



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILACAK OLAN GAZ
DETEKTÖRLERİNİN PHAST 7,2 KULLANILARAK 3D MODELLEME
YAPILARAK KONUMLARININ BELİRLENMESİ.**

RUŞEN ALİ AYDIN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN

İSTANBUL-2020

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

“MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILACAK OLAN GAZ
DETEKTÖRLERİNİN PHAST 7,2 KULLANILARAK 3D MODELLEME
YAPILARAK KONUMLARININ BELİRLENMESİ.”

RUŞEN ALİ AYDIN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN

İSTANBUL-2020

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anabilim Dalı : İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
Program : İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Tezi
Öğrenci No :174203045
Öğrenci Adı Soyadı : Ruşen Ali Aydın

Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılacak Olan Gaz Detektörlerinin Phast 7,2 Kullanılarak 3d Modelleme Yapılarak Konumlarının Belirlenmesi, İsimli çalışma aşağıdaki jüri tarafından 14.02.2020 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.


Jüri Başkanı : Dr. Öğr. Üys. Mustafa YAĞIMLI
İstanbul Gedik Üniversitesi

İmza



Danışman : Dr. Öğr. Üys. Rüştü UÇAN
Üsküdar Üniversitesi

İmza



Üye : Dr. Öğr. Üys. Nuri BİNGÖL
Üsküdar Üniversitesi

İmza



ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Türker Tekin ERGÜZEL
Enstitü Müdür V.

ÖZET

MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILACAK OLAN GAZ DETEKTÖRLERİNİN PHAST 7,2 KULLANILARAK 3D MODELLEME YAPILARAK KONUMLARININ BELİRLENMESİ.

Türkiye’de İş Güvenliği, Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında 2012 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile başlamış olup mevcut kanunun ilgili maddeleri kapsamında yayınlanan yönetmelikler ile de İş Güvenliğinin önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca, 6331 sayılı kanun dışında olan, 635 sayılı Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ve 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun gibi farklı kanunlar da çalışanların ve işletmelerin zarar görmemesi adına İşletme içerisinde alınması gereken tedbir ve önlemlerden bahsetmekte olup hem çalışanı hem de İşletmeyi korumaktadır.

Bu kapsamda, tesislerde üretim metotları gereği bazı yanıcı kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu maddelerden dolayı çalışma alanlarında Patlayıcı Atmosfer oluşmaktadır. Patlayıcı Atmosfer, kullanılan yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve toz halleri havada belirli konsantrasyonda karışarak tutuşturucu kaynak ile teması sonucunda oluşturduğu hızlı yanma ile birlikte patlama gerçekleşebilir. Amaç bu ortamın oluşmasını engellemektir. Yönetmelik kapsamında alınması istenilen güvenlik önlemleri bu tarz patlayıcı atmosfer oluşturacak unsurları ortadan kaldırılarak güvenli çalışma alanları oluşturmaktır.

Bu çalışmamda; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30 uncu maddesine dayanan “Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik” in 5. Maddesinin “a” bendinde Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek amacı ile patlayıcı atmosfer oluşturacak gazların alt patlama limitine gelmeden tespit edilmesi için kullanılan gaz detektörlerinin gazların havada ki durumlarına göre sanal ortamda modellemelerinin yapılarak gazın ortamda yaptığı harekete göre konumlarının belirlenmesine destek olarak Endüstride yapılan hatalı kurulumların önüne geçmektir.

Anahtar Kelimeler: Muhtemel Patlayıcı Ortam, Patlayıcı Ortam, Ex, Ex-Proof, Gaz Detektörü, Gaz Detektörü Konumu.



ABSTRACT

DETERMINING THE LOCATION OF GAS DETECTORS THAT ARE USED IN POTENTIALLY EXPLOSIVE ATMOSPHERES BY THE PHAST 72 SOFTWARE WITH 3D MODELING

Safety in Turkey has began in 2012 under the European Union harmonization process with No. 6331 came into force on Occupational Health&Safety Law and importance had been emphasized with the regulations published under that law. In addition to the law 6331, decree law 635 published by Science, Industry and Technology Ministry, preparation and application of 4703 numbered law about technical legislation of products had set the standarts and protects the employees and employers against any damages and harms by giving necessary measures and precautions.

In this context, some flammable chemicals are used in the facilities due to production methods. Due to these substances, an Explosive Atmosphere is formed in the working areas. Explosive atmosphere, gas, vapor, fog and dust of the combustible materials used in company may mix with air in a certain concentration and explosion may occur with the rapid combustion caused by contact with the ignition source. The aim is to prevent this environment from forming. The security measures required within the scope of the regulation are to eliminate the elements that can create such an explosive atmosphere and to create safe working areas.

In this Thesis target is to prevent the erroneous installations made in the industry by 3d modeling of Gas detectors placement in the virtual environment, according to concentration of gases in the air, used to detect the gases that will form an explosive atmosphere before reaching the lower explosion limit in the air in order to prevent the formation of explosive atmosphere in Article 5 of the “Regulation on the Protection of Employees from the Hazards of Explosive Environments” based on the Article 30 of the Occupational Health and Safety Law No. 6331.

Keywords: Possible Explosive Environment, Explosive Environment, Ex, Ex-Proof, Gas Detector, Gas Detector Location.

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmamda bana destek olan ve yalnız bırakmayan sınıf arkadaşlarım ve değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Ayrıca tez yazımı boyunca desteklerini esirgemeyen bana yol gösteren ve ışık tutan değerli hocamız Öğr. Gör. Efari Bahçevan ve tez danışmanım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Rüştü Uçan'a çok teşekkür ederim.

Beni destekleyen ve her zaman yanımda duran aileme ve iş arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.



BEYAN FORMU

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, tarafımdan üretildiğini ve Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

10.02.2020

RUŞEN ALİ AYDIN

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | iii |
| TEŞEKKÜR | iv |
| BEYAN FORMU | v |
| İÇİNDEKİLER | vi |
| TABLOLAR DİZİNİ | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xiv |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2.GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. Muhtemel Patlayıcı Ortamlar..... | 3 |
| 2.2. Gaz ve Sıvı Buharlarının Tespit Edilmesi | 4 |
| 2.3.Gaz ve buharların ortak özellikleri | 5 |
| 2.4. Gaz ve buharlar arasındaki farklılıklar | 7 |
| 2.4.1. Gazın tespiti | 7 |
| 2.4.2. Detektörün Kalibrasyonu | 7 |
| 2.4.3.Gazın yayılımı..... | 8 |
| 2.4.4. Gazın Zehirlilik Durumu | 9 |
| 2.4.5. Ortamdaki Su Buharının Etkisi..... | 9 |
| 2.4.6.Buharların tespiti..... | 10 |
| 2.4.7. Detektörün Kalibrasyonu | 11 |
| 2.4.8. Buharın Yayılması | 12 |
| 2.4.9. Buharın Zehirlilik Durumu | 13 |
| 2.5. Oksijen eksikliği | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.5.1. Gazın Oksijen ile Kimyasal Reaksiyona Girmesi..... | 15 |
| 2.5.2 Havanın Ortamda Bulunan Diğer Gaz veya Buhar ile Birlikte Yer Değiştirerek Seyrelmesi..... | 15 |
| 2.6. Gazın Algılanması İçin Özel Şartlar | 16 |
| 2.7. Havalandırma Oranları | 17 |
| 2.7.1 Havalandırmanın Yüksek Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri | 17 |
| 2.7.2. Havalandırmanın Orta Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri | 18 |
| 2.7.3. Havalandırmanın Düşük Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri | 18 |
| 2.8. Sensör Tipleri ve Ölçme Prensipleri..... | 19 |
| 2.8.1. Katalitik Sensörler | 19 |
| 2.8.2. Isı İletkenlik Sensörleri..... | 20 |
| 2.8.3. Kızılötesi Sensörler..... | 20 |
| 2.8.4. Yarı İletken Sensörler | 21 |
| 2.8.5. Elektrokimyasal Sensörler | 21 |
| 2.8.6. Alev İyonizasyon Detektörleri (FID)..... | 21 |
| 2.8.7. Alev Sıcaklık Analizörleri (FTA)..... | 21 |
| 2.8.8. Fotoğraf İyonizasyon Detektörü (PID) | 21 |
| 2.8.9. Paramanyetik Oksijen Detektörü | 22 |
| 2.9. Sahada Uygulamada Kullanılan Bazı Kimyasal Maddeler..... | 22 |
| 2.9.1. n-Pentan (Cas No: 109-66-0)..... | 22 |
| 2.9.2. Metil Metakrilat (MMA) (Cas No: 80-62-6) | 22 |
| 2.9.3. Stiren (Cas No: 100-42-5)..... | 22 |
| 2.9.4. N Butil Akrilat (Cas No: 141-32-2)..... | 23 |
| 2.9.5. Vinil Asetat (Cas No:108-05-4)..... | 23 |
| 2.9.6. Amonyak (Cas No: 7664-41-7) | 23 |
| 2.9.7. n-Butil Asetat (Cas No: 123-86-4)..... | 23 |
| 2.9.8. Aseton (Cas No:67-64-1)..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.9.9. Metanol (Cas No:67-56-1)..... | 24 |
| 2.9.10. Doğalgaz (Metan) (Cas No: 74-82-8)..... | 24 |
| 2.10. PHAST 7.2 Kullanılarak Salınım Kaynaklarının Etki Mesafelerinin Modellenmesi | 24 |
| 2.10.1. Proses Tehlike Analizi | 24 |
| 2.10.2. Sonuç Analizi Aracı..... | 25 |
| 2.10.3. PHAST Tehlike Analizi için Endüstri Standardı Bir Yazılım | 25 |
| 2.10.4. Tehlike Analizi için Phast yazılımının temel avantajları..... | 25 |
| 2.11. Tez çalışmamızın saha uygulamalarını yapmış olduğumuz X ve Y Fabrikaları ile ilgili olarak;..... | 26 |
| 2.11.1. X Fabrikası..... | 26 |
| 2.11.2. Y Fabrikası..... | 26 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 27 |
| 3.1. Araştırmanın Tipi..... | 27 |
| 3.2. Araştırmanın Modeli..... | 27 |
| 3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı | 27 |
| 3.4. Araştırmanın Evren ve Örneklemi | 28 |
| 3.5. Veri Toplama Araçları | 28 |
| 3.6. Verilerin Analizi | 28 |
| 4. BULGULAR..... | 29 |
| 4.1. X Fabrikasından Alınan Verilerin Phast 7.2 Programında Modellenmesi | 29 |
| 4.2. Y Fabrikasından Alınan Verilerin Phast 7.2 Programında Modellenmesi | 40 |
| 5.TARTIŞMA..... | 56 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 58 |
| 6.1. X Fabrikasından alınan verilerin değerlendirilmesi..... | 58 |
| 6.2. Y Fabrikasından alınan verilerin değerlendirilmesi..... | 59 |
| 6.2.1. Tank Sahası MMA Salınımı ile ilgili olarak,..... | 62 |
| 6.2.2. Tank Sahası MA Salınımı ile ilgili olarak, | 62 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2.3. Tank Sahası Stiren Salınımı ile ilgili olarak, | 62 |
| 6.2.4. Tank Sahası N Butil Akrlat Salınımı ile ilgili olarak, | 62 |
| 6.2.5. Akrl Nitril Salınımı ile ilgili olarak, | 63 |
| 6.2.6. Vinil Asetat Salınımı ile ilgili olarak, | 63 |
| 6.2.7. Akrlamid Salınımı ile ilgili olarak, | 63 |
| 6.2.8. Etil Akrlat Salınımı ile ilgili olarak, | 63 |
| 6.2.9. Acrylic Acid Glacial Salınımı ile ilgili olarak, | 63 |
| 6.2.10. Tert-Butyl Acrylate Salınımı ile ilgili olarak, | 64 |
| 6.2.11. Amonyak Salınımı ile ilgili olarak, | 64 |
| 6.2.12. Formaldehit Salınımı ile ilgili olarak, | 64 |
| 6.2.13. Solvent Salınımı ile ilgili olarak, | 64 |
| 6.2.14. n-Butil Asetat Salınımı ile ilgili olarak, | 64 |
| 6.2.15. Aseton Salınımı ile ilgili olarak, | 65 |
| 6.2.16. Metanol Salınımı ile ilgili olarak, | 65 |
| 6.2.17. Doğalgaz Salınımı ile ilgili olarak, | 65 |
| KAYNAKLAR | 74 |
| EKLER | 76 |
| Ek 1. Özgeçmiş | 76 |

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Tablo 1: Gaz Detektörleri (TS EN 60079-29-2: Ekim 2015) | 19 |
|--|----|



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Şekil 1: Dış alanda kurulumu yapılmış gaz detektörü..... | 20 |
| Şekil 2: İç alanda kurulumu yapılmış gaz detektörü | 22 |
| Şekil 3: n-Pentanlı Ürün Bulunan Varilin içinde bulunduğu miktar | 29 |
| Şekil 4: n-Pentan LFL (%10 / 5mm ²) göre sonuç grafiği..... | 30 |
| Şekil 5: n-Pentan 2,5 mm ² Sızıntı LFL'nin %10'una göre sonuç grafiği..... | 30 |
| Şekil 6: n-Pentan %5'e göre nasıl belirlendiği bilgi..... | 31 |
| Şekil 7: n-Pentan 2,5 mm ² Sızıntı %5'ine göre sonuç grafiği | 31 |
| Şekil 8: n-Pentan 5 mm ² Sızıntı %5'ine göre sonuç grafiği | 32 |
| Şekil 9: n-Pentan 2,5 mm ² Sızıntı %10'una göre kesit grafiğinin daha detaylı görüntüsü | 32 |
| Şekil 10: n-Pentan 2,5 mm ² Sızıntı %10'una göre kesit grafiği daha detaylı görüntüsü | 33 |
| Şekil 11: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre modellenmesi | 33 |
| Şekil 12: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü..... | 34 |
| Şekil 13: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 35 |
| Şekil 14: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 36 |
| Şekil 15: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre modellenmesi | 37 |
| Şekil 16: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü..... | 38 |
| Şekil 17: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 39 |
| Şekil 18: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 40 |
| Şekil 19: Tank Sahasında Metil Metakrilat (MMA) Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 41 |

| | |
|---|-----------|
| Şekil 20: Tank Sahası Metakrilat (MA) Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 41 |
| Şekil 21: Tank Sahası Stiren Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 42 |
| Şekil 22: Tank Sahası N Butil Akrilat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 42 |
| Şekil 23: Akril Nitril Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 43 |
| Şekil 24: Vinil Asetat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 43 |
| Şekil 25: Akrilamid Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 44 |
| Şekil 26: Etil Akrilat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 44 |
| Şekil 27: Acrylic Acid Glacial Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 45 |
| Şekil 28: Tert-Butyl Acrylate Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 45 |
| Şekil 29: Amonyak Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 46 |
| Şekil 30: Formaldehit Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 46 |
| Şekil 31: Solvent Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği | 47 |
| Şekil 32: n-Butil Asetat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 47 |
| Şekil 33: Aseton Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 48 |
| Şekil 34: Metanol Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 48 |
| Şekil 35: Doğalgaz Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği..... | 49 |
| Şekil 36: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre modellenmesi | 49 |
| Şekil 37: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü..... | 50 |
| Şekil 38: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 51 |
| Şekil 39: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 52 |
| Şekil 40: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre modellenmesi | 52 |
| Şekil 41: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü..... | 53 |
| Şekil 42: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 54 |
| Şekil 43: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü..... | 55 |
| Şekil 44: Detektörlerin konumunu gösteren teknik resim..... | 58 |

| | |
|--|----|
| Şekil 45: Tank sahasındaki mevcut durum..... | 60 |
| Şekil 46: Tank sahası..... | 60 |
| Şekil 47: Laboratuvar alanı | 61 |
| Şekil 48: Mutfak..... | 61 |
| Şekil 49: Hammadde tank sahası gaz detektörü konumlandırma projesi..... | 66 |
| Şekil 50: Laboratuvar alanı | 67 |
| Şekil 51: Tank sahası..... | 68 |
| Şekil 52: Mutfak..... | 69 |
| Şekil 53: Üretim alanı 1..... | 70 |
| Şekil 54: Üretim alanı 2..... | 71 |
| Şekil 55: Üretim alanı 3..... | 72 |



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|---|
| İSG | : İş Sağlığı ve Güvenliği |
| WHO | : Dünya Sağlık Örgütü |
| AB | : Avrupa Birliği |
| ATEX | : Patlayıcı Atmosfer |
| CE | : Conformity of European |
| EC | : European Community |
| EN | : European Norms |
| ILO | : Uluslararası Çalışma Örgütü |
| LFL | : Alt Patlama Limiti |
| UFL | : Üst Patlama Limiti |
| TS | : Türk Standardları |
| TSE | : Türk Standardları Enstitüsü |
| PHAST 7.2 | : Proses tehlike analizi yazılım aracı |
| PPM | : Parts Per Million (Milyonda birlik birim) |
| PKD | : Patlamadan Korunma Dökümanı |
| v.b | : Ve Benzeri |

1. GİRİŞ

Ülkemizde endüstrinin gelişimi ile birlikte çalışanların, yaptıkları işlerden doğan ve sağlıklarını olumsuz yönde etkileyecek durumlara karşılık çıkartılan, 6331 numaralı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanuna 30'uncu maddesine dayanan, Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik ile Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelikler yayınlanmış olup, çalışanları ve tesisleri, patlayıcı ortamların tehlikelerinden korumak adına gerekli önlemlerin alınmasını amaçlamaktadır.

Bu kapsam da endüstriyel firmalar, üretim yapar iken kullandıkları metotlar, makine ya da ekipmanlar, kullanılan yanıcı kimyasallar, akü şarj alanları, maddelerin birbirleri ile yaptıkları reaksiyon sonucunda oluşan maddeler, yapılan elektroliz işleminden vb. durumlar neticesinde ortama yayılan yanıcı maddenin gaz, buharı, sis ve tozu hali havada uçuşur halde ve yeterli konsantrasyonda hava ile yaptığı karışım neticesinde tutuşturucu kaynak ile buluşması sonucu patlayıcı ortam oluşturmaktadır.

Oysaki Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmeliğin Ek-2'de yer alan 2,6 maddesine istinaden patlayıcı ortam oluşmadan çalışan personelin sesli veya görsel uyarılmasından bahsetmektedir. Bu da tesiste kullanılan yanıcı gaz veya sıvı buharının alt patlama limitine ulaşmadan tespit edilerek uyarı sistemlerinin devreye girmesi ve böylelikle alanda çalışan personellerin tahliye edilmesini ve tesisin güvenliğini korumak adına gerekli önleme sistemleri devre girerek patlamanın oluşumu engellenmelidir. Bu ortamın oluşmamasını sağlayacak olan sistemlerden biride gaz detektörüdür. Gaz detektörleri tesislerde uygun konumlarda konumlandırılarak tesisi ve çalışanları korunmaktadır. Fakat tez ile ilgili uygulamaların yapıldığı tesislerde yapılan gözlemler neticesinde ülkemizde genel olarak yapılan uygulama, detektörlerin hatalı konumlandırılmasıdır. Konumlandırma ile ilgili gerek ilgili yönetmeliklerde gerekse ilgili standartlarda yeterli veriye rastlanılmamaktadır. Yapılan konumlandırılmaları bakıldığında tamamen uygulamacının tecrübesine ve bilgi birikimine kalmış durumdadır. Bu durumda tesisin korunduğunun düşünülmesine neden olmaktadır. Oysaki tesis gerçekten korunmamaktadır.

Konumlandırmaların doğru bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle patlayıcı ortamın oluşmasına neden olan yanıcı maddenin alt patlama limiti ve havada sergilemiş olduğu hareketlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu verilere ulaşıldıktan sonra PHAST 7.2 programında modellemeler yapılarak detektörün doğru noktaya konumlandırılmasının sağlandığı gözlenmektedir.



2. GENEL BİLGİLER

Yanıcı kimyasalların kullanıldığı kapalı alanlarda konumlandırılması planlanan gaz detektörlerinin sahada uygulamaya yönelik daha önce yapılmış bir çalışma bulamadım. Buna istinaden çalışmamızı sahada uygulamalı olarak yaparak, modelleme için gerekli olan veriler iki tesis den alınmış ve bu şekilde modelleme analizi yapılmıştır.

Ayrıca konumlandırmanın sonrasında tesislere sistemin güvenilir çalışabilmesini sağlamak gerekmektedir. Bunu sağlamak için güvenilirlik yönetim sisteminin kurulması ve gaz detektörlerinin de bu sistem çerçevesine işlenmesi gerekmektedir (Bahçevan, 2015).

2.1. Muhtemel Patlayıcı Ortamlar

Muhtemel patlayıcı ortam; Konumu ve işletme şartları nedeniyle patlayıcı hale gelebilen ortamı. İlgili yönetmelik de yapılan tanıma göre üretim metodu gereği kullanılan maddelerin hava ile yaptığı karışımın, nihai ürün olarak üretim sonrası oluşan maddenin hava ile yaptığı karışımın oluşturduğu ortam olarak değerlendirilebiliriz.

Tesislerde proses gereği kullanılan yanıcı gazlar, yanıcı sıvıların buharları, yanıcı sıvıların sis halleri ve yanıcı katıların toz hallerinin, yangın üçgeninin ikinci basamağı olan hava ile bir karışım oluşturması ve üçüncü unsur olan tutuşturucu kaynakla buluşmasıyla birlikte ortamın patlamasını tarif etmektedir.

Benzer tanımlamalar Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik' de de tanımlamalar yapılmış olup ilgili yönetmelik kapsamına bakıldığında temel amacın patlayıcı ortam oluşmasının engellenmesi prensiplerine dayanmaktadır.

Yönetmelik gereği tesislerde birinci unsurun patlayıcı ortamların oluşmasının engellenmesidir. Bu nedenle öncelikli olarak yanıcı gaz ya da yanıcı sıvı buharının bir sızıntı ya da kaçak durumunda hızlı bir şekilde tesbitinin yapılması ve aksiyon alınması ilkelerine dayanmaktadır. Bu kapsamda bakıldığında elimizde veri olarak bir yanıcı

maddenin alt patlama limit (LFL) değerlerini de bilmemiz gerekmektedir. LFL; daha altındaki seviyelerde patlayıcı gaz ortamının oluşmayacağı, havadaki alevlenebilir gaz, buhar veya sis derişimini ilgili standart tariflemektedir (TS EN 60079-10-1:2015).

Yönetmelik ve standardın verileri göz önünde bulundurulduğunda tesislerde kullanılacak olan gaz detektörleri, yanıcı maddelerin LFL değerlerine göre set edilerek prosesin şartlarına uygun mesafelerde konumlandırılması durumunda patlayıcı ortam oluşmadan sızıntı algılanacak ve hem tesis hem de tesis çalışanları güvenli bir alanda çalışacaklardır. Konumuz her ne kadar yanıcı gazlar üzerine yoğunlaşsa da insan için zararlı yanıcı olamayan toksik ya da zehirli gazlar içinde detektörler kullanılarak önlemler alınmaktadır. Burada da dikkat edilmesi gereken unsur insan için zararlı olacak seviyeye gelmesinin engellenmesidir.

2.2. Gaz ve Sıvı Buharlarının Tespit Edilmesi

Gazların ve sıvı buharlarının tespit edilmesinde, tipik çalışma ve bulunulan ortamın basınç değerleri ile sıcaklık karşısında gaz formunda kalan maddeler ve belirli bir basınç veya sıcaklığa maruz kalan gazların sıvı formda olmasından dolayı buharlar arasında bir ayırım yapılmasına neden olur.

Yanıcı gaz ya da yanıcı sıvı buharını tespit edecek ekipmanın sadece performansına değil, aynı zamanda doğru konumlandırılması da önemlidir.

Detektörün kapasitesi ve kullanılacak ortama uygunluğunun bilinmesi önemli ancak, kullanıcının hem sensör teknolojisi ile ilgili genel hem de diğer tasarım özellikleriyle ilgili olan kendi sınırlamaları hakkında bilgisi olmalı ki kullanımı durumunda personeli, alanları veya bulunduğu yerleri uygun şekilde koruyacağını garanti edebilsin. Elde edilen emniyet seviyesi ayrıca, temel gaz ve buhar özelliklerini bilen ve proses bilgisine sahip olan kullanıcıya da bağlıdır.

Bu bilgi, kullanıcının gazların ve sıvı buharlarının havadan ağır mı yoksa hafif mi olduğunu veya da havaya yakın yoğunlukta mı olduğunu ve bu nedenle nerede birikebileceğini belirlemesini gerekmektedir. Hava hareketinin yönü ve hızı biliniyorsa, nasıl yayıldıkları görülebilir.

Nem ve sıcaklık değişimlerinin etkileri göz ardı edilmemelidir.

Çoğu amaç için göz ardı edilebilecek sıcaklıktaki bir yükselme veya düşme gibi küçük çevresel değişiklikler, özellikle sıvılar varsa ve yüksek miktarda buhar üretiyorsa veya buharlar sis olarak veya ekipmanın içinde yoğunlaşıyorsa, koşulları önemli ölçüde değiştirebilir.

Bu gaz ve buhar özelliklerinin seçim, kurulum, devreye alma, eğitim, işletme ve devam eden bakım aşamalarının hiçbirinde dikkate alınmaması, en basit ekipmanın bile hatalı okunmasına neden olabilir. Bunlar sırayla bir yandan yanlış alarmlara veya yanlış eyleme, diğer yandan alarm verememeye veya herhangi bir uygun önlem alınmamasına neden olabilir. Bu faktörler gereksiz yere can ve mal kaybına neden olabilir.

Bazı gazlar veya buharlar, belirli sensör türlerinde korozyona veya başka bozulmalara neden olabilir. Bazı sensör türlerinin belirli ömürleri vardır. Hassasiyet zamanla değişebilir. Bu, yanıcı gazlar ve buharların yanı sıra toksik gazlar ve oksijen eksikliği için belirli sensör tipleri için de geçerlidir. Bu, daha yaygın yanıcı gaz detektörlerinden bazılarının sık sık kontrol edilmesini gerektiren temel nedendir. Genellikle belirtilen şekilde uygulanan bir test gazı veya kalibrasyon gazı kullanılarak yapılır. Bir gaz algılama ekipmanı türü için doğru test ve kalibrasyon ekipmanı, başka bir tip için uygun olmayabilir.

Yanıcı sınırın üstünde bir konsantrasyona sahip olan bir karışım patlayıcı olmamasına rağmen, hava ile seyreltildiğinde patlayıcı olacağı anlaşılmalıdır ve bu nedenle patlayıcı olarak kabul edilmesi önerilir. Ayrıca normalde çok daha düşük konsantrasyonlarda toksik olacağı da belirtilmelidir (TS EN 60079-29-2: Ekim 2015).

2.3.Gaz ve buharların ortak özellikleri

Tüm gazlar ve buharlar, zaman içinde difüzyonla veya karıştırıldığında ortamda bulunan diğer gaz ve hava ile tamamen karışacaktır. Ayrılmayacaklar. Bununla birlikte, bazı gazlar ve buharlar karıştırma sırasında birbirleriyle kimyasal olarak reaksiyona girebilirler.

Bir alanda bir gaz veya buhar konsantrasyonu artarsa, bu maddenin daha fazla salınmasından kaynaklanmaktadır. Gazlar ve buharlar bir kez karıştırıldıktan sonra, bir bileşen kimyasal olarak uzaklaştırılmadığı veya absorbe edilmediği sürece (örneğin bir

kömür filtresinde) karışırlar. Ek olarak, buharlar söz konusu olduğunda, temizleme, artan basınç ve / veya düşme sıcaklığından dolayı yoğunlaşma ile olabilir.

Saf gazların yoğunluğu ve etkili buharların yoğunluğu moleküler kütleleri ile orantılıdır. Karıştırma gazlarında ve buharlarında önemli bir hacim değişikliği yoktur. Bu nedenle, gaz ve buhar karışımlarının yoğunluğu, bileşenlerinin hacim kesirlerinden ve moleküler kütlelerinden basit bir şekilde hesaplanabilir. Eğer nispi yoğunluk verisi mevcutsa, nispi yoğunluk benzer şekilde bileşenlerin hacim değişikliği ve yoğunluklarından hesaplanabilir.

Hava, 1'in göreceli yoğunluğuna karşılık gelen yaklaşık 29'luk eşdeğer bir moleküler kütleyle sahiptir. Örneğin, 29'dan daha düşük moleküler kütlelere sahip gazlar, 1'den daha düşük bir nispi yoğunluğa sahip olacak ve havadan daha hafif olacaktır. Buda gazın yukarı doğru hareket etmesini sağlayacaktır. Aksi takdirde havadan ağır sayılacak ve gazın ortamdaki hareketi yere doğru olacak, zemin seviyesinde ilerleyecektir.

Örnek olarak, moleküler kütlesi 16 olan metan havadan daha hafif, moleküler kütlesi 44 olan karbondioksit havadan ağır olacaktır. İkisinin bir karışımı, örneğin bir toprak dolgusu gazı veya bir maden gazı, yaklaşık %53 metan ve %47 karbon dioksit ile havaya benzer bir yoğunluğa sahip olacaktır. Hava ile aynı hareketlerde bulunacaktır.

Havadan daha hafif olan saf ya da karışık gazlarla temiz hava karışımları, havadan çok daha hafif, fakat daha az, hacimli kısımlarıyla orantılı olacaktır. Etkisi göz ardı edilebilecek kadar temiz hava ile seyreltilinceye kadar yükselme eğiliminde olacaktır.

Temiz hava gazdan veya havadan ağır olan buharlarla karışımları havadan ağır, ancak daha az ağır olacaktır. Düşük noktalara akma eğilimindedirler; çukurlar, açmalar vb., temiz hava ile o kadar seyreltilinceye kadar etki ihmal edilebilir hale gelir.

Ayrıca dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da, tüm yanıcı gazlar ve buharlar bir 'Alt patlama Limiti' ne (LFL) ve bir 'Üst Patlama Limiti' ne (UFL) sahip olacaktır. LFL ve UFL deneysel olarak belirlenir ve birçok madde için bu veriler IEC 60079-20-1'de bulunabilir. Bu değerler kesin olarak tahmin edilemez.

DİKKAT Bu deneysel olduğu için, farklı ülkeler yasal olarak geçerli olan LFL ve UFL değerleri için farklı değerler belirler. İki örnek olarak:

- NFPA 30 ABD'de kullanılan bir yayındır.

- GESTIS, Almanya'da kullanılan halka açık bir veri tabanıdır.

Su buharı dışındaki tüm buharlar, değişken miktarlara toksiktir. Tüm yanıcı buharlar, LFL 'nin %25'inin altındaki seviyelerde toksiktir, çoğu LFL 'nin %1'inin altında toksiktir. En iyi ihtimalle, gazlar (hava veya oksijen hariç) asfiksittir (yani personel üzerindeki etkileri sadece havanın oksijen içeriğini seyreltmelerinden kaynaklanır). Diğer gazlar hafif ila aşırı toksisite arasında değişir.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da asfiksiyan, akciğerlerdeki oksijeni değiştirerek çalışan toksik olmayan veya çok hafif toksik ve (çoğunlukla) inert bir gazdır. Toksik bir gaz düşük konsantrasyonlarda bile ciddi akut sağlık etkilerine neden olabilir.

Belirli gazları veya buharları tespit ederken, mevcut olabilecek ancak tespit edilmeyen diğer gazların veya buharların potansiyel toksisitesinin farkında olmak gerekir.

2.4. Gaz ve buharlar arasındaki farklılıklar

Gazların tespiti ve buharların tespiti arasındaki temel farklar;

2.4.1. Gazın tespiti

Gaz algılama uygulamasıyla ilgili sıcaklık ve basınç aralığında gaz halinde kalan maddeler, Gaz Kanunlarını yakından takip edecek ve öngörülebilir şekilde davranacaktır.

Gazlar saf olabilir veya kimyasal olarak reaksiyona girmediği sürece herhangi bir gaz karışımı yapılabilir. Reaksiyona girmeyen gaz karışımlarının bileşimi sıcaklık veya basınçla değişmez.

2.4.2. Detektörün Kalibrasyonu

Doğru kalibrasyon, üretici tarafından, hedef gazı genellikle %5'ten daha az bir toleransla bilinen bir konsantrasyonda içeren kalibrasyon / ayarlama amacıyla önerilen kalibrasyon gazını gerektirir. İşlevsel kontrol için düşük hassasiyetli bir test gazı kullanılabilir. Üreticinin sensörlerin fonksiyonel kontrolü için önerileri izlenmelidir.

Rutin kalibrasyon için kitler ve tek nokta sensörlerinin fonksiyonel kontrolleri ve taşınabilir ekipman genellikle sıkıştırılmış bir gazın taşınabilir bir silindirinden, bir miktar akış kontrol biçiminden ve gaz algılama ekipmanına uyacak bir adaptörden oluşur. Çok

noktalı örnekleme sistemleri durumunda, merkezi ekipmana yakın olan ve hatta otomatik kalibrasyon için kalıcı olarak bağlı olan daha büyük silindirler kullanılabilir.

Amaçlanan gaz algılama uygulamasını tamamen temsil eden yüksek basınç, kalibrasyon ve diğer test gazı karışımları altında yapmak ve saklamak mümkündür. Çoğu, denge gazı olarak kuru veya sentetik bir hava ile yapılabilir. Bu, katalitik sensörler ve hava gerektiren diğerleri için çok önemlidir.

Doğru çalışması için denge gazı olarak. Bununla birlikte, %50'den fazla LFL ' den daha fazla hacime sahip olan gaz karışımlarının sıkıştırılmasında güvenlik sınırları vardır.

Daha reaktif gazlar, eğer denge gazı özel olarak kurutulmuş azot ise, daha uzun depolama ömrüne sahip olma eğilimindedir ve bu sensörle uyumlu olmadıkça normal olarak seçilir.

Açık yol ekipmanını kalibre etmek için her iki ucunda bir optik gaz içeren bir kalibrasyon gazı içeren bir hücrenin optik yola yerleştirilmesi gerekir. Bu hücreler için pratik boyutlara sahip olmak için, dengeleme gazı olarak hava kullanıyorsa, LFL konsantrasyonlarının üzerindeki hacim farklılıklarında yanıcı gaz konsantrasyonlarına ihtiyaç duyulur. Neyse ki kızılötesi algılama prensibi azotun denge gazı olarak kullanılmasına izin verir ve böylece kalibrasyon gazı güvenli bir şekilde sıkıştırılabilir.

Kalibrasyon gazı tüpleri için, yoğuşmayı önlemek için kalibrasyon gazı üreticisi tarafından belirtilen minimum depolama sıcaklığının takip edilmesi gerekir.

2.4.3.Gazın yayılımı

Gazlar, hidrojen ve metan gibi havadan daha hafif bir yoğunluğa sahip olabilir. Karbonmonoksit, hidrojen sülfid, hidrojen siyanür, etan, etilen ve asetilen gibi yaklaşık olarak aynı yoğunluğa sahip olabilirler veya klor, karbon dioksit, kükürt dioksit, LPG, propan, propilen ve bütan gibi havadan daha ağır bir yoğunluğa sahip olabilirler.

Numune alırken, en azından bazı testler veya okumalar, gazın yoğunluğunun olduğu yerlerde yapılmalıdır. Bu ayrıca serbest bırakma kaynağını tespit etmeye yardımcı olabilir.

2.4.4. Gazın Zehirlilik Durumu

Bazı yanıcı gazlar (özellikle amonyak, hidrojen sülfid, hidrojen siyanid, karbon monoksit, metilamin ve formaldehit), IEC 60079-20-1'de listelenmesine rağmen, geleneksel yanıcı gaz ekipmanı tarafından tespit edilemeyecek kadar düşük seviyelerde oldukça toksiktir. Böyle bir ekipman tarafından LFL aralıklarında tespit ile ilgili daha yüksek seviyelerde tespit edilebilir. Bu gazların bulunması muhtemel ise, ayrı ve spesifik toksik gaz sensörleri ve personel bölgede olabilirse muhtemelen endüstriyel havalandırma gibi diğer önlemleri almaları gerekmektedir.

Ayrıca, bazı yanıcı olmayan gazların, klor, kükürt dioksit, nitrik oksit ve azot dioksit gibi yüksek derecede toksik olduğunu bilmek de gereklidir. Bu gazların bulunma olasılığı varsa, ayrı toksik gaz sensörler ile birlikte endüstriyel havalandırma gibi muhtemelen başka önlemler gerekecektir.

Propan, bütan ve LPG gibi diğer yanıcı gazlar, LFL' lerinin çok altındaki seviyelerde hafif toksik veya narkotiktir. Benzer şekilde, karbondioksit ve azot oksit gibi yanıcı olmayan gazlar, önemli bir oksijen eksikliğine yol açmayacak seviyelerde potansiyel olarak toksiktir.

2.4.5. Ortamdaki Su Buharının Etkisi

Her ne kadar bu alt bölüm sadece gazların tespit edilmesiyle ilgili olsa da normalde su buharını göz ardı etmek mümkün değildir. Bu, aniden daha sıcak ve nemli bir ortama maruz kalmış soğuk ekipmanlarda sorunlara neden olabilir. Bu durumun örnekleri, soğuk hava depolarından ayrılmak ve normal bir atmosfere girmek ya da klimalı bir durum bırakmak ve nemli bir tropik ya da alt tropik atmosfere girmektir. Su bir sensörün içinde veya üzerinde yoğunlaşarak ekipman ısınana ve su tekrar buharlaşana kadar geçici bir hassasiyet kaybına veya başka bir soruna neden olabilir. Bu özellikle elektrokimyasal sensörlerde söz konusudur: Oksijen okumasında çok hızlı bir düşüş, yalnızca %20,8 veya %20,9 değerinde bir okumadan %16 veya daha düşük bir değere düşebilir. Duyarlılık daha sonra sensör yalnızca ortama, ısındığında ve film buharlaştıkça birkaç dakika içinde yavaşça iyileşebilir. Doğru okuma yapabilir.

2.4.6.Buharların tespiti

Buharları anlamak gazlardan daha zordur. Sıvının veya katı maddenin normal veya hafif anormal sıcaklıklarda gaz halleriyle birlikte bulunabileceği ve basınçta buhar olduğu söylenir. Buharlar gazlardan farklı davranır ve daha fazla sorun yaratabilir.

Bir sıvının mevcut olması durumunda, buharlaşma hızı ve doymuş buharın maksimum hacim oranı sıcaklık ve düşme basıncı ile artacaktır. Buharlaşma hızı, sıvının yüzeyinin büyüklüğüne bağlıdır, ancak bir miktar sıvı kalması koşuluyla, sıvı miktarından bağımsızdır. Buharın azami hacim oranı, aynı sıcaklık ve basınçta olması ve sıvıda çözünür olmaması koşuluyla arka plan gazından bağımsızdır.

Herhangi bir sıcaklıkta buharın ulaşabileceği hacim oranı mutlak basınçla ters orantılıdır. Bu yüzden basınçtaki bir artış yoğuşmaya neden olabilir.

Bu atmosferik basınçta kaynama noktasında veya üstünde bir buharın %100'lük bir hacim farklılıklarının olması mümkündür. Sıvının kaynama noktasının altında, havadaki veya diğer gazlardaki mümkün olan maksimum buhar konsantrasyonu, %100 hacim farklılıklarından daha az olmalıdır.

Aktüel buhar miktarı, sıvı yüzey üzerinde sürekli temiz bir atmosfer geçiriliyorsa veya dengeleme için yeterli zaman yoksa, yukarıda öngörülen miktardan daha az olacaktır. Bununla birlikte, bu maksimum miktar kapalı bir alanda, özellikle bir süre kapalı kaldığında ve hava boşluğu, taşınım veya mekanik yollarla yavaşça karıştırıldığında elde edilebilir.

Alevlenebilir sıvılar, LFL ' den farklı bir şekilde saptanan parlama noktalarına sahiptir, ancak esasen buharlarının yine hava akımları tarafından sürekli olarak uzaklaştırılmaması koşuluyla, sıvılarının üzerindeki havadaki LFL hacim farklılıklarına ulaşabilecekleri sıcaklıklardır.

Bu noktaların tümü, buharların gazlarla karışımlarına sınırlar getirir. Gazın bir karışımındaki bir buharın herhangi bir özel hacim farklılığı için, sıcaklıktaki bir düşüş veya basınçtaki bir artış, belirli bir aşamada, sıvının sis veya sıvı olarak yoğunlaşmaya başlayacağı doyma noktasına ulaşacaktır. Su buharına uygulandığında bu “çiğ noktası” olarak bilinir. Bu terim sıklıkla diğer buharlara da uygulanır. Çiğlenme noktasının altında, herhangi bir buhar-gaz karışımının bileşimi bu nedenle değişmelidir. Bu gaz algılama

sisteminde veya gaz sensöründe gerçekleşirse, bu durum yoğunlaşma numunesinde yanlış düşük okumalara neden olabilir. Ayrıca, böyle bir yoğunlaşma meydana geldikten sonra, hatalı yüksek okumalar verecek temiz havaya geri dönüldüğünde yeniden buharlaşma olacaktır.

2.4.7. Detektörün Kalibrasyonu

Gaz karışımları için sınırlamaların yanı sıra, hangi kalibrasyonun veya test buharlarının saha kullanımı için pratik olduğu konusunda gerçek kısıtlamalar, kullanılacakları minimum sıcaklık ve kalibrasyon gazı veya test gazı içindeki gerekli basınç tarafından uygulanır.

2 MPa ila 3 MPa aralığında depolanmış bir basıncı olan test kitleri, n-pentan (kaynama noktası 36 ° C), n-hekzan için yaklaşık %10 LFL (kaynama noktası 68 ° C) için yaklaşık %50 LFL ile sınırlıdır.

Genel olarak, pentan ve hekzan test gazları, bu tür buharların ana bileşenler olabileceği petrol endüstrisine doğrudan uygulanabilir. Bununla birlikte, diğer endüstriler için, ölçülecek buharı gerçekten temsil eden bir laboratuvar dışında kullanılmak üzere taşınabilir bir kalibrasyon veya test kiti yapmak nadiren mümkündür.

Bu sorunu aşmak için, ekipmanın belirli bir pratik test gazı veya buharına atıfta bulunularak farklı gaz ve buharlara verdiği yanıtlar bir laboratuvarında belirlenir. Bu veriler zaman alıcıdır ve elde edilmesi pahalıdır ve genel amaçlar için normal olarak her birim için değil yalnızca belirli bir ekipman modeli için yapılır. Bu gibi durumlarda, farklı birimler arasında farklılıklar olacaktır.

Rutin kalibrasyon daha sonra iki yoldan biriyle gerçekleştirilir:

a) Kalibrasyon gazı veya buharı üzerine doğru bir LFL değeri vermek ve doğrudan ilgili maddeler için göreceli cevap verisini kullanmak veya yazılımda göreceli yanıtı üretmek

b) Kalibrasyon gazı veya buharı üzerine yapay bir LFL okuması vermek, böylece LFL okuması, ilgilenilen gaza veya buhara veya belirli bir gaz veya buhar yelpazesine maruz kaldığında yaklaşık olarak doğru olacaktır.

Ayrıca, özellikle sınırlı bir ömre sahip olan veya elektrokimyasal ve katalitik sensörler gibi “zehirlenmeye” (kimyasal etki nedeniyle hassasiyet kaybı) duyarlı olan sensörlerde zaman içinde sensörlerin göreceli tepkilerinde farklılıklar olabilir.

Örneğin, katalitik sensörler söz konusu olduğunda, diğer gaz veya buharlardan önce metan yanıtı seçici olarak bozulacaktır. Bu olursa ve ekipman metan üzerinde başarıyla yeniden kalibre edilebilirse, güvenli yönde olan diğer tüm maddeler üzerinde fazla okunacaktır.

Bu nedenle, metanın dahil olabileceği tüm katalitik yanma uygulamalarında, metan test gazı kullanımı, işlevsel kontroller ve kalibrasyon prosedürleri sırasında, başka bir gaz veya buhar hedef gaz olsa bile önerilir. Aksi takdirde, propan, bütan, pentan veya heksan kalibrasyon karışımları genellikle, bunların duyarlılığının diğer birçok maddeden önce düşme eğiliminde olması nedeniyle tavsiye edilir.

2.4.8. Buharın Yayılması

Sadece suyun buharı havadan daha hafiftir. Üçü yanıcı olan, havaya benzer bir yoğunluğu olan (metanol, hidroksilamin, hidrazin ve hidrojen peroksit, son üçü nadir) sadece dört buhar vardır.

Diğer tüm buharlar havadan daha yoğundur. Çoğu havadan çok daha yoğundur. Serbest bırakılma noktasında, ısıtılmadıklarında, başlangıçta aşağı doğru veya düz yüzeylerin üzerinden akacaklar ve hava ile iyice karışınca kadar zemine yakın kalacaklar, muhtemelen sadece birkaç santim derinliğinde, en büyükleri sunacakları yer olacaklar. Bunun ciddi bir örneği, alttan yukarıya doğru dolma eğiliminde olan ve yüzlerce metreden fazla geniş yayılım sağlayabilen çukurlar, hendekler ve tüneller söz konusudur. Bu, çukurlara ve tünellere giren personel için en ciddi toksisite sorunlarına da neden olabilir.

Yanıcı buharlar için nispeten rahatsız edici ortamlarda örnekleme yapılırken, bazı testler ideal olarak zeminin veya zeminin bir santimetresi içerisinde çok düşük seviyelerde yapılmalıdır.

Aşırı hava ile karıştıktan sonra, tüm buharlar her seviyede, muhtemelen LFL 'lerinin altındaki hacim farklılıklarında bulunur, ancak yine de büyük toksisite problemleri oluşur.

Tersine, eğer sıcaklık artarsa ve özellikle kapalı bir alanda konsantrasyon çarpıcı bir şekilde değişebilir. Yine, kurallar kullanılarak, kapalı bir alandaki buhar konsantrasyonu, örneğin harici bir tankta güneşin neden olduğu sıcaklıktaki 30°C'lik bir artış için sekiz katına kadar bir faktörle yükselebilir. Tank soğukken önceden saptanmamış bir buhar miktarı, ısıtıldığında çok önemli hale gelebilir. Sıcaklıklar yükseldiğinde, sık sık buhar testi yapılması gerekir.

Diğer moleküler kütleli maddeler ile diğer problemler ortaya çıkabilir. Moleküler kütle ne kadar yüksekse, difüzyon hızı o kadar düşük olacaktır. Bu, harici tutuşmayı önlemek için difüzyon ekranlarının kullanıldığı ve ayrıca bazı sensörlerin içinde pompalanmayan ekipman için de geçerlidir. Özellikle bu hem tepki hızını hem de katalitik sensörlerde hassasiyeti olumsuz yönde etkileyebilir.

Numunenin detektörde veya aksesuarlarında muhtemel yoğunlaşması nedeniyle buhar testlerinde de önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır: Gaz detektörleri yalnızca mevcut gazları veya buharları algılar. Ekipmandan kaynaklanan sisleri veya yoğunlaşmış sıvıları veya numune hattının örneklenen atmosferden belirgin şekilde daha soğuk olduğunu tespit edemeyeceklerdir.

Bu gaz algılama sisteminde veya gaz sensöründe gerçekleşirse, bu durum yoğunlaşma numunesinde yanlış veya düşük okumalara neden olabilir. Ayrıca, böyle bir yoğunlaşma meydana geldikten sonra, hatalı yüksek okumalar verecek, temiz havaya geri döndüğünde yeniden buharlaşma olacaktır.

2.4.9. Buharın Zehirlilik Durumu

Yanıcı olmayanlar dahil, su dışındaki tüm buharlar bir dereceye kadar toksiktir. Tüm yanıcı buharlar, LFL 'nin altındaki konsantrasyonlarda toksiktir. Endüstride yaygın olarak bulunanlar da dahil olmak üzere çoğu buhar, LFL 'nin %1'inin altında toksik etki oluşturan bir kaynaktır. Bu nedenle, yalnızca normal bir LFL aralığına sahip yanıcı bir gaz detektörü kullanıyorsanız, zaten toksik bir problem olan konsantrasyonlarda saptanamayabilir.

2.5. Oksijen eksikliği

Sabit veya taşınabilir oksijen detektörleri kapalı alanlar ve yeraltı kömür madenleri gibi yerlerde çalışmak için şarttır. Taşınabilir cihaz tipik olarak oksijeni yanıcı gaz sensörleriyle ve sıklıkla da toksik sensörlerle birleştirir.

Bazı oksijen sensörleri çeşitleri, basınçtaki değişikliklere yanıt verir ve bu nedenle her kullanımlarında ve / veya uzun bir yapıya tırmanma veya yüksek bir yapıya inme gibi önemli bir irtifa değişikliği varsa, temiz havada kontrol edilmesi ve muhtemelen ayarlanması gerekir.

Kuru havadaki oksijenin hacim oranı yaklaşık %20,9 h / h'dir. Tipik bir oksijen eksikliği alarmı ayarı, %17,0 ila %19,5 arasındadır.

Örnek olarak %19,0 v / v ayarında, alarm %1,9 v / v oranında veya başka bir deyişle orijinal konsantrasyonun %10' unda bir eksiklikte çalışmalıdır. Bazı durumlarda (toksik gazların varlığı) bu personelin korunması için yeterli olmayabilir.

Ayrıca oksijenin az olduğu ortamlar göz önünde bulundurulduğunda,

- %19,5 kabul edilebilir oksijen seviyesi
- %15-19 koordinasyon bozukluğu
- %12-14 zayıf muhakeme
- %10-12 dudaklar mavileşir
- %8-10 bilinç kaybı
- %6-8 4 ya da 5 dakika içerisinde kurtarılma mümkün olabilir
- %4-6 40 saniye içerisinde ölüm

Yukarıda yapılan değerlendirmeye bakıldığında çalışma alanlarında yanıcı gazların tespiti kadar ortamda bulunan oksijen değerinin de çalışanlar için ne kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle oksijen ölçümünün yapılması hayati önem taşımaktadır (Uçan, 2018).

Benzer şekilde, %19,5 h / h ayarıyla alarm %1,4 h / h eksiklikte veya başka bir deyişle orijinal konsantrasyonun %7'sinde bir eksiklikte çalışmalıdır. Bazı durumlarda bu, personelin kendi kendine korunması için de yeterli olmayabilir.

Birçok uygulamada, yanıcı gazlar ve oksijen eksikliği için birleşik bir cihazın kullanımı, operatör için yeterli bilgi sağlamayabilir. Oksijen eksikliği, zehirli bir gazın varlığına bağlı olabilir. Bu durumda, toksik gazlar için ek algılama gerekliliği doğurabilir.

2.5.1. Gazın Oksijen ile Kimyasal Reaksiyona Girmesi

En basit durumda bu, solunum, aerobik bakteriyel etki (ancak anaerobik etki değil) veya temiz yanmanın sonucu olabilir. Alarmı kapatmak için gerekli olan oksijen içeriğindeki %1,4'lük bir azalmaya, kısa vadede oldukça güvenli olan yaklaşık %0,8'lik bir karbondioksit seviyesinin artması eşlik eder ve kısa vadeli olmaz veya normal bir insanı uzun vadede etkiler.

Bununla birlikte, oksijen eksikliği odun, kâğıt, kömür, yağ vb. İçeren 'kirli' yanmaların olası sonucu olsaydı, o zaman, duman yerleştikten sonra bile %19,5 h / h oksijen içeren bir atmosfer olabilirdi. Ölümcül olarak, muhtemelen %0,2 h / h (milyonda 2 000 parça) fazla miktarda, karbondioksit ile birlikte üretilen karbon monoksit miktarları nedeniyle ortam toksik olurdu.

Yanma, PVC, poliüretan vb. gibi plastikleri de içermekteydi, atmosfer, hidrojen klorid ve hidrojen siyanid gibi ilave yanma ürünleri nedeniyle çok toksik olacaktır.

2.5.2 Havanın Ortamda Bulunan Diğer Gaz veya Buhar ile Birlikte Yer Değiştirerek Seyrelmesi

Bir gazın oksijen tüketmesi ile tespiti sadece çok kontrollü koşullar altında önerilir.

Alarma neden olmak için gereken %1,4 h / h oksijen eksikliği, diğer gaz veya buharın %7 h / h ilavesini gerektirecektir. Böylece problem, hangi gazın veya buharın eksikliğe neden olduğunu bilmekle alakalı. Birkaç kategori var:

a) Atıl gazlar; toksik değil

Oksijen eksikliğinin nedeni azot, argon, helyum veya neon, (veya su buharı) gibi etkisiz gazlardan biri ile %7 h / h ilavesi veya sınırlı atmosfere kadar inert gazın miktarından dolayı olabilir. Bu durumda ortam patlayıcılık bakımından tamamen güvenlidir.

b) Yanıcı gazlar; toksik değil

Oksijen eksikliğine neden olan gaz hidrojen, metan (doğal gaz) veya etan ise, atmosfer kısa bir süre için solunacak, ancak LFL ' nin üstünde olacak ve patlayıcı olacaktır. Ancak, oksijen detektörünün yanı sıra yanıcı bir gaz detektörü varsa, bu tehlikeli durum ortaya çıkmadan önce bir alarm vermiş olması gerekirdi.

c) Yanıcı gazlar; toksik

Oksijen eksikliğine neden olan gaz asetilen, etilen, propan, LPG veya bütan ise, atmosferi solumak en az birkaç saniye içinde öldürücü olacaktır. Ancak LFL 'nin üstünde olacaktır. Yani yanıcı bir sensör de mevcutsa, önce bu alarm devreye girer.

d) Yanmaz; toksik

Oksijen eksikliği ölçümü, toksik gazların tespiti için asla kullanılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, oksijen detektörleri asla CO2 ile yer değiştirmeyi belirtmek için kullanılmamalıdır. Karbondioksitin varlığını izlemek için oksijen detektörlerine güvenmek ölümlere neden olmuştur.

2.6. Gazın Algılanması İçin Özel Şartlar

Çeşitli çalışma kombinasyonlarındaki yanıcı gaz algılama ekipmanı, tutuşma kaynaklarını ortadan kaldırarak (yani patlayıcı gaz atmosferine maruz kalabilecek bir alanda bulunan patlamaya karşı korumalı ekipman) veya Yanıcı gaz konsantrasyonunu %25 LFL 'nin altında tutmak için güvenlik fonksiyonlarının etkinleştirilmesi gerekmektedir.

Büyük kaza sonucu ortaya çıkan gaz salınımlarında, bir alan sınıflandırmasının sınırlarının ötesinde patlayıcı bir gaz atmosferinin olması muhtemeldir ve bu alanlarda tutuşma kaynaklarını ortadan kaldırmak için önlemler alınmalıdır.

Gaz algılama ve sonraki işlemler yoluyla kullanılacak emniyet fonksiyonu aşağıda sıralanmıştır:

a) Ayarlanan alarm seviyesi aşıldığında, patlamaya karşı korumalı ekipmanların bağlantısının kesilmesi,

b) ekipman yerinde gaz konsantrasyonunun %25 LFL üzerine çıkmasını önlemek için havalandırma oranının artırılması,

c) Yanıcı gaz algılanmasının çevreyi kaybettiğini gösterdiği Güvenlik Sistemine bir kapatma sinyali vermek,

d) basınçlandırma ile korunan odalar için, gaz girişini önlemek için havalandırma damperlerinin kapatılması. Patlama korumalı ekipmanların oda içinde izolasyonu ile ilgili olarak ayrıca IEC 60079-13'de belirtilen kriterlerde değerlendirilmelidir.

Tüm yanıcı gaz seviyelerinin %20 LFL veya üzerinde olması durumunda, sesli ve görsel uyarı başlatılmalıdır.

2.7. Havalandırma Oranları

Havalandırmanın ve havanın ortamdaki hareketinin iki temel unsuru vardır:

a) Seyreltme oranını artırmak ve bir gaz tehlikeli alanın derecesini sınırlandırmak için dağılmayı teşvik etmek;

b) Bölge türünü etkileyebilecek patlayıcı bir atmosferin kalıcılığını önlemek için havalandırma yapılmalıdır.

Havalandırma hızı, LFL 'nin %25'ini aşan konsantrasyonlardaki gaz-hava karışımlarının gerçekleşmeyeceği şekilde hesaplanırsa, bu yüksek havalandırma hızı ilgili koruma aracıdır. Gaz algılama zorunlu değildir, ancak havalandırma sistemi arızalandığında durması durumuna karşılık kanal içinde özel hava akış ölçerler kullanılarak yüksek güvenlik seviyesi oluşturulmalıdır.

Havalandırma oranları düşük havalandırma olarak kabul edilirse, havalandırma ve gaz algılama detektörü, koruma aracı olarak kullanılmalıdır.

Tüm havalandırma oranları, çeşitli çalışma koşulları altında beklenen yanıcı gaz kaçak oranları ile karşılaştırılmalıdır. Havalandırma oranının yanıcı gaz kaçak oranına göre karşılaştırılması, yanıcı gaz algılama ekipmanı ve havalandırma kombinasyonunun nasıl kullanılması gerektiğini belirler.

2.7.1 Havalandırmanın Yüksek Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri

Bu uygulama tipinde yanıcı gaz konsantrasyonlarının birikmesine karşı birincil koruma yüksek havalandırmadır. Havalandırma oranı, LFL 'nin %25'ini aşan konsantrasyonlarda önemli miktarda buhar-hava veya gaz-hava karışımının seyrelmediği düşünülerek uygun şekilde hesaplamalar yapılır.

Havalandırma oranı, beklenen maksimum kaçak oranlarına göre hesaplanmalıdır. Yanıcı gazların tespiti, havalandırma sistemi arızalandığında ek bir koruma aracıdır.

Havalandırma başarısız olursa (bir arıza durumu), patlamaya karşı korumalı olmayan ateşleme özellikli ekipmanın bağlantısı kesilmelidir.

2.7.2. Havalandırmanın Orta Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri

Maksimum bir kaçak oranı tahmin edilemezse, kaçak oranlarının gerçekçi olacağı varsayılarak, yeterli bir havalandırma hızı hesaplanabilir. Bu sızıntı oranları için, %25 LFL 'yi aşan konsantrasyonlarda buhar-hava veya gaz-hava karışımları kontrol edilir ve belirlenen havalandırma hızında kararlı bir bölge sınırına neden olur. Bununla birlikte, daha yüksek kaçak oranlarının olabileceği ve daha sonra tek koruma aracı olarak yeterli olamayacağı için havalandırma hariç tutulamaz.

Asgari havalandırma oranları ve dikkate alınması gereken havalandırma düzenlemesi, köşelerde veya ekipmanın arkasında yanıcı gaz birikmesini önlemek için yeterli olmalıdır.

Orta havalandırma oranları ile birlikte kullanıldığında, yanıcı gazların algılanması için ekipman bir alanda ek koruma seviyesi sağlar ve birincil güvenlik konseptinin bir parçasını oluşturur. Gaz algılama %20 LFL 'de veya altında gaz konsantrasyonlarında havalandırma oranının artmasına neden olacak araçlar sağlamalıdır. Arttırılmış havalandırma buhar-hava veya gaz-hava karışımlarını azaltamazsa, ana alarm patlamaya karşı korumalı olmayan tüm ekipmanların bağlantısını kesmek için güvenlik fonksiyonunu etkinleştirmelidir.

Yerel koşullara bağlı olarak, alarm öncesi seviyelerde %5 LFL ve %20 LFL arasında bir havalandırma artışı başlatılmalıdır.

Havalandırma veya gaz algılama detektörlerinden biri arızalanırsa, arıza belirtilmelidir. Ateşleme özelliğine sahip ekipman, derhal güç kaybı veya otomatik kapanma sistemleri ile ortamın güvenliği sağlanmalıdır.

2.7.3. Havalandırmanın Düşük Seviyede Olduğu Alanlarda Gaz Detektörleri

%25 LFL 'nin üzerindeki yanıcı gaz seviyelerinin birikmesini engellemeyecek kadar düşük olan havalandırma oranları “düşük” havalandırma olarak kabul edilir. Düşük havalandırma durumunda, seyreltme derecesi o kadar düşük olabilir ki, alanın sınıflandırması, salıverme derecesi için uygulanabilecek olandan daha düşük bir Bölge numarasına sahiptir (yani, ikincil bir salınım kaynağından, değerlendirme yapılırken Bölge 1 tehlikeli bölge olarak sınıflandırılması). Sabit gaz detektörleriyle gaz konsantrasyonunun sürekli izlenmesi, normalde gerekenden daha düşük ekipman koruma seviyesine (EPL) sahip ekipman kullanımını haklı gösterebilir.

Bu uygulama için hem havalandırma hem de gaz algılama, koruma aracı olarak kullanılır. Alarm seviyeleri ve eylemleri (havalandırmanın artması ve patlamaya karşı korumalı ekipmanın bağlantısının kesilmesi) ile aynı olmalıdır.

2.8. Sensör Tipleri ve Ölçme Prensipleri

Çeşitli sensör tiplerinin ölçüm prensipleri, avantajları ve tipik uygulamaları ve sınırlamaları, diğer gazların ve zehirlenmelerin etkileşimi (diğer gazların veya buharların neden olduğu hassasiyet kaybı) ile birlikte aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Ayrıca yanıcı gazların bulunduğu alanlarda kullanılacak olan gaz detektörlerinin daha önceden yapılmış olan tehlikeli alan sınıflandırmasına (Bölge 0, Bölge 1 ve Bölge 2) istinaden sınıflandırmaya uygun etiket bilgileri olan Ex gaz detektörü tayin edilmelidir (Bingöl, 2015).

Tablo 1: Gaz Detektörleri (TS EN 60079-29-2: Ekim 2015)

| | Katalitik sensör | Termal iletkenlik sensörü | Kızılötesi sensör | Yarı iletken sensörü | Elektro-kimyasal sensör | Alev iyonizasyon dedektörü | Alev sıcaklığı analizör | Fotoiyonizasyon dedektörü | Para-manyetik oksijen dedektörü |
|--|----------------------------|--|--|--|--|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Gazda gerekli O2 Numune | Evet | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Evet | Hayır | Uygulanmaz |
| Yanıcı gazların tipik ölçüm aralıkları | ≤ APL | 0 ila (100)% FS (ile özel algılama elementler) | 0 ila (100)% FS (ile özel algılama elementler) | ≤ APL | ≤ APL | ≤ APL | ≤ APL | ≤ APL | Uygulanmaz |
| Tipik ölçüm menzil açık yolu | Uygulanmaz | Uygulanmaz | 0 ila 5 APL | Uygulanmaz | Uygulanmaz | Uygulanmaz | Uygulanmaz | Uygulanmaz | Uygulanmaz |
| Oksijen için tipik ölçüm aralıkları | Uygulanmaz | Uygulanmaz | 0 ila (100)% FS (ile özel algılama elementler) | Uygulanmaz | 0 ila 25 % (0 ila 100 %) FS (ile özel algılama elementler) | Uygulanmaz | Uygulanmaz | Uygulanmaz | 0 ila (100)% FS (ile özel algılama elementler) |
| Yanıcı gazlar ölçülemez | Büyük moleküller | = | H ₂ | = | Alkanlar | H ₂ ; CO | = | H ₂ ; CO; CH ₄ | Yanıcı Gazlar |
| Bağıl tepki süreleri | Maddeye bağlı | Orta | Düşük | Maddeye bağlı | Orta | Düşük | Düşük | Düşük | Düşük ila Orta |
| Olmayan yanıcı gazlar | Hayır | CO ₂ ; Freonlar | Evet | SO ₂ ; NO _x ; H ₂ O | SO ₂ ; NO _x | CHCl ₃ ; Halon | (Halon) | Madde IP < X _e | NO; NO ₂ |
| zehirlenme | Si; (H ₂ S); Pb | Hayır | Hayır | Si; SO ₂ | Hayır | (Si) | Hayır | Hayır | Hayır |
| Harici gazlar gerekli | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Evet | Evet | Hayır | Evet/Hayır |

2.8.1. Katalitik Sensörler

Katalitik sensörlerin çalışma prensibi, elektrikle ısıtılan bir katalizörün yüzeyindeki yanıcı gazın oksidasyonuna bağlıdır. Katalitik sensörler birkaç yıl boyunca sürekli

çalışabilir, ancak yaşlanma ve zehirlenme izleri nedeniyle kademeli olarak kayma ve hassasiyet kaybedeceklerdir. Bu nedenle, uygulamanın ciddiyetine bağlı olarak sıklıkla düzenli cevap kontrolleri ve yeniden kalibrasyon gereklidir.

Sensör muhafazaları çoğu durumda gazın algılama elemanına ulaşmasını sağlayan geçirgen bir metal cihaz içerir. Ayrıca, eğer gaz konsantrasyonu LFL 'nin üstünde ise ve sıcak algılama elemanları tarafından tutuşabiliyorsa, kabinin dışındaki atmosferin tutuşmamasını sağlar. Bu koruma ayrıca toz veya mekanik hasarlara ve ayrıca aşırı hava hızlarına karşı korunmaktadır.



Şekil 1: Dış alanda kurulumu yapılmış gaz detektörü

2.8.2. Isı İletkenlik Sensörleri

Termal iletkenlik sensörünün çalışma prensibi, elektrikle ısıtılan bir direnç elemanının iletimi (ve bazen de konveksiyon veya kütle taşınması) nedeniyle ısı kaybına bağlıdır. Numune sensör tarafından tüketilmez veya değiştirilmez.

Bu sensör türü, istenen algılama aralığındaki termal iletkenliği referans ortamdan (genellikle hava) önemli ölçüde farklı olan gazları izlemek için uygundur.

2.8.3. Kızılötesi Sensörler

Kızılötesi sensörlerin çalışma prensibi, bir ışık ışınının enerjisinin, tespit edilen gazın molekülleri tarafından emilmesine bağlıdır.

Kızılötesi sensörler numuneyi tüketmez ve çalışması için oksijen gerektirmezler. Sensör ömrünün uzun olması bekleniyor.

Bu ekipman türü, servisler arasındaki çalışma sürelerini uzatabilecek kendi kendine teşhis önlemlerinin kullanılmasına izin verir. Ancak, özel dikkat gösterilmelidir.

Gaz yolunda koruyucu filtrelerin tıkanması, bu normalde kendi kendine teşhis ile algılanmayacaktır.

2.8.4. Yarı İletken Sensörler

Yarı iletken sensörün çalışma prensibi, ısıtılan algılama elemanının yüzeyinde gazın kimyasal olarak emilmesiyle oluşan elektriksel iletkenlik değişikliklerine bağlıdır.

2.8.5. Elektrokimyasal Sensörler

Elektrokimyasal sensörlerin çalışma prensibi, belirli bir gaz mevcut olduğunda, elektrotların bir elektrolit ile temas halinde olan elektrik parametrelerinin değişmesine bağlıdır. Elektriksel parametrelerdeki değişiklik, bir elektrotun yüzeyinde ilgilenilen gazın kimyasal olarak indirgenmesi / yükseltgenmesi (redoks) reaksiyonu nedeniyle meydana gelir.

Sensörler, sıfıra ve hassasiyetteki sapmaları düzeltmek için uygun aralıklarla yeniden kalibrasyon gerektirir ve nihayetinde değiştirme gerektirir. Uygun koşullar altında tipik ömürleri 2 yılı geçebilir.

2.8.6. Alev İyonizasyon Detektörleri (FID)

Alev iyonizasyon detektörünün çalışma prensibi organik bileşiklerin dahili hidrojen alevi olan bir detektörde yandıkları için iyonizasyonuna (elektriksel yüklenme) bağlıdır.

2.8.7. Alev Sıcaklık Analizörleri (FTA)

Alev sıcaklığı analizörü detektörünün çalışma prensibi, alevin yanmasını destekleyen hava numunesindeki yanıcı kirleticiler tarafından sabit bir hidrojen (veya başka bir gaz) akışı yanan alevin sıcaklığındaki artışa bağlıdır.

2.8.8. Fotoğraf İyonizasyon Detektörü (PID)

Bu tespit prensibi gazların bilinen dalga boyunda ultraviyole (uv) ışınımı ile iyonlaşmasına dayanır. Bu teknik yanıcı gazlara özgü değildir ve ortak ultraviyole lambalarla, tüm yanıcı gazları algılamayacaktır.

2.8.9. Paramanyetik Oksijen Detektörü

Oksijen güçlü şekilde paramanyetiktir (manyetik bir alana çekilir). Oksijen içeren gazlar, oksijen konsantrasyonuyla orantılı bir kuvvete sahip güçlü bir manyetik alana çekilme eğiliminde olacaktır.



Şekil 2: İç alanda kurulumu yapılmış gaz detektörü

2.9. Sahada Uygulamada Kullanılan Bazı Kimyasal Maddeler

2.9.1. n-Pentan (Cas No: 109-66-0)

Kolay alevlenir sıvıdır. Parlama noktası $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. LFL değeri %1.1, UFL değeri %8.7'dir. Sıvının buharı hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Sudan daha hafif, havadan 2.48 kat daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.2. Metil Metakrilat (MMA) (Cas No: 80-62-6)

Kolay alevlenir sıvıdır. Parlama noktası $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. LFL değeri %1.7, UFL değeri %12.5'dir. Sıvının buharı hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Suda az çözünür, oldukça uçucudur. Havadan 3.45 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.3. Stiren (Cas No: 100-42-5)

Yanıcı sıvıdır. Parlama noktası $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. LFL değeri %1, UFL değeri %8'dir. Madde parlama noktasının üzerinde ısıtıldığında buharları hava ile patlayıcı karışımlar oluşturabilir. Bu durum, yükseltilmiş ortam sıcaklığında mümkün olabilir. Suda çok az çözünür. Orta veya düşük uçucudur. Sıvının buharı hava ile patlayıcı karışımlar

oluşturur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Sucul ortam için tehlikelidir. Havadan 3.6 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.4. N Butil Akrilat (Cas No: 141-32-2)

Yanıcı sıvıdır. Parlama noktası 38 °C'dir. LFL değeri %1.2, UFL değeri %9.9'dür. Madde parlama noktasının üzerinde ısıtıldığında buharları hava ile patlayıcı karışımlar oluşturabilir. Suda az çözünür. Orta veya düşük uçucudur. Sıvının buharı hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Havadan 4.41 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.5. Vinil Asetat (Cas No:108-05-4)

Kolay alevlenir sıvıdır. Parlama noktası -7 °C'dir. LFL değeri %2.6, UFL değeri %13.4'dür. Suda az çözünür. Neme duyarlıdır. Oldukça uçucudur. Sıvının buharı hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Havadan 3 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.6. Amonyak (Cas No: 7664-41-7)

Gaz zayıf yanıcıdır. LFL değeri %15, UFL değeri %33.6'dır. Tutuşma tehlikesi vardır, ancak sadece lokalize ve belirli koşullar altında. Alev daha fazla ısı ilavesi olmadan söner. Suda serbest çözünür. Sulu çözelti alkali reaksiyona girer. Gaz tüplerinde sıvılaştırılmış bir gaz olarak bulunur. Maddeden kaynaklanan akut veya kronik sağlık tehlikeleri. Bu madde sucul ortam için tehlikelidir. Havadan 0.59 katı daha hafiftir. Gaz olarak yerden yukarı çıkar (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.7. n-Butil Asetat (Cas No: 123-86-4)

Yanıcı sıvıdır. Parlama noktası 22 °C'dir. LFL değeri %1.2, UFL değeri %8.5'dir. Madde parlama noktasının üzerinde ısıtıldığında buharları hava ile patlayıcı karışımlar oluşturabilir. Bu durum yükseltilmiş ortam sıcaklığında mümkün olabilir. Suda az çözünür. Sudan daha hafiftir. Orta uçucudur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Havadan 4.01 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.8. Aseton (Cas No:67-64-1)

Kolay alevlenir sıvıdır. Parlama noktası -20 °C'dir. LFL değeri %2.5, UFL değeri 60°C'de %36 - 100°C'de %50'dir. Buharları hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Su ile karıştırılabilir. Orta uçucudur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Havadan 2 katı daha ağırdır. Oluşan buharı yere çökecektir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.9. Metanol (Cas No:67-56-1)

Kolay alevlenir sıvıdır. Parlama noktası 9 °C'dir. LFL değeri %6, UFL değeri 100°C'de %14.3'dür. Buharları hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Su ile karıştırılabilir. Bu madde sucul ortam için tehlikelidir. Oldukça uçucudur. Maddeden kaynaklı akut veya kronik sağlık tehlikesi mevcuttur. Havadan 1.11 katıdır. Hava ile aynı hareketi sergiler (TS EN 60079-20-1:2012).

2.9.10. Doğalgaz (Metan) (Cas No: 74-82-8)

Son derece yanıcı bir gazdır. LFL değeri %4.4, UFL değeri %17'dir. Hava ile patlayıcı karışım oluşturur. Suda az çözünür. Havadan daha hafiftir (TS EN 60079-20-1:2012).

2.10. PHAST 7.2 Kullanılarak Salınım Kaynaklarının Etki Mesafelerinin Modellenmesi

Salınım kaynağından sonra dağılım etkisi gösteren gaz veya buharın maksimum etki mesafeleri PHAST 7.2 programı kullanılarak tayin edilmiştir. PHAST 7.2 hakkında kısaca bilgi verecek olursak;

2.10.1. Proses Tehlike Analizi

PHAST dünyanın en kapsamlı proses tehlike analizi tasarımı ve operasyonun tüm aşamaları için en iyi yazılım programıdır. PHAST ilk salınımdan başlayarak bir potansiyel olayın ilerlemesini inceler. Dağılım analizi, havuzu modellemesi, yayılması modellemesi, buharlaşma modellemesi, termal ve toksik etkileri analiz etmemize yardımcı olur.

Phast 7.2 kimyasalların bulunduğu tesislerde meydana gelebilecek olaylar sonucunu, oluşabilecek bulut veya havuz yangınlarını, karışımların konsantrasyonlarının oranlayarak hesaplayan. Yangının ne kadarlık alana yayılacağını, zehirlenmenin yaşanacağı alanı ve patlamanın oluşturacağı basınç etkilerini inceleyen ve analiz eden bir yazılımdır (Bingöl, 2019)

2.10.2. Sonuç Analizi Aracı

Endüstride kullanılan sonucu analizi dünyada 800'ün üzerinde kuruluş tarafından kullanılan yanıcı, yangın, patlama ve toksik tehlikeleri analiz aracı olarak bilinir.

Endüstride yer alan kuruluşlarla birlikte çığır açan model geliştirme araştırması çalışmaları yapan, 30 yılı aşkın bir süredir uzmanlar tarafından sürekli geliştirilmiş, dünya çapında teknik destek ve eğitimleri olan bir araçtır.

2.10.3. PHAST Tehlike Analizi için Endüstri Standardı Bir Yazılım

Risk yönetimi hedeflerinizi karşılamak için bir proses tarafından oluşturulan tehlikelerin iyi bir şekilde anlaşılmasına ihtiyaç duyarsınız. Çeşitli tehlikeler türleri tarafından oluşturulan tehdit potansiyellerini hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirmek için PHAST kullanılır.

2.10.4. Tehlike Analizi için Phast yazılımının temel avantajları

Güvenilir sonuçlar- entegre modeller sürekli olarak doğrulama imkânı mevcuttur.

Kapsamlı raporlama kapasitesiyle sonuçların kolay anlaşılır olmasını sağlamaktadır. Görsel olarak görüntülenmesi için kapsamlı raporlar, çizelgeler, yerleşim haritaları ve kuruluş çevresindeki yerleşim haritaları üzerindeki etkileri elde edilebilmektedir.

Geniş uygulanabilirlik alanı mevcuttur. Çeşitli salınım türleri ve kaynakları modellenir, örneğin kaçak, boru hattı, boru hatları, boru hatlarında yırtılma, kırılma, emniyet valfleri vb.

Çeşitli tehlikeleri değerlendirerek, çok sayıda yanıcı ve toksik tehlikeyi değerlendirme imkânı sunmaktadır.

2.11. Tez çalışmamızın saha uygulamalarını yapmış olduğumuz X ve Y Fabrikaları ile ilgili olarak;

2.11.1. X Fabrikası

X Fabrikası, poliüretanın her alanında faaliyet gösteren bir tesistir. 2013 yılı itibariyle yeni sistem evinde hem termoplastik hem de termoset poliüretan üretimini gerçekleştirmektedir.

X Fabrikası, 25 yıllık tecrübesi olan, yaklaşık 6.500 m² alanda sahip ve 18 ülkeye ihracat yapan bir tesistir.

2.11.2. Y Fabrikası

1970 yılından beri ülkemizde faaliyet gösteren tesis, deri kimyasalları, dispersiyon ürünleri ve deterjan katkıları üretilmektedir. Bu üretimin dışında boya bölümüne ait karıştırma ünitesi ve teknik laboratuvar bulunmaktadır.

Y Fabrikası, yaklaşık 80.000 m²'lik alanda üretim yapan bir tesistir. Dünya genelinde hizmet veren ve yaklaşık olarak 122,000 grup şirketlerinde çalışanı olan, her ülke ve sektörde faaliyet gösteren global bir şirket grubudur. Genel olarak faaliyet gösterdiği sektörler, kimyasallar, malzemeler, endüstriyel çözümler, yüzey teknolojileri, beslenme & bakım ile tarım çözümleri olmak üzere altı ayrı alanda hizmet vermektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu çalışmamızda, mevcut yanıcı gazları veya buharları patlayıcı ortam oluşturmalarını engellemek için kullanılan gaz detektörlerinin konumlarının belirlenmesinde montaj öncesi modelleme yapılarak ve kroki üzerinde ekipmanın salınım kaynaklarından ne kadar uzağa montajının yapılacağına karar verilerek, gaz detektörünün proje aşamasında daha efektif, daha verimli ve daha doğru ölçüm analizi yapmasını sağlamaktır.

3.2. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmamızın modeli gaz detektörlerinin montajını yapan personellerin, sahada yaptıkları yanlış uygulamaların önüne geçmek montaj öncesi Phast 7.2. programı ile modelleme yapılarak maddenin salınım kaynağından çıkışı ile birlikte, hakim rüzgarın etkisiyle yada ortamda bulunan havalandırmanın efektifliğine göre gaz detektörünün salınım kaynağından ne kadar uzağa ve yerden ne kadar yüksekliği konumlandırılacağı ile ilgili bilgisayar ortamında modelleme ve simülasyon işlemi yapılarak hatalı montaj işleminin önüne geçmektedir.

3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu çalışmamız, yanıcı kimyasalların üretimini yapan X ve Y firmalarında yapılan çalışmalar neticesinde sonuca ulaşılmıştır. İki tesiste yapılan çalışmalar proje olarak tesis yetkililerine sunularak uygulama aşamasına geçilmesi sağlanmıştır. Yapılan çalışmalar;

X Firmasında yapılan çalışmamızda tesis de yeni yapılacak olan yanıcı kimyasal madde deposunda kurulacak olan gaz detektörleri ile ilgili konumlarının ve adetlerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapılmıştır.

Y Firmasında mevcutta var olan detektörlerin üzerine bir çalışma yapılarak adet ve konumları ile ilgili farklı bulgulara varılmış olup tesis yöneticileri ile yapılan toplantı neticesinde eksikliklerin giderilmesi için uygulama aşamasına geçilmiştir.

3.4. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu çalışmanın örnekleminde Endüstriyel alanda yanıcı kimyasallar ile üretim yapan iki tesiste gerçekleştirilmiş olup Phast 7.2 programında modellemeler yapılarak sonuçları bulgular kısmında paylaşılmıştır.

3.5. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veriler, iki kimya fabrikasında yapılmıştır.

X Kimya Fabrikası, Poliüretan alanında faaliyet gösteren bir firmadır. 2013 yılında yeni alanında faaliyet gösteren bir tesistir. Bu tesiste teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni ihtiyaçlar çerçevesinde yapılması planlanan 12 m genişliğinde 30 m uzunluğunda ve 6 m yüksekliğinde yanıcı kimyasal deposunda n-Pentan variller ile depolanması planlanmaktadır.

Y Kimya Fabrikası için, 1970 yılından beri faaliyetlerine devam eden, deri kimyasalları, dispersiyon ürünleri ve deterjan katkıları üretmektedir. Bunun dışında boya bölümüne ait karıştırma ünitesi ve teknik laboratuvar bulunmaktadır. Üretim alanında mevcutta gaz detektörleri vardır fakat bu çalışmamızda hem mevcut durumu değerlendirmek hem de eksik bir durum var ise bu eksikliği gidermek adına örnek bir çalışma yapılmıştır.

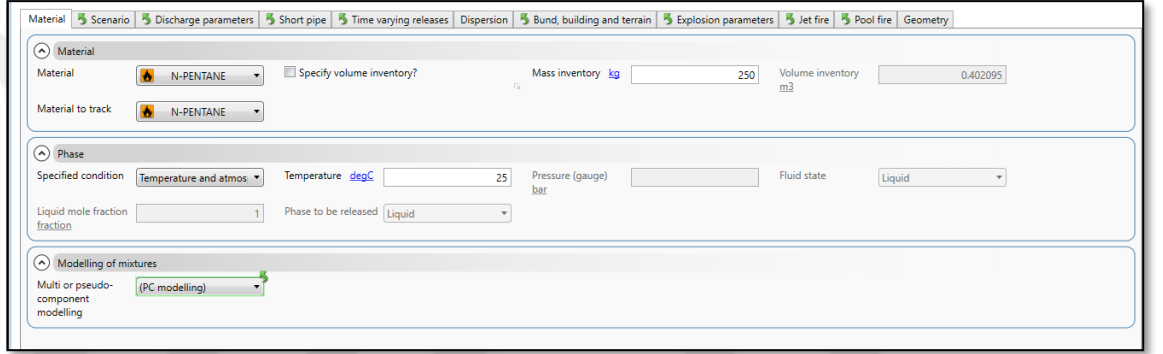
3.6. Verilerin Analizi

X ve Y Fabrikalarından alınan veriler Phast 7.2 programında analiz edilerek çıkan sonuçlar bulgular kısmında değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. X Fabrikasından Alınan Verilerin Phast 7.2 Programında Modellenmesi

X Fabrikasında yeni kurulacak olan depo içerisinde kurulması planlanan gaz detektörlerinin konumlarının belirlenmesi ve projelendirilmesi çalışması; Depo ölçüleri 12 m genişlik, 30 m uzunluk ve 6 m yükseklikte olacaktır. Hacmi 2.160 m³'tür. Bu alana kaç adet gaz detektörü konumlandırılacaktır. Nasıl konumlandırılacak. Modelleme ile bu soruların cevabını arayacağız.

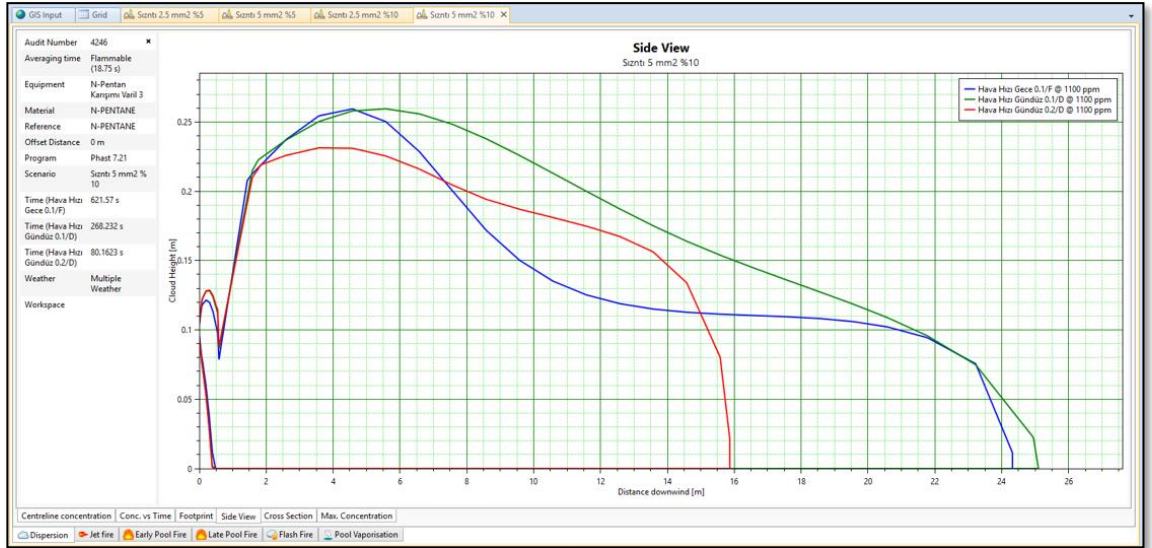


The screenshot displays the Phast 7.2 software interface with the following settings:

- Material:** N-PENTANE (selected in the dropdown menu).
 - Specify volume inventory?
 - Mass inventory kg: 250
 - Volume inventory m³: 0.402095
- Material to track:** N-PENTANE (selected in the dropdown menu).
- Phase:** Specified condition: Temperature and atmos.
 - Temperature degC: 25
 - Pressure (gauge) bar: (empty)
 - Fluid state: Liquid (selected in the dropdown menu)
 - Liquid mole fraction fraction: 1
 - Phase to be released: Liquid (selected in the dropdown menu)
- Modelling of mixtures:** Multi or pseudo-component modelling: (PC modelling) (selected in the dropdown menu).

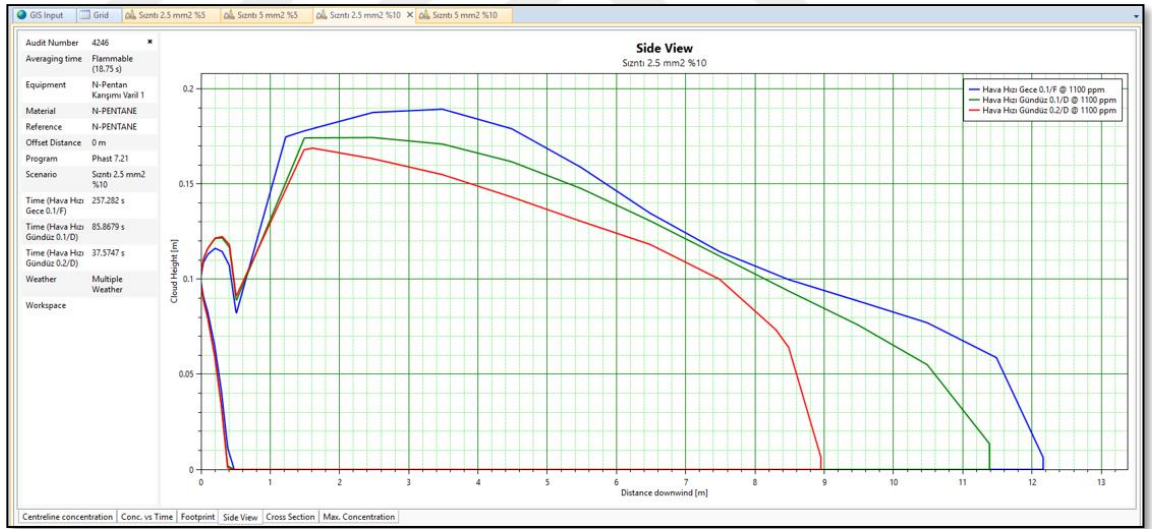
Şekil 3: nPentanlı Ürün Bulunan Varilin içinde bulunduğu miktar

Depo alanında n-Pentan Varil içerisinde olacak şekilde depolanmaktadır. Her varilde ortalama 250 kg n-Pentan vardır. Modelleme yapılırken bir varilin forklift çatalının çarpması sonucunda yırtılmasından dolayı karşımıza çıkacak olan sonucu analiz etmekteyiz.



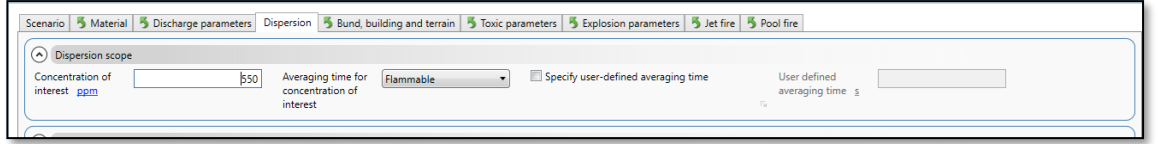
Şekil 4: n-Pentan LFL (%10 / 5mm²) göre sonuç grafiği

Varilden 5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %10'luk değerine yani LFL'sinin 0.11'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuçtur.



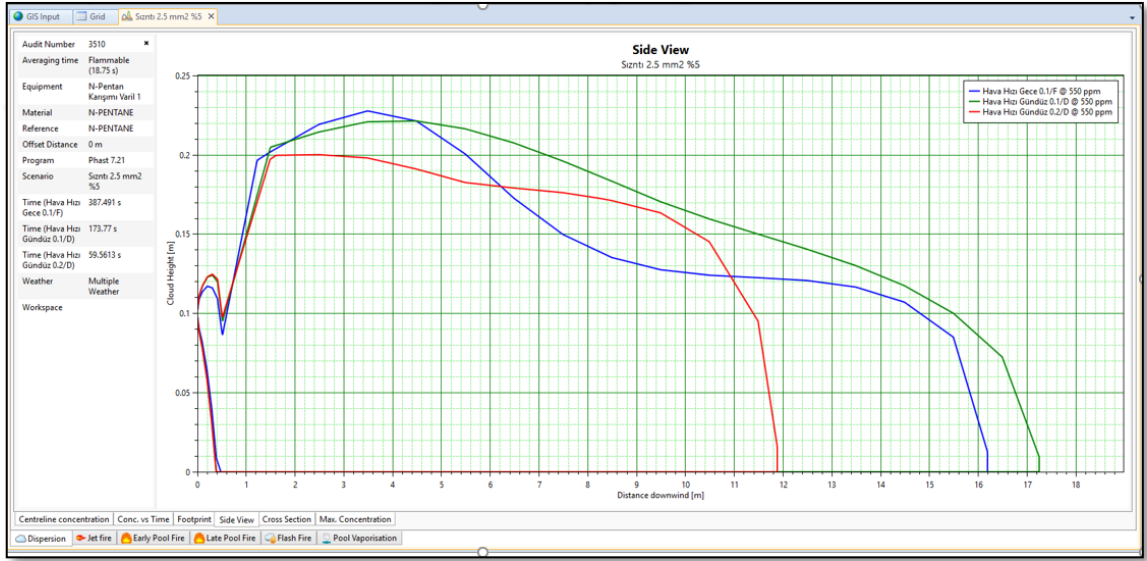
Şekil 5: n-Pentan 2,5 mm² Sızıntı LFL'nin %10'una göre sonuç grafiği

Varilden 2,5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %10'luk değerine yani LFL'sinin 0.11'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuçtur.



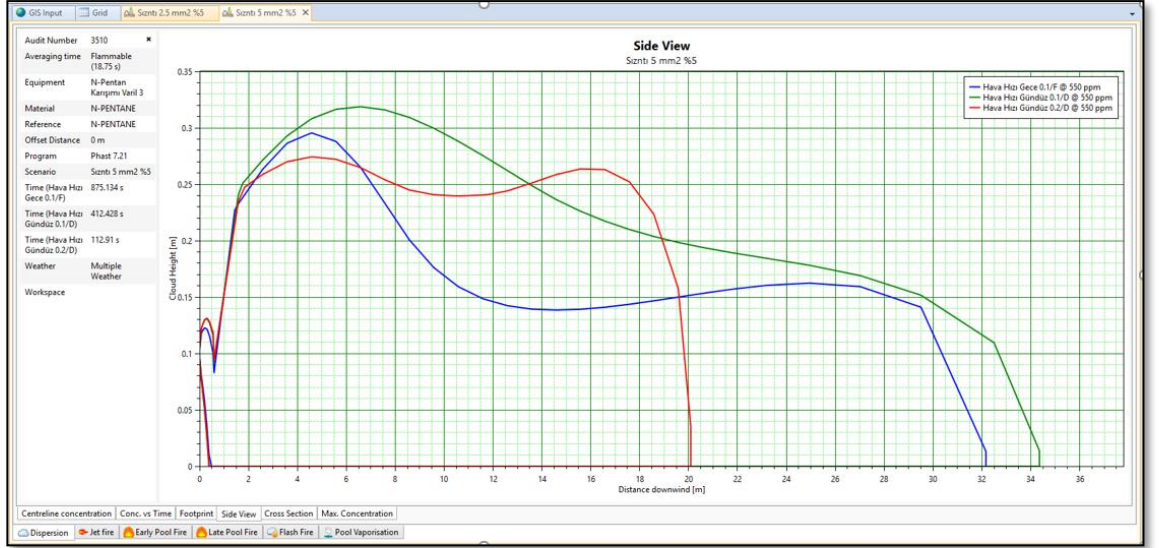
Şekil 6: n-Pentan %5'e göre nasıl belirlendiği bilgi

n-Pentanın PPM seviyesinin %5 değerlere set edildiği gösterilmektedir.



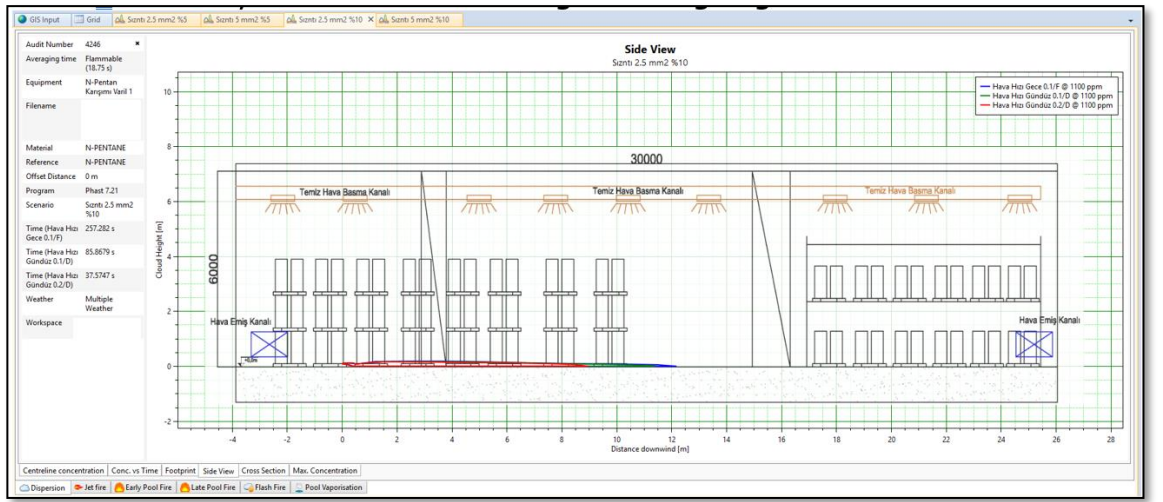
Şekil 7: n-Pentan 2,5 mm2 Sızıntı %5'ine göre sonuç grafiği

Varilden 2,5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %5'lik değerine yani LFL'sinin 0.055'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuçtur.



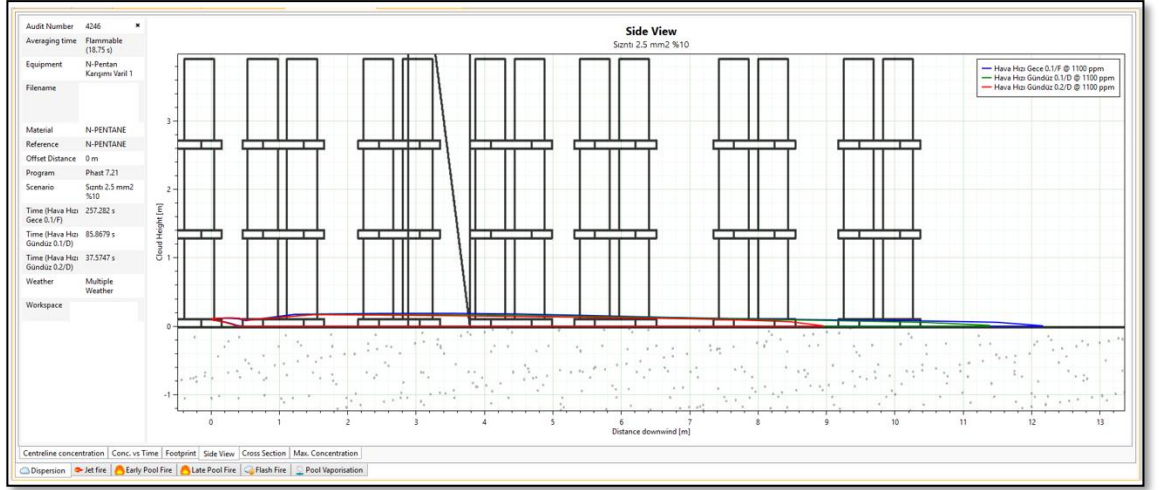
Şekil 8: n-Pentan 5 mm² Sızıntı %5'ine göre sonuç grafiği

Varilden 5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %5'lik değerine yani LFL'sinin 0.055'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuçtur



Şekil 9: n-Pentan 2,5 mm² Sızıntı %10'una göre kesit grafiğinin daha detaylı görüntüsü

Varilden 2,5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %10'luk değerine yani LFL'sinin 0.11'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonucun teknik resim üzerinde yatayda yapmış olduğu görseldir.



Şekil 10: n-Pentan 2,5 mm² Sızıntı %10'una göre kesit grafiği daha detaylı görüntüsü

Varilden 2,5 mm² kesitte bir yırtılma olursa ve detektörümüz n-Pentanı Alt Patlama Limitinin (LFL) %10'luk değerine yani LFL'sinin 0.11'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonucun teknik resim üzerinde yatayda yapmış olduğu görseldir.

Ayrıca Tablo 2 ve 3 de, X Fabrikası ile ilgili Patlamadan Korunma Dokümanı Editör programı yardımı ile n – Pentan için; LFL değerinde ve LFL değerinin %25 değerine set edilerek ayrı ayrı hesaplamalar yapılmış olup aşağıda paylaşılmıştır.

Yapılan hesaplamalar LFL değerinin %25 lik değerine set edildiğinde Tehlikeli alanın daha uzak mesafelerde olduğu gözlemlenmektedir.

| Bölüm Parametreleri | |
|----------------------------|-----------------------|
| Bölüm Adı | : Depo Alanı |
| Alan Türü | : Kapalı |
| Hacim (V0) | : 2160 m ³ |

Şekil 11: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre modellenmesi

Tehlikeli Madde Parametreleri :

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Madde | : n-pentan |
| Madde Türü | : Gaz |
| Molekül Ağırlığı (M) | : 72,15 Kg / Kmol |
| Alt Parlama Sınırı (LFL) | : 0,00275 vol / vol |
| Yer Çekimi İvmesi (g) | : 9,81 m/sn ² |

Salım Kaynağı Parametreleri (Gaz) :

| | |
|----------------------------------|--|
| Tanım | : Varilden Sızıntı LFL %25 (0.275) |
| Salım Derecesi | : Birincil Dereceli |
| Salım Faktörü (C _d) | : 0,95 |
| Kap içerisindeki Basınç (P) | : 200000 Pa |
| Açıklık Miktarı (S) | : 5 mm ² |
| Sıkıştırma Faktörü (Z) | : 1 |
| Mutlak Sıcaklık (Kap) (T) | : 303K |
| Evrensel Gaz Sabiti (R) | : 8314 JKmol ⁻¹ , K ⁻¹ |
| Molekül Ağırlığı (M) | : 72,15 Kg / Kmol |
| Not | : |

Salım Kaynağı Değerlendirme ve Notları :**Kritik Basınç (P_c) :**

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Atmosferik basınç (P _a) | : 101325 Pa |
| Politropik indeks (γ) | : 1,09 |

$$P_c = P_a \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma - 1)}$$

$$P_c = 101325 \left(\frac{1,09 + 1}{2} \right)^{\frac{1,09}{1,09 - 1}}$$
$$= 170636,023469648 \text{ Pa}$$

Salım Hızı (P > P_c)

$$W_g = C_d \cdot S \cdot P \sqrt{\gamma \frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)}} \quad (\text{kg / sn})$$

$$W_g = \frac{0,95 \cdot 5 \cdot 200000}{10^6} \sqrt{1,09 \frac{72,15}{1 \cdot 8314 \cdot 303} \left(\frac{2}{1,09 + 1} \right)^{\frac{1,09 + 1}{1,09 - 1}}}$$
$$= 0,00318395796301674 \text{ kg / sn}$$

Şekil 12: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü.

Gaz Yoğunluğu

$$\rho_g = \frac{P_a \cdot M}{R \cdot T_a} \quad \text{kg / m}^3$$

$$\begin{aligned} \rho_g &= \frac{100127 \cdot 72,15}{8314 \cdot 293} \\ &= 2,96558174008067 \quad \text{kg / m}^3 \end{aligned}$$

Hacimsel Salım Oranı

$$\begin{aligned} Q_g &= \frac{W_g}{\rho_g} \quad \text{m}^3 / \text{sn} \\ &= \frac{0,0031839579630167}{2,96558174008067} \\ &= 0,00107363689221061 \quad \text{m}^3 / \text{sn} \end{aligned}$$

Arka Plan Derişimi

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{f \times Q_g}{Q_g + Q_1} = \frac{f \times Q_g}{Q_2} \quad \text{vol / vol} \\ &= \frac{1 \cdot 0,00107363689221061}{1,1} \\ &= 0,000976033538373281 \quad \text{vol / vol} \end{aligned}$$

Kritik Derişim

$$\begin{aligned} X_{\text{crt}} &= 0,25 \times \text{LFL} \\ &= 0,25 \cdot 0,275 / 100 \\ &= 0,0006875 \quad \text{vol / vol} \end{aligned}$$

Seyreltme Derecesi

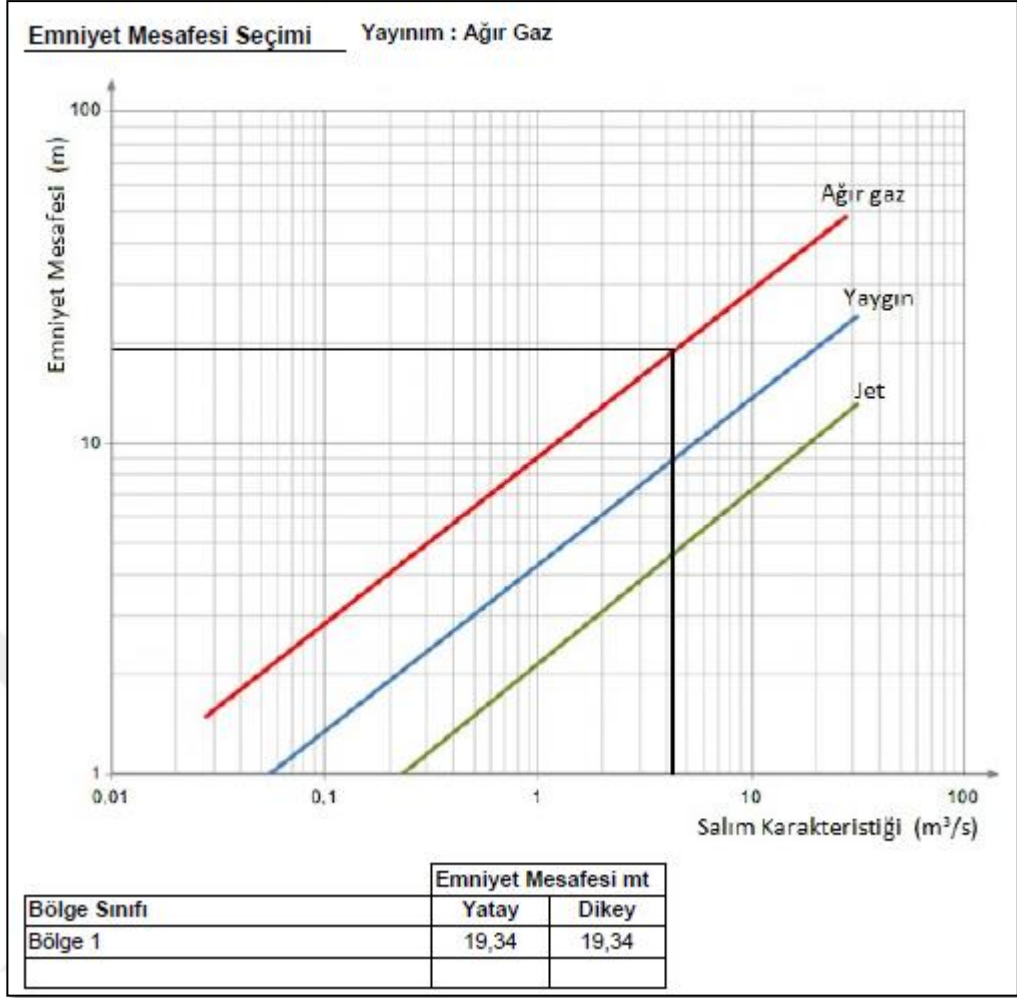
Arka plan derişimi kritik derişimden büyüktür.

Havalandırmanın Etkisi : **Düşük Seyreltme**

Tehlikeli Bölge Seçimi

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Salım Derecesi | : Birincil Dereceli |
| Seyreltme Derecesi | : Düşük Seyreltme |
| Havalandırmanın Emre Amadeliği | : Vasat |

Şekil 13: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre seyreltme derecesi hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 14: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL %25 (0.275'e) göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü.

| <u>Tehlikeli Madde Parametreleri</u> | |
|--|--|
| Madde | : n-pentan |
| Madde Türü | : Gaz |
| Molekül Ağırlığı (M) | : 72,15 Kg / Kmol |
| Alt Parlama Sınırı (LFL) | : 0,011 vol / vol |
| Yer Çekimi İvmesi (g) | : 9,81 m/sn ² |
| <u>Salım Kaynağı Parametreleri (Gaz)</u> | |
| Tanım | : Varilden Sızıntı LFL 1.1 |
| Salım Derecesi | : İkincil Dereceli |
| Salım Faktörü (C_d) | : 0,95 |
| Kap içerisindeki Basınç (P) | : 200000 Pa |
| Açıklık Miktarı (S) | : 5 mm ² |
| Sıkıştırma Faktörü (Z) | : 1 |
| Mutlak Sıcaklık (Kap) (T) | : 303K |
| Evrensel Gaz Sabiti (R) | : 8314 JKmol ⁻¹ , K ⁻¹ |
| Molekül Ağırlığı (M) | : 72,15 Kg / Kmol |
| Not | : |
| <u>Salım Kaynağı Değerlendirme ve Notları :</u> | |

Şekil 15: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre modellenmesi

Kritik Basınç (P_c) :

Atmosferik basınç (P_a) : 101325 Pa
 Polítropik indeks (γ) : 1,09

$$P_c = P_a \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma - 1)}$$

$$P_c = 100127 \left(\frac{1,09 + 1}{2} \right)^{\frac{1,09}{1,09 - 1}}$$

$$= 170636,023469648 \text{ Pa}$$

Salım Hızı (P > P_c)

$$W_g = C_d \cdot S \cdot P \sqrt{\gamma \frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)}} \quad (\text{kg / sn})$$

$$W_g = \frac{0,95 \cdot 5 \cdot 200000}{10^6} \sqrt{1,09 \frac{72,15}{1 \cdot 8314 \cdot 303} \left(\frac{2}{1,09 + 1} \right)^{\frac{1,09 + 1}{1,09 - 1}}}$$

$$= 0,00318395796301674 \text{ kg / sn}$$

Gaz Yoğunluğu

$$\rho_g = \frac{P_a \cdot M}{R \cdot T_a} \quad \text{kg / m}^3$$

$$\rho_g = \frac{100127 \cdot 72,15}{8314 \cdot 293}$$

$$= 2,96558174008067 \quad \text{kg / m}^3$$

Hacimsel Salım Oranı

$$Q_g = \frac{W_g}{\rho_g} \quad \text{m}^3 / \text{sn}$$

$$= \frac{0,0031839579630167}{2,96558174008067}$$

$$= 0,00107363689221061 \quad \text{m}^3 / \text{sn}$$

Şekil 16: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre salım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü.

Arka Plan Derişimi

$$X_b = \frac{f \times Q_g}{Q_g + Q_1} = \frac{f \times Q_g}{Q_2} \quad \text{vol / vol}$$
$$= \frac{1 \cdot 0,00107363689221061}{1,1}$$
$$= 0,000976033538373281 \text{ vol / vol}$$

Kritik Derişim

$$X_{\text{crit}} = 0,25 \times \text{LFL}$$
$$= 0,25 \cdot 1,1 / 100$$
$$= 0,00275 \text{ vol / vol}$$

Seyreltme Derecesi

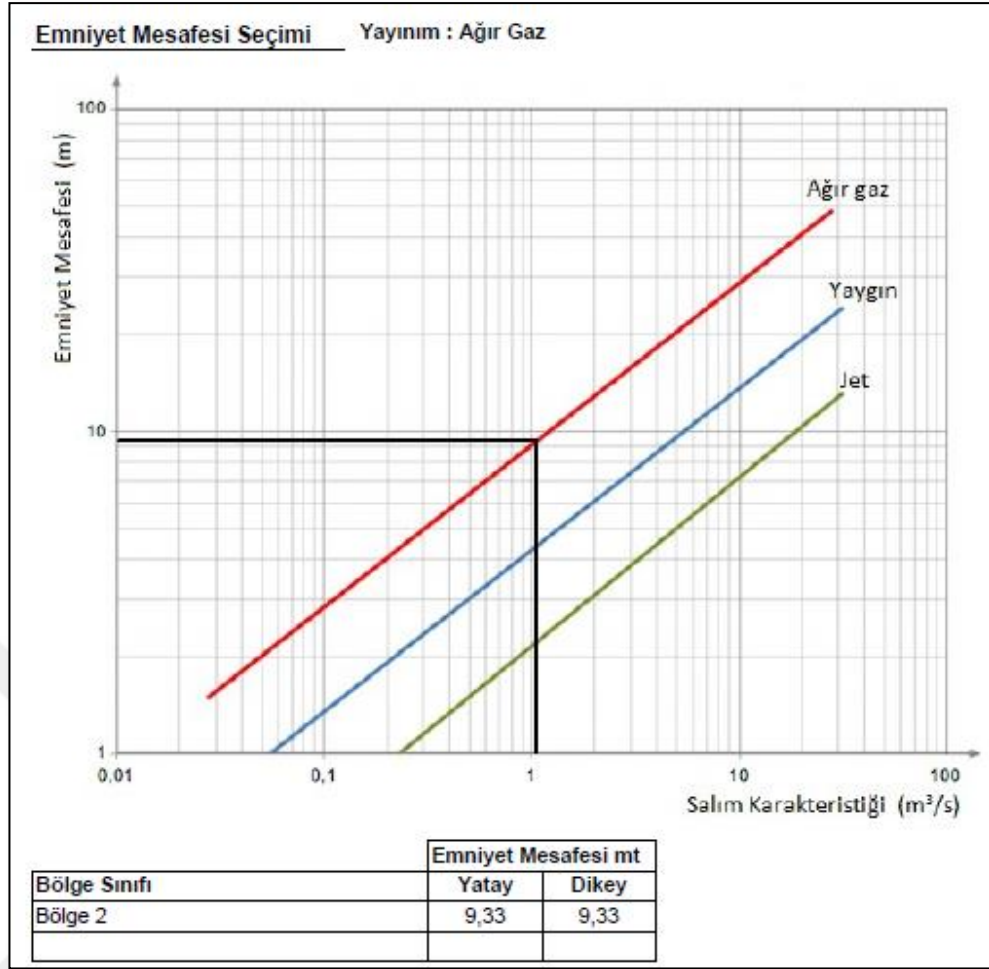
Arka plan deriřimi kritik deriřimden dūřüktür.

Havalandırmanın Etkisi : **Yüksek Seyreltme**

Tehlikeli Bölge Seçimi

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Salım Derecesi | : Birincil Dereceli |
| Seyreltme Derecesi | : Yüksek Seyreltme |
| Havalandırmanın Emre Amadeliliği | : Vasat |

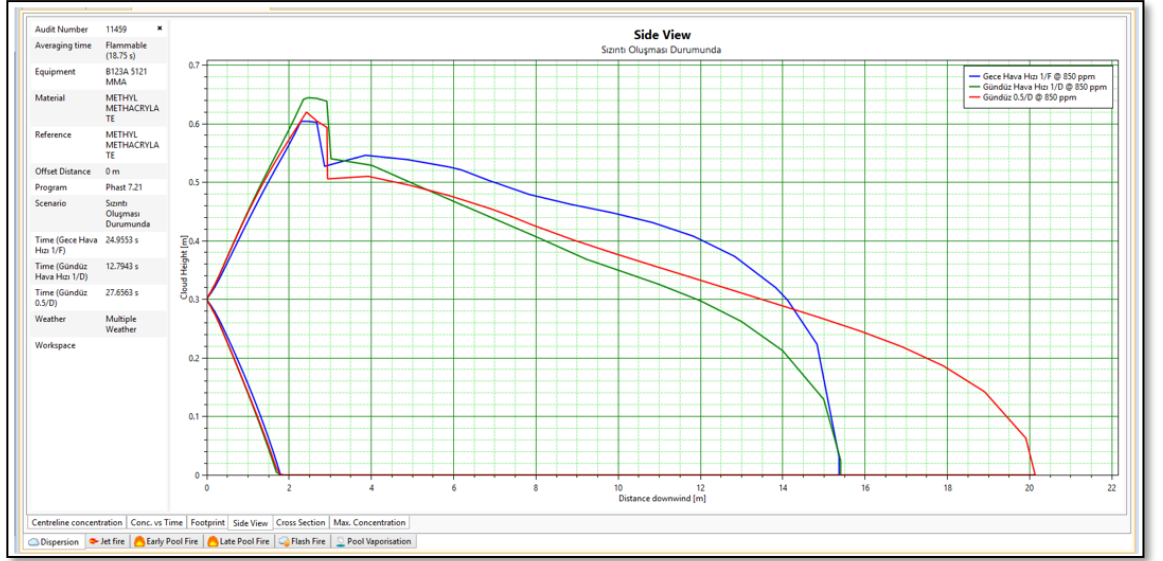
şekil 17: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre seyreltme derecesi hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 18: Meditek PKD 2 Editöründe n-Pentanın LFL 1.1'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü.

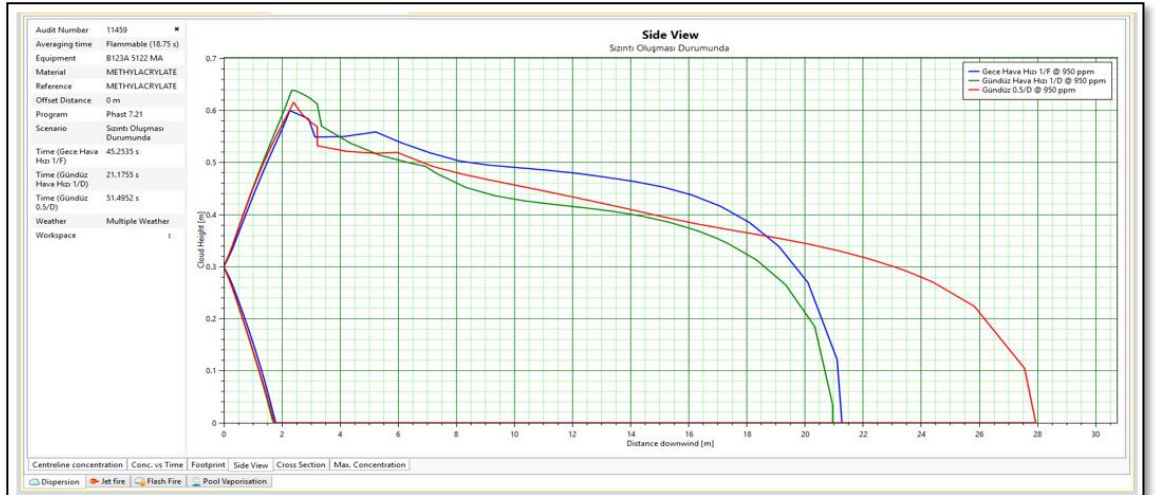
4.2. Y Fabrikasından Alınan Verilerin Phast 7.2 Programında Modellenmesi

Y Fabrikasında daha önceden kurulumları yapılan ve mevcutta kullanılan gaz detektörlerini modelleme yapılarak yeterliliği değerlendirilecektir. Yapılan çalışmada detektör sayıları tespit edilerek mevcut durum ile kıyaslama yapılacaktır.



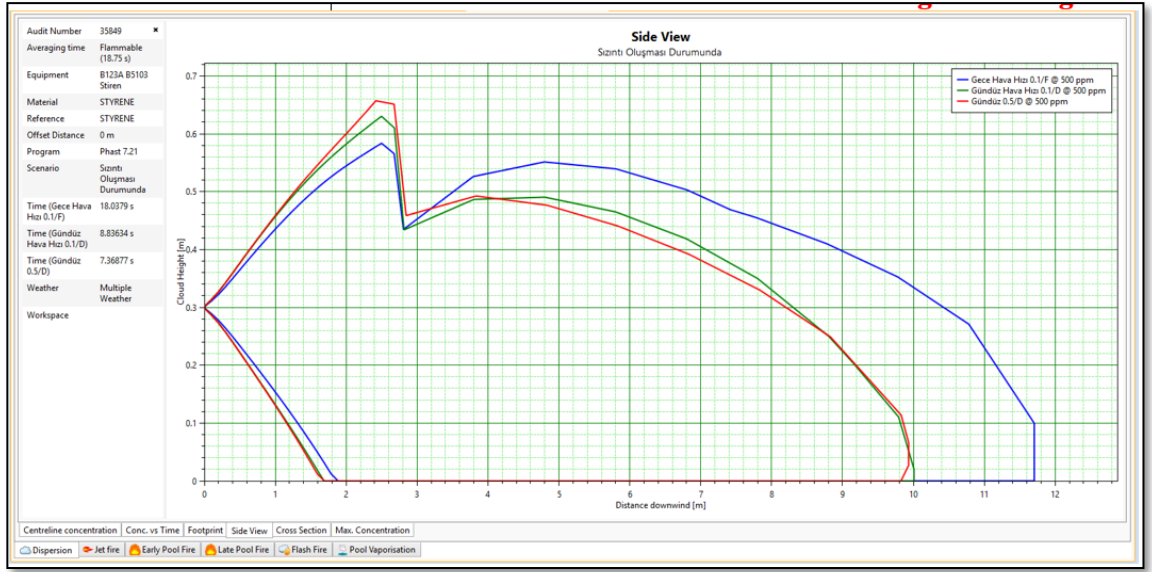
Şekil 19: Tank Sahasında Metil Metakrilat (MMA) Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek metil metakrilatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 850 ppm'de en kötü durumda dahi 15 m içerisinde algılama yapılabilir.



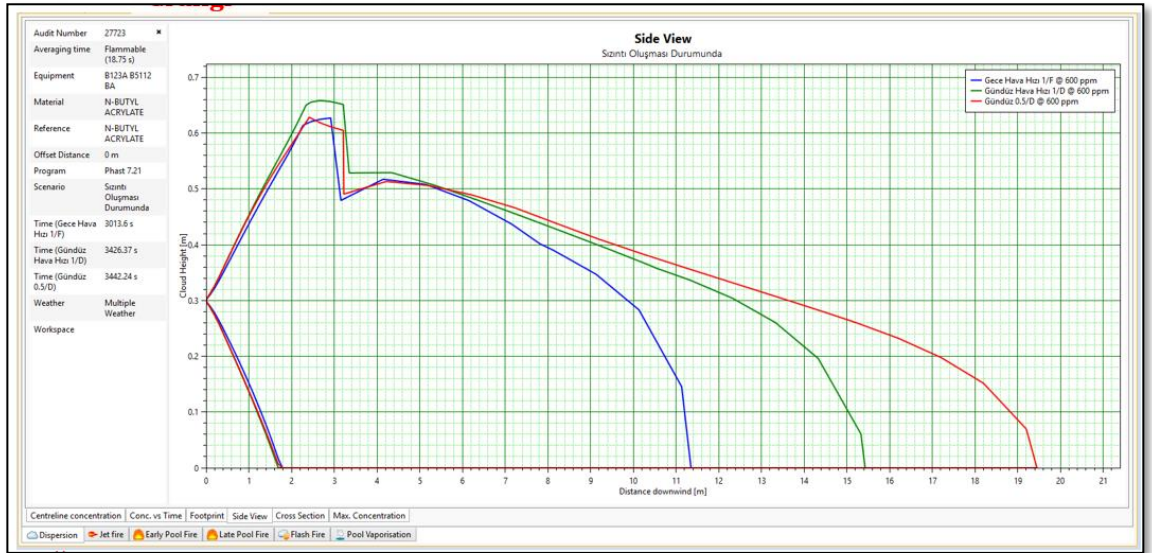
Şekil 20: Tank Sahası Metakrilat (MA) Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek metil metakrilatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 950 ppm'de en kötü durumda dahi 20 m içerisinde algılama yapılabilir.



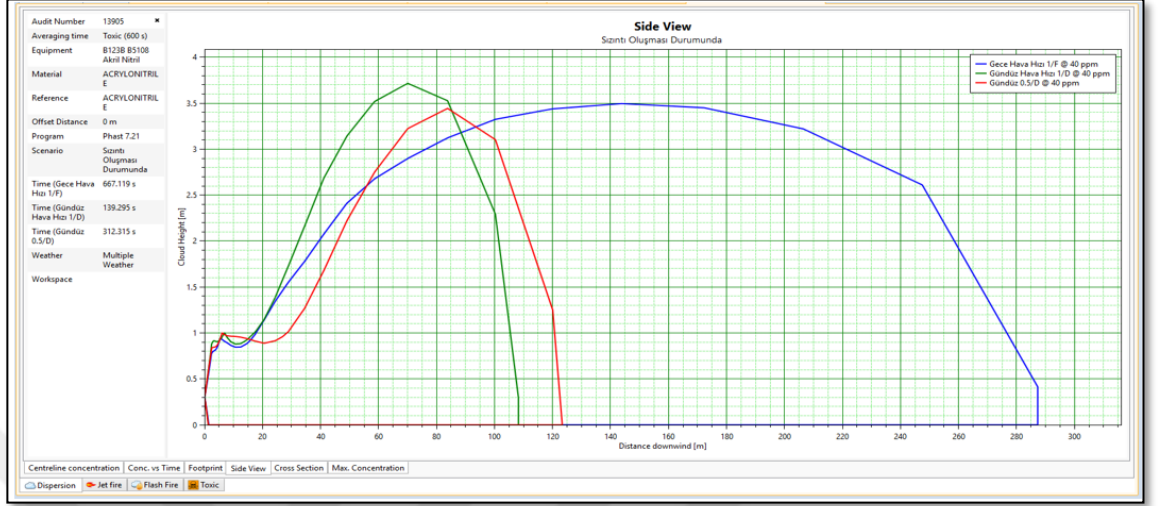
Şekil 21: Tank Sahası Stiren Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Stiren yanıcılık özelliği dikkate alınarak 500 ppm'de en kötü durumda dahi 7 m içerisinde algılama yapılabilir.



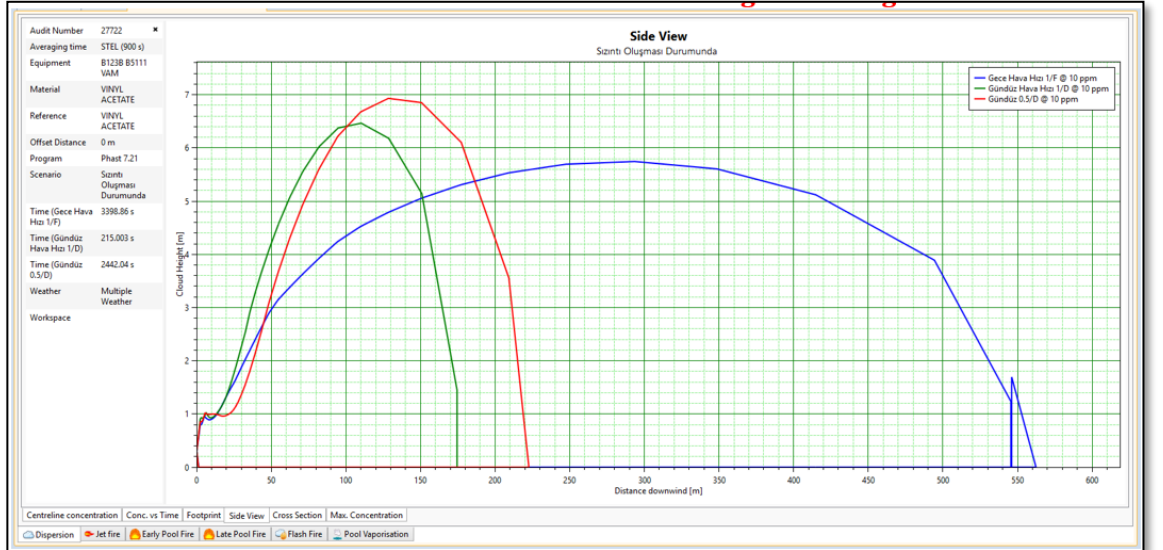
Şekil 22: Tank Sahası N Butil Akrilat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek n-Butil Akrlatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 600 ppm'de en kötü durumda dahi 11 m içerisinde algılama yapılabilir.



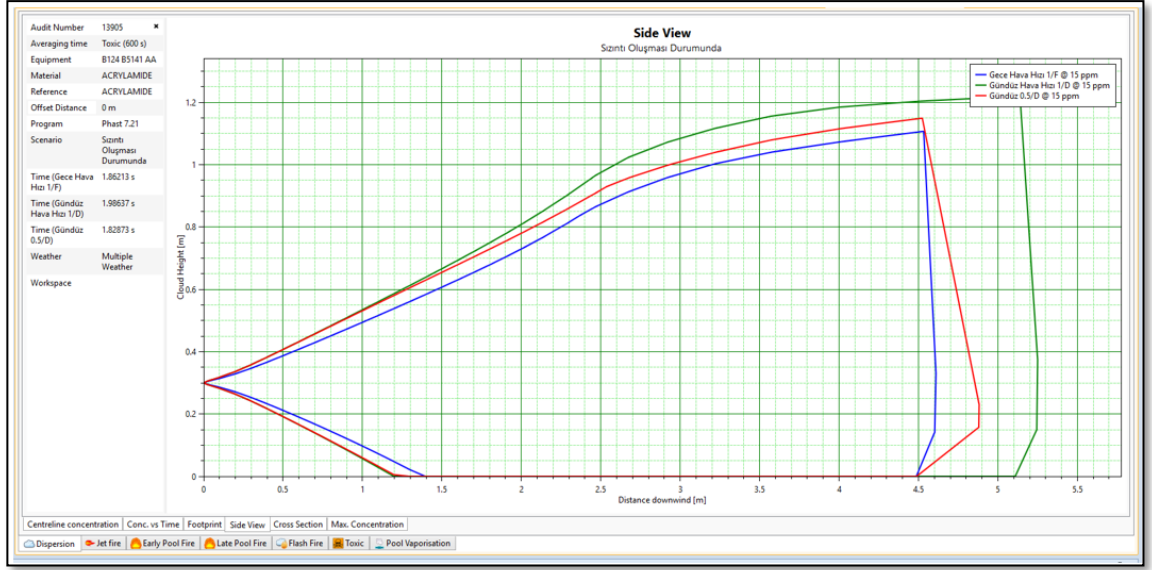
Şekil 23: Akril Nitril Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Akrilnitril toksik özelliği dikkate alınarak 40 ppm'de en kötü durumda dahi 100 m içerisinde algılama yapılabilir.



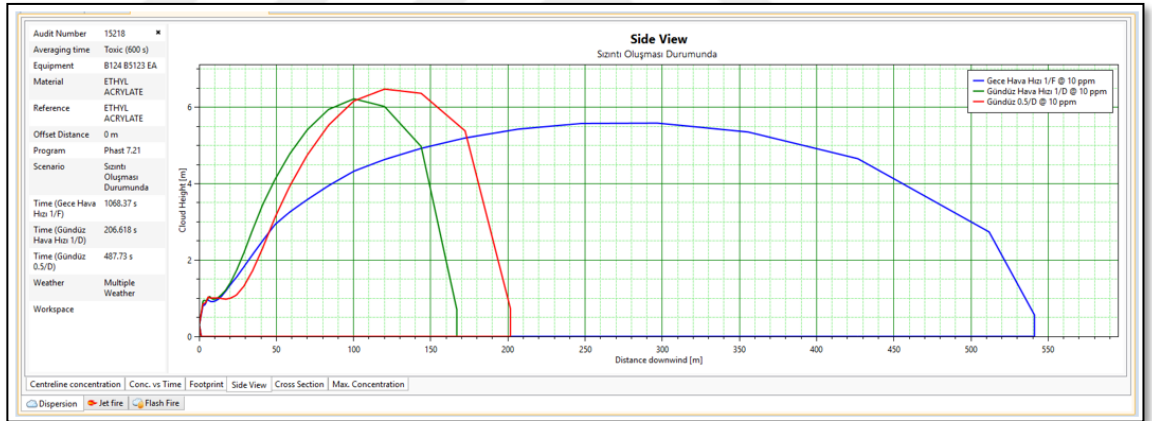
Şekil 24: Vinil Asetat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Vinil Asetat toksik özelliği dikkate alınarak 10 ppm'de en kötü durumda dahi 170 m içerisinde algılama yapılabilir.



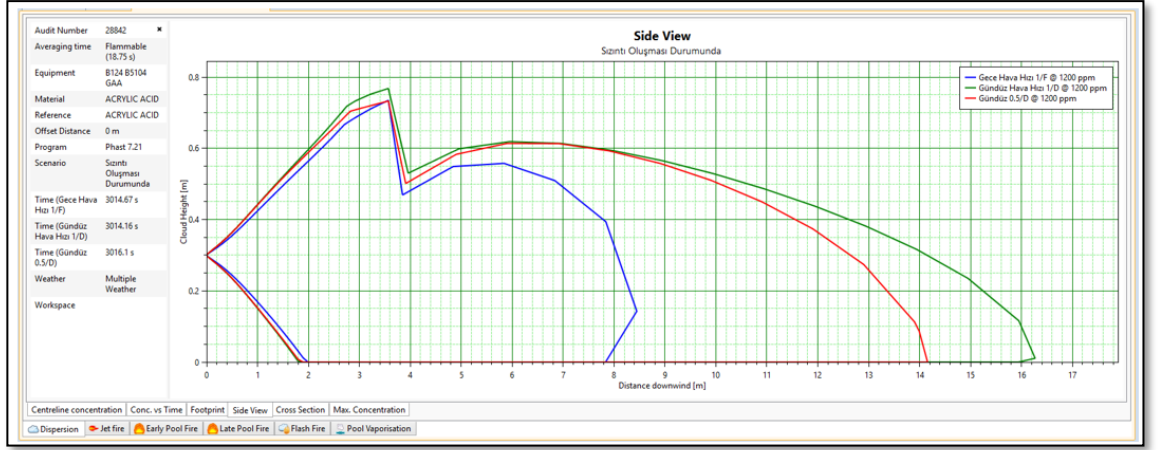
Şekil 25: Akrilamid Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek toksik özelliği dikkate alınarak 15 ppm'de en kötü durumda dahi 4.5 m içerisinde algılama yapılabilir.



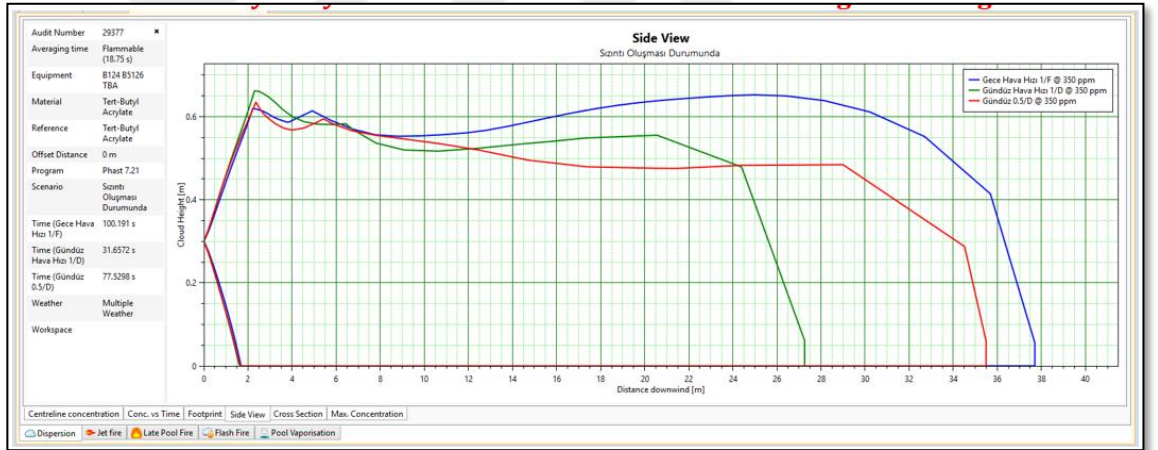
Şekil 26: Etil Akrilat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek etil akrilat toksik özelliği dikkate alınarak 10 ppm'de en kötü durumda dahi 150 m içerisinde algılama yapılabilir.



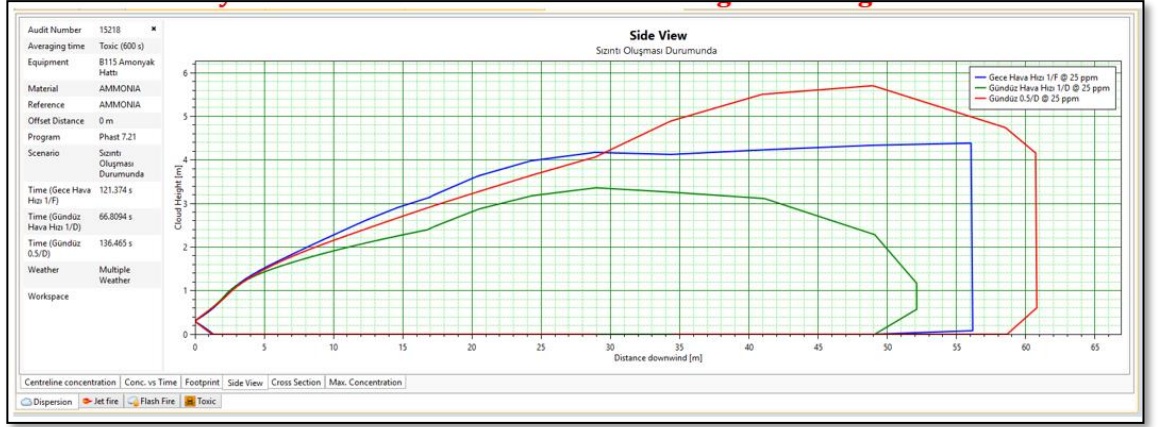
Şekil 27: Acrylic Acid Glacial Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek akrilik asit yanıcılık özelliği dikkate alınarak 1200 ppm'de en kötü durumda dahi 8 m içerisinde algılama yapılabilir.



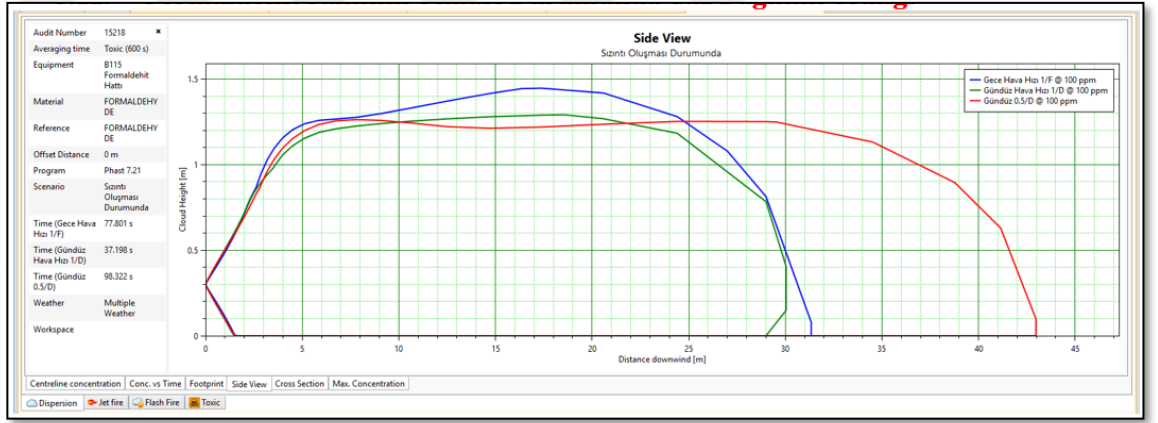
Şekil 28: Tert-Butyl Acrylate Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Tert-Butyl Acrylate yanıcılık özelliği dikkate alınarak 350 ppm'de en kötü durumda dahi 26 m içerisinde algılama yapılabilir.



Şekil 29: Amonyak Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek toksik özelliği dikkate alınarak 25 ppm'de en kötü durumda dahi 50 m içerisinde algılama yapılabilir.



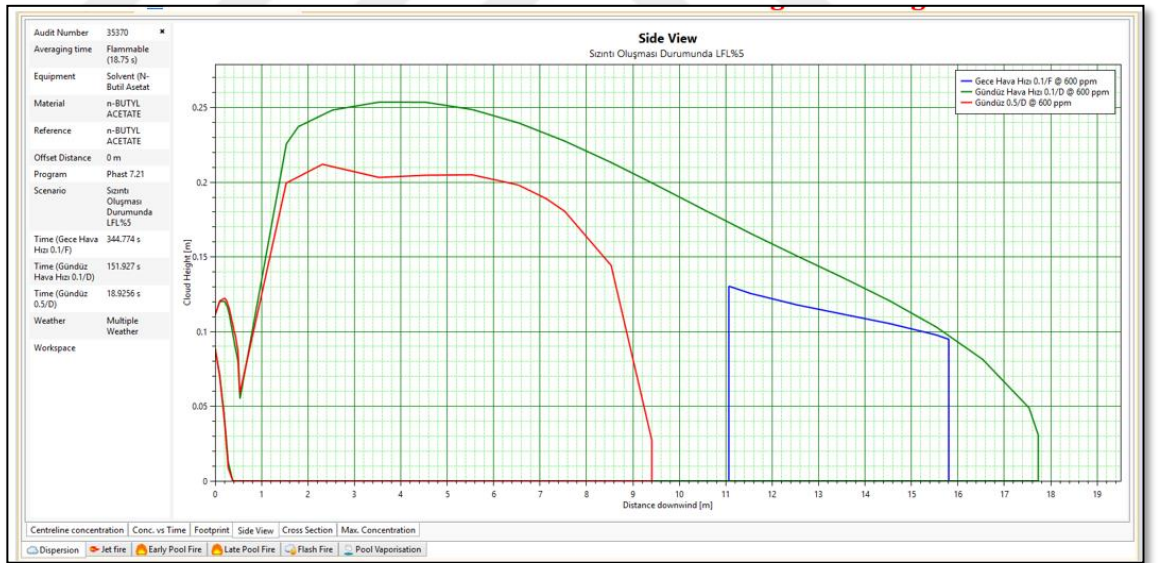
Şekil 30: Formaldehit Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek formaldehit özelliği dikkate alınarak 100 ppm'de en kötü durumda dahi 30 m içerisinde algılama yapılabilir.



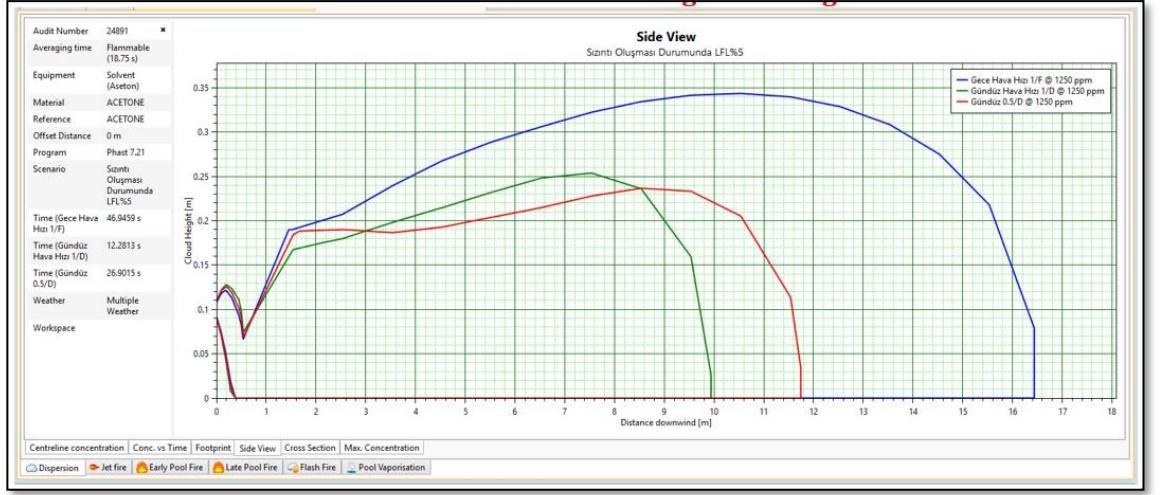
Şekil 31: Solvent Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek solventin özelliği dikkate alınarak 2000 ppm'de en kötü durumda dahi 7 m içerisinde algılama yapılabilir.



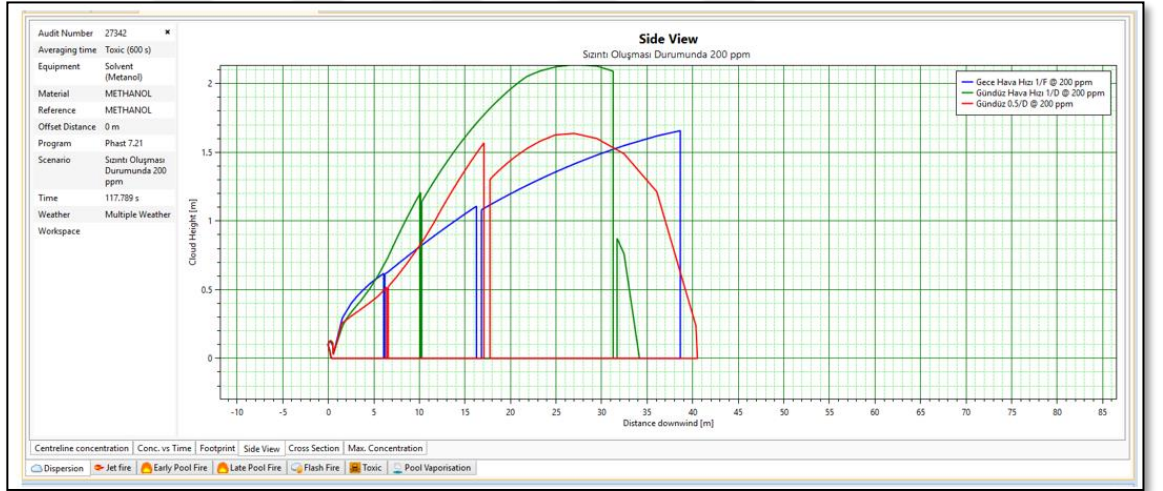
Şekil 32: n-Butil Asetat Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek n-butil asetat yanıcılık özelliği dikkate alınarak 600 ppm'de en kötü durumda dahi 9,5 m içerisinde algılama yapılabilir.



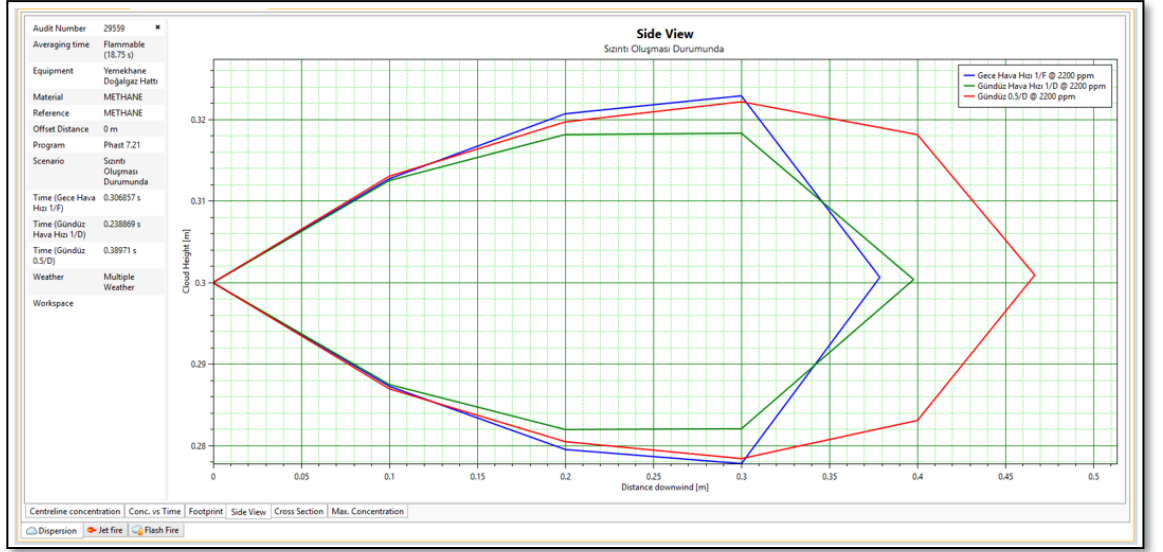
Şekil 33: Aseton Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Asetonun yanıcılık özelliği dikkate alınarak 1250 ppm'de en kötü durumda dahi 10 m içerisinde algılama yapılabilir.



Şekil 34: Metanol Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Metanolün toksik özelliği dikkate alınarak 200 ppm'de en kötü durumda dahi 30 m içerisinde algılama yapılabilir.



Şekil 35: Doğalgaz Salınımı Olması Durumunda Gaz Dağılımı Grafiği

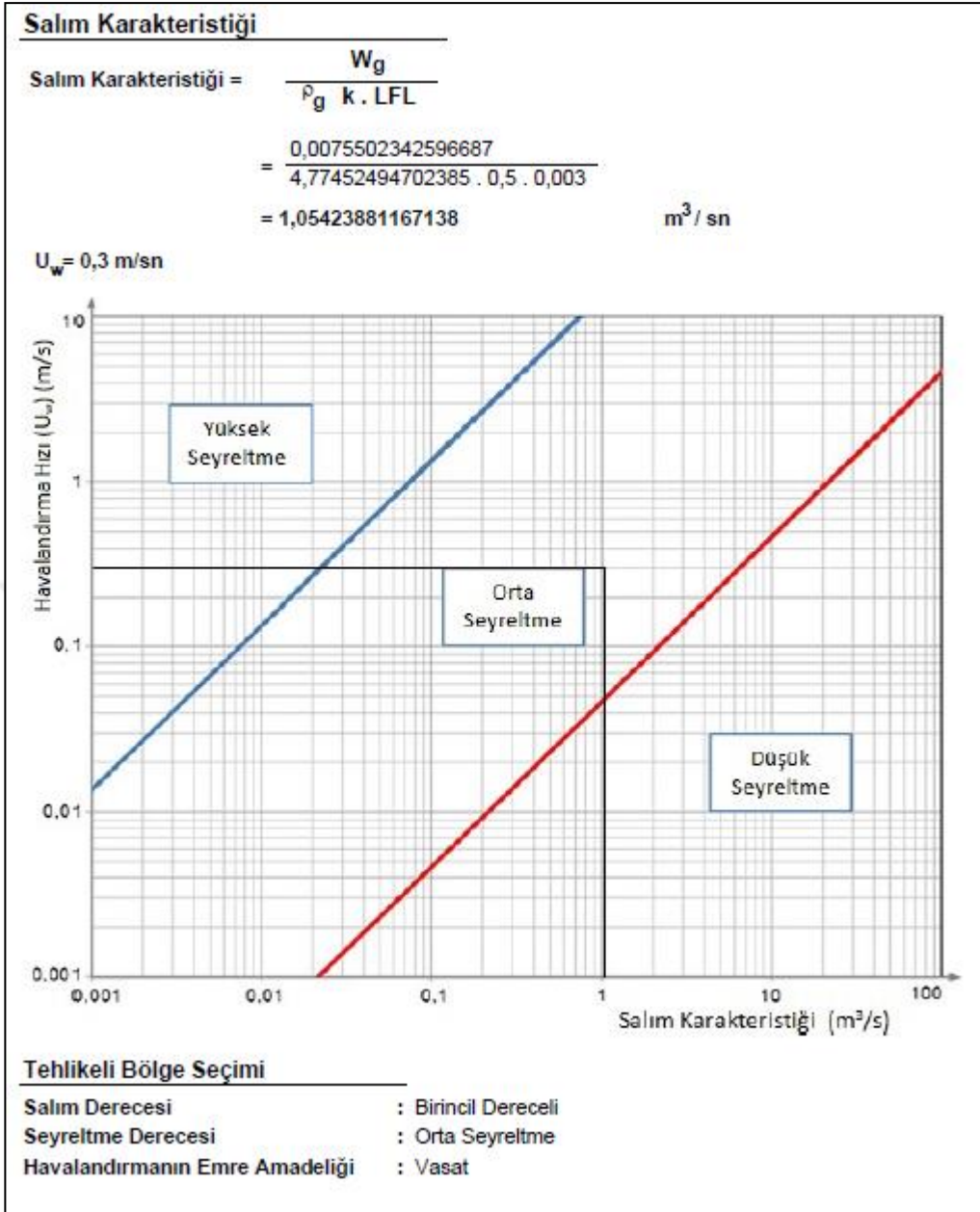
0.25 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek doğalgazın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 2200 ppm'de en kötü durumda dahi 35 cm içerisinde algılama yapılabilir.

| Bölüm Parametreleri | |
|----------------------------|-----------------------|
| Bölüm Adı | : Tank Sahası |
| Alan Türü | : Açık |
| Hacim (V0) | : 3400 m ³ |

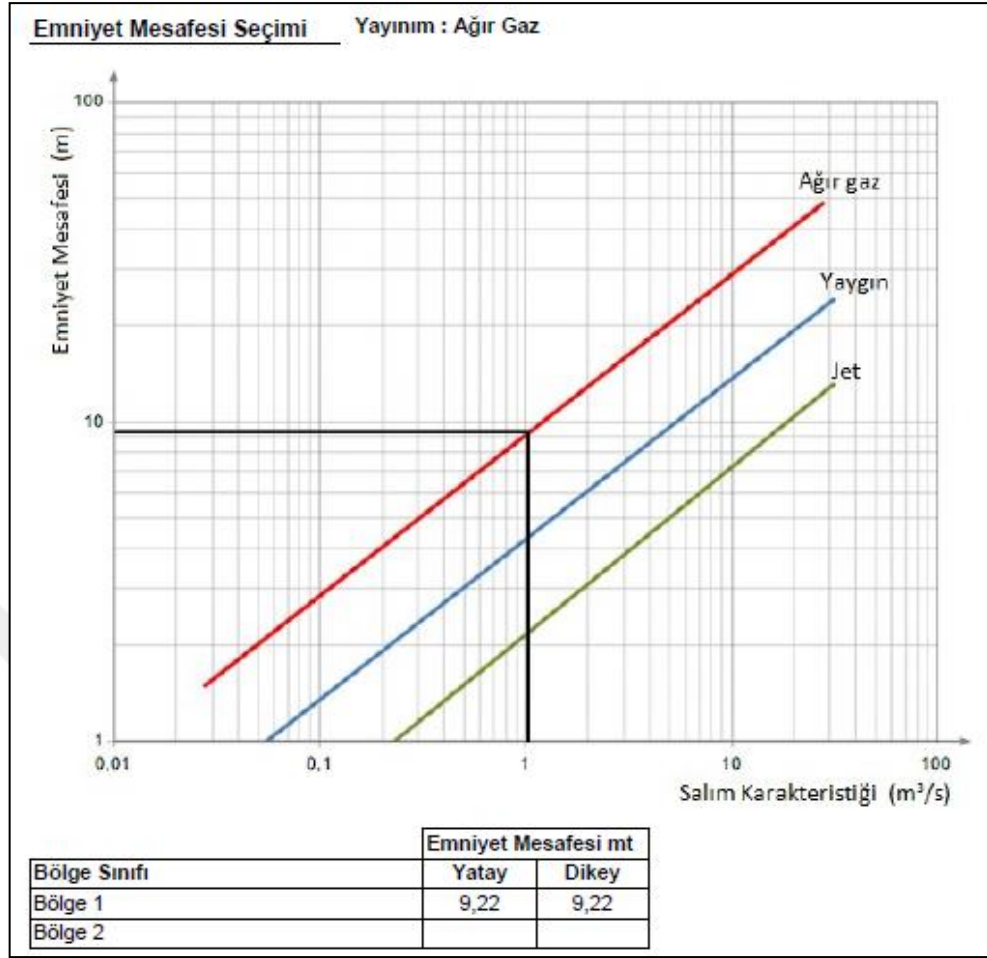
Şekil 36: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre modellenmesi

| Tehlikeli Madde Parametreleri : | |
|--|--|
| Madde | : Asetikasit-n-butilester (=n-butilasetat) (=n-butilasetikasitesteri) (=butiletanat) |
| Madde Türü | : Sıvı |
| Molekül Ağırlığı (M) | : 116,16 Kg / Kmol |
| Alt Parlama Sınırı (LFL) | : 0,003 vol / vol |
| Yer Çekimi İvmesi (g) | : 9,81 m/sn ² |
| Salım Kaynağı Parametreleri (Sıvı) (Delik) : | |
| Tanım | : Sızıntı oluşması durumu LFL %25 (0,3) |
| Salım Türü | : Delikten |
| Salım Derecesi: | : Birincil Dereceli |
| Salım Faktörü (C_d) | : 0,95 |
| Delik Kesit Alanı (S) | : 0,25 . 10 ⁻⁶ m ² |
| Ortam Basıncı (P_a) | : 101325 Pa |
| Basıncı Kap (P) | : 500000 Pa |
| Yoğunluk (ρ) | : 882 kg/m ³ |
| Yükseklik Farkı (ΔH) | : 20 m |
| Not | : |
| Basıncı Farkı : | |
| $\Delta P = \Delta P_v + \rho \cdot g \cdot \Delta H = (500000 - 101325) + 882 \cdot 9,81 \cdot 20 = 572921,4 \text{ Pa}$ | |
| Salım Kaynağı Değerlendirme ve Notları : | |
| Salım Oranı (Sıvı) | |
| $W = C_d S \sqrt{2 \rho \Delta P} \quad (\text{kg / sn})$ | |
| $W = \frac{0,95 \cdot 0,25}{10^6} \sqrt{2 \cdot 882 \cdot 572921,4} \quad \times \% 100 \quad (\text{Sıvı \%100 buharlaştığı kabul edilirse})$ | |
| $= 0,0075502342596687 \text{ Kg / s}$ | |
| Gaz Yoğunluğu | |
| $\rho_g = \frac{P_a \cdot M}{R \cdot T_a} \quad \text{kg / m}^3$ | |
| $\rho_g = \frac{100127 \cdot 116,16}{8314 \cdot 293}$ | |
| $= 4,77452494702385 \quad \text{kg / m}^3$ | |

Şekil 37: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 38: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 39: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL %25 (0,3)'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü.

Tehlikeli Madde Parametreleri :

Madde : Asetikasit-n-butilester (=n-butilasetat) (=n-butilasetikasitesteri) (=butiletanat)
Madde Türü : Sıvı
Molekül Ağırlığı (M) : 116,16 Kg / Kmol
Alt Parlama Sınırı (LFL) : 0,012 vol / vol
Yer Çekimi İvmesi (g) : 9,81 m/sn²

Salım Kaynağı Parametreleri (Sıvı) (Delik) :

Tanımlama : Sızıntı oluşması durumu LFL 1,2
Salım Tipi : Delikten
Salım Derecesi : İkincil Dereceli
Salım Faktörü (C_d) : 0,95
Delik Kesit Alanı (S) : 0,25 · 10⁻⁶ m²
Ortam Basıncı (P_a) : 101325 Pa
Basınç Kap (P) : 500000 Pa
Yoğunluk (ρ) : 882 kg/m³
Yükseklik Farkı (ΔH) : 20 m
Not :

Şekil 40: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre modellenmesi

Basınç Farkı _____ :

$$\Delta P = \Delta P_v + \rho \cdot g \cdot \Delta H = (500000 - 101325) + 882 \cdot 9,81 \cdot 20 = 572921,4 \text{ Pa}$$

Salım Kaynağı Değerlendirme ve Notları : _____

Salım Oranı (Sıvı) _____

$$W = C_d S \sqrt{2 \rho \Delta P} \quad (\text{kg/sn})$$

$$W = \frac{0,95 \cdot 0,25}{10^6} \sqrt{2 \cdot 882,00 \cdot 572921,4} \times \% 100 \quad (\text{Sıvı \%100 buharlaştığı kabul edilirse})$$

$$= 0,0075502342596687 \text{ Kg / s}$$

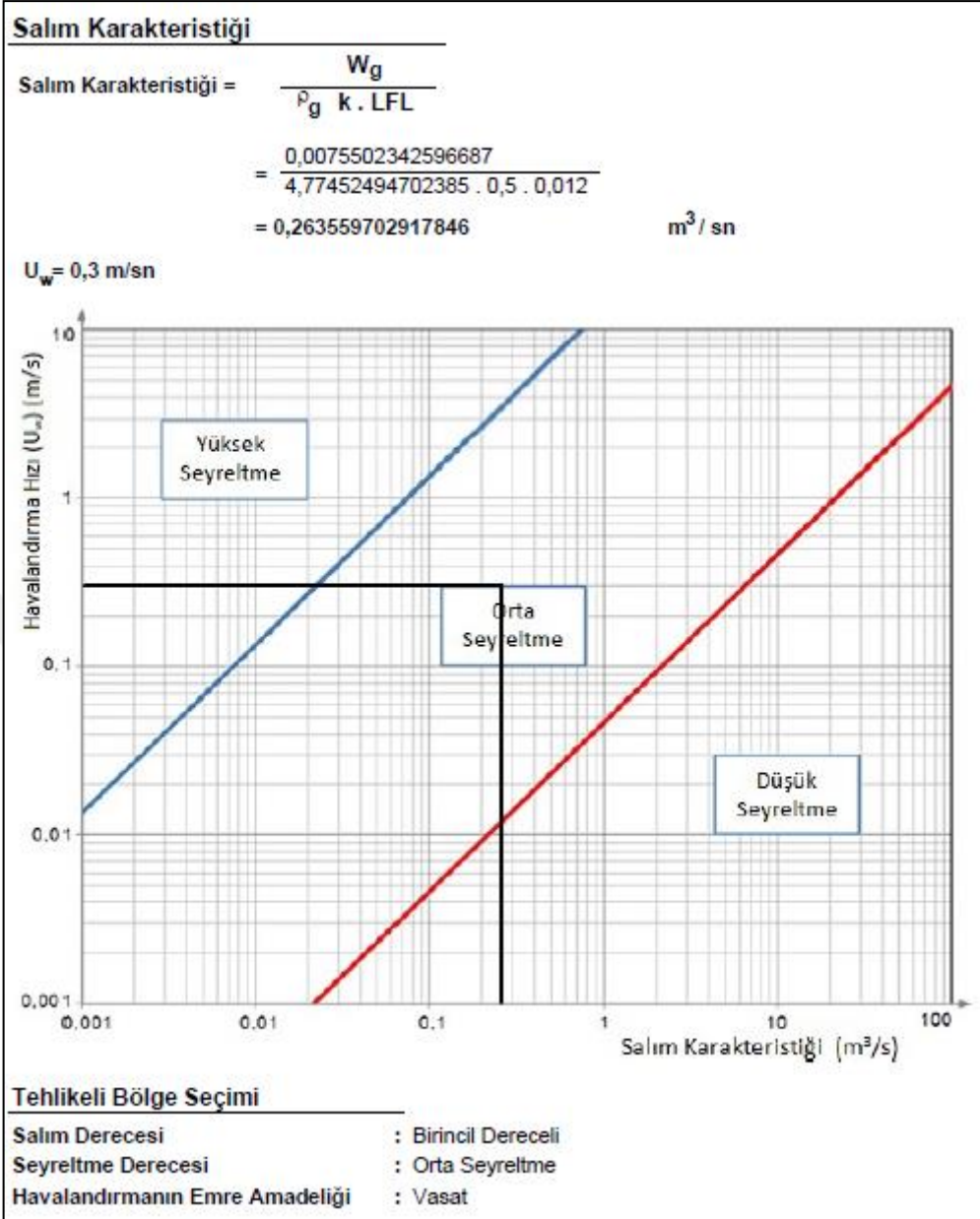
Gaz Yoğunluğu _____

$$\rho_g = \frac{P_a \cdot M}{R \cdot T_a} \quad \text{kg / m}^3$$

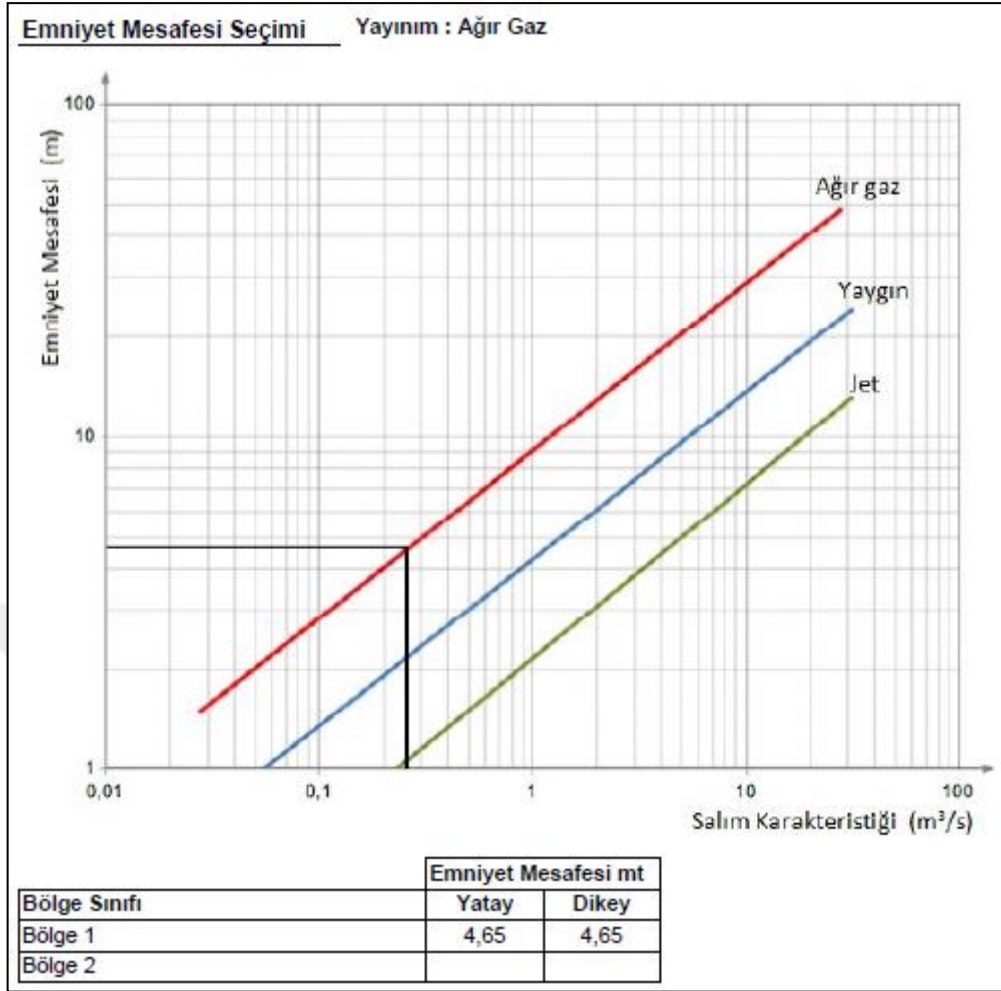
$$\rho_g = \frac{100127 \cdot 116,16}{8314 \cdot 293}$$

$$= 4,77452494702385 \quad \text{kg / m}^3$$

Şekil 41: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre salınım kaynakları hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 42: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre seyrelme derecesi hesaplama ekran görüntüsü.



Şekil 43: Meditek PKD 2 Editöründe n-Butil Asetat LFL 1.2'e göre emniyet mesafesi hesaplama ekran görüntüsü.

5.TARTIŞMA

Yapmış olduğumuz çalışmanın amacı yanıcı gazların bulunduğu, depolandığı ya da üretildiği alanlarda kullanılan gaz detektörlerinin konumlandırılması ile ilgilidir.

Tesislerde gördüğümüz detektörlerin konumlandırmaları yapılır iken detektör satıcısı veya saha personelleri tarafından yapılan uygulamalara bakıldığında genellikle tecrübeye dayalı montaj işlemi yapılmaktadır. Bu durum tesisin gerçekten korunduğunun bir kanıtı olmamaktadır. Oysaki gaz detektörlerinin bir konumlandırma ve kapsama alanını gösteren projelerinin olması gerekmektedir. Bu proje tesisin gerçekten korunduğunu kanıtlamalıdır.

Birçok tesiste yapmış olduğumuz keşifler sonrasında elde edilen veriler aksini söylememektedir. Tesislerde kullanılan detektörler genellikle satıcının tecrübesine dayalı olarak keşif yapılmakta. Yapılan keşif sonucunda adet belirlenerek montaj işlemi yapılmaktadır.

Daha önce yapılmış bir çalışmada, açık alanlarda kurulumları yapılacak olan detektörler ile ilgili Matlab ve Phast yazılımları kullanılmış çıkan sonuçlar kıyaslanarak detektörlerin konumları proje aşamasında belirlenmeye çalışılmıştır (Badri, 2016).

Ayrıca gaz detektörlerinin seçimi, montajı, projelendirilmesi ve bakım gibi gereksinimler hakkında bilgilendirme yapan TS EN 60079-29-1, TS EN 60079-29-2, TS EN 60079-29-3, TS EN 60079-29-4 numaralı standartlar mevcuttur. Bu standartlar ışığında detektörler projelendirilerek konumları öncesinde belirlenmeli. Belirlenen alanlara montaj işlemleri gerçekleştirilmelidir.

Gaz detektörleri ile ilgili birçok tesiste aynı problemler mevcuttur. Fakat çalışmamızı iki tesis ile ilgili veriler ışığında gerçekleştirdik. Tesis yetkililerinden izin alındı fakat tesis isimleri gizli tutularak X ve Y fabrikaları olarak değerlendirme yapılmıştır.

X Fabrikası için, yaklaşık 2.160 m³'lük yanıcı kimyasalların (n-Pentan) depolanması planlanan yeni bir alan yapılacaktır. Bu alanda kurulması planlanan gaz detektörleri için minimum gereklilikler ile ilgili değerlendirme yapılmıştır. Yapılan

çalışma bulgular kısmında paylaşılmış olup yine aynı çalışmanın değerlendirme kısmı sonuç bölümünde paylaşılmıştır.

Y Fabrikası için, mevcutta üretim, tank sahası, laboratuvar ve mutfak alanlarında daha önceden gaz detektörleri konumlandırılmış. Fakat konumlandırma aşamasında ve daha sonrasında konumlandırma ile ilgili herhangi bir projeye, rapora, veri ya da bulguya rastlanılmamaktadır. Bu nedenle de gaz detektörlerinin konumlandırılmasının dayanağını sorguladığımızda, yetkililerden cevap alamamaktayız. Yapılan çalışmanın detektör firmasının tecrübeli saha personelleri tarafından yapıldığı söylenmekte.

Hatta bu çalışmamızdan önce firma yetkilileri bizlere, bir detektör firması ile görüştiklerini ve onların sahaya yaklaşık 56 adet daha detektör ilavesi yapılması gerektiği ile ilgili bilgilendirme yaptıklarını fakat neden 56 adet gereklidir, sorusuna cevap alamadıklarını belirtirler.

Tesis ile ilgili dış detektör uygulamacısının yapmış olduğu tespitten yola çıkarak, bugüne kadar bir patlama ya da personelin zarar görme olayı şans eseri yaşanmadığı görülmektedir.

Bu bilgiler ışığında yapacağımız modelleme çalışmasında hem mevcut durumu değerlendirme hem de uygulamacının tecrübeye dayalı söylemiş olduğu adet üzerinden hareket ederek kıyaslama yapmak. Çalışmanın etkinliğini ve minimum gereklilikleri belirlemek adına diğer veriler ile karşılaştırma ve değerlendirme yapılabilecektir.

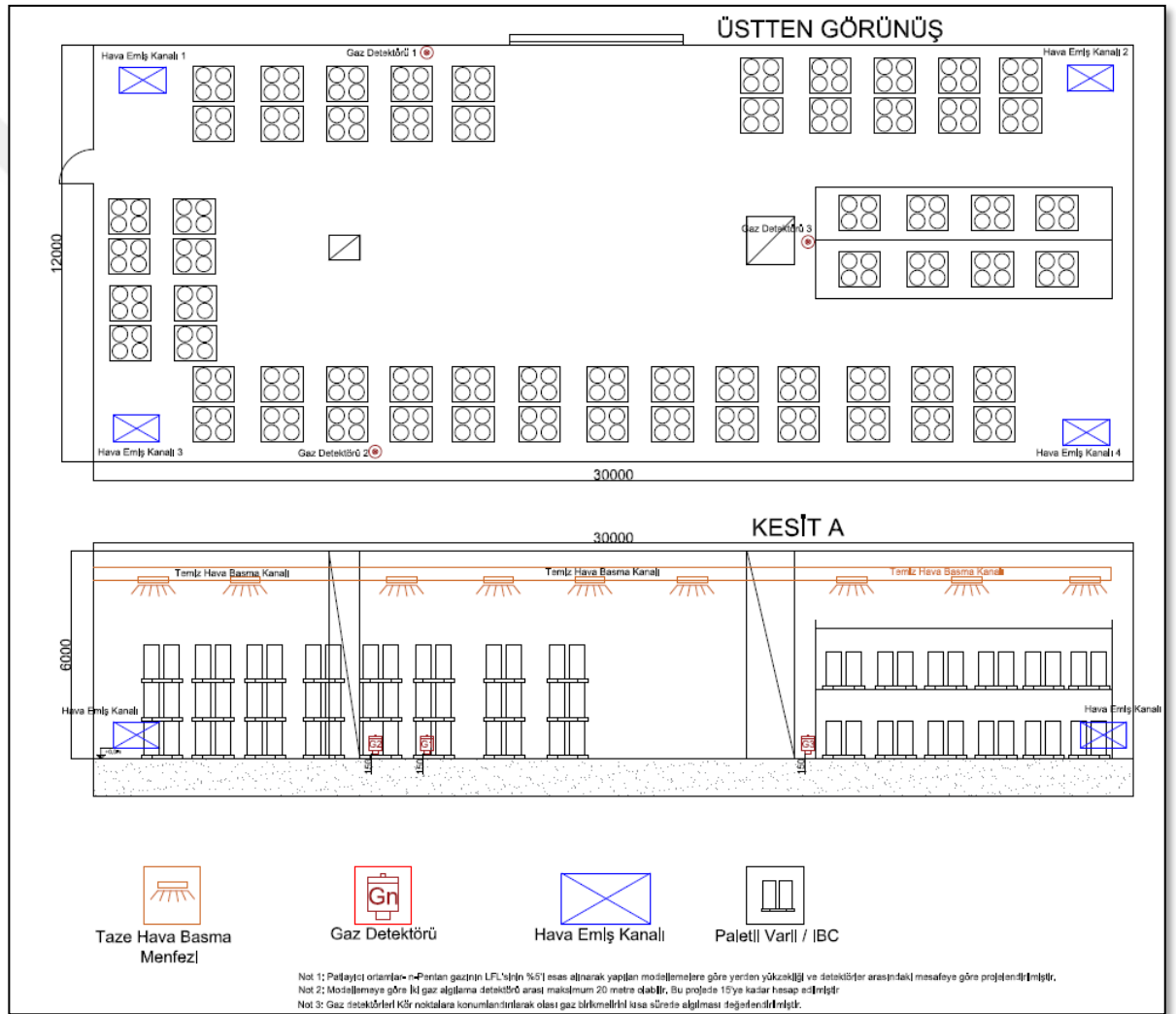
Ayrıca tesisler ile ilgili yapmış olduğumuz modelleme çalışmasında sonuç olarak meydana çıkan bulgular bizi kullanılan maddenin moleküler ağırlığına bağlı olarak havada yapmış olduğu salınımı, LFL veya PPM seviyelerini belirli oranlarda ayarlanarak, detektörlerin salınım kaynağından yatayda ve dikeyde ne kadar uzağa montajının yapılacağı ile ilgili farklı sonuçlara da çıkartmaktadır.

Burada önemli olan kullanılan maddelerin yanıcılık ve toksiklik özelliğine göre en riskli düzeyini LFL ya da PPM seviyelerine göre hareket edilerek modellemede hem program bu değerlere göre ayarlanabilmekte hem de kullanılacak olan detektör belirlenen LFL ya da PPM seviyelerine göre set edilebilir. Böylece hem tesis güvenli alanda kalacaktır. Hem de çalışanları sağlık yönünden olumsuz etkileyecek durumlar bertaraf edilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. X Fabrikasından alınan verilerin değerlendirilmesi

Bulgular kısmında paylaşılan modelleme sonuçları incelendiğinde X Fabrikasında kurulacak olan kimyasal madde deposuna n-Pentan için tablolarla yatay olarak depo içerisindeki ölçülere göre n-pentan sızıntısı olması durumundaki dağılımını, LFL'nin %5'indeki dağılımı ve LFL'nin %10'undaki dağılımı, 0,1 metre yüksekten zemine doğru salınım olması durumundaki grafiği görülmektedir.



Şekil 44: Detektörlerin konumunu gösteren teknik resim

Burada yer alan mesafelere göre gaz detektörlerinin %5'ine ayarlanması durumunda 3 adet gaz detektörü ile ihtiyaç duyulan minimum gaz detektörler adetleri belirlenmiştir.

Konumlandırma sırasında gaz detektörleri arasındaki mesafe 20 m'yi geçmemelidir.

Gaz detektörlerinin probaları yerden 15 cm yükseklikte olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

NOT: 0.1 m/s iç ortamda hava hızı olduğu düşünülerek bu hesaplama yapılmıştır. 0,1 m/s veya daha düşük hızlarda ortama yayılımın daha fazla olduğu yapılan modelleme sonuçlarında görülmektedir.

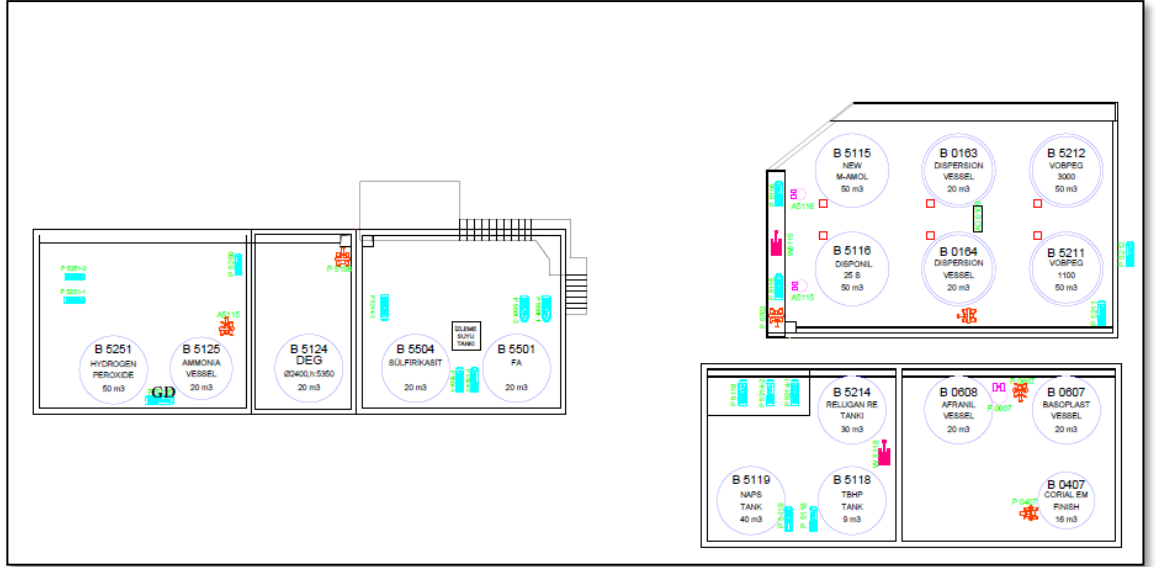
Bu nedenle havalandırma sisteminin etkinliği ve sürekli çalışırılığının denetimi açısından interlock sistemler kurulmalı. Havalandırma durduğunda yada 0.1 m/s'nin altına düştüğünde uyarı vermelidir. İki sistemin entegre çalışması sayesinde sistemim güvenli alanda kalmış olur.

Ayrıca yapmış olduğumuz PDK hesabında LFL seviyesi ile LFL seviyesinin %25'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuç Phast 7.2 de yapılan modellemeye yakın çıkmıştır.

6.2. Y Fabrikasından alınan verilerin değerlendirilmesi

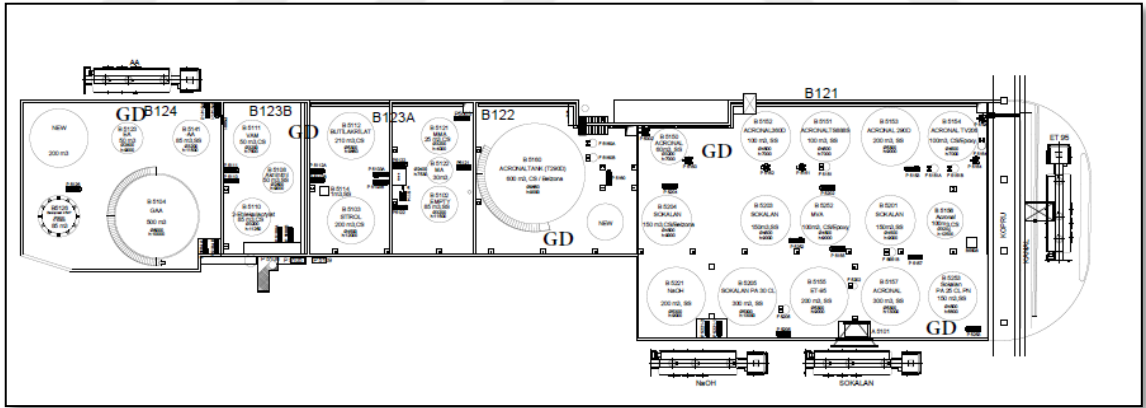
Y Fabrikasından alınan verilerin doğrultusunda mevcut durum değerlendirmesi yapılmıştır.

Y Fabrikası ile ilgili elde edilen bulgular mevcut durumla kolaylıkla kıyas edilecektir. Öncelikle mevcut durumdan bahsetmek gerekirse, tesis de daha önceden bir çalışma yapılmış ve tecrübeye dayalı belirlenmiş alanlara detektörler konumlandırılmıştır. Tesis bu şekilde üretim yapmaktadır. Fakat yapmış olduğumuz modelleme ve mevcut durumu kıyaslandığında. Gaz detektörlerinin sayılarının yetersiz olduğu ve konumlarının hatalı alanlara yapıldığı tespit edilmiştir. Şekil 31'de detektörler GD ile gösterilmektedir.



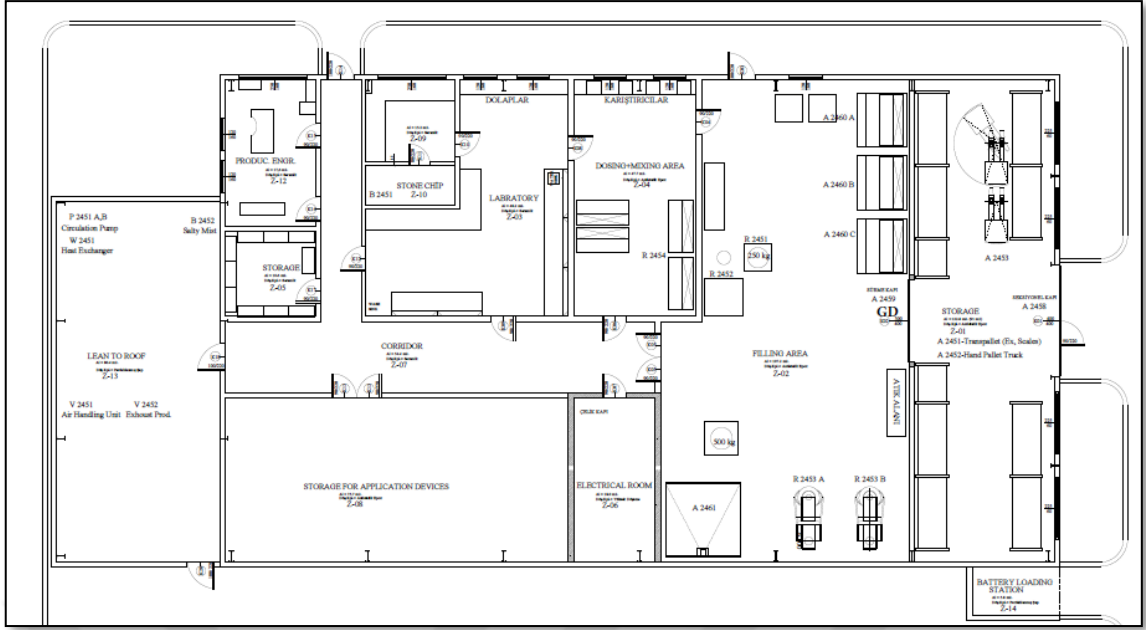
Şekil 45: Tank sahasındaki mevcut durum

Tank sahasının mevcut durumu gözlenmektedir. Mevcut duruma bakıldığında bazı bölgelerde detektör olmadığı görülmektedir. Var olan alanlarda ise birer adet olduğu görülmektedir.



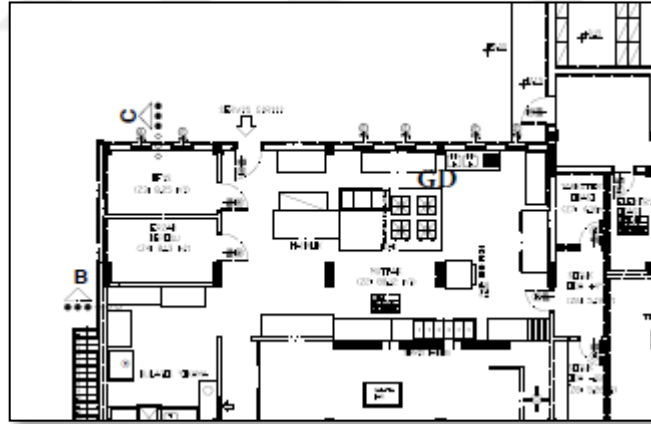
Şekil 46: Tank sahası

Yine diğer bir hammadde tank sahasına bakıldığında. Mevcut duruma da bazı bölgelerde detektör olmadığı görülmektedir. Var olan alanlarda ise birer adet olduğu görülmektedir.



Şekil 47: Laboratuvar alanı

Laboratuvar alanında bir adet gaz detektörü görülmektedir.



Şekil 48: Mutfak

Mutfak alanında bir adet detektör görünmektedir. Ocağın üzerinde tavana yakın bir noktadadır.

Tüm tesis genelinde yapılan çalışmada;

6.2.1. Tank Sahası MMA Salınımı ile ilgili olarak,

Tank da oluşabilecek 1 mm²'lik bir alandan sızıntı olması durumunda yapılan modelleme çerçevesinde, salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek metil metakrilatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 850 ppm'de en kötü durumda dahi 15 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

MMA gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarından en fazla 12 metreyi aşmayacak şekilde gaz detektörü konumlandırılabilir.

6.2.2. Tank Sahası MA Salınımı ile ilgili olarak,

Tank da oluşabilecek 1 mm²'lik bir alandan sızıntı olması durumunda yapılan modelleme çerçevesinde, salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek metilakrilatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 950 ppm'de en kötü durumda dahi 20 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

MA gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarından en fazla 18 metreye aşmayacak şekilde gaz detektörü konumlandırılabilir.

6.2.3. Tank Sahası Stiren Salınımı ile ilgili olarak,

Tank da oluşabilecek 1 mm²'lik bir alandan sızıntı olması durumunda yapılan modelleme çerçevesinde, salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Stiren yanıcılık özelliği dikkate alınarak 500 ppm'de en kötü durumda dahi 7 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Stiren gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en fazla 7 metreye aşmayacak şekilde gaz detektörü konumlandırılabilir.

6.2.4. Tank Sahası N Butil Akrilat Salınımı ile ilgili olarak,

Tank da oluşabilecek 1 mm²'lik bir alandan sızıntı olması durumunda yapılan modelleme çerçevesinde, salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek n-Butil Akrilatın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 600 ppm'de en kötü durumda dahi 11 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

n-Butil Akrilat için gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en fazla 9 metreye 600 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.5. Akiril Nitril Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Akirilnitril toksik özelliği dikkate alınarak 40 ppm'de en kötü durumda dahi 100 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Akrire Nitrilin gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için 40 ppm'e ayarlanarak salınım kaynaklarına en fazla 20 metreye konumlandırılabilir.

6.2.6. Vinil Asetat Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Vinil Asetat toksik özelliği dikkate alınarak 10 ppm'de en kötü durumda dahi 170 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Vinil asetat gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 20 metreye 10 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.7. Akirilamid Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek toksik özelliği dikkate alınarak 15 ppm'de en kötü durumda dahi 4,5 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Akrireamid gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 4 metreye 15 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.8. Etil Akirilat Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek etil akrilat toksik özelliği dikkate alınarak 10 ppm'de en kötü durumda dahi 150 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Etil akrilat gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 20 metreye 10 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.9. Acrylic Acid Glacial Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek akrilik asit yanıcılık özelliği dikkate alınarak 1200 ppm'de en kötü durumda dahi 8 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Akrilik asidi algılayabilecek gaz detektörü etkin bir şekilde algılayabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 7 metreye 1200 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.10. Tert-Butyl Acrylate Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Tert-Butyl Acrylate yanıcılık özelliği dikkate alınarak 350 ppm'de en kötü durumda dahi 26 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Tert-Butyl Acrylatın algılayabilecek gaz detektörü etkin bir şekilde algılayabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 24 metreye 350 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.11. Amonyak Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek toksik özelliği dikkate alınarak 25 ppm'de en kötü durumda dahi 50 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Amonyak gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 20 metreye 25 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.12. Formaldehit Salınımı ile ilgili olarak,

1 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek formaldehit özelliği dikkate alınarak 100 ppm'de en kötü durumda dahi 30 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Formaldehit gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 20 metreye 100 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.13. Solvent Salınımı ile ilgili olarak,

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek solventin özelliği dikkate alınarak 2000 ppm'de en kötü durumda dahi 7 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Solvent türevi Toluene gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 6 metreye 2000 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.14. n-Butil Asetat Salınımı ile ilgili olarak,

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek n-butil asetat yanıcılık özelliği dikkate alınarak 600 ppm'de en kötü durumda dahi 9,5 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

n-Butil Asetat karışım içerisinde en fazla bulunan maddelerden bir tanesi olması nedeniyle gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 9 metreye 600 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.15. Aseton Salınımı ile ilgili olarak,

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Asetonun yanıcılık özelliği dikkate alınarak 1250 ppm'de en kötü durumda dahi 10 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Asetonun gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 9 metreye 1250 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

6.2.16. Metanol Salınımı ile ilgili olarak,

10 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek Metanolün toksik özelliği dikkate alınarak 200 ppm'de en kötü durumda dahi 30 m çap içerisinde algılama yapılabilir.

Metanolün gaz detektörü tarafından etkin bir şekilde algılanabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 20 metreye 200 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

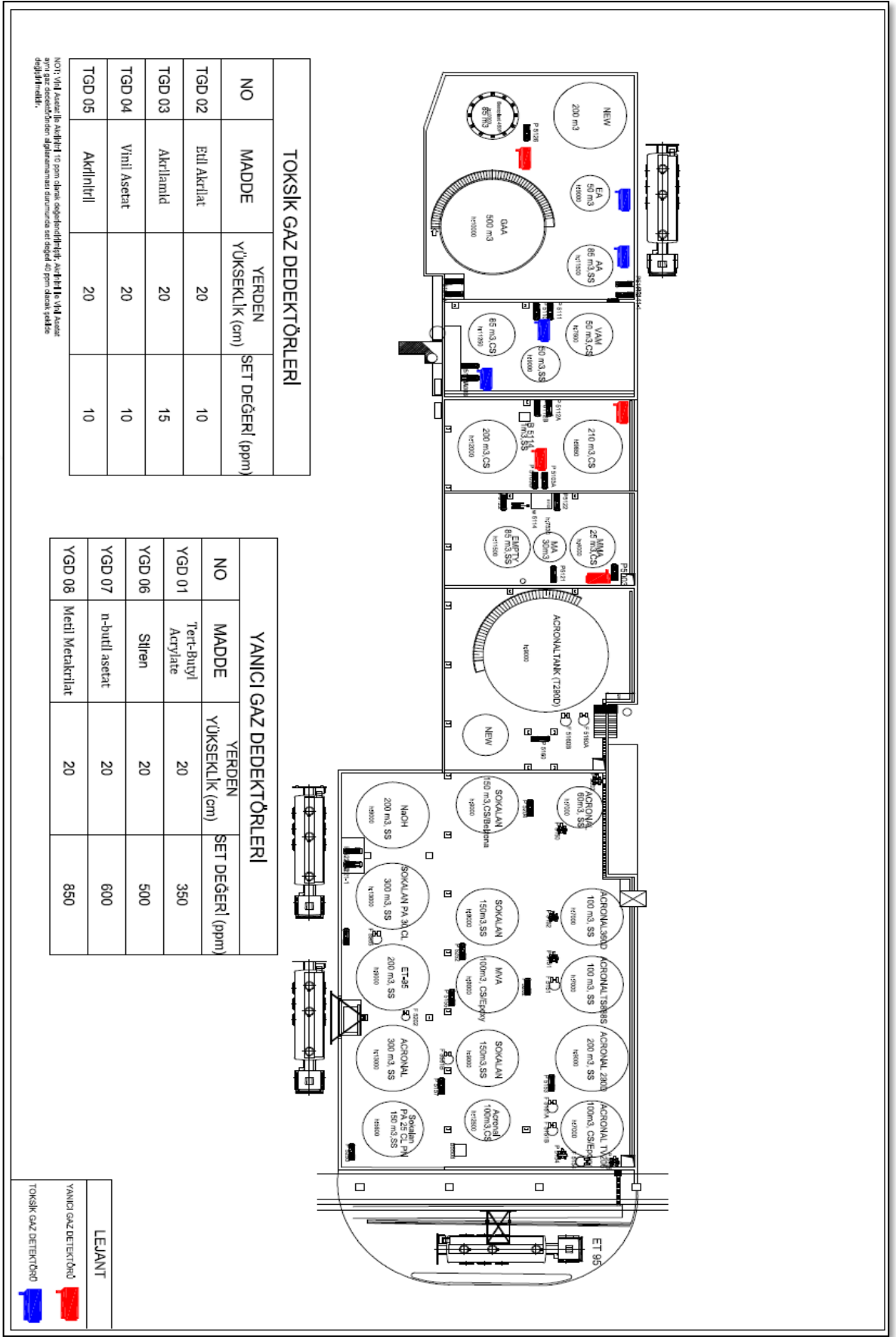
6.2.17. Doğalgaz Salınımı ile ilgili olarak,

0.25 mm²'lik salınım kaynakları üzerinde oluşabilecek doğalgazın yanıcılık özelliği dikkate alınarak 2200 ppm'de en kötü durumda dahi 35 cm çap içerisinde algılama yapılabilir.

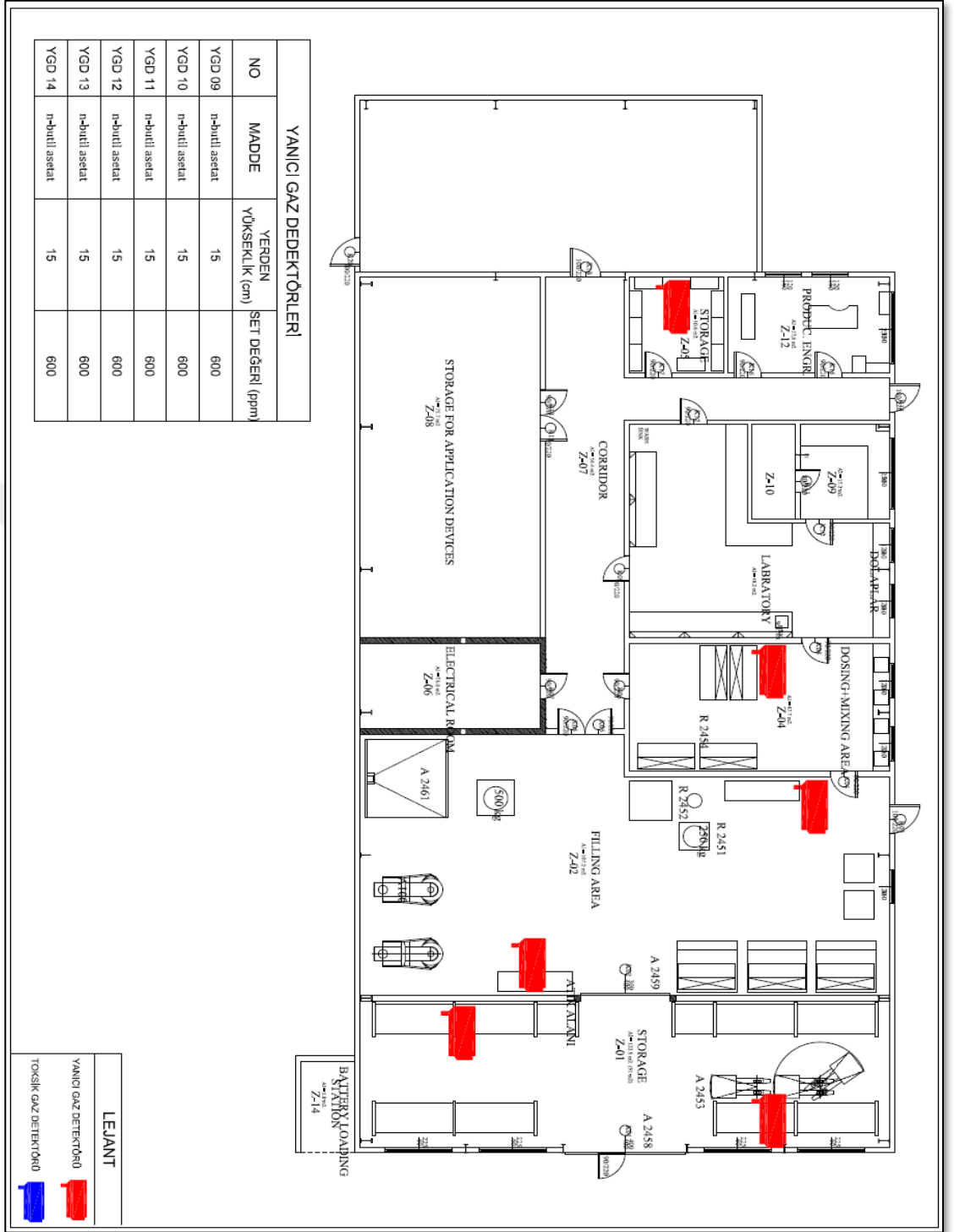
Doğalgazı algılayabilecek gaz detektörü etkin bir şekilde algılayabilmesi için salınım kaynaklarına en uzak 0.35 cm'de 2200 ppm'e ayarlanarak konumlandırılabilir.

Y Firması için yapılan çalışmaların neticesinde;

Şekil 45'de görülen alanda mevcutta 4 adet gaz detektörü var iken yapılan modelleme sonrasında alana 4 adet yanıcı gazlar için 4 adette toksik gazlar için toplamda 8 adet gaz detektörü konumlandırılması yeterli olacaktır. Bu durumda mevcut detektör sayısına 4 adet daha eklendiğinde hammadde tank sahası için detektör sayısı yeterli olacaktır.

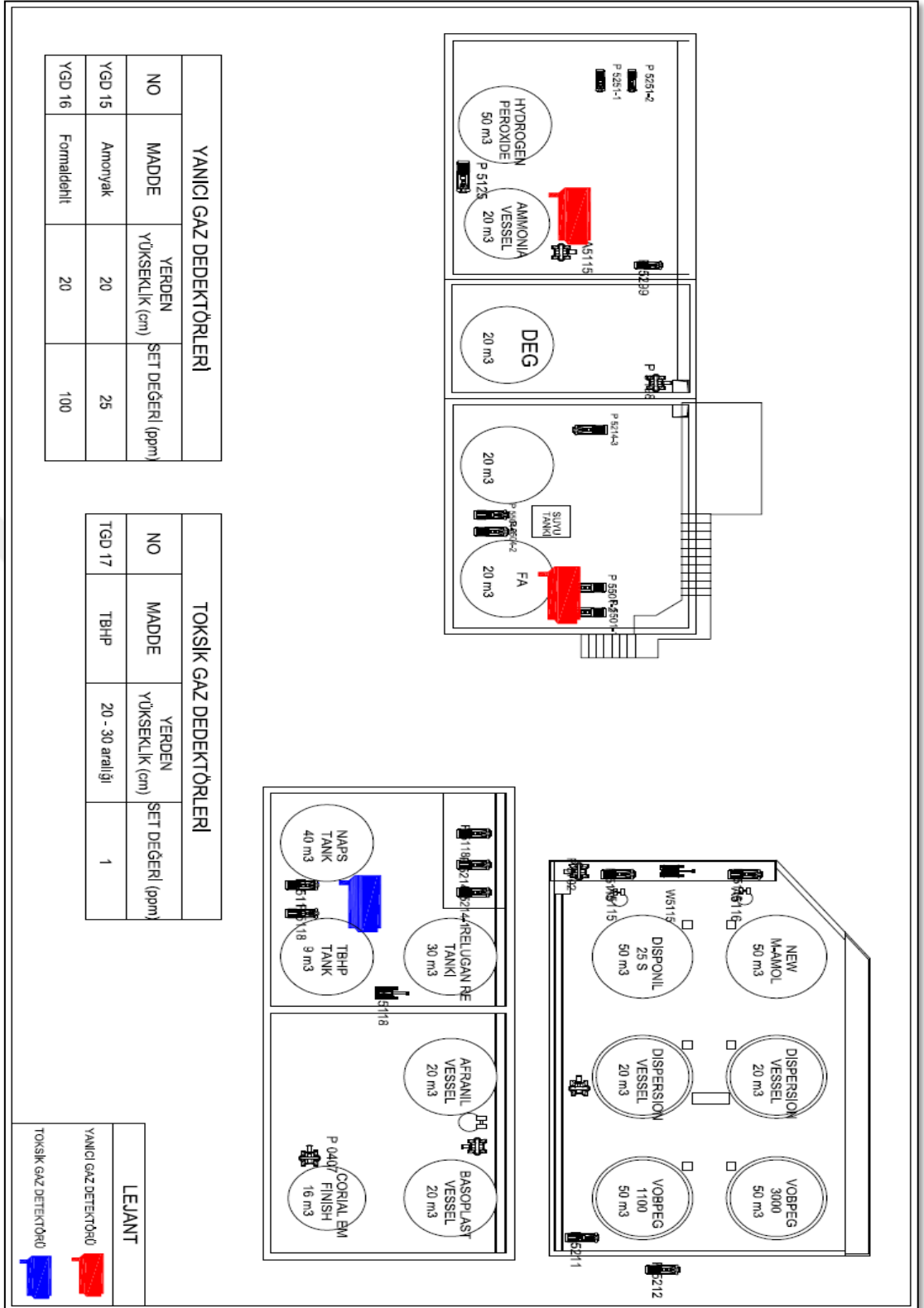


Şekil 49: Hammadde tank sahası gaz detektörü konumlandırma projesi



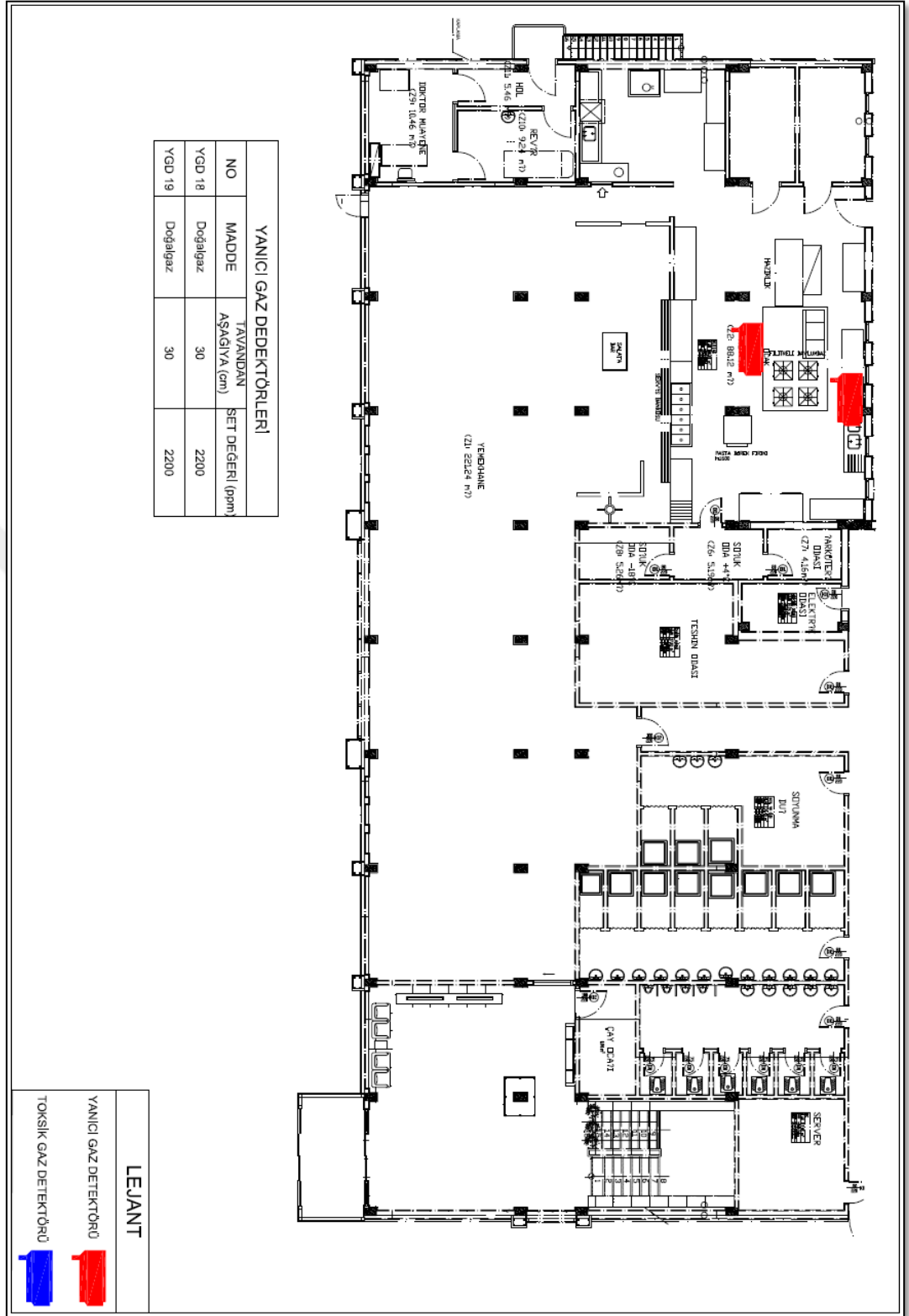
Şekil 50: Laboratuvar alanı

Laboratuvar alanında karıştırma bölgesinde 1 adet gaz detektörü mevcuttur. Yapılan modelleme kapsamında alana 6 adet gaz detektörü konumlandırılması gerekmektedir. Bu kapsamda alana 5 adet daha detektör eklenerek sayı tamamlanmalıdır.



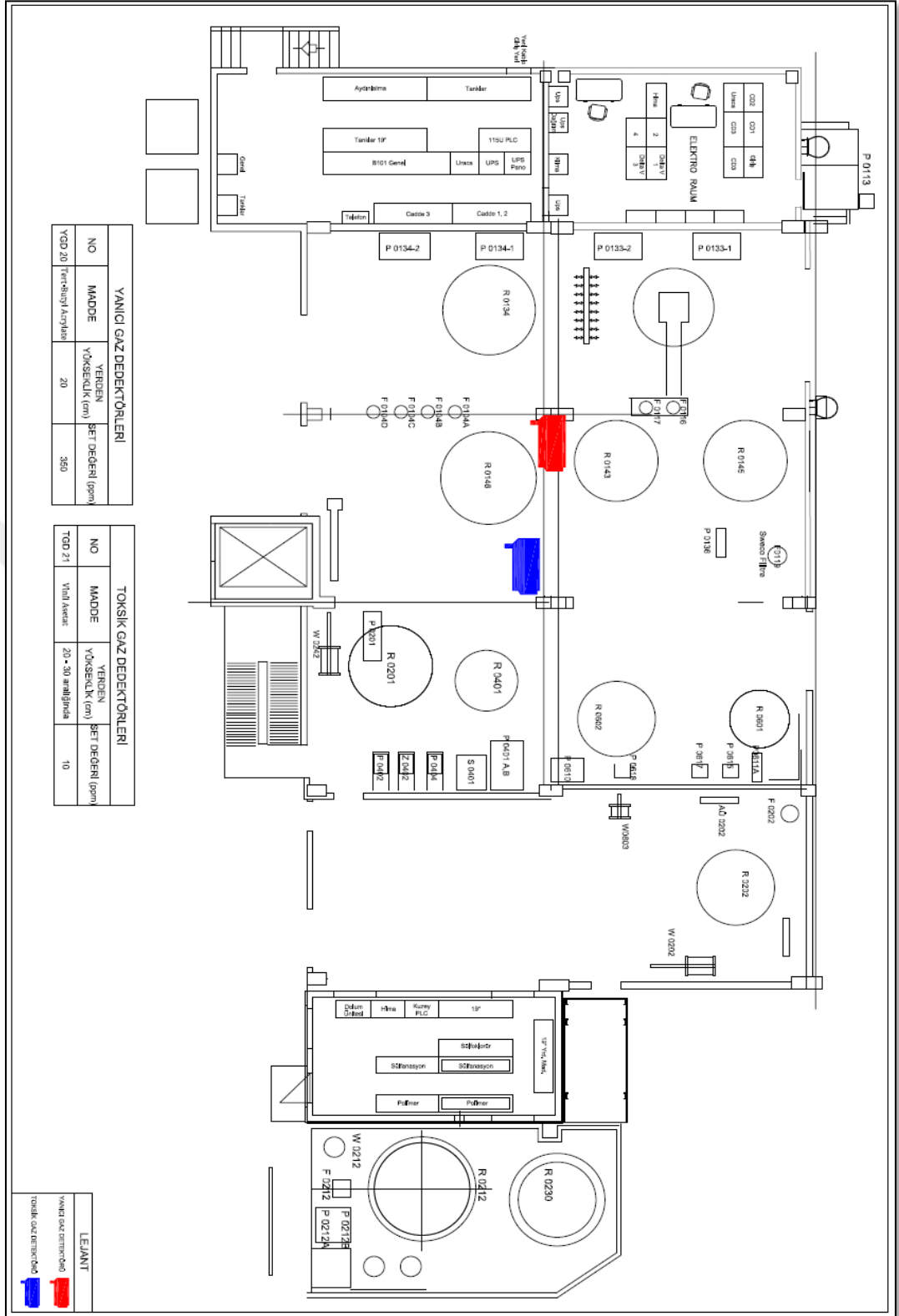
Şekil 51: Tank sahası

Mevcut durumda alanda 1 tane detektör var iken yapılan modellemeye istinaden 2 tane yanıcı, 1 tane de toksik gaz detektörü olması durumunda yeterli olacaktır. Bu nedenle alana 2 adet daha detektör konumlandırılmalıdır.



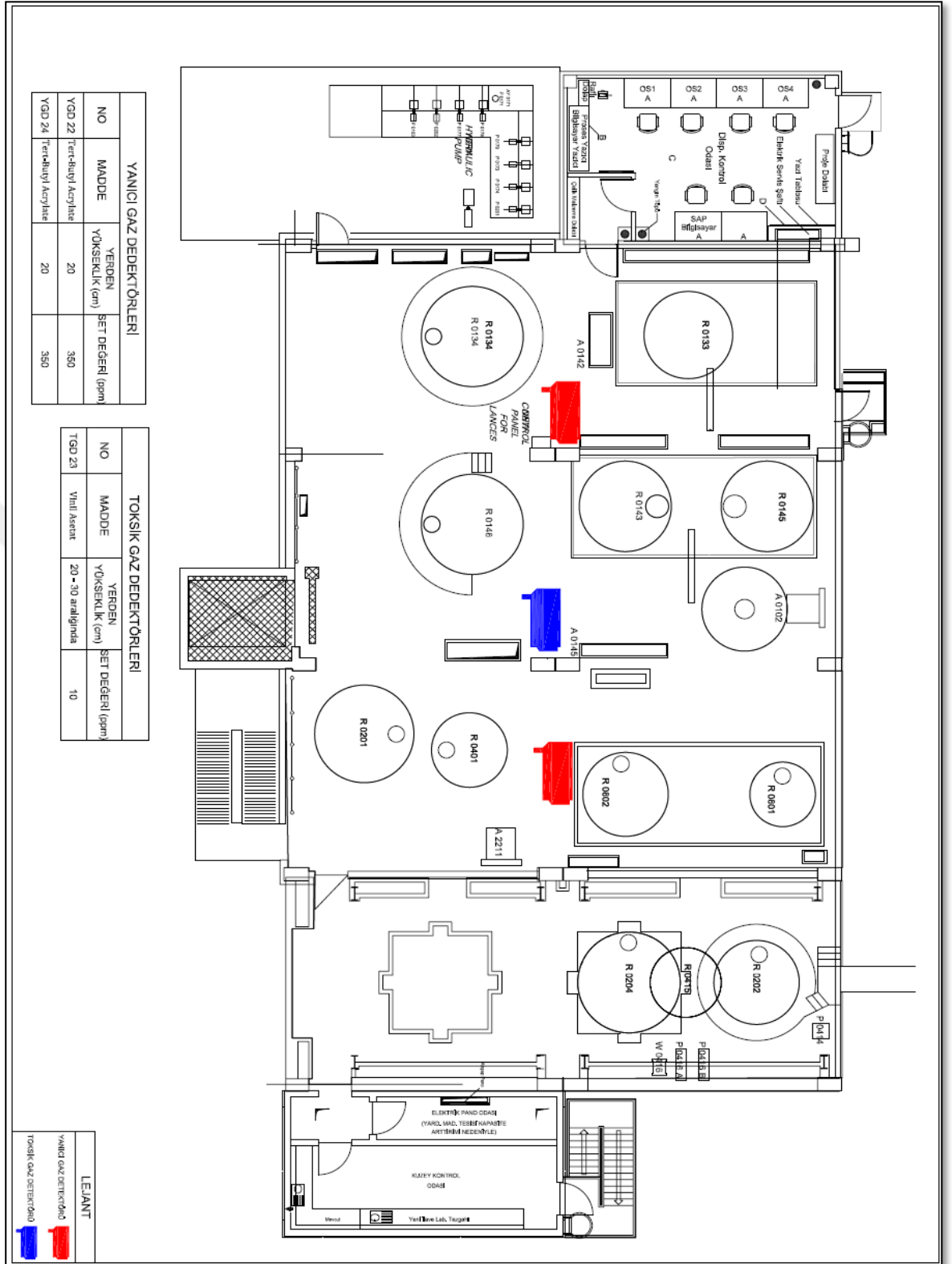
Şekil 52: Mutfak

Mutfak alanında mevcutta 1 adet detektör vardı. Yapılan modellemede 2 adet detektörün yeterli olduğu görülmüştür. Alana 1 tane daha detektör eklenmesi durumunda yeterli olacaktır.



Şekil 53: Üretim alanı 1

Mevcut durumda bu alanda gaz detektörü yoktur. Yapılan modelleme sonucu olarak alana 1 adet yanıcı, 1 adet toksik gaz detektörü konumlandırılması durumunda yeterli olacaktır.



Şekil 54: Üretim alanı 2

Üretim alanı 2’de 1 adet detektör vardı. Yapılan modelleme sonucu olarak alana 2 adet yanıcı, 1 adet toksik gaz detektörü konumlandırılması durumunda yeterli olacaktır. 2 adet detektör daha eklenmelidir.

Diğer kısımlar ile ilgili olarak;

- Atık alanı için 1 yanıcı, 1 toksik olmak üzere 2 adet gaz detektörü yeterli olacaktır.
- Boya kabininin olduğu alana 3 yanıcı gaz detektörü yeterli olacaktır.
- Depo alanına 1 yanıcı, 1 toksik olmak üzere 2 adet gaz detektörü yeterli olacaktır.

Tesiste mevcut durumda 9 adet gaz detektörü vardı. Yapılan modelleme sonucunda 35 adet gaz detektörü minimum kriterleri sağladı görülmektedir. Bu nedenle tesise 26 adet daha gaz detektörü alınması durumunda sayı yeterli olacaktır.

Ayrıca daha önce tesis yöneticilerin bizlerle paylaşmış oldukları bilgiye istinaden, detektör satıcısının tecrübeye dayalı 56 adet detektör önermesi üzerine yapılan çalışmada 26 adet gaz detektörü ile bu süreci yönetebildiğimiz görülmektedir.

Detektör fiyatları da düşünüldüğünde sahada yapılan uygulamaların hatalı yapılmasından dolayı minimum kriterlerin dışına çıkılarak ya yetersiz sayı ve konumlandırma yapılmakta ya da fazla sayıda detektör satılarak işletme maliyetlerini artırmaktadır.

Hem güvenli alanda kalmak adına hem de işletme maliyetlerini düşürmek adına uygulamanın öncesinde proje aşamasında sahadan alınan veriler çerçevesinde modelleme yapılarak gerçekten tesislerin ihtiyaçları karşılanmaktadır.

Yapılan çalışmada hem X Fabrikası için hem de Y fabrikası için minimum kriterler rahatlıkla modelleme yapılarak uygulama öncesinde tesislerin ihtiyacı olan detektör sayısı ve konumları belirlenebilmektedir.

Ayrıca yapmış olduğumuz PDK hesabında LFL seviyesi ile LFL seviyesinin %25'ine set edildiğinde karşımıza çıkan sonuç Phast 7.2 de yapılan modellemeye yakın çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Amirhosein Rad, Davood Rashtchian , Naser Badri (2016) A risk-based methodology for optimum placement of flammable gas detectors within open process plants. Center for Process Design, Safety and Loss Prevention (CPSL), Chemical and Petroleum Engineering Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran (Badri, 2016)

Bahçevan, F. (2015) İş Sağlığı Ve Güvenliğinde Güvenilirlik Mühendisliği Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Okan Üniversitesi.

Bingöl, N. (2015) Patlayıcı Ortamlarda Kullanılacak Ex-proof Elektrik Cihazlarının Tesisatı, Tamir, Bakım, Onarımı ve Sistemlerin Verimliliği. Yüksek Lisans Tezi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Üsküdar Üniversitesi.

Bingöl, N. (2019) Büyük Bir Endüstriyel Kaza Durumu İçin Yeni Bir Güvenlik Analizi Geliştirilerek Çevresel Etki Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, T.C. İstanbul Üniversitesi.

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik 30.04.2013 Tarihli 28633 Sayılı Resmî Gazete

Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (2014/34/Ab) 30.06.2016 Tarihli 29758 Sayılı Resmî Gazete

Özkan Karataş, (2017) Patlayıcı Gaz Ortamlarında Gaz Detektörlerinin Seçimi Montajı, Kullanımı ve Bakımı. Elektrik Mühendisliği Dergisi Ekim 2017, Sayı 462

Uçan, R. (2018) İş Güvenliği Uzmanlığı Hazırlık Kitabı

TS EN 60079-29-1, (Mart 2017) Gaz Detektörleri – Tutuşabilir Gazlar İçin Detektörlerin Performans Özellikleri

TS EN 60079-29-2, (Ekim 2015) Gaz Detektörleri – Tutuşabilir Gaz ve Oksijen İçin Detektörlerin Seçimi, Tesis Edilmesi, Kullanılması ve Bakımı

TS EN 60079-29-3, (Ekim 2014) Gaz Detektörleri – Sabit Gaz Algılama Sistemlerinin İşlevsel Güvenliği ile İlgili Kılavuz

TS EN 60079-29-4, (Aralık 2011) Gaz Detektörleri – Tutuşabilir Gazlar İçin Açık Yol Detektörlerinin Performans Özellikleri

TS EN 60079-20-1 (Ocak 2012) Gaz ve Buhar Sınıflandırması İçin Malzeme Karakteristikleri- Deney Metotları ve Veriler

TS EN 60079-10-1 (Aralık 2015) Alanların sınıflandırılması- Patlayıcı gaz ortamları

6331 sayılı kanun (2012) İş Sağlık ve Güvenliği Kanunu 30.06.2012 Tarihli 28339 Sayılı 5 Tertip 52 Cilt Resmî Gazete.



EKLER

Ek 1. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ruşen Ali Aydın
Doğum Yeri ve Tarihi : Kocaeli / 1983
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0544 739 46 79
E-Posta : aydinrusenali@gmail.com

Eğitim Durumu:

Lise : Makine Teknik Lisesi
Lisans : Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Talaşlı İmalat Öğretmenliği
Yüksek Lisans : Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği

İş Tecrübesi:

- Berolina Plastik Aş. 2002
- İCM Makina ve Mühendislik Ltd. Şti. 2010
- Özel Medisoy Hizmet İçi Eğitim Merkezi. 2013
- Özel Seyir Akademi OSGB İş Sağlığı ve Güvenliği. 2017 -