



## BÖLÜM 10

### Temiz Gazlı Söndürme Sistemleri

#### 10.1 Amaç ve Kapsam

Bu bölümde, ISO14520 Seri Standardı "Gazlı Söndürme Sistemleri – Fiziksel Özellikler ve Sistem Tasarımı" baz alınarak, temiz gazlı söndürme sistemlerinin toplam hacimsel koruma yöntemine göre işlevi, kullanım alanları, gerekli çerçevede tasarımı ve kurulumu ile insan sağlığı üzerine etkileri hakkında bilgiler verilecektir. CO<sub>2</sub>, diğer ISO standartları tarafından kapsandığı için bu bölüme dâhil edilmemiştir.

ISO14520 Standardında, çok sayıda söndürücü gaz tanımlı olmasına rağmen, bu bölümde, iki adedi kimyasal ve iki adedi inert gaz özelliğinde olmak üzere, toplam dört adet söndürücü gaz tipi ele alınarak incelenmiştir. Kimyasal özellikte olan gazlardan birincisi, kullanımı en yaygın olan HFC227ea (Heptaflorpropan-CF<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>) gazıdır. HFC125 (Pentafloretan-CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>) gazı ise kimyasal özellikte olan gazların ikincisidir. HFC125 gazı, Montreal Protokolü'nde imzalanan ve belli bazı Halon türevi gazların üretimini kısıtlayan anlaşmanın sonucu olarak Halon türevi gaz sistemlerinin değişiminde kullanılan alternatif gazlara örnek olarak seçilmiştir. HFC125 gazı, yapılacak hidrolik hesaplamalara dayalı olarak, Halon 1301 sistemine ait borulama tesisatında değişiklik yapılmaksızın, sistem değişikliğine olanak sağlayan en uyumlu alternatif gazdır. Temiz gazlar içinde yer alan inert gazlara örnek olarak, yaygın kullanımı nedeniyle IG-01(Argon) ve IG-541(Inergen) alınmıştır.

Gazlı söndürme sistemleri, yeni teknolojik gelişmeler paralelinde sürekli geliştirilen ve alternatif düzenlemelere olanak sağlayan sistemlerdir. Bu bölümde ele alınan gazların dışındaki teknik özellikleri ve güvenlik seviyeleri yetkili kuruluşlarca onaylanmış söndürücü maddeler ve bu maddeleri kullanan sistemler bulunmasına rağmen bu bölümde yer verilmemiştir.

#### 10.2 Tanımlar

##### **Temiz Gaz**

Elektriksel iletkenliği olmayan, buharlaştıktan sonra atık bırakmayan, uçucu sıvı veya gaz halindeki söndürücü maddedir.

##### **Halokarbon Gaz**

İçeriğinde flor, klor, brom veya iyot elementlerinden bir veya daha fazlasının oluşturduğu organik bileşikler bulunan söndürücü maddedir.

##### **Inert Gaz**

İçeriğinde helyum, neon, argon, nitrojen veya karbon dioksit gibi gazlar bulunan söndürücü maddedir.

##### **Konsantrasyon**

Gazın içinde bulunduğu hacimdeki yüzde olarak oranıdır.

##### **Söndürme Konsantrasyonu**

Herhangi bir güvenlik faktörü ihtiva etmeyen, tanımlanan deney şartları altında, özel yakıt yangınına söndürmek için gerekli söndürme maddesinin en düşük konsantrasyonudur.

##### **Tasarım Konsantrasyonu**

Sistem tasarım amaçları için gerekli bir emniyet faktörü içeren, söndürme maddesinin konsantrasyonudur.



### **En Yüksek Konsantrasyon**

Korunmuş alanda, en yüksek çevre sıcaklığında gerçek söndürme maddesi miktarında meydana gelen söndürme maddesinin konsantrasyonudur.

### **Mühendislik Tasarımlı Sistem**

Söndürme maddesi merkezi bir depodan beslenen ve boru sistemi ve nozullarla boşaltma yapan, her bir boru parçası ve nozulun kesit ölçüsünün ilgili standarda göre hesaplandığı sistemdir.

### **Ön Mühendislik Tasarımlı Sistemler**

İzin verilen en yüksek tasarıma kadar, dengelenmiş bir nozul düzenlemesi ile boru tesisatına bağlı, belirli kapasitede yangın söndürme maddesi kaynağına sahip sistemdir.

### **Toplam Hacimsel Koruma Sistemi**

Kapalı bir alan içerisinde, uygun tasarım konsantrasyonunu elde etmek üzere, söndürme maddesini boşaltmak için düzenlenmiş sistemdir.

### **Dolum Yoğunluğu**

Söndürücü gazın bulunduğu kabın birim hacmi başına, söndürücü gazın kütesidir ( $\text{kg/m}^3$ ).

### **Normalde İnsan Bulunmayan Alanlar**

Normalde insanların yaşamadığı, fakat ara sıra kısa sürelerle girilebilen alanlardır.

### **Normalde İnsan Bulunan Alanlar**

Normalde insanların sürekli bulunduğu alanlardır.

### **İnsan Bulunamayacak Alanlar**

Boyutları veya diğer fiziksel sınırlamalardan dolayı insan bulunamayacak alanlardır.

### **Gaz Miktarı**

Belirli boşaltma süresinde, korunmuş hacimdeki tasarım konsantrasyonunu sağlamak için gerekli yangın söndürme maddesinin hacmi veya kütesidir.

### **Brüt Hacim**

Korumalı kabin çevresinde yapı elemanları ile kapatılmış hacimden, kabin içerisinde su veya hava geçirmeyen sürekli yapı elemanlarından herhangi birinin hacminin çıkarılması ile bulunan hacimdir.

### **Boşalma Süresi**

20 °C sıcaklıkta, 1.3'lük güvenlik faktörü içeren tasarım konsantrasyonunun %95'ine erişmek için gerekli süredir.

### **Tutulma Süresi**

Söndürme konsantrasyonunun tehlikenin etrafını saran yangın söndürme maddesi konsantrasyonundan daha fazla olduğu zaman süresidir.

### **Sıvılaştırılmış Gaz**

Oda sıcaklığında (20 °C), bir tank içinde basınç altında sıvı halde olan gaz veya gaz karışımıdır (genellikle halokarbon).



### **Sıvılaştırılmamış Gaz**

Servis basıncında veya izin verilen servis sıcaklık şartlarında, daima gaz halde olan, gaz veya gaz karışımıdır (etkisiz gaz).

### **Ters Etki Gözlenen En Düşük Seviye (LOAEL)**

Zehirlilik veya fizyolojik olarak ters etki gösteren en düşük konsantrasyondur.

### **Ters Etki Gözlenmeyen Seviye (NOAEL)**

Zehirlilik veya fizyolojik olarak hiç bir ters etki göstermeyen en yüksek konsantrasyondur.

### **En Yüksek Çalışma Basıncı**

En yüksek çalışma sıcaklığında tankın denge basıncıdır.

### **Modüler Sistem**

Genellikle tasarlanmamış tipte, dağıtılmış depolama tanklarından oluşan ve her bir ünitenin belirli bir hacmi, izin verilen sınırlamalar içinde korumak üzere tasarlanmamış ve toplamda tehlikenin tamamını kapsayan sistemdir.

## **10.3 Yasal Gereklilikler**

**10.3.1** Gazlı söndürme sistemlerinin, Yönetmelik Madde 98'e göre aşağıda verilen şartları sağlaması zorunludur:

- (a) Gazlı sabit söndürme sistemleri, tesisin nitelik ve ihtiyaçlarına bağlı olarak uygun, güncel, sertifikalı ve ilgili TSE standartlarına göre tasarlanmalıdır. Uyulması zorunlu olan TS ISO14520 Seri Standardı "Gazlı Söndürme Sistemleri – Fiziksel Özellikler ve Sistem Tasarımı", genel başlığı altında yer alan aşağıdaki bölümleri kapsar:
  - TS ISO14520-1 Genel Kurallar
  - TS ISO14520-2 CF3I Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-3 FC-2-1-8 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-4 FC-3-1-10 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-6 HCFC Karışım A Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-7 HCFC 124 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-8 HFC 125 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-9 HFC 227ea Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-10 HFC 23 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-11 HFC 236fa Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-12 IG 01 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-13 IG 100 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-14 IG 55 Yangın Söndürme Maddesi
  - TS ISO14520-15 IG 541 Yangın Söndürme Maddesi
- (b) Özel söndürme sistemleri, suyun söndürme etkisinin yeterli görülmediği veya su ile reaksiyona girebilecek maddelerin bulunduğu, depolandığı ve üretildiği hacimlerde uygun tipte söndürme sistemi tesis edilir.
- (c) Halon alternatifi gazlar ile tasarımı yapılmış gazlı yangın söndürme sistemlerinde kullanılan söndürücü gazın, yerel ve uluslararası yönetmelik ve standartlarla belgelenmiş uzun süreli kullanım geçerliliği olmalıdır.



- (d) Her türlü gazlı söndürme sistemleri kurulurken, otomatik gaz boşaltımı esnasında veya sistemin aktive olduğunu işletici ve mahalde çalışan personele bildiren ve kişilerin söndürme mahalini tahliye etmesini sağlayacak sesli ve ışıklı uyarılar temin ve tesis edilmek zorundadır.

**10.3.2** AB mevzuatında 97/23/EC Sayılı PED Direktifi ve 99/36/EC Sayılı TPED Direktifi'ne karşılık gelen Türk mevzuatına göre, 97/23/AT Sayılı "Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği" ve 99/36/AT "Taşınabilir Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği" gereği, gazlı söndürme sistemlerinde kullanılan silindirlerin üzerinde PED\* ve TPED\* Direktiflerine uygunluk işareti bulunmalıdır. Kazınmış "II" işareti, silindirlerin PED ve TPED Direktiflerine uygunluğunu belirler. Aynı zamanda 97/23/AT Sayılı "Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği" gereği silindirlerin "CE" işareti taşıması zorunludur. CE ve II markalama süreci ile sadece temel emniyet gereklerini tanımlayan bu yönetmeliklerin gerekliliklerinin karşılanması değil, aynı zamanda CE veya PI işareti taşıyan bir ürün; can ve mal emniyeti, insan sağlığı, çevre koruması ile enerji tasarrufunu öngörmektedir.

**10.3.3** Gazlı söndürme sistemlerinin tasarımında uyulması zorunlu standart olan TS ISO14520 Seri Standardında esas alınan başlıca tasarım kuralları aşağıda verilmiştir:

- (a) Söndürme konsantrasyonu; üretici firmanın söndürücü gazın söndürme performansını, çeşitli yangın türlerine göre tayin etmek ve standart şartlarına uygunluğunu doğrulamak için akredite laboratuvarlara tanımlı şartlarda yaptırdığı testlerin sonuçlarından elde edilen ve yetkili kuruluşlar tarafından onaylanmış hacimsel konsantrasyon değeridir. TSE ISO 14520'ye göre, tasarım konsantrasyonu, her bir söndürücü gaz için yangın sınıfına göre belirlenmiş deneylerle ispatlanmış söndürme konsantrasyonuna 1.3'lük güvenlik faktörü ilave edilerek belirlenmelidir.
- (b) Halokarbon türevi gazların boşaltılması, ayrışma ürünlerinin oluşumunu sınırlamak ve yangını bastırmak için mümkün olduğu kadar çabuk tamamlanmalı ve 20 °C'de 1.3'lük güvenlik faktörü içeren tasarım konsantrasyonunun %95'ine erişmek için gerekli boşaltma süresi, hiçbir durumda 10 saniyeyi geçmemelidir. İnert gazlar için tasarım konsantrasyonunun 20 °C'de 1.3'lük güvenlik faktörü içeren tasarım konsantrasyonunun %95'ine erişmek için gerekli boşaltma süresi, hiçbir durumda 60 saniyeyi geçmemelidir.
- (c) Korunan hacmin birim hacmi başına kütlece söndürücü madde miktarı, beklenen en düşük sıcaklıkta tehlikeli hacimdeki tasarım konsantrasyonunu sağlayan gerekli en az miktar olmalıdır. Söndürücü gaz konsantrasyonunun elde edilmesi yeterli değildir. Bu konsantrasyonun mahalde acil faaliyetlere olanak verecek sürede muhafaza edilmesi gereklidir.
- (d) Söndürücü gazın, açıklıklardan bitişikteki tehlikeli alanlara veya çalışma alanlarına kaçmasını önlemek için, bu açıklıklar kalıcı olarak sızdırmaz biçimde kapatılmalı veya otomatik kapatma tertibatlarına sahip olmalıdır. Söndürücü gazı belli hacimde tutmak uygulamada mümkün değilse, koruma bitişik tehlikeli bağlantıları kapsayacak şekilde geliştirilmelidir.
- (e) Ortam basıncının, standart deniz seviyesi basıncına göre %11 oranında farklılık gösterdiği durumlarda, basınç farkını telafi etmek üzere düzeltme faktörleri kullanılarak söndürücü gaz tasarım miktarında yükseklik ayarlaması yapılmalıdır.
- (f) Söndürücü temiz gazların boşaltılması ile insanlar üzerinde oluşabilecek herhangi bir tehlike, sistem tasarımında göz önüne alınmalıdır. Potansiyel tehlikeler; söndürücü gazın kendinden, yangında oluşan yanma ürünlerinden veya söndürücü gazın yangına maruz kalması sonucu oluşan bozunma ürünlerinden kaynaklanır.



- (g) Silindirlerin dolum yoğunluğu, **Ek-B Tablo 1**'de sistem basıncına göre verilen değerleri geçmemelidir.

#### 10.4 Gazlı Söndürme Sistemlerinin Kullanımı

**10.4.1** Temiz gazlı söndürme sistemleri; özel tehlike sınıfları veya ekipmanların korunmasında ve elektrik iletkenliği olmayan ortamların gerekli görüldüğü veya diğer söndürücü maddelerin temizliğinin problem olabileceği mahallerde yangın söndürme için kullanılır. Gazlı söndürme sistemleri, toplam hacim koruması ile kapalı hacimlerdeki yangın tehlikesine karşı koruma sağlamak üzere genellikle aşağıda belirtilen mahallerde kullanılır:

- (a) 24 Saat Esasına Göre Çalışması Gerekli Mahaller
- ▶ Banka bilgi işlem merkezleri
  - ▶ Radar izleme mahalleri
  - ▶ Kesintisiz ve yüksek riskli proses, data vb. endüstriyel odalar
  - ▶ Hava kontrol merkezleri
- (b) Ekipman Hasarının Yangın ve/veya Su Uygulaması Karşısında Önem Kazandığı Mahaller
- ▶ Telefon santralleri
  - ▶ Enerji üretim merkezleri kontrol odaları
  - ▶ Server vb. network sistem odaları
  - ▶ Banka kasa daireleri
- (c) Yerine Konulamayacak Değerlerin Muhafaza Edildiği Alanlar
- ▶ El yazması eserlerin muhafaza edildiği alanlar
  - ▶ Tarihi eser saklama mahalleri; el yazmaları, Osmanlı eserleri
  - ▶ Yüksek güvenli ve muhafaza edilmesi gereken değerlerin saklandığı mahaller
- (d) Geçmişe veya Günümüze Ait Orijinal Değerli Evrakın Saklandığı Mahaller
- ▶ Mukaddes emanetler
  - ▶ MGK kayıtları
  - ▶ TBMM'nin kapalı oturum ve/veya ülke güvenliğini ve/veya politikasını belirleyen tutanaklarının muhafaza edildiği kayıt odaları
  - ▶ Kripto odaları vb.
  - ▶ Kıymetli arşiv odaları
- (e) Alevlenebilir ve Yanabilir Sıvılar ve Gazların Bulunduğu Mahaller

**10.4.2** ISO14520 Standart Serisinde verilen söndürücü gazlar, yetkili kuruluşların kabul etmesi için gerekli deneylerden geçirilmedikçe aşağıdaki yangın türlerinde kullanılmamalıdır:

- (a) Kimyasal içeriğinde kendiliğinden oksijen sağlayan maddeler, selüloz nitrat gibi.
- (b) Oksitleyici maddeler içeren karışımlar, sodyum klorat veya sodyum nitrat gibi.
- (c) Isı yoluyla kendiliğinden bozunmaya uğrama özelliğine sahip kimyasal maddeler, bazı organik peroksitler gibi.
- (d) Reaktif metaller (Sodyum, potasyum, magnezyum, titan ve zirkonyum), reaktif hidroklorürler veya metal amidler. Bu maddelerden bazıları, bazı söndürücü gazlarla şiddetle reaksiyona girebilir.



- (e) Söndürücü gazın parçalanma sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda önemli yüzey alanlarının ortaya çıktığı ve yangından başka yollarla ısınan çevreler.

## 10.5 Söndürücü Gaz Tipi Seçim Kriterleri

**10.5.1** Inert gazlar ve halokarbon türevi gazlar, aynı standartta yer alan ve otoritelerin çoğu tarafından aynı standart kapsamında temiz gaz olarak birlikte değerlendirilir. Söndürücü gaz tipi; insana ve çevreye olan etkilerin yanı sıra, korunacak hacim özelliklerine bağlı olarak ilk yatırım ve işletme maliyet faktörleri dikkate alınarak seçilir. Söndürücü gaz tipleri için karakteristikler, **Ek B Tablo 1**'de verilmiştir.

**10.5.2** Halokarbon türevi gazların seçiminde aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

- (a) Halokarbon türevi gazlar, hem fiziksel hem de kimyasal olarak yangını söndürür.
- (b) Halokarbon türevi gazlar benzer özellikler göstermekle birlikte dünyadaki kullanım alışkanlığı açısından HFC227ea en yaygın kullanım göstermektedir. HFC125 ise mevcut Halon sistemlerinin borularını değiştirmeden kullanılabilecek yapıya ile mevcut Halon 1301 sistemlerinin değiştirilmesine olanak sağlar. HFC23 gazı ise soğuk ortamlarda depolama ve uygulama olanağının yanı sıra yüksek emniyet faktörüyle sıvı yangınlarına karşı LOAEL seviyesinin altında kalması nedeniyle tercih edilebilir.
- (c) Halokarbon türevi gazlar daha düşük basınçlarda (25-42 bar) sıvı halde depolanır. Tesisatlarda, sistem basıncına göre düşük et kalınlıklı boru kullanılabilir.
- (d) Halokarbon gazların boşaltma süresi 10 sn'dir. Bu sürenin sağlanabilmesi için silindirlerin, korunan mahale mümkün olan en yakın yere, tercihen mahalın dışında yerleştirilmelidir.
- (e) Halokarbon sistemlerde stoklama basıncının düşük olması ve daha az sayıda silindir gerektirmesi nedeniyle işletme ve bakım maliyetleri düşüktür.
- (f) Normalde insan bulunan mahallerde kullanımına, ancak tasarım konsantrasyonunun insana zarar verebilecek en düşük seviyenin (LOAEL) altında olduğu yerlerde izin verilir.
- (g) Söndürücü gaz için öngörülen maksimum güvenli maruz kalma süresi 5 dakikadır. Söndürücü gaza bu süreden daha uzun süre maruz kalınması durumunda fiziksel veya toksik etkiler olabilir. 5 dakikadan daha düşük bir maksimum güvenli maruz kalma süresi gerektiren tasarım konsantrasyonları ile tasarlanan sistemler insanlı mahallerde kullanılamaz.
- (h) Yangın esnasında ortama boşaldıklarında, yapılarındaki özelliklerden dolayı yangınla ya da sıcak yüzeylerle girdikleri kimyasal reaksiyonlardan sonra bozunma ürünleri oluşabilir.
- (i) Halokarbon gazlar ozona zarar vermezler. Halokarbon gazların sera etkisi potansiyeli yüksektir ancak sadece yangın sırasında veya kazara boşalan sistemlerin yarattığı CO<sub>2</sub> salınımı, dünyadaki sera etkisi yapan günlük CO<sub>2</sub> salınımıyla bile kıyaslanamayacak kadar az olmaktadır.

**10.5.3** Inert gazların seçiminde aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

- (a) Inert gazlar ortamdaki oksijen oranını yanma sınırının altına düşürerek, yangını söndürür.
- (b) Inert gazlı sistemler, gaz fazında depolandığından, daha fazla silindir ve buna bağlı olarak silindir yerleşimi için daha fazla alan gerektirir.
- (c) Inert gazlar, yüksek basınçlarda (200-300 bar) gaz fazında depolanabilir. Inert gazların sistem basıncı manifoldtan itibaren 60 bar'a düşürülür. Inert gazların kullanıldığı sistemlerde aşırı basınç probleminden dolayı relief damper kullanılması zorunlu olabilir.



- (d) İnert gazlarda boşaltma süresi 60 sn'dir. Boşaltma süresi ve sistem basıncının yüksek olması, silindir odasına uzak mesafede borulama gerektiren mahallerde kullanılmasına olanak sağlar.
- (e) İnert gazlar, her zaman her yerde rahatlıkla bulunabilen ve dolumu çok ucuz bir gazdır. Boşalan sistemlerin yeniden dolumu ve sistemin yeniden işletmeye alınması işletmeciyeye ciddi bir mali yük getirmeden mümkün olabilmektedir.
- (f) Normalde insan bulunan mahallerde kullanımına, ancak tasarım konsantrasyonunun insana zarar verebilecek en düşük seviyenin (LOAEL) altında olduğu yerlerde izin verilir. Normalde insan bulunan yerlerde kullanımında, sistem üretici tasarım manüelinde verilen tasarım konsantrasyonlarının üzerinde tasarım yapılmamasına dikkat edilmelidir.
- (g) İnert sistemlerde, bir merkezden görece daha uzakta bulunan korunması istenen hacimlere, aynı anda birden fazla noktada yangın riski olmayacağı kabulü yapılarak, seçici yönlendirme vanaları kullanımı ile koruma sağlanabilmektedir. Bu uygulamada en büyük hacim için sistem kapasitesi belirlenir ve diğer odalara aynı merkezden koruma sağlanır.
- (h) İnert gazlar ile yapılan yangın söndürmede ölçülebilir bir bozunma ürünü oluşmaz. Bununla beraber yangının kendisinden kaynaklanan bozunma ürünleri önemli miktarlarda olabilir ve insanların bulunması için uygun olmayan ortam oluşturabileceği unutulmamalıdır.
- (i) Atmosferde doğal olarak bulunurlar. Ozona zarar vermeyen ve sera etkisi potansiyeli olmayan gazlardır.

## 10.6 Gazlı Söndürme Sistemi Tasarımı

Gazlı söndürme sistemleri için tasarım adımları aşağıda verilmiştir.

### 10.6.1 Korunacak mahal ile ilgili aşağıdaki konular belirlenmelidir:

- ▶ Korunacak mahalde normalde insan bulunup, bulunmadığı tespit edilir.
- ▶ Temiz gazlı söndürme sistemleri toplam hacimsel koruma sistemi olarak tasarlanır. Korunacak mahaldeki açıklıklar belirlenerek, gazın boşaltılmasından önce bitişikteki alanlara kaçmasını önlemek için, bu açıklıkların kalıcı olarak sızdırmaz biçimde kapatılması veya otomatik kapatma tertibatları sağlanmalıdır. Söndürücü gazı belli hacimde tutmak uygulamada mümkün değilse, koruma bitişik tehlikeli bağlantıları kapsayacak şekilde geliştirilmelidir.
- ▶ Korunacak olan kapalı hacmin, taban alanı ve brüt hacmi belirlenir. Korunacak mahal içinde bulunan her türlü yanmayan sabit yapısal elemanlar (kolon, giriş) brüt hacimden çıkartılarak, net hacim hesaplanır. Gaz yayılımının olabileceği kanal vb. ilave hacimler hesaplanarak, net hacme ilave edilir. Gazın homojen yayılımını ve tasarım konsantrasyonunun hacimsel olarak elde edilmesini engelleyen, asma tavan ve yükseltilmiş döşeme gibi bölümlerin net hacmi ayrı olarak hesaplanır.
- ▶ Mahalde beklenen en düşük ve en yüksek ortam sıcaklığı belirlenir.
- ▶ Söndürücü gazın depolandığı silindir veya silindirlerin yerleşiminin yapılabileceği yer belirlenir. Silindir korunacak mahalın dışında bir yerde bulunacaksa, bu mahalın en düşük ve en yüksek ortam sıcaklığı belirlenir.
- ▶ Korunacak olan kapalı hacmin deniz seviyesine göre yüksekliği belirlenir.

### 10.6.2 Korunacak mahalde bulunan yanıcı maddenin türü ve yangın sınıfı belirlenmelidir.



### A Sınıfı Yüzey Yangın

A sınıfı yangınlar, yanıcı katı maddeler yangınıdır. Odun, kâğıt, kumaş, plastikler gibi madde yangınları bu sınıfa girer.

### A Sınıfı Yüksek Tehlike Yangın

A sınıfı yangınlarda aşağıdaki durumlardan herhangi birinin bulunması halinde A Sınıfı Yüksek Tehlike olarak tanımlanır.

- ▶ Çapı 100 mm'den fazla olan kablo demetleri
- ▶ Dolum yoğunluğu kesitinin %20'sinden fazla olan kablo kanalları
- ▶ Yatay veya dikey kablo kanalı rafları (250 mm'den daha yakın)
- ▶ Söndürme süresince enerji sağlanan ekipmanlar, güç tüketiminin 5 kW'ın üzerinde olduğu durumda

### B Sınıfı Yangın

Yanıcı sıvı maddeler yangınıdır. Benzin, benzol, makine yağları, laklar, yağlı boyalar, katran, asfalt gibi madde yangınları bu sınıfa girer.

**10.6.3** Söndürücü gaz tipi, insana ve çevreye olan etkilerin yanı sıra, korunacak hacim özelliklerine bağlı olarak ilk yatırım ve işletme maliyet faktörleri dikkate alınarak seçilmelidir. (Bkz. **Madde 9.4**)

**10.6.4** Korunacak hacmin yangın türüne göre söndürme konsantrasyonu ve tasarım konsantrasyonu belirlenmelidir. Söndürme konsantrasyonu; üretici firmanın söndürücü gazın söndürme performansını, çeşitli yangın türlerine göre tayin etmek ve standart şartlarına uygunluğunu doğrulamak için akredite laboratuvarlara tanımlı şartlarda yaptırdığı testlerin sonuçlarından elde edilir. Söndürme konsantrasyonunu belirlemek için yapılan testlerde, üreticinin kullandığı ekipman performansı, nozul performansı, dolum yoğunluğu ve basınç gibi faktörler etkili olmaktadır. Tasarımda, söndürme konsantrasyonu olarak üreticinin yangın türüne uygun olarak onaylanmış test sonuçları dikkate alınmalıdır. Gazlı sistemlerde halen devam eden teknolojik gelişmeler de dikkate alındığında, üreticilerin her sistemde farklı söndürme konsantrasyonları için onay aldıkları görülmektedir. ISO 14520 Standardında belirlenen referans söndürme konsantrasyonları **Tablo B.1**'de verilmiştir. Sistem tasarımında, gerekli söndürme konsantrasyonunun üzerinde değerler kullanmak, insan bulunan mahallerde sakıncalı durumlara neden olacaktır. Bu nedenle söndürme konsantrasyonlarının üretici test sonuçlarına bakılarak belirlenmesi uygun sistem tasarımı açısından gereklidir. Tasarım konsantrasyonu, söndürme konsantrasyonunun 1.3 emniyet faktörü ile çarpılarak ile belirlenir.

$$\text{Tasarım Konsantrasyonu (\%)} = \text{Söndürme Konsantrasyonu (\%)} \times 1.3$$

#### Not:

Gazlı söndürme sistemi aynı zamanda söndürmeyi müteakip yeniden parlama veya patlama olabileceği yerlerde, alevlenebilir sıvılar veya gazların bulunduğu atmosferi etkisiz hale getirmek için kullanılıyorsa; ISO14520'de tanımlanmış deney şartlarına uygun olarak belirlenen üreticinin etkisizlik için onaylanmış söndürücü gaz konsantrasyonuna %10'luk güvenlik faktörü ilave edilerek belirlenen etkisizlik tasarım konsantrasyonu değerlerine göre tasarım yapılmalıdır.

**10.6.5** Gerekli gaz miktarı; korunacak mahalin net hacmi ve tasarım konsantrasyonuna göre belirlenir. Belirlenen tasarım konsantrasyonunu elde etmek için birim hacim başına gerekli gaz miktarına karşılık gelen gaz miktarı katsayısı **Ek B Tablo 2-3-4-5**'te verilen tablolardan





belirlenir. Gaz miktarı katsayısı (m/V), korunacak hacmin tasarım sıcaklığı ve tasarım konsantrasyonu değerine göre, deniz seviyesi için hesaplanmış değerdir. Birimi halokarbon türevi gazlarda kg/m<sup>3</sup>, inert gazlarda m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> olarak hesaplanır. Gereki gaz miktarı korunacak mahalin net hacmi ile gaz miktarı katsayısı çarpılarak belirlenir. Asma tavan ve yükseltilmiş döşeme bulunuyorsa, bu bölümlerin net hacmi için gerekli gaz miktarları ayrıca hesaplanır.

$$\text{Gerekli Gaz Miktarı (kg)} = \text{Net Hacim (m}^3\text{)} \times \text{Gaz Miktarı Katsayısı (kg/m}^3\text{)} \text{ (HFC227ea, HFC125 için)}$$
$$\text{Gerekli Gaz Miktarı (m}^3\text{)} = \text{Net Hacim (m}^3\text{)} \times \text{Gaz Miktarı Katsayısı (m}^3\text{/m}^3\text{)} \text{ (IG01, IG541 için)}$$

- 10.6.6** Korunacak olan kapalı hacmin deniz seviyesinden yüksekliğine göre gaz miktarı düzeltilmelidir. Gaz miktarı düzeltilmesi; ortam basınç farkının, standart deniz seviyesi basıncına göre %11 oranından (yaklaşık 1000 m yükseklik farkı) fazla olduğu yerlerde yapılır. Deniz seviyesinden yüksek olan mahallerde, gazın buhar hacmi daha yüksek bir değere ulaşır ve gaz daha fazla hacim kaplar bu yüzden yükseklik düzeltme faktörü ile gaz miktarı azaltılır. Düzeltilmiş gaz miktarı, düzeltme faktörü ile gerekli gaz miktarı çarpılarak, hesaplanır. (Atmosferik düzeltme faktörü tablosu için Bkz. **Tablo B.7**)

$$\text{Düzeltilmiş Gaz Miktarı (kg)} = \text{Gerekli Gaz Miktarı (kg)} \times \text{Atmosferik Düzeltme Faktörü}$$

- 10.6.7** Hesaplanan gaz miktarı için gerekli silindir kapasitesi, silindir sayısı üretici kapasitelerine göre belirlenmelidir. Birden fazla silindirin aynı anda boşalarak, boşalan gazın aynı manifold üzerinden dağılımı yapılacağı durumlarda, silindir kapasiteleri ve her bir silindir içindeki gaz miktarı eşit olmalıdır. Halokarbon gazlarda silindir kapasitesi, üretici tarafından verilen en alt ve en üst dolm miktarlarına uygun olarak seçilmelidir. Halokarbon türevi temiz gazlar, sıvı halde depolandığından, çeşitli kapasitelerdeki silindirlere hesaplanan miktarda gaz doldurulur. Gaz halde depolanan inert gazlarda, silindirin kapasitesinin tamamı doldurulur. Inert gazlı sistemlerde, hesaplanan gaz miktarına en yakın silindir kapasitesi seçilerek, ihtiyaç duyulan gaz miktarı silindir kapasitesinin tamamını dolduracak şekilde artırılır.

$$\text{Silindir Sayısı (n)} = \text{Düzeltilmiş Gaz Miktarı (kg)} / \text{Silindir Kapasitesi (kg)} \text{ (HFC227ea, HFC125 için)}$$
$$\text{Silindir Sayısı (n)} = \text{Düzeltilmiş Gaz Miktarı (m}^3\text{)} / \text{Silindir Kapasitesi (m}^3\text{)} \text{ (IG01, IG541 için)}$$

- 10.6.8** Silindir yerleşim alanı; üretici silindir sayısı ve ölçülerine göre belirlenmelidir. Silindir yerleşiminde aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:
- Silindirler, korunan mahale mümkün olan en yakın yere, tercihen mahalin dışında yerleştirilmelidir. Herhangi bir hasar veya yangına maruz kalmayacak bölgeye yerleşim yapılır. Sistemin kolayca devre dışı bırakılmasına veya hatalı boşaltılmaya müsait olmamalıdır.
  - Yerleşimin yapıldığı ortam sıcaklığı, silindir ve ekipmanların en düşük ve en yüksek çalışma sıcaklıklarına uygun olmalıdır. Uygun olmayan ortam sıcaklıklarında, ısıtma veya soğutma sistemlerine ihtiyaç olabilecektir.
  - Ekipmanlar gerektiğinde servis ve bakım amaçlı olarak müdahale edilebilecek şekilde yerleştirilmelidir. Silindirlerin elle boşaltma kolu erişilebilir olmalıdır.
  - Silindirler üretici talimatlarına uygun şekilde yerleştirilmeli ve hareketine izin verilecek şekilde sabitlenmelidir.
- 10.6.9** Nozul seçimi ve yerleşimi üretici bilgilerine göre yapılmalı ve aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:



- (a) Nozul yerleşimi korunan alanın geometrisine göre yapılmalı, üretici bilgilerine göre nozulların onaylanmış dağıtım alanları kullanılmalıdır.
- (b) Duvar kenarına yerleşimi yapılan nozullar 180 derece püskürtme açısına, mahalın ortasına yerleşimi yapılan nozullar 360 derece püskürtme açısına sahip olmalıdır. Asma tavan ve yükseltilmiş döşeme içine ayrıca nozul yerleşimi yapılmalıdır.
- (c) Nozul yerleşiminde tavanda bulunan diğer elemanlar (aydınlatma, kanal vb.) da dikkate alınmalıdır.
- (d) Nozulun etkili olduğu maksimum oda yüksekliği üretici bilgilerine göre kontrol edilmelidir. Nozuldan homojen dağılım yapılabilen maksimum yüksekliğin aşıldığı durumlarda, iki seviye nozul yerleşimine ihtiyaç olabilir. Ancak bu durum hidrolik açıdan gaz dağılımının dengelenmesinde uygulamada zorluklara sebep olmaktadır.
- (e) Nozul sayısı, tipi ve yerleşimi; mahalın her yerinde tasarım konsantrasyonunu elde edecek şekilde olmalıdır. Nozuldan boşalma ile yangının genişlemesine ve patlamaya yol açmamalı veya orada bulunan yanıcı sıvıları gelişigüzel sıçratmamalı veya toz bulutu oluşturmamalıdır. Boşaltma hızı, korunan hacim veya içindekilere ters etki yapmamalıdır. Boşaltma hızı hafif asma tavanların hareket etmesinde bir faktör olabilir. Hafif asma tavanların hareketi veya kalkması ihtimalini en aza indirmek için, her bir nozula 1.5 m mesafede asma tavanlar emniyetli bir şekilde tespit edilmelidir.

**10.6.10** Silindirden çıkan gaz miktarını nozullara ulaştıracak olan dağıtım borulama düzeni ve güzergahı belirlenmesinde aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır:

- (a) Birden fazla hacim veya bölmenin aynı silindirden çıkan gaz ile korunması durumunda, her hacim için ayrı borulama belirlenir.
- (b) Her nozuldan uygun miktarda gaz akışını sağlayacak şekilde sistem dengelenmelidir. Borulama güzergâhı belirlenirken nozul başına düşen gaz akış debisi dikkate alınmalı ve borulama düzeni dengeli olmalıdır.
- (c) T bağlantı yönleri verilen limitlere uygun şekilde düzenlenmelidir. (Bkz. **Şekil B.1**) T bağlantı noktalarında akış bölünmeleri yerçekimine karşı hassastır. Giriş ve çıkış branşmanlarının dikeyde yerleştirilmesi, yerçekimi etkisi nedeniyle söndürücü maddenin boru içinde hem sıvı hem de gaz olarak bulunmasına sebep olur. Bu nedenle çıkış branşmanları yatay düzlemde olacak şekilde düzenleme yapılmalıdır. Akış ayırıcı T, çıkıştaki gazın giriş gaz miktarının %30'dan fazla olduğu yerlerde, branşman T ise çıkıştaki gazın miktarının girişteki gaza göre, %10-%30 arasında olması gerektiği yerlerde kullanılmalıdır.
- (d) Boru tesisatında, sabitleyici destekler arası mesafeler **Tablo B.6**'da verilen değerlere uygun olmalıdır.
- (e) Nozullar için uygun destekler sağlanmalı ve bunların geri tepme kuvvetleri için destekten olan mesafe
  - ▶ ≤25 mm boru için ≤100 mm
  - ▶ >25 mm boru için ≤250 mm olmalıdır.

**10.6.11** Boru çapları, nozul orifis çapları ve gaz akış debileri üretici firma veya üreticinin yetkilendirdiği kişilerce hidrolik hesap yapılarak belirlenir. Gazın eşit olarak istenen nozula gerekli miktarda dengelenmiş olarak gönderilmesi için boru çapları ve nozul orifis çapları hidrolik hesap yapılarak dengelenmelidir. Hesaplama yönteminde kullanılan birçok iterasyonun elle hesaplanması pratik olmadığından, bilgisayar programları kullanılır.



- (a) Hidrolik hesap üreticinin malzeme bilgileri olmadan yapılamaz. Bu bilgiler; silindir dip borusu, manifold eşdeğer uzunlukları ve nozul boşaltma katsayıları gibi değerleri içerir. Her bir nozuldaki gaz akış miktarının tayini için yapılan amprik düzeltmeler akışın ayrıldığı noktalar, T bağlantılarının yönü, sistem elemanlarının katsayıları faktörlerine göre yapılır. Bernoulli denkleminin yanında diğer faktörleri de içeren bilgisayar programına akış debisi veya gaz miktarı girildiğinde, program boru çapı ve nozul orifis çaplarını hesaplar. Boru çapı ve orifis çapları bilgisi girildiğinde ise program akış debisini hesaplar. Bilgisayar programı hesap sonuçları, sistemin basınç düşümü, boşalma süresi ve her nozuldan boşalan gaz miktarını belirtir.

**10.6.12** Üretici bilgileri kullanılarak, tek veya daha fazla sayıdaki silindirin tahrik mekanizması ve sistem elemanları belirlenir. Gazlı söndürme sistemlerinde kullanılan belli başlı ekipmanlar aşağıda bilgi olarak verilmiştir. Ekipmanların belirlenmesinde korunacak mahal ile ilgili özel gereksinimler ve üretici tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

► **Silindir:**

Söndürücü gazın depolandığı dikişli veya dikişsiz tüplerdir.

► **Silindir Bağlantı Kelepçesi:**

Tüplerin yere veya duvara sabitlenmesi için kullanılan düzenektir.

► **Silindir Vanası:**

Silindire dolumu, basınçlandırılması, güvenlik ve boşaltma ekipmanlarının montajına olanak sağlayan silindir üzerine monte edilmiş vanadır.

► **Basınç Göstergesi:**

Silindir içindeki basıncı gösteren manometredir.

► **Basınç Tahliye Tertibatı:**

Silindir vana tertibatı üzerinde bulunan ve maksimum tasarım basıncına kalibre edilmiş emniyet vanasıdır.

► **Elle Boşaltma Kolu:**

Sistemin doğrudan mekanik olarak boşaltılmasını sağlayan cihazdır.

► **Boşaltma Hortumu:**

Gazın, silindirden çıkarak tesisata veya kolektöre dağıtımını sağlayan esnek bağlantı elemanıdır.

► **Manifold:**

Birden fazla tüp bağlantısı yapılan kolektördür. Manifoldlar gerekli bağlantı kelepçeleri ile duvara tutturulur.

► **Tetikleme Hortumu:**

Birden fazla silindir kullanılan veya pilot silindir kullanılan sistemlerde tahrik mekanizması ile tetiklenen ana tüpteki gazın diğer tüplere direkt geçişini sağlayan, esnek bağlantı elemanıdır.



► **Çek Vana:**

Birden fazla silindirin kullanıldığı sistemlerde, manifolda boşalan gazın silindirlere girişini önlemek için her silindir çıkışında kullanılan ve/veya seçici vanalı sistemlerde akışın tek yönlü olması gerektiği noktalarda tetikleme hortumu üzerine monte edilen vanadır.

► **Pnömatik Tahrik Ünitesi:**

Tüpün açılmasını gaz basıncıyla sağlayan düzenektir.

► **Pilot Tahrik Mekanizması:**

Birden çok silindirin açılmasını, pilot tüp ile sağlayan düzenektir.

► **Düşük Basınç Anahtarı:**

Silindir basıncının kaçak veya boşalma ile düşmesi durumunda, kontak değiştirerek elektriksel olarak hata bilgisi verir.

► **Gaz Boşaldı Basınç Anahtarı:**

Manifold borusuna gaz boşalması durumunda kontak değiştirerek elektriksel olarak kontrol paneline bilgi verir. Kontrol panelinde izlenebilir veya diğer elektriksel ekipmanların çalıştırmak ve/veya kapatmak için kullanılır.

► **Seçici Vana:**

Söndürücü maddeyi, çeşitli ve farklı tehlike bölgelerinden herhangi birine, bir veya daha fazla silindirden seçimli olarak yönlendirmek ve boşaltmak için kullanılan ve akış yönüne göre tankın boşaltma borusuna tesis edilmiş vanadır.

► **Nozullar:**

Gazı korunan alana boşaltılmasını ve optimum gaz dağılımını sağlar. Nozul orifisleri; her tesisat için hidrolik hesaplara göre kalibre edilirler.

► **Uyarı İşaretleri:**

Uygun talimat ve uyarı işaretleri bulundurulmalıdır.

**10.6.13** Gazlı söndürme sistemlerine ait algılama ve kontrol sistemi aşağıda belirtilen konular dikkate alınarak belirlenmelidir:

- Gazlı söndürme sistemi ile korunan hacimlerde yangın algılama ve kontrol sistemi tesis edilmelidir. Söndürme sisteminin aktive olduğunu bildiren kontak çıkışları bina genelindeki yangın alarm sistemine giriş olarak bağlanmalıdır. Söndürme sisteminin alarm ve arıza çıkışları yangın alarm sistemine bağlanarak ayrı bölgesel göstergelerle izlenmelidir.
- Yangın algılama ve uyarı sistemleri, ilgili TS-EN 54 Standardına uygun olarak tasarlanmalıdır. Bu tesisat ve sistemlerde kullanılacak her türlü cihaz ve kablolar, TSE veya TSE tarafından eşdeğerliği kabul edilen standart veya kalite belgesine sahip olmalıdır.
- Elektrik güç beslemesi korunan hacim için olan elektrik beslemesinden bağımsız olmalı ve birinci kaynağın devre dışı kalması durumunda otomatik olarak devreye giren yedek güç kaynağı bulunmalıdır. Sistemin algılama, kontrol, tahrik ve sinyalizasyon sistemlerinin en az 24 saat çalışmasını sağlayacak yedek enerji kaynağı bulunmalıdır.
- Yangın algılama ve kontrol sistemi; kontrol paneli, dedektörler, durdurma butonu, boşaltma butonu, siren ve flaşörlü sirenden oluşur. Sistem dedektörlerden ve elle



boşaltma butonlarından gelen bir sinyal ile sistem dedektörlerden veya manüel butonlardan gelen bir sinyal ile ana silindirin üzerindeki selenoid vanayı aktive eder.

► **Kontrol Paneli:**

İki kademeli çapraz zon prensibine göre çalışır. Tek bir dedeksiyon zonundan alarm sinyali gelmesi durumunda, 'zon alarmı' olarak belirlenir. İkinci dedeksiyon zonundan da alarm sinyali gelmesi durumunda bu 'ön-boşaltma alarmı' olarak belirlenerek, alarm cihazı devreye girer. Ön boşaltma alarmı gaz boşalmadan önce ortamda bulunan insanların tahliyesini sağlayacak süreyi sağlamalıdır. Ardından ortamda bulunan insanların dışarı çıkmalarını sağlayacak, gecikme süresi geri sayımı başlar. Gaz boşalması 'alarm olarak belirlenir ve sesli, ışıklı alarm cihazları ve ışıklı uyarı cihazları devreye girer. Kontrol paneline yapılacak bağlantı elemanlarının açık devre ve kısa devre arızaları panel tarafından gözetlenir. Her hattaki arıza ve sinyal, panel üzerindeki ledler sayesinde izlenir.

► **Dedektörler:**

Ortamda çıkabilecek bir yangının meydana getirmesi muhtemel ısı, alev veya duman gibi tehlikelere uygun olarak seçilir. Duman dedektörleri, yangını duman algılama prensibine göre belirleyip kontrol paneline sinyal olarak iletebilecek yapıdadır. Gerek duyulan mekanlarda duman dedektörlerinin algılayamayacağı dumansız yangını alev algılama prensibine göre belirleyip kontrol paneline sinyal olarak ileten yapıda alev dedektörleri kullanılır.

► **Durdurma Butonu:**

Elle basılı tutulduğu sürece, algılama bölgesinden başlatılmış kontrol panelinin geri sayma süresini geçici olarak durdurur veya geri saymayı yeniden başlatır. Durdurma butonu korunan hacmin içine ve çıkışa yakın yerleştirilmelidir.

► **Boşaltma Butonu:**

Elle devreye girdiğinde, kontrol paneline gazı boşalt sinyali gönderir. Kontrol paneli bu komut ile gazı ortama boşaltma işlemine başlar. Boşaltma butonu korunan hacmin dışına veya girişine yakın bir noktaya yerleştirilmelidir.

► **Zil:**

Alarm sinyalini, gazı söndürme yapılacak ortama bildiren sesli alarm cihazıdır. Genellikle ön-boşalma alarmını bildirmek için kullanılır.

► **Siren:**

Alarm sinyalini, gazı söndürme yapılacak ortama bildiren sesli alarm cihazıdır. Genellikle ön-boşalma alarmını bildirmek için kullanılır.

► **Flaşörlü Siren:**

Genel alarm sinyalini gazlı söndürme ortama bildirir.

► **Işıklı Uyarı Levhası:**

Gaz boşaldı ikazı için mahal dışına yerleştirilen ışıklı levhadır.



#### 10.6.14 Silindir ve borulama sistemi çizimlerinde aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- ▶ Ölçekli çizimler; silindirin yeri, boru dağıtım sistemi, nozullar, vanalar, basınç düşürücü cihazlar (eğer varsa), askı aralıkları
- ▶ Korunan hacmin bina içindeki lokasyonu
- ▶ Korunan hacimdeki duvar ve bölmelerin yeri ve malzemesi
- ▶ Korunan hacmin kesiti; toplam yüksekliği, asma tavan ve yükseltilmiş döşeme yüksekliği
- ▶ Söndürücü gazın tipi
- ▶ Söndürme veya etkisizlik konsantrasyonu, tasarım konsantrasyonu ve maksimum konsantrasyon
- ▶ Mahalin tanımı ve yangın türü
- ▶ Silindir özellikleri; kapasitesi, basıncı ve söndürücü madde miktarı
- ▶ Kullanılan nozul tanımı; tipi, giriş çapı, orifis delik ölçüsü ve basınç düşürücü cihazların orifis çapı
- ▶ Boru, vana ve fittinglerin malzeme ve basınç sınıfları
- ▶ Cihaz listesi; cihazın adı, üretici, model no, miktar ve tanım
- ▶ Söndürücü dağıtım tesisatının izometrisi; her boru parçasının çapı ve uzunluğu ve hidrolik hesap nokta referans numaraları
- ▶ Korunan kapalı hacim basınçlandırma ve havalandırma hesapları
- ▶ Yangın algılama, uyarı ve kontrol sistemlerinin tanımı

### 10.7 Gazlı Söndürme Sistemi Tasarımında Sınırlamalar

#### 10.7.1 Sıcaklık

Bütün cihazlar, kullanıma uygun, normal olarak -20 °C ile +50 °C aralığında çalışacak şekilde tasarlanmalı ve üzerinde sıcaklık sınırlamalarını gösteren işaret konulmalıdır.

#### 10.7.2 Diğer Söndürücü Maddelerle Uyum

Aynı kapalı hacime, farklı söndürme gazlarının eşzamanlı olarak boşalmasını sağlayan sistemlere izin verilmez.

#### 10.7.3 Elektrostatik Boşalma

Potansiyel patlayıcı atmosferler içine söndürücü gaz boşaltılırken önlemler alınmalıdır. Söndürücü gazların boşaltılması sırasında topraklanmamış iletkenlerde elektrostatik boşalma olabilir. Bu iletkenler bir patlatmayı başlatmak için yeterli enerjiyi diğer cisimlere boşaltabilir. Boru tesisatı uygun şekilde sabitlenmiş olmalı ve topraklanmalıdır. Yalıtımsız kalmış elektrik iletkenlerinin mevcut olması halinde, elektrik iletkenleri ile sistemin bakım sırasında erişilebilen parçaları arasında **Tablo B.8**'de verilen değerlerden az olmayan mesafeler sağlanmalıdır. Bu boşluk mesafelerinin sağlanmadığı yerlerde uyarı işaretleri konulmalı ve güvenli bakım sistemi uygulanmalıdır.

#### 10.7.4 Boşalma Süresi

Halokarbon türevi gazların boşaltılması, ayrışma ürünlerinin oluşumunu sınırlamak ve yangını bastırmak için mümkün olduğu kadar çabuk tamamlanmalı ve 20 °C'de 1.3'lük güvenlik faktörü içeren tasarım konsantrasyonunun % 95'ine erişmek için gerekli boşaltma süresi, hiçbir durumda 10 saniyeyi geçmemelidir.

İnert gazlar için tasarım konsantrasyonunun 20 °C'de 1.3'lük güvenlik faktörü içeren tasarım



konsantrasyonunun % 95'ine erişmek için gerekli boşaltma süresi, hiçbir durumda 60 saniyeyi geçmemelidir. Boşalma süresinin artırılması gerekli olduğunda boşaltma hızı, koruma süresi için istenen konsantrasyonu muhafaza etmeye yeterli olmalıdır.

#### 10.7.5 Koruma Süresi

Söndürücü gaz konsantrasyonunun elde edilmesi yeterli değildir. Bu konsantrasyonun mahalde acil faaliyetlere olanak verecek sürede muhafaza edilmesi gereklidir. Bu durum tüm yangın sınıflarında eşit öneme sahiptir. Korunan hacimde söndürücü gazın konsantrasyonunun ne kadar süre ile muhafaza edileceği tespit edilmelidir. Bu süreye "tutma süresi" denir. Tahmini tutma süresi kapı fan testi yapılarak veya aşağıdaki kriterleri sağlamak üzere tam boşaltma testi yapılarak doğrulanmalıdır:

- Tutma süresi başlangıcında, korunan hacmin her yerindeki konsantrasyonu, tasarım konsantrasyonu olmalıdır.
- Tutma süresi sonunda, korunan hacmin içinde tehlikeye maruz en yüksek noktada söndürücü gaz konsantrasyonu, söndürme konsantrasyonundan az olmamalıdır.
- Tutma süresi yetkili kuruluşlarca farklı tanımlanmadıkça 10 dakikadan az olmamalıdır.

#### 10.7.6 Sızdırmazlık

Söndürücü gazın, açıklıklardan bitişikteki tehlikeli alanlara veya çalışma alanlarına kaçmasını önlemek için, bu açıklıklar kalıcı olarak sızdırmaz biçimde kapatılmalı veya otomatik kapatma tertibatlarına sahip olmalıdır. Söndürücü gazı belli hacimde tutmak uygulamada mümkün değilse, koruma bitişik tehlikeli bağlantıları kapsayacak şekilde geliştirilmelidir. Cebri çekişli havalandırma sistemleri gaz boşalmadan önce, otomatik olarak kapatılmalıdır. Korunan alan sınırları içinde söndürme sisteminin performansını etkileyici olası tüm tesisatlar (örneğin; yakıt ve güç beslemeleri) uygulama öncesi veya boşalma ile eş zamanlı olarak kapatılmalıdır.

#### 10.7.7\* Halokarbon Gazların İnsan Sağlığına Etkileri

**10.7.7.1** NOAEL; zehirlilik veya fizyolojik olarak hiç bir ters etki göstermeyen en yüksek konsantrasyondur. LOAEL; zehirlilik veya fizyolojik olarak ters etki gösteren en düşük konsantrasyondur. LC50 (Akut Zehirlenme Testi), denek hayvanları üzerinde yapılan bir test olup, bu hayvanların burundan soluma yoluyla, 4 saat süre ile belli konsantrasyonlardaki gaza maruz bırakılmaları neticesinde, hayvanların %50'sinin ölümüne yol açan konsantrasyondur. Halokarbon esaslı söndürme gazları için NOAEL ve LOAEL seviyelerinde baz alınan toksik etkiler, kalp ve üst solunum yollarında yarattığı durum "kardiyak hassasiyet" olarak bilinir.

**10.7.7.2** Halokarbon kullanım sınırlamaları PBPK modeli baz alınarak belirlenmiştir. PBPK modeli, halokarbonun vücuda alımını ve vücutta çeşitli bölgelere dağılımının oluşturabileceği ters etkileri matematiksel olarak tanımlayan bir bilgisayar modelidir. EPA onaylı PBPK modeli, her bir halokarbon konsantrasyonunun solunumu ile insan vücudundaki ters etkilere ne kadar sürede ulaşıldığını simüle eder. Solunan halokarbon konsantrasyonunun, ters etkiye sebep olan kritik değerinin altında kaldığı süreye, maksimum güvenli maruz kalma süresi denir. Bu sürenin belirlendiği konsantrasyona eşit veya üzerindeki halokarbon konsantrasyonları güvenli değildir. EPA onaylı PBPK modeli tarafından öngörülen maksimum güvenli maruz kalma süresi 5 dakikadır. PBPK modeline göre halokarbon gazların çeşitli konsantrasyonlarında belirlenen maksimum güvenli maruz kalma süreleri **Tablo B.9** ve **Tablo B.10**'da verilmiştir. Tasarım konsantrasyonu ile **Tablo B.9** ve **B.10**'da bu konsantrasyonlara



karşılık gelen maruz kalma süreleri karşılaştırılarak, halokarbon gazların normalde insan bulunan veya normalde insan bulunmayan mahallerde, kullanıma uygun olup olmadığına karar verilir. Normalde insan bulunan mahallerde LOAEL seviyesinin üzerinde tasarım konsantrasyonu kullanılmamalıdır.

**10.7.7.3** LOAEL seviyesinin üzerinde tasarım konsantrasyonu kullanımına, ancak normalde insan bulunmayan ancak ara sıra kısa sürelerle girilebilen alanlarda izin verilir. PBPK modeline göre; LOAEL seviyesinin üzerinde tasarlanan sistemin tasarım konsantrasyonu, HFC227ea için %10.5, HFC125 için ise %11.5 değerini geçmemelidir. Bu değerlerin aşıldığı normalde insan bulunmayan mahallerde; insanların söndürücü gaz maruz kalmalarını önlemek üzere **Tablo B.9** ve **Tablo B.10**'da verilen maksimum güvenli maruz kalma süreleri dikkate alınarak, insanların uygun sürede tahliyesini sağlayan ön-boşaltma alarmları ve zaman geciktirme tertibatları düzenlenmelidir.

**10.7.7.4** Halokarbon gazlı sistemlerin tasarımında maruz kalma ile ilgili aşağıdaki sınırlamalara uyulmalıdır:

- (a) Hiç bir şekilde gereksiz yere halokarbon temiz gazı veya yangın esnasında oluşan bozunma ürünlerine, NOAEL konsantrasyonlarında bile maruz kalınmasından kaçınılmalıdır. Gereksiz yere söndürücü gaz maruz kalınmasını önlemek üzere ön-boşaltma alarmı ve zaman geciktirme tertibatı kullanılır.

**Tablo 10.7.7 Halokarbon Türevi Gazların Toksik Bilgileri <sup>1</sup>**

Söndürücü Gaz	LC50 (%)	NOAEL(%)	LOAEL(%)
CF3I	>12,8	0,2	0,4
FK-5-1-12	>10	10	>10
HFCH Blend A	64	10	>10
HFC-125	>70	7,5	10
HFC227ea	>80	9,0	10,5
HFC123	>65	50	>50
HFC236fa	>18,9	10	15

- (b) Normalde insan bulunan hacimler için **Tablo 9.6.7**'de verilen NOAEL seviyesine kadar tasarlanan halokarbon sistemlerine; maksimum maruz kalma süresinin 5 dk'yı geçmediği durumlarda izin verilir. (Mahalde bulunanların kaçışı 5 dakika içinde sağlanmalıdır.)
- (c) Normalde insan bulunan hacimler için **Tablo 9.6.7**'de verilen NOAEL seviyesinin üzerinde ve LOAEL seviyesine kadar tasarlanan halokarbon sistemlerine; maksimum maruz kalma süresinin **Tablo B.9** ve **Tablo B.10**'da verilen sürelerle sınırlı olduğu durumlarda izin verilir.
- (d) Normalde insan bulunmayan ancak ara sıra kısa sürelerle girilebilen hacimlerde, **Tablo 9.6.5.1**'de verilen LOAEL konsantrasyon değerinin üzerinde tasarlanan halokarbon sistemleri; personelin maruz kalabileceği durumlarda maksimum maruz kalma süresi **Tablo B.9** ve **Tablo B.10**'da verilen sürelerle sınırlıdır.
- (e) **9.6.7.4(c)** ve **9.6.7.4(d)** Maddesini sağlamak için gerekli verilerin sağlanmadığı durumlarda, normalde insan bulunmayan hacimlerde; tahliye süresi 30 saniyeden

<sup>1</sup> ISO14520-1:2006 Tablo G.1





fazla ancak 1 dakikadan az ise, LOAEL seviyesinin üzerinde halokarbon söndürücü gaz kullanılmamalıdır. LOAEL seviyesinin üzerindeki konsantrasyonların kullanımına normalde insanların bulunmadığı yerlerde ve içerideki personelin 30 saniye içinde mahali terk edebileceği ve boşalma süresinde içeriye koruyucu ekipmanı olmayan hiçbir personelin giremeyeceği yerlerde izin verilir.

**10.7.7.5** Hemen hemen tüm halokarbon gazların zehirlenme etkisi düşük olmakla birlikte, ortama boşaldıklarında yapılarındaki özelliklerden dolayı yangınla ya da sıcak yüzeylerle girdikleri kimyasal reaksiyonlardan sonra ortaya çıkan yeni bileşkelere dolayı ortamda bulunan insanlara zarar verebilirler. Halokarbon türevi gazların çoğunda bulunan florin elementi yangınla reaksiyonda ortamda yeterli miktarda hidrojen bulunması durumunda hidrojen ile birleşerek HF (hidrojen florid) oluşturmaktadır. Bozunma ürünleri yalnız birkaç ppm'lik düşük konsantrasyonlarda olsa bile keskin ve yakıcı kokuya sahiptir. Bu özelliği ile bozunma ürünleri kendiliğinden ikaz sistemi oluşturmaya rağmen, yangın sonrasında ortama girmesi gerekli olanlar için tahriş edici ve sağlığa zararlı atmosfer oluşturur. Bu nedenle mecbur olmadıkça, insanların bu gazlara maruz kalmamaları gerekir. Bu tür sakıncalar halokarbon türevi tüm gazlar için geçerlidir. Gaz ortama boşalmadan önce ortamdaki en kısa sürede uzaklaşılmalı ve söndürücü gazlara gereksiz yere maruz kalınmamalıdır. En kötü ihtimalle boşalma esnasında ortam en kısa sürede tahliye edilmelidir. Kısaca söndürücü maddenin uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kalması durumunda bozunma ürünlerinin konsantrasyonu artar. Bozunma ürünlerinin konsantrasyonunu azaltmak için gazın yüksek sıcaklıkta açığa çıkma süresini en aza indirecek şekilde algılama tipi, hassaslığı ve boşaltma hızı seçilir.

#### 10.7.8 İnert Gazların İnsan Dağılıma Etkileri

**10.7.8.1** İnert gazlar; oksijen seviyesinin düşürülmesine bağlı olarak nefes alamama ve hipoksi etkilerine sebep olur. İnert gazlarla birlikte, normalde insan bulunan mahallerde %12'den (deniz seviyesi eşdeğeri) az olmayan oksijen konsantrasyonu gereklidir. Bunun karşılığı olarak %43'ten fazla olmayan gaz konsantrasyonu kullanılır.

**Tablo 10.7.8 İnert Gazların Psikolojik Etkileri<sup>1</sup>**

Söndürücü Gaz	NOAEL (%)	LOAEL (%)
IG-01	43	52
IG-100	43	52
IG-55	43	52
IG-541	43	52

**10.7.8.2** İnert gazlı sistemlerin normalde insan bulunan yerlerde kullanımında, sistem üretici tasarım manüelinde verilen tasarım konsantrasyonlarının üzerinde tasarım yapılmamasına dikkat edilmelidir.

**10.7.8.3** İnert gazlı sistemlerin tasarımında maruz kalma ile ilgili aşağıdaki sınırlamalara uyulmalıdır:

- (a) Hiç bir şekilde gereksiz yere inert gaza maruz kalınmasından kaçınılmalıdır. Gereksiz yere maruz kalınmasını önlemek üzere ön-boşalma alarmı ve zaman geciktirme tertibatı kullanılır.

<sup>1</sup> ISO14520-1:2006 Tablo G.6



**Tablo 10.8 Güvenlik Tedbirleri<sup>1</sup>**

En Yüksek Konsantrasyon (T)	Zaman Geciktirme Tertibatı	Otomatik/El Kumanda Anahtarı	Kilitleme Tertibatı
T ≤ NOAEL	Var	Yok	Yok
NOAEL > T > LOAEL	Var	Var	Yok
T ≥ LOAEL	Var	Var	Var

- (b) %43'ün altındaki değerlerde tasarlanan inert gazlı sistemlerin normalde insan bulunan mahallerde kullanımına izin verilir ve inert gaza maruz kalma süresini 5 dakika ile sınırlandıracak şekilde tedbirler alınmalıdır.
- (c) %43 ile %52 arasındaki değerlerde tasarlanan inert gazlı sistemlerin normalde insan bulunan mahallerde kullanımına izin verilir ve inert gaza maruz kalma süresini 3 dakika ile sınırlandıracak tedbirler alınmalıdır.
- (d) %52 ile %62 arasındaki değerlerde tasarlanan inert gazlı sistemlerin normalde insan bulunmayan mahallerde kullanımına izin verilir ve insanların gaza maruz kalma ihtimali olan yerlerde, maruz kalma süresi 30 saniyeyi aşmayacak şekilde gerekli tedbirler alınmalıdır.
- (e) %62'nin üzerinde tasarlanan inert gazlı sistemlerin kullanımına insan bulunmayan mahallerde izin verilir.

**10.7.8.4** İnert gazlar ile yapılan yangın söndürmede ölçülebilir bir bozunma olmaz. Zehirli ve korozif ayrışma ürünleri oluşmaz. Bununla beraber yangının kendisinden kaynaklanan bozunma ürünleri önemli miktarlarda olabilir ve insanların bulunması için uygun olmayan ortam oluşturabilir.

## 10.8 Güvenlik Tedbirleri

ISO 14520 Standardında yer alan güvenlik tedbirleri, yangın nedeniyle ortaya çıkan yanma ürünlerinin toksik veya fiziksel etkiler ile ilgili değildir. Bu standartta, güvenlik tedbirleri nedeniyle öngörülen maksimum maruz kalma süresi 5 dakikadır. Bu süreden uzun olan maruz kalma sürelerinin fiziksel veya toksik etkileri olabilir.

**10.8.1** Normalde insan bulunan mahallerde kullanılacak sistemlerin tasarımında aşağıdaki güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

- (a) Gereksiz yere söndürücü gaza maruz kalınmasını önlemek üzere aşağıdaki güvenlik tedbirleri alınmalıdır.
- Zaman geciktirme tertibatı, personelin tahliyesi için veya korunan alanı söndürücü gazın boşaltılmasına hazırlamak için kullanılır.
  - Otomatik/el kumanda anahtarı mahalde insan bulunduğu zamanlarda sistemi elle boşaltma durumunda çalıştırmak ve insan bulunmadığı zamanlarda otomatik konuma geçirmek için kullanılan elektronik cihazdır.
  - Kilitleme tertibatı, genellikle bakım sırasında kullanılan ve gazın mahale boşalmasını engellemek için silindirin boşalma borusu üzerine monte edilen elle kapatma vanası veya silindirin mekanik olarak harekete geçmesini engelleyen diğer tip bir tertibat olabilir. Kilitleme tertibatı her zaman istenmez, bazı özel bakım işlemlerinde gereklidir.
- (b) Gazın boşalmasından önce personelin tahliyesine izin verecek yeterli bir zaman gecikmesiyle, ön alarm sistemi ihtiva etmelidir.

<sup>1</sup> ISO14520-1:2006 Tablo 2



- 10.8.2** Normalde insan bulunmayan mahallerde; kullanılacak sistemlerin tasarımında aşağıdaki güvenlik tedbirleri alınmalıdır:
- (a) Kilitleme vanası tesis edilmedikçe, kullanılan söndürücü gazın konsantrasyonunun en yüksek değeri, LOAEL seviyesini aşmamalıdır.
  - (b) Odada insanların bulunduğu zamanlarda, NOAEL seviyesinin aşılmasının beklendiği durumlarda, sistemlerin otomatik olmayan moda getirilmesi tavsiye edilir.
  - (c) Korunan hacme, orijinal tasarımda bulunmayan ilaveler veya sabit kısımların kaldırılması gibi değişikliklerin yapılması söndürücü gaz konsantrasyonunu doğrudan etkileyecektir. Böyle durumlarda, izin verilen en yüksek konsantrasyonu ve gerekli tasarım konsantrasyonunu sağlamak üzere sistem tekrar hesaplanmalıdır.
- 10.8.3** İnsan bulunamayacak mahallerde; kullanılacak sistemlerin tasarımında aşağıdaki güvenlik tedbiri alınmalıdır:
- (a) Kilitleme vanası tesis edilmesine gerek olmadan, söndürücü gazın konsantrasyonunun en yüksek değeri, LOAEL seviyesinin üzerinde olabilir.
- 10.8.4** Toplam hacim koruma sistemlerinin tesis edildiği yerlerde ve insanların bulunabileceği yerlerde aşağıdaki durumlar sağlanmalıdır:
- (a) Personelin tahliyesi için veya korunan alanı söndürücü gazın boşaltılmasına hazırlamak için zaman geciktirme tertibatı kullanılmalıdır. Boşalma gecikmesinin can ve mal tehlikesini önemli şekilde arttırmadığı bazı uygulamalarda, söndürme sisteminde gaz boşalmadan önce personelin tahliyesini sağlayacak yeterli süre gecikmeli ön-boşalma alarmı kullanılmalıdır.
  - (b) Söndürme sistemi; gazın boşalmasından önce personelin tahliyesine izin verecek, yeterli bir zaman gecikmesiyle, ön alarm sistemi ihtiva etmelidir.
  - (c) Gerekli yerlerde, **Madde 9.7.1**'e uygun olarak, otomatik/el kumanda anahtarı ve kilitleme tertibatı kullanılmalıdır.
  - (d) Çıkış yolları her zaman açık tutulmalı, acil aydınlatma ve hareket mesafesini en aza indirecek uygun yönlendirme işaretleri bulunmalıdır.
  - (e) Dışarıdan kilitlenen, içeriden dışarıya doğru açılabilen, kendiliğinden kapanan kapılar kullanılmalıdır.
  - (f) Girişlerde ve korunan hacim içinde belirtilen çıkışlarda, sürekli görülebilir ve işitilebilir alarmlar ve korunan hacmin dışında bu güvenliğini sağlanıncaya kadar çalışan sürekli görülebilir alarmlar sağlanmalıdır.
  - (g) Uygun talimat ve uyarı işaretleri bulundurulmalıdır.
  - (h) İstendiği yerlerde, bu alanlar içindeki ön-boşalma alarmları diğer alarm sistemlerinden ayrı olarak, yangının algılanması ile gecikme süresinin başlangıcında derhal çalışabilecektir.
  - (i) Söndürücü gazın boşaltılmasından sonra doğal veya cebri çekişli havalandırmayı harekete geçirme araçları: Genellikle cebri çekişli havalandırma gerekir. Söndürücü gazlarının çoğunun havadan ağır olmasından dolayı, tehlikeli atmosferin tamamen giderilmesine dikkat edilmeli ve sadece yer değiştirmesi ile yetinilmemelidir.
  - (j) Sistem çalıştığı zaman doğru hareketlerin yapıldığından emin olmak için, alan içerisine girebilecek bakım veya inşaa personeli dâhil korunmuş alan içindeki veya civarındaki tüm personel için tatbikat ve talimatlar bulundurulmalıdır.



### 10.9 Genel Çalışma Prensipleri

Gazlı Söndürme Sistemleri otomatik veya elle devreye girecek şekilde tasarlanır. Korunan hacim içinde yangın algılandığında, dedektörler kontrol paneline sinyal gönderir. Sistem çapraz zon prensibine göre çalışır. Tek bir zon dedektöründen sinyal gelmesi durumunda kontrol paneli genel alarm sinyali verir ve boşaltma alarmı verilmez. Her iki zon dedektöründen de sinyal gelmesi durumunda kontrol paneli otomatik yangın söndürme prosedürünü başlatır. Bu prosedür, her sistem için farklılık göstermesine rağmen, her sistemde gecikme süresince (genelde 30 sn.) uyarı ve alarm cihazlarının çalıştırılmasını sağlar. Gecikme süresi başlar. Gecikme süresi mahal içinde bulunanların mahali terk etmesi için gerekli süredir. Gecikme süresinin başlamasıyla ön-alarm sinyali verilir. Duyulabilir ve görülebilir ön-boşaltma alarmı cihazları çalıştığında, mahal acilen terk edilmelidir. Aynı zamanda kontrol paneli boşaltma sinyalini gönderir. Gecikme süresi içinde boşaltmayı durdurmak istenirse, durdurma butonu basılı tutulur. Durdurma butonuna basılı tutulduğu süreçte panel fonksiyonlarını durdurur, buton bırakıldıktan sonra belli gecikme süresinin sonunda mahale gaz boşalır. Durdurma butonu gazın boşalma prosedürünü sonlandırmaz. Gecikme süresinin sonunda solenoid vana açılır ve dağıtım sistemine gaz akışı başlar. Dağıtım manifoldu üzerinde yer alan basınç anahtarı gazın boşalmaya başladığı alarm bilgisini kontrol paneline iletir. Nozullardan gaz akışı başlar ve yangın üzerine yüksek hızda gaz boşalır. Işıklı uyarı cihazları gaz boşalmasıyla devreye girer. Sistem, boşaltma butonları vasıtasıyla elle boşaltılır. Elle boşaltma butonları sadece mahalın terk edilmesinden sonra kullanılmalıdır. Elle boşaltma butonları çalıştığında, kontrol panelinden gönderilen sinyal ile gaz boşalır. Sistemin elle boşaltma butonu veya otomatik olarak çalışmaması durumunda, silindir üzerindeki elle boşaltma kolu ile sistem mekanik olarak boşaltılabilir.