



**T.C.**

**HİTİT ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM  
İSTASYONLARINDA PATLAYICI ORTAM RİSKİNİN İŞ SAĞLIĞI  
VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Önder ÖZDEMİR**

**Çorum- 2022**

**DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM  
İSTASYONLARINDA PATLAYICI ORTAM RİSKİNİN İŐ SAĞLIĞI  
VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

**Önder ÖZDEMİR**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
İő Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŐMANI**

**Dr. Öğr. Üyesi Şenol YAVUZ**

**Çorum 2022**

Önder ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “Doğal gaz Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonlarında Patlayıcı Ortam Riskinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi” adlı tez çalışması 28/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Dursun Ali KÖSE

.....

Doç. Dr. Mehmet PİŞKİN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Şenol YAVUZ

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile Önder ÖZDEMİR'in İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

(İmza)

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.



Önder ÖZDEMİR

# DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM İSTASYONLARINDA PATLAYICI ORTAM RİSKİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Önder ÖZDEMİR

ORCID: 0000-0003-2426-9234

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

OCAK 2022

## ÖZET

Dünyada ve ülkemizde gerek iş kazalarında gerekse istihdamda başı çeken lokomotif sektörden olan maden, sanayi, petrol, doğal gaz gibi sektörlerde kullanılan malzeme veya kimyasallar nedeni ile patlayıcı ortam oluşmaktadır.

Yanıcı madde ve oksijenin patlama oranlarında bir araya gelmesiyle beraber ısı ile buluşması sonucunda, yanıcı maddenin yanmasıyla bir şok dalgası oluşturan kimyasal tepkime olarak tanımlanan patlama ile yangında kimyasal tepkime aynıdır, fakat patlama olayında tepkimenin yanıcı madde kütleindeki ilerlemesi yangına göre daha fazla olduğundan bir şok dalgası oluşmaktadır. Patlamanın gerçekleşebilmesi için ortamdaki yakıt miktarının, belli bir oran aralığında olmasını gerekir. Bu oran aralığının alt limitine "Alt Patlama Limiti", üst limitine ise "Üst Patlama Limiti" olarak adlandırılmaktadır. Bu değerler, kimyasalın karakteristik özelliklerinden gelir (Mevlevioğlu, Kadırgan ve Çiftçioğlu, 2019; Brauer and Varma, 1981; Kaya, Kılıç ve Öztürk, 2021; Tommasini, 2013)

Bu çalışmanın kaynağını oluşturan doğal gaz, özellikle başta sanayi ve enerji sektörü olmak üzere birçok sektörde kullanılan kimyasalların hammaddesidir. Doğal gaz enerji tüketiminde dünyanın ihtiyacını karşılamada yüksek bir paya sahiptir. Doğal gaz, fosil yakıtlar içinde 2040 yılında oranının yükselmesi beklenen tek yakıttır (Gazbir, 2020; Kaya, Kılıç ve Öztürk, 2021).

Bu çalışmada Doğal Gaz Basınç Düşürme ve Ölçüm(RMS) istasyonlarında ortaya çıkan patlayıcı ortamların bulunduğu bölgeler hesaplanarak patlama riskinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi sonucu iyileştirmeye açık alanların analiz edilerek patlamadan korunma önlemlerinin alınması için yapılması gerekenler ele alınmıştır.

Çalışmada, patlayıcı ortam hesaplamaları yapılırken TS EN 60079-10-1,2015 ve CEI 31-35 İtalyan standartları birlikte kullanılmıştır.

Patlayıcı ortam riskinin oluşma ihtimalinin olduğu birçok sektörde konunun değerlendirildiği tezler hazırlanmıştır. Fakat RMS istasyonlarında patlayıcı ortam riskinin iş güvenliği açısından değerlendirilmesi herhangi bir teze konu olmamıştır (Geng, Geng, Murè, Demichela ve Baldissone, 2020).

Bu bakımdan bu çalışma RMS istasyonlarında patlayıcı ortam riskinin analiz edilerek iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi açısından alanında ilk çalışma olması bakımından elde edilen analiz, bulgular ve öneriler bundan sonraki çalışmalara katkı sağlaması yönünden yararlı olacağı umulmaktadır.

**Anahtar Kavramlar:** Doğal gaz, İş Sağlığı ve Güvenliği, Patlamadan Korunma Dokümanı, Patlayıcı Ortam

**INVESTIGATION OF EXPLOSIVE ENVIRONMENT RISK IN NATURAL GAS PRESSURE  
REDUCTION AND MEASUREMENT STATIONS IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH  
AND SAFETY**

Önder ÖZDEMİR

ORCID: 0000-0003-2426-9234

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

January 2022

**ABSTRACT**

In the world and in our country, explosive atmosphere is formed due to the materials or chemicals used in sectors such as mining, industry, oil, natural gas, which is the leading sector in both work accidents and employment.

The chemical reaction in explosion and fire, which is defined as the chemical reaction that creates a shock wave with the combustion of the flammable substance as a result of the mixture of oxygen and flammable material in a certain ratio, meets with heat, but in the event of an explosion, a shock wave occurs because the progress of the reaction in the mass of the flammable substance is higher than in the fire. In order for the explosion to occur, the amount of fuel in the environment must be in a certain ratio range. The lower limit of this ratio range is called the "Lower Explosion Limit" and the upper limit is called the "Upper Explosion Limit". These values come from the characteristic features of the chemical (Mevlevioğlu, Kadırgan and Çiftçioğlu, 2019; Brauer and Varma, 1981; Kaya, Kılıç and Öztürk, 2021; Tommasini, 2013)

Natural gas, which is the source of this study, is the main raw material of various chemical products. It meets a significant portion of the world's energy consumption. Natural gas is the only fuel whose ratio is predicted to increase in the fuel mix among fossil fuels by 2040 (Gazbir, 2020; Kaya, Kılıç and Öztürk, 2021)

In this study, the areas where explosive atmospheres occur in Natural Gas Pressure Reducing and Measurement (RMS) stations are calculated, and the necessary improvements are discussed in order to examine the explosion risk in terms of occupational health and safety and to take explosion protection measures.

TS EN 60079-10-1,2015, CEI 31-35 Italian standards were used together while calculating explosive atmosphere.

Theses have been prepared in which the subject is evaluated in many sectors where the risk of explosive atmosphere is likely to occur. However, the evaluation of the explosive atmosphere risk in terms of occupational safety at RMS stations has not been the subject of any thesis. (Geng, Murè, Demichela and Baldissoni, 2020)

In this respect, it is hoped that the analysis, findings and recommendations obtained in this study will be useful in terms of contributing to future studies, as this is the first study in its field in terms of examining the risk of explosive atmosphere in RMS stations in terms of occupational health and safety.

**Key Concepts:** Natural gas, Occupational Health and Safety, Explosion Protection Document, Explosive Environment



## TEŐEKKÖR

Çalıőmamda büyük katkıları olan bilgi ve birikimini benden hiç esirgemeyen başta tez danışman hocam olan Dr. Öğr. Üyesi Şenol YAVUZ' a teşekkür ederim.

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı hocalarına ve başta ana bilim dalı başkanı Prof. Dr. Dursun Ali KÖSE hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Önder ÖZDEMİR



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xv
GİRİŞ.....	1

### 1. BÖLÜM

#### DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM(RMS) İSTASYONLARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

1.1. Doğal gaz Hakkında Genel Bilgiler .....	2
1.1.1. Doğal gazın tanımı ve kimyasal özellikleri.....	2
1.1.2. Doğal gazın kokulandırılması .....	4
1.1.3. Doğal gazın tehlikeleri.....	4
1.1.4. Doğal gazın insan sağlığına etkisi .....	4
1.1.5. Türkiye’de doğal gaz .....	4
1.1.6. 2040'a Kadar Dünya Enerji Arzı ve Talebi.....	6
1.2. Basınç Düşürme ve Ölçüm(RMS) İstasyonları Hakkında Genel Bilgiler .....	7
1.2.1. RMS tanımı .....	7
1.2.2. RMS Genel Ekipmanları .....	8
1.2.3. RMS Türleri .....	9

## 2. BÖLÜM

### MATERYAL YÖNTEM İLGİLİ MEVZUAT VE TANIMLAR

2.1. Materyal ve Yöntem .....	11
2.1.1. Materyal.....	11
2.1.2. Yöntem.....	11
2.2. Tanımlar.....	11
2.2.1. Patlayıcı Ortam Atex.....	11
2.2.2. Patlayıcı Madde .....	12
2.2.3. Tehlikeli Bölge .....	12
2.2.4. Tehlikesiz Bölge .....	12
2.2.5. Bölge (Zone) .....	12
2.2.6. Boşalma ve Boşalma Dereceleri .....	13
2.2.7. Boşalma Hızı.....	13
2.2.8. Seyrelme.....	14
2.2.9. Alt Patlayıcılık Sınırı (LEL) .....	14
2.2.10. Üst Patlayıcılık Sınırı (UEL).....	14
2.2.11. Parlama Noktası .....	14
2.2.12. Kaynama Noktası .....	14
2.2.13. Parlama Noktası .....	14
2.2.14. Bir Gazın veya Buharın Bağlı Yoğunluğu .....	14
2.2.15. Patlamadan Korunma Dokümanı.....	14
2.3. Patlayıcı Ortamla İlgili Mevzuat.....	15
2.3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu .....	15
2.3.2. Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik .....	15
2.3.3. . Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında	

Yönetmelik .....	15
2.3.4. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği .....	15
2.3.5. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği .....	15
2.3.6. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik .....	15
2.3.7. İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik .....	16
2.3.8. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik .....	16
2.3.9. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik.....	16
2.3.10. Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (2014/34/AB) .....	16
2.3.11. Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik.....	16
2.3.12. Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik .....	16

### **3. BÖLÜM**

#### **PATLAYICI ORTAM HESAPLAMASI**

3.1. Sıvı Buhar ve Gazların Sınıflandırılması .....	17
3.2. EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 İtalyan Metodolojisi.....	17
3.2.1. Boşalma çeşitleri.....	18
3.2.2. Havalandırma.....	20
3.2.3. Boşalma kaynakları .....	24
3.2.4. Tehlikeli alan mesafesi d .....	24
3.2.5. Bölge çeşitleri.....	24
3.2.6. Eş zamanlı boşalmaların zone çeşidine etkisi.....	25
3.2.7. Havalandırmanın zone çeşidine etkisi.....	26
3.2.8. Açık ve kapalı ortamlar için havalandırma derecesi.....	30
3.2.9. Havalandırma kullanılabilirlik derecesi.....	32
3.2.10. Boşalma kaynak tipleri ve delik büyüklükleri .....	34

3.2.11. Gazın yayılım hızı.....	35
3.2.12. Bölge boyutunun belirlenmesi .....	37
3.2.13. Binaların yangından korunması hakkında yönetmeliğe göre belirlenen bölge alanları .....	39

#### **4. BÖLÜM**

##### **EN 60079-10-1:2015 VE CEI 31-35 STANDARTLARINA GÖRE ZONE HESAPLAMALARI**

4.1. Vanalar.....	41
4.2. Flanşlar .....	58
4.3. RMS istasyonu zone haritası.....	72

#### **5. BÖLÜM**

##### **ÖNLEMLERİNİN ALINMASI**

5.1. Patlayıcı Ortamların Belirlenmesi ve Sınırlanması .....	73
5.2. Patlayıcı Ortam Oluşmasını Önleyecek Tedbirler .....	73
5.3. Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerler İçin Uyarı İşareti .....	73
5.4. Dünyada Kullanılan Sertifikasyonlar .....	73
5.5. Koruyucu Sistemlerin ve Ekipmanların Seçiminde Uyulacak Kriterler.....	74
5.6. Yangına ve Patlamalara Karşı Alınan Proaktif Önlemler .....	81
5.7. Yangına ve Patlamalara Karşı Alınan Reaktif Önlemler .....	81
5.8. Çalışma İzinleri.....	81
5.9. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi .....	82
5.10. Ekipmanların Kullanımı ve Kontrolü .....	82
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>83</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>88</b>
<b>EK-1 .....</b>	<b>89</b>
<b>EK-2 .....</b>	<b>90</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>91</b>

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 3.1.</b> Yanıcı ve parlayıcı sıvıların tehlike sınıflandırılması .....	<b>17</b>
<b>Tablo 3.2</b> Boşalma Çeşitleri.....	<b>20</b>
<b>Tablo 3.3.</b> Açık Ortamlardaki Havalandırma Hızları .....	<b>23</b>
<b>Tablo 3.4.</b> Zone Çeşitleri.....	<b>25</b>
<b>Tablo 3.5.</b> Eş Zamanlı Ana Boşalma Sayısı .....	<b>25</b>
<b>Tablo 3.6.</b> Zone Tipi ve Havalandırmanın Etkisi .....	<b>33</b>
<b>Tablo 3.7</b> Geçit Sınıflandırması.....	<b>33</b>
<b>Tablo 3.8</b> Geçidin Salının Derece Sınıflandırılması .....	<b>34</b>
<b>Tablo 3.9</b> Delik Büyüklükleri.....	<b>35</b>
<b>Tablo 3.10</b> Tehlikeli Alan Mesafe Eşitliğinin Buhar Basıncına Göre Değişen Üs Değerleri .....	<b>39</b>
<b>Tablo 4.1</b> RMS İstasyonunda bulunan vanaların zone hesaplamaları.....	<b>42</b>
<b>Tablo 4.2</b> RMS İstasyonunda bulunan flaşların zone hesaplamaları .....	<b>59</b>
<b>Tablo 5.1.</b> Farklı Ülkelerdeki Patlayıcı Ortamda Kullanılan Ekipmanların Sertifikasyonları..	<b>74</b>
<b>Tablo 5.2.</b> Exproof Ekipman Kategori Tablosu .....	<b>75</b>
<b>Tablo 5.3.</b> Exproof Ekipman Tipleri Tablosu .....	<b>77</b>
<b>Tablo 5.4.</b> Exproof Ekipmanların Zone'lara Göre Kullanım Kategori Tipleri Tablosu.....	<b>78</b>
<b>Tablo 5.5.</b> Exproof Ekipman Isı Grupları Tablosu.....	<b>80</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Doğal gazın kimyasal özellikleri .....	3
Şekil 1.2. Doğal gazın patlama sınırları .....	3
Şekil 1.3. Doğal gaz tüketimi .....	5
Şekil 1.4. Sektörlere göre doğal gaz tüketimi .....	5
Şekil 1.5. Doğal gaz ithalat miktarları ve depolama .....	6
Şekil 1.6. Yakıtta göre dünya çapında birincil enerji tüketimi, 1970-2040 .....	7
Şekil 1.7. Enerji tüketiminin yakıtta göre payı, 1970-2040 .....	7
Şekil 1.8. RMS genel tesisatı .....	8
Şekil 1.9. A tipi basınç düşürme ve ölçüm istasyonu mekanik tesisatı .....	9
Şekil 1.10. A tipi basınç düşürme ve ölçüm istasyonu görseli .....	10
Şekil 2.1. Tehlikeli (ZONE) bölge gösterimleri .....	13
Şekil 4.1. Doğal Gaz Hatlarında Kullanılan Vana .....	41
Şekil 4.2. Doğal Gaz Hatlarında Kullanılan flanş .....	58
Şekil 4.3. RMS istasyonu zone haritası .....	72
Şekil 5.1. Patlayıcı ortam işareti .....	73

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

RMS	Reducing Metering Station (Doğal gaz basınç düşürme ve ölçüm istasyonu)
THT	Doğal gaza eklenen kokulandırma kimyasalı
TBM	Doğal gaza eklenen kokulandırma kimyasalı
LNG	Sıvılaştırılmış doğal gaz
LPG	Sıvılaştırılmış petrol gaz
BR	Doğal gaz bölge basınç düşürme istasyonu
LEL	Alt patlama sınırı
UEL	Üst patlama sınırı
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
NFPA 30	Amerikan Ulusal Yangınla Mücadele Derneği
ATEX	Patlayıcı Atmosfer

## GİRİŞ

Teknoloji geliştikçe her sene insanlığın kullanıma sunulan kimyasallar artmakta olup birçoğunun kullanımı, işlenmesi sırasında yangın üçgeni dediğimiz hava ve ısı ile birlikte patlayıcı ortam oluşmaktadır.

Bu gibi patlayıcı ortamın oluşma riski olan işletmelerde işletmenin ve çalışanların korunması adına kanun koyucunun çıkarmış olduğu mevzuatlar, kaza olmadan önce önlemlerinin alınmasını ifade eden proaktif yaklaşım ile işverenlere patlamadan korunma dokümanı hazırlama/hazırlatma yükümlülüğünü getirmiştir.

İşverenlerin patlayıcı ortamların oluşma riski bulunan işletmelerde bulundurması gereken patlamadan korunma dokümanının amacı birtakım hesaplamalar yaparak herhangi bir patlama olduğunda, patlayıcı ortamın etki derecelerinin belirlenerek bölgelere ayrılması ve hangi önlemlerin alındığını göstermesi bakımından önemlidir.

Bu çalışmada doğal gaz dağıtım şirketlerinin doğal gazın kullanıcılarına sürekli ve sağlık bir şekilde ulaştırılmasında hayati önem arz eden Doğal gaz basınç düşürme ve ölçüm istasyonlarında(RMS) ortaya çıkan patlayıcı ortamların bulunduğu bölgeler hesaplanarak patlama riskinin iş sağlığı ve güvenliği açısından analiz edilerek patlamadan korunma önlemlerinin alınmasına yönelik bilgiler verilmiştir.

Beş bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde, patlayıcı ortamın oluşumunda etkin madde olan doğal gaz ve çalışmanın yapıldığı RMS istasyonları hakkında genel bilgiler verilmektedir.

İkinci bölümde, patlayıcı ortam riskinin bulunduğu alanları belirlerken kullanılan materyaller ve yöntem ile tanımlar hakkında bilgiler içermektedir.

Üçüncü bölüm patlayıcı ortam hesaplamaların yapılırken kullanılan EN 60079-10-1,2015 standardı ve CEI 31-35 İtalyan Metodolojisi hakkında bilgiler ile hesaplamalara etki eden girdilerle birlikte kullanılan formülleri kapsamaktadır.

Dördüncü bölümde RMS istasyonlarında doğal gaz iletim hattı boyunca kullanılan vanalar ve flanşlar için EN 60079-10-1:2015 VE CEI 31-35 standartlarına göre zone hesaplamaları ile bölge haritalamalarını barındırmaktadır.

Beşinci bölümde ise patlayıcı ortamların belirlenmesi ve sınırlanması, patlayıcı ortam oluşmasını önleyecek tedbirler ile patlayıcı ortamlarda kullanılacak koruyucu sistemlerin ve ekipmanların seçiminde dikkat edilmesi gerekenler hakkında bilgiler verilerek çalışmanın çıktılarının değerlendirildiği sonuç ve öneriler ile çalışma sonlandırılmıştır.

## 1. BÖLÜM

### DOĞAL GAZ BASINÇ DÜŞÜRME VE ÖLÇÜM İSTASYONLARI(RMS) HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bu bölümde çalışmamızın konusu olan doğal gaz ve RMS istasyonları hakkında genel bilgiler verilecektir.

#### 1.1. Doğal gaz Hakkında Genel Bilgiler

##### 1.1.1. Doğal gazın tanımı ve kimyasal özellikleri

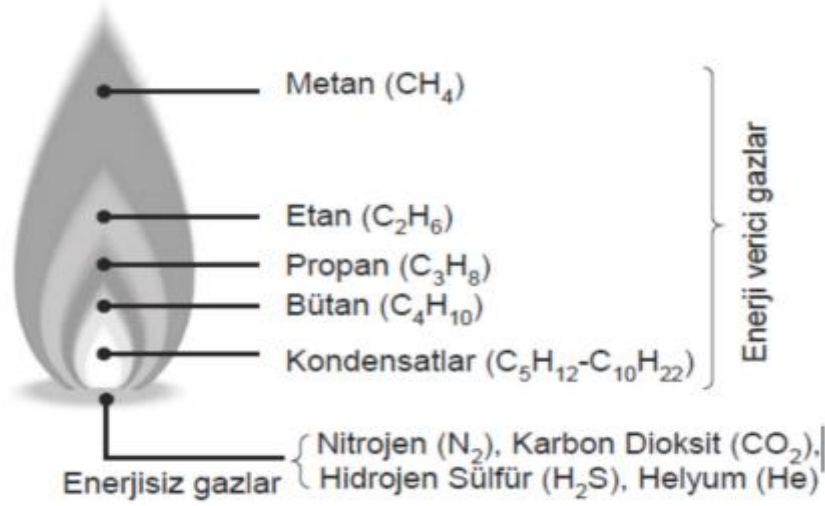
Doğal gaz, toprağın altında gözenekli kayaların boşluklarına sıkışmış olarak ya da gaz halinde büyük hacimlerce petrol yataklarında bulunur. Doğal gaz, hidrokarbonlardan oluşan yanıcı, havadan hafif, kokusuz ve renksiz bir gaz karışımıdır (Ugetam, 2016).

Doğal gazın buharlaşma derecesi çok düşük ve sıvılaştırılması için -162 °C ye kadar soğutulması gerekmektedir. Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) sudan hafiftir. Doğal gaz, sıvılaştırılmış petrol gaz (LPG) gibi zeminde değil havadan daha hafif olduğundan üst kısımlarda birikmesinden dolayı havalandırması tavan seviyesinden yapılması gerekir (Ugetam, 2014).

Doğal gaz hammadde veya yakıt olarak birçok sektörde kullanılmaktadır. Doğal gazın tercih edilmesinin nedenlerinden biride, diğer yakıtlara göre daha verimli ve temiz bir enerji kaynağı olmasından kaynaklanmaktadır (Rojey vd, 1997).

Türkiye`de de sınırlı bir miktarda doğal gaz çıkmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Türkiye doğal gazı esas olarak Rusya ve İran`dan boru hatlarıyla, Cezayir ve Nijerya` dan sıvılaştırılmış (LNG)olarak deniz yoluyla satın almaktadır.

Doğal gaz karışım olarak %95 metan ile %5 karbondioksit, bütan, propan, etandan oluşan havadan hafif, kokusuz, renksiz bir gazdır. Doğal gaz kaçaklarda fark edilebilmesi için koku maddesi ile kokulandırılır. Kokulandırma maddesi olarak THT(tetra hidro teofen) ve / veya TBM (tersiyer bütül merkaptan) kullanılır. Doğal gaz içinde yüksek oranda bulunan metan, karbon içeriği en düşük ve kimyasal yapısı en basit hidrokarbon gazıdır (Akmercan, 2021).

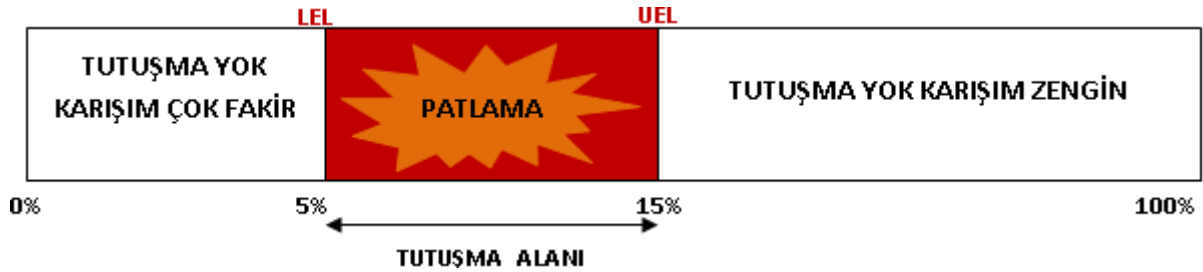


**Şekil 1.1.** Doğal gazın kimyasal özellikleri

Normal şartlar altında sıvı halde bulunmayan doğal gazın kaynama noktası -161,6 °C' ve tutuşma sıcaklığı 704 °C' dir. 254 litre olan bir doğal gaz yüksek basınç uygulanarak 22 litreye kadar sıkıştırılabilir (Ugetam, 2016).

Kimyasal yapısının basit olması nedeniyle yanma işlemi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Dolayısıyla; duman, is, kurum ve kül oluşturmaz. Yanması en kolay ayarlanabilen ve yanma verimliliği en yüksek olan zahmetsiz, ekonomik bir yakıttır. Doğal gazın karbon içeriğinin düşük olması nedeniyle insan sağlığı bakımından zehirleyici ve atmosferde sera etkisi oluşturan karbondioksit gazı emisyonu bakımından sıvı yakıtlara göre 1/2, katı yakıtlara göre ise 1/3 oranındadır (Akmercan, 2021).

Doğal gaz hava ile patlayıcı karışım oluşturma özelliğinin yanında, aynı zamanda kolay alev alabilen bir yapıdadır. Doğal gazın Üst Patlama Sınırı (UEL): %15,Alt Patlama Sınırı (LEL): %5,'dir.



**Şekil 1.2.** Doğal gazın patlama sınırları

### **1.1.2. Doğal gazın kokulandırılması**

Doğal gazın kokulandırılmasının nedeni, herhangi bir sızıntı ya da kaçak anında fark edilebilmesi içindir. Doğal gazın kokulandırılması, RMS istasyon çıkışlarına yerleştirilen sistemler ile yapılır. Bu sistemler tarafından gaz hattına, 8 – 25 mg/ m<sup>3</sup> oranlarında THT (tetrahidrotiofen = C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>S) kokulandırıcı maddesi ilavesiyle dağıtım hattında kullanılan ekipmanlarda ya da doğal gaz cihazlarında oluşacak kaçakların bulunmasına kolaylık sağlar (Ugetam, 2016).

### **1.1.3. Doğal gazın tehlikeleri**

Doğal gaz karışımındaki maddelerden biri olan metan boğucu gaz özelliğindedir. Uzun süre solunması sağlığa olumsuz etki etmektedir. Oksijenin yetersiz olduğu durumlarda baş dönmesi veya bulantıya neden olabilir, kapalı ortamlarda uzun süre solunmalarda boğulmalar yaşanabilir. Doğal gazın sıvılaştırılmasıyla elde edilen LNG nin insan vücuduna teması ile deride soğuk yanıkları neden olur (Yalçın, 2016).

Doğal gaz dağıtım sisteminde çalışan teknik personelin karşılaşacağı birtakım riskler vardır. Bu riskler;

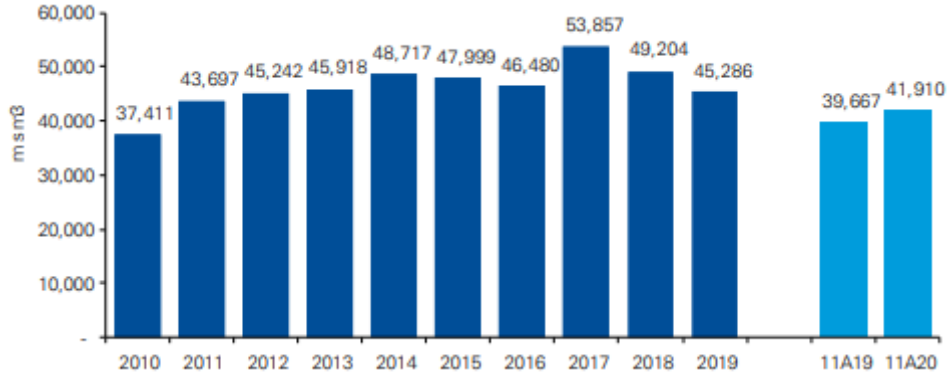
-Toksit - Oksijensizlik - Basınç - Fırlatma - Yangın - Patlama -Gürültü (Ugetam, 2004).

### **1.1.4. Doğal gazın insan sağlığına etkisi**

Zehirleyici gaz olarak bilinen doğal gaz, bilinenin aksine zehirleyici olmayıp boğucu bir gazdır. Solunduğunda baş dönmesi ile birlikte denge kaybı meydana getirir. Acil müdahale yapılmadığı takdirde oksijen miktarının azalmasından dolayı, bayılma ve sonrasında ölümle sonuçlanır. Bu durumun sebebi ise zehirlenme değil solunumun durmasıdır (Ugetam, 2016).

### **1.1.5. Türkiye’de doğal gaz**

Yıllık bazda Türkiye’nin doğal gaz tüketimi dalgalı bir grafikte gösterilmektedir. Geçmiş 10 yılın verilerine incelendiğinde yıllık ortalama doğal gaz tüketimi yaklaşık 46 milyar standart metreküptür. Bu ortalama ile Avrupa’nın en büyük beş piyasası arasındadır. Türkiye’nin kısıtlı imkânlarından dolayı petrolde olduğu gibi fosil yakıt kaynaklarından doğal gazın da yaklaşık %99’unu dışarıdan ithal ederek tedarrik etmektedir (Kpmg Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş., 2021)



**Şekil 1.3.** Doğal gaz tüketimi

2018 yılındaki doğal gaz tüketim verilerine baktığımızda en yüksek tüketimi 18,192 milyon standart m<sup>3</sup> ile dönüşüm - çevrim sektörü tarafından tüketilmiştir. 2018 yılında tükettikleri doğal gaz yoğunluklarına göre dönüşüm ve çevrim sektörünü konut ve sanayi sektörleri takip etmiştir. 2019 yılındaki veriler incelendiğinde 2018 yılına göre doğal gaz talebi ulaşım, dönüşüm - çevrim ve diğer sektörlerde azalırken; hizmet, konut, enerji ve sanayi sektörlerinde artış göstermiştir.

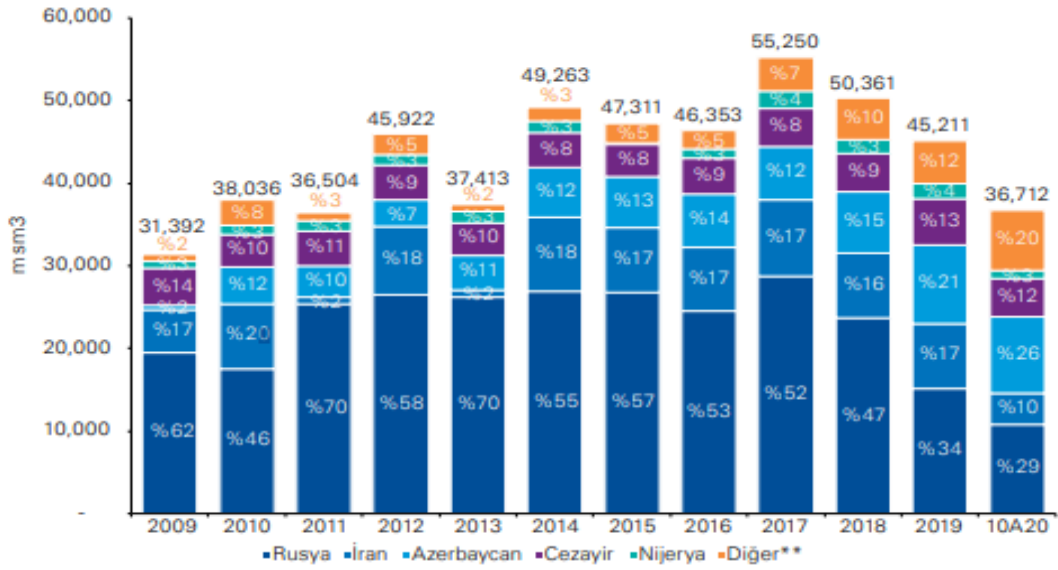


**Şekil 1.4.** Sektörlere göre doğal gaz tüketimi

Türkiye yıllık doğal gaz talebinin sadece ortalama %1-1.5'ini kendi imkankarıyla karşılayabilmektedir. Bu nedenle Türkiye doğal gazda ithal eden ülke konumundadır.

Türkiye'nin 2019 yılı için doğal gaz toplam üretimi 74 milyon standart metreküptür. Bu üretimin büyük çoğunluğunu teşkil eden 397 milyon standart metreküpü TPAO tarafından üretilmiştir. Türkiye'nin yaklaşık 18.5 milyar metreküp toplam rezervi vardır (Kpmg Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş., 2021).

Türkiye'nin ithalat kaynaklarını, yaptığı uzun dönemli doğal gaz alım sözleşmeleri ile sahip oldukları büyüklük payına göre Rusya, İran ve Azerbaycan oluşturmaktadır. Türkiye Cezayir ve Nijerya'dan ise yaptığı LNG sözleşmeleriyle doğal gazı sıvı halde tedarik etmektedir. LNG ithalatında %73'lik pay ile Cezayir ilk sırada, %27'lik pay ile Nijerya ikinci sırada gelmektedir (Kpmg Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş., 2021).



Şekil 1.5. Doğal gaz ithalat miktarları ve depolama

#### 1.1.6. 2040'a Kadar Dünya Enerji Arzı ve Talebi

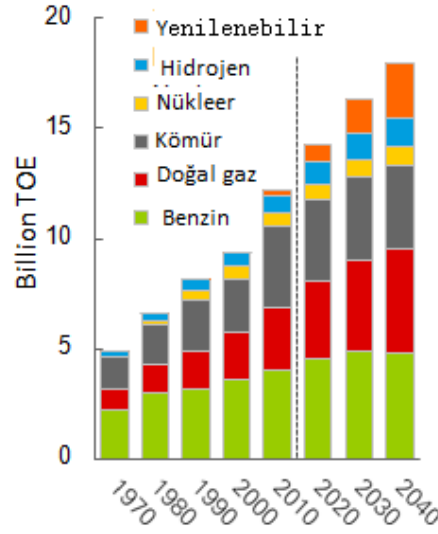
İstatistikler incelendiğinde 2019 yılı için dünyada doğal gaz talebi yaklaşık 3.9 trilyon metreküptür.

2019 yılında dünya genelinde gaz ticareti hacmi 2018 yılına göre %2.9 artmıştır. Ticaret hacmi gaz talebinden daha hızlı büyümektedir. Bu büyüme küresel arz güvenliğine katkıda bulunmaktadır.

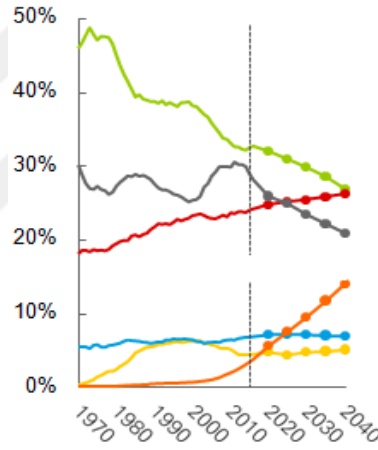
2019 yılında toplam gaz ticaretinin %63'ünü boru hattı ticareti oluştururken, kalan %37'yi ise LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) oluşturmuştur.

Tahminlere göre birçok "iklim planlayıcısı" ve petrol karşıtı eylemci, fosil yakıtlardan yenilenebilir kaynaklara hızlı bir geçişten bahsederken, bilgili gözlemcilerin çoğu, fosil yakıtları gelecek on yıllar boyunca önemli enerji kaynakları olarak görüyor (Hayes, 2018).

Şekil 1.2. ve Şekil 1.3.'de bir örnek gösterilmektedir: 2040 yılına kadar toplam enerji tüketiminde istikrarlı bir büyüme gösteren BP 2018 Enerji Görünümü'nün referans durumu. BP, bu artan talebi karşılamak için belirli yakıtlara bakarak, gelecekte petrol ve kömürün daha küçük bir enerji payı sağlayacağını tahmin ediyor. Doğal gaz tüketimi hem mutlak hem de oransal olarak artmaktadır. Yenilenebilir enerji, önümüzdeki 20 yılı aşkın bir süredir hızla büyürken, 2040 yılına kadar dünya enerji talebinin yalnızca küçük bir bölümünü karşılamaktadır (Hayes, 2018).



Şekil 1.6. Yakıta göre dünya çapında birincil enerji tüketimi, 1970-2040



Şekil 1.7. Enerji tüketiminin yakıta göre payı, 1970-2040

## 1.2. Basınç Düşürme ve Ölçüm(RMS) İstasyonları Hakkında Genel Bilgiler

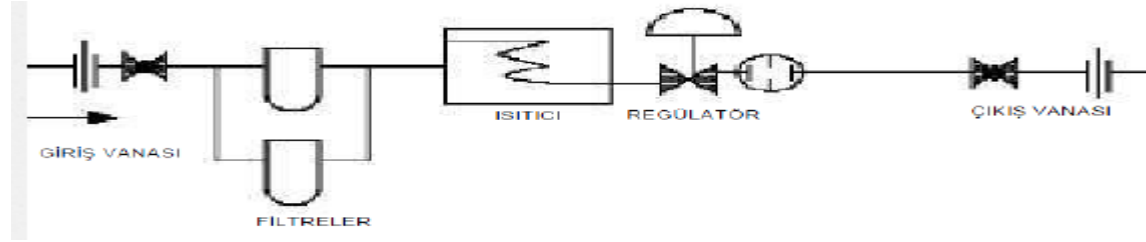
### 1.2.1. RMS tanımı

RMS istasyonları gaz dağıtım yapılmadan önce doğal gazın abonelerinin kullanımına uygun hale getirildiği tesislerdir. RMS istasyonlarında kokulandırma ve ısıtma işlemlerinden geçirilerek abonenin kullanımına uygun hale getirilen doğal gaz bölge regülatörlerinden (BR) sonra konulan servis kutuları ile aboneye ulaştırılır. RMS istasyon giriş ve çıkışlarına gerektiğinde gaz akışını durdurmak için kullanılmak üzere giriş ve çıkış vanaları montaj edilir. Basınç düşürme istasyonları genelde bakım veya arıza durumunda gaz arzının sürekliliğini sağlamak adına yedekli olmak üzere çift hatlı dizayn edilir. RMS istasyonlarında gaz kromotograf üniteleri faturalandırma hesaplarında kullanılmak üzere doğal gaz kalorifik değer ve kompozisyonunu tespitinde kullanılır. RMS istasyonlarında basınç değişiminden dolayı

sıcaklığı düşen doğal gaz kazan dairesinde ısıtma işlemlerinden geçirilir (Gazbir, Gazmer Yayınları 11, t.y.).

### 1.2.2. RMS Genel Ekipmanları

RMS istasyonları genel anlamda filtreler, ısıtıcılar, basınç düşürücü regülatörler ve ölçüm cihazlarından oluşmaktadır (Yılmaz, Demir, 2006).



Şekil 1.8. RMS genel tesisatı

#### 1.2.2.1. Filtreler

RMS istasyonlarında doğal gaz, içerisindeki partikülleri temizlenmesi için filtrelerden geçirilmektedir. RMS istasyonda bulunan her hat için filtreler monte edilirler hangi hat çalışıyorsa o hattaki filtre aktif olur. Filtreler 5 mikron ve daha büyük partiküllerin %90'ını temizleyecek şekilde imal edilirler (Yılmaz ve Demir, 2006).

#### 1.2.2.2. Isıtıcılar (Eşanjörler)

Doğal gaz, filtrelerden sonra ısıtıcılara (eşanjörlere) gelir. Gazın ısıtmanın gayesi, basıncı ani olarak düşen doğal gazın sıcaklığında düşmesinden dolayıdır. Yaklaşık olarak 1 barlık basınç değişmesi, sıcaklığında 0,4-0,6 °C aralığında değişmesine neden olacaktır. Gaz sıcaklığının yoğunlaşma sıcaklığının altına düşmesi ile hidrokarbon sıvılarının ve su oluşmasına neden olur. Bunu önlenmesi için doğal gazın basıncı düşürülmeden önce ısıtılmaktadır. Isıtıcılarda filtreler gibi yedekli şekilde çift hat olarak üretilir (Yılmaz ve Demir, 2006).

#### 1.2.2.3. Basınç Düşürücü Regülatörler

Doğal gaz, ısıtıldıktan sonra basınç düşürme işlemi yapan regülatöre girer. Regülatörde gaz, istenen sabit çıkış basıncına düşürülür. Biri yedek hat diğeri çalışır durumdaki hat üzerinde olmak üzere iki basınç düşürme hattı dizayn edilmektedir (Yılmaz ve Demir, 2006).





**Şekil 1.10.** A tipi basınç düşürme ve ölçüm istasyonu görseli



## 2. BÖLÜM

### MATERYAL YÖNTEM İLGİLİ MEVZUAT VE TANIMLAR

#### 2.1. Materyal ve Yöntem

##### 2.1.1. Materyal

Bu çalışmada, hesaplamalarda kullanılan boşalma kaynakları, ilgili yanıcı kimyasallar ve diğer parametre bilgilerinde materyal olarak firma girdileri temel alınmıştır.

##### 2.1.2. Yöntem

Bu çalışmada, patlayıcı ortam hesaplamaları yapılırken TS EN 60079-10-2:2015, TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 İtalyan standartları birlikte kullanılmıştır.

Yanıcı gaz ve sıvılar için hesaplamalar yapılırken, TS EN 60079-10-1 standardı, olabilecek patlama etkisinin büyüklüğünün, tehlike sınıfının belirlenmesinin ve tehlikeli bölge haritalarının çıkarılması için kullanılır (Ortac, 2018).

IEC 60079 – 10 Standart hesaplamalarında, belirli bir sıcaklıktaki yanıcı sıvı buharı, yine belirli havalandırma ortamında, oluşabilecek teorik hacmi belirleyecek, bölge hesaplaması ve tayini yapmak için kullanılacaktır (Ortac, 2018).

Her iki standardın amacı: Yanıcı gaz, buhar gibi patlayıcı ortam riskini azaltmak için alınması gereken tedbirlerin alınmasını için yol göstermektir.

TS EN 60079-10-1:2015 standardında bulunmayan buhar basıncı yüksek sıvılar, boşalma süresinin bölge hesabına etkisi, zemin pürüzlülüğü vb. hususlar için CEI 31-35 standardı kullanılmıştır.

Bu iki standart farklı çevresel ortamlarda bölge sınıflandırması yaparken genel ve yaygın olarak uygulanabilir yöntem sağlamaktadır.

#### 2.2. Tanımlar

##### 2.2.1. Patlayıcı Ortam Atex

Yanıcı maddelerin gaz veya buharın, atmosfer şartları altında hava ile karışarak patlayıcı duruma geldikleri yerlere patlayıcı ortam denir.

Fransızca “ATmosphèresEXplosives” kelimelerinin ilk hecelerinin bir araya gelmesi ile oluşan ATEX, Patlayıcı Atmosferler anlamına gelmektedir (Çolak, 2019).

Patlayıcı, parlayıcı veya kolay yanıcı olan ortamlarda kullanılması gereken ürünlere ve üretimin yapıldığı yerlere alınan uluslararası geçerliliği olan sertifikaya ATEX Sertifikası denir.

Avrupa Birliği'nin ATEX direktifi, patlayıcı ortamlarda ekipmanın kullanımı için dünyanın genel kabul görmüş standardıdır. Açık deniz petrol ve gaz endüstrisindekiler gibi patlayıcı ortamlardan potansiyel olarak risk altında olan işçilerin güvenlik ve sağlık korumasını iyileştirmek için minimum gereksinimleri içerir (Klingecorp, 2020).

ATEX diğer bir ifadeyle patlayıcı ortamların kontrol altına alınması için hazırlanmış iki adet direktiften oluşmuştur. Bunlardan birincisi, patlayıcı ortamlarda çalışanların korunması için olan ATEX 137 direktifidir. ATEX 137 revize edilerek ATEX 153 adını almıştır. ATEX 153 direktifi ülkemizde "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" olarak bilinmekte ve aynı zamanda patlayıcı ortamların belirlenmesinde yararlanılmaktadır. İkincisi ise, patlayıcı ortamlarda kullanılmak üzere imal edilmiş koruyucu sistemler ve ekipmanların gerekliliklerinin belirlendiği ATEX 95 direktifidir. ATEX 95 revize edilerek ATEX 114 adını almıştır. ATEX 114 direktifi ülkemizde "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik" olarak bilinmekte ve aynı zamanda patlayıcı ortamlarda kullanılacak koruyucu sistem ve ekipmanların belirlenmesinde yararlanılmaktadır (Bingöl, 2015)

### **2.2.2. Patlayıcı Madde**

Isı veya darbe ile kimyasal olarak değişikliğe uğrayan, ani ısı ve hacim artışı sağlaması sayesinde basınç ve şok dalgası oluşturan kimyasal maddelere patlayıcı maddeler denir.

### **2.2.3. Tehlikeli Bölge**

Bölge sınırları içerisinde patlayıcı gaz ortamı bulunan veya bulunması beklenen, insan sağlığı ve güvenliği açısından özel tedbirlerin alınmasını gerektiren bölgedir.

### **2.2.4. Tehlikesiz Bölge**

Bölge sınırları içerisinde patlayıcı gaz ortamı bulunmayan veya bulunması beklenmeyen, insan sağlığı ve güvenliği açısından özel tedbirlerin alınmasını gerektirmeyen bölgedir.

İçinde cihazların kurulması ve kullanılması için özel tedbirlerin alınmasını gerektirecek miktarlarda patlayıcı gaz ortamı bulunmayan veya bulunması beklenmeyen bölgedir.

### **2.2.5. Bölge (Zone)**

"Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmeliğe" göre Tehlikeli yerler, patlayıcı ortam oluşma sıklığı ve süresi dikkate alınarak, bölgeler halinde sınıflandırılır.Yönetmelikte sınıflar ve tanımları:

Bölge 0:

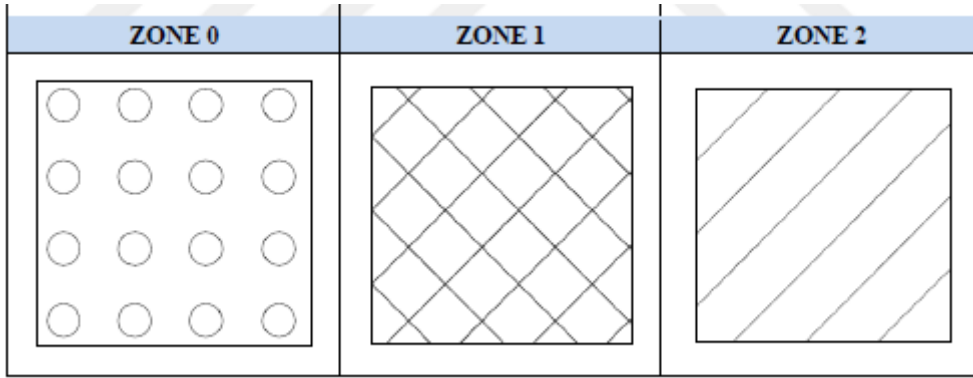
Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık oluştuğu yerler.

Bölge 1:

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.

Bölge 2:

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışarak normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan yerler ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler (Uslu, 2018).



**Şekil 2.1.** Tehlikeli (ZONE) bölge gösterimleri.

### 2.2.6. Boşalma ve Boşalma Dereceleri

Boşalma, gaz, buhar ya da sıvının patlayıcı ortam oluşturacak şekilde boşalmaya başladığı alanı ifade eder.

Patlayıcı gaz ortamının oluşma sıklığı ve ihtimalinin azalan sırasına göre aşağıda listelenen üç temel boşalma derecesi vardır (Gözlemen, 2013):

- Sürekli boşalma derecesi; sık sık veya devamlı olması yada uzun sürelerle devam etmesi beklenen boşalmalara sürekli boşalma derecesi denilir.
- Ana (birincil) boşalma derecesi; Ara sıra veya periyodik olarak oluşması beklenen boşalmalara ana boşalma derecesi denilir.
- Tali (ikincil) boşalma derecesi; Oluşması beklenmeyen, oluşsa bile seyrek olarak ve kısa sürelerle oluşan boşalmalara Tali Boşalma derecesi denir (Ortac, 2018).

Boşalmaya neden olan bir kaynak; boşalma derecelerinden bir veya birden fazlasına sahip olabilir.

### 2.2.7. Boşalma Hızı

Boşalma kaynağından yayılan buhar veya yanıcı gazın birim zamanda çıkan miktarıdır.

### **2.2.8. Seyrelme**

Oluşan yanıcı buhar veya gaz atmosferinin zaman içerisinde yanıcılık oranının azalmasıdır.

### **2.2.9. Alt Patlayıcılık Sınırı (LEL)**

Havadaki buhar yoğunluğunun veya yanıcı gazın patlamaya yol açabilmesi için gereken alt sınırdır.

### **2.2.10. Üst Patlayıcılık Sınırı (UEL)**

Havadaki buhar yoğunluğunun veya yanıcı gazın patlamaya yol açabilmesi için gereken üst sınırdır.

### **2.2.11. Parlama Noktası**

Belirli standart şartlar altında bir sıvının alevlenebilir buhar/hava karışımı oluşturacak miktarda buhar çıkardığı en düşük sıvı sıcaklığıdır.

### **2.2.12. Kaynama Noktası**

101,3 kPa (1013 mbar) ortam basıncında kaynayan bir sıvının sıcaklığıdır.

### **2.2.13. Parlama Noktası**

Belirli standart şartlar altında sıvının alev alabilir buhar hava karışımı oluşturabilmesi için gereken en düşük sıcaklıktır.

### **2.2.14. Bir Gazın veya Buharın Bağlı Yoğunluğu**

Aynı sıcaklıkta ve basınçta havanın yoğunluğu baz alınarak ölçülen gazın veya buharın yoğunluğudur. (Havanın değeri 1,0'e eşittir).

### **2.2.15. Patlamadan Korunma Dokümanı**

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmeliğin 10 uncu maddesi gereğince, hazırlanması istenen döküman "Patlamadan Korunma Dokümanı" olarak anılmıştır. Patlamadan korunma dokümanının hem yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesi hemde çalışanların iş sağlığı ve güvenliklerinin sağlanabilmesi gayesiyle devamlı güncelliğinin sağlanması çok önemlidir (Tuncay, 2014).

**MADDE 10 - (1)** İşveren, 6 ncı maddede belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, ikinci fıkrada belirtilen hususların yer aldığı Patlamadan Korunma Dokümanını hazırlar.

Patlamadan Korunma Dokümanında;

a) Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği hususu,

b) Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,

- c) İşyerinde Ek-1'e göre sınıflandırılmış yerler,
- ç) Ek-2 ve Ek-3'te verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,
- d) Çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dâhil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,
- e) İşyerinde kullanılan tüm ekipmanların 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğine uygunluğu, yazılı olarak belirtilmektedir.

### **2.3. Patlayıcı Ortamla İlgili Mevzuat**

#### **2.3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu**

**MADDE 1 - (1)** Bu Kanunun amacı; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir.

#### **2.3.2. Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı; çalışanlara verilecek iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esaslarını düzenlemektir.

#### **2.3.3. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, çalışanları sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korumak için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

#### **2.3.4. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerinde iş ekipmanlarının kullanımı ile ilgili sağlık ve güvenlik yönünden uyulması gerekli asgari şartları belirlemektir.

#### **2.3.5. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılacak risk değerlendirmesinin usul ve esaslarını düzenlemektir.

#### **2.3.6. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyeri bina ve eklentilerinde bulunması gereken asgari sağlık ve güvenlik şartlarını belirlemektir.

### **2.3.7. İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerlerinde acil durum planlarının hazırlanması, önleme, koruma, tahliye, yangınla mücadele, ilk yardım ve benzeri konularda yapılması gereken çalışmalar ile bu durumların güvenli olarak yönetilmesi ve bu konularda görevlendirilecek çalışanların belirlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir.

### **2.3.8. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerinde bulunan, kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören kimyasal maddelerin etkilerinden kaynaklanan mevcut veya ortaya çıkması muhtemel risklerden çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için asgari şartları belirlemektir.

### **2.3.9. Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerindeki risklerin önlenmesinin veya yeterli derecede azaltılmasının, teknik tedbirlere dayalı toplu korunma ya da iş organizasyonu veya çalışma yöntemleri ile sağlanamadığı durumlarda kullanılacak kişisel koruyucu donanımların özellikleri, temini, kullanımı ve diğer hususlarla ilgili usul ve esasları belirlemektir.

### **2.3.10. Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (2014/34/AB)**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, işyerindeki risklerin önlenmesinin veya yeterli derecede azaltılmasının, teknik tedbirlere dayalı toplu korunma ya da iş organizasyonu veya çalışma yöntemleri ile sağlanamadığı durumlarda kullanılacak kişisel koruyucu donanımların özellikleri, temini, kullanımı ve diğer hususlarla ilgili usul ve esasları belirlemektir.

### **2.3.11. Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı, 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre belirlenen tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerde çalışanların mesleki eğitimlerinin usul ve esaslarını düzenlemektir.

### **2.3.12. Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik**

**MADDE 1 - (1)** Bu Yönetmeliğin amacı; piyasaya arz edilen zararlı maddelerin ve karışımların insan sağlığı ve çevre üzerinde yaratabilecekleri olumsuz etkilere karşı etkin kontrol ve gözetimi sağlamak üzere güvenlik bilgi formlarının hazırlanması ve dağıtılmasına ilişkin idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir.

### 3. BÖLÜM

#### PATLAYICI ORTAM HESAPLAMASI

##### 3.1. Sıvı Buhar ve Gazların Sınıflandırılması

TS 12820 de parlama noktası 37,8 °C ve altında olan sıvılar parlayıcı sıvı, 37,8 °C ve daha yüksek olan sıvılar ise yanıcı sıvı olarak adlandırılmaktadır. Yalnız parlayıcı sıvı tanımına buhar basıncı 276 kPa (2068 mm cıva) ve üzerinde olan ibaresi de konulmaktadır. Buhar basıncı, oluşan buharın yayılma kabiliyetini göstermektedir. Sıvılar parlama noktalarına (flash point) göre tehlike sınıflarına ayrılmaktadır. Yanıcı ve parlayıcı sıvıların kullanımı ve depolanmasıyla ilgili riskler, parlama derecesinin üzerindeki sıcaklıklara maruz kalmış sıvının çıkardığı yanıcı buharlara göre belirlenmektedir. Bu sebepten yanıcı ve parlayıcı sıvılar tehlike sınıflarına ayrılırken parlama noktalarına göre ayrılmıştır. Bu sınıflandırmalar dünyada hâkim olan uygulama dikkate alınarak NFPA 30 (Amerikan Ulusal Yangınla Mücadele Derneği) standardına göre yapılmaktadır (Önder Akademi, 2021)

Parlayıcı ve yanıcı sıvıların tehlike sınıfları bu standarda göre Tablo 3. 1'deki gibi verilmiştir

**Tablo 3.1.** Yanıcı ve parlayıcı sıvıların tehlike sınıflandırılması

Sınıf	Parlama Noktası	Kaynama Noktası
<b>Parlayıcı Sıvılar (Sınıf I)</b>		
<b>Sınıf IA</b>	< 22,8 °C	< 37,8 °C
<b>Sınıf IB</b>	< 22,8 °C	> 37,8 °C
<b>Sınıf IC</b>	> 22,8 °C ve < 37,8 °C	Bütün kaynama noktaları
<b>Yanıcı Sıvılar</b>		
<b>Sınıf II</b>	> 37,8 °C ve < 60 °C	-
<b>Sınıf IIIA</b>	> 60,0 °C ve < 93 °C	-
<b>Sınıf IIIB</b>	> 93 °C	-

##### 3.2. EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 İtalyan Metodolojisi

Yanıcı gaz veya buharın tehlikeli miktarlarda bulunabileceği alanlarda patlama riskini azaltmak için koruyucu tedbirler alınmalıdır. Bu standart tutuşma riskinin değerlendirilmesinde kullanılacak kriterleri belirler ve bu riskin azaltılması için

kullanılabilecek tasarım ve kontrol parametreleri hakkında kılavuzluk bilgilerini verir. Tehlikeli alanların sınıflandırılmasının gayesi, risk derecesi veya olasılığı farklı olan bölgeleri, ayrı ayrı değerlendirerek her bir bölge için uygun sistemlerin veya ekipmanların seçimi sağlamaktır. EN 60079-10 No'lu Avrupa Normu tarafından ortaya atılan sınıflandırma yöntemi, mutlak patlayıcı ortam hacimlerinin oluşma olasılıklarına bağlı analitik bir çalışmaya dayandırılmaktadır. Bir sistemde hesaplanacak en önemli faktör delik büyüklüğüdür. Bu yanıcı madde boşalma hızını ve böylece nihayetinde kuşak tipini ve kuşak yayılma alanını belirler (Önder Akademi, 2021).

İtalya'da, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilmesi adına patlayıcı ortam riskinin bulunduğu tehlikeli alanların sınıflandırılmasına ve kullanılacak sistem ve ekipmanların seçimine yardımcı olabilmek gayesiyle iki adet kılavuz yayınlanmıştır. Patlayıcı ortam riskinin büyüklüğünü ve derecesini belirleyen bölgelerin hesaplanmasında kullanılan formüller için bu iki klavuz kullanılmıştır:

- CEI 31-35 Kılavuzu, "Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanlar. CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31-30) uygulama kılavuzu"
- CEI 31-35/A Kılavuzu, "Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanlar. CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31-30) uygulama kılavuzu. Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması, uygulama örnekleri" (Önder Akademi, 2021).

### **3.2.1. Boşalma çeşitleri**

Boşalma, gaz, buhar ya da sıvının patlayıcı ortam oluşturacak şekilde boşalmaya başladığı alanı ifade eder.

Yanıcı maddeler fazlarına ve boşalım hızlarına bağlı olarak, buldukları kapalı sistemden boşalabilirler.

- a) Faz
  - Gaz ya da buhar (tek faz)
  - Boşalma sırasında buharlaşmanın ihmal edildiği sıvılar (tek faz)
  - Boşalma sırasında buharlaşan sıvı veya sıvılaştırılmış gaz
- b) Boşalma hızları ve başlangıç durumları
  - Düşük
  - Yüksek

Boşalan gaz veya buhar hava içerisinde dağılmaya eğilimlidir. Parçacıklar havadaki mümkün olan tüm boşlukları dolduruncaya kadar hareket etmektedir.

Düşük hızdaki gaz veya buhar boşalmaları duman bulutu oluşturmaktadır. Parçacıklar kısmi (havaya göre) hızlarına göre boşalma kaynağından uzaklaşmaktadırlar. Bu olay havadaki difüzyon veya türbülans seyrelmesi ile gerçekleşmektedir. Oluşan duman bulutu rüzgâra göre yönelmektedir. Rüzgâr olmaması durumunda, gaz veya buharın kısmi (havaya göre) yoğunluğuna göre yükselmekte veya alçalmaktadır.

Yüksek hızdaki gaz veya buhar boşalmaları jet (fışkırma) oluşturmaktadır. Jet, momentum transferi (kütlesel hız) ile seyrelmenin olduğu bir hava ortamı oluşturmaktadır. Başlangıçta havaya göre dominant olan jetin boşalma yönünde konik bir şekle sahip olduğu farz edilmektedir. Boşalma kaynağından uzaklaştıkça gazın veya buharın hızı azalmaktadır. Jetin yönü, havanın yönünden etkilenmektedir. Bu durumda, potansiyel patlayıcı ortamın büyüklüğü genellikle havanın hızından bağımsızdır. Buna ek olarak, jet, hızını kaybettiği zaman, gaz veya buharın havadaki yoğunluğu düşük bir konsantrasyona sahiptir.

Jet formunda boşalan gazların seyrelmesi, kısmi yoğunluklarına ve çıkış hızlarına bağlıdır. Örneğin, çıkış akış hızları eşit havadan hafif olan gaz boşalmı havadan ağır olan gaz boşalmasına göre, LEL değerinin altına düşmek için genellikle daha uzun bir yola sahiptir. Ayrıca, jet formunda boşalan gazların seyrelmesi boşalma kaynağının geometrisine (dairesel, düz veya radyan delik) bağlıdır. Eşit hızlardaki akış için, yassı delikler (yarık, çatlak) dairesel deliklere göre, LEL değerinin altına düşmek için genellikle daha uzun bir yola sahiptir (Önder Akademi, 2021).

Boşalan yanıcı sıvılar, karakteristik yapılarına ve ortam ile kapalı sistem arasındaki basınç sıcaklık farkına bağlı olarak buharlaşmaktadır.

Kaynama sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta boşalan bir sıvının buharlaşma hızı düşüktür. Sıvının çökerek yerde oluşturduğu göletten (puddle) buharlaşma meydana gelir.

Eğer kapalı bir sistemde basınç altında veya çıkış sıcaklığı kaynama sıcaklığının üstünde olan bir sıvı bulunuyorsa, boşalma noktasındaki sıvı kısmi veya toplam buharlaşma ile ani parlamaya uğramaktadır (Sönmez, 2017).

Boşalmada buharlaşmayan veya atomize olmayan sıvının bir kısmı, buharlaşmanın meydana geleceği bir gölcük oluşturmaktadır. Kapalı bir sistemden sıvı çıkış hızının düşük olduğu veya boşalma kaynağı korunduğu zaman, boşalma noktasının altında bir gölet oluşmaktadır. Çıkış hızının yüksek (iç basıncı yüksek) olduğu ve boşalma kaynağının korunmadığı zaman, püskürtülen sıvı yerle temas etmeden önce belli bir mesafe almaktadır ve daha sonrasında gölet oluşturmaktadır. Bu durumlarda, göletin çevresinde tehlikeli alan büyüklüğünün (zone) tanımlanması gerekmektedir (Önder Akademi, 2021).

Eğer sıvı tutuşma (kendiliğinden tutuşma) sıcaklığının üzerine çıkıyorsa, atmosfer ile temas ettiğinde kendiliğinden tutuşarak patlama tehlikesinden ayrı yangına sebep olur (örneğin, bazı

ısıyı ileten yağların yüksek sıcaklıklarda ısıtılması). Yüksek hızlarda sıvıların boşalmaları, oluşan yüksek türbülans nedeniyle atomize olarak jetleri oluşturmaktadır.

Yüksek türbülans spray ya da buharın tutuşmasına neden olan elektrostatik yükler oluşturmaktadır. Bu yükler, ortamdaki safsızlıklara ve elektriklik iletkenliğine bağlıdır. Aşağıdaki Tablo 3,2'de boşalım çeşitleri görülmektedir.

**Tablo 3.2** Boşalma Çeşitleri

Boşalan Akış	Boşalma Çeşitleri	
	Boşalım hızı ve göreceli hareket	Yayılm Çeşidi
Gaz veya buhar	Yüksek	Hava ile kendiliğinden karışabilen jet
	Düşük	Gaz veya buhar bulutu
Boşalma sırasında buharlaşmayan sıvılar	Yüksek	Boşalma noktasından ayrılan jet, belli bir mesafe aldıktan sonra yavaş buharlaşmanın gerçekleştiği bir havuz oluşturur.
	Düşük	Yerde birikerek buharlaşmanın gerçekleştiği bir havuz oluşturur.
Boşalma sırasında buharlaşabilen sıvılar	Yüksek	Boşalma noktasında kısmen veya tamamen buharlaşabilen jetin oluşturduğu sis yere ulaşmadan buharlaşır.
	Düşük	Yere ulaşarak hızlıca buharlaşmanın meydana geldiği bir gölet oluşturur.

### 3.2.2. Havalandırma

Ortamdaki havalandırma doğal veya yapay olabilir.

#### 3.2.2.1 Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma rüzgâr veya sıcaklık farkından (baca etkisi-stack effect) etkilenen hava hareketidir.

- Rüzgâr etkisi

Kapalı ortamlarda bulunan açıklıkların engellenmemiş olması durumunda, dış ortamdaki havalandırma hava girişinden itibaren yaklaşık 10 m'ye kadar etkili olmaktadır. Açıklıkların engellenmesi durumunda dıştaki havalandırma hava girişinden itibaren yaklaşık 3 m'ye kadar etkili olmaktadır ve burada ölçülen hız 0,05-0,1 m/s arasında değişmektedir.

Rüzgâr etkili doğal havalandırma Qaw hesaplarında A3 ve A4 açıklıklarının karşılarında A1 ve A2 açıkları bulunmalıdır ve başka yerdeki açıklıklar önemsenmemelidir. Bu açıklıkları belirlerken rüzgârın yönü önemlidir. A alanlı tek havalandırma açıklığına sahip rüzgâr etkili doğal havalandırma debisinin hesaplanması Qaw aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. (Önder Akademi, 2021).

$$Q_{aw} = 0,025 \cdot A \cdot W_a,$$

A1 aşağıda A2 alanlı tek havalandırma açıklığına sahip rüzgâr etkili doğal havalandırma debisinin hesaplanması  $Q_{aw}$  aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$Q_{aw} = 0,025 \cdot (A_1 + A_2) \cdot W_a$$

A1 ve A3 aşağıda A2 ve A4 alanlı, A1 ile A2 ve A3 ile A4 karşılıklı olduğunda, rüzgâr etkili doğal havalandırma debisinin hesaplanması  $Q_{aw}$  aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$Q_{aw} = c_s \cdot A_{aw} \cdot w_a \cdot (\Delta c_p)^{0,5}$$

Burada:

$$c_s = 0,65$$

$\Delta c_p = 0,9$  mevcut rüzgâr yönü geçitlere dik ve perdelenmenin olmadığı,

$= 0,4$  mevcut rüzgâr yönü geçitlerle  $45^\circ$  açı yaptığında perdelenmenin olmadığı ya da mevcut rüzgâr yönü geçitlere dik ve kısmi perdelenme olduğunda,

$= 0,2$  mevcut rüzgâr yönü geçitlerle  $45^\circ$  den daha küçük açı yaptığında, perdelenmediğinde veya kısmi perdelenmediğinde,

$= 0,1$  geçitler başka cisimlerle veya engellerle kapalı olduğunda,

$$\frac{1}{A_{aw}^2} = \frac{1}{(A_1 + A_2)^2} + \frac{1}{(A_3 + A_4)^2}$$

• Baca etkisi:

Açık ve kapalı ortamlardaki sıcaklık farkı hava yoğunluğunun farklılaşmasına neden olur. Bu durum ağır havanın aşağıya doğru, hafif havanın ise yukarıya doğru hareket etmesiyle merkezin nötr hale gelmesini sağlar. Ortamda baca etkisinin olabilmesi için iç ortam ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkının en az 2-3 K olması gerekmektedir.

A alanında tek havalandırma açıklığı bulunan baca etkili havalandırma debisi  $Q_{at}$  aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır. (ÖNDER AKADEMİ, 2021).

$$Q_{at} = C_s \frac{A}{3} \left[ \frac{(T_{ai} - T_{ae}) \cdot g \cdot L}{T_{aie}} \right]^{0,5}$$

Burada;

$$C_s = 0,65$$

A1 aşağısında A2 alanında tek havalandırma açıklığı bulunan baca etkili havalandırma debisi  $Q_{at}$  aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$Q_{at} = C_S(A_1 + A_2) \left\{ \frac{\frac{A_1}{A_2} 2^{0,5}}{\left[1 + \frac{A_1}{A_2}\right] \left[1 + \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2\right]^{0,5}} \right\} \left[ \frac{(T_{ai} - T_{ae}) \cdot g \cdot L}{T_{aie}} \right]^{0,5}$$

Burada;

$$C_S = 0,65$$

Yukarıda A1 ve A3 ile aşağıda A2 ve A4 alanlarında havalandırma açıklığı bulunan baca etkili havalandırma debisi  $Q_{at}$  aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$Q_{at} = C_S \cdot A_{at} \cdot \left[ \frac{2(T_{ai} - T_{ae}) \cdot g \cdot L}{T_{aie}} \right]^{0,5}$$

Burada;

$$C_S = 0,65$$

$A_{at}$  Aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanır.

$$\frac{1}{A_{at}^2} = \frac{1}{(A_1 + A_3)^2} + \frac{1}{(A_2 + A_4)^2}$$

Havalandırma debisi  $Q_a$ :

Rüzgar etkili havalandırma olduğunda  $Q_a = Q_{aw}$

Baca etkili (sıcaklık farkı) havalandırma olduğunda  $Q_a = Q_{at}$

Her iki etkinin de olduğu durumda havalandırma hızı  $Q_a$ ,  $Q_{at}$  ile  $Q_{aw}$  arasında en yüksek olan olur.

### 3.2.2.2 Yapay Havalandırma

Yapay havalandırma genel veya lokal olarak iki şekilde yapılmaktadır.

- Genel: Doğal havalandırmayı arttırmak için kapalı bir alanın tamamına (örneğin, duvar veya tavana monteli fanlar) veya özel açık bir alana uygulanmaktadır.

- Lokal: Özellikle ana veya tali boşalma derecesi oluşturabilecek boşalma kaynaklarının her birine veya gruplarına hava emiş sistemi ile uygulanmaktadır (Önder Akademi, 2021).

### 3.2.2.3 Açık Ortamlar

Açık ortamlar, dışarıdaki herhangi bir yapının, boşalan gaz, buhar veya sisin havada seyrelmesine bir engel oluşturmadığı ortamlardır.

Açık ortamlar aynı zamanda duvarlar veya perdelerle havanın hareketini ihmal edilebilecek şekilde sınırlamış alanları da kapsamaktadır.

Açık alanların standarttaki ortam şartları:

-101 325 Pa (1013 mbar)

-20 °C (293 K) dir.

Boşalan gazın havadan hafif veya ağır olması, önünde engel bulundurup bulundurmamasına ve boşalma kaynağının yerden yüksekliğine göre uygulanacak hava hızı farklılık göstermektedir. Boşalmanın ardından uygun havalandırmaya sahip havaya göre hafif olan gazlar yukarıya doğru yükselme eğilimi göstermektedir.

IEC 60079-10-1'e göre, bağıl yoğunluğu 0,8'in altında olan bir gaz havadan daha hafif olarak kabul edilir. Ve havadan hafif olanın gösterge niteliğindeki havalandırma hızı Tablo 3.3'de gösterildiği gibi tanımlanır. Bu nedenle bu çalışmada havadan hafif olan havanın gösterge niteliğindeki havalandırma hızı 0,5 m/s olarak uygulanmıştır (Choi, 2021)

Ancak, boşalmanın ardından havaya göre ağır olan gazlar yer seviyesinde birikme eğilimi göstermektedir. Bu durumda, düşen etkili havalandırma hızı dikkate alınmalıdır. Gaz molekül ağırlığından veya düşük sıcaklıktan dolayı ağırlaşmış olabilir.

Tablo 3.3'de açık ortamdaki havalandırma hızlarını tanımlamak için uygulanabilir yaklaşımlar örneklendirilmiştir.

**Tablo 3.3** Açık Ortamlardaki Havalandırma Hızları

Alanlar	Engellenmemiş Alanlar			Engellenmiş Alanlar		
	≤ 2m	2 m < s < 5m	> 5m	≤ 2m	2 m < s < 5m	> 5m
Yer seviyesinden yüksekliği						
Havadan hafif gaz/buhar boşalmaları	0,5 m/s	1 m/s	2 m/s	0,5 m/s	0,5 m/s	1 m/s
Havadan ağır gaz veya buhar boşalmaları	0,3 m/s	0,6 m/s	1 m/s	0,15 m/s	0,3 m/s	1 m/s
Kapalı alanlarda minimum hava hızı 0,05 m/s olarak alınmalıdır. İçeriye veya dışarıya doğru olan açıklıklar ile hava hızı değişebilmektedir.						

#### 3.2.2.4 Kapalı Ortamlar

Kapalı ortamların tanımlanırken, bir çalışanın sürekli çalışması için tasarlanmamış, sınırlı hava bulunan ve sınırlı hacmi olan alanlar diye teknik literatürde belirtilen tanıma ek olarak tanımlandığı alanı çevreleyen çevresel şartlara ve uzman değerlendirmelerine dikkat edilmesi gerekmektedir (Önder Akademi, 2021).

#### 3.2.3. Boşalma kaynakları

Boşalma kaynaklarının tespiti ve boşalma derecelerinin hesaplanması, tehlikeli bölge tiplerini belirlemesinin temel unsurlarıdır.

Patlayıcı ortam tanımı gereği yanıcı gaz veya buharın hava ile birlikte mevcut olmasıyla oluşabileceği için, belirlenen alanlar içinde bu yanıcı maddelerin bulunmasının mümkün olup olmadığının tespit edilmesi gerekir.

Genelde yapılan incelemeler ve hesaplamalarda patlayıcı ortama sebebiyet veren maddeler, tamamen sınırlı olan ya da olmayan ekipmanın, sistemin veya teçhizatın içinde bulunur. Yanıcı maddelerin yapılan faaliyetin neresinde olabileceğinin veya bu maddelerin faaliyetin neresinde boşalmasından dolayı yanıcı veya patlayıcı ortam oluşturacağı belirlenmesi çok önemlidir (Önder Akademi, 2021).

#### 3.2.4. Tehlikeli alan mesafesi d

Tehlikeli mesafe d, boşalma yönü ve yayılan olası patlayıcı ortamdan olan uzaklıktır. Burada havadaki gaz veya buharın konsantrasyonu  $kdz.LEL$  'den düşüktür.  $kdz.LEL$  matematik metotlarla hesaplanmaktadır. Bu değer, zone boyutlarının büyüklük sıralamasını tanımlamak için kullanılmaktadır (Önder Akademi, 2021).

#### 3.2.5. Bölge çeşitleri

Boşalma derecesi ile zone çeşidi arasında yakın bir ilişki vardır. Genellikle sürekli boşalma Zone 0'ı, ana boşalma Zone 1'i ve tali boşalma Zone 2'yi tanımlamaktadır. Ortam havalandırması belirtilen zone çeşitlerini değiştirmektedir. Kötü veya kaçak havalandırma zone çeşidinin azalmasına neden olur. Örneğin; ana boşalmayı zone 1'den kötü havalandırma neticesinde zone 0'a düşürebilir.

Yanıcı maddelerin veya benzer özelliklere sahip başka yanıcı maddelerin, benzer proseste veya depolamada olması durumunda, bu maddelerin bulunduğu alanlar ile ilgili yakın bir ilişki vardır. Bu bilgiler tehlikeli alanların büyüklüklerini ve niteliklerini sınırlamada kullanılabilir.

Yukarıda bahsedilen durum ve bu durumların belirlenmesi için aşağıdaki yöntemlerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir:

- Çevresel şartlar ve boşalma kaynağından oluşan patlayıcı ortamlara eş değerlikte emniyet işletme analizleri belirlenmelidir.
- Olası patlayıcı ortama uygun istatistiksel bilgilere bağlı olan hesaplamalar uygulanmalıdır.

Araştırmaların sayısı ve süresi, olasılığın belirlenmesinde güvenilirlik ve uygunluk sağlamalıdır. Zone çeşitleri Tablo 3,4'den referans alınarak tanımlanmaktadır. Arızanın artma ihtimalinin olduğu durumlarda bu olasılık yaklaşımı önerilmemektedir (Önder Akademi, 2021).

**Tablo 3.4** Zone Çeşitleri

<b>ZONE</b>	<b>1 yıl içerisinde olası patlayıcı ortam</b>	<b>Boşalmanın 365 gündeki (1 yıldaki) toplam süresi (patlayıcı ortamın)</b>
Bölge Zone 0	$P > 10^{-1}$	1 000 saatten daha fazla
Bölge Zone 1	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	10 saatten fazla ve 1 000 saate kadar
Bölge Zone 2	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar

### 3.2.6. Eş zamanlı boşalmaların zone çeşitine etkisi

Düşük derecelerdeki boşalmalar ile yüksek konsantrasyonlardaki boşalmaların sınıflandırmaya etkisi incelenmelidir. Bu boşalmalar karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilir ve eş zamanlı boşalmalar oluşturabilir.

Çok sayıda boşalma kaynağının olması durumunda bu kriter kullanılabilir. Ancak bu durum sadece aynı boşalma derecesine sahip boşalma kaynaklarında aynı yanıcı maddelerin olmasında geçerlidir.

Kapalı ortamlardaki eş zamanlı boşalmaların havalandırma derecesini etkileyebileceği için her zaman dikkatli düşünülmesi gerekmektedir.

Uygulama kriterleri aşağıda listelenmiştir.

- Sürekli boşalmalarda havalandırma derecesini tanımlamak için, boşalmanın eş zamanlı boşalma olduğu düşünülmelidir.
- Ana boşalmalarda havalandırma derecesini tanımlamak için, sürekli ve ana boşalmaların eş zamanlı olduğu düşünülür.

**Tablo 3.5** Eş Zamanlı Ana Boşalma Sayısı

<b>Ana Boşalma Sayısı</b>	<b>Eş Zamanlı Ana Boşalma Sayısı</b>
1	1
2	2

3-5	3
6-9	4
10-13	5
14-18	6
19-23	7
24-27	8
28-33	9
34-39	10
40-45	11
46-51	12
>51	12+%20(n-21) (*)
(*) "n" ana dereceli toplam boşalma sayısı	

c) Tali dereceli boşalmalarda havalandırma derecesini tanımlamak için sürekli, ana ve tali dereceden boşalmaların eş zamanlı olduğu düşünülür. Boşalmanın en yoğun olduğu yer belirlenir.

### 3.2.7. Havalandırmanın zone çeşitine etkisi

#### 3.2.7.1. Havalandırma Derecesi

Havalandırma derecesi, ortama boşalan yanıcı madde miktarı ile orantılı olarak boşalma kaynağını etkileyen havalandırma miktarını belirler. Bu oran, çeşitli derecelerdeki patlayıcı ortamın sınırlandırılmasını ve kalıcılık süresinin azaltılmasını sağlar.

Va toplam hacmindeki kapalı bir ortam atmosferindeki yanıcı madde %Xm konsantrasyonun ortalama ve üstünde olması durumunda üç çeşit havalandırma derecesi tanımlanmaktadır. Minimum kuramsal havalandırma volumetrik hızı, boşalan yanıcı maddenin açık veya kapalı durgun ortamlarda seyrelmesini sağlamak için kullanılmaktadır (Önder Akademi, 2021).

$$(dV/dt)_{min} = Q_{amin} = \frac{(dG/dt)_{max}}{kLEL_m} \frac{T_a}{293} = \frac{Q_g}{kLEL_m} \frac{T_a}{293}$$

Bu eşitlikte:

$(dV/dt)_{min} = Q_{amin}$  , minimum kuramsal havalandırma debisini (birim zamandaki hacim, m<sup>3</sup>/s)

$(dG/dt)_{max} = Q_g$  , yanıcı maddenin maksimum boşalma debisini (birim zamandaki kütle, kg/s)

LEL<sub>m</sub> , alt patlama limitini (birim hacimdeki kütle kg/m<sup>3</sup>)

k, LEL<sub>m</sub>'ye uygulanan güvenlik katsayısını;

k = 0,25 (sürekli ve birincil derecedeki gaz salımları için)

k = 0,5 (ikincil derecedeki gaz salımları için)

T<sub>a</sub> ise çevresel sıcaklığı (K) ifade etmektedir.

NOT 1: LEL<sub>v</sub>'yi (hacim %) LEL<sub>m</sub> 'ye (kg/m<sup>3</sup>) çevirebilmek için aşağıda belirtilen normal atmosferik şartlar altında şu eşitlik kullanılmalıdır:

$$LEL_m = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times LEL_v$$

Havalandırma verimliliği kararlı haldeki tekli boşalmalar için;

$$\frac{Q_a}{Q_{amin}} = \frac{kLEL_v}{X_{teya} da X_r}$$

olarak verilmektedir.

Bu eşitlikte:

%X<sub>te</sub> = V<sub>a</sub> toplam hacimdeki ortamda bulunan yanıcı maddelerin te süresinden sonraki ortalama yüzde konsantrasyonu [%];

%X<sub>r</sub> = V<sub>a</sub> toplam hacimdeki ortamda bulunan yanıcı maddelerin kararlı haldeki ortalama yüzde konsantrasyonu, [%] ifade etmektedir.

Havalandırma verimliliği kararlı haldeki eş zamanlı boşalmalar için;

$$\frac{Q_a}{\sum Q_{amin}} = \frac{kLEL_v}{\%X_m}$$

olarak verilmektedir.

X<sub>m</sub> = V<sub>a</sub> toplam hacimdeki ortamda bulunan yanıcı maddelerin ortalama yüzde konsantrasyonu, [%] ifade etmektedir.

Birim zamandaki hava değişim sayısı C<sub>0</sub> olan V<sub>0</sub> hacmindeki ortamın potansiyel patlayıcı kuramsal hacmi V<sub>k</sub>; ideal temiz hava akış şartlarında ve boşalma kaynağına yakın bir yerde anlık olarak homojen bir karışımın oluşması durumunda gerçekleşmektedir.

$$V_k = \frac{(dV/dt)_{min}}{C_o} = \frac{Q_{amin}}{C_o}$$

Boşalma kaynağının etrafındaki potansiyel patlayıcı ortamın kuramsal hacmi  $V_z$ , havalandırma verimlilik  $f_{SE}$  faktörü (parlayıcı gaz veya buhar karışımına ve seyrelme kapasitesine bağlı olarak 1-5 arasında değişir) ile tanımlanmaktadır (Önder Akademi, 2021).

$$V_z = (f_{SE} \cdot V_k) = \frac{f_{SE}(dV/dt)_{min}}{C_o} = \frac{f_{SE}Q_{amin}}{C_o}$$

Bu eşitlikte:

$C_o = V_o$  hacimli havalandırılmalı ortamdaki hava değişim sayısını [s-1] ifade etmektedir.  $C_o$ , aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$C_o = \frac{dV_o/d_t}{V_o} = \frac{Q_o}{V_o}$$

Bu eşitlikte:

$Q_o = V_o$  hacmine etkileyen gerçek havalandırma debisi [m<sup>3</sup>/s];

$V_o =$  Referans alınan küpün hacmini [m<sup>3</sup>] ifade etmektedir.

$V_a$  hacmindeki bir ortamdaki birim zamanda değişen hava sayısı aşağıdaki formülden bulunabilir.

$$C_a = \frac{dV_a/d_t}{V_a} = \frac{Q_a}{V_a}$$

### 3.2.7.2. Açık Alanlardaki Havalandırma İle Zone Çeşitli Arasındaki İlişki

Açık alanlar için  $C_o$  değeri  $0,03 \text{ s}^{-1}$  olarak verilmektedir. Potansiyel patlayıcı ortamın kuramsal hacmi  $V_z$  için, açık ortamlarda hava sirkülasyonunun olduğu ve yanabilen maddelerin hacim etkinliğini azaltacak bir engel bulunmadığı durumlar için aşağıdaki eşitlik geçerli olmaktadır.

$$V_z = \frac{(dV/d_t)_{min}}{0,03} = \frac{Q_{amin}}{0,03}$$

Havalandırma verimliliğinin dikkate alınması gereken durumlar için ise, aşağıdaki eşitlik dikkate alınmalıdır (Önder Akademi 2021).

$$V_z = \frac{f_{SE}(dV/d_t)_{min}}{0,03} = \frac{f_{SE}Q_{amin}}{0,03}$$

Potansiyel patlayıcı ortamın kalıcılık süresi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_o} \cdot \ln\left(\frac{kLEL}{X_0}\right)$$

Yanıcı maddelerin başlangıç konsantrasyonu  $X_0$  (% hacim veya kg/m<sup>3</sup>) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

a) Gaz veya kaynayan sıvı boşalmaları ( $P_v > P_a$ )

$$\%X_0 = \frac{100}{2} = \%50$$

b) Kaynama noktası altında buharlaşan sıvılar için (Raoult denklemi)

$$\%X_0 = \frac{P_v}{P_a} \cdot 100$$

### 3.2.7.3. Kapalı Alanlardaki Havalandırma İle Zone Çeşiti Arasındaki İlişki

Sınırlandırılmış  $V_a$  hacmindeki bir ortamda bulunan son derece parlayıcı maddeler, boşalma kaynağının etrafında ve ötesinde patlayıcı bir ortam oluşturur.

Toplam  $V_a$  hacmindeki ortamdaki ortalama yanıcı madde konsantrasyonu  $\%X_m$  aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır (Önder Akademi, 2021).

$$\%X_m \leq \frac{k \cdot LEL_v}{f}$$

$t_e$  boşalma zamanından sonra ortamda bulunan ortalama hacim konsantrasyonu  $\%X_{te}$  aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$\%X_{te} = \frac{Q_g}{Q_a \cdot P_{gaz}} (1 - e^{-C_a \cdot t_e}) \cdot 100$$

Ya da:

$$\%X_{te} = \frac{Q_g}{Q_a} (1 - e^{-C_a \cdot t_e}) \cdot 100$$

$Q_a = V_a$  hacmine etkileyen gerçek havalandırma debisini [m<sup>3</sup>/s];

$P_{gaz} =$  Gaz veya buharın yoğunluğunu [kg/m<sup>3</sup>];

$t_e =$  Boşalma süresini [s] ifade etmektedir.

Geçiş süresinden sonra  $V_a$  hacmindeki bir ortamdaki kararlı halde bulunan ortalama yüzde konsantrasyonu  $\%X_r$  formül aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$\%X_r = \frac{Q_g}{Q_a \cdot P_{gaz}} \cdot 100$$

Eş zamanlı boşalmaların olması durumunda ortalama konsantrasyonu %X<sub>m</sub> aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmaktadır.

- Sürekli dereceli boşalmalar için havalandırma derecesi;

$$X_m \% = \sum X_r$$

- Ana dereceli boşalmalardaki havalandırma derecesi;

$$X_m \% = \sum X_r + \sum X_{te}, \text{ ana boşalma}$$

- Tali dereceli boşalmalardaki havalandırma derecesi;

$$X_m \% = \sum X_r + \sum X_{te}, \text{ ana boşalma} + \sum X_{te}, \text{ tali boşalma}$$

#### 3.2.7.4. Havalandırma Verimlilik Faktörü F<sub>se</sub>

Havalandırma verimlilik faktörü f<sub>SE</sub>, her boşalma kaynağının etrafındaki hava akışını engellediği düşünülen patlayıcı ortamın gerçek seyrelme kapasitesidir. İdeal durumlar için f<sub>SE</sub>=1 ve engellenmiş hava akışında ise f<sub>SE</sub>=5 olarak alınır (Önder Akademi, 2021).

#### 3.2.8. Açık ve kapalı ortamlar için havalandırma derecesi

Kuramsal hacim V<sub>z</sub> ile gerçek patlayıcı karışım hacmi V<sub>ex</sub> arasındaki ilişki her zaman kolaylıkla belirlenemez. Gerçek patlayıcı karışım hacmi V<sub>ex</sub> 'in belirlenmesinde aşağıda belirtilen formülden yararlanılmaktadır.

$$V_{ex} = V_z \cdot k$$

Açık ortamlar da V<sub>ex</sub> hacmi için aşağıda belirtilen şartlar gerçekleştiğinde ihmal edilebilen değerler için potansiyel patlayıcı ortamın kuramsal hacmi V<sub>zNE</sub> ihmal edilir.

- Bölge (Zone) 0 için V<sub>ex</sub> < 1 dm<sup>3</sup>

- Bölge (Zone) 1 için V<sub>ex</sub> < 10 dm<sup>3</sup>

- Bölge (Zone) 2 için V<sub>ex</sub> < 10 dm<sup>3</sup>, bu şart her zaman belirlenen V<sub>z</sub> < 100 dm<sup>3</sup> kaidesine uymalıdır.

Kapalı ortamlar da V<sub>ex</sub> hacmi için aşağıda belirtilen şartlar gerçekleştiğinde ihmal edilebilen değerler için potansiyel patlayıcı ortamın kuramsal hacmi V<sub>zNE</sub> ihmal edilir.

- Bölge (Zone) 0 için  $V_{ex} < 1 \text{ dm}^3$
- Bölge (Zone) 1 için  $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$
- Bölge (Zone) 2 için  $V_{ex} < 10 \text{ dm}^3$

Havalandırma dereceleri;

a) Açık ortamlar

- $V_z$  ihmal edilebildiğinde ( $V_{zNE}$ ), havalandırma derecesi yüksek (HV) olmaktadır.
- $V_z$  ihmal edilmediğinde ve kalıcılık süresi ile zone tipi uyumlu olduğunda havalandırma derecesi orta (MV) olmaktadır.
- Açık ortamlarda düşük havalandırma derecesi (VL) oluşmamaktadır.

b) Kapalı ortamlar

- $V_z$  ihmal edilebildiğinde ( $V_{zNE}$ ), havalandırma derecesi yüksek (VH) olmaktadır.
- $\%X_m$  ortalama konsantrasyonu:

$$\%X_m \leq \frac{k \cdot LEL_V}{f}$$

şartını sağlamadığında ve kalıcılık süresi  $t$ 'nin zone tipi ile uyumlu olmaması durumunda havalandırma derecesi düşük (LV) olmaktadır. Örneğin; ağır gazların çukurda ve hafif gazların tavanda birikmesi.

- Yüksek havalandırma ile düşük havalandırma şartını sağlamadığında ve kalıcılık süresi ile zone tipi uyumlu olduğunda havalandırma derecesi orta (VM) olmaktadır (Önder Akademi, 2021).

### 3.2.8.1. Havalandırma derecelerinin tanımları

a) Yüksek havalandırma (VH): Havalandırmanın “boşalma kaynağındaki konsantrasyonu sanal olarak hemen en düşük patlama sınırının altına düşürebildiği” durumlardır. Burada sonuç olarak ihmal edilebilir boyutta bir bölge oluşur. Ancak havalandırmanın uygun olmadığı yerlerde, bu ihmal edilebilir boyuttaki bölge başka tipteki bir bölge tarafından kuşatılabilir.

$V_z$  hesaplaması suni havalandırmaya dayalı olduğu zaman suni havalandırmanın yapılma şekli belli bir ölçüde dikkate alınabilir.

b) Orta havalandırma (MV): Havalandırmanın “bölge sınırları içerisinde konsantrasyonun en düşük patlama limitinin altında tutulacak şekilde kontrol edildiği, boşalma devam ederken ve boşalma durduğunda patlayıcı atmosferin çok uzun süre ortamda bulunmadığı” durumlardır. Bölgenin boyutları ve cinsi dizayn parametrelerine bağlıdır (Önder Akademi, 2021).

c) Düşük havalandırma (LV): Havalandırmanın “boşalma devam ederken konsantrasyonun kontrol altında tutulamadığı ve/veya boşalma durduğunda yanıcı ortamın ortamda uzun süre kalışının önlenemediği” durumlarıdır.

Genellikle kısıtlı hava akışının olduğu çukur gibi alanlar hariç açık havada düşük havalandırma oluşmaz (Sönmez, 2017).

### 3.2.9. Havalandırma kullanılabilirlik derecesi

Üç çeşit havalandırma kullanılabilirlik derecesi vardır:

İyi; havalandırma pratik olarak sürekli mevcuttur,

Açık ortamlardaki doğal havalandırmada rüzgar hızı  $w$  nın 0,5 m/s kabul edildiğinde veya “durgun rüzgar”ın konveksiyonel olarak düşük bir değerde yere yakın bir şekilde olduğu özel durumlarda her zaman kullanılabilirliğinin iyi olduğu kabul edilir.

Yapay havalandırmanın iyi kullanılabilirliği; havalandırmanın pratik olarak sürekli çalıştığı, bazı çok kısa kesintilerin olması durumunda da acil otomatik fanların devreye girdiği ortamlar için geçerlidir. Havalandırma kesintisi olduğunda yanıcı maddelerin boşalmasını önlemek için uygulanacak herhangi bir önlemede operatör dahilinde aynı sınıflandırmada tanımlanabilir.

Orta; Havalandırmanın normal çalışmada sürekli mevcut olması beklenir. Kesintilere seyrek oluşmaları ve kısa süreli olmaları kaydıyla izin verilir.

Kötü; İyi veya orta standardını karşılamayan havalandırma, fakat kesintilerin uzun sürelerle oluşması beklenmez.

Boşalma kaynağı daima boşalmanın derecesine bağlı olarak değişen birincil bir bölge oluşturur:

Sürekli boşalma derecesi: Zone Bölge 0

Birincil (Ana) boşalma derecesi: Zone Bölge 1

İkincil (Tali) boşalma derecesi: Zone Bölge 2

Bu bölgeler, havalandırma derecesi “Yüksek (HV)”, havalandırmanın uygunluk derecesi ise “İyi” olduğunda ihmal edilebilir boyutlarda oluşmaktadır ve genellikle Bölge 0NE, Bölge 1NE, Bölge 2NE olarak adlandırılırlar. Bu bölgeler, herhangi bir boşalma kaynağının birkaç  $\{ \text{m} \}^3$  yakınında herhangi bir elektriksel ekipmanın kurulmaması öneriliyor olsa bile tehlikeli bölgelerin sınıflandırması sürecinde etkisi olmayan bölgelerdir.

Eğer bu birincil bölgenin etrafında havalandırma derecesi “Yüksek (HV)”, uygunluk derecesi “Yeterli” veya “Zayıf” ise, boşalma kaynağına bağlı olarak ayrıca bir Bölge 1 veya Bölge 2 oluşur. Aşağıda gösterilen Tablo 3.6’ de sonuçlar genel olarak özetlenmiştir.

Eğer havalandırma tehlikeli hacim değeri olan “Vz” yi ihmal edilebilir bir boyuta indirgeyebiliyorsa dikkate alınan boşalma kaynağına ile alana göre havalandırma derecesi “yüksek” olarak belirlenir. Eğer havalandırma tehlikeli hacim değeri olan “Vz” yi ihmal edilebilir bir boyuta indirgeyemiyorsa ancak dikkate alınan boşalma kaynağına ve tehlikeli bölgeye göre boyutlarını belirli bir düzeyde sınırlandırabiliyorsa bu havalandırma “orta” olarak kabul edilir.

Son olarak eğer havalandırma boşalma kaynağı çevresindeki tehlikeli hacmi düşüremiyorsa bu havalandırma “düşük” olarak kabul edilmelidir. “Düşük havalandırma (LV)” derecesi delikler gibi hava akımının belirgin şekilde sınırlandığı bölgeler dışında genellikle açık havada oluşmaz.

**Tablo 3.6** Zone Tipi ve Havalandırmanın Etkisi

Havalandırma		Boşalmanın Derecesi		
Derece	Uygunluk	Sürekli	Birincil	İkincil
Yüksek (HV)	İyi	Bölge 0 NE	Bölge 1 NE	Bölge 2 NE
	Orta	Bölge 0 NE + Bölge 2	Bölge 1 NE + Bölge 2	Bölge 2 NE
	Kötü	Bölge 0 NE + Bölge 1	Bölge 1 NE + Bölge 2	Bölge 2
Orta (MV)	İyi	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2
	Orta	Bölge 0 + Bölge 2	Bölge 1 + Bölge 2	Bölge 2
	Kötü	Bölge 0 + Bölge 1	Bölge 1 + Bölge 2	Bölge 2
Düşük (LV)	İyi, Orta veya Kötü	Bölge 0	Bölge 1 veya Bölge 2	Bölge 1 veya Bölge 0

Ayrıca farklı alanlar arasındaki geçitler potansiyel boşalma kaynağı olarak ele alınmalıdır ve bu gibi durumlarda salımın derecesi hava akımı yönündeki bölgenin tipine, geçidin açılma süresi ve açılma sıklığına, mafsalların etkinliğine ve son olarak bu iki farklı alan arasındaki basınç farkına bağlı olarak değişir. AB'nin 60079-10 Normuna göre geçitler A,B,C ve D olarak sınıflandırılmışlardır.

Aşağıda gösterilen Tablo 3.7' de sınıflar gösterilmiştir.

**Tablo 3.7** Geçit Sınıflandırması

Geçit Tipi	Tanım
A Tipi	B, C, D Tipleri için tanımlanan karakteristik özelliklere uymayan geçitler. Örnek: Ulaşım ve araçlar için kullanılan geçitler (duvarlardaki borular, tavan ve zemin...) Oda ve binalardaki sabit havalandırma çıkışları ve B, C, D tipinde olup sık sık veya uzun sürelerlet açılmayan geçitler.

<b>B Tipi</b>	Normalde kapalı olan (otomatik olarak kapanan) ve nadiren açılan ve genelde dar olan geçitler
<b>C Tipi</b>	B Tipine uyan normalde kapalı ve nadiren açılan ve ayrıca tüm çapı boyunca bir kapama aracı ile tıkanan geçitler veya birbirlerinden bağımsız otomatik kapanma mekanizmasına sahip 2 B Tipi geçit.
<b>D Tipi</b>	C Tipine uyan normalde kapalı olan ve sadece özel ve acil durumlarda açılabilen geçitler veya tehlikeli bölgeye açılan C Tipi bir geçitle B Tipi bir geçidin birbirine seri olarak bağlanması ile oluşan geçit tip

Geçit altındaki alanın sınıflandırılması için geçidin kendisinden belirli bir derecede salım olduğu varsayılmalıdır. Bu salımın derecesi, geçidin türüne ve hava akışı yönündeki bölgenin cinsine bağlı bir fonksiyondur. Aşağıda gösterilen Tablo 3.8’ de sınıflar gösterilmiştir.

**Tablo 3.8** Geçidin Salımın Derece Sınıflandırılması

Hava Akımı Yönündeki Bölge Türü	Geçit Türü	Geçidin Salım Derecesi
<b>Bölge 0</b>	A	Sürekli
	B	(Sürekli) <sup>1</sup> / Birincil
	C	İkincil
	D	Salım Yok
<b>Bölge 1</b>	A	Birincil
	B	(Birincil) <sup>1</sup> / İkincil
	C	(İkincil) <sup>1</sup> / Salım Yok
	D	Salım Yok
<b>Bölge 2</b>	A	İkincil
	B	(İkincil) <sup>1</sup> / Salım Yok
	C	Salım Yok
	D	Salım Yok

<sup>1</sup>Salım dereceleri için geçitlerin kullanım sıklıkları dikkate alınmalıdır.

### 3.2.10. Boşalma kaynak tipleri ve delik büyüklükleri

EN 60079-10-1 standardında hesaplama yapabilmek maksadıyla delik büyüklüğü ve kaynak yarıçapı verilmemiştir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli ekipmanların tespitinde CEI 31-35 Kılavuzu, delik büyüklüklerinin hesaplanmasında ise “CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31-30) uygulama kılavuzu standartında verilen değerler kullanılmıştır. IEC 60079-10- 1:2015 “ Bölüm B.5 Delik büyüklüğü ve kaynak yarıçapı” bölümünde; boşalma hızının delik yarıçapının karesiyle orantılı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, delik çapının eksik tahmin edilmesi boşalma hızının hesaplanmasında büyük bir eksikliğe yol açacaktır. Delik büyüklüğünün fazla tahmin edilmesi ise güvenlik açısından kabul edilebilir şekilde korumacı bir hesaplamayla sonuçlanacaktır; ancak, korumacılığın derecesi de yine sınırlı olmalıdır. Çünkü o da sonuç olarak aşırı geniş kuşak alanlarına neden olmaktadır. Bu nedenle delik büyüklüğü belirlenirken, dikkatli dengeli bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Dikkate alınabilecek delik ebatları kılavuzu standartın Tablo 3.9’de verilmiştir (Önder Akademi, 2021).

**Tablo 3.9** Delik Büyüklükleri

Komponent	Notlar	A[m <sup>2</sup> ]
Flanş bağlantıları	Flanş kaçaklarındaki kaçak çapını belirlemede conta/salmastra hatası dikkate alınır. Endüstri alanında; delik, flanşın bir fonksiyonu olarak ve contanın tipi ve kalınlığı dikkate alınarak tanımlanır. Ana conta tipleri aşağıdaki gibidir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teflon contalar</li> <li>• Sarmal contalar</li> <li>• Metal contalar</li> </ul>	Teflon conta: 5,0 mm <sup>2</sup> (<DN150) Sarmal sarılı conta: 2,5 mm <sup>2</sup> (<DN150) Metal conta: 5,0 mm <sup>2</sup> (<DN150, flanş kelepçesi ve sertifikası yok) <b>Not:</b> Flaşın kelepçeli ve/veya sertifikalı olmasına göre her tip flanş için belirlenen kaçak alanı küçülmektedir.
Vanalar	Vana kaçaklarındaki kaçak çapını belirlemede vana girişinden kaçak dikkate alınır.	Çapı 150 mm'den küçük genel borulama vanalarında 2,5 mm <sup>2</sup> Çapı 150 mm'den büyük genel borulama vanalarında ya da ağır şartlarda işletilen tüm vanalarda 5,mm <sup>2</sup>
Kompresörler	Kompresörlerdeki kaçak çapını belirlemede kaçağın conta/salmastradan olduğu dikkate alınır (toplanıp bir menfeze yönlendirilmemesi şartı ile)	Kompresör Kaçağı (Pistonlu) için 2,5 mm <sup>2</sup> Kompresör Kaçağı (Santrifüj- Seal) için 1 mm <sup>2</sup> Kompresör Kaçağı (Santrifüj- Katı Lehimiz) için 5 mm <sup>2</sup> NOT: Mümkünse üretici datasının kullanılması tavsiye edilir.
Diğer Bağlantılar	Pompa Kaçağı	Pompa Kaçağı için 2,5 mm <sup>2</sup> Pompa Kaçağı (Salmastralı) için 5 mm <sup>2</sup>
Diğer Bağlantılar	Dişli Bağlantısı	Dişli Bağlantı Noktaları için 0,1 mm <sup>2</sup> Geçme Tipli Bağlantı Noktaları için 1 mm <sup>2</sup>
Diğer Bağlantılar	Emniyet Ventili	Basınç Tahliye Vanaları için 0,25 mm <sup>2</sup> Atmosferik Tahliye Vanaları için 0,25 mm <sup>2</sup>
	Patlama Kapatğı	Patlama Kapağı için 1 mm <sup>2</sup>
Diğer Bağlantılar	Menhol/Yükleme Kapağı/Nefeslik vb.	Menhol/Yükleme Kapağı/Nefeslik için 0,1 × (orifis kısmı)

### 3.2.11. Gazın yayılım hızı

Basınçlandırılmış gazın yoğunluğu eğer sıvılaştırılmış gazın yoğunluğundan çok daha düşükse gazın konteynırdan yayılma hızı ideal gazın adyabatik genişmesi ile tahmin edilebilir. Bölge büyüklüğünün hesaplanabilmesi için EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 Kılavuzu CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31- 30) uygulama kılavuzu standartında verilen gaz ve buhar yayılma oranı hesabı kullanılmıştır.

CEI 31-35'de sıvı dökülmesi için Qg hesabı farklı verilmiştir. Ancak gaz hesaplaması aynen geçerlidir. Eğer gaz konteynırın içindeki basınç pc (kritik basınç) değerinden daha yüksekse yayılan gazın hızı engellenmiş olur.

$$P_c = P_0 \left( \frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

Burada;

$p_0$ , gaz konteynirinin dışındaki basınç.

$\gamma$ , adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı

İdeal gazlar için  $\gamma = \frac{M_{cp}}{M_{cp} - R}$  eşitliği kullanılabilir. Burada:

M, gazın molekül ağırlığı (kg/kmol);

R, evrensel gaz sabiti (8314 J kmol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)

### 3.2.11.1. Bloklanan Gazlara Ait Yayılım Hızı

Bloklanan gaz hızı ses hızına eşittir. Bu değer teorik olarak maksimum boşalma hızıdır. Eğer gaz hızı bloklanıyorsa, gazın konteynirden boşalma hızı aşağıdaki yöntemle yaklaşık olarak tahmin edilebilir:

$$\frac{dG}{dt} = W_g = Q_g = Cd.S.p. \sqrt{\gamma \frac{M}{RT} \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}$$

Bu eşitlikte:

$$\frac{dG}{dt} = W_g, \text{ gazın yayılım hızı (birimzamandaki kütle, kg/s)}$$

S, gazın yayıldığı geçitin kesit alanı (yüzey alanı, m<sup>2</sup>)

p, konteynir içindeki basınç (Pa)

$\gamma$  adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı.

M, gazın molekül ağırlığı (kg/kmol).

T, konteynir içersindeki mutlak sıcaklık (K).

R, evrensel gaz sabiti (8314 J kmol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>). dir.

### 3.2.11.2. Bloklanmayan gaz hızına sahip gazın yayılım hızı

Bloklanmayan gazın hızı belirli bir gaz için ses hızından daha düşük olan boşalma hızıdır. Eğer gaz hızı engellenmiyorsa bir gazın konteynirden yayılım hızı aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaklaşık olarak tahmin edilebilir:

$$\frac{dG}{dt} = W_g = Q_g = Cd.S.p. \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{P_0}{p}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right] \left(\frac{P_0}{p}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

Bu eşitlikte;

$$\frac{dG}{dt} = W_g, \text{ gazın yayılım hızı (birimzamandaki kütle, kg/s)}$$

S, gazın yayıldığı geçitin kesit alanı (yüzey alanı, m<sup>2</sup>)

p, konteynir içindeki basınç (Pa)

p<sub>0</sub>, gaz konteynirinin dışındaki basınç (Pa).

γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı.

M, gazın molekül ağırlığı (kg/kmol).

T, konteynir içersindeki mutlak sıcaklık (K).

R, evrensel gaz sabiti (8314 J kmol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>). dir.

Boşaltım deliğindeki gaz hızı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir:

$$V_0 = \frac{dG/dt}{P_0 S}$$

Burada:

V<sub>0</sub>, boşaltım deliğindeki gazın hızı (m/s)

$\rho_{0gas} = \rho_{gas} \left(\frac{P_0}{p}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$  genişleme gösteren gazın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>).

$\rho_{gas}$ , konteynir içersindeki gazın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>).

Konteynir içersindeki gazın yoğunluğu şu eşitlik yardımıyla elde edilir:

$$\rho_{gas} = \frac{pM}{RT}$$

### 3.2.12. Bölge boyutunun belirlenmesi

İtalya'da sınıflandırma için kılavuz niteliğinde olan ve belirli sınıflandırma örneklerinden oluşan EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35, "Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektriksel Ekipman CEI EN 60079-10 Normu Uygulama Kılavuzu (CEI 31-30)"

ve CEI 31-35/A, "Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektriksel Ekipman - Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması CEI EN 60079-10 Normu Uygulama Kılavuzu, Uygulama Örnekleri" adlı 2 adet kılavuz yayınlanmıştır.

Bu iki kılavuz, bölgenin boyutlarının belirlenmesindeki püf noktalarını ve tehlikeli bölgenin türünün vermektedirler.

Varsayımsal V<sub>z</sub> hacmi tahmin edilirken, yanabilen maddenin salımı süresince devam eden dağılıma mekanizmasının iyi bir şekilde anlaşılması önem taşımaktadır. Esas olarak iki dağılıma mekanizması vardır:

a) Salım jetinin uç noktalarında hava tarafından kendiliğinden seyrelmenin gerçekleşmesi (sıfır rüzgar hızı veya sıfır rüzgar hızına yakın koşullarda veya salım jeti ile aynı yöne ve aynı hıza sahip aksenal rüzgara sahip salım jetleri)

b) Hava hareketi/rüzgar tarafından seyreltilme (yüksek rüzgar hızına sahip düşük salım basıncı olan salım jetleri).

Birinci durumda, yanabilen maddenin seyreltilmesi, jet momentumundan kaynaklanan düzensiz difüzyonla sağlanırken, ikinci durumda bu rüzgar tarafından sağlanmaktadır. Bu yüzden herhangi bir salım kaynağından yayılan potansiyel patlayıcı atmosferler için iki ana çeşit vardır:

a) Momentum salım jeti

b) Pasif bulut.

Gerçek hayattaki uygulamalar için, sadece tek bir formda salımın gerçekleşmesi çok zordur. Genellikle, yaygın olan bazı faktörlere bağlı olarak (jet momentumu veya rüzgar) bu iki mekanizma birlikte gerçekleşmektedir.

Bu yüzden, hızlı bir değerlendirme yapabilmek amacıyla, bazı basit kılavuzlara ihtiyaç vardır.

Her hâlükârda noktasal bir salım kaynağından yayılan potansiyel patlayıcı ortamlar genellikle radyal genişleme açısından daha büyük veya daha küçük açıya sahip konik bir şekle sahip olacaktır. EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 Kılavuzu, "Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanlar. CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31-30) uygulama kılavuzu"na göre; Vz hacminin hesaplaması yapıldıktan sonra özellikle sonik ve subsonik boşalma mevcut ise bu durumda hesaplamanın iki şekilde yapılması gerekmektedir: (Önder Akademi, 2021).

Tehlikeli alan mesafesinin (dz) hesaplanması;

Açık ortamlarda farklı gaz veya buhar yayılma durumlarında tehlikeli mesafe (dz)'yi hesaplamak için; Gaz veya sıvı boşalması düşük hızda ise (<10 m/s):

$$dz = kz \cdot \left( \frac{42300 \cdot Q_g \cdot f_{SE}}{M \cdot kdz \cdot LELv \cdot w} \right)^{0,55}$$

Gaz boşalması türbülanslı yüksek bir akışa sahipse ( $\geq 10$  m/s)

$$dz = \frac{1650}{kdz \cdot LELv} (P \cdot 10^{-5})^{0,5} M^{-0,4} \cdot A^{0,5}$$

Veya türbülanslı yüksek bir akışa sahip değil ise ve debisi  $Q_g$  biliniyorsa,

$$dz = 50 \cdot \frac{M^{-0,65}}{kdz \cdot LELv} \left( \frac{Q_g}{\varphi \cdot c} \right)^{0,5} \cdot \left[ \gamma \cdot \left( \frac{2}{\gamma+1} \right)^\beta \right]^{-0,25} \cdot T^{0,25}$$

Veya türbülanslı yüksek bir akışa sahip değil ise ve rüzgar hızı 2,5 m/s'den büyük değil ise;

$$dz = kz \cdot (P_V \cdot 10^{-5})^a \cdot M^b \cdot (kdz \cdot LEL)^c \cdot A^d \cdot (4 - W_a)$$

eşitlikleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.10'da Tehlikeli Alan Mesafe Eşitliğinin Buhar Basıncına Göre Değişen Üs Değerleri gösterilmektedir (Önder Akademi,2021).

**Tablo 3.10** Tehlikeli Alan Mesafe Eşitliğinin Buhar Basıncına Göre Değişen Üs Değerleri

Buhar basıncı (Pa)	Hava hızı (m/s)	Üs değerleri			
		a	b	c	d
$P_v < 2 \cdot 10^4$ (<0,2 bar)	$W_a \leq 0,5$	0,26	-0,0	-0,25	-0,67
$P_v \geq 2 \cdot 10^4$ ( $\geq 0,2$ bar)	$W_a \leq 0,5$	0,10	-0,10	-0,26	0,70

Yanıcı maddelerin geneli için, kz katsayısı 1 alınabilir, ancak çok küçük mol kütlesi M durumunda veya artan kimyasal konsantrasyonu %X<sub>m</sub> ile kz artar. Sıvılar ve açık alanlar için kz'nin genellikle 1 alınması standartta önerilmektedir.

$$kz = 0,9 \cdot \text{EXP}\left(\frac{\%X_m}{k \cdot LEL_v}\right)$$

### 3.2.13. Binaların yangından korunması hakkında yönetmeliğe göre belirlenen bölge alanları

19 Aralık 2007 tarih ve 26735 sayılı Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik gereği; aşağıdaki alanlar için tehlikeli bölge (Zone) sınıflandırılması yapılmıştır.

Depo binası içinde depolama: Depo hacimleri bölge (Zone) 1'dir. Depo hacminden dışarıya açılan kapılardan ve pencerelerden ve diğer açıklıklardan itibaren 5 m yarıçapındaki bölge, döşemeden 0,8 m yüksekliğe kadar bölge (Zone 2)'dir.

Açıktaki yerüstü depolama: Genelde depo cidarından itibaren 5 m'lik bir uzaklıktan yerden 0,8 m yüksekliğe kadar bölge (Zone) 2'dir. Yanıcı sıvılar bir havuzlama bölgesi içinde depolanmış ise, bu bölge havuz setinin üst kenarının 0,8 m üstüne kadar bölge (Zone) 1'dir (Önder Akademi, 2021).

Depolama tankları: Yeraltı tanklarının içi, bölge (Zone) 0. bakım tadilat gibi işlerin icra edildiği kanal ya da kapak bölmesi, bölge (Zone) 1'dir. Yer üstü tanklarının içi, bölge (Zone) 0'dır.

Taşınabilir kapların boşaltıldığı ve doldurulduğu yerler: Dolum yapılan yerlerin 15 m yarıçapa ve zeminden 0,8 m yüksekliğe kadar ve 5 m yarıçapa ve ağızdan 3 m yüksekliğe kadar olan civarı, bölge (Zone) 1'dir. Boşaltma yapılan yerlerden ve boşaltma sırasında açılan hava tahliye ağzından yanıcı buharların çıkabileceği açıklıkların 5 m yarıçapa ve zeminden 0,8 m yüksekliğe kadar olan civarı, bölge (Zone 2)'dir.

Akaryakıt servis istasyonları: İkmal kolonlarının içi, bölge (Zone) 1'dir. Kolonların orta noktalarından 1 m yarıçaplı çevresi, kolon yüksekliğine kadar bölge (Zone) 2'dir (Önder Akademi, 2021).



## 4. BÖLÜM

### EN 60079-10-1:2015 VE CEI 31-35 STANDARTLARINA GÖRE ZONE HESAPLAMALARI

RMS lerde tüm iletim hatlarında yanıcı madde içeren doğal gaz iletilmektedir. İletim hattı boyunca ortama yayılımını sağlayamayan noktalar veya alanlar tehlikeli bölge oluşturmamasından dolayı hesaplamalara dahil edilmemektedir. İletim hattı boyunca kullanılan borular veya kaynak ile yapılan birleştirmeleri bu kapsamda değerlendirildiklerinden tehlikeli bölge olarak gösterilmez ve hesaplama yapılmaz. Hesaplamalar RMS A istasyonlarında kullanılan ekipmanlardan vanalar ve flanşlar için yapılacaktır.

#### 4.1. Vanalar

Bir doğal gaz dağıtım sisteminde vanalar, işletmenin ve sistemin en önemli parçalarıdır. Gaz arzının devamlılığını sağlamak ve akışını kontrol etmek amacıyla kullanılır. Çelik ve PE doğal gaz dağıtım hatlarında olmak üzere değişik tip ve çaplarda vanalar vardır. Vanalar gaz dağıtım sisteminde gaz akışını kontrol etmek, gaz arzının güvenli ve kesintisiz bir şekilde sağlamak amacıyla kullanıldığı için daima çalışır vaziyette olmalıdırlar. Periyodik kontrollerin ve bakımlarının sertifikalı ehil kişiler tarafından aksatılmadan düzenli yapılması gerekir. Aksi halde vanalar işlevlerini yapamamaları sonucu doğal gaz arzının devamlılığı sağlanamaz, can ve mal kaybına sebep olabilir. Hat bağlantılarındaki vanalar için hesaplamalar yapılmıştır.

Aşağıda doğal gaz hatlarında kullanılan örnek bir vana görünmektedir (Gazbir, Gazmer Yayınları 11, t.y.)



**Şekil 4.1.** Doğal Gaz Hatlarında Kullanılan Vana

**Tablo 4.1** RMS İstasyonunda bulunan vanaların zone hesaplamaları (Önder Akademi, 2021).

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
HESAP NO: 1		FABRİKA ÜNİTE/PROSES	
ALAN BİLGİSİ(m)		Kapalı Alan	
EN	15	İstasyonu gelen hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	15		
YÜKSEKLİK	15		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR		DOĞAL GAZ	
CAS NO		PN(C)	-186,0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Et kipman	Gaz
LELv; Alt patlayıcı sınırı		5,46E0	
LELm: 0.416x10-3xMxLELv		3,998E-2	
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü		2,5E-1	fSE: Kalite Faktörü 1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)			
CO; Hava değişimi sayısı ( birim/saniye )		3,333E-2	
Ortam Sıcaklığı (K)		288,15	
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0		5,0E1	
t <sub>n</sub> ; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)		1200	
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	ANA		
Vo Hacmi (m3)	3.375,0		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm <sup>2</sup> değerit kullanılmıştır.		



Zone t(Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <=0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0:Özgül Hacim	1,343	u0: Qg.v0 /c.A (m/s) 1,847E4
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı			
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	7,601E6		
S, Deligint Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg.K)	2,039E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ=(M.Cp)/(M.Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg; Cd.S. P√(γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	4,126E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	4,06E0		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	3,045E4		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t <sub>n</sub> -fSE/CO. Ln (LEL.k/X0)	1,08E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	Geçerli Değil	k. LELv/fa	Geçerli Değil
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	Geçerli Değil		
Pc, Kritik Basınç (Pa)		1,858E5	
Pc: P0.(γ+1/2) γ/(γ-1)			
Cd, Delik Deşarj Katsayısı			
Düzenli Kesitli Delik		0,6	
CEI Manuel 31- 35'e Göre			
Tp; Boşalma Süresi(sn)	Genel Gözetim	5400,0	

$\%X_m: \sigma X_r + \sigma X_{te}$	Geçerli Değil	Sızıntı Süre(Saat)	1,86E0		Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)		
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK		0,001 < P <= 0,1		Sonik Gaz Boşalması		kdz 0,50
Havalandırma Kullanılabilirlik	İyi Kullanılabilirlik						1,000
Zone Sınıfı	Zone 1						dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>Δ</sup> Δ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>
							dz (m) 3,75
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta			Düşük
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
SÜREKLİ	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
ANA	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
TALİ	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 2		FABRİKA ÜNİTE/PROSES	
ALAN BİLGİSİ(m)		Kapalı Alan	
EN	19,0	İstasyonu header 1 hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR DOĞAL GAZ			
CAS NO		PN(C)	-186,0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv; Alt patlayıcılık sınırı		5,46E0	
LELm: 0.416x10-3xMxLELv		3,998E-2	
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)		4,272E1	
CO; Hava değişimi sayısı (birim/saniye )		1,977E-2	
Ortam Sıcaklığı (K)		288,15	
Başlangıç boşalma konsantrasyonu: X0		5,0E1	
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)		1200	
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1
Havalandırma Hesabı		
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil	
Doğal Havalandırma		Mevcut
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açığı=45	0,4
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs.Aat.[(2. (Tai-Tae). g.L)/Taie] ^0.5		2,494E1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim		1,343	u0: Qg. v0 / c. A (m/s)	1,847E4
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı					
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5				
P, Basınç (Pa)	7,601E6				
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	2,5E-6				
Cp, Kimyasalın Sabit Basıncıdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg.K)	2,039E3				
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ=(M. Cp) / (M.Cp-R)	1,301E0				
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	2,063E-2				
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)					
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	1,015E0				
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)					
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	2,567E4				
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)					
t: -fSE/CO. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2				
Arka Plan Yoğunluğu					
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz).100 (1-EXP(-Ca.te).100)	6,67E-2	k. LELv/fa	2,73E0		
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	6,67E-2	%Xm =< k. LELv/fa			

Pc, Kritik Basınç (Pa)	1,858E5	
Cd, Delik Deşarj Katsayısı	0,6	
Düzenli Kesitli Delik		
CEI Manuel 31- 35'e Göre		
Tp; Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

%Xm: $\sigma X_r + \sigma X_{te}$	1,33E-1	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,75
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000	
Zone Sınıfı	Zone 2			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>1/3</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>			
				dz (m)		1,77	
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

**TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA**

HESAP NO: 3	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu kartuş filtre girişi hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
<b>FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER</b>			
<b>KİMYASALLAR</b>			
DOĞAL GAZ			
CAS NO		PN(C)	-186,0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
<b>Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:</b>			
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu: X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
<b>Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi</b>			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	TALI		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone(Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
<b>Rüzgâr Hızı</b>		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1
<b>Havalandırma Hesabı</b>		
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil	
<b>Doğal Havalandırma</b>		
Mevcut		
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Aç=45	0.4
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs.Aat.[(2.(Tai-Tae).g.L)/Tae]^0.5	2,494E1	

**TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA**

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim 1,343 u0: Qg. v0 /c.A (m/s) 1,847E4		
<b>Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı</b>			
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	7,601E6		
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	4,126E-2		
<b>Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)</b>			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,03E0		
<b>Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)</b>			
Vex: k x Vz;k. fSE. Qamin/Co	5,133E4		
<b>Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)</b>			
t: -fSE/Co. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
<b>Arka Plan Yoğunluğu</b>			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz).100 (1-EXP(-Ca.te).100)	1,33E-1	k. LELv/fa	2,73E0
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	1,33E-1	%Xm =< k. LELv/fa	

Pc, Kritik Basınç (Pa)		
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)	1,858E5	
<b>Cd, Delik Deşarj Katsayısı</b>		
Düzenli Kesitli Delik	0,8	
<b>CEI Manuel 31- 35'e Göre</b>		
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

%Xm: $\alpha X_r + \alpha X_{te}$	2,67E-1	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,75
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP(%Xm/M. LELv)		1,000	
Zone Sınıfı	Zone 2			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>β</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>			
				dz (m)		2,50	
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 4	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu kartuş filtre çıkış hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR			
DOĞAL GAZ			
CAS NO		PN(C)	-186,0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar

Rüzgâr Hızı			
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var		
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar		
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1

Havalandırma Hesabı			
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784	
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil		
Doğal Havalandırma			
Mevcut			
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açılı=45	0.4	
Dört Açıklık (Baca) Kat=cs.Aat.[(2. (Tai-Tae). g.L)/Taie] ^0.5			2,494E1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim			1,343	u0: Qg. v0 /c. A (m/s)	1,847E4	
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı							
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5			Pc, Kritik Basınç (Pa)			
P, Basınç (Pa)	7,601E6			Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)			
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6			1,858E5			
Cp, Kimyasalın Sabit Basıncıdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3			Cd, Delik Değarj Katsayısı			
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0			Düzenli Kesitli Delik			
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	4,126E-2			0,6			
CEI Manuel 31- 35'e Göre							
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)				Tp: Boşalma Süresi(sn)			Acil Durdurma Sistemi
				900,0			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,03E0						
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)							
Vex: k x Vz.k. fSE. Qamin/Co	5,133E4						
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)							
t̄ -fSE/Co. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2						
Arka Plan Yoğunluğu							
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100)	1,33E-1	k. LELv/fa	2,73E0				
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	1,33E-1	%Xm =< k. LELv/fa					

%Xm: $\sigma_{Xr} + \sigma_{Xte}$	2,67E-1	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,75
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000	
Zone Sınıfı	Zone 2			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>1/3</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>			
				dz (m)		2,50	
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 5	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu eşanjör girişi hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR	DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186,0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1		
C0; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşalma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1
Havalandırma Hesabı		
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil	
Doğal Havalandırma		
Mevcut		
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok. Açı=45	0.4
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs.Aat.[(2. (Tai-Tae). g.L)/Taie]^0.5	2,494E1	

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim 1,343 u0: Qg. v0 / c. A 1,847E4 (m/s)		
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı			
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	7,601E6		
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	4,126E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,03E0		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	5,133E4		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t: -fSE/C0. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	1,33E-1	k. LELv/fa	2,73E0
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	1,33E-1	%Xm =< k. LELv/fa	

Pc, Kritik Basınç (Pa)		
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)	1,858E5	
Cd, Delik Deşarj Katsayısı		
Düzenli Kesitli Delik	0,6	
CEI Manuel 31- 35'e Göre		
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

$\%X_m: \sigma_{Xr} + \sigma_{Xte}$	2,67E-1	Sızıntı Süre(Saat)	6,24E-1	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boşalması	kdz	0,75	
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			kdz=0,9EXP (%X <sub>m</sub> /M. LEL <sub>v</sub> )	1,000		
Zone Sınıfı	Zone 2			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LEL <sub>v</sub> ). (Q <sub>g</sub> /Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>γ</sup> ) <sup>γ</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>			
				dz (m)	2,50		
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 6	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
<b>ALAN BİLGİSİ(m)</b>			
EN	19,0	Kapalı Alan	
BOY	24,3	İstasyonu basınç düşürücü sonrası hat bağlantılarındaki >DN150 vana için hesaplama yapılmaktadır.	
YÜKSEKLİK	4,7		
<b>FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER</b>			
<b>KİMYASALLAR</b>			
DOĞAL GAZ			
CAS NO		PN(C)	-186,0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv; Alt patlayıcılık sınırı			5,46E0
LELm; 0.416x10-3xMxLELv			3,998E-2
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
<b>Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:</b>			
Havalandırma Debisi (m3/s)			4,272E1
C0; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)			1,977E-2
Ortam Sıcaklığı (K)			293,15
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0			5,0E1
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)			1200
<b>Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi</b>			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)			2.160,76
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar

<b>Rüzgâr Hızı</b>			
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var		
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar		
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1
<b>Havalandırma Hesabı</b>			
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784	
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil		
<b>Doğal Havalandırma</b>		Mevcut	
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açı=45	0,4	
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs. Aat. [(2. (Tai-Tae). g.L)/Tae] ^0.5			2,494E1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max; Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim		
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı	1,366	u0: Qg. v0 / c. A (m/s)	1,847E4
Po, Atmosferik Basınç (Pa)			1,013E5
P, Basınç (Pa)			2,351E6
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)			5,0E-6
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg.K)			2,039E3
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)			1,299E0
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√γ (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)			1,265E-2
<b>Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)</b>			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)			6,328E-1
<b>Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)</b>			
Vex: k x Vz;k. fSE. Qamin/Co			1,6E4
<b>Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)</b>			
t; -fSE/Co. Ln (LEL.k/X0)			1,471E2
<b>Arka Plan Yoğunluğu</b>			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	4,16E-2	k. LELv/fa	2,73E0
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	4,16E-2	%Xm =< k. LELv/fa	

Pc, Kritik Basınç (Pa)		
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)	1,858E5	
Cd, Delik Deşarj Katsayısı		
Düzenli Kesitli Delik	0,6	
<b>CEI Manuel 31- 35'e Göre</b>		
Tp; Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

%Xm: $\sigma X_r + \sigma X_t$	8,32E-2	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boğalması		kdz	0,75
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000	
Zone Sınıfı	Zone 2			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>1/β</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>			
				dz (m)		1,39	
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 7	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	15	İstasyonu basınç düşürücü sonrası hat bağlantılarındaki <DN 150 manuel basınçlı tahliye vanası için hesaplama yapılmaktadır.	
BOY	15		
YÜKSEKLİK	15		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR	DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186.0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	2,5E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı ile İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)			
C0; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,333E-1		
Ortam Sıcaklığı (K)	293,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	< DN 150 Tahliye Vanası Basınçlı		
Boşaltma Derecesi	ANA		
Vo Hacmi (m3)	3.375,0		
Kesit Alanı Kabul	Basınçlı Tahliye Vanaları için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 2,5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	S>=5	Rüzgâr Hızı 2,0E0

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim			1,366	u0: Qg. v0 /c.A (m/s)	5,76E3
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı						
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5					
P, Basınç (Pa)	2,351E6					
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	2,5E-6					
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,054E3					
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,299E0					
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	1,054E-2					
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)						
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	1,055E0					
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)						
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	1,978E3					
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)						
t: -fSE/C0. Ln (LEL.k/X0)	2,701E1					
Arka Plan Yoğunluğu						
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	Geçerli Değil	k. LELv/fa	Geçerli Değil			
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	Geçerli Değil					

Pc, Kritik Basınç (Pa)	1,858E5	
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)		
Cd, Delik Değarj Katsayısı		
Düzenli Kesitli Delik	1	
CEI Manuel 31- 35'e Göre		
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Genel Gözetim	5400,0

%Xm: $\alpha X_r + \alpha X_{te}$	Geçerli Değil	Sızıntı Süre (Saat)	<b>1,86E0</b>	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK		0,001 < P <= 0,1	Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,50
Havalandırma Kullanılabilirlik	İyi Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		<b>1,000</b>	
Zone Sınıfı	<b>Zone 1</b>			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>1/5</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>		dz (m)	
						<b>1,48</b>	
Boşalma Derecesi	<b>Havalandırma</b>						
	Yüksek			Orta			Düşük
	<b>Kullanılabilirlik Derecesi</b>						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 8	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	15	İstasyonu RMS çıkışı hat bağlantılarındaki >DN 150 vana için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	15		
YÜKSEKLİK	15		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR DOĞAL GAZ			
CAS NO		PN(C)	-186.0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k: LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	2,5E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)			
CO; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	3,333E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	293,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Açma/Kapatma Vanası		
Boşaltma Derecesi	ANA		
Vo Hacmi (m3)	3.375,0		
Kesit Alanı Kabul	Vana Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı
		5,0E-1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,366	u0: Qg.v0 /c.A (m/s)
			5,76E3
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı			
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	2,351E6		
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,054E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,299E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	1,265E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	1,266E0		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	9,493E3		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t̄: -fSE/CO. Ln (LEL.k/X0)	1,08E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	Geçerli Değil	k. LELv/fa	Geçerli Değil
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	Geçerli Değil		
Pc, Kritik Basınç (Pa)			
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)	1,858E5		
Cd, Delik Değarj Katsayısı			
Düzenli Kesitli Delik	0,6		
CEI Manuel 31- 35'e Göre			
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Genel Gözetim	5400,0	

%Xm: $\alpha X_r + \alpha X_{te}$	Geçerli Değil	Sızıntı Süre(Saat)	1,86E0		Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)		
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK		0,001 < P <= 0,1		Sonik Gaz Boşalması	kdz	0,50
Havalandırma Kullanılabilirlik	İyi Kullanılabilirlik				kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000
Zone Sınıfı	Zone 1				dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>β</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>		
					dz (m)	2,09	
<b>Havalandırma</b>							
Boşalma Derecesi	Yüksek			Orta			Düşük
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

## 4.2. Flanşlar

Flanşlar; genellikle boru hatlarında kullanılan ve conta yardımıyla sızdırmazlığı sağlayan bağlantı elemanlarıdır. Paslanmaz flanşlar yüksek basınçlı ortamlarda kullanılır. Genellikle boru hatlarında kullanılmasının yanı sıra makine ve tesisat elemanlarında da kullanımı yaygındır (Gazbir, Gazmer Yayınları 11, t.y.)



**Şekil 4.2.** Doğal Gaz Hatlarında Kullanılan flanş

**Tablo 4.2** RMS İstasyonunda bulunan flanşların zone hesaplamaları (Önder Akademi, 2021).

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA																
HESAP NO: 9		FABRİKA ÜNİTE/PROSES														
ALAN BİLGİSİ(m)		Kapalı Alan														
EN	15	İstasyonu gelen hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.														
BOY	15															
YÜKSEKLİK	15															
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER																
KİMYASALLAR DOĞAL GAZ																
CAS NO		PN(C)	-186.0													
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Ekipman	Gaz													
LELv: Alt patlayıcılık sınırı		5,46E0														
LELm: 0.416x10-3xMxLELv		3,998E-2														
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü		2,5E-1	fSE: Kalite Faktörü	1												
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:																
Havalandırma Debisi (m3/s)																
C0; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)		3,333E-2														
Ortam Sıcaklığı (K)		288,15														
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0		5,0E1														
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)		1200														
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi																
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta															
Boşaltma Derecesi	ANA															
Vo Hacmi (m3)	3.375.0															
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.															
TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA																
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)		v0: Özgül Hacim	1,343	u0: Qg. v0 /c.A (m/s)	1,847E4											
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı																
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5															
P, Basınç (Pa)	7,601E6															
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	1,0E-5															
Cp, Kimyasalın Sabit Basıncıdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3															
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0															
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	1,1E-1															
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)																
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	1,083E1															
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)																
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	8,119E4															
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)																
τ: -fSE/Co. Ln (LEL.k/X0)	1,08E2															
Arka Plan Yoğunluğu																
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	Geçerli Değil	k. LELv/fa	Geçerli Değil													
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	Geçerli Değil															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Zone (Bölge)</th> <th>Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam</th> <th>Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zone 0</td> <td>0,1 &lt; P</td> <td>1000 saatten daha fazla</td> </tr> <tr> <td>Zone 1</td> <td>0,001 &lt; P &lt;= 0,1</td> <td>10 saatten fazla ve 1000 saate kadar</td> </tr> <tr> <td>Zone 2</td> <td>0,00001 &lt; P &lt;= 0,001</td> <td>0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar</td> </tr> </tbody> </table>					Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi	Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla	Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar	Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi														
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla														
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar														
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar														
Rüzgâr Hızı																
Havalandırma Engel Durumu		Engel/Kısıt Var														
Kimyasalın Durumu		Havadan Hafif Gaz Buhar														
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1													



%Xm: $\sigma_{Xr} + \sigma_{Xt}$	Geçerli Değil	Sızıntı Süre (Saat)	<b>1,86E0</b>		Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)		
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,001 < P <= 0,1		Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,50
Havalandırma Kullanılabilirlik	İyi Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		<b>1,000</b>	
Zone Sınıfı	<b>Zone 1</b>			dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>1/3</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>		dz (m)	
						<b>5,31</b>	
Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta			Düşük
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
HESAP NO: 10	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu header 1 hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR	DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186,0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Ekipman	Gaz
LELV: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELM: 0.416x10-3xMxLELV	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m <sup>3</sup> /s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m <sup>3</sup> )	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm <sup>2</sup> değeri kullanılmıştır.		
Rüzgâr Hızı			
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var		
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar		
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1
Havalandırma Hesabı			
Genel Havalandırma(m <sup>3</sup> /s)	Mevcut	17,784	
Cebri Çekiş(m <sup>3</sup> /s)	Mevcut Değil		
Doğal Havalandırma			
Mevcut			
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açık=45	0.4	
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs. Aat. [(2.(Tai-Tae).g.L)/Tae]^0.5			2,494E1



TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,368	u0: Qg. v0 /c. A (m/s)
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı	1,847E4		
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	7,601E6		
S, Delik Kesit Alanı(m <sup>2</sup> )	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basıncıdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√(γ. (M/R. T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1))	5,502E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m <sup>3</sup> /s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,706E0		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm <sup>3</sup> )			
Vex: k x Vz;k, fSE. Qamin/Co	6,844E4		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t: -fSE/C0. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100)	1,78E-1	k. LELv/fa	2,73E0
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	1,78E-1	%Xm =< k. LELv/fa	
Pc, Kritik Basınç (Pa)	1,858E5		
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)			
Cd, Delik Deşarj Katsayısı			
Düzenli Kesitli Delik	0,8		
CEI Manuel 31- 35'e Göre			
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0	

$\%X_m: \sigma_{Xr} + \sigma_{Xte}$	<b>3,56E-1</b>	Sızıntı Süre (Saat)	<b>6,24E-1</b>	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)			
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001		Sonik Gaz Boşalması	kdz	0,75	
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik			$kz=0,9EXP (\%X_m/M. LEL_v)$	<b>1,000</b>		
Zone Sınıfı	<b>Zone 2</b>			$dz=kz. 50. (M^{-0,65}/kdz. LEL_v). (Q_g/\Phi. Cd)^{0,5}. \{(y. (2/(y+1))^{0,25})^{-0,25}. T^{0,25}$			
				dz (m)	<b>2,50</b>		
Boşalma Derecesi	<b>Havalandırma</b>						
	<b>Yüksek</b>			<b>Orta</b>			<b>Düşük</b>
	<b>Kullanılabilirlik Derecesi</b>						
	<b>İyi</b>	<b>Orta</b>	<b>Kötü</b>	<b>İyi</b>	<b>Orta</b>	<b>Kötü</b>	<b>İyi, Orta, Kötü</b>
	<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	<b>Zone 2</b>	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
HESAP NO: 11	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu kartuş filtre girişi hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR		DOĞAL GAZ	
CAS NO		PN(C)	-186,0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Ekipman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		
Rüzgâr Hızı			
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var		
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar		
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1
Havalandırma Hesabı			
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784	
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil		
Doğal Havalandırma			
Mevcut			
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Aç1=45		0.4
Dört Açıklık (Baca) Kat=cs. Aat. [(2. (Tai-Tae).g.L)/Taie]^0.5			2,494E1



TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,366	u0: Qg. v0 /c.A (m/s)
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı			
Po. Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P. Basınç (Pa)	7,601E6		
S. Delik Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp. Kimyasalın Sabit Basıncıdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3		
γ. adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)	5,502E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,706E0		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	6,844E4		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t: -fSE/C0. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-k. LELv/fa	1,78E-1	k. LELv/fa	2,73E0
Ca.te).100			
Pc. Kritik Basınç (Pa)			
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)	1,858E5		
Cd. Delik Deşarj Katsayısı			
Düzenli Kesitli Delik	0,8		
CEI Manuel 31- 35'e Göre			
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0	

$\%X_r: Q_g / (Q_a \cdot p_{Gaz}) \cdot 100$	<b>1,78E-1</b>	$\%X_m = < k \cdot LEL_v / f_a$					
$\%X_m: \sigma X_r + \sigma X_{te}$	<b>3,56E-1</b>	Sızıntı Süre (Saat)	<b>6,24E-1</b>				
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001					
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik						
Zone Sınıfı	<b>Zone 2</b>						
<b>Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)</b>							
Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,75				
kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)			<b>1,000</b>				
dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) <sup>0,5</sup> . ((γ. (2/(γ+1)) <sup>γ</sup> ) <sup>-0,25</sup> . T <sup>0,25</sup>							
dz (m)	<b>2,50</b>						
<b>Havalandırma</b>							
<b>Boşalma Derecesi</b>	<b>Yüksek</b>		<b>Orta</b>		<b>Düşük</b>		
	<b>Kullanılabilirlik Derecesi</b>						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	<b>Orta</b>	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	<b>Zone 2</b>	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

**TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA**

HESAP NO: 12	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu eşanjör girişi hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
<b>FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER</b>			
KİMYASALLAR	DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186,0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
<b>Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:</b>			
Havalandırma Debisi (m <sup>3</sup> /s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu; X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
<b>Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi</b>			
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m <sup>3</sup> )	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm <sup>2</sup> değeri kullanılmıştır.		




Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
<b>Rüzgâr Hızı</b>		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1
<b>Havalandırma Hesabı</b>		
Genel Havalandırma(m <sup>3</sup> /s)	Mevcut	17,784
Cebri Çekiş(m <sup>3</sup> /s)	Mevcut Değil	
<b>Doğal Havalandırma</b>		Mevcut
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açığı=45	0.4
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs. Aat. [(2. (Tai-Tae ).g.L)/Taie]^0.5	2,494E1	

**TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA**

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim 1,366 u0: Qg. v0 / c.A (m/s) 1,847E4		
<b>Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı</b>			
Po. Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P. Basınç (Pa)	7,601E6		
S. Deliğin Kesit Alanı(m <sup>2</sup> )	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,039E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,301E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)	5,502E-2		
<b>Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m<sup>3</sup>/s)</b>			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,706E0		
<b>Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm<sup>3</sup>)</b>			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	6,844E4		
<b>Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)</b>			
t: -fSE/Co. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
<b>Arka Plan Yoğunluğu</b>			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	1,78E-1	k. LELv/fa	2,73E0

Pc. Kritik Basınç (Pa)	1,858E5	
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)		
<b>Cd. Delik Deşarj Katsayısı</b>		
Düzenli Kesitli Delik	0,8	
<b>CEI Manuel 31- 35'e Göre</b>		
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

$\%X_r: Q_g / (Q_a \cdot p_{Gaz}) \cdot 100$	<b>1,78E-1</b>	$\%X_m = < k \cdot LEL_v / f_a$					
$\%X_m: \sigma X_r + \sigma X_{te}$	<b>3,56E-1</b>	Sızıntı Süre (Saat)	<b>6,24E-1</b>				
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001					
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik						
Zone Sınıfı	<b>Zone 2</b>						
<b>Patlayıcı Zone Yarıçapı (dz)</b>							
Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,75				
kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		<b>1,000</b>					
dz=kz. 50. (M^-0,65/kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) ^0,5. ((γ. (2/(γ+1)) ^β) ^-0,25. T^0,25							
dz (m)	<b>2,50</b>						
<b>Havalandırma</b>							
<b>Boşalma Derecesi</b>	<b>Yüksek</b>		<b>Orta</b>		<b>Düşük</b>		
	<b>Kullanılabilirlik Derecesi</b>						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	<b>Orta</b>	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	<b>Zone 2</b>	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA				
HESAP NO: 13	FABRİKA ÜNİTE/PROSES			
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan			
EN	19,0	İstasyonu eşanjör çıkışı hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.		
BOY	24,3			
YÜKSEKLİK	4,7			
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER				
KİMYASALLAR		DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186,0	
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz	
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0			
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2			
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1	
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:				
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1			
CO; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2			
Ortam Sıcaklığı (K)	293,15			
Başlangıç boşalma konsantrasyonu: X0	5,0E1			
tn; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200			
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi				
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta			
Boşaltma Derecesi	TALİ			
Vo Hacmi (m3)	2.160,76			
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için: TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.			
TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA				
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,368	u0: Qg. v0 /c.A (m/s)	1,862E4
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı				
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5			
P, Basınç (Pa)	7,601E6			
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6			
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,054E3			
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,299E0			
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)	5,45E-2			
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)				
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	2,728E0			
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)				
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	6,898E4			
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)				
t; -fSE/CO. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2			
Arka Plan Yoğunluğu				
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	1,79E-1	k. LELv/fa	2,73E0	
				
Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi		
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla		
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar		
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar		
Rüzgâr Hızı				
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var			
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar			
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı	5,0E-1	
Havalandırma Hesabı				
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784		
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil			
Doğal Havalandırma				Mevcut
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açı=45			0,4
Dört Açıklık (Baca) Qat=cs. Aat. [(2. (Tai-Tae). g.L)/Taie] ^0.5	2,494E1			
TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA				
v0: Özgül Hacim				
Pc, Kritik Basınç (Pa)				
Pc: P0.(γ+1/2) γ/(γ-1)				
Cd, Delik Deşarj Katsayısı				
Düzenli Kesitli Delik				
CEI Manuel 31- 35'e Göre				
Tp: Boşalma Süresi(sn)				
Acil Durdurma Sistemi				
900,0				

Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: $Q_g / (Q_a \cdot p_{Gaz}) \cdot (1 - EXP(-Ca \cdot te)) \cdot 100$	1,79E-1	k. LELv/fa	2,73E0
%Xr: $Q_g / (Q_a \cdot p_{Gaz}) \cdot 100$	1,79E-1	%Xm =< k. LELv/fa	
%Xm: $\sigma X_r + \sigma X_t$	3,58E-1	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001	
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik		
Zone Sınıfı	Zone 2		

Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)		
Sonik Gaz Boşalması	kdz	0,75
kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000
dz=kz. 50. (M <sup>-0,65</sup> /kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) ^0,5. ((y. (2/(y+1)) ^β) ^-0,25. T^0,25		
dz (m)	2,50	

Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
HESAP NO: 14	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	19,0	İstasyonu basınç düşürücü sonrası hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmaktadır.	
BOY	24,3		
YÜKSEKLİK	4,7		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR		DOĞAL GAZ	
CAS NO		PN(C)	-186,0
M: Moleküler Kütle (kg/kmol)	17,6	Faz/Eki pman	Gaz
LELv: Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k: LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	5,0E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)	4,272E1		
C0: Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	1,977E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	293,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu: X0	5,0E1		
tn: Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta		
Boşaltma Derecesi	TALİ		
Vo Hacmi (m3)	2.160,76		
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için: TS EN 60079-10-1.2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		

Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yıldaki Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1
Havalandırma Hesabı		
Genel Havalandırma(m3/s)	Mevcut	17,784
Cebri Çekiş(m3/s)	Mevcut Değil	
Doğal Havalandırma		Mevcut
Binanın Basınç Katsayısı Özelliği	Perdelenme Yok, Açığı=45	0,4
Dört Açıklık (Bacalı)	Qat=cs. Aat. [(2. (Tai-Tae). g.L)/Taie] ^0.5	
		2,494E1



TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA			
(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,366	u0; Qg. v0 /c.A (m/s) 5,76E3
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı			
Po, Atmosferik Basınç (Pa)	1,013E5		
P, Basınç (Pa)	2,351E6		
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	5,0E-6		
Cp, Kimyasalın Sabit Basınçtaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,054E3		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,299E0		
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg: Cd.S. P√ (γ. (M/R. T). (2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)	1,686E-2		
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)			
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	8,438E-1		
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)			
Vex: k x Vz: k. fSE. Qamin/Co	2,134E4		
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)			
t: -fSE/C0. Ln (LEL.k/X0)	1,471E2		
Arka Plan Yoğunluğu			
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	5,54E-2	k. LELv/fa	2,73E0

Pc, Kritik Basınç (Pa)	1,856E5	
Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)		
Cd, Delik Değarj Katsayısı		
Düzenli Kesitli Delik	0,8	
CEI Manuel 31- 35'e Göre		
Tp: Boşalma Süresi(sn)	Acil Durdurma Sistemi	900,0

$\%X_r: Q_g / (Q_a \cdot p_{Gaz}) \cdot 100$	5,54E-2	$\%X_m = < k \cdot LEL_v / f_a$	
$\%X_m: \sigma X_r + \sigma X_{te}$	1,11E-1	Sızıntı Süre (Saat)	6,24E-1
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,00001 < P <= 0,001	
Havalandırma Kullanılabilirlik	Orta Kullanılabilirlik		
Zone Sınıfı	<b>Zone 2</b>		

Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)		
Sonik Gaz Boşalması	kdz	0,75
$kz=0,9EXP (\%X_m / M \cdot LEL_v)$	<b>1,000</b>	
$dz=kz \cdot 50 \cdot (M^{0,65} / kdz \cdot LEL_v) \cdot (Q_g / \Phi \cdot Cd)^{0,5} \cdot \left( \frac{2}{(\gamma+1)} \right)^{0,25} \cdot T^{0,25}$		
dz (m)	<b>1,39</b>	

Boşalma Derecesi	Havalandırma						
	Yüksek			Orta		Düşük	
	Kullanılabilirlik Derecesi						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1
<b>TALI</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

HESAP NO: 15	FABRİKA ÜNİTE/PROSES		
ALAN BİLGİSİ(m)	Kapalı Alan		
EN	15	RMS çıkışı hat bağlantılarındaki >DN 150 flanş için hesaplama yapılmıştır.	
BOY	15		
YÜKSEKLİK	15		
FİZİKSEL VE KİMYASAL VERİLER			
KİMYASALLAR	DOĞAL GAZ		
CAS NO		PN(C)	-186.0
M; Moleküler Kütle (kg/kmol)	17.6	Faz/Ekipman	Gaz
LELv; Alt patlayıcılık sınırı	5,46E0		
LELm: 0.416x10-3xMxLELv	3,998E-2		
k : LELm 'ye uygulanan emniyet faktörü	2,5E-1	fSE: Kalite Faktörü	1
Havalandırma ve Ortam Sıcaklığı İle İlgili Veriler:			
Havalandırma Debisi (m3/s)			
CO; Hava değişimi sayısı (birim/saniye)	3,333E-2		
Ortam Sıcaklığı (K)	288,15		
Başlangıç boşalma konsantrasyonu: X0	5,0E1		
t <sub>n</sub> ; Dökülmenin Etkisizleştirilme Süresi (saniye)	1200		
Vo Mahallinde Boşalma Kaynağı ve Derecesinin Belirlenmesi			
Tespit	> DN 150 Flanş Önlem Yok Metal Conta		
Boşaltma Derecesi	ANA		
Vo Hacmi (m3)	3.375,0		
Kesit Alanı Kabul	Flanş Kaçağı için; TS EN 60079-10-1:2015 Standartı ile CEI 31-35 uygulama kılavuzundan alınan 5 mm2 değeri kullanılmıştır.		



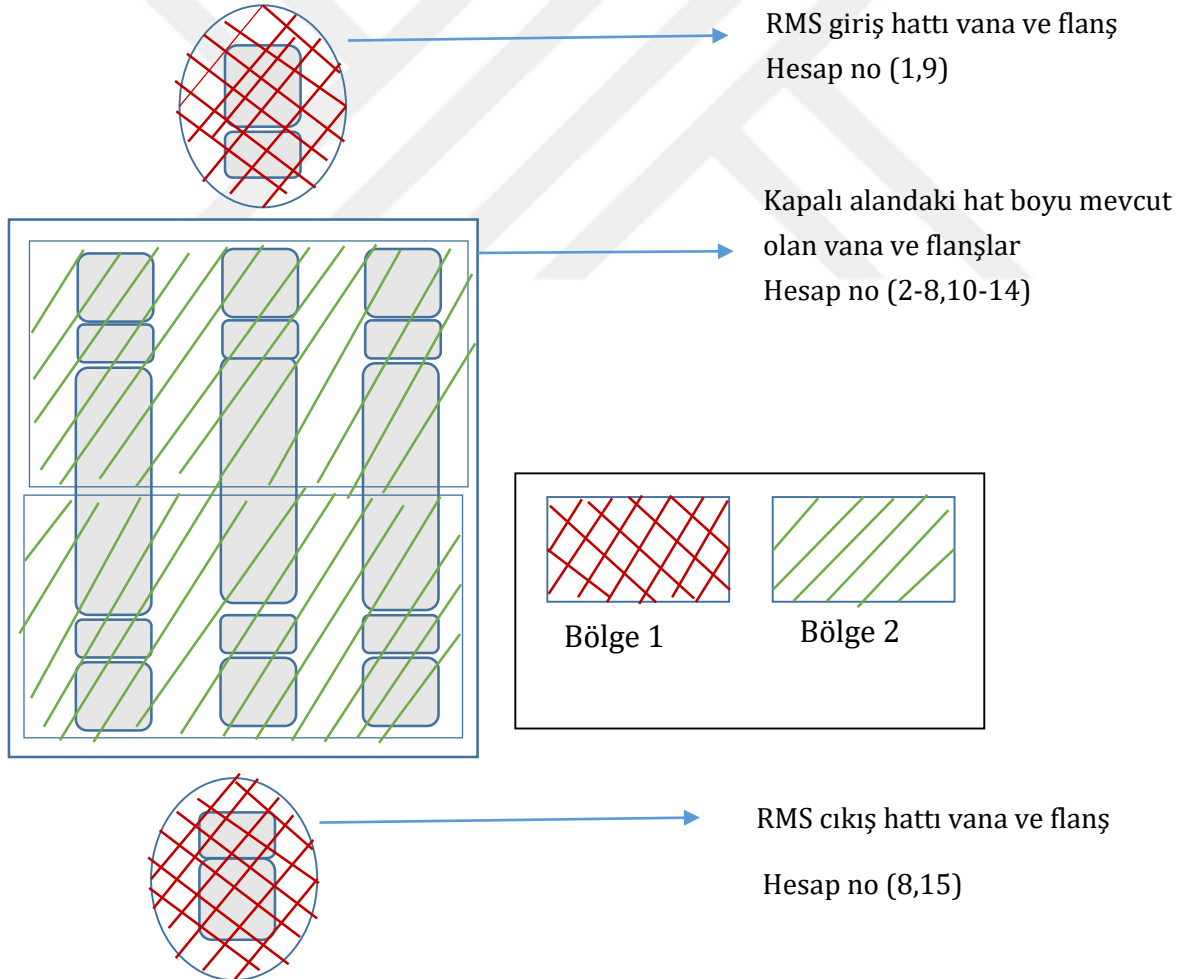
Zone (Bölge)	Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	Boşalmanın Bir Yılda Toplam Süresi
Zone 0	0,1 < P	1000 saatten daha fazla
Zone 1	0,001 < P <= 0,1	10 saatten fazla ve 1000 saate kadar
Zone 2	0,00001 < P <= 0,001	0,1 saatten fazla ve 10 saate kadar
Rüzgâr Hızı		
Havalandırma Engel Durumu	Engel/Kısıt Var	
Kimyasalın Durumu	Havadan Hafif Gaz Buhar	
Zemin Seviyesinden Yükseklik	s<=2	Rüzgâr Hızı 5,0E-1

TS EN 60079-10-1:2015 ve CEI 31-35 ZONE HESAPLAMA

(dG/dt) max: Boşalma Kaynağındaki azami hız (birim zamanda kütle kg/sn)	v0: Özgül Hacim	1,366	u0; Qg. v0 /c.A (m/s)	5,76E3
Yanıcı Kimyasalın Boşalma Hızı	Pc, Kritik Basınc (Pa)			
Po, Atmosferik Basınc (Pa)	1,013E5	Pc: P0. (γ+1/2) γ/(γ-1)		1,856E5
P, Basınc (Pa)	2,351E6	Cd, Delik Değarj Katsayısı		
S, Deliğin Kesit Alanı(m2)	1,0E-5	Düzenli Kesitli Delik		0,8
Cp, Kimyasalın Sabit Basıncdaki Özgül Isı Değeri (J/Kg. K)	2,054E3	CEI Manuel 31- 35'e Göre		
γ, adyabatik genişlemeye ait politropik genişleme veya özgül ısı değerlerinin oranı γ= (M. Cp) / (M. Cp-R)	1,299E0	Tp; Boşalma Süresi(sn)		Genel Gözetim 5400,0
Gazın Boşalma Hızı (kg/s) Qg; Cd.S. P√ (γ. (M/R.T).(2/γ+1) (γ+1)/(γ-1)	3,372E-2			
Minimum Boşalma Derecesi Hesabı (m3/s)				
Qamin= Qg. Ta / (k.LEL.293)	3,375E0			
Ortamdaki Muhtemel Patlayıcı Hacim (dm3)				
Vex: k x Vz; k. fSE. Qamin/Co	2,531E4			
Ortamdaki Kimyasalın Kalıcılık Süresi (s)				
t; -fSE/CO. Ln (LEL.k/X0)	1,08E2			
Arka Plan Yoğunluğu				
%Xte: Qg/ (Qa. pGaz). (1-EXP(-Ca.te).100	Geçerli Değil	k. LELv/fa	Geçerli Değil	
%Xr: Qg/ (Qa. pGaz).100	Geçerli Değil			

%Xm: $\sigma X_r + \sigma X_t$	Geçerli Değil	Sızıntı Süre (Saat)	1,86E0	Patlayıcı Zone Yarıçapı(dz)				
Bir Yıl İçerisinde Olası Patlayıcı Ortam	OLASILIK	0,001 < P <= 0,1		Sonik Gaz Boşalması		kdz	0,50	
Havalandırma Kullanılabilirlik	İyi Kullanılabilirlik			kz=0,9EXP (%Xm/M. LELv)		1,000		
Zone Sınıfı	Zone 1			dz=kz. 50. (M^-0,65/kdz. LELv). (Qg/Φ. Cd) ^0,5. ((γ. (2/(γ+1)) ^β) ^-0,25. T^0,25				
				dz (m)		2.95		
<b>Havalandırma</b>								
Boşalma Derecesi	Yüksek			Orta			Düşük	
	<b>Kullanılabilirlik Derecesi</b>							
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta, Kötü	
<b>SÜREKLİ</b>	Zone 0 NE/ Tehlikesiz	Zone 0 NE/ Zone 2	Zone 0 NE/ Zone 1	Zone 0	Zone 0 + Zone 1	Zone 0 + Zone 1	Zone 0	
<b>ANA</b>	Zone 1 NE/ Tehlikesiz	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1 NE/ Zone 2	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 0 veya Zone 1	
<b>TALİ</b>	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2 NE/ Tehlikesiz	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 0 veya Zone 1	

#### 4.3. RMS istasyonu zone haritası



Şekil 4.3. RMS istasyonu bölge haritası

## 5. BÖLÜM

### ÖNLEMLERİNİN ALINMASI

#### 5.1. Patlayıcı Ortamların Belirlenmesi ve Sınırlanması,

Bölge 0, Bölge 1 ve Bölge 2 olan alanlar EN 60079-10-1,2015 ve CEI 31-35 İtalyan standartları kullanılarak elde edilmiş ve ilgili alanlara bölge numaraları, ateşle yaklaşma, ex ve kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipmanlar ile ilgili uyarıcı işaretler konulmalıdır.

#### 5.2. Patlayıcı Ortam Oluşmasını Önleyecek Tedbirler

RMS'lerde patlayıcı ortam oluşmasını engellemek üzere alınacak tedbirler aşağıdaki gibi belirlenmelidir;

Sıvı buharının oluşturan faktörleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek,

Buharlaştırmanın minimum düzeyde kalmasını sağlamak,

Alandaki gaz birikimini havalandırma yardımı ile azaltmak,

Personeli koruyucu tedbirler almak.

#### 5.3. Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerler İçin Uyarı İşareti

Çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için patlayıcı ortamın oluşma ihtimali olan alanlar, tehlikeli alanlar olarak nitelendirilmelidir. Hesaplamalar sonucunda elde edilen bölgeler "Ex" harflerini içeren üçgen sarı işaret levhalar ile çalışanlar uyarılmalıdır (Çolak, 2019).



Şekil 5.1. Patlayıcı ortam işareti

#### 5.4. Dünyada Kullanılan Sertifikasyonlar

Patlayıcı veya parlayıcı ortamların olduğu yada olma ihtimali olan yerlerde kullanılması gereken ekipmanların dünyadaki farklı ülkelerde kullanılan sertifikasyonların isimlendirilmeleri tablo 5.1 de gösterilmektedir (Ünal, Killioğlu ve Ünver, 2016).

**Tablo 5.1.** Farklı Ülkelerdeki Patlayıcı Ortamda Kullanılan Ekipmanların Sertifikasyonları

Sertifika Adı	Kullanıldığı Ülke
IECEX	Uluslararası
ATEX	Avrupa Birliği
KGS, KTL, KOSHA	Güney Kore
INMETRO/CGCRE	Brezilya
TIIS	Japonya
FM, QPS, UL, ANSI, ISA	Kuzey Amerika
CSA	Kanada
CNEEx/MA	Çin
GOST	Rusya (GOST-R), Ukrayna, Kazakistan (GOST- K)
ANZEx	Avustralya, Yeni Zelanda

### 5.5. Koruyucu Sistemlerin ve Ekipmanların Seçiminde Uyulacak Kriterler

İşyerinde tespit edilen patlayıcı ortamlarda kullanılacak ekipmanların seçiminde AB yönetmelikleri esas alınarak seçim yapılmalıdır.

Patlayıcı ortamın sınırları dahilindeki tüm alanlarda kullanılacak bütün ekipman ve koruyucu sistemler, 30.06.2016 tarih ve 29758 sayılı Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelikte belirtilen kategorilere uygun olarak seçilerek kullanılmalıdır. Tablo 5.2 de patlayıcı ortamlarda kullanılacak ekipman katogori tablosu bulunmaktadır (Önder Akademi, 2021).

**Tablo 5.2.** Exproof Ekipman Kategori Tablosu(Önder Akademi, 2021)

Teçhizat Grubu	Açıklama	Kategori	Açıklama
I.	Madenlerin yeraltı bölümlerinde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları ve bu tip madenlerin grizu gazı ve/veya yanıcı tozlar tarafından muhtemel tehlike oluşturabilecek yerüstü tesislerinde kullanılan parçalarını ifade eder.	M1	<p>Bu kategorideki teçhizatın, madenlerin yeraltı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesi altındaki yerüstü bölümlerinde kullanılması amaçlanmıştır.</p> <p>Bu kategorideki teçhizatın, patlayıcı bir ortam mevcutken nadir gerçekleşen olaylarda bile çalışır durumda kalması gerekir ve aşağıdaki gibi koruma araçları ile karakterize edilir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bir koruma aracı arıza yaptığında en azından bağımsız ikinci bir araç gerekli koruma seviyesini sağlar veya</li><li>- Gerekli koruma seviyesi birbirinden bağımsız olarak iki arıza olması durumunda sağlanır.</li></ul>
		M2	<p>Bu kategorideki teçhizatın, madenlerin yeraltı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesine maruz kalabilecek yerüstü bölümlerinde kullanılması amaçlanmıştır.</p> <p>Bu teçhizat bir patlayıcı ortam olduğu takdirde enerji kesilmesi içindir. Bu kategorideki teçhizatla ilgili koruma aracı normal çalışma esnasında ve aynı zamanda daha ağır çalışma koşulları olduğu takdirde, özellikle de kötü muamele ve değişen ortam koşullarından kaynaklanan koşullar altında gerekli koruma seviyesini sağlar.</p>

Teçhizat Grubu	Açıklama	Kategori	Açıklama
II.	Patlayıcı ortamlar tarafından tehlikeye uğraması muhtemel diğer yerlerde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları ifade eder.	1	Bu kategorideki teçhizat, hava ve gaz, buhar veya sis ya da hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların uzun bir süreyle sürekli olarak veya sık sık mevcut olduğu alanlarda kullanılır. Bu kategorideki teçhizat, gerekli koruma seviyesinin teçhizatla ilgili istisnai olaylarda bile sağlanmalıdır. Bu teçhizat aşağıdaki koruma araçları ile karakterize edilir: - Bir koruma aracının arızalanması durumunda en azından bağımsız ikinci bir koruma aracı gerekli koruma seviyesini sağlar. - Gerekli koruma seviyesi iki arızanın birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkması durumunda sağlanır.
		2	Bu kategorideki teçhizat gaz, buhar, sis veya hava/toz karışımlarının yol açtığı patlayıcı ortamların nadiren oluşabileceği alanlarda kullanılır. Bu kategorideki teçhizat ile ilgili koruma araçları sık sık oluşan bozulmalarda veya normal olarak dikkate alınması gereken teçhizat arızalarında bile gerekli koruma seviyesini sağlar.
		3	Bu kategorideki teçhizat, gaz, buhar, sis veya hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların oluşma ihtimali olmayan veya seyrek olarak ve yalnızca kısa süreyle oluştuğu alanlarda kullanılır. Bu kategorideki teçhizat gerekli koruma seviyesini, normal çalışma esnasında sağlar.

Patlayıcı ortamlarında kullanılacak ekipmanlar için koruma tipleri ile ülkelerdeki kullandıkları standartların isimleri tablo 5.3'de gösterilmektedir. Koruma tiplerinin şematik diyagramı, örnekleri, temel prensipleri ve kullanılacak bölge/ekipman korumanın koruma seviyesi ilgili kolonlarda bulunmaktadır (Ünal, Killioğlu ve Ünver, 2016).

**Tablo 5.3. Exproof Ekipman Tipleri Tablosu**

Patlayıcı gaz ortamlarında bulunan elektrikli ekipmanlar için koruma tipleri ve farklı ülkelerde bağlı oldukları standartlar						Kullanılacak Bölge/ Ekipman Koruma Seviyesi		
Koruma Tipi	İşaret	Şematik Diagram	Temel Prensip	Standart*	Örnek	0 Ga	1 Gb	2 Gc
Genel Gereksinimler (General Requirements)			Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli ekipmanların genel gereksinimleri çeşitleri ve test edilmesi	EN 60079-0 IEC 60079-0 ANSI/UL 60079-0 FM 3600 GOST R 51330.0 GB3836.1				
Artırılmış Emniyet (Increased Safety)	e		Normal şartlar altında kıvılcım veya ark oluşturmaz, tehlikeli sıcaklıklara çıkmayan ve 1 kV üzerine çıkmayan ekipman ve parçalar	EN 60079-7 IEC 60079-7 ANSI/ISA/ UL 60079-7 GOST R 51330.8 GB3836.7	Terminal, elektrik kutuları		■	■
Alev sızdırmaz mahfaza (Flameproof Enclosure)	d		İçerisinde gerçekleşecek olası patlamaya mahfazanın dayanacak mukavemette olması ve dışarıya patlama etkilerinin sirayet ettirilmemesi	EN 60079-1 IEC 60079-1 ANSI/ISA/ UL 60079-1 FM 3615 GOST R 51330.1 GB3836.2	Şalter, trafo		■	■
Basıncılı mahfaza (Pressurized Enclosure)	p		Ateşleyici kaynağın basınçlı (min. 0.5 mbar) koruyucu bir gazla çevrili olması – dış ortam içeriye etki edemez	EN 60079-2 IEC 60079-2 FM 3620 NFPA 496 GOST R 51330.3 GB3836.5	Kontrol kutusu, şalter kutusu		■	■
Kendinden emniyetli (Intrinsic safety)	i		Devredeki enerjinin kısıtlanarak, dışarıya etki edecek derecede yüksek sıcaklıkların, kıvılcıkların ve arkların oluşmasının engellenmesi	EN 60079-11 IEC 60079-11 ANSI/ISA/ UL 60079-11 FM 3610 GOST R 51330.10 GB3836.4	Tahrik düzeneği, sensörler	■	■	■
Yağlı Koruma (Oil immersion)	o		Ekipmanın ve/veya parçalarının yağa batırılarak patlayıcı ortamdan ayrılması	EN 60079-6 IEC 60079-6 ANSI/ISA/ UL 60079-6 GOST R 51330.7 GB3836.6	Trafo ve şalter cihazları		■	■
Kumlu Koruma (Sand filling)	q		Ateşleyici kaynağın gömülü olması - Mahfaza etrafındaki patlayıcı ortam bir ark tarafından ateşlenemez	EN 60079-5 IEC 60079-5 ANSI/ISA/ UL 60079-5 GOST R 51330.6 GB3836.7	Radyatör ve kapasitör		■	■
Kapsüllü Koruma (Encapsulation)	m		Ateşleyici kaynağın bir kalıba konularak kapsüllemesi sayesinde patlayıcı ortamı ateşlememesi	EN 60079-18 IEC 60079-18 ANSI/ISA/ UL 60079-18 GOST R 51330.17 GB3836.9	Sensörler, şalterler	■	■	■
Diğer Koruma Tipleri (Types of Protection)	n		Diğer koruma tiplerinin basitleştirilmiş uygulamaları – "n" "ateşleyici olmayan (non-igniting)" manasına gelmektedir	EN 60079-15/2/18/11 IEC 60079-15/2/18/11 ANSI/ISA/ UL 60079-15 FM 3611 GB3836.8	Programlanabilir kontrol cihazları			■
Optik radyasyon (Optical Radiation)	op		Uygun önlemler aracılığıyla tehlikeli ortamların optik radyasyon tarafından ateşlenmesinin engellenmesi	EN 60079-28 IEC 60079-28	Fiber-optik iletkenler	■	■	■

Ekipmanların seçimi aşağıda Tablo 5.4 de verilen Bölge (Zone) 'lara göre kullanım kategori tipleri dikkate alınarak yapılmalıdır (Önder Akademi, 2021).

**Tablo 5.4.** Exproof Ekipmanların Zone'lara Göre Kullanım Kategori Tipleri Tablosu

KORUMA TİPLERİ					
Elektriksel	Sembol	IEC EPL	Zone(lar)	IEC Standardı	Korumanın temel içeriği
Optik radyasyon	Op pr Op sh Op is	Ga Gb Gc	0, 1, 2 0, 1, 2 0, 1, 2	IEC 60079-28 IEC 60079-28 IEC 60079-28	Kendiliğinden güvenli şekilde korunur. Kapatılarak korunur.
Güvenliği artırılmış 'n' Tipi (kıvılcım çıkarmaz)	e nA	Gb Gc	1, 2 2	IEC 60079-7 IEC 60079-15	Kıvılcımlar veya sıcak yüzeyler yoktur. IP54 alanı veya daha iyi.
Alevlenmez 'n' Tipi (çevrelenmiş kısım)	d nC	Gb Gc	1, 2 2	IEC 60079-1 IEC 60079-15	Patlama içerir, alevi söndürür.
Kuartz/kum doldurulmuş	q	Gb	1, 2	IEC 60079-5	Alevi söndürür.
Yapısal güvenlik Yapısal güvenlik Yapısal güvenlik 'n' tip (enerji sınırlaması)	ia ib ic nL	Ga Gb Gc Gc	0, 1, 2 1, 2 2 2	IEC 60079-11 IEC 60079-11 IEC 60079-11 IEC 60079-12	Alevlerin enerjisini ve yüzey sıcaklıklarını sınırlandırır.
Basınçlı (2007'ye kadar) Basınçlı Basınçlı Basınçlı 'n' Tipi (tıkama & sızdırmaz kapatma) 'n' Tipi (sınırlandırılmış nefeslendirme)	p px py pz nC nR	Gb Gb Gb Gc Gc Gc	1, 2 1, 2 1, 2 2 2 2	IEC 60079-2 IEC 60079-2 IEC 60079-2 IEC 60079-2 IEC 60079-15 IEC 60079-15	Yanıcı gazı uzak tutar.

KORUMA TIPLERİ					
Elektriksel	Sembol	IEC EPL	Zone(lar)	IEC Standardı	Korumanın temel içeriği
'n' Tipi (basit basınçlı)	nZ	Gc	2	IEC 60079-15	
Kapsülleme	ma	Ga	0, 1, 2	IEC 60079-18	
Kapsülleme	mb	Gb	1, 2	IEC 60079-18	
Yağa batırma	o	Gb	1, 2	IEC 60079-6	
Tozdan Koruma (Elektriksel)	Sembol	Tipik IEC EPL	Tipik Zone(lar)	IEC Standardı	Korumanın temel içeriği
Çevrelenmiş	t		20, 21, 22	IEC 61241-1	Tozlar için standart koruma, pürüzlü kompakt alan
Yapısal güvenlik	i	Da Db Dc	21, 22	IEC 61241-11	t'ye benzer, ama bazı gevşemelerle birlikte eğer devre içi kendiliğinden güvenliyse
Kapsülleme	m		22	IEC 61241-18	Yanmaya neden olan kısımların kapsüllenmesiyle koruma
Basınçlı	p	Db Dc	21, 22 22	IEC 61241-2	Alanın basınçlandırılmasıyla koruma
Genel	-	-	0, 1, 2	EN 13463-1	Düşük potansiyel enerji
Akışı sınırlanmış alan	fr		2	EN 13463-2	Contaların sıkılmış olmasına güvenerek, açıklıkları sıkıca kapatılmış muhafazayla korunmuştur.
Alevlenmeyen alan	d		1, 2	EN 13463-3	

KORUMA TİPLERİ					
Elektriksel	Sembol	IEC EPL	Zone(lar)	IEC Standardı	Korumanın temel içeriği
Yapısal güvenlik	c	-	0, 1, 2	EN 13463-5	Tutuşma tehlikeleri iyi mühendislik metodlarıyla elimine edilir.
Tutuşurma kaynaklarının kontrolü	b	-	0, 1, 2	EN 13463-6	Kontrol ekipmanları arızaları belirlemek için ayarlanır.
Basınclandırma	p	-	1, 2	EN 13463-7	Tutuşma kaynaklarının yükselmesini önlemek için alan arındırılır ve basınçlandırılır.
Sıvıya batırma	k	-	0, 1, 2	EN 13463-8	Sıvı patlayıcı atmosferle temasını önlemek için kullanılır.

Ekipmanların seçimi aşağıda Tablo 5.5 de verilen koruma tipleri ile ısı grupları dikkate alınarak yapılmalıdır (Önder Akademi, 2021).

**Tablo 5.5.** Exproof Ekipman Isı Grupları Tablosu

IEC ve EN ye gören ısı grupları		
ISI GRUBU IEC ve EN	Aletin maksimum yüzey sıcaklığı	Patlayıcı ortamın Patlama sıcaklığı
T1	450 °C	>450°C
T2	300 °C	>300 <450 °C
T3	200 °C	>200 <300 °C
T4	135 °C	>135 <200 °C
T5	100 °C	>100 <135 °C
T6	85 °C	> 85 <100 °C

Malzemeler, Ekipmanlar; "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik'e uygun olarak kullanılması gerekmektedir.

İşletmede kullanılan tüm ekipman "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ne uygun olması zorunludur.

### **5.6. Yangına ve Patlamalara Karşı Alınan Proaktif Önlemler**

Patlama: Tesiste patlama riskini önlemek üzere özellikle mümkün olan tüm alanlara havalandırma tesisatı yapılmalıdır.

Parlama: Isı kaynaklarının (kesme, zımpara, statik elektrik, taşlama...) kontrolü ile parlama olayının önüne geçilmelidir. Isı kaynaklarının kontrolü ve alınan önlemler eğitimle personele verilmelidir.

Statik elektrik 'in oluşumunu önlemek için;

- Personele (işyeri personeli, müteahhit, alt işveren personeli vb.) eğitim verilmelidir,
- Topraklamalar yapılmalıdır (bonding-ara bağlantı ve şöntleme),
- Statik elektrik oluşturmayacak ekipmanlar kullanılmalıdır,
- Sıcak işler, çalışma iznine tabii olarak yerine getirilmektedir.

### **5.7. Yangına ve Patlamalara Karşı Alınan Reaktif Önlemler**

Yangın çıkmaması için gerekli önlemler alınmasına rağmen yangının çıkması durumunda maddi, manevi kayıpları en aza indirmek için aşağıdaki işlemler işveren tarafından yapılmalıdır:

- Acil Eylem Planı; acil durumlarda personelin emniyetli bir şekilde güvenilir bir yere aktarılması için personele eğitim verilmelidir. Acil eylem planı aşağıdakileri de kapsar;
- Yangınla Mücadele Talimatı,
- Yangınla Mücadele Ekibi,
- Yangınla Mücadele Ekipmanları; bunlar hidrantlar, yangın söndürme tüpleri, yangın suyu hortumları (Lanslar, Rekorlar.) vb. dir (Önder Akademi, 2021).

### **5.8. Çalışma İzinleri**

Çalışma izinleri aşağıdaki işler için hazırlanır;

- Sıcak işler
- Soğuk işler,
- Kapalı alanlarda çalışma,
- Elektrikli ekipman üzerinde çalışma,
- Kazı çalışmaları vb.

Çalışma izinleri, yukarıda sayılan iş veya işler öncesi gerekli tedbirlerin alınarak işin emniyetli biçimde başlaması, devam etmesi ve tamamlanmasını sağlamak amacıyla hazırlanmalıdır. Çalışma izni eğitimi tüm personele verilmeli, çalışma iznini vermeye yetkili kişilere özel eğitim verilmelidir.

### **5.9. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi**

İşveren mevzuata göre çalışanlara iş ekipmanları ve bunların kullanımı sırasında oluşacak riskler hakkında bilgilendirmesi gerekmektedir. Çalışanlar bilgilendirilirken aşağıda belirtilen hususlara uyulmalıdır:

Çalışanlara kullandıkları iş ekipmanları ile ilgili gerekli ehliyet, sertifika gibi yasa koyucu tarafından istenen belgelere sahip olması gerekmektedir. Ayrıca kullanacakları iş ekipmanların üretici firma tarafından ekipman ile birlikte verdiği kullanım kılavuzu dikkate alınarak yazılmış yazılı bir talimat hazırlanarak bu talimata uygun kullanılmalıdır.

Hazırlanan yazılı talimatlarda en az o iş ekipmanının kullanım koşulları, kullanma esnasında oluşabilecek riskler ve önlemleri ile acil durumda yapılması gerekenlerin olduğu bilgiler bulunmalıdır.

Ekipmanları kullanmakla görevli çalışanlara bunların kullanımından kaynaklanabilecek riskler, risklerden kaçınma yollarını konularında çalışanlara yeterli özel eğitim verilmelidir.

RMS istasyonlarda çalışanların mesleki yeterlilik eğitimi alma zorunluluğu mevzuatta belirtilmiş olup bu yeterlilik eğitiminden sonra yapılan sınavda başarılı olarak sertifika almaya hak kazanmış çalışanlar çalıştırılmalıdır (Tuncay, 2014).

### **5.10. Ekipmanların Kullanımı ve Kontrolü**

İşyerinde, iş ekipmanları ile ilgili her türlü uyulması gerekli asgari şartlar “İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği “ne uygun olarak yapılmalıdır.

İş Ekipmanlarının yine aynı yönetmelikte de belirtilen özetle ekipmanın ilk defa kullanılmadan önce ve her değişikliğinde yetkili kişiler tarafından doğru kurulduğuna dair belge düzenlenir.

Yönetmelikte belirtilen zaman aralıklarında periyodik kontrolü ekipnet sistemine kayıtlı eğitimini almış ehil ve yetkili kişilerce yapılarak kayıt altına alınır.

Kayıt altına alınan sonuçlar uygun şekilde saklanılarak yetkililer tarafından istendiğinde gösterilir.

30.04.2013 tarih ve 28633 sayılı Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik'in 10. maddesinin 2. fıkrasının d ve e bentleri gereğince exproof ekipmanların tamamının EN 60079 ve EN 80079 standartlarına uygun tasarlanması, montajı ve bakımının yapılması gerekmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal gaz dağıtım şirketlerinin abonelerine doğal gaz arzının sağlıklı bir şekilde sürekliliğinin sağlanması dağıtım şirketlerinin misyonu gereğidir. Doğal gazın parlayıcı bir kimyasal olmasından dolayı dağıtım şirketlerinin abonelerine gazı vermeden önce gazın basıncını düşürmek, ölçümünü ve kokulandırmasını yapmak için kurdukları RMS (basınç düşürme ve ölçüm) istasyonlarında oluşması muhtemel patlayıcı ortamların TSE EN 60079-10-1 standardı kapsamında hesaplamaları yapılarak iş sağlığı ve güvenliği yönünden patlayıcı ortam riskinin incelenmesi ve iyileştirmeye açık alanların tespit edilerek, patlamadan korunma önlemlerinin alınması doğal gaz dağıtım şirketlerinin önemli bir görevidir.

Yapılan çalışma sonucunda, mevzuata göre patlayıcı ortam riskinin olduğu işletmelerde bulundurulmasını istediği patlamadan korunma dokümanının çok önemli olmasının yanında tek başına yeterli olmadığı, çalışanların bilgilendirilmesi, talimat ve prosedürlerle birlikte çalışma izin sisteminin kurulması ve aynı zamanda bu gibi yerlerde kullanılan ekipmanların uygun seçilmesi iş güvenliği önlemlerinin alınmasında önem arz etmektedir.

Patlayıcı ortamın oluşma riski olan işletmelerde yapılan önemli hatalardan bazıları sırasıyla, özetlemek gerekirse;

-Patlamadan korunma dokümanının sadece iş güvenliği uzmanının göreviymiş ve onun tek başına yapması gereken bir dokümanmış algısı genel olarak işletmelerde geçerli ve görülen yanlışların başında gelir. Bu yaklaşım son derece yanlış olup, dokümanın işletmeyi ve çalışanları koruma amacından uzak olduğu bir yöntemdir. İş güvenliği uzmanı ile birlikte ilgili bölüm yöneticileri ve çalışanlarından oluşan ekip olarak yapılması gereken çalışmalardır.

-İşletmelerin patlamadan korunma dokümanı hazırlanması ve patlayıcı ortam riskinin analiz edilip iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilerek alınması gereken önlemlerin belirlenmesi için dışarıdan hizmet alımı şeklinde şirket dışı firmalara yaptırılması da verimli olmayan, amaca ulaşmayan bir yöntemdir.

-Patlayıcı ortam riski bulunan işletmelerde, işletme yönetiminin büyük bir kısmında Patlamadan korunma dokümanının hazırlanması ve yapılması gereken çalışmaların sanki sadece bir mevzuat gerekliliğiymiş gibi bir müfettiş geldiğinde gösterilmesi gereken bir evraktan ibaretmiş gibi düşünülmesi ve hızlı bir şekilde yapılması sonucunda öngörülen önlemlerin alınmaması, kazaya sebep verilmesiyle birlikte bir kaza anında nasıl hareket edileceğinin bilinmemesinden dolayı birçok ölümlü kaza yaşanmaktadır.

Hazırlanan patlamadan korunma dokümanı çalışanlarla paylaşılmalı, hazırlanan senaryolar dâhilinde acil durum tatbikatları yapılmalıdır. Acil durum ekipleri kurularak eğitimleri verilmelidir.

Patlamadan korunma dokümanı, işin başlamasından önce hazırlanır ve işyerinde, iş ekipmanında veya iş organizasyonunda önemli bir değişiklik yapıldığı hallerde yeniden gözden geçirilerek, çalışanların bilgilendirilmesi, güncelliğini yitiren çalışmaların bertaraf edilmesi, önlemlerin etkinliği açısından son derece önemlidir.



## KAYNAKÇA

- BİNGÖL, N. (2015). *Patlayıcı Ortamlarda Kullanılacak Exproof Elektrik Cihazlarının Tesisati, Tamir, Bakım, Onarımı Ve Sistemlerin Verimliliği* Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü.
- BRAUER, H, VARMA, Y. B.G. (1981). *Chapter 12 Design and Operation of Equipment for Chemical Waste Gas Treatment*, Springer Science and Business Media LLC
- ÇOLAK, F. (2019). *Tersanelerde Meydana Gelen Atmosfer Patlamalarının Teorik Ve Uygulamalı Olarak İncelenmesi Ve Patlamadan Korunma Önlemlerinin Alınması* (Yüksek Lisans Tezi), Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- CHOI, J.Y, BYEON, S.H (2021). *Specific Process Conditions for Non-Hazardous Classification of Hydrogen Handling Facilities*, Safety and Health at Work
- GENG, J, MURÈ, S, DEMICHELA, M, BALDISSONE, G. (2020) *ATEX-HOF Methodology: Innovation Driven by Human and Organizational Factors (HOF) in Explosive Atmosphere Risk Assessment*, Safety
- GÖZLEMEN, Ş (2013). *Patlayıcı Ortamlar Ve Patlamadan Korunma Dokümanı* (2. Atex Sempozyumu), Gebze: İş Sağlığı ve Güvenliği Akademisi
- HAYES, B. (2018). Energy Supply And The Future Of The Oil And Gas Industry. *Daily Oil Bulletin*. Access Date: 07.11.2021. <https://www.dailyoilbulletin.com/article/2018/9/4/analysis-energy-supply-and-the-future-of-the-oil-a>
- KAYA, D, KILIÇ, F. Ç, ÖZTÜRK, H.H (2021) *Energy Management and Energy Efficiency in Industry*, Springer Science and Business Media LLC
- MEVLEVIOĞLU, U. KADIRGAN, M.N. ÇİFTÇİOĞLU, G.A (2019). Kimya Endüstrilerinde Patlama ve Yangınların Önlenmesi ve İlgili Vaka Çalışmaları. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, Cilt 31, Sayı 1, 36 – 46. <https://doi.org/10.7240/jeps.457561>
- ORTAÇ, M. (2018). *Patlamadan korunma risk değerlendirmesi ve bir alüminyum döküm fabrikasında patlayıcı ortam risk değerlendirmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ROJAY A., JAFFRET C., CORNOT-GANDOLPH S., DURAND B., JULLIN S., VALAIS M. (1997), *Natural Gas Production, Processing, Transport, Editions Technip, Paris, France*.
- SÖNMEZ, Y.M (2017) *Patlamadan Korunma Dokümanı Hazırlama Eğitimi* (Eğitim Sunumu) ÇASGEM (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Araştırma Merkezi)
- TOMMASINI, R. (2013) *The classification of hazardous areas where explosive gas atmospheres may be present*, Safety Science
- TUNCAY, H.S. (2014). *Yakıt İstasyonları Özelinde Patlayıcı Ortamların Araştırılması Ve Patlayıcı Ortamlarda İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberinin Hazırlanması* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi), Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
- USLU, Ö.A. (2018). *Endüstriyel Tesislerdeki Yanıcı, Parlayıcı Kimyasal Sıvıların Atmosfer Patlamalarının (Atex) Teorik Ve Uygulamalı Olarak Hesap Edilerek Önlemlerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- ÜNAL, M.S KILLIOĞLU, S.Y ÜNVER, B. (2016). *Maden Ekipmanları Patlatmazlık (Ex-Proof) Sertifikalarının Karşılaştırılması*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası
- YALÇIN, L. (2016). *Endüstriyel tesislerin doğal gaz dönüşüm işlerinde tehlikelerin değerlendirilmesi* (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi), Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

YILMAZ, N.F, DEMİR, Y. (2006). *Doğal gaz basınç düşürme ve ölçüm istasyonları*, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, 2006

AKMERCAN (Adıyaman Doğal gaz) *Doğal Gaz Nedir?* Erişim tarihi: 20.11.2021  
<https://www.akmercangaz.com.tr/tr/bilgi-bankasi/dogalgaz-nedir/>

ATEX Guidelines, European Commission Enterprise and Industry, 3rd Edition 2009

CEI 31-35/A Kılavuzu, *“Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanlar. CEI EN 60079-10 Normu (CEI 31-30) uygulama kılavuzu. Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması, uygulama örnekleri.”*

EN 60079-10-1: 2015, *Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Alanların sınıflandırılması -Patlayıcı gaz ortamları*

GAZBİR (Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği Derneği) (t.y) *Doğal Gaz Şehir Giriş İstasyonu RMS A İşletme ve Bakım. İstanbul: Gazmer Yayınları 11*

GAZBİR (Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği Derneği) *Dünya ve Türkiye’de Enerji Durumu Erişim tarihi: 20.11.2021* <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>

KLINGECORP, (2020).What Is the Meaning of ATEX?, Access Date:08.12.2021.  
<https://klingecorp.com/blog/atex-faq-guide/>

Önder Akademi a.ş Endüstriyel Güvenlik Danışmanlık Eğitim ve İleri Teknoloji Ürünleri Ticaret A.Ş.(2021) *Patlamadan Korunma Dokümanı İSTANBUL GAZ DAĞITIM A.Ş.*

Petrol ve Doğal Gaz Sektörel Bakış Yeni Gerçeklik, (2021). *KPMG Bağımsız Denetim ve Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik A.Ş.* Erişim tarihi: 05.11.2021.

<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2021/04/petrol-dogalgaz-sektorel-bakis-2021.pdf>

UGETAM (Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik San. Ve Tic. AŞ). *Genel Doğal Gaz*, (2016). İstanbul: Ugetam Yayınları 39

UGETAM (Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik San. Ve Tic. AŞ). *Gaz Ölçüm Detektörleri Ve Patlayıcı Ortam Analizi*, (2004). İstanbul: UGETAM Eğitim Yayınları UGT No: 0401

UGETAM (Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik San. Ve Tic. AŞ) *MYK Doğal Gaz İşletme Ve Bakım Operatörü Bilgilendirme Notları*. (2014)

Türk Standartları Enstitüsü, *Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması Standardı (TS 3491 EN 60079-10)*, Ankara

*Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik*. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28648

*Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik*. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28633

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Müdürlüğü, *Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehberi*, Ankara, 2015.

*İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği*. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28628

*İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*. Ankara: Bakanlık. 2012. Resmi Gazete Sayısı: 28339

*İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*. Ankara: Bakanlık. 2012. Resmi Gazete Sayısı: 28512

*İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik*. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28710

*İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik*. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28681

*Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28733*

*Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik. Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28695*

*Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (2014/34/Ab). Ankara: Bakanlık. 2016. Resmi Gazete Sayısı: 29758*

*Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik Ankara: Bakanlık. 2013. Resmi Gazete Sayısı: 28706*

*Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik Ankara: Bakanlık. 2014. Resmi Gazete Sayısı: 29204*



## EKLER



**EK-1. Tez çalışması izin dilekçesi**

03.01.2022

**İGDAŞ BAKIM MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Öğrencisi olduğum Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalında, “Doğalgaz Basınç Düşürme Ve Ölçüm İstasyonlarında Patlayıcı Ortam Riskinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi” konulu İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Tez çalışmamı kurumuza bağlı RMS (Doğal gaz Basınç Düşürme ve Ölçüm) istasyonlarında, kurumun verilerinden de faydalanarak yapabilmem için gerekli iznin verilmesi hususunda,

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Şenol YAVUZ  
Hitit Üniversitesi

Sicil:5542  
Önder ÖZDEMİR

**EK-2. Tez çalışması izin cevap yazısı**

07.01.2022

HİTİT ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRLÜĞÜNE

Şirketimiz 5542 sicil numaralı Önder Özdemir'in 03.01.2022 tarihli dilekçesine binaen " Doğalgaz Basınç Düşürme Ve Ölçüm İstasyonlarında Patlayıcı Ortam Riskinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden İncelenmesi" konulu tez çalışmasına izin verilmiştir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

