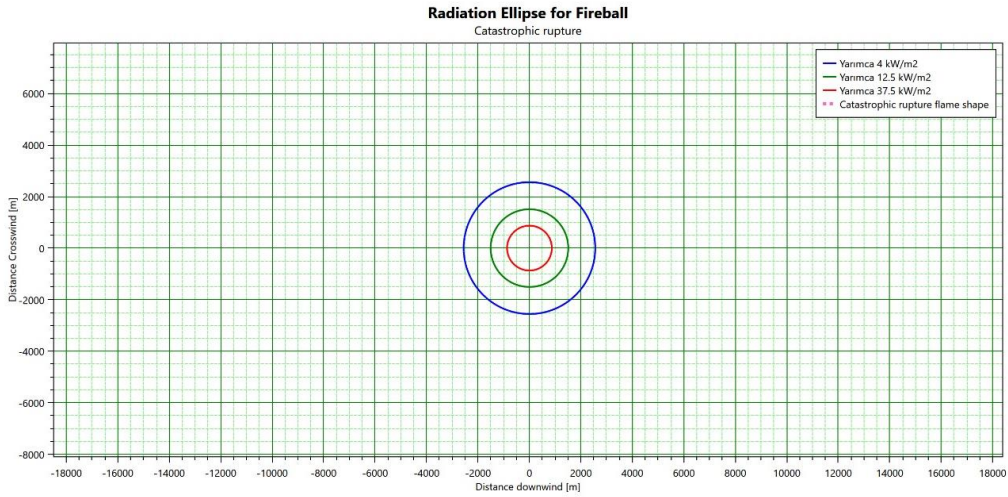
| | |
|--------------------|--|
| Olası Yerler | Ambarlı, Marmara Ereğlisi, Kocaeli Yarımca, Körfez |
| Hava sıcaklığı: | 30 °C |
| Rüzgar hızı: | 3 m/s |
| Hakim rüzgar yönü: | ENE (Doğu, Kuzey Doğu) |
| Bağıl nem: | % 50 |

| | |
|---|---|
| Atmosfer stabilitesi: | D - Gündüz, Orta seviye rüzgarlı |
| Madde: | LPG – Kütlece %70 Bütan, %30 Propan |
| CAS Numarası: | 68476-85-7 |
| Molekül ağırlığı: | 53.0589 kg/kmol |
| Sıvı yoğunluğu: | 538,9 kg/m ³ |
| Buhar basıncı (30 °C): | 5,7 bar |
| Kaynama noktası: | -23 °C (1 atm basınçta) |
| Viskozitesi: | 0,12 cP |
| Parlama noktası: | -102 °C |
| Alt parlama limiti: | % 2 vol/vol |
| Üst parlama limiti: | % 9 vol/vol |
| Zararlılık sınıflandırmaları: | H220 Çok kolay alevlenir gaz. H280 Basıncılı gaz içerir; ısıtıldığında patlayabilir. |
| Yayılım kaynağı: | Atmosferik depolama tankı |
| Senaryolar: | Alev topu değerlendirmesi: BLEVE Patlama: BLEVE Patlaması veya Deprem nedeniyle katastrofik yırtılma, maddenin tamamının açığa çıkarak oluşturduğu patlama varsayılmıştır. |
| Tank Tipi: | Küresel |
| Küre hacmi: | 5000 m ³ |
| Küre çapı: | 21 m |
| Küre içindeki maddenin sıcaklığı: | 30 °C |
| Küre basıncı: | 4,7 bar g |
| Küre içindeki madde hacmi: | 4950 m ³ |
| Küre içindeki açığa çıkan madde miktarı: | 26667,92 ton |

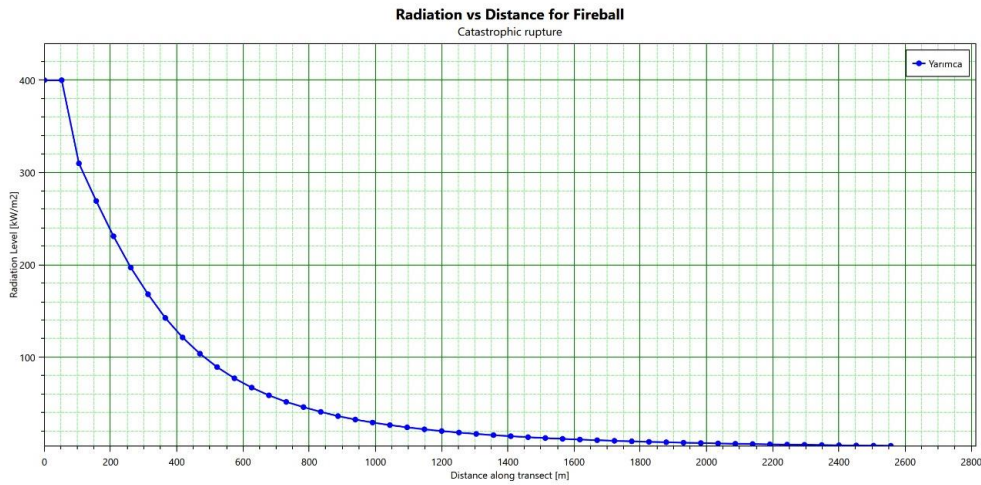
Tablo 8: LPG küresi hasarı senaryo verileri



Şekil 5 : Oluşan alev topu büyüklüğünün zamana bağlı erişim mesafeleri



Şekil 6 : Oluşan alev topunun yayacağı enerjinin erişim mesafeleri



Şekil 7 : Oluşan alev topunun yayacağı enerji miktarının mesafeye bağlı olarak dağılımı



Şekil 8 : Oluşan alev topunun yayacağı enerjinin erişim mesafelerinin görselleştirilmesi

4.4. Senaryonun yorumlanması

İkinci senaryomuza göre 5000 m³lük LPG küresinin deprem nedeniyle hasar almış ve başlayan yangın tankı BLEVE adı verilen patlama olayına kadar getirmiştir. Yukarıdaki grafiklerin daha iyi anlaşılması için yorumlar aşağıda paylaşılmıştır.

- 1) Oluşacak alev topunun yüksekliği 1000 metrelere ulaşabilecektir.
- 2) BLEVE sonucu ortaya çıkan ısı enerjisi, kürenin merkezinden yaklaşık 2500 metre uzaklıkta hissedilecektir.
- 3) BLEVE sonrası, küreye yaklaşık 900 metre mesafede bulunan bina ve ekipmanlar ciddi hasar alacaktır. Bu mesafede bulunan canlılar 37,5 kW/m²'nin üzerinde bir enerjiye maruz kalacaklardır. Bu enerji seviyesine 60 saniyeden fazla maruz kalanlar maalesef hayatta kalamayacaklardır.
- 4) Küreye yaklaşık 900 metre ile yaklaşık 1300 metre mesafede olanların maruziyet miktarları; 37,5 ila 12,5 kW/m² arasında olacaktır. Bu kişilerde 10 saniye sonunda birinci derece yanık oluşacaktır. Maruziyet süresinin artmasıyla yanık derecesi de artabilecektir.
- 5) Küreye yaklaşık 1300 metre ile yaklaşık 2500 metre mesafede olanların maruziyet miktarları; 12,5 ila 4 kW/m² arasında olacaktır. Bu kişilerde 30 saniye sonunda birinci derece yanık oluşacaktır. Maruziyet süresinin artmasıyla yanık derecesi de artabilecektir.
- 6) Astım hastası, solunum zorluğu vb. rahatsızlığı olanların daha şiddetli etkilenmeleri olasıdır.

5. Çözüm Önerilerimiz

Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi olarak, depremini bekleyen kent İstanbul'da kimyasallardan kaynaklanabilecek tehlikelerin boyutunun azaltılması için çözüm önerilerimiz aşağıdaki gibidir :

1. 6269 sayılı "Kimyagerlik ve Kimya Mühendisliği Hakkında Kanun"da belirtildiği üzere kimya hizmetleri ile kimya teknolojisi ve uygulanmasına ilişkin işleri bulunan işyerleri, bu işlerle ilgili olarak bir "**Sorumlu Müdür**" bulundurmak zorundadır. Belediye ve Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı yetkilileri gerek ruhsat, gerek denetim aşamalarında bu zorunluluğu uygulamalı ve Kimya Mühendisi Sorumlu Müdür bulundurmayan işyerlerine yaptırım uygulamalıdır.
2. İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik'te tanımlanan '**İlgili Meslek Odalarının Temsilcisi**' sorumluluğu gereğince, yerel yönetimlerce kurulan ruhsatlandırma komisyonuna Kimya Mühendisleri Odası dahil edilmelidir.
3. Yerel Yönetim, Kimya Sanayicileri, Valilik, Kimya Mühendisleri Odası ve ilgili diğer kurumlardan oluşan kentsel risk yönetimi kurulları - komiteleri-birimleri- oluşturulmalıdır. Kimyasal Maddelerden kaynaklı risklerin yönetimindeki tüm kademelerde, hem toplumun yararını göz ettiği için hem de bilgi birikimi dolayısıyla, KMO'nun taraf olarak yer alması sağlanmalıdır.
4. Tehlikeli bir kimyasalın üretiminden son ürününe kadar oluşumu aşamalarında meydana gelecek her türlü emisyon, imisyon ve ortaya çıkacak atık miktarlarının tespitinin yanı sıra; doğal afet ve olası kazalarda can ve mal güvenliğini önlemeye önemli katkı sağlayacağı nedeniyle il ve bölge bazında "Tehlikeli Kimyasal Maddeler Envanteri" çıkartılması gerekmektedir. Kent içindeki kimyasalların envanteri tek bir elde toplanmalı ve kamu ile paylaşılmalıdır.
5. Büyük Endüstriyel Kazalara yönelik acil durum planları hazırlanarak, kamuoyu ile paylaşılmalı ve vatandaşlar hangi durumda tahliye olacakları vb. bilgilere sahip olmalıdırlar.
6. Yerleşim alanlarının içinde kalmış kimyasal üretim, depolama vb. tesislerinin kent dışına taşınmasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
7. Kimyasal üreten, depolayan tesislerin sel yataklarından kaldırılması gerekmektedir.
8. Genel bir kural olarak, kimyasal maddeler havuz ve ayrı bir drenaj içine alınmadan depolanmamalıdır. Bu konuda var olan mevzuatın uygulamadaki denetimi eksiksiz sağlanmalıdır.
9. Kimyasalların güvenlik bilgi formlarının işyerlerinde ve ilgili birimlerde bir veri tabanı çerçevesinde bulunmasını sağlayacak bir organizasyon kurulmalıdır.
10. Kimyasal madde kazalarında müdahale yöntemini belirleyen, karar üretme süreçlerinin bilgi temelli hale dönüştürülmesi gerekmektedir.
11. İstanbul itfaiyesinin deniz biriminin bir an önce kurulması gerekmektedir.
12. İstanbul itfaiyesinin kimyasal madde kazalarına müdahale kapasitesi arttırılmalıdır.

13. Kara, deniz ve raylı sistemlerde taşınan kimyasalların yarattığı riskler tek bir elden yönetilmelidir.
14. Kimyasal madde tanklarının esnek boru bağlantısına sahip olmaları bölgesel bir standart olarak hazırlanmalıdır.
15. Yangın Önleme Yönetmeliği çıkarılmalıdır.
16. Kentsel Risk Yönetimi raporu hazırlanmalı ve ilgili tüm bileşenlere bu çalışmada yer verilmelidir.