

**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇALIŞANLARIN PATLAYICI ORTAMLARIN TEHLİKELERİNDEN  
KORUNMALARINA İLİŞKİN UYGULAMA REHBERİ**

**ANKARA-2015**

**Rehber Hazırlık Komisyonu:**

1. Hande Seray TUNCAY, İSG Uzmanı (Komisyon Başkanı)
2. F. Gülay GEDİKLİ, İSG Uzmanı (Üye)
3. Safinaz Esra ÇİFTÇİ, İSG Uzm. Yrd. ( Üye)
4. Emine Esra LAYIK, İSG Uzm. Yrd. (Üye)
5. Merve KUYUCU, İSG Uzm. Yrd. (Üye)
6. Levent YALÇIN, İSG Uzm. Yrd. (Üye)
7. Ayşegül ÖZTÜRK, İSG Uzm. Yrd. (Üye)

## İÇİNDEKİLER

1. Rehberin Amacı.....	5
2. Patlayıcı Ortamlara Dair Yasal Mevzuat .....	5
3. Tanımlar .....	8
4. 1. Patlamadan Korunma Dokümanının İçeriği.....	13
4.1.1. Organizasyonel Önlemler .....	14
4.1.2. Teknik Önlemler .....	16
4.2. Patlama Riskinin Değerlendirilmesi.....	18
4.3. Yanıcı Maddelere Dair Bilinmesi Gerekenler .....	23
5.1. Gazlar ve Buharlar .....	25
5.2 Sıvılar ve sisler:.....	26
5.3. Tozlar .....	28
5.4. Tehlikeli Patlayıcı Ortam .....	29
5.5. Patlayıcı Toz Birikintilerinin Uzaklaştırılması .....	34
5.6. Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması.....	35
5.7. Tutuşturucu Kaynaklar .....	38

## ÖNSÖZ

Bu rehber Avrupa Parlamentosu ve Komisyonu'nun ülkemizde Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik olarak kabul edilmiş olan 1999/92/EC direktifinin uygulama rehberi (The non-binding guide of good practice for implementing Directive 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres ) temel alınarak hazırlanmıştır.

6331 sayılı İSG Kanunu kapsamında çalışanların sağlık ve güvenliğinin sağlanması amacıyla işverenlerin mesleki riskleri önlemek, eğitim ve bilgilendirme sağlamak gibi çeşitli yükümlülükleri bulunmaktadır. Bu rehber Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan işyerlerine yol göstermek, patlamalardan korunmak için yasal yükümlülüklerle uygun şekilde teknik ve organizasyonel önlemleri belirlemek ve bunların uygulanmasını sağlamada işverenlere ve İSG profesyonellerine yol göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

## **1. Rehberin Amacı**

Patlamadan korunma 30/4/2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Patlamalar iş sağlığı ve güvenliği açısından istenmeyen bazı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu sonuçlardan en temel olanları yangın, şok dalgası gibi etkiler nedeniyle işyeri ortamının zarar görmesi ve ortaya çıkan zehirli gazlar ve türevleri ile mevcut solunabilir havanın tükenmesi şeklinde örneklendirilebilir. Bu nedenle, patlamaların önlenmesi amacıyla bu kapsamda yer alan işyerlerinin 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile uyumlu şekilde önleme politikası belirleyerek organizasyonel ve teknik önlemler almaları önem taşımaktadır.

Bu rehber kapsamında yer alan bilgiler ve kontrol listeleri genel kapsamlı hazırlanmış olup işyerindeki üretim yöntemi, kullanılan madde, ekipman ve teçhizat ile patlamaya etki edebilecek diğer unsurlar doğrultusunda işyerine özgü hale getirilerek kullanılabilir.

## **2. Patlayıcı Ortamlara Dair Yasal Mevzuat**

Patlamadan Korunma Dokümanı hazırlanırken takip edilmesi gereken ilgili yönetmelikler aşağıda yer almaktadır.

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

30/04/2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik çalışanların sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunmaları için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

Bu Yönetmelik özelinde patlayıcı ortamlara sahip işyerlerinin patlayıcı ortama yönelik risk değerlendirmesi yapması gerekmektedir. Bu değerlendirmede asgari olarak aşağıdaki unsurlar dikkate alınmalıdır:

- Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı
- Statik elektrik de dâhil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri
- İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri

- Muhtemel patlama etkisinin büyüklüğü ( yerleşim yerleri, diğer işyerleri ve çevreye etkisi vb.)
- Patlayıcı ortamlarda çalışanların özel olarak eğitilmesi

Bu Yönetmelik kapsamındaki işyerlerinde tehlikeli bölgeler uygun şekilde işaretlenmeli, patlamadan korunma dokümanı hazırlanmalıdır. Ayrıca patlamanın muhtemel etkileri değerlendirilmeli ve bu etkileri azaltacak önlemler alınmalıdır.

### **Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik**

30/12/2006 tarihli ve 26392 4 üncü mükerrer sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik muhtemel patlayıcı ortamda kullanılan teçhizatın ve koruyucu sistemlerin güvenli olarak piyasaya arzı için gerekli emniyet kuralları ile uygunluk değerlendirme prosedürlerine ilişkin usul ve esasları belirlemektedir.

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

17/7/2013 tarihli ve 28710 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik işyeri bina ve eklentilerinde bulunması gereken asgari sağlık ve güvenlik şartlarını belirlemektir. Bu kapsamda söz konusu Yönetmelik işyerlerinde elektrik tesisatının, yangın veya patlama tehlikesi oluşturmayacak şekilde projelendirilip tesis edilmesi gerektiğini ve patlayıcı ortam oluşması muhtemel olan iş yerlerinde elektrik tesislerinin Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik hükümlerine uygun şekilde kurulması gerektiğini hüküm altına almaktadır.

Ayrıca parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerin üretildiği, işlendiği ve depolandığı yerlerde, yüksek bina ve bacalar ile direk veya sivri çıkıntılar gibi yüksek yerler bulunan binalarda, yıldırıma karşı yürürlükteki mevzuatın öngördüğü tedbirler alınması gerekliliği ile ilgili tesislerin kurulması zorunluluğu bu Yönetmelikte yer almaktadır.

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

29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik işyerlerinde risk değerlendirmesi çalışması ve patlama riskinin özel olarak değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılmalıdır. Risk değerlendirmesi çalışmasının tehlikelerin belirlenmesi aşamasında tutuşturucu kaynakların belirlenmesinin yanı sıra işyerinde yanma, parlama veya patlama ihtimali olan maddelerin işlenmesi, kullanılması, taşınması, depolanması ya da imha edilmesinden kaynaklanabilecek tehlikeler de belirlenmelidir.

## **Tehlikeli Maddeler ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkında Yönetmelik ile Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelik**

26/12/2008 tarihli ve 27902 Mükerrer sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan bu yönetmelik kapsamında işyerlerinde yanıcı özellikte olanlar dâhil tüm kimyasalların güvenlik bilgi formlarının yer alması gerektiği hüküm altına alınmıştır.

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

12/8/2013 tarihli ve 28733 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik 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 belirlemek amacıyla hükümler içermektedir. Çalışanları kimyasal maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanan tehlikelerden korumak için, bu maddelerin işlenmesi, depolanması, taşınması ve birbirini etkileyebilecek kimyasal maddelerin birbirleriyle temasının önlenmesi de dâhil olmak üzere, işverenler yapılan işin özelliğine uygun olarak aşağıda belirtilen öncelik sırasına göre teknik önlemleri almak ve idari düzenlemeleri yapmakla yükümlüdür. Bu düzenlemelerde;

- 1) İşyerinde parlayıcı ve patlayıcı maddelerin tehlikeli konsantrasyonlara ulaşması ve kimyasal olarak kararsız maddelerin tehlikeli miktarlarda bulunması önlenir. Bu mümkün değilse,
- 2) İşyerinde yangın veya patlamaya sebep olabilecek tutuşturucu kaynakların bulunması önlenir. Kimyasal olarak kararsız madde ve karışımların zararlı etki göstermesine sebep olabilecek şartlar ortadan kaldırılır. Bu da mümkün değilse,
- 3) Parlayıcı ve/veya patlayıcı maddelerden kaynaklanan yangın veya patlama halinde veya kimyasal olarak kararsız madde ve karışımların zararlı fiziksel etkilerinden çalışanların zarar görmesini önlemek veya en aza indirmek için gerekli önlemler alınır.

Patlama basıncının etkisini azaltacak düzenlemelerin yapılması gerektiği ve vana, flanş gibi ek yeri olmayan yanıcı gaz veya sıvı boru hatları ile oksijen depolama tankı arasındaki uzaklıklara dair hükümler de bu Yönetmelikte yer almaktadır.

## **İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik**

18 Haziran 2013 tarihli ve 28681 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Yönetmelik gereğince, patlayıcı ortam olarak sınıflandırılabilen işyerlerinde yangın ve patlamanın acil durum

olarak belirlenmesi ve acil durum planlarının hazırlanarak, söz konusu acil durumların etkilerinin azaltılmasına dair yapılması gerekli çalışmalar bu planda belirtilmelidir.

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

Patlayıcı ortamlarda bulunan her türlü ekipmanın 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik hükümlerine uygun şartları taşıması ve bu Yönetmelik hükümleri doğrultusunda periyodik kontrollerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Patlama riskinin önlenmesine dair işyerinde bulundurulacak koruyucu sistemler ile yangınla mücadele sistemlerinin de bu Yönetmelik hükümlerine uygun olması gerekmektedir. Bu Yönetmelik işyerinde yer alan tüm iş ekipmanlarının, ekipmanın aşırı ısınması veya yanmasına veya ekipmandan gaz, toz, sıvı, buhar veya üretilen, kullanılan veya depolanan diğer maddelerin yayılması riskine karşı çalışanların korunmasına uygun olması gerektiğini ve tüm iş ekipmanlarının, ekipmanda üretilen, kullanılan veya depolanan maddelerin veya ekipmanın patlama riskini önleyecek özellikte olması gerektiğini hüküm altına almaktadır. Patlayıcı ortamlarda kullanılacak iş ekipmanları özellik arz etmekte olduğundan tadilat, bakım onarım ve arıza durumlarında özellikle dikkat edilmeli ve ATEX özelliğinin bozulmaması sağlanmalıdır.

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

15/5/2013 tarihli ve 28648 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik kapsamında çalışanlara verilecek olan iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin teknik konuları arasında parlama, patlama, yangın ve yangından korunma konusu bulunmaktadır.

### **3. Tanımlar**

**Patlama:** Yanıcı maddenin oksijenle oluşturduğu karışımın tutuşmasıyla ortaya çıkan yüksek enerji oluşumudur.

**Patlayıcı ortam:** Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımdır.

**Patlayıcı gaz ortamı:** Normal şartlar altında havanın gaz veya buhar hâlindeki yanıcı maddelerle yaptığı karışımdır.

**Tehlikeli bölge:** Gaz, buhar ve sis veya toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamı ihtiva eden bölgedir.



**Tehlikesiz bölge:** Gaz, buhar ve sis veya toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamı ihtiva etmeyen bölgedir.

**Boşalma kaynakları:** Patlayıcı gaz ortamına neden olacak şekilde yanıcı gaz, buhar veya sıvının ortama boşalmaya başladığı nokta veya yerlerdir.



Şekil 1. Boşalma kaynağı

**Alt patlama sınırı(LEL):** Ortamdaki yanıcı gaz veya buhar yoğunluğunun patlamaya yol açmadığı alt sınırdır.

**Üst patlama sınırı(UEL):** Ortamdaki yanıcı gaz veya buhar yoğunluğunun patlamaya yol açmadığı üst sınırdır.

**Minimum Tutuşma Enerjisi (MIE):** Belirli test koşulları altında optimum toz-hava karışımını tutuşturmak için gereken minimum elektrik kıvılcımı enerjisidir (test kondansatöründe biriken minimum enerji).

**Minimum Tutuşma Sıcaklığı (Toz Bulutu için), MIT (°C):** Belirli test koşulları altında en optimum toz-hava karışımını tutuşturan minimum yüzey sıcaklığıdır.

**Minimum Oksijen Konsantrasyonu ( LOC ):** Toz bulutunda patlamanın yayılabilmesi için ortamda bulunması gereken minimum oksijen miktarıdır.

**Katman Tutuşma Sıcaklığı (Toz Katmanı için), LIT (°C):** Belirli test koşulları altında toz katmanını tutuşturan minimum yüzey sıcaklığıdır.

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

**Yanıcı madde:** Kendisi yanabilen veya yanabilir gaz, buhar veya buğu çıkarabilen maddedir.

**Yanıcı toz:** 500 µm veya daha az büyüklükte, havada asılı kalabilen, yanabilen ve normal sıcaklık ve atmosferik basınçta hava ile patlayıcı karışımlar üretebilen katı tozlardır.

**Yanıcı sıvı:** Öngörülebilir çalışma şartlarında yanabilir buhar çıkarabilen maddedir.

**Yanıcı gaz veya buhar:** Hava ile belli oranda karıştığı zaman patlayıcı gaz ortamı oluşturan gaz veya buhardır.


**Tutuşma sıcaklığı:** Belirtilen şartlar altında, gaz, buhar veya toz hâlindeki yanıcı madde ile havanın yaptığı karışımın alev aldığı en düşük sıcaklıktır.

#### 4. Genel Bilgi

Bu rehber işverenlerin özellikle KOBİ'lerin patlamadan korunmaya yönelik aşağıda yer alan aşamaları gerçekleştirmesine yardımcı olacaktır.

- Patlamaya dair tehlikelerin belirlenmesi ve risklerin değerlendirilmesi
- Patlayıcı ortamdaki kaynaklanan risklere karşı çalışanların sağlık ve güvenliğinin sağlanmasına yönelik özel önlemlerin belirlenmesi
- Risk değerlendirmesine uygun şekilde güvenli bir çalışma ortamı sağlanması
- Çalışanların işyerinde bulunduğu sürece güvenli çalışma ortamının devamlılığına yönelik gözetiminin sağlanması
- Patlayıcı ortamların oluşabileceği işyerlerinde birden fazla işverenin bulunması halinde işverenler arasında koordinasyona yönelik planlamaların yapılması
- Patlamadan korunma dokümanının hazırlanması

**Tablo 1. Patlayıcı ortam oluşabilecek işyerlerine dair örnekler**

Sektör	Patlama Tehlikesine Dair Örnekler
<b>Kimya Endüstrisi</b> 	Kimya endüstrisinde farklı proseslerde kullanılan veya dönüştürülen yanıcı gazlar, sıvılar ve katılar nedeniyle bu işlemler esnasında patlayıcı karışımlar veya ortamlar oluşabilir.

<p><b>Çöp gazı ve atık depolama</b></p> 	<p>Atık veya çöp gazlarının depolanması veya gömülmesi esnasında yanıcı gazlar ortaya çıkabilir. Muhtemel tutuşma ve kontrol edilemeyen gaz salınımlarından kaçınmak için, gerekli teknik önlemler alınmalıdır. Bu yanıcı gazlar az havalandırılmış tünel veya boşluklarda toplanabilir.</p>
<p><b>Termik Santraller</b></p> 	<p>Parça kömürün hava ile karışımının patlayıcı ortam oluşturması düşük ihtimal olsa dahi, konveyör ile taşıma, öğütme ve kurutma işlemleri sonucu oluşacak olan pülverize kömür tozu patlayıcı ortam (toz/hava karışımı) riski oluşturmaktadır. Kömür ve kömür tozunun kendiliğinden yanma özelliğine dikkat edilmelidir.</p>
<p><b>Atık Bertaraf Sektörü</b></p> 	<p>Atık su arıtma tesislerinde ortaya çıkan gazlar patlayıcı ortam (gaz/hava karışımı) oluşturabilirler.</p>
<p><b>Doğal Gaz</b></p> 	<p>Doğal gaz sızıntı kaynaklı patlayıcı ortam (gaz/ hava karışımı) oluşturabilir.</p>
<p><b>Ahşap Endüstrisi</b></p> 	<p>Ahşapla çalışılan işlerde ve mobilya endüstrisinde oluşan ahşap tozu silo, filtre ya da aspiratör gibi yerlerde patlayıcı ortam (toz/hava karışımı) oluşturabilir.</p>
<p><b>Boya Püskürtme İşleri</b></p> 	<p>Boya püskürtme işleri veya fabrikaların boyama bölümlerinde solvent buharının hava ile karışması nedeniyle patlayıcı ortamlar( gaz/hava karışımı) oluşabilir.</p>

<p><b>Tarım</b></p> 	<p>Biyogaz üretim tesislerinde gazın salınımı veya sızıntı sonucu patlayıcı ortam (gaz/hava karışımı) oluşabilir.</p>
<p><b>Metal Sektörü</b></p> 	<p>Metal üretimi, üretilen metallerin işlenmesi veya şekil verilmesi esnasında yüzeylerinden patlayıcı metal tozları çıkabilir. Bu tozlar, toplayıcılarda ya da aspiratörlerde biriktirildiğinde patlayıcı ortam(toz/hava karışımı) oluşabilir.</p>
<p><b>Gıda Endüstrisi ve Hayvan Yemi Üretimi</b></p> 	<p>Tahılların, şekerin depolanması, nakledilmesi, işlenmesi gibi aşamalarda tozların filtre veya aspiratörde toplanması halinde patlayıcı ortam (toz/hava karışımı) oluşabilir. .</p>
<p><b>İlaç Sanayi</b></p> 	<p>İlaç endüstrisinde kullanılan solventler patlayıcı ortam (gaz/hava karışımı) oluşturabilir. Ayrıca kullanılan etken ve yardımcı maddeler patlayıcı ortam (toz/hava karışımı) oluşturarak toz patlamasına sebebiyet verebilir.</p>
<p><b>Rafineriler</b></p> 	<p>Rafinerilerde hidrokarbonlar nedeniyle patlayıcı ortam oluşabilir.</p>

## Geri Dönüşüm Tesisleri



Atıkların geri dönüşümünde patlayıcı gaz veya yanıcı sıvı içeren konteynır, bidon, kutu veya tenekeler patlayıcı ortam (gaz/hava karışımı) oluşturabilir. Ayrıca kağıt veya plastik tozu kaynaklı olarak da patlayıcı ortam (toz/hava karışımı) oluşabilir.

\* Yukarıda belirtilenler patlayıcı ortam oluşabilecek işyerlerine dair örnek olarak verilmiştir.

### 4. 1. Patlamadan Korunma Dokümanının İçeriği

Bu dokümanda asgari olarak aşağıda yer alan hususlar bulunmalıdır.

- Bu dokümanda işyerinde patlamalara karşı alınan teknik ve organizasyonel önlemler belirtilmelidir. Patlamadan korunma dokümanı oluştururken birçok parametrenin dikkate alınması gerektiğinden, patlayıcı ortamlara dair hesaplamaların her bir bölüm için ayrı ayrı yapılması ve sonrasında bütün olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Örneğin boyahane, depolama vb. işyeri bölümlerine uygun olarak gerçekleştirilmesi gibi.
- Patlayıcı ortama yönelik yapılan risk değerlendirmesi sonuçları ile korunmaya yönelik alınması gereken önlemleri açıkça göstermelidir. Patlama riski değerlendirilirken patlayıcı ortamların oluşabileceği yerlere açılabilen yerler de dikkate alınarak bir bütün olarak değerlendirilmelidir.
- Patlamadan korunma dokümanının içeriği teknik ve organizasyonel önlemler olarak iki aşamada gerçekleştirilebilir.

Çalışanların Patlayıcı Ortamlardan Korunması Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesi işverenin patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemleri almasına dair hükümleri içermektedir. Söz konusu hüküm teknik ve organizasyonel önlemler alınırken patlayıcı ortamların önlenmesine yönelik temel ilkelere aşağıda verilen öncelik sırası doğrultusunda uyulması gerektiğini hüküm altına almaktadır.

- Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,
- Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

#### 4.1.1. Organizasyonel Önlemler

- Sorumluluklar ve gözetim alanları patlamadan korunma dokümanında açıkça düzenlenmiş olmalı ve görev alacak sorumlu kişiler belirlenmelidir. Bu amaçla, işyerinin organizasyon yapısı tanımlanmalı ve tüm sorumlu kişiler patlamadan korunma dokümanının hazırlanması çalışmalarında yer almalıdır. Patlayıcı ortam oluşabilecek bölgelerde çalışan personel için yazılı çalışma talimatları ayrıntılı olarak hazırlanmalıdır.
- Asıl işveren alt işveren ilişkisinin bulunduğu işyerlerinde asıl işveren, çalışanların sağlık ve güvenliklerine ilişkin tedbirlerin uygulanmasını koordine eder ve dokümanda bu koordinasyonun amacı ve uygulanması için gerekli uygulamaları belirtir. Örneğin işyerlerinin patlayıcı ortama sahip bölümlerinde alt işveren ve asıl işverenin çalışanları listelenerek sorumluluk ve gözetim alanları buna uygun olarak belirlenmelidir.
- Birden fazla işyerinin bulunduğu iş merkezleri, iş hanları, sanayi bölgeleri veya siteleri gibi yerlerde, koordinasyon yönetim tarafından sağlanır. Yönetim, işyerlerinde patlayıcı ortamlarla ilgili diğer işyerlerini etkileyecek tehlikeler hususunda gerekli tedbirleri almaları için işverenleri uyarır. Bu uyarılara uymayan işverenleri Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına bildirir.
- Tehlikeli bölgelerde çalışma izin sistemi kullanılmalıdır. Bu sistem işyerinin organizasyonel yapısına göre farklılık gösterebilir. Bununla birlikte üst yönetici/amir/süpervizör kademesinin bilgisi dahilinde bu çalışmalar yürütülmelidir.
- Sürekli gözetim ve saha gözlemleri yapılmalı, iç denetim mekanizmaları kurulmalıdır.
- Tehlikeli bölgeler uygun şekilde işaretlenmelidir.
- Bu bölgelerde gerçekleştirilecek bakım onarım ve arıza durumları özel önlemlerle gerçekleştirilmelidir.
- Alınması gereken idari ve organizasyonel önlemlere yönelik işyerlerinin yasal yükümlülüklerine uyumunun değerlendirilmesinde aşağıda yer alan kontrol listesi kullanılabilir.
- Çalışma Talimatları

Çalışma talimatları iş bazlı olarak işverenler tarafından hazırlanmalıdır. Bu talimatlarda işle ilgili risklerin çalışanlara, çalışma ortamına ve çevreye vereceği zararlar ile bu kapsamda alınacak koruyucu önlemler belirtilmelidir. Bu talimatlar işveren veya işverenin atadığı/yetkilendirdiği yetkin kişi tarafından da hazırlanabilir. Çalışma talimatları hazırlanırken tehlikeli bölgelerdeki patlama riskinin varlığı, kullanılan sabit veya mobil iş ekipmanlarının özellikleri ile kişisel koruyucu donanımlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Örneğin tehlikeli bölgelerde bakım onarım kapsamında kullanımına izin verilen tüm mobil iş ekipmanları ile bu ekipmanları kullanmaya yetkin personelin listesi bu talimatlar kapsamında hazır bulundurulmalıdır. Yine bu ortamlarda yapılacak işe göre normal çalışma/ bakım-onarım ve arıza durumlarında hangi kişisel koruyucu donanımların kullanılacağı da listelenmelidir. Eğer işyeri bünyesinde yabancı çalışanların istihdamı söz konusuysa söz konusu talimatlar onların anlayabileceği dilde de hazırlanmalıdır.

**Tablo 2. Organizasyonel önlemlere dair kontrol listesi**

<b>Kontrol listesi</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Açıklama</b>
Çalışanlara yönelik iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmiş mi?			
Tehlikeli bölgelerde çalışanlar için özel eğitim sağlanmış mı?			
İşyerinin bir önleme politikası mevcut mu?			
Tehlikeli bölgelerde çalışanlar için iş talimatları hazırlanmış mı?			
Alt işverenlerle iş sağlığı ve güvenliği konularında koordinasyon sağlanıyor mu?			
Alt işverenler işyerinin tehlikeleri konusunda bilgilendiriliyor mu?			
Alt işverenler acil durum planlamalarına dâhil ediliyor mu?			
Ziyaretçiler acil durum ve tehlikeler konusunda bilgilendiriliyor mu?			
İş kazası ve ramak kala kayıtları tutuluyor mu?			
Meydana gelen iş kazaları ve ramak kalalara yönelik önleyici faaliyetler belirleniyor mu?			
İşyerinde açık alev/ tütün ürünleri ve cep telefonu gibi tutuşturucu kaynak niteliğinde olan unsurların kullanımı yasaklanmış mı?			
Patlamaların muhtemel etkileri konusunda çevre işyerleri veya çevredeki diğer kuruluşlar, sakinler bilgilendiriliyor mu?			

- **Özel Eğitimler**

Bilindiği üzere Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik kapsamında işyeri tehlike sınıfına uygun olarak verilmesi gereken eğitimler belirtilmektedir. Bununla birlikte risk değerlendirmesi çalışmaları kapsamında belirlenen bazı risklere karşı önlemler çalışanlara verilecek eğitimler şeklinde olabilmektedir. Bu hususa paralel olarak Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında da Ek-2 bölümünde işverenin patlayıcı ortam oluşabilen yerlerde çalışanlara, patlamadan korunma konusunda yeterli ve uygun eğitimi sağlaması gerektiği özel olarak belirtilmiştir.

Bu kapsamda eğitimlerde patlama tehlikesi ve koruyucu tedbirlerin belirtilmesi gerekmektedir. Özellikle koruyucu tedbirlerin hangi amaca hizmet ettikleri hususunun belirtilmesi önem arz etmektedir. Bu eğitimlerde tehlikeli bölgelerde kullanılan iş ekipmanlarının alev sızdırmaz (ex-proof) koruyucu özelliklerinin sürdürülmesi, nasıl kullanılması gerektiği, bölgedeki muhtemel tutuşturucu kaynaklar, kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlar ile yapılan işlere dair hazırlanan çalışma talimatlarına dair konular özellikle yer almalıdır. Bu özel eğitimlerin hangi sıklıkla yapılacağı işyerinin İSG kurulu ile işyerinde bu kapsamda çalışan yetkin kişiler tarafından birlikte belirlenebilir. Eğitimlerin bu alanda yetkin kişiler tarafından verilmesi önemlidir. Ayrıca tehlikeli bölgelerde alt işverenin veya başka işverenlerin çalışanlarının bulunması halinde aynı eğitimlerin bu çalışanlar içinde sağlanması uygun olacaktır. Bu kapsamda bu bölgelerde çalışanların belli bölümünün deneyimli çalışanlardan oluşması ve verilecek özel eğitimlerle tüm çalışanların belli yetkinlik seviyelerine ulaşmaları sağlanmalıdır.

#### **4.1.2. Teknik Önlemler**

- Çalışma prosesleri, patlayıcı ortam oluşmasına neden olabilecek maddeler ve etkileşimleri ile koruyucu önlemlerin kapsamı ve amacı dokümanda yer almalıdır. Patlama ile ilgili tüm riskler tespit edilmeli, potansiyel patlayıcı ortamın tehlikelerinin önlenemediği güvenilir olmayan alanlar, potansiyel patlayıcı ortamın oluşma sıklığı ve ihtimaline göre bölgelere ayrılarak sınıflandırılmalıdır. Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılmasında varsayımsal yaklaşımlar değil, ilgili standartlar ile literatürde yer alan bilimsel hesaplamalar kullanılmalıdır. Ayrıca bu hesaplamalara uygun olarak geliştirilen yazılımların da kullanılması mümkündür. Tehlikeli bölgelerin sınıflarına uygun iş ekipmanlarının Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmeliğe uygun olarak seçilmesi ve belgelendirilmesi



gerekmektedir. Seçilen bu ekipmanların özellikleri ve ilgili mevzuatlara uygun şekilde yapılacak olan bakım onarım periyotları, gerçekleştiren kişiler, arıza ve tadilat durumları ile alınması gereken özel önlemler detaylı olarak bu dokümanda yer almalıdır.

- Patlamadan korunma dokümanı, işyerinde, çalışma prosesinde veya yönteminde önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığında geçerliliği kontrol edilerek güncellenmelidir. Bununla birlikte dokümanı hazırlayan ekip tarafından dokümanın geçerliliği için bir periyot belirlenebilir.

Patlamadan korunma dokümanı herhangi bir formata bağlı değildir. Patlayıcı ortamlara yönelik alınacak önlemlere uygunluk aşağıda yer alan kontrol listesi kullanılarak kontrol edilebilir.

**Tablo 3. Patlamadan korunma dokümanının uygunluğuna dair kontrol listesi**

Kontrol Listesi		Evet	Hayır	Açıklama
1	Patlama riski özel olarak değerlendirildi mi?			
2	İşyerinde bulunan kimyasal maddelerin güvenlik bilgi formları mevcut mu?			
3	Bu bölümlerde patlayıcı ortama neden olan kaynak belirlenmiş mi? (kimyasal, toz, sis vb.)			
4	İşyerinde bulunan yanıcı sıvı veya gazların patlama limitleri/özellikleri biliniyor mu?			
5	Patlayıcı ortam oluşabilecek işyeri bölümleri belirlenmiş mi?			
6	Belirlenen işyeri bölümlerinin tehlikeli bölge sınıflandırması yapılmış mı?			
7	Tutuşturucu kaynaklar belirlenmiş mi?			
8	Tutuşturucu kaynakların oluşma sıklığı belirlenmiş mi?			
9	Eğer tutuşturucu kaynak olarak sıcak yüzey mevcut ise sıcaklık sınıflandırılması yapılmış mı?			

10	İşyerinde kullanılan ekipman tehlikeli bölge sınıflarına uygun mudur?			
11	Tehlikeli bölgelerde bulunan iş ekipmanlarının tadilat, bakım onarım ve arıza durumlarına dair detaylar belirtilmiş mi?			
12	Patlamanın muhtemel etkileri belirlenmiş mi?			
13	Ateşli çalışmalara dair çalışma izin prosedürü var mı?			
14	Tehlikeli yerler sağlık ve güvenlik işaretleri ile işaretlenmiş mi?			
15	Acil durum planı mevcut mu?			
16	Acil durumda görevlendirilen personel belirlenerek eğitimler gerçekleştirilmiş mi?			
17	Patlama ve yangınlarla ilgili olarak çalışanlara özel eğitim verilmiş mi?			
18	Çalışanlar için çalışma talimatları hazırlanmış mı?			
19	Asıl işveren-alt işveren ilişkisi mevcut ise koordinasyona dair uygulamalar belirtilmiş mi?			

#### 4.2. Patlama Riskinin Değerlendirilmesi

İşveren, patlayıcı ortamın oluşmasını mümkün olduğunca engellemelidir. Patlama riskinin değerlendirilmesinde ilk adım işyerinde tehlikeli patlayıcı ortamın olup olmadığının belirlenmesidir. Daha sonrasında ise bu ortamın tutuşma potansiyeli değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme işlemi genelleme yapılmadan, her duruma özel olarak gerçekleştirilmelidir. Değerlendirme aşamasında önemli olan hususlar patlayıcı ortamın oluşma potansiyeli ve kalıcılığı, tutuşturucu kaynakların varlığı ve etkili hale gelme ihtimali, kullanılan maddeler, üretim süreçleri ve diğer etkenler şeklindedir.

## **ÖNEMLİ !**

Patlama riskinin değerlendirilmesi aşağıdaki noktalara odaklanmalıdır.

- Patlayıcı ortamın oluşma potansiyeli
- Tutuşturucu kaynakların varlığı ve etkili hale gelmesi

Patlama riskinin değerlendirilmesinde tutuşturucu kaynaklar ve etkinlikleri ikincil öneme sahip olarak değerlendirilmelidir. Patlayıcı ortam oluştuğunda hiç hesaba katılmayan bir tutuşturucu kaynak tarafından bile patlama başlayabilir, dolayısıyla öncelikle bu ortamın oluşması engellenmelidir.

Bu değerlendirme, yapılan her iş veya üretim sürecinde ve normal işletme şartları ile bu şartların değiştiği durumlarda uygulanmalıdır. Bu durumun değerlendirilmesinde aşağıda yer alan işletme durumları temel alınarak yapılmalıdır.

- Normal işletme koşulları ( bakım dâhil)
- Devreye alma ve devreden çıkarma
- Arıza (öngörülebilir arızalar dâhil)
- Yanlış kullanım

Patlama riski bütün olarak ele alınmalıdır. Bu aşamada önem taşıyan faktörler:

- Çalışma ortamının özellikleri
- Çalışma prosesinin özellikleri
- İşyerinde kullanılan madde ve malzemeler
- İşyerinde kullanılan madde ve malzemelerin birbiriyle etkileşimi
- İş ekipmanları ve özellikleri
- Patlamaya ve patlama basıncına dayanıklı yapı malzemesi ve inşa özellikleri

şeklindedir.

Çeşitli geçit, kapı, havalandırma boşluğu gibi açıklıklardan patlayıcı ortam oluşabilecek alanlara bağlanan yerler de tehlikeli yerler olarak belirlenmeli ve özel olarak dikkate alınmalıdır. Patlama ve yangınlar başladıktan sonra menfez, kapı, havalandırma boşluğu gibi yollardan ilerleyerek diğer bölümlere ulaşabilirler.

### **4.2.1.Hibrid Karışımlar**

Eğer patlayıcı ortam çeşitli yanıcı gazlar, buhar, sis veya tozdan oluşan hibrid karışımlar içermekte ise bu durum patlamanın etkisini çok daha fazla artırabileceğinden özel olarak incelenmelidir.

### **ÖNEMLİ !**

- Tek başlarına patlayıcı ortam oluşturmayacak özelliklere sahip (alt patlama limitlerinin altında konsantrasyon değerlerine sahip) yanıcı gazlar, buhar, sis veya tozlar hibrid karışım oluşturması halinde çok güçlü patlamalara neden olabilirler.
- Patlayıcı ortamların algılanmasına yönelik olarak kullanılan sensör ve alarm sistemlerinin, hibrid karışımların bulunduğu ortamlarda ters etkilenecek yanılığlara sebep olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

#### **4.2.2. Patlama riskinin değerlendirilmesine yönelik yöntemler**

Patlama riskinin değerlendirilmesine yönelik yöntemler iş veya prosese özgü olarak belirlenmelidir. Yöntemin belirlenmesinde iş veya proses güvenliğinin sistematik yaklaşımlarla kontrol edilebilmesi ve otomasyon sistemlerinin olup olmadığı önem taşımaktadır. Sistematik yaklaşımlarla ifade edilmek istenen yapılan işin süreçlerinin talimatlarla yapılandırılmasıdır. Genel olarak, konuya odaklanmış sistematik sorularla patlama riskinin değerlendirilmesi ve belirlenmesi yeterli olacaktır.

### **ÖNEMLİ !**

Literatürde yer alan çeşitli kontrol listeleri, FMEA, işletme hata analizi, HAZOP gibi tehlike belirleme ve risk değerlendirmesi yöntemleri patlama riskinin belirlenmesi amacıyla tutuşturucu kaynakların belirlenmesi gibi durumlar için kullanışlıdır.

Patlama riski sadece tutuşturucu kaynakların var olması veya aktif hale gelmesine göre değerlendirilmemelidir. Tehlikeli düzeyde bir patlamanın gerçekleşmesi, aşağıda yer alan dört unsurun aynı anda var olmasına bağlıdır.

- Yanıcı maddelerin ortamda yüksek dağılım derecesinde olması
- Yanıcı maddelerin veya bu maddelerin karışımlarının havadaki konsantrasyonlarının alt ve üst patlama limitlerinin arasında olması
- Tehlikeli miktarda patlayıcı ortam oluşması
- Etkin tutuşturucu kaynakların olması

Örneğin bir işyerinin asetilen üretimi yapılan bölümünde asetilenin boru bağlantılarından alçak basınç işlemlerinde az miktarda sızması boşalma kaynağı olarak değerlendirilmelidir. Ortama sızmakta olan bu gazın alt ve üst patlama limitleri arasında olup olmadığı,

havalandırma vb. teknik önlemlerin yeterliliği ile etkin tutuşturucu kaynakların varlığı da göz önüne alınarak patlama riski değerlendirilmelidir.

Patlama riskinin değerlendirilmesinde kullanılacak olan parametrelerin genellikle atmosferik koşullarda geçerli olduğu unutulmamalıdır.

**ÖRNEK :**

1. Örneğin oksijen konsantrasyonunun ve sıcaklığının yükseldiği yerlerde, minimum tutuşma enerjisi büyük miktarda azalabilir.
2. Yüksek ilk basınçlar çok daha yüksek patlama basınçlarına neden olmaktadır.
3. Patlama limitleri (LEL ve UEL) arasındaki fark yüksek sıcaklık ve basınçta daha fazla artmaktadır. Bu alt patlama limitinin daha düşmesi ve üst patlama limitinin daha yükselmesi şeklinde sonuçlanır.

**Yanıcı maddeler mevcut mu?**

Patlama, çalışma ortamında veya üretim süreçlerinde yanıcı madde olması durumunda meydana gelmektedir. Çalışma ortamında en az bir yanıcı maddenin ham madde veya yan mamul olarak kullanımı ya da bu maddenin ara, son ürün veya atık olarak ortaya çıkması yanıcı madde mevcudiyetine neden olmaktadır. Ayrıca bu maddelerin beklenen arıza durumlarında ortaya çıkması da bu mevcudiyeti devam ettirmektedir.

**ÖRNEK :**

Zayıf asitler veya alkaliler metal konteynırlarda depolandığı zaman yanıcı maddeler kazara ortaya çıkabilmektedir. Bu durumlarda elektro-kimyasal reaksiyonlarla hidrojen oluşabilir ve gaz fazında birikebilir.

Bütün maddeler ekzotermik oksitlenme reaksiyonuna girmeye eğilimlidir. Özellikle, alevlenir ( R10), kolay alevlenir(F ve R11, R15, R17 ) veya çok kolay alevlenir (F+ ve R12) olarak 11.12.2013 tarihli ve 28848 mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik doğrultusunda etiketlenen ve sınıflandırılan maddeler bu oksitlenme reaksiyonları için özel olarak değerlendirilmelidir. Bununla birlikte henüz sınıflandırılmamış çeşitli maddeler ve karışımlar uygun alevlenirlik özelliğini sağlayabileceklerinden genel olarak alevlenir olarak kabul edilir.

**ÖRNEK:**

1. Yanıcı gazlar ve gaz karışımları; sıvılaştırılmış gazlar (bütan, büten, propan, propilen), doğal gaz, yanıcı gazlar (karbon monoksit, metan) veya alevlenir kimyasal gazlar asetilen, etilen oksit, vinil klorid)
2. Yanıcı sıvılar; solventler, yakıtlar, petrol, ısınma veya yağlama amaçlı kullanılan yağlar, atık yağlar, boya, suda çözünen veya çözünmeyen kimyasallar.
3. Yanıcı tozlar; örneğin kömür, odun, gıda ve gıda hammaddesi ( şeker, un, tahıl), plastik, metal veya kimyasallar.

**ÖNEMLİ !**

Normal şartlarda kolayca yanmayan maddeler için yüksek tutuşma enerjisi sağlandığında veya parçacık boyutu küçültülerek havayla karışmaları halinde patlama meydana gelmektedir. Örneğin, proseste bir metal levhanın kullanılmasında yüksek tutuşma enerjisinin sağlanması ya da metal levhanın parçacık boyutunun küçültülerek hava ile yaptığı karışımın patlamaya neden olması gibi.

**Havada yeterli düzeyde dağılım patlayıcı ortama neden olur mu?**

Yanıcı maddelerin olduğu ortamlarda patlayıcı ortamın oluşması, havayla oluşturdukları karışımın tutuşabilirliğine bağlıdır. Eğer yanıcı madde ortam atmosferinde yeterli dağılıma ulaşmışsa ve havadaki yoğunluğu patlama sınırlarına erişmişse, patlayıcı ortam oluşmuş demektir. Gazlar ve buhar doğaları gereği yüksek dağılım derecesine sahiptirler, dolayısıyla ortamda bulunmaları halinde patlama riskini artırır.

Patlama riski değerlendirilirken yanıcı maddelerin aşağıda verilen özellikleri ve proses içindeki kullanımları dikkate alınmalıdır.

**Tablo 2. Bilinmesi gereken temel teknik bilgiler**

Yanıcı sıvı ve gazlar için bilinmesi gereken temel bilgiler	Yanıcı tozlar için bilinmesi gereken temel bilgiler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Parlama noktası</li><li>• Alt ve üst patlama limitleri</li><li>• Ortamdaki konsantrasyonu</li><li>• Yoğunluğu</li><li>• Tutuşma sıcaklığı</li><li>• Gaz grubu</li><li>• Ortamdaki oksijen konsantrasyonu</li><li>• Yanıcı sıvıların buhar basıncı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parçacık dağılımı</li><li>• Alt ve üst patlama limiti</li><li>• Ortamdaki konsantrasyonu</li><li>• Maksimum patlama basıncı</li><li>• Toz patlama sınıfı</li><li>• Havada asılı tozun tutuşma sıcaklığı</li><li>• Minimum tutuşma enerjisi</li><li>• Minimum tutuşma sıcaklığı (toz bulutu)</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Kaynama noktası</li><li>• Adyabatik genişleme</li><li>• Politropik indeksi</li></ul>	<p> için)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ortamdaki oksijen konsantrasyonu</li><li>• Yanıcı tozun elektrik direnci</li><li>• Minimum patlayabilir konsantrasyon (MEC)</li></ul>
--	---

### 4.3. Yanıcı Maddelere Dair Bilinmesi Gerekenler

#### Yanıcı Gaz ve Gaz Karışımları için Önemli Hususlar

- Alt ve üst patlama sınırlar değerleri
- Yanıcı maddenin çalışma sırasında ortaya çıkan maksimum konsantrasyonu (bazen minimum da gerekebilir)

#### Yanıcı Sıvılar için Önemli Hususlar

- Buharının alt ve üst patlama sınır değerleri
- Parlama noktası

#### **ÖNEMLİ!**

##### **Parlama Noktası**

Tankın içerisindeki sıcaklık parlama noktasının yeterince altında ( yaklaşık olarak 5°C ve 15°C arası) tutulması halinde patlayıcı karışım oluşmadığı varsayılır.

- Çalışma veya ortam sıcaklığı

#### **ÖNEMLİ!**

##### **Çalışma veya ortam sıcaklığı**

Eğer maksimum çalışma sıcaklığı patlayıcı sıvının parlama noktasından yeterince düşük değilse patlayıcı buhar /hava karışımı oluşabilir.

- Sıvıyla çalışma yöntemi (Örnek; spreyleme, püskürtme gibi sıvının dağılımına neden olacak yöntemler ve buharlaşma ve yoğunlaşma aşamaları)

#### **ÖNEMLİ!**

##### **Sıvıyla çalışma yöntemi**

Eğer sıvı damlalar halinde ortama yayılıyorsa (Örneğin; püskürtme) patlayıcı ortam parlama noktasının çok aşağılarında dahi oluşabilir.

- Sıvının yüksek basınçta kullanımı (Örnek; hidrolik sistemler)

### **ÖNEMLİ!**

#### **Sıvının yüksek basınçta kullanımı**

Yüksek basınçlı bir sıvı tankında sızıntı olması durumunda, deliğin boyutuna, aşırı basınca ve malzeme dayanıklılığına bağlı olarak dışarı sızma veya püskürme olabilir. Bu durum sis oluşturarak patlayıcı ortama neden olabilir.

- Yanıcı maddelerle çalışmalarda ekipman veya sistem içerisinde ortaya çıkan maksimum (bazen minimum) konsantrasyon

#### **Yanıcı Katıların Tozları İçin Önemli Hususlar**

- Toz/hava karışımı veya toz birikintilerinin ortamda bulunması veya oluşumu

### **ÖRNEK:**

1. Eleme ve öğütme
2. Konveyör kullanımı (taşımaya, dolma ve boşalma)
3. Kurutma

- Yanıcı maddelerin çalışma sırasında ortaya çıkan maksimum konsantrasyonu ve alt patlama limitine göre durumu
- Alt ve üst patlama limiti

### **ÖRNEK:**

Pratik uygulamalarda patlama limitleri tozlar için gazlar ve buharlar kadar kullanıma sahip olmayabilir. Toz konsantrasyonu toz birikintilerinin havada askıda kalma veya askıdaki tozların çökmesi esnasında büyük oranda değişmektedir. Patlayıcı ortamlar genellikle tozların havaya kalkması esnasında oluşmaktadır.

- Alt ve üst patlama sınırı
- Parçacık büyüklüğü dağılımı (500 $\mu$ m'den küçük parçacıkların oranı önemlidir)
- Nem
- Katman tutuşma sıcaklığı (toz birikintisi için) Toz birikintisinin içten yanma noktası



## 5. Patlayıcı Ortam Nerelerde Oluşur?

Eğer patlayıcı ortamın oluşması muhtemel ise, işyerinde veya tesiste bu ortamın tam olarak nerede oluşacağını belirlemek, potansiyel risklerin önlenmesi veya sınırlandırılması bakımından önem taşır. Bu işlemi yapabilmek için işyerinin ve işyerinde kullanılan maddelerin özellikleri, prosesin özellikleri ve çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Maddenin hangi formu için hangi özelliklerin göz önünde bulundurulacağı aşağıda verilmektedir.

### 5.1. Gazlar ve Buharlar

**Maddenin yoğunluğunun havanın yoğunluğuna oranı:** Bu oran gazların ve buharların havaya göre ağır olup olmadıklarını belirlemek için kullanılmaktadır. Gazların ve buharların yoğunluğu arttıkça yani bu oran büyüdükçe çökme hızları da artacaktır. Bunun sonucunda havayla oluşturdukları patlayıcı ortamlar genellikle çukurlar, kanallar ve şaftlarda birikimlere neden olmaktadır. Gazın yoğunluğu ve biriktiği yere göre havalandırma tasarımının değişmesi söz konusu olabilir.

- Ortamdaki gazların yoğunluğu havadan fazla ise (örneğin; propan); oluşan gaz birikintileri çökmeye, yayılmaya ve uzun mesafeler boyunca sızmaya meyillidir. Bu yayılımın sonucunda bir ateşleyici kaynakla buluşması patlamaya sebebiyet verir.
- Ortamdaki gazların yoğunluğu havanın yoğunluğuna eşit ise(örneğin, asetilen, hidrojen siyanit, etilen, karbon monoksit); bu gazlar yayılmaya veya çökmeye çok düşük doğal bir eğilim gösterirler.

- Ortamdaki gazların yoğunluğu havadan düşükse ( örneğin, hidrojen, metan) ve kapalı bir şekilde muhafaza edilmiyorlar ise; ortama doğal bir yayılma eğilimi gösterirler. Bu doğal yayılım sonucu yüksek yerlerde birikme ve elektrik kaçağı vb. tutuşturucu kaynaklar ile patlaması söz konusu olabilir. Önlemler bu doğrultuda belirlenmeli ve havalandırma tasarımı uygun şekilde yapılmalıdır.



Şekil 2. Patlayıcı ortam oluşması

Önemsenecek miktardaki hava hareketlerine neden olan doğal hava akımı, insan hareketleri, termal yayılımlar gibi hareketler bile havayla oluşan karışımı ciddi şekilde hızlandırabilir.

## 5.2 Sıvılar ve Sisler:

Buharlaştırma sayısı belli bir sıcaklıkta oluşan patlayıcı ortamda sıvının buharlaştırma miktarına dair bilgi vermektedir. Bu esnada buharlaştırma alanının büyüklüğü ve çalışma sıcaklığı (örneğin, sıvılar püskürtüldüğünde) önem taşımaktadır. Ortama kapalı kaplardan/ekipmanlardan ( tanklardan) sızma veya püskürme durumunda olan sıvıların patlayıcı ortam oluşturmasında aşırı basınç önemlidir. *Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmeliğin* tehlikeli kimyasal maddelerle çalışmalarda alınması gereken önlemler kapsamında işyerlerinde, sıvı oksijen, sıvı argon ve

sıvı azot bulunan depolama tanklarının yerleştirilmesinde aşağıda yer alan asgari güvenlik mesafelerine uyulur.

- Vana, flanş gibi ek yeri olmayan yanıcı gaz veya sıvı boru hatları ile sıvı oksijen depolama tankı arasındaki uzaklıklar Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 3. Sıvı oksijen tankına uzaklıklar**

<b>Tank kapasitesi (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Uzaklık (m)</b>
0-10	1
11-50	2
51-100	3
101-200	4
201-10000	5

- Araç park yerleri, işyerinin sınırları, açık alev ve sigara içmeye izin verilen yerler, yüksek basınçlı yanmayan gaz depoları, yüksek ve orta gerilimdeki elektrik transformatörleri, yanıcı malzeme depoları (ahşap bina ve yapılar), her türlü makine ve ekipman, maden ocakları, kanal ve logarlar, kuyu ve benzeri yapılar, yanıcı gaz ve sıvı boru hatlarındaki vanalar, flanşlar ve ek yerleri ile sıvı oksijen depolama tankı arasındaki uzaklıklar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4. Uzaklıklar-1**

<b>Tank kapasitesi (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Uzaklık (m)</b>
0-100	3
101-200	4
201-400	5
401-1000	6
1001-2000	10
2001-3000	13
3001-10000	15

- Ofis, kantin, çalışanların ve ziyaretçilerin toplandığı bina ve benzeri yerler, kompresör, vantilatör, hava çekiş yerleri, yüksek miktarda parlayıcı gaz ve LPG’nin ulusal kanunlara uygun olarak depolandığı yerler ile oksijen tankı arasındaki uzaklıklar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 5. Uzaklıklar-2**

<b>Tank kapasitesi (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Uzaklık (m)</b>
0-400	5
401-1000	6
1001-2000	10
2001-3000	13
3001-4000	14
4001-10000	15

### Sıvı Argon ve Sıvı Azot tankları için:

- Vana, flanş gibi ek yeri olmayan yanıcı gaz veya sıvı boru hatları ile sıvı argon ve sıvı azot depolama tankı arasındaki uzaklıklar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 6. Uzaklıklar-3**

Tank kapasitesi (m <sup>3</sup> )	Uzaklık (m)
0-100	1
101-600	2
601-1000	3
1001-3000	4
3001-10000	5

- Araç park yerleri, açık alev ve sigara içilmesine izin verilen yerler, yüksek basınçlı yanmayan gaz depoları, kantin, çalışanların ve ziyaretçilerin toplandığı bina ve benzeri yerler, sabit parlayıcı gaz depoları, parlayıcı sıvı ve LPG depoları, yanıcı, parlayıcı, gaz ve sıvı boru hatlarındaki vana ve flanş gibi ek yerleri ile sıvı argon ve sıvı azot depolama tankı arasındaki uzaklıklar aşağıda verilmiştir.

**Tablo 7. Uzaklıklar-4**

Tank kapasitesi (m <sup>3</sup> )	Uzaklık (m)
0-100	3
101-200	4
201-400	5
401-600	6
601-900	7
901-1000	8
1001-2000	10
2001-3000	12
3001-4000	14
4001-10000	15

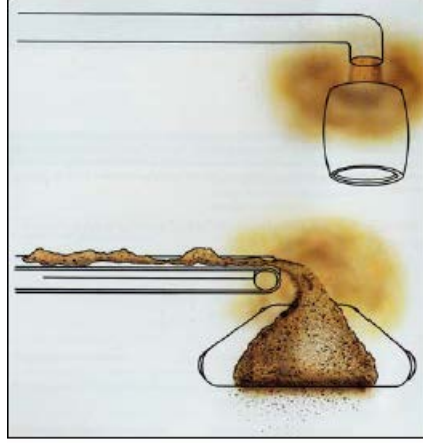
### 5.3. Tozlar

Havada askıda bulunan yanıcı katı maddelerin tozları (örneğin; filtrelerin taşınması veya kurutulması sonucu oluşan tozlar) için aşağıda verilen özellikler önemlidir.

- Düz zeminlerde biriken tozların hava akımı ile havalanması sonucu oluşan tozlar
- Parçacık büyüklüğü

Diğer bölgesel koşullar ve çalışma koşulları da dikkate alınmalıdır:

- Kullanılan maddelerle çalışma şekilleri, örneğin; kapalı veya açık sistemle çalışma
- Vanalarda veya boruların bağlantı noktalarında meydana gelebilecek kaçaklar
- Havalandırma koşulları ve diğer özel koşullar



Şekil 3. Toz birikmeleri

Havalandırılmayan bölgeler, örneğin; çalışma ortamının zemininin altındaki çukurlar, shaftlar, kanallar patlayıcı karışımların biriktiği ve tehlikeye neden olabilecek bölgelerdir. Bu bölgelerde patlayıcı ortam oluşturabilecek tozlar bulunabilir.

#### 5.4. Tehlikeli Patlayıcı Ortam

##### Tehlikeli Patlayıcı Ortam Oluşması Mümkün mü?

Özel önlemlerin alınması gereken patlayıcı ortamlar tehlikeli patlayıcı ortam olarak nitelendirilebilir. Bu ortamlarda da tehlikeli bölge sınıflandırması yapılır.

Oluşan potansiyel patlayıcı ortamın tehlikeli patlayıcı ortama dönüşmesinde patlayıcı ortamın hacmi ve tutuşturucu kaynakla bir araya geldiğinde meydana getireceği zarar verici sonuçlar önemlidir. Ancak, genel olarak patlamaların zarar verici sonuçlara yol açmaları nedeniyle tehlikeli patlayıcı ortamın çoğunlukla var olduğu kabul edilir. Bu kuralın tek istisnası çok küçük miktarda maddelerle çalışılan laboratuvarlar gibi yerlerdir. Bu durumlarda ortaya çıkması öngörülen miktar, çalışma ortamı ve işyerine özgü çalışma koşullarına göre değerlendirilir ve tehlikeli ortam oluşturup oluşturamayacağına karar verilir. Bu istisnai durumun hesaplanarak belgelendirilmesi gerekmektedir.

##### **ÖNEMLİ!**

1. Kapalı bir ortamda sürekli olarak 10 litreden fazla patlayıcı ortam bulunuyorsa, bu ortam çalışma ortamı büyüklüğüne bakılmaksızın tehlikeli patlayıcı ortam olarak kabul edilir.
2. Yaklaşık olarak patlayıcı ortamın, kapalı ortam veya oda hacminin on binde biri kadar bulunması durumu tehlikeli olarak algılanmalıdır. Örneğin, 80 m<sup>3</sup> hacmindeki odada 8 litre hacminde patlayıcı ortam olması tehlikeli olarak algılanmalıdır.
3. Yanıcı tozların ortalama yükseklikteki bir odanın tüm taban alanında 1 mm veya daha az kalınlıkta

birikim sağlaması patlayıcı ortam oluşması için yeterlidir. Bu birikintinin oda hacmini tamamen dolduracak şekilde yükselmesi halinde patlayıcı ortam oluşur.

**4. Patlama basıncına dayanıksız kapalı kaplardaki patlayıcı ortamların yukarıda yer alan örneklerden çok daha küçük hacimlerde bile şarapnel sıçraması veya bu kapların parçalanması gibi zarar verici tehlikeleri ihtiva edebileceğinden bu ortamlar tehlikeli patlayıcı ortam olarak sınıflandırılmalıdır. Bahsedilen küçük hacimlere dair herhangi bir alt limit kabul edilemez.**

Tehlikeli patlayıcı ortamın neden olacağı sonuçların incelenmesinde bulunduğu ortam veya yakınında yer alan bina/işyeri gibi etkenlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Patlama ayrıca, meydana geldiği ortamın çevresinde de tehlikeli veya yanıcı maddelerin salınımı ve belki de tutuşması nedeniyle de tehlikelere sebep olmaktadır.

#### **Tehlikeli patlayıcı ortamın oluşması güvenilir bir şekilde engellenmiş mi?**

Tehlikeli patlayıcı ortamın oluşması ihtimal dâhilinde ise, patlamadan korunma önlemleri uygulanmalıdır. Öncelikle teknik ve organizasyonel önlemler ışığında patlayıcı ortamın oluşmaması sağlanmalıdır. Patlamadan korunma üzerine alınan önlemlerin etkinliği nadir olarak görülen arıza durumları dâhil tüm işletme koşulları göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

Patlayıcı ortamın oluşmasının engellenemediği durumlarda ise etkin hale gelebilecek tutuşturucu kaynakların önlenmesi gerekmektedir. Eğer tehlikeli patlayıcı ortam ile tutuşturucu kaynakların aynı anda oluşması hiçbir şekilde önlenemiyorsa, patlama etkilerini azaltma önlemlerinin organizasyonel önlemlerle birlikte uygulanması gerekir.

#### **Tehlikeli Patlayıcı Ortamın Oluşmasının Önlenmesine Yönelik Uygulamalar**

##### **Yanıcı maddelerin ikameleri ile değiştirilmesi**

Tehlikeli patlayıcı ortamın önlenmesi aşamasında öncelik verilmesi gereken ilk adım yanıcı maddelerin ikameleri ile değiştirilmesidir.

Bu tehlikeli patlayıcı ortamın oluşması kullanılan yanıcı maddelerden kaçınılması ya da başka ürünlerle değiştirilmesi ile mümkün olabilir. Örneğin; yanıcı solventler veya temizleyiciler yerine su bazlı solüsyonlar kullanılması gibi. Patlayıcı tozlarda ise kullanılan maddenin parçacık boyutunun büyütülmesi havada asılı kalmaları ya da patlayıcı ortamın oluşmamasını sağlayabilecektir. Bununla birlikte tozlar söz konusu olduğunda tozların nemlendirilmesi veya toz bastırıcıların kullanılması patlayıcı ortamların oluşmasını engelleyebilmektedir.

##### **Kullanılan maddelerin konsantrasyonlarının azaltılması**

Gazlar ve tozlar havada belli konsantrasyonlarda patlayıcı ortam oluşturmaktadır. Belirlenmiş işletme ve ortam koşullarında, kullanılan maddelerin patlama limitlerinin dışında kalacağı

konsantrasyonlarda kullanılması mümkündür. Kullanılan maddelerin patlama limitleri dışındaki konsantrasyonlarda kullanılması patlama tehlikesini ortadan kaldıracaktır. Konteynır veya kapalı sistem üretim süreçlerinde gazlar ve yanıcı sıvılara ait buhar konsantrasyonlarının patlama limitlerinin dışında tutulması ve takip edilmesi kolaylıkla sağlanabilmektedir.

### **ÖNEMLİ!**

Yanıcı sıvıların yüzeyindeki sıcaklık sürekli olarak parlama noktasının altında tutulabilirse yanıcı sıvının yüzeyindeki konsantrasyonun alt patlama limitinin altında olduğu kabul edilir. Parlama noktası ile sıvının yüzey sıcaklığı arasındaki farkın saf solventler için 5°C, solvent karışımları için 15°C olması yeterli güvenlik seviyesini sağlamaktadır. Düşük parlama noktasına sahip yanıcı sıvıların üst patlama limitleri kolaylıkla aşılır. Örneğin, arabaların yakıt depoları gibi.

Yanıcı tozlar söz konusu olduğunda ortamdaki toz konsantrasyonunun sınırlandırılması patlayıcı karışımların oluşmasını önlemekte yetersiz kalabilir. Asılı tozların konsantrasyonları alt patlama limitinin altında olduğunda yeterli hava sirkülasyonu da yoksa toz birikintileri oluşur. Bu toz birikintilerinin de havada yükselmesi patlayıcı karışımlara neden olur.

### **ÖNEMLİ!**

Filtreleme işlemi yapılan toz parçaları, muhtemel yangın ve patlamalara neden olabilecek şekilde birikebilir.

### **Etkisizleştirme**

Tehlikeli patlayıcı ortamlar yanıcı maddelerin veya ortamdaki oksijenin inert (etkisiz) maddeler kullanılarak seyreltilmesi ile engellenebilir. Bu önlemin gerçekleştirilebilmesi için patlamanın oluşmadığı en yüksek oksijen konsantrasyonuna göre ortamdaki oksijen konsantrasyonunun sınırlandırılması gerekmektedir. Yanıcı maddenin inert maddelerle seyreltilmesi sonrasında ortamdaki maksimum izin verilebilir yanıcı madde konsantrasyonu tekrar belirlenmelidir. Oksijen konsantrasyonunun hızlı değişmesi veya çalışma ortamının farklı bölümlerinde farklı oksijen konsantrasyonları olması durumunda daha geniş bir güvenlik payına ihtiyaç duyulacaktır. İşletme ve ekipman hataları her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Bu ve benzeri hataların olması durumunda koruyucu tedbirler veya acil durum prosedürlerinin etkili bir şekilde devreye girmesi önem kazanmaktadır.

**ÖRNEK:**

Temel inert gazlar, nitrojen, karbon dioksit, soy gazlar, yanıcı gazlar ve su buharıdır.

İnert tozlar ise kalsiyum sülfat, amonyum fosfat, sodyum hidrojen karbonat, taş tozu gibi örneklendirilebilir. İnert madde yanıcı madde ile reaksiyona girmeyecek özellikte olmalıdır. Örneğin, alüminyum ile karbondioksit reaksiyona girebilir.

**ÖNEMLİ!**

Toz birikintileri, düşük oksijen veya yanıcı madde konsantrasyonlarında bulunsalar bile kendiliğinden veya içten içe yanmaya eğilimlidir. Örneğin; ağırlıkça %95 kireç taşı ile %5 kömür tozunun karıştırılması durumunda dahi yanma reaksiyonu gerçekleşebilir.

Gazlarla inert hale getirme işlemi, çok düşük oranlarda gazların birbiriyle yer değiştirmesi ile sağlanabileceğinden genellikle kapalı sistemlerde mümkün olmaktadır. Bununla birlikte bu işlemde kullanılan inert gazların tesisteki açıklıklardan emilmesi ya da yanıcı gazların kullanılması durumunda, bu gazların ortamdaki oksijen konsantrasyonunu etkilemesine ve çalışanların boğulmasına neden olabilir. Bu nedenle söz konusu işlem uygulanırken teknik önlemler alınmasına dikkat edilmelidir.

**Tesis veya ekipmanların yakınında patlayıcı ortamın oluşmasının engellenmesi veya miktarının sınırlandırılması**

Tesis veya ekipmanların yakınlarda patlayıcı ortam oluşması mümkün olduğunca engellenmelidir. Bu durum ise daha çok kapalı sistemlerin sağlanması ile mümkündür. Kullanılan sistemin veya tesisteki tüm öğelerin sızdırmaz olması oldukça önemlidir. Sistem veya tesis öngörülen işletme koşullarında sızıntı (boşalma) olmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Eğer bu sistem veya tesislerden yanıcı maddelerin sızması önlenemiyorsa patlayıcı ortamın oluşması genellikle havalandırma ile engellenebilir. Patlayıcı ortamın oluşmasını engelleyecek havalandırma koşullarının sağlanmasında aşağıda yer alan hususlara dikkat edilmelidir:

**Gazlar, buharlar ve sisler:** Tasarlanacak olan havalandırma sisteminde patlayıcı ortam oluşturma potansiyeli olan gaz, buhar veya sisin en yüksek konsantrasyonunun belirlenmesi ve boşalma kaynakları ile bunların yerleri ve havaya göre yoğunluğunun değerlendirilerek ortama yayılma koşulları temel alınmalıdır.



**Tozlar:** Tozların patlayıcı ortam oluşturmasının önlenmesinde havalandırmanın rolü kaynaktan önlemek üzerinedir. Tozların ortama çıktığı noktalarda havalandırma ile tozların emilmesi ve dolayısıyla da toz birikintilerinin önüne geçilmesi hedeflenmelidir.

Havalandırma patlayıcı ortamların oluşmasının engellenmesi için büyük önem taşımaktadır. Yeterli havalandırma patlayıcı ortamın oluşması olasılığını azaltabilir ya da belirlenen tehlikeli bölge sınırlarının daralmasına neden olabilir. Bununla birlikte havalandırma yöntemi uygulanıyorsa patlayıcı ortam oluşması muhtemel yerlerde, sabit ve farklı işletme koşullarında farklı yerler ve zamanlarda noktasal kontrol yapılmalıdır.

**Tablo 8. Organik tozlara ait önemli sıcaklıklar**

<b>Organik Tozlar</b>		
<b>Toz Cinsi</b>	<b>Toz katmanının tutuşma sıcaklığı (°C)</b>	<b>Toz bulutunun tutuşma sıcaklığı (°C)</b>
Pamuk	350°C	560°C
Linyit	225°C	380°C
Antrasit	245°C	590°C
Selüloz	370°C	500°C
Tahıl	370°C	500°C
Ahşap Tozu	300°C	400°C
Kakao	460°C	580°C
Saman	295°C	525°C
İpek	230°C	440°C
Süt tozu	340°C	440°C
Kağıt	300°C	540°C
Soya	245°C	500°C
Nişasta	290°C	440°C
Tütün	300°C	450°C
Çay	300°C	510°C
Buğday unu	450°C	480°C
Şeker	290°C	460°C

**Tablo 3. Kimyasal tozlara ait önemli sıcaklıklar**

<b>Kimyasal Tozu</b>		
<b>Toz Cinsi</b>	<b>Toz katmanının tutuşma sıcaklığı (°C)</b>	<b>Toz bulutunun tutuşma sıcaklığı (°C)</b>
Selüloz eteri	275°C	330°C
İsosorbit Dinitrat	240°C	220°C
Vulkanize edilmemiş kauçuk	220°C	460°C
Lamine plastik	330°C	510°C
Sülfür	280°C	280°C
Polivinil asetat	340°C	500°C
Polivinil klorit	380°C	530°C

**Tablo 4. Metal tozlarına ait önemli sıcaklıklar**

<b>Metal Tozları</b>		
<b>Toz Cinsi</b>	<b>Toz katmanının tutuşma sıcaklığı (°C)</b>	<b>Toz bulutunun tutuşma sıcaklığı (°C)</b>
Alüminyum	280°C	530°C
Bronz	260°C	390°C
Demir	300°C	310°C
Magnezyum	410°C	610°C
Manganez	285°C	330°C
Çinko	440°C	570°C
Bakır silis alaşımları	305°C	690°C

### **5.5. Patlayıcı Toz Birikintilerinin Uzaklaştırılması**

Tehlikeli toz birikintileri işyerlerinde bu tozların ortama yayıldığı bölümlerin sürekli temizlenmesiyle engellenmelidir. Tozların ortaya çıktığı bölümlerde kullanılan temizleme yöntemi ve tozun özelliği doğrultusunda temizleme sıklığı ve kapsamı belirlenmelidir. Bu aşamada tozların ulaşılabilen bölümlerde birikme ihtimali de göz önüne alınmalıdır; örneğin yüksek yerler vb.

Normal işletme koşullarından farklı olarak bir arıza durumunda patlayıcı tozun ortama fazla miktarda çıkması (sızıntı, konteynırın taşması vb.) durumunda toz birikintilerinin derhal uzaklaştırılması ve etkisizleştirilmesi için çalışmalar planlanmalıdır.

Toz birikintilerinin temizlenmesinde ıslak temizleme veya tozların mekanik olarak emilmesi (merkezi çekme veya aspirasyon sistemleri veya mobil endüstriyel elektrik süpürgeleri gibi) güvenli yöntemler olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte kullanılacak mekanik yöntemlerin patlayıcı ortamlara uygun şekilde seçilmiş olması ve tutuşturucu kaynak ihtiva etmemesi de gerekir. Islak temizleme yöntemlerinin atık bertarafında farklı sorunlara yol açması da muhtemeldir. Hafif metal tozlarının ıslak yıkayıcılarda birikmesi, hidrojen oluşumuna neden olabilmektedir. Bu nedenle bu tozların ortama uçmamasına dikkat edilmelidir. Temizleme işlemleri patlayıcı ortam oluşturma özelliği ihtiva eden tozlarla çalışılan yerlerde rutin işletme talimatları arasında yer almalıdır.

### **Gazlar için sensör ve alarm sistemleri**

İşyerinde patlayıcı ortam oluşabilecek yerlerin, otomasyon sistemleri kullanılarak izlenmesi mümkündür. Bu amaçla kullanılacak gaz alarmları ve sensörler için aşağıda yer alan ön şartlar sağlanmalıdır:

- Ortamda bulunması muhtemel maddeler, boşalma kaynaklarının yerleri, en yüksek boşalma derecesi ve ortama yayılma özellikleri bilinmelidir.
- Kullanılacak gaz alarmının alarm seviyesi, tepki süresi, duyarlılık gibi özelliklerinin ortam koşullarına uygun şekilde olması gerekmektedir.
- Kullanılan gaz alarmı ve ek sistemleri ortam için ilave tehlikelere neden olmamalıdır.
- Ölçme noktalarının yeri ve sayısı patlayıcı karışımların oluşmasının beklendiği yerleri kolaylıkla ve güvenilir bir şekilde saptayacak şekilde seçilmelidir.
- Gaz alarmlarının kontrolünde olan alanlar belirlenmeli ve tehlikeli düzeyde gaz sızıntısı halinde alarm verilmesi ile koruyucu sistemler veya önlemler etkin şekilde devreye sokulmalıdır. Alarm verilmesiyle önlemlerin devreye sokulması arasındaki zaman diliminde tutuşturucu kaynaklardan kesinlikle kaçınılmalıdır.
- Koruyucu sistemler/önlemler ile gaz alarmları ve sistemleri patlayıcı ortamı tehlikeye sokacak nitelikte olmamalı, tutuşturucu kaynak ihtiva etmeyecek şekilde Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik hükümlerine uygun olmalıdır.

### **5.6. Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması**

Tehlikeli patlayıcı ortamlar, çalışanların patlamalara karşı özel olarak korunmasını gerektirecek sonuçlara neden olabilecek miktarda patlayıcı karışımları ihtiva eden ortamlardır.

Koruyucu ve önleyici tedbirlerin belirlenmesinde bu ortamların oluşma potansiyelleri doğrultusunda sınıflandırılmaları büyük önem taşımaktadır.

**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.

**Örnek:** Bölge 0 koşulları genellikle yanıcı maddelerle çalışılan kapalı sistemlerin (konteynırlar, kapalı kaplar, buharlaştırıcılar vb.) içinde ortaya çıkmaktadır, bununla birlikte havalandırma boşlukları veya diğer açıklıklarda da meydana gelebilmektedir.

**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.

**Örnek:**

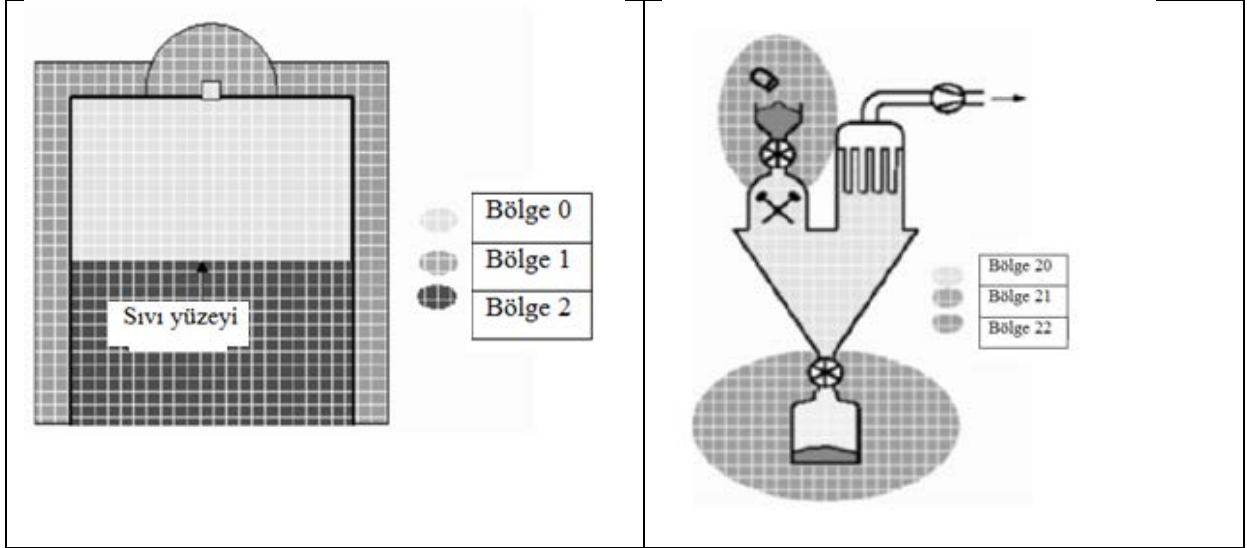
- Bölge 0 olarak belirlenen alanın birincil yakın civarlarında
- Yanıcı maddelerle çalışılan besleme açıklıklarının (besleyicilerin) birincil yakın civarlarında
- Cam veya seramikten imal edilmiş ve yanıcı maddeleri ihtiva eden kırılğan muhafazalar veya boruların birincil yakın civarlarında
- Yetersiz şekilde mühürlenmiş ekipman contaları veya açıklıklarının birincil yakın civarlarında; örneğin, yanıcı maddelerle çalışılan pompa veya vanaların contaları veya reaksiyon tankında olabilecek sızıntı noktaları gibi.

**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.

**Örnek:** Bölge 2; Bölge 0 veya Bölge 1'in yakın civarlarında oluşmaktadır.

**Bölge 20:** Havada bulut halinde bulunan tutuşabilir tozların, sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.

**Örnek:** Bölge 20 genellikle patlayıcı ortam oluşturacak özellikte tozların bulunduğu konteynırlar, boru sistemleri gibi kapalı ortamların içinde oluşmaktadır. Özellikle değirmenler, kurutucular, karıştırıcılar, aspiratörler ve silolarda Bölge 20 olarak sınıflandırılacak koşullar oluşabilmektedir.



Şekil 4. Gaz ve toz ortamları için bölge sınıflandırma örnekleri

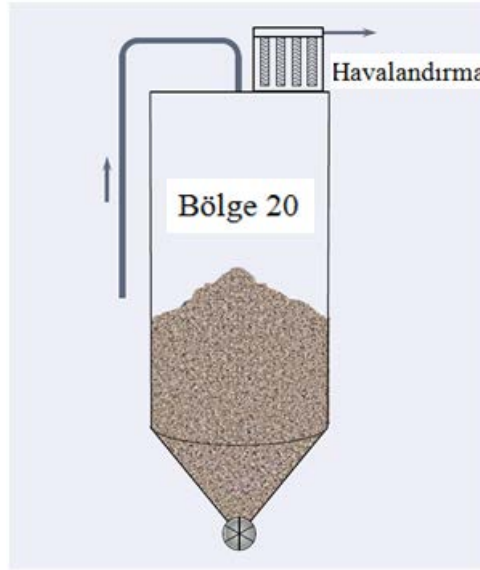
**Bölge 21:** Normal çalışma şartlarında, havada bulut halinde bulunan tutuşabilir tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.

**Örnek:** Bölge 21, patlayıcı ortam oluşturabilecek özellikte olan tozların doldurma, boşaltma işlemlerinin gerçekleştiği, toz birikintilerinin oluştuğu ve normal işletme koşullarında yanıcı tozların hava ile karıştığı yerlerin birincil yakın civarlarında oluşabilmektedir.

**Bölge 22:** Normal çalışma şartlarında, havada bulut halinde bulunan tutuşabilir tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

**Örnek:** Bölge 22 genellikle yanıcı tozların bulunduğu yerlerden sızması ve tehlikeli miktarlarda birikmesi durumunda oluşabilmektedir.

Toz birikmeleri tabaka, yığın veya birikinti şeklinde olabilmektedir. Bununla birlikte ortama askıda kalacak şekilde dağılan tozlar da özel olarak dikkate alınmalıdır.



Şekil 5. Patlayıcı toz ihtiva eden siklonda tehlikeli bölge sınıflandırması

### **ÖNEMLİ!**

Yanıcı toz birikintileri ciddi derecede patlayıcı ortam oluşturma potansiyeline sahiptir. Toz birikintileri ortaya çıktıkları kaynağa yakın birçok yerde yüzeylerde birikebilir. Toz patlamaları, genellikle tozların birikme gösterdikleri bir noktadan başlar ve diğer birikintilerin dağılıp havada askıda kalmasına neden olur, bu da zincir patlama reaksiyonunu tetikler. Zincir reaksiyonlar birçok ardışık patlamaya neden olur ve yıkıcı etkilerle sonuçlanabilirler.

## **5.7. Tutuşturucu Kaynaklar**

### **Tutuşturucu Kaynaklardan Kaçınılması**

Eğer patlayıcı ortamın oluşması önlenemiyorsa, tutuşturucu kaynaklardan kaçınılmaya yönelik önlemler geliştirilmelidir. Bu kapsamda geliştirilecek önlemler tutuşturucu kaynakların azaltılması veya bunlardan kaçınılması ile gerçekleştirilebilir. Tutuşturucu kaynaklara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesinde tehlikeli bölge sınıflandırması önem taşımaktadır.

### **Tutuşturucu Kaynakların Oluşma Sıklığı**

Tutuşturucu kaynağın kapasitesi yanıcı maddelerin tutuşma özellikleri ile karşılaştırılmalıdır. Etkili tutuşma kaynaklarının oluşma olasılığı değerlendirilmeli, yapılan her çalışmada (bakım, onarım veya temizleme faaliyetleri) bu göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer tutuşma kaynağının oluşma olasılığı tahmin edilemiyorsa, bu kaynak hep varmış gibi düşünülmelidir. Tutuşturucu kaynaklar oluşma sıklıklarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- Sürekli veya sıklıkla oluşan tutuşturucu kaynaklar
- Nadiren oluşan tutuşturucu kaynaklar
- Çok nadir oluşan tutuşturucu kaynaklar

Ekipmanlar, koruyucu sistemler ve parçaları için aşağıdaki sınıflandırma kullanılmalıdır;

- Normal çalışma boyunca oluşan tutuşma kaynakları
- Bakım, onarım esnasında oluşan tutuşma kaynakları
- Yalnızca arızalardan kaynaklı tutuşma kaynakları

### Tutuşturucu Kaynakların Çeşitleri

Tutuşturucu kaynaklar her işyerine göre değişebilmektedir. Burada önemli olan husus, bu kaynakların belirlenerek patlayıcı ortamları tutuşturmalarını engellemektir. Tutuşturucu kaynakların sıcaklık sınıflarının belirlenmesi ve patlamalara karşı alınacak önlemlerde dikkate alınması önem taşımaktadır. Ayrıca bu ortamlarda kullanılacak olan ekipmanların seçiminde sıcaklık sınıflarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

**Tablo 5. Sıcaklık sınıfları**

Sıcaklık Sınıfları	Azami Yüzey Sıcaklığı (°C)	Karışımın Tutuşma Sıcaklığı
T <sub>1</sub>	450°C	>450°C
T <sub>2</sub>	300°C	300°C < ..... ≤450°C
T <sub>3</sub>	200°C	200°C < ..... ≤300°C
T <sub>4</sub>	135°C	135°C < ..... ≤200°C
T <sub>5</sub>	100°C	100°C < ..... ≤135°C
T <sub>6</sub>	85°C	85°C < ..... ≤100°C

**Tablo 6. Patlayıcı ortamlarda kullanılacak ekipman grupları ve kategorileri**

Bölgeler	Ekipman Grubu	Ekipman kategorisi	Kullanılacak ortam
	I	M1, M2	Madenler
0	II	1G	Gaz, buhar ve sis
1	II	2G	Gaz, buhar ve sis
2	II veya III	3G	Gaz, buhar ve sis
20	II	1D	Toz
21	II	2D	Toz

22	II veya III	3D	Toz
----	-------------	----	-----

**Tablo 7. Tutuşturucu kaynaklar**

<b>Tutuşturucu Kaynaklar ve eşitleri</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sıcak yüzeyler</li> <li>• Alev ve Sıcak Gazlar</li> <li>• Kıvılcım</li> <li>• Elektrikli ekipmanlar</li> <li>• Kaçak elektrik akımları ve katodik korozyon koruma</li> <li>• Statik Elektrik</li> <li>• Kimyasal reaksiyonlar (ekzotermik reaksiyonlar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radyo frekansı 104 Hz ile 3 x 10<sup>12</sup> Hz arasında olan elektromanyetik dalgalar</li> <li>• Frekansı 9 kHz ile 300 GHz arasında olan elektromanyetik alanlar</li> <li>• Frekansı 300 Ghz ile 3x10<sup>6</sup> GHz arasında olan elektromanyetik radyasyon veya 1000µm ile 0.1 µm (optik spektrum)</li> <li>• İyonlaştırıcı radyasyon yayılımı</li> <li>• Ultrasonik dalgalar</li> <li>• Adyabatik sıkıştırma, şok dalgaları ve gaz akışları</li> <li>• Yıldırım</li> </ul>

***Sık karşılaşılan tutuşturucu kaynaklara dair bilgiler aşağıda verilmektedir.***

### **Sıcak Yüzeyler**

Patlayıcı ortamın temas ettiği sıcak yüzeyin sıcaklığı ortamın tutuşma sıcaklığı ile aynı ise yanma başlayabilir. Sıcak bir yüzeyin tek başına tutuşturucu kaynak gibi davranması dışında, toz tabakası veya yanıcı katı madde sıcak yüzeyle temas ederse ve tutuşursa, bu da tüm patlayıcı atmosfer için bir tutuşturucu kaynak oluşturabilir. Sıcak yüzeylerle ilgili en önemli noktalardan biri ise, yüzey alanının ve sıcaklığın artması ile tutuşma kaynağı olma özelliğinin de artmasıdır. Radyatörler, etüvler, kurutucu fırınlar, ısıtıcı bobinler, mekanik ve imalat işlemlerinde kullanıldığı bilinen sıcak yüzeylere örnek olarak verilebilir. Ek olarak yüksek sıcaklığa neden olan sürtünmenin meydana geldiği araçlar ve parçalar, santrifüjlerdeki mekanik frenler gibi mekanik enerjiyi ısıya çeviren ekipmanlar ve koruyucu sistemler de bu grup içinde yer almaktadır. Ayrıca, rulman, mil, conta gibi parçalarda iyi yağlanmazlarsa tutuşturucu kaynak haline gelebilirler. Sıcak yüzeylerde yağlama ve temizleyici çözücülerini kullanırken kimyasal reaksiyonları ve bunlara bağlı sıcaklık artışı göz önüne alınmalıdır. Eğer sıcak yüzeyler patlayıcı ortam ile temas halinde ise güvenlik sınırları, temas edilen sıcak yüzeyin en yüksek sıcaklığı ve patlayıcı karışımın tutuşma sıcaklığı göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.



### **ÖNEMLİ!**

Toz tabakalarının yalıtım etkisi bulunduğundan sıcak yüzeylere ait ısının ortama aynı şekilde yayılmasını sınırlarlar. Toz tabakası ne kadar kalınsa dışarı yayılan ısı o kadar azdır. Bununla birlikte ortama yayılmayan bu ısı toz tabakalarınca muhafaza edilir ve tutuşma ihtimalini oldukça artırır. Bu nedenle patlayıcı ortamlarda uygun ürünlerin kullanılması gerekmektedir.

### **Alev ve Sıcak Gazlar**

Alevler 1000 °C ve üstü sıcaklıklarda, yanma reaksiyonlarında ortaya çıkan en etkin tutuşturucu kaynak olarak bilinirler. Sıcak gazlar ise reaksiyon ürünleri olarak ortaya çıkarlar. Alevler, neden oldukları sıcak parçalar ve sıcak gazlar patlayıcı ortamı tutuşturabilir.



**Şekil 6. Açık ateş ve alev**

Özellikle Bölge 0 ve Bölge 20 için çok küçük alevler dahi gözden kaçırılmamalıdır. Tütün ürünleri tüketimi amaçlı açık ateş kullanımı ile kaynak vb. uygulamalar esnasında açığa çıkan ateş ve kıvılcımlardan kaçınılmalıdır.

### **Kıvılcıklar**

Kıvılcıklar darbe, sürtünme, öğütme, kesme veya kaynak esnasında ortaya çıkan ve büyük yüzey alanı oluşturan en etkili tutuşturma kaynakları arasında yer almaktadır. Bu kıvılcıklar özellikle yanıcı gazlar ve buharlar ile metal tozu/hava karışımı (örneğin demir tozu/hava) gibi ortamları kolaylıkla tutuşturabilirler. Sürtünme, darbe, öğütme veya aşınma gibi işlemler sonucu ortaya çıkan kıvılcıklar katı maddelerden ayrılır ve enerji kullanılan işlemler olduğu için sıcak hale geçerler. Eğer bu parçacıklar (kıvılcıklar) demir veya çelik gibi oksitlenebilen maddeler içeriyorsa oksitlenme sonucu, daha yüksek sıcaklıklara ulaşabilirler.

Toz birikintileri kıvılcıklar yoluyla kendiliğinden yanabilir ve bu da patlayıcı ortamların tutuşmasına neden olabilir.

### **ÖNEMLİ!**

Paslı veya hafif metaller (ör; alüminyum ve magnezyum) ile alaşımlarının kullanıldığı sürtünme, darbe ve aşındırma işlemlerinde kıvılcımlara neden olabilecek reaksiyonlar meydana gelebilir.



**Şekil 7. Kıvılcımlar**

Alev ve kıvılcımlara neden olabilecek kaynak gibi çeşitli işlemler ile bakım onarım ve tehlikeye neden olabilecek işlemlerde Tablo 8’de bir örneği verilen Çalışma İzin Formunun kullanılması gerekmektedir. Bu form işyeri özelliklerine ve yapılan işe göre değişiklik gösterebilir. Aşağıda bu amaçla kullanılacak form örneği yer almaktadır. Bu formun en sağda yer alan sütunu örnek teşkil etmesi amacıyla doldurulmuştur.

### **Kimyasal Reaksiyonlar**

Birçok kimyasal reaksiyon ekzotermiktir ve bu reaksiyonlar sonucu sıcaklık artışı söz konusu sistemin hacim/ yüzey oranına, ortam sıcaklığına ve zamana bağlıdır. Ekzotermik reaksiyonlar, ortaya çıkan ısının ortamın sıcaklığını aştığı durumlarda tutuşma kaynağı haline gelebilir. Katalizörler de ekzotermik reaksiyonlara neden olabilirler. Bazı reaksiyonlar yanıcı maddelerin ortaya çıkmasına neden olup havayla birlikte patlayıcı ortamlar oluşturabilir. Ayrıca kendiliğinden yanmaya eğilimli olan tozların kullanıldığı alanlarda özel önlemler alınarak çalışılması gerekmektedir.

Kimyasal reaksiyonların tutuşturucu kaynak haline gelmemesi için uygun önlemlerden bazıları aşağıda sıralanmaktadır.

- Etkisizleştirme ( inert hale getirme)
- Stabil hale getirme
- Çıkan ısının ortam sıcaklığını artırmayacak şekilde uzaklaştırılması emilmesi ya da dağıtılması

- Reaksiyonun meydana geldiği tesis, reaktör, tank vb. kapalı ortamların sıcaklığının sürekli kontrol altında tutulması
- Düşük sıcaklıklarda depolama yapılması
- Ortamda kalma süresinin tozların tutuşma süresinden az olarak belirlenmesi

### **Elektrikli Ekipmanlar**

Düşük voltajlarda dahi elektrik kaynaklı kıvılcımlar ve elektrikli aletlerin sıcak yüzeyleri tutuşturucu kaynak oluşturabilir. Patlayıcı ortamlarda elektrikli ekipmanlar Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik kapsamında uygun olmaları halinde kullanılabilir. Patlamadan korunma dokümanı kapsamında iş ekipmanları ve bu ekipmanların koruyucu ve uyarıcı sistemlerinin uygun güvenlik niteliklerine sahip şekilde seçildiği veya tasarlandığına dair hususlar yer almalıdır. Ayrıca bu dokümanda tehlikeli bölge sınıfına uygun olarak işletme ve bakım onarım hususları da belirtilmelidir.

Elektrikli aletler, elektrik kaynaklı kıvılcımlar ve sıcak yüzeyler tutuşturucu kaynak haline gelebilir.

Elektrik kaynaklı kıvılcımlar;

- Elektrik devreleri açılırken ve kapanırken
- Gevşek bağlantılar
- Akım kaçakları

gibi durumlarda oluşur.

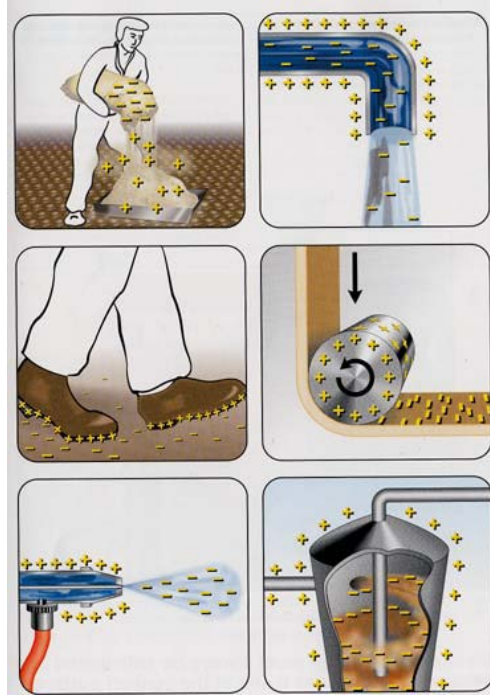
Elektrik akım kaçakları ise;

- Elektrik üreten sistemlerde dönüş akımları, özellikle büyük kaynak sistemleri ve elektrikli demiryolları yakınlarında
- Manyetik indüksiyon sonucunda
- Kısa devre
- Yıldırım çarpması

gibi durumlarda ortaya çıkabilir.

### **Statik Elektrik**

İşyerlerinde öz direnci  $10^9 \Omega\text{m}$ 'nin üzerinde olan maddeler veya yüzey direnci  $10^9 \Omega$ 'un üzerinde olan malzemelerin ayırma işlemleri esnasında statik elektrik boşalmaları yaşanabilmektedir.



Şekil 8. Statik elektrik

Normal işletme şartlarında statik elektrik aşağıda yer alan şekillerde ortaya çıkabilmektedir.

**Kıvılcım halinde boşalma:** Topraklama yapılmayan iletken parçalar üzerinde yük birikmesi durumunda ortaya çıkabilir.

**Korona deşarj:** Yalıtkan malzemelerin yüklü parçaları üzerinde (örneğin plastikler) ortaya çıkabilir.

**Fırça (brush) deşarj:** Genellikle ayırma işlemlerinde ortaya çıkmaktadır; örneğin, içi yalıtılmış metal borularda pnömatically taşıma veya konveyörle taşıma gibi işlemler esnasında ortaya çıkabilir.

**Koni Boşalma:** Genellikle siloların pnömatically işlemlerle doldurulması esnasında ortaya çıkabilir.

Yukarıda yer alan tüm boşalma şekilleri birçok gazı ve solvent buharlarını tutuşturacak özelliktedir. Sis veya toz/hava karışımları da bu kaynaklarla tutuşabilir, bununla birlikte saçaklı boşalma patlayıcı tozları tutuşturmada çok etkili değildir.

Statik elektriğin tutuşturucu kaynak haline gelmemesi için tehlikeli bölge sınıfına bağlı olarak aşağıda yer alan koruyucu tedbirler uygulanabilir:

- İletken malzemelerin ve cihazların topraklamasını yapmak
- Zeminlerin uygun malzemeden yapılması ve çalışandan zemine geçebilecek toplam yükün  $10^8 \Omega$ 'u aşmayacak özellikte ayakkabıların temin edilmesi
- Düşük iletkenliği olan madde ve malzemelerden kaçınılması
- İletken olmayan yüzey sayısının azaltılması

- Tozların veya toz içeren malzemelerin doldurma ve boşaltma işlemleri esnasında içleri elektrikten yalıtılmış metal iletken borular ile konteynırların kullanımından kaçınılması

## **6. Patlama Etkilerinin Azaltılması**

Patlayıcı ortamın oluşması veya tutuşmasına karşı alınan önlemlerin başarısız olma durumu düşünüldüğünde patlamanın etkilerini azaltarak çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlayacak koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler;

- Patlamaya ve patlama basıncına dayanıklı tasarım
- Patlamanın tahliyesi (Patlama tahliye ventleri, basınç tahliye vanaları)
- Patlamanın bastırılması
- Alev ve patlamanın yayılmasının engellenmesi (İzolasyon)

Bu önlemler genellikle patlamaların neden olabileceği yangın, şok dalgası vb. tehlikeli etkilerinin ilerlemesini engellemek amacıyla uygulanmaktadır. Özellikle ekipman ve koruyucu sistemlerin uygun şekilde seçilmesi ile alev ve patlamaların bu ekipmanlar üzerinden ilerlemesi engellenebilir. Bununla birlikte ekipmanların yanı sıra işyerine dair patlama duvarları gibi yapısal önlemlerin de alınması gerekebilir.

### **Patlamaya dirençli ekipmanlar**

Tesisin parçaları olan konteynır, boru, basınçlı kap gibi birçok ekipman iç patlamalara dayanıp yırtılmayacak/parçalanmayacak şekilde inşa edilmelidir. Tesisin iç bölümündeki ilk basınç normal atmosfer basıncından farklı olacağından özel olarak dikkate alınmalıdır.

Genellikle patlamaya dayanıklı tasarım için;

- Maksimum patlama basıncı

- Maksimum patlama basıncının patlamanın rahatlamasına yönelik önlemlerle azaltılması durumunda düşeceği basınç değeri

dikkate alınmalıdır.

### **Patlama basıncına dayanıklı tasarım**

Patlama basıncına dayanıklı olarak dizayn edilmiş konteynırlar ve muhafazalar herhangi bir şekilde deforme olmadan en yüksek patlama basıncına dayanabilmektedir.

### **ÖNEMLİ!**

Birçok gaz/hava ve toz/hava karışımları için, en yüksek patlama basıncı 8-10 bar olabileceği gibi hafif metal tozları ile hava karışımında bu değer daha yüksek olabilir.

### **Patlama basıncının şok dalgasına dayanıklı tasarım**

Patlama basıncının şok dalgasına dayanıklı konteynır ve kapalı kaplar, içlerinde gerçekleşecek bir patlamada ortaya çıkacak basıncın şok dalgasına dayanabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Bununla birlikte kalıcı olarak hasar almaları da muhtemeldir.

### **Patlamanın boşalması**

Patlamanın rahatlaması veya boşalması amacıyla öncelikle patlamanın şiddetinin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu doğrultuda patlamanın belirlenen bir seviyeye kadar ilerlemesine izin verilerek şiddetinin düşürülmesi veya kapalı ortamda gerçekleşmekte ise güvenli olarak seçilen bir yönde boşalması çalışmaları yapılabilir. Patlamanın rahatlaması esnasında eğer çevreye ve insanlara zararlı gazlar yayılımı söz konusu ise bu önlem yerine başka önlemlerle desteklenmelidir. Patlamanın boşalması amacıyla kullanılacak havalandırma açıklığı kesinlikle işyerinin bölümlerine açılmamalıdır. Bu tedbirin uygulanmasında öncelikle güvenli yön belirlenmelidir.

### **Patlamanın bastırılması**

Patlamaları bastıran sistemler, en yüksek patlama basıncının engellenerek hızlı bir şekilde yangınla mücadele yöntemlerinin devreye girmesini sağlayan sistemlerdir. Bu nedenle bu önlemlerin alındığı ortamda bulunan malzeme ve ekipmanların azaltılmış patlama basıncına dayanması yeterli olacaktır. Patlamanın bastırılması amacıyla kullanılan sistemler de Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik kapsamında koruyucu sistemler olarak değerlendirilmekte ve bu kapsamda uygunlukları verilmektedir.

### **Patlamanın Yayılmasının Engellenmesi**

Meydana gelebilecek bir patlama; ortamda ilerlemesi durumunda başka patlamaları da tetikleyebilir.

Özellikle patlamanın ilerlemesi sırasında daha dar kesitlerle karşılaşabileceği tesisin bağlantı noktaları veya patlamanın boru sistemi boyunca ilerlemesi patlamanın etkilerini artırabilir. Bu nedenle patlama basıncının maksimum patlama basıncını aşması durumu ortaya çıkabilir. Bu durum da bağlantı noktaları veya tesisin bölümleri maksimum patlama basıncına veya şok dalgasına dayanıklı olarak tasarlanmış olsa dahi zarar görebilir.

Bu nedenle patlama basıncının tesisin bu etkilere neden olmayacak şekilde belirli bir bölümünde sınırlandırılması önem taşımaktadır. Bu amaçla patlama ayrışması (decoupling) yöntemleri kullanılabilir.

*Patlama ayrışması aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilebilir:*

- Hızlı devreye giren mekanik izolasyon sistemi
- Dar boşluklarda alev sönmesi veya söndürme kimyasallarının kullanımı
- Alevlerin karşı akış (anafor) yöntemiyle tutulması
- Patlama saptırıcılar
- Su perdesi
- Döner valf

Gaz, buhar veya sislerin hava ile karışımları ile meydana gelen patlamaların ilerleme hızları oldukça değişken olabilmektedir. Bu nedenle söndürme sistemleri ve aktif izolasyon yöntemleri genellikle çok yavaş kalmaktadır. Bu ortamlar için alev tutucular gibi pasif yöntemlerin tercih edilmesi daha uygun olacaktır.

## 7. Acil Durum Planlaması

Patlayıcı ortamlara sahip işyerlerinde patlayıcı ortamların oluşmasının önlenmesi, patlayıcı ortamların tutuşmasının önlenmesi, patlamanın bastırılması ve etkilerini azaltan tasarım aşamaları risk değerlendirmesinin genel ilkelerine paralel olarak belirtilmiştir. Bu aşamalarda önemli olan diğer bir husus ise acil durum planlamasıdır.

Acil durum planlamalarına yönelik olarak İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik kapsamında,

- Acil durum planlarının hazırlanması
- Önleme ve koruma
- Yangınla mücadele
- Tahliye
- İlk yardım

hususlarında yapılması gereken çalışmalar ile bu durumların güvenli olarak yönetilmesi ve bu konularda görevlendirilecek çalışanların belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışma ortamı, kullanılan maddeler, iş ekipmanı ile çevre şartlarını dikkate alarak meydana gelebilecek ve çalışan ile çalışma çevresini etkileyecek acil durumları önceden değerlendirerek muhtemel acil durumlar belirlenmelidir. Bu acil durumların olumsuz etkilerini önleyici ve sınırlandırıcı tedbirler alınmalıdır. Acil durum planlarının hazırlanması ve sonrasında da tatbikatların yapılması gerekmektedir. Özellikle ilk yardım, acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında, işyeri dışındaki kuruluşlarla irtibat sağlanmalıdır.

Acil durumlarla mücadele için işyerinin büyüklüğü ve taşıdığı özel tehlikeler, yapılan işin niteliği, çalışan sayısı ile işyerinde bulunan diğer kişileri dikkate alarak çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde 30 çalışana, tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde 40 çalışana ve az tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde 50 çalışana kadar aşağıda yer alan konular için birer kişi görevlendirilmelidir.

- Arama, kurtarma ve tahliye
- Yangınla mücadele

İlk yardım konusunda 22/5/2002 tarihli ve 24762 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İlk Yardım Yönetmeliği esaslarına göre destek elemanı görevlendirilmelidir. Yukarıda belirtilen bu görevlendirmeler için ekip başlarının belirlenmesi ve bu ekiplerin koordinasyonu için de bir çalışanın görevlendirilmesi gerekmektedir.



Asıl işveren-alt işveren koordinasyonu ile dışarıdan gelen ziyaretçilerin de bu kapsamda değerlendirilerek planlamalara dâhil edilmesi gerekmektedir. Tüm çalışanların görebileceği şekilde acil durum planlamalarının işyeri krokisinde gösterilmesi ve kaçış yollarının belirtilmesi gerekmektedir. İşyerinde acil durum planlamaları için görevli çalışanlar ile acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında gerekli telefonların tüm çalışanların görebileceği bir yerde belirtilmesi gerekir. Hazırlanan planlar doğrultusunda düzenli olarak tatbikatların gerçekleştirilmesi gerekir.

Çalışanların işyerini herhangi bir acil durumda sıkıntısız terk edebileceği bir tahliye sistemi kurulmalıdır.

**Tablo 9. Çalışma izin formu örneği**

<b>Patlayıcı Ortamlarda Tutuşturucu Kaynaklarla Çalışma İzin Formu</b>		
1	Çalışma Yeri	
2	Yapılacak İş	
3	Çalışma Saati	
4	Çalışma esnasında yapılması gerekli özel düzenlemeler	Çalışma yapılan alanın elektriğinin kesilmesi Çeşitli süreçlerin durdurulması vb.
5	İşin doğası gereği kullanılacak metod	<input type="checkbox"/> Kaynak <input type="checkbox"/> Zımparalı Kesme <input type="checkbox"/> Elektriksel çözümler <input type="checkbox"/> Kesme <input type="checkbox"/> Diğer
6	İşin yapılmasından önce alınan tedbirler	<input type="checkbox"/> ... Metre çap içerisinde hareket edebilir yanıcı madde ve malzemeler uzaklaştırılmıştır. ... metre çap içerisinde varsa toz birikintisi temizlenmiştir. Hareket ettirilmesi mümkün olmayan yanıcı madde ve malzemeler (ahşap yüzeyler, zeminler vb.) yanıcı olmayan özel koruyucularla koruma altına alınmalıdır.  Ateşle çalışmanın yapılacağı yer bir bina içiyse,

		<p>binanın zemini duvarı gibi yüzeylerinde herhangi bir çatlak, açıklık vb boşluk var ise yanmaz malzemelerle bu bölümlerde kapatılmalıdır.</p> <p>Kapalı ortamlar, konteynırlar ve boru içleri gibi patlama tehlikesi olan yerler etkisiz hale getirilmelidir.</p> <p>İşlem yapılan yerin yakınına yangınla mücadele için uygun teçhizat getirilmelidir.</p>
7	Yangın görevlisi	<p>İş devam ederken Ad Soyad: (... saat)</p> <p>İş bittikten sonra Ad Soyad: (... saat)</p>
8	Alarm	<p>İşlemin yapıldığı yerin yakınında</p> <p>Yangın alarmı yeri:</p> <p>Telefon:</p> <p>İtfaiye:</p>
9	Yangınla mücadele ekipmanı	<p>Yangınla mücadele ekipmanı:</p> <p>Yangın sınıfı:</p> <p>Yangın söndürme sistemi:</p>
10	Yetkilendirme	<p>Yukarıda verilen önlem listesinde yer alan önlemler gerçekleştirilmelidir. Yangınla mücadele için görevli kişi uygun eğitimi almıştır. Yukarıda verilen saatler arasında bu işlem gerçekleştirilmiştir.</p>

## **KAYNAKÇA**

[1] Non-binding Guide of Good Practice for implementing of the European Parliament and Council Directive 1999/92/EC on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres, European Commission DG Employment and Social Affairs Health, Safety and Hygiene at Work, 2003.

[2] Crowl, Daniel A., Understanding Explosions, New York CCPS, 2003.

[3] Potentially Explosive Atmosphere Guide – EU Directive European Industrial Gases Association, 2005.

[4] Explosion Protection In Small And Medium-Sized Enterprises, Austrian Federal Ministry of Labour, Social Affairs and Consumer Protection, 2012.