

Sprinkler Sistemlerinde Hidrolik Hesap Yöntemi

Okan Toker; Mak. Müh
TTMD Üyesi

ÖZET

Sprinkler sistemlerinde gerekli debi ve basınçta suyun sağlanabilmesi, sistemin işlevselliği açısından önemli bir konudur. Bu sebeple risk analizine göre dağılımı yapılan ve sprinklerler ve diğer sistem elemanları arasındaki boru ağı ölçülendirilmesi, mevcut kaynakların yeterli olup olmadığının tespiti veya yeni kaynakların kapasitelerinin doğru belirlenmesi için hidrolik hesap yapılarak belirlenmeli ve hesap sonuçlarına göre optimizasyon yapılmalıdır. Günümüzde hidrolik hesaplar yaygın olarak lisanslı programlar kullanılarak yapılmaktadır. Analitik metodlarla da hidrolik hesaplama yapmak mümkündür. Bu yazımızda risk analizi ve sistem konfigürasyonu hakkında bilgi vererek analitik metotla hidrolik hesap yapımı ve örnek bir hesap yöntemi üzerine yoğunlaştık. Umarız tüm disiplinler için projelerinde yeterli ve yardımcı olur.

Calculation Method of Sprinkler Systems

ABSTRACT

Providing a water at a required flow rate and head is an important subject for the functionality of the sprinkler systems. For this reason, the dimensioning of the piping between the sprinklers distributed according to risk analysis and the other system devices should be determined by using hydraulic calculations and optimized according to the results for determining whether the existing water supply is sufficient or not, or for determining the correct water supply capacity. Recently hydraulic calculations are done by using licensed softwares. It is possible to make the calculations by using analytical methods. In this text we concentrated on hydraulic calculations by using analytical methods and a sample calculation method while informing about risk analysis and system configuration. We hope it'll be sufficient and helpful for all disciplines in their projects.

1. Giriş

Bilindiği gibi sprinkler sistemlerinde amaç, yapılan risk analizi sonrasında tespit edilen risk sınıfına göre, koruma yapılacak kritik alanda birim alana uygulanması gereken minimum debinin istenilen basınç değerinde

atılması ile yangının kontrol altına alınması veya bastırılmasıdır.

Bu amaç doğrultusunda tasarım, aşağıda belirtilen ana safhalardan geçilerek yapılır:

- Risk analizi
- Tehlike sınıfının belirlenmesi
- Belirlenen tehlike sınıfına göre sprinkler sistem tipinin belirlenmesi
- Uygulama alanına göre uygun sprinkler tipinin belirlenmesi
- Tehlike sınıfı özelliklerine göre standartta belirtilen mesafelere göre sprinkler yerleşimlerinin belirlenmesi
- Mahal çatı yapısına, uygulama alanına, yüksekliğine ve engellere göre sprinkler yerleşimlerinin ve sayılarının gözden geçirilmesi
- Uygulama alanına ve tehlike sınıfına (veya ürün sınıfına) göre sadece çatı veya çatı + raf içi sprinkler yerleşimlerinin belirlenmesi
- Seçilen konfigürasyona göre kritik alan ve/veya uygulamada açılacak sprinkler sayısının belirlenmesi
- Uygulamada açılacak sprinkler konfigürasyonuna göre çatı ve/veya çatı + raf içi sprinkler yoğunluklarının (birim alana uygulanması gereken debi değeri (mm/dak) veya (l/dak.m²)) belirlenmesi
- Uygulamada kullanılan sprinklerin etki alanlarına göre atması gereken debi değerinin belirlenmesi
- Toplam debi miktarının seçilen konfigürasyon ve kritik alana bağlı olarak belirlenmesi
- Belirlenen debideki suyun kritik alan sprinklerlerine istenilen atım karakteristiğini sağlayabilecek gerekli basınçta sağlanabilmesi için borulamaya göre su kaynağında olması gereken kapasite ve basıncın belirlenmesi

Bu noktada, yazımızın konusu olan hidrolik hesap yöntemi gündeme geliyor. Yani kritik alan dahilindeki tüm sprinklere istenilen minimum debi ve basınçtaki suyun sağlanabilmesi için tüm basınç kayıplarının hesaplanarak su kaynağında olması gereken debi ve basınç değerinin bulunması yöntemi.

Bu yöntemle ilgili olarak günümüzde projelerimizde çoğunlukla onaylı hidrolik hesap yazılımları kullanmakta olmakla birlikte, hesaplama yöntemi ve prosedür ile ilgili bilgilerimizi siz değerli dernek

üyelerimiz ve meslektaşlarımızla paylaşmak istedik.

İlerleyen sayfalarda baştan sona analitik bir hidrolik hesap yöntemi ile elde edilen sonuçlar incelemelerinize sunulmaktadır. Standart olarak günümüze kadar ülkemizde de en yaygın kullanıma sahip olan ve kabul görmüş standart olan NFPA (National Fire Protection Association) kodları baz alınmıştır. Avrupa Birliğine geçiş sürecinde EN ve TSE üzerindeki etkisi ve paylaşımı gündemde olmakla birlikte bu yazımızın içeriğinde kaynak olarak NFPA kodları kullanılmıştır.

2- Hidrolik Hesap Yöntemi ve Örnek Bir Proje

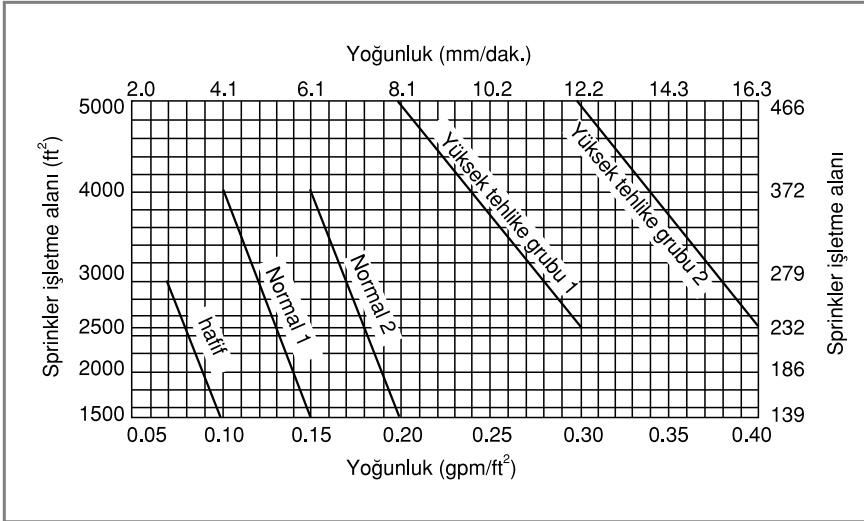
Giriş bölümünde bahsedildiği gibi hesap yöntemi risk analizi ile başlayıp su kaynağındaki gerekli debi ve basıncın bulunmasına kadar süren bir prosedür. Şimdi aynı basamakları bir örnek üzerine yoğunlaşarak izleyelim.

Elimizde örnek bir uygulama olarak Yüksek Tehlike Sınıfı Grup II'ye giren bir mahal olsun. Mahal endüstriyel tesisin proses/üretim bölümü olarak seçelim.

Toplam kat alanı 2500 m² yükseklik 5 m olsun. Bu verilerle birlikte yöntem basamaklarını izleyelim:

- Risk analizi
Mahal bir endüstriyel tesisi olup tek bir kat olarak kompartmantasyon açısından tek bir kompartman olarak kabul edilmiştir. Mahal ısıtılmaktadır.
- Tehlike sınıfının belirlenmesi
Standartlara göre tehlike sınıfı Yüksek Tehlike Sınıfı Grup II olarak alınmıştır.
- Belirlenen tehlike sınıfına göre sprinkler sistem tipinin belirlenmesi

Mahal ısıtıldığı için bakımı ve işletmesi en kolay ve güvenilir olan "Islak Borulu Sprinkler Sistemi" düşünülmüştür. Bu tehlike sınıfına giren alanlarda genellikle baskın veya köpüklü sulu baskın sistemleri veya köpüklü sulu sprinkler sistemleri de kullanılmakla birlikte, örneğimizde yüksek yoğunluk uygulamalarını inceleyebilmek amacıyla ıslak borulu sprinkler sistemi ele alınmıştır.



Şekil 1. Yoğunluk / alan eğrileri.

- Uygulama alanına göre uygun sprinkler tipinin belirlenmesi

Uygulama alanına göre sarkık veya dik tip standart sprinkler kullanılması mümkün olup fiziksel hasara engel olma açısından standart veya özel uygulama tipi dik tip sprinkler kullanımı uygundur.

- Tehlike sınıfı özelliklerine göre standartta belirtilen mesafelere göre sprinkler yerleşimleri belirlenir.
- Yüksek Tehlike Sınıfı Grup II'ye göre maksimum sprinkler koruma alanı 9.3 m²'dir. Sprinklerler arası mesafe maksimum 3.7 m olabilmekte birlikte birçok uygulamada bu sınır 3.1 m olarak alınır.
- Mahal çatı yapısına, uygulama alanına, yüksekliğe ve engellere göre sprinkler yerleşimlerinin ve sayılarının gözden geçirilir.

NFPA 13 kodun göre tavan kolon ve giriş yapısına göre sprinkler yerleşimleri ve uyulması gereken mesafeler gözden geçirilir.

- Uygulama alanına ve tehlike sınıfına (veya ürün sınıfına) göre sadece çatı veya çatı + raf içi sprinkler yerleşimleri belirlenir.

Bu basamak daha çok depo sahaları için geçerli olup raflı depo uygulamalarına yönelmek içindir. Üretim bölümünde sadece tavan koruması uygulaması yapılacaktır.

- Seçilen konfigürasyona göre kritik alan ve/veya uygulamada açılacak sprinkler sayısı belirlenir.

Kritik alan belirlenmesinde iki metod vardır: Birincisi oda tasarım metodu, ikincisi ise yoğunluk/alan metodudur. Üretim sahası, yapı itibarıyla geniş bir alana sahip olması sebebi ile yoğunluk/alan metodunun uygulanmasına elverişlidir. Burada aşağıdaki hususlar tespit edilir.

- Uygulamada açılacak sprinkler konfigürasyonuna göre çatı ve/veya çatı + raf içi sprinkler yoğunluklarının (birim alana uygulanması gereken debi değeri (mm/dak) veya (l/dak.m²)) belirlenmesi.
- Uygulamada kullanılan sprinklerlerin etki alanlarına göre atması gereken debi değerinin belirlenmesi.
- Toplam debi miktarının seçilen konfigürasyon ve kritik alana bağlı olarak belirlenmesi
- Belirlenen debideki suyun kritik alan sprinklerlerine istenilen atım karakteristiğini sağlayabilecek gerekli basınçta sağlanabilmesi için borulamaya göre su kaynağında olması gereken kapasite ve basıncın belirlenmesi.

Yüksek Tehlike Sınıfı Grup II için NFPA 13 verileri de gözönünde bulundurulduğunda yukarıda belirtilen 4 basamak aşağıdaki yöntemle incelenebilir:

Yüksek Tehlike Sınıfı Grup II için NFPA 13'te belirtilen genel özellikler örneğimize göre aşağıdaki gibidir:

- Yoğunluk Şekil 1'de görülen eğride verildiği gibidir.
- Sprinkler koruma alanı maksimum 9.3 m²'dir
- Sprinklerler arası mesafe maksimum 3.1 m olabilir.
- Maksimum koruma alanı 3716 m²'dir.
- Uygulama süresi 90 dakikadır.

Tasarım sırasında kullanılacak belli başlı formüller aşağıda verilmiştir:

Hazen Williams Formülü (Sürtünme Kaybı Formülü)

$$P_m = 6.05 \left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{-1.85} d_m^{4.87}} \right) 10^5 \quad (1)$$

Burada, P_m = Sürtünme kaybı (bar/m), Q_m = Debi (l/dak), C = Sürtünme kaybı katsayısı, d_m = Boru iç çapı (mm)

Balans için kullanılan K Faktörü

$$K_p = \frac{\sqrt{Q}}{P}$$

Burada, P = Branşman bağlantı noktasındaki basınç (bar), Q = Debi (l/dak), K_p = Branşman K faktörüdür.

Sprinkler debi - basınç - K faktörü bağıntısı

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Burada, P = Sprinkler orifisindeki basınç (bar), Q = Debi (l/dak), K = Sprinkler K faktörüdür.

Bir branşmanda açılacak sprinkler sayısı

$$N_s = \frac{1.2 \sqrt{A_s}}{S} \quad (4)$$

Burada, N_s = Branşmandaki açılacak sprinkler sayısı, A_s = Kritik Alan (m²), s = İki sprinkler arası mesafe (m).

Kritik alan olarak Şekil 1'den yararlanılarak 232 m² 'lik alan seçilmiştir. Burada bir sprinklerin koruma alanı yaklaşık 9 m² olarak alınmış olup kritik alanda açılacak sprinkler sayısı:

$232/9 = 25.8$ olup yaklaşık 26 sprinklerin açılacağı hesaplanır. Yangın çok özel durumlar dışında çizgi halinde yayılmayacağı için yayılma alanının da belirli bir karakteristiği vardır. Bu karakteristik formülize edilmiş olup bir branşmanda kaç sprinklerin açılacağı Formül 4'te verilmiştir. Bu formül kullanılarak bir branşmandaki açılacak sprinkler sayısı aşağıdaki gibi bulunur:

$$N_s = (1.2 * (232)^{0.5})/3 = 6 \text{ adet}$$

Toplam açılacak sprinkler sayısı 26 olduğu için kritik alanda açılacak sprinkler konfigürasyonu Şekil 2'de görüldüğü gibi olacaktır. Pompa istasyonuna göre en uzak ve en yüksekteki sprinklerden başlanarak her branşmanda 6 adet sprinkler açılacağı düşünülerek toplam 4 branşmanda 6'şar adetten 24 adet ve 5. branşmanda ise 2'ye tamamlamak için yine en uzak-taki 2 sprinklerin açılacağı düşünülerek bu konfigürasyona ulaşılr.

Şimdi seçilen tehlike sınıfına göre m^2 'ye atılması gereken su debisini (yoğunluk) bulalım. Şekil 1'den seçtiğimiz kritik alana denk düşen yoğunluk değerini alalım. Görüldüğü gibi $232 m^2$ kritik alan için kullanılması gereken minimum yoğunluk değeri 16.3 mm/dak 'dır. Bu değer aynı zamanda 16.3 l/dak m^2 anlamına gelmektedir. Bu değeri sprinkler etki alanı olan $9 m^2$ ile çarptığımızda bir sprinklerin atması gereken minimum debi 146.7 l/dak çıkar. Kullanılacak sprinklerin seçimi için bu değer ve aşağıda belirtilen faktörler önemlidir:

- Sprinkler bağlantı çapı,
- Sprinkler orifis ölçüsü,
- Sprinkler deflektör tipi,
- Sprinkler algılama elemanı patlama/erime sıcaklığı,
- Sprinkler tipi,
- Sprinkler K faktörü.

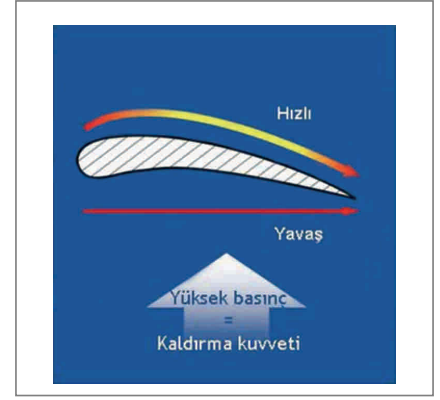
Çeşitli sprinkler türlerine ve özel uygulamalara göre istenilen atım karakteristiğini yakalayabilmek için sprinkler orifisinde olması gereken basınç değeri değişkendir. Bulunan debi değerine göre sprinkler seçiminde Formül 3'den yararlanılarak bir K faktörü elde edilir veya tersten yola çıkılarak bir basınç değeri elde edilir. Bu basınç değeri uygulama türüne ve seçilen özel sprinklerin atım karakteristiğine göre kontrol edilir ve sprinkler bu değer için onaylı ise tasarıma devam edilir.

Örneğimizdeki debi değeri 146.7 l/dak 'dır. Bu durumda Formül 4'den $K=80$ sprinkler tipi için orifiste olması gereken basınç değeri 3.4 bar olarak bulunur. Başlangıç basıncını düşürmek için daha yüksek K faktörüne sahip sprinkler kullanımı borulamadaki çapların daha da düşürülmesini sağlaması sebebi ile tercih edilen bir yöntemdir. Bu uygulamada başlangıç basıncını düşürmek için büyük orifisli (large orifice) sprinkler de kullanılabilir. K faktörü 115 olan bu sprinkler kullanıldığında uygulanması gereken basınç 1.7 bar olmaktadır. Bu tip endüstriyel uygulamalarda sıkça kullanılan İri Tanecikli Sprinkler (Large Drop Sprinkler) debinin bu kadar yüksek olduğu bir uygulamada uygun bir seçenek olabilir. K faktörü 161 olan bu sprinkler kullanıldığında ise yine Formül 4'den sprinkler orifisinde olması gereken basınç değeri 0.8 bar çıkar. Üretici verileri incelendiğinde bu sprinklerler için onaylı minimum basınç değerinin 0.7 bar olduğu görülür; uygulanacak basıncın (0.8 bar) bu değerden yüksek olması ile ve uygulama için de uygun olması sebebi ile iri tanecikli sprinkler seçilerek tasarıma başlanabilir.

Örnek uygulama konfigürasyonu Şekil 2'de görülmektedir. Tasarıma başlangıç noktası, pompa istasyonuna en uzaktaki ve en yüksek noktadaki sprinkler için (H1) aşağıdaki minimum verilerdir:

$$Q = 146.7 \text{ l/dak}, P = 0.8 \text{ bar.}$$

Bu veriler kullanılarak Formül 1 ile H1 ve H2 sprinklerleri arasındaki basınç kaybı hesaplanır.



Şekil 2. Sistem konfigürasyonu

Burada
 $Q = 146.7 \text{ l/dak}$
 $d = 25 \text{ mm}$
 $C = 120$

olarak alınmıştır. d değeri aslında kullanılan borunun iç çapı olarak alınmalıdır. Ülkemizdeki boru tiplerinden bu uygulamada TSE 301-3 boru kullanıldığını farzedelim. Boru üreticilerinin tablomuzda çap olarak verilen nominal çap değerlerine karşılık gelen boru iç çapı değerleri kullanılmalıdır. Örneğimizde hesaplamamızın basitçe takibi açısından nominal değerler kullanılmıştır. C katsayısı da TSE 301-3 boru için 120 olarak alınmaktadır. Bu tip verilerin bulunmaması referans bilgileri yazımızın sonunda belirtilmiştir.

Sıra 1'de de görüldüğü gibi bu basınç kaybı değeri 0.14 bar/m olarak hesaplanmıştır. Formül 1'e göre birim uzunluk (m) için hesaplanan bu değer ile boru uzunluğu (3 m) çarpılarak toplam basınç düşümü (0.41 bar) bulunur. Tablo değerleri yuvarlanarak verildiği için görünen değerler küsuratların etkisi ile bir miktar farklılık gösterebilir.

H2 sprinklerindeki basınç değeri başlangıç basınç değeri olan 0.8 bar değerine bu basınç düşümü eklenerek Sıra 2'de basınç bölümünde de belirtildiği gibi 1.21 bar bulunur.

Buradan yola çıkarak H2 sprinklerindeki debi bu sprinklerdeki basınç değerine göre Formül 3 kullanılarak 177.07 l/dak olarak bulunur. H2 ve H3 sprinklerleri arasındaki debi değeri H1 ve H2 sprinklerleri debilerinin toplamı olan 323.77 l/dak değerini alır. H2 ve H3 sprinklerleri arasındaki borudaki basınç kaybı ise bu debi değeri ve bu borunun çapı (32 mm) kullanılarak 0.18 bar/m olarak bulunur. Bu yöntem BL-1 branşmanında tablo üzerinde Sıra 5'e kadar uygulanarak kullanılır. Sıra 5, BL-1 branşmanı ile AH-1 anahattının birleşim noktasıdır. Bu noktada gerekli debi ve basınç değerleri aşağıda belirtildiği gibidir:

$$Q = 775 \text{ l/dak}$$

$$P = 2.65 \text{ bar}$$

Aynı yöntem BL-2 branşmanı için de izlenir fakat bir branşman grubunda açılacak sprinkler sayısına göre oluşturulmuş olan ve Şekil 1'de verilmiş olan konfigürasyona göre bu branşmanda branşman sonundan ana hatta doğru gidildiğinde H6 ve H5 sprinklerlerinin açılması gerektiği görülmektedir. N28 nodu açılması gerekmeyen bir sprinkler olduğu için sadece nod olarak alınmış ve hesaba H6 sprinklerinden başlanmıştır. H6 sprinklerinde uygulanması gereken değerler en azından H1 sprinkleri ile minimum aynı olmalıdır.

Sıra 6 ve Sıra 7'de H6 sprinklerinden BL-2 branşmanı ile AH-1 ana hattı birleşimine kadar olan kayıplar hesaplanmıştır ve sonuçlar aşağıdaki gibidir:

$$Q= 301.38 \text{ l/dak}$$
$$P= 1.0 \text{ bar}$$

Bu noktada BL-1 branşmanının basınç ihtiyacı 2.65 bar olmasına rağmen BL-2 branşmanının basınç ihtiyacı 1.0 bardır. Doğal olarak BL-1 branşmanının en uç noktasındaki H1 sprinklerinin ihtiyacını karşılayabilmek için basınç değeri 2.65 olarak alınmalıdır. Bu değer BL-2 branşmanına uygulandığında BL-2 branşmanının ihtiyaç duyduğu 301.38 l/dak debi değeri 1.0 bardaki değer olduğu için artacaktır. Bu durumda bu noktada BL-2 branşmanı için balans yapılmalıdır.

Formül 2 kullanılarak BL-2 branşmanı AH-1 anahattı keşişim noktası için bir K faktörü bulunur. Bu formülde kullanılan veriler aşağıdaki gibidir:

$$Q= 301.38 \text{ l/dak}$$
$$P= 1.0 \text{ bar}$$

Sıra 8'de de görüldüğü gibi K faktörü 301.12 olarak bulunmuştur. Bu noktada BL-2 branşmanı bir sprinklermiş gibi düşünülerek bu K faktöründe fakat 2.65 bar basınç değerinde olması gereken debi Formül 3 kullanılarak hesaplanır ve yeni debi değeri Sıra 9'da da belirtildiği gibi 490.20 l/dak bulunur.

Şekil 2'deki konfigürasyona dikkatli bakıldığında ve açılan sprinklerler dikkate alındığında BL-1/BL-2, BL-3/BL-4, BL-5/BL-6 ve BL-7/BL8 branşmanlarının açılan sprinkler sayı ve yerleşimine göre benzer simetri gösterdiği görülmektedir. Bu durumda bu branşmanları taşıyan ana hat üzerindeki N27, N29, N31 ve N33 nodları birer yüksek debili sprinklermiş gibi düşünülebilir. Bu sıkça kullanılan pratik bir yöntem olmakla birlikte branşman ana hat bağlantılarındaki T fittings eşdeğer uzunluklarının farklı olması sebebi ile, çalışmamızda reel değerleri hesap-

layabilmek ve daha fazla veri sunabilmek için uzun ve gerçekte olması gereken yöntem seçilmiştir.

Bu durumda ilk nodumuzdaki değerler BL-1 ve BL-2 branşmanlarının debi değerlerinin toplamı (775.0+490.2) olan 1265.2 l/dak debi değeri ile 2.65 bar basınç değeri olacaktır. N27 nodunda 2" T bağlantısı da hesaba katılarak bu basınç değeri sıra 10.A'da da görüldüğü gibi 3.43 bar olarak bulunur.

AH-1 borusunda akan debi 1265.2 l/dak olup N29 noduna kadar basınç düşümü 0.75 bar olarak hesaplanmıştır.

Sıra 1'den 10.A'ya kadar uygulanan yöntem Sıra 11'den 20.A'ya kadar aynı şekilde uygulanarak N29 nodunda gerekli debi ve basınç değerleri hesaplanır. Sıra 10.A'da BL-1 ve BL-2 branşmanlarının ihtiyacını karşılamak gerekli basınç (3.43+0.75) 4.18 bar olarak bulunmuştur. Bu değer Sıra 20'de BL-3 ve BL4 branşmanlarının ihtiyacını karşılamak için 2.65 olarak bulunmuştur.

Yine aynı şekilde büyük olan basınç değeri seçilerek balans yöntemi kullanılmalıdır. N29 nodunda BL-3 ve BL-4 branşmanlarının debi ve basınç ihtiyacına göre bir K faktörü bulunur. Bu K faktörüne olması gereken 4.18 basınç değeri uygulanarak Sıra 20.A'da görülen yeni debi 1589.6 l/dak olarak bulunur.

N27 ve N29 debi değerleri toplanarak AH-2 ana hattındaki debi 2854.8 l/dak olarak bulunur.

Aynı işlemler sıra 21'den Sıra 30.B'ye, Sıra 31'den Sıra 40.C'ye kadar uygulanarak N37 nodunda olması gereken debi ve basınç değerine ulaşılır.

BL-9'a gelindiğinde ise simetride bozulma olduğu için, BL-9 branşmanında sadece en uçtaki 2 sprinkler açıldığı ve BL-10 branşmanında hiç sprinkler açılmadığı için BL-9 sprinkleri için ayrı hesap yapılır.

Sıra 41'den Sıra 46'ya kadar aynı yöntemle yapılan hesap sonucunda BL-9 branşmanı ile AH4 ana hattı üzerindeki birleşim noktasındaki gerekli değerler aşağıdaki gibi bulunur:

$$Q= 323.77 \text{ l/dak}$$
$$P= 2.56 \text{ bar}$$

Sıra 40.C'de verilen ana hattan gelen kayıplara göre olması gereken debi ve basınç değerleri ise aynı birleşim noktasında aşağıdaki gibidir:

$$Q= 6808.74 \text{ l/dak}$$

$$P= 7.9 \text{ bar}$$

Bu durumda yine balans formülü kullanılarak BL-9 için K faktörü 202.51 olarak hesaplanır. BL-9 için uygulanacak gerçek debi değeri ise birleşim noktasındaki 7.9 bar basınç değeri kullanılarak Formül 3 ile 569.27 l/dak olarak bulunur. Bu durumda BL-9 ile AH-4 noktasındaki toplam debi değeri (6808.74 + 569.27) 7378.01 l/dak olarak bulunur. Basınç ise 7.9 bar olarak alınır. Bu noktadan sonra açılan sprinkler olmadığı için debi değerinde bir değişme olmaz.

Sıra 48'den Sıra 49'a kadar ana hat ve kolon çapında bir değişme olmadığı için fittingsler, alarm vanası ve yükselen milli vananın eşdeğer uzunlukları da hesaba katılarak toplam basınç düşümü hesaplanır. Statik basınç olarak 4 m için yaklaşık 0.4 bar yuvarlanmış değer eklenerek sonuçta kaynaktaki olması gereken değer aşağıdaki gibi bulunur:

$$Q= 7378.01 \text{ l/dak}$$
$$P= 9.22 \text{ bar}$$

Dolap ve hidrant debi ve basınç hesapları pompa seçimi için dikkate alınmalıdır. Konumuz sprinkler sistemlerinde hesap olduğu için bu haliyle sınırlı tutulmuştur.

Tablolardaki değer yüksek bir pompa çalışma noktasını göstermektedir. Endüstriyel tesisler için normal olan bu değerde basıncın biraz daha düşürülmesi uygun olacaktır. Muhtemelen 0 debideki pompa basınç değeri (churn pressure) 12 bar (bir çok sprinkler sistemi elemanı ve sprinkler türü için standart maksimum çalışma basıncı) değerinin üzerine çıkacağı için yüksek basınç sınıfı elemanlara ihtiyaç duyulacak, hidrant ve dolap hatlarında basınç düşürme istasyonları gerekecek (eğer aynı pompa istasyonundan besleniyor ise), rahatlama vanası ihtiyacı doğacaktır.

Basıncın düşürülmesi boru çaplarının büyütülmesi ile olur. Mühendislik işte burada önem kazanmaktadır. Hesabın tekrar tekrar deneme yanılma ile yapılması ile pompanın ve borulamanın bedellerinin optimum noktası yakalanmalıdır. Genellikle yapılan hatalardan birisi boru tablosu kullanımı ile hesaplı (veya hesapsız) sonuçların kullanılmasıdır. Bu bağlamda bazı kilit tasarım noktalarına edilmelidir.

- İhtiyaca göre hesap yöntemi
- Kaynak bazlı hesap yöntemi
- Yoğunluk bazlı hesap yöntemi
- Pompa güç değerlerine göre boru çaplarının düşürülmesi (hız kontrol edilmelidir; daha çok mevcut pompa istasyonuna veya su kaynağına sahip sistemlerde kullanılır)
- Pompa güçlerine göre boru

Tablo 1. Örnek Hesap

Sıra	Başlangıç nodu	Bitiş nodu	Branş, Koord.	Debi (l/dak)		Boru Çapı (mm)	Fittings ve cihazlar	Eşdeğer boru uzunluğu	Sürtünme kaybı (bar/m)	Basınç (bar)			Notlar
				q	Q					Pt	Pv	Pn	
1	H1	H2	BL-1	q	q	25	L	3.00	120.00	Pt	0.80	K	161.00
				Q	146.70		F	0.00	Pv				
				Q	177.07		T	3.00	Pn	0.41	FORMUL 1	DP	0.14
2	H2	H3	BL-1	q	q	32	L	3.00	120.00	Pt	1.21	K	161.00
				Q	323.77		F	0.00	Pv				
				Q	212.49		T	3.00	Pn	0.53	FORMUL 1	DP	0.18
3	H3	H4	BL-1	q	q	40	L	3.00	120.00	Pt	1.74	K	161.00
				Q	536.26		F	0.00	Pv				
				Q	238.73		T	3.00	Pn	0.46	FORMUL 1	DP	0.15
4	H4	N27	BL-1	q	q	40	L	1.50	120.00	Pt	2.20	K	161.00
				Q	775.00		F	0.00	Pv				
				Q	0.00		T	1.50	Pn	0.45	FORMUL 1	DP	0.30
5	N27	H5	BL-1 AH-1 BİRLEŞİM	q	q	-	L	1.50	120.00	Pt	2.65	K	476.07
				Q	775.00		F	0.00	Pv				
				Q	0.00		T	0.00	Pn				
6	H6	H5	BL-2	q	q	32	L	3.00	120.00	Pt	0.80	K	161.00
				Q	146.70		F	0.00	Pv				
				Q	154.68		T	3.00	Pn	0.12	FORMUL 1	DP	0.04
7	H5	N27	BL-2	q	q	40	L	1.50	120.00	Pt	0.92	K	161.00
				Q	301.38		F	0.00	Pv				
				Q	0.00		T	1.50	Pn	0.08	FORMUL 1	DP	0.05
8	N27	N27	BL-2 K FAKTÖRÜ	q	q	-	L	0.00	120.00	Pt	1.00	K	301.12
				Q	301.38		F	0.00	Pv				
				Q	0.00		T	0.00	Pn				
9	N27	N27	BL-2 YENİ DEBİ	q	q	-	L	1.50	120.00	Pt	2.65		
				Q	490.20		F	0.00	Pv				
				Q	1,265.20		T	1.50	Pn		FORMUL 3		
10	N27	4	BL-1+BL-2 AH BİRLEŞİM	q	q	50	L	0.00	120.00	Pt	2.65	K	777.19
				Q	1,265.20		F	3.10	Pv				
				Q	1,265.20		T	3.10	Pn	0.78	FORMUL 1	DP	0.25
10.A	N27	N29	AH-1	q	q	50	L	3.00	120.00	Pt	3.43	K	
				Q	1,265.20		F	0.00	Pv				
				Q	0.00		T	3.00	Pn	0.75	FORMUL 1	DP	0.25

Tablo 1. (devam)

Sıra	Başlangıç nodu	Bitiş nodu	Branş. Koord.	Debi (l/dak)		Boru Çapı (mm)	Fittings ve cihazlar	Eşdeğer boru uzunluğu	Sürtünme kaybı (bar/m)	Basınç (bar)			Notlar
				q	Q					Pt	Pv	Pn	
11	H7	H8	BL-3	q	Q	25	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.14	0.80 0.41	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.14
12	H8	H9	BL-3	q	Q	32	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.18	1.21 0.53	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.18
13	H9	H10	BL-3	q	Q	40	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.15	1.74 0.46	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.15
14	H10	N29	BL-3	q	Q	40	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00 0.30	2.20 0.45	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.30
15	N29		BL-3 AH-2 BİRLEŞİM	q	Q	-	L F T	1.50 0.00 0.00	120.00	2.65	Pt Pv Pn	K	476.07
16	H12	H11	BL-4	q	Q	32	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.04	0.80 0.12	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.04
17	H11	N29	BL-4	q	Q	40	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00 0.05	0.92 0.08	Pt Pv Pn	K DP	161.00 0.05
18	N29		BL-4 K FAKTÖRÜ	q	Q	-	L F T	0.00 0.00 0.00	120.00	1.00	Pt Pv Pn	K	301.12
19	N29		BL-4 YENİ DEBİ	q	Q	-	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00	2.65	Pt Pv Pn		
20	N29	4	BL-3+BL-4 AH-2 BİRLEŞİM	q	Q	65	L F T	0.00 0.00 0.00	120.00 0.07	2.65 0.00	Pt Pv Pn	K DP	777.19 0.07
20.A	N29		N29 YENİ DEBİ	q	Q	65	L F T	3.00 3.70 6.70	120.00 0.11	4.18 0.72	Pt Pv Pn	K DP	777.19 0.11
20.B	N29	N31	AH-2	q	Q	65	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.32	4.90 0.95	Pt Pv Pn	K DP	777.19 0.32

Tablo 1. (devam)

Sıra	Başlangıç nodu	Bitiş nodu	Branş, Koord.	Debi (l/dak)		Boru Çapı (mm)	Fittings ve cihazlar	Eşdeğer boru uzunluğu	Sürtünme kaybı (bar/m)	Basınç (bar)			Notlar
				q	Q					Pt	Pv	Pn	
21	H13	H14	BL-5	q	q	25	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.14	0.80 0.41	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.14
22	H14	H15	BL-5	q	q	32	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.18	1.21 0.53	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.18
23	H15	H16	BL-5	q	q	40	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.15	1.74 0.46	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.15
24	H16	N31	BL-5	q	q	40	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00 0.30	2.20 0.45	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.30
25	N31	BL-5 AH-3 BİRLEŞİM	q	Q	-	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00	2.65	2.65	Pt Pv Pn	K FORMUL 2	476.07
26	H18	H17	BL-6	q	q	32	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.04	0.80 0.12	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.04
27	H17	N31	BL-6	q	q	40	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00 0.05	0.92 0.08	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	161.00 0.05
28	N31	BL-6 K FAKTÖRÜ	q	Q	-	L F T	0.00 0.00 0.00	120.00	1.00	1.00	Pt Pv Pn	K FORMUL 2	301.12
29	N27	BL-6 YENİ DEBİ	q	Q	-	L F T	1.50 0.00 1.50	120.00	2.65	2.65	Pt Pv Pn	K FORMUL 3	777.19
30	N31	BL-5+BL6 AH-3 BİRLEŞİM	q	Q	-	L F T	0.00 0.00 0.00	120.00	2.65	2.65	Pt Pv Pn	K FORMUL 2	777.19
30.A	N31	N31 YENİ DEBİ	q	Q	80	L F T	3.00 4.60 7.60	120.00 0.05	5.85 0.40	5.85 0.40	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	777.19 0.05
30.B	N31	N33 AH-2	q	Q	80	L F T	3.00 0.00 3.00	120.00 0.29	6.25 0.88	6.25 0.88	Pt Pv Pn	K DP FORMUL 1	777.19 0.29

Tablo 1. (devam)

Sıra	Başlangıç nodu	Bitiş nodu	Branş, Koord.	Debi (l/sak)		Boru Çapı (mm)	Fittings ve cihazlar	Eşdeğer boru uzunluğu	Sürtünme kaybı (bar/m)	Basınç (bar)			Notlar
				q	Q					Pt	Pv	Pn	
31	H19	H20	BL-7	q	q	25	L	3.00	120.00	0.80	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	3.00	0.14		Pn	FORMUL 1	0.14
32	H20	H21	BL-7	q	q	32	L	3.00	120.00	1.21	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	3.00	0.18		Pn	FORMUL 1	0.18
33	H21	H22	BL-7	q	q	40	L	3.00	120.00	1.74	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	3.00	0.15		Pn	FORMUL 1	0.15
34	H22	N33	BL-7	q	q	40	L	1.50	120.00	2.20	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	1.50	0.30		Pn	FORMUL 1	0.30
35	N33	H23	BL-7 AH-4 BİRLEŞİM	q	q	-	L	1.50	120.00	2.65	Pt	K	476.07
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	0.00			Pn		
36	H24	H23	BL-8	q	q	32	L	3.00	120.00	0.80	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	3.00	0.04		Pn	FORMUL 1	0.04
37	H23	N33	BL-8	q	q	40	L	1.50	120.00	0.92	Pt	K	161.00
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	1.50	0.05		Pn	FORMUL 1	0.05
38	N33	H23	BL-8 K FAKTÖRÜ	q	q	-	L	0.00	120.00	1.00	Pt	K	301.12
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	0.00			Pn		
39	N33	H23	BL-8 YENİ DEBI	q	q	-	L	1.50	120.00	2.65	Pt		
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	1.50			Pn	FORMUL 3	
40	N27	4	BL-7+BL-8 AH-4 BİRLEŞİM	q	q	-	L	0.00	120.00	2.65	Pt	K	777.19
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	0.00			Pn		
40.A	N33	H23	N33 YENİ DEBI	q	q	100	L	3.00	120.00	7.13	Pt	K	777.19
				Q	Q		F	6.10			Pv		
							T	9.10	0.02		Pn	FORMUL 1	0.02
40.B	N33	H23	AH-4	q	q	100	L	3.00	120.00	7.32	Pt	K	777.19
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	3.00	0.19		Pn	FORMUL 1	0.19
40.C	N37	H23	AH-4 BL-9 BİRLEŞİM	q	q	-	L	0.00	120.00	7.90	Pt		
				Q	Q		F	0.00			Pv		
							T	0.00			Pn	FORMUL 1	0.19

Tablo 1. (devam)

Sıra	Başlangıç nodu	Bitiş nodu	Branş, Koord.	Debi (l/dak)		Boru Çapı (mm)	Fittings ve cihazlar	Eşdeğer boru uzunluğu	Sürtünme kaybı (bar/m)	Basınç (bar)			Notlar	
				q	Q					Pt	Pv	Pn		
41	H25	H26	BL-9	q	q	25	L	3.00	120.00	0.80	Pt	K	161.00	
							F	0.00			Pv			
				Q	146.70		T	3.00			Pn	FORMUL 1		DP
42	H26	N35	BL-9	q	q	32	L	3.00	120.00	1.21	Pt	K	161.00	
							F	0.00			Pv			
				Q	323.77		T	3.00			Pn	FORMUL 1		DP
43	N35	N37	BL-9	q	q	40	L	4.50	120.00	1.74	Pt			
							F	9.10			Pv			
				Q	323.77		T	13.60			Pn	FORMUL 1		DP
44	N37	N37	BL-9 AH-4 BİRLEŞİM	q	q		L	0.00	120.00	2.56	Pt			
							F	0.00			Pv			
				Q	323.77		T	0.00			Pn			
46	N37	N37	BL-9 K FAKTÖRÜ	q	q	-	L	0.00	120.00	2.56	Pt	FORMUL 2	K	202.51
							F	0.00			Pv			
				Q	323.77		T	0.00			Pn	FORMUL 3		
47	N37	N37	BL-9 YENİ DEBİ	q	q	-	L	1.50	120.00	7.90	Pt	K	202.51	
							F	0.00			Pv			
				Q	569.27		T	1.50			Pn			
48	N37	N37	BL-9+BL-2 AH-4 BİRLEŞİM	q	q	150	L	14.00	120.00	7.90	Pt			
							F	15.50			Pv			
				Q	7,378.01		T	29.50			Pn	FORMUL 1		DP
49	N51	N51	ALARM VANASI ALTI	q	q	-	L	0.00	120.00	8.82	Pt	DEBİ (l/dak)	7,378.01	
							F	0.00			STATİK	9.22		
				Q	7,378.01		T	0.00			Pn			BASINÇ (bar)

çaplarının yükseltilmesi (pompa gücünün düşürülmesi ile elde edilecek maliyet düşümünün boru çaplarının artırılması maliyetine göre yüksek kaldığı noktaya kadar deneme yanılma ile uygulanabilir; bu sayede olası jeneratör yüklerinin azaltılmasından sık kullanılsa da enerji tasarrufuna ve ilk yatırım maliyeti düşümüne kadar bir çok noktada fayda sağlanabilir).

- Boru güzergahının dikkatlice belirlenmesi (örneğin; ortak asma tavanlı mahallerde mahal duvar yapısına göre değil, ortak asma tavan geometrisine göre olabildiğince simetrik uygulama).

3. Sonuç

Yukarıda belirtilen detaylar, onaylı bir hidrolik hesap programı yetenekleri ile iş verimi açısından da zaman kaybetmeden deneme yanılma yoluyla uygulanabilir. Yukarıda ağaç sistemini (Tree) inceledik. Diğer borulama türlerinden döngü (Loop) ve ızgara (Grid) için yapılması gereken hidrolik hesap çalışması ciddi ölçüde iterasyon gerektirmesi sebebi ile bilgisayar programları ile yapılabilir. Şüphesiz analitik yöntemle ve bazı kabullerle de çözüme ulaşılabilir ama doğruluk ve verim açısından düşünüldüğünde onaylı bir program kullanılmasında fayda vardır.

Kullanılan bazı tablolar ve şekiller için referans bilgiler aşağıda sunulmuştur:

- 1- Yoğunluk / Alan eğrileri (Figure 11.2.3.1.5 Density/Area Curves. 8.2 System Protection Area Limitations).
- 2- Eşdeğer boru uzunlukları (Table 14.4.3.1.1 Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart).
- 3- Hidrolik hesap formu (14.3 Hydraulic Calculation Forms).
- 4- Çelik boru ölçüleri (Table A.6.3.2 Steel Pipe Dimensions).
- 5- Sprinkler K faktörleri ve atım karakteristikleri (Table 6.2.3.1 Sprinkler Discharge Characteristics Identification).

4. Kaynak

NFPA 13 2003 Edition.

Yazar;

Okan Toker,

1989 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde lisans çalışmalarını tamamladı. 1990 yılında EMO Teknik Malzeme Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.'nde çalışma hayatına başladı. 1993 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans çalışmasını tamamladı. 1999 yılına kadar EMO Teknik Malzeme Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.'nde Otomasyon, Yangın ve Güvenlik ana konularında çeşitli kademelerde görev aldı. 1999 yılında EMO Mühendislik İnşaat Taahhüt Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.'nde göreve başladı ve halen aynı şirkette Yönetim Grubu üyesi olarak görevini sürdürmektedir. 2002 yılında ALARA Proje Mühendislik İnşaat Taahhüt Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.'ni kurdu ve halen yazılım, proje ve danışmanlık konularında bu şirkette çalışmasını sürdürmektedir.

Gazlı Söndürme Sistemlerinin Temel Prensipleri ve Karşılaştırmaları

Ata Özdenal; Mak. Müh. Atilla Aday; Mak. Müh. Bülent Yılmaz; Mak. Müh.

ÖZET

Bu derlemede okuyucuya gazlı söndürme sistemlerinin detaylarından ziyade, temel mühendislik kriterleri ve yürürlükteki standartlar çerçevesinde günümüzde kullanılmakta olan gazlı söndürme sistemlerinin genel bir kıyaslamasının verilmesi amaçlanmıştır. Bu haliyle makale, konusunun içinde olmayan, ya da mesleğe yeni başlayanlar için başlangıç dokümanı, uzmanlar için ise sistemler arasındaki farkları tek bir tabloya indirgemeye çalışan bir referans tablosu olarak değerlendirilebilir.

General Principles and Comparisons of Gaseous Extinguishing Systems

ABSTRACT

This article intends to state the general principles of gaseous extinguishing systems, rather than the details of a gaseous system design. With this approach, the basic scientific and engineering principles are stated and discussed without getting into details. The article can be considered as an introductory material for the beginners, which also provides a reference table for experienced application engineers.

1. Gazlı Söndürmenin Esası

Söndürmenin esaslarından söz edince ister istemez “yanma”nın esasından başlamak gerekiyor. Kısaca hatırlamak gerekirse, yanma olayı, yanıcı maddenin oksijenle reaksiyona girmesi (yani oksitlenmesi) ve bu reaksiyon sonucunda da fiziko-kimyasal niteliklerinin bozulması olarak tanımlanır. Oksitlenme sürecinde oluşan şok dalgasının madde (ya da ortam) içindeki yayılma hızına göre, bu reaksiyona farklı isimler verilir: “Detonasyon” (detonation) tipik olarak km/s, “Patlama” (explosion) m/s, “Yanma” (deflagration) cm/s ve daha düşük hızlarda gelişen “yangınlardır”. Tüm bunları hatırlarken, konumuzun dışında apayrı bir uzmanlık olarak ele alınan “paslanma” olayının da aslında bu tanıma göre bir çeşit yanma olayı olduğunu not etmek gerekir.

Yanma olayında sıcaklık, yanmanın sonucu olarak ortaya çıktığı gibi yanmanın nedeni ya da daha doğru bir tanımlamayla katalizörü olarak da sahneye çıkabilir. Yanıcı gazlar belli bir konsantrasyonda, belli bir sıcaklığa erişirlerse, dışarıdan herhangi bir ateşleme olmaksızın kendiliğinden alev alırlar. Aynı fizik kanunu katılar için de geçerlidir. Gazlı söndürmeye neden gerek duyuldu-

ğunun cevabı çok açıktır: yangına teknik olarak, ya da yangının niteliğinden dolayı su veya köpük müdahale edilemeyecek durumlarda ya da su/köpüklü müdahalenin ortamda yangının kendisinden daha fazla zarara sebep olabileceği durumlarda gazlı söndürmeye başvurulur.

Gazlı söndürmenin dinamiğinde ise aşağıdaki üç temel unsur rol oynamaktadır:

1. Yanıcı maddenin oksijenle temasını kesmek ya da ortamdaki oksijen konsantrasyonunu yanmanın gerçekleşmeyeceği düzeye düşürmek,
2. Söndürülen yangın ortamında yükselmiş olan sıcaklık nedeniyle maddenin tekrar alevlenmemesi için madde/ortam sıcaklığını düşürmek,
3. Yanma reaksiyonunun kimyasına müdahale yoluyla yanmayı engellemek, olarak sıralanabilir.

Kimyasal etki her türlü gaz için geçerli değildir, ancak diğer etkiler genel olarak tüm söndürme gazları için geçerlidir.

İlk iki etkiyi portatif bir karbondioksit tüpünün boşalması sırasında gözle görmek mümkündür. Tüpün içinde basınç altındaki karbondioksit (veya başka bir gaz) sıvı haldedir. Ventil açıldığında tüpün basıncı düşer. Sıvı karbondioksit, tüpün hemen çıkışında boru içine sıvı-gaz karışımı olarak akmaya başlar, boru içinde ilerlerken çeper sürtünmesiyle ısınan sıvı gaza dönüşürken sıcaklığı düşer. Tüpten uzaklaştıkça borudaki gaz basıncı düşmeye devam eder ve borunun çıkışında atmosferik basınca düştüğünde ise, sıvının çok büyük bir kısmı gaza dönüşürken, çok az bir miktarı da “kuru buz” olarak bilinen mikronik buz parçacıklarından oluşan bir buz bulutu halini alır. Bu soğuk bulut, doğal olarak yakın çevresindeki havanın nemini sise dönüştürür. Bir karbondioksit tüpü boşalırken nozul ucunda görünen beyaz bulut işte bu sis ve kuru buz karışımıdır. Nozul, alevin dibine doğrultularak alev çevresindeki atmosfer karbondioksitle doyurulur, böylece bir yandan oksijen azlığı (yokluğu) ile alevin sönmeye sağlanırken, bir yandan da soğutma yapılmış olur. Bu temel termodinamik olay her zaman bu denli açık olarak gözlenmesinde tüm gazlar için geçerlidir.

Bazı gazlar, yanmanın kimyasına da etki ederek kimyasal olarak da söndürmeye - yanmayı engellemeye - katkıda bulunur. Portatif karbondioksit tüpleri özelinde açıklanan bu temel prensipler, daha karmaşık

gibi görüneler de tüm gazlı söndürme sistemleri için geçerlidir, ve tüm sistemler bu temel parametreler gözetilerek tasarımlanır.

2. Gazlı Söndürme Sistemleri

Gazlı söndürme sistemlerini ilk olarak kullanım yerleri işlevleri açısından sınıflandırmak doğru olur.

- **Taşınabilir Gaz Tüpleri:** Çalışma esası yukarıda detaylı olarak açıklanan bu tüpler, küçük yangınlarda tek kişinin kullanımı için tasarlanmış olan tüplerdir. Tüpler konusundaki standartlar NFPA 10 (2000 Edition) da verilmiştir.
- **Sabit Tesisatlı Sistemler:** Bu gruptaki sistemler, NFPA’da ele alındığı şekilde aşağıda verilmiştir.
- **Hacim Baskın Sistemleri:** (Total Flooding System). Kapalı ya da tehlike anında kapatılarak izole edilebilecek bir hacmin tümünü korumaya yönelik olarak tasarlanan sistemlerdir. Sistemin tüm bileşenleri mekana göre tasarlanmıştır ve sabittir. Tetiklendiğinde depolanmış olan gazın tümü korunacak hacme boşaltılır. (örneğin bir kimyasal madde deposu).
- **Lokal Gaz Uygulamaları:** (Local Applications) Açık mekanda belli bir mahalin (örneğin bir fabrika alanındaki belirli bir makine) korunmasına yönelik sistemler. Tesisat ve gaz tüpleri sabittir. Gaz doğrudan alevin üzerine boşaltılır
- **Hortumlu Gaz Hattı Sistemi:** (Hand Hose Line) Bu sistem, sabit bir CO₂ kaynağına bağlı bir hortum ve nozulden oluşur. Bir çeşit “Gazlı yangın dolabı” da denilebilir.
- **Sabit Tesisatlı - Taşınabilir Gaz Beslemeli Sistemler:** (Standpipe Systems with Mobile Supply). Bu sistemler, yukarıda verilen üç gruptan herhangi birine uygun olarak tasarlanabilir. Aradaki tek fark, bu tasarımlarda gaz kaynağının sabit olmamasıdır. Bir yangın halinde tüpler - genellikle itfaiye tarafından-mahale getirilir ve sabit tesisata bağlanır.
- **Denizcilik Amaçlı Sistemler:** “Marine Systems” başlığı altında (NFPA 12; Chapter 6) bu grupta, deniz araçları ve platformlarda karbondioksitli söndürme uygulamalarının standartları ele alınmıştır. Bu grup makine daireleri, kapalı jeneratör hacimleri v.b. uygulamaları kapsamaktadır.
- NFPA’da ele alınmamış olan bir başka sistem de, genel olarak “yanmazlaştırma sistemi” (inerting system) olarak adlandır-

rılabilecek bir sistemdir. Ortamdaki oksijen miktarını yanmanın gerçekleşmeyeceği ve insanların yaşamını sürdürebileceği bir oranda tutmak esası üzerine kurulu bu gibi sistemler değişik üretilerde araştırma-geliştirme aşamasındadır. Böyle bir sistemde bir gaz ayrıştırıcı cihaz, ortamdaki havanın oksijenini ayrıştırarak dışarı atar, elde edilen azotu mekanda basarak içerideki havanın oksijen konsantrasyonu düşürür ve sabit bir değerde (%13.5 dolayında) tutar.

Taşınabilir tüplerin temel prensipleri giriş bölümünde açıklandığında burada tekrar ele alınmayacaktır. İlgili okuyucu, NFPA 10'da tüplere ilişkin standartların detayını öğrenebilir. Sabit tesisatlı sistemler aşağıda işlenmiştir.

3. Sabit Tesisatlı Gazlı Söndürme Sistemleri

Sabit tesisatlı bir gazlı söndürme sisteminin temel bileşenleri şunlardır:

- **Gaz deposu / Kaynağı / İstasyonu:** Sistemin tasarımına göre gazlar, yüksek basınç tüpleri ya da (karbondioksit uygulamalarında olduğu gibi) daha düşük basınçlı gaz tanklarında da depolanabilir. Bu seçim daha çok gazın depolanacağı çevre şartları ile belirlenir. Depolanacak gazın miktarı, söndürülecek (ya da gaz ile doyurulacak) olan mekânın hacmine göre hesaplanır. Gaz istasyonları söndürülecek her mahal için ayrı ayrı olabileceği gibi, merkezi bir mahalde birden çok sayıda mahale hitap edebilecek şekilde de tasarlanabilir.
- **Gaz boşaltma tesisatı:** Gazın istenen bölgede, istenen zaman aralığında ve yoğunlukta dağıtılabilmesi için gereken boru tesisatı ve nozullardan oluşur. Sistemdeki nozul adedi ve nozul açıklıkları (orifice) hem gaz boşalma süresini hem de boşalma sonrasında nozulun etkin olduğu bölmelerdeki gaz konsantrasyonunu etkiler.
- **Algılama / Tetikleme Sistemi:** Ortama gaz boşaltılmasını gerektirecek tehlikeli durumu algılayan elektronik algılama sistemidir. Sistemin algılaması gereken durum "yangın" yani alev ya da duman olmak zorunda değildir. Ortamdaki parlayıcı gaz konsantrasyonunun tehlikeli sınırlar ulaşması da müdahale edilmesi gereken bir tehlike durumu olabilir.

Algılama sistemi yangını ya da tehlikeli durumu algılar ve tasarım senaryosuna göre ya otomatik olarak boşaltma sistemini tetikler, ya da operatöre bir alarm sinyali gönderir ve operatör sistemi elle aktive eder. Algılamadan

gelen sinyal uyarınca gaz boşaltma vanası açılır, gaz tesisat üzerinden söndürülecek mahallerde gerekli olan konsantrasyon sağlanacak şekilde dağıtılır.

Böyle bir sistemin tasarımında kullanılan kriterler ve mühendislik parametreleri şunlardır:

3.1 Mekan ve Kullanımı İle İlgili Kriterler:

- **Mekânın Hacmi:** Söndürülecek mekânın hacmi, söndürmede kullanılacak gaz miktarını belirlemek için gereklidir. Fakat mekânın hacmi, içinin doluluk oranına göre çok fazla değişiklik gösterebilir. (Örneğin bir boya deposunun boş hacmi ile malzeme doluyken ki hali) Bu yüzden, tasarımlarda mekânın geometrik hacmi değil efektif hacmi ya da tasarım hacmi kullanılmalıdır. Güvenli bir tasarım için genellikle mekânın boş hacmi kullanılır. Bu değer de yangın senaryosunda belirlenir.

Hacim hesaplanırken, yükseltilmiş döşeme ve asma tavan içinde kalan bölmeler ayrı ayrı hesaplanır ve bölmelere ayrı tesisat ile gaz boşaltılır. Hacim bilgisi tek başına yeterli değildir; en, boy ve yükseklik ölçüleri de ayrı ayrı bilinmek durumundadır. Bu bilgiler, hacim bölmelerine yerleştirilmesi gereken nozul niteliklerini ve adetlerini belirlemek için kullanılır.

Tesisatın yapısına göre gazın boşalırken yukarı yada aşağı doğru ilerliyor olması boşalma hesaplarını etkiler. Bu yüzden yükseklik önemli bir parametredir. Bazı tesisatlarda merkezi gaz istasyonu binanın tek katına konulur ve bu kattan alt ve üstteki katlara dağıtım yapılır. Böyle durumlarda yükseklik önemli bir parametre olmanın ötesinde bir tasarım kısıtı olarak da karşımıza çıkabilir.

- **Açıklıklar:** Bir başka önemli kriter de mekândaki kapılar, havalandırma menfezleri ve benzeri açıklıklardır. Gazlı söndürmenin etkin olabilmesi için ideal olarak mekânın tam kapalı (ya da tam kapatılabilir) olması istenir, ancak bu ideal şartları tam olarak elde etmek mümkün değildir. Kapalı olsalar bile kapı-pencere açıklıklarından, havalandırma kanallarından gaz sızıntısı kaçınılmazdır. Sistem tasarımında gaz miktarı hesaplanırken, kullanılacak gazın niteliğine göre bu gibi sızıntılar için bir katsayı hesaplanır ve gaz miktarı orantılı olarak artırılır.

Açıklıklar öte yandan gazın boşalmasından sonra ortamın havalandırılabilmesi için gereklidir.

Tüm gazlar boşalma sonrasında odadaki ortam basıncını yükseltir. Projeye göre, boşalma sonrasında ortam basıncını düzenlemek (gaz konsantrasyonunu istenen bir düzeyde tutarken odaya yüksek basınçtan dolayı hasar vermemek) için gerektiğinde basınç atım düzeneği tesis edilmelidir.

- **Mekânda Normalde İnsan Olup Olmadığı:**

Söndürmede kullanılan gazların insan sağlığına etkisi düşünülmesi gereken bir parametredir. Her gaz için insan sağlığını tehlikeye sokacak konsantrasyon seviyesi bu konsantrasyondaki bir gazın solunabileceği en uzun süre NFPA'de listelenmişse de, insanların bu gazlara maruz kalması istenmez.

Tehlike anında yangını söndürmek amacıyla kapıların otomatik olarak kapatılması, içeride insanların mahsur kalması ile sonuçlanabilir. Öte yandan kapıları otomatik olarak kapatan bir mekanizma olmaz ise, içerideki gaz konsantrasyonu dağılacığından söndürme etkin olmayacaktır. Bu ikilemin çözüm alternatifleri yangın senaryosu oluşturulurken kararlaştırılmalı ve sistem ona göre tasarlanmalıdır. Seçenekler arasında, yangın alarmının ardından gaz boşaltımının mekânın insandan arındırıldığından emin olduktan sonra bir yetkili tarafından elle yapılması ya da gazın insanların tahliyesine zaman tanıyan bir gecikmeyle otomatik olarak boşaltılması düşünülebilir.

- **Kullanım Amacı ve Ortam Şartları:** Mekânın kullanım amacı, yani normal şartlarda içeride bulunacak (depolanacak) malzemenin niteliği, kullanılacak gazı ve miktarını belirlemek açısından önemlidir. Söz gelimi, yüzey yangınlarında etkili olabilecek bir gaz konsantrasyonu, için için yanan bir malzemeyi söndürmekte yetersiz kalabilir.

Örneğin bir pamuk deposunda içten yanmakta olan bir pamuk yığnında gazın pamuğun içine işleyerek etkili olabilmesi için daha yüksek konsantrasyon gerekir, dolayısıyla bu gibi bir projede gaz hesabı depolanmış malzemenin dış hacmine göre yapılırsa söndürme etkisiz olabilir. Ortam sıcaklığı da gaz seçimini etkileyen önemli bir faktördür. Her gazın kullanılabilmesi için en düşük sıcaklık seviyesi vardır. Bu değerden daha düşük sıcaklıklarda, basınçlı tüpte sıvı haldeki gaz, gaz haline dönüşmeyebilir, yani boşalmayabilir. Sıcaklık diğer yandan gaz boşaldıktan sonra mahalde elde edilecek gaz konsantrasyonunu da etkiler.

3.2. Tesisat İle İlgili Parametreler:

Tesisatla ilgili parametrelerin tümü gazın boşalması, daha açık bir ifadeyle gazın tasarlanan zamanda istenilen konsantrasyona ulaşabilmesi için sistem hesaplarında kullanılır. Bu parametrelerden önemli olanları aşağıda sıralanmıştır.

- **Tüp bağlantı rakorlarının dönme yarıçapı:** Belli bir yarıçaptan daha az olursa, sıvı haldeki gazın gaz haline Sonuçta nozul ucunda istenen basınca ulaşamaz, gaz boşalması gecikir.
- **Akışın dikey yönü:** Akışın tüp bağlantısından başlayarak yukarı ya da aşağı doğru gelişmesi.
- **Tesisat boru çapı ve uzunluğu, kullanılan dirsek sayısı**
- **Tesisatın dişli ya da kaynaklı olarak yapılması:** Gazın maruz kalacağı sürtünmeyi ve dolayısıyla nozul ağzındaki boşalma basıncını değiştirir.
- **Nozul açıklıkları (orifis / diyafram) ve adetleri,**
- **Nozullerin yerleşimi.**

Dikkat edilecek olursa sonuncusu hariç parametrelerin tümü, tüp çıkışından başlayarak nozul ucuna kadar gazın tesisat içindeki akışına (sürtünmeye) ilişkin parametrelerdir.

Nozullerin yerleşimi ise gazın mekanda homojen dağılması ile ilgilidir. Nozullerin açıklığı ve yerleşimi, kullanılacakları hacim bölümüne ve kullanılacak gazın göre üretici firmanın verdiği teknik özelliklere uygun olmalıdır.

4. Söndürmede Kullanılan Gazlar

Karbondiyoksit ve Halon 1301 gazları bilinen en eski söndürücü gazlardır. Özellikle Halon, insan sağlığına zararı olmaması ve çok etkin bir söndürücü olması itibarıyla uzun yıllar alternatif olarak kullanılmıştır. Ancak, atmosferdeki ozon tabakasına zarar verdiği anlaşıldıktan sonra Halonun kullanımı uluslararası bir uzlaşmayla engellenmiştir. (Montreal Convention, 1987). Buna göre yeni tasarlanan söndürme sistemlerinde Halon kullanılmayacaktır. Mevcut Halonlu sistemler ise zaman içinde başka gazları kullanacak şekilde değiştirilecektir. Sistemin tesisatının kullanılan gazın uyumlu olması gerektiği hatırlanırsa, yalnızca gazı değiştirmek yeterli olmayacak, aynı zamanda tesisatın da yenilenmesi gerekecektir ki, bu da kullanıcılar için hiç hesapta olmayan bir maliyet demektir. Bu yüzden, Halonun özelliklerine sahip gazlar, değişim projelerinde özellikle tercih edilmektedir.

Karbondiyoksit kullanımı devam etmektedir. Bu gazın da atmosferde “sera etkisi” ile küresel ısınmayı arttırdığı bilinmektedir.

Ancak söndürme sistemlerinde açığa çıkan CO₂ miktarı, dünyadaki diğer tüm CO₂ üreteçlerinden yayılan gaz miktarına kıyasla ne denli önemli olabileceği de ayrı bir tartışma konusu olabilir.

Günümüzde söndürme amaçlı olarak kullanılan gazlar üç grupta ele alınmıştır: (NFPA 2000 Edition)

bir kalıntı bırakmayan madde olarak tanımlanmıştır. (NFPA 2001, 1-3.8: Clean Agent, 2000 Edition. “Clean Agent” terimi Türkçe’de “Temiz Söndürücü” olarak karşılanmıştır. Bu makalenin konusu bağlamında “Temiz Gaz” terimi de tercih edilebilir.)

Dikkat edilecek olursa, tanımda gazın (maddenin) “temiz” olması insan sağlığına ilişkin bir tanım değildir. Dolayısıyla zehirli etkisine rağmen karbondiyoksit de “temiz” bir söndürücüdür.

5. Tanımlar

Gazların insan sağlığı üzerindeki etkileri NFPA’da, aşağıda verilen NOAEL, LOAEL ve PBPK tanımları çerçevesinde ele alınmıştır.

5.1. İnsan Sağlığına ve Çevreye İlişkin

Tanımlar:

- **NOAEL (No-Observable Adverse Effect Level):** İnsan sağlığına hiçbir olumsuz etkinin gözlenmediği en yüksek gaz konsantrasyonudur.
- **LOAEL (Lowest Observable Adverse Effect Level):** İnsan sağlığına olumsuz etkilerin gözlemlendiği en düşük gaz konsantrasyonu.
- **PBPK (Physiologically Based Pharmacokinetic modelleme):** Gazların toksit etkileri yerine, organizma üzerindeki fiziksel etkilerinin parametre olarak alındığı, gaz konsantrasyonuna göre güvenli soluma sürelerinin tespit edildiği bir yöntemdir. Bu yöntemle, her gazın belirli yoğunlukları için insanların maruz kalabilecekleri en uzun soluma süreleri NFPA’da verilmiştir. Örneğin %10 HFC 227ea konsantrasyonuna bir insan en çok 5 dakika maruz kalabilir, v.b. Bu yöntemde gazların fare ya da köpekler üzerinde ki etkileri gözlenir ve biyolojik /matematiksel projeksiyon ile bu değerlerin insan organizmasındaki karşılıkları hesaplanır. Yani verilen değerler gerçekten insanlar üzerinde yapılmış deney sonuçları değildir. (Detay için Bkz: NFPA 2001 Appendix A).
- **ODP (Ozon Depleting Potential):** Ozon tabakasına zarar verme katsayısı (sıfır üzeri değerler zarar vericidir).
- **GWP (Global Warming Potential):** CO₂ gazı baz alınarak 100 yıl için belirlenir. CO₂ için GWP=1 (100 yıl).

5.2 Söndürme Etkinliğine İlişkin

Tanımlar:

- **Tasarım Konsantrasyonu:** Gaz boşaldıktan sonra mahalde elde edilmesi gereken gaz konsantrasyonudur. Gaz hesabı yapılırken, kaçaklardan sızabilecek gaz miktarı da göz önüne alınarak, hesaplanan tasarım konsantrasyonu bir emniyet faktörüyle çarpılarak depolanacak gaz miktarı bulunur. Bu faktör, yangının sınıfına göre değişiklik gösterse de; genellikle NFPA’ de 1.2, ISO standartlarında 1.3 olarak verilmiştir.
- **Söndürme Konsantrasyonu:** Testler sonucunda bulunan söndürme için yeterli olan konsantrasyon değeridir. Her gaz için farklıdır.
- **NEL: (No Effect Level):** Gazın söndürme etkisinin gözlenmediği konsantrasyon düzeyidir. Örneğin inert gazlar için bu seviye %12 O₂ seviyesidir. Yani bir inert gaz mahale boşaldıktan sonra ortamdaki oksijen seviyesi %12 ise, gazın söndürücü etkisi gözlenmez.
- **LEL: (Lower Effect Level):** Söndürücü etkinin gözlemlendiği en düşük konsantrasyon seviyesidir. İnert gaz boşaldığında ortamdaki oksijen seviyesi %10 ise, söndürme etkisi en düşük düzeydedir.

6. Sonuç

Verilen bu tanımlar çerçevesinde, söndürmede kullanılan gazların karakteristikleri Tablo 1’de derlenmiştir. Tabloda en çok kullanılan gazların özellikleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Tablodan da anlaşılacağı gibi gazlı sistemler arasında “en iyi” sistemi aramak pek anlamlı değildir. Çünkü sistemler birbirlerine göre “iyi” ya da “kötü” değildirlir, sadece “farklı” dırlar. Karşılaştığımız her konuda olduğu gibi bu sistemlerin tasarımında önce “iyi mühendislik” yapıp daha sonra amaca “en uygun sistemi” seçmek gerekir.

7. Kaynakça

1. NFPA, 2002 Edition.
2. Greenhouse Gases and Global Warming Potential Values, U.S. Environmental Protection Agency, April 2002 [http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/UniqueKeyLookup/SHSU5BUM9T/\\$File/ghg_gwp.pdf](http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/UniqueKeyLookup/SHSU5BUM9T/$File/ghg_gwp.pdf).
3. Montreal Protocol, December 4, 1997 <http://www.teap.org/TEAP%20SITES/TEAP/REPORTS/REPORTS%20DOWNLOADS/TN2R0.pdf>.
4. Human Inhalation of Halon 1301, HFC-134a and HFC-227ea, 19 August 1997.; Adı geçen gazların insan üzerindeki gerçek etkisine yönelik bir araştırma. <http://www.fluorideaction.org/pesticides/1.1.1.2.3.3.3-hep.97.report.htm>.

Gaz	Kimyasal Formül	NFPA' da anılan ismi	Ticari İsmi	NOAEL	LOAEL	Tipik Tasarım Konsantrasyonu	Tipik Depolama Basıncı (Bar @ 21°C)	Tipik Boşaltma Süresi (Gazın %95)	Tipik Kullanım Ortamı Sıcaklığı (°C)	ODP	GWP
Karbondioksit	CO ₂	CO ₂	Karbondioksit	Geçersiz (*)	Geçersiz (*)	%34 Yüzeysel yangınlar % 50-75 Derin yangınlar	**D.B.S. için 20 **Y.B.S. için 50	30-60 sn	-18 / +54	S:fr	1
Argon	Ar	IG-01	Argon	%43 %12 O ₂ seviyesi	%52 %10 O ₂ seviyesi	% 38	163 - 204	60 sn	-29 / +54 (****)	S:fr	S:fr
Azot	N ₂	IG-100	Azot	%43 %12 O ₂ seviyesi	%52 %10 O ₂ seviyesi	% 38 -42	165 - 223	60 sn	-29 / +54 (****)	S:fr	S:fr
Karışık Inert gaz	%52 Ar %40 N ₂ %8 CO ₂	IG-541	Inergen	%43	%52	% 34 -52	150 - 200	60 sn	-29 / +54 (****)	S:fr	(***)
Karışık Inert gaz	%50 N ₂ %50 Ar	IG-55	Argonite	%43	%52	% 38 -42	153 - 306	60 sn	-29 / +54 (****)	S:fr	S:fr
Trifloro -methane	CHF ₃	HFC23	FE13	%50	>%50	%16-21	40	10 sn	-40 / + 50	S:fr	12.000
Heptaflouropropane	CF ₃ CHF ₂	HFC227ea	FM200 FE227 NAFS227 HFC227	%9	%10,5	% 9-9.7	25-42 Azotla başlangıçta sıvı halinde	10 sn	0 / + 40	S:fr	3.500
Pentaflouroethane	CF ₃ CHF ₂	HFC125	FE25 NAFS125	%7,5	%10	8-9 %	32-35	10 sn	-10 / + 40	S:fr	3.400

(*) : Karbondioksit insan sağlığına zararlı olduğu için NOAEL ve LOAEL kriterleri geçerli değildir. Tasarımlar, boşalma sonrasında %12 oksijen konsantrasyonu sağlanacak şekilde yapılır.

(**) : Düşük Basıncılı Sistemler (D.B.S.), Yüksek basınçlı Sistemler (Y.B.S)

(***) : Karışımındaki gazların karakteristiklerine uyar. Gerçek değerler gazı temin eden firmadan sağlanmalıdır.

(****) : NFPA 2001 2-3.3.3 nolu maddeye istinaden

Tablo 1. Söndürmede Kullanılan Gazların Temel Karakteristik Özellikleri

8. Kaynak

NFPA Yayınları

Yazarlar;

Atilla Aday,

1979 yılında Ankara doğumludur. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Halen ARI Otomasyon ve Yangın Güvenlik firmasında Sistem Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

Ata Özdenal,

1977 yılında Ankara doğumludur. İlk-Orta-Lise eğitimini Ankara Yükseliş Koleji'nde tamamlamıştır. 2001 yılında Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2003 senesinde Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü "Yenilenebilir Enerji Sistemleri" konusunda ki yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Meslek hayatına 2000 yılında Diktaş Soğutma ve Metal A.Ş. de başladı. 2003 yılında ARI Otomasyon ve Yangın Güvenlik San. Ltd. Şti. 'nde Yangın Sistem Uzmanı olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

Bülent Yılmaz,

1978 yılında Bandırma doğumludur. 2001 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. ARI Otomasyon ve Yangın Güvenlik San. Ltd. Şti. 'nde Sistem Uzmanı olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

Pasif Yangın Önleme Sistemleri

Mehmet Gürçaner; Danışman

ÖZET

Yangının kontrol altına alınmasında Pasif Yangın Önleme Sistemlerinin önemi büyüktür. Pasif Yangın Önleme Sistemleri iki ana başlıkta toplanır. Bunlardan birincisi alev ve dumanı kontrol altına alarak yayılımını önleyen sistemlerdir, diğeri ise taşıyıcı konstrüksiyonların yangın ortamında dayanım zamanını artıran sistemlerdir.

Pasif Yangın Önleme Sistemleri; aktif sistemlerin, itfaiyenin müdahalesine ve tahliyeye zaman kazandırması yönünden önemlidir. Yangın esnasında alevden önce duman hızla sızabildiği tüm hacimleri kısa bir zamanda kaplamaktadır. Bu durumda, kaçma zorluğu içinde olanların kurtarılması için bekleme zamanına ihtiyaç duyurmaktadır. Pasif Yangın Önleme Sistemler, ihtiyaç duyulan bu zamanın kazanılması ile can ve mal kaybı riskininde ortadan kaldırılmasına yardımcı olurlar.

The Passive Fire Protection Systems

ABSTRACT

For controlling a fire, the passive fire protection systems have a great importance. There are two main groups of systems in passive fire protection. Systems in the first group work by checking flame and smokes, and stop dispersal. The ones in the other group promote the period of durability of bearer constructions in the fire environment.

Passive fire protection systems are significant in terms of gaining time for active intervention systems of the fire brigade and the discharge. In the course of fire, smoke rapidly spreads before flame, and covers all spaces in a short time. Therefore, some waiting time is necessary to save people who have to escape. Passive fire protection systems also help to eliminate risks of demise and loss of properties ensuring to gain this needed (idle) time.

Bu yazıdaki amaç, her zaman yaşamsal risk olarak önem taşıyan, yangından korunma sistemleri içinde ayrı bir ihtisas konusu olan pasif yangın önleme sistemleri hususunda bilgi paylaşımıdır. Bu çerçevede pasif yangın önleme sistemlerine, malzeme ve uygulama ayrıntılarına girmeden, genel bilgi açısından bakılacaktır.

Günümüzde, Ülkemizde deprem gibi yeni yeni dikkat çekmeye başlayan yangın riskleri, gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır bilimsel ve uygulamalı çalışmalara konu olmaktadır. Ülkemizde yürürlüğe girmiş olan Yangın Yönetmeliği, eksiklikleri olmakla beraber önemli bir adım olmuştur. Yangını önleme ve yangından korunma konusunda, çalışan malzeme üreticisinden itfaiyedeki görevliye ve hatta tüm toplum olarak bu sorumluluğu taşımak ve bilinçlenmek zorunluluğu vardır. Bu çalışma, bilgi paylaşımının yanı sıra, bu bilincin gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır.

1. Giriş

Yangın önleme ve söndürme sistemleri iki ana grupta toplanmaktadır. Bunlardan ilki hepimizin bildiği aktif sistemlerdir.

- Aktif sistemler; kendi içinde algılamalar, söndürme sistemleri, ikaz sistemleri, itfaiye, insan gücü gibi alt sistemlere ayrılmaktadır.

İkinci grup ise pasif yangın önleme sistemleridir.

- Pasif sistemlerde kendi içinde alt gruplara ayrılmaktadır. Bina ve tesis gibi tüm yapılarda yanıcı malzemeler bulunduğu sürece ve bulunan bu malzemelerin miktarı ile de yangın riskinin boyutu değişim göstermektedir.

Gelişen teknolojik sistemler, yapılarda yangın riski olasılığını artırmaktadır. Bu da çeşitli sistemlerin (çalışma ve kontrolü için) işlevselliği amacı ile kullanılan tesisat ve ekipmanlardan kaynaklanmaktadır. Örneğin, binalarda kullanılan plastik borulardan yatay bir PVC kablo grubunda alevin yayılma hızı 20 mt/dak. dır.

1.Pasif Yangın Önleme Sistemi Nedir?

Pasif yangın Önleme Sistemi, yangın riski olan bölüm ve bölgelerde yangın çıkmadan önce çeşitli malzemeler ile yangının (alev ve dumanın) yayılmasını geciktirerek kontrol altına alınmasını sağlamak için uygulanan önlemlerdir. Yangın çıktığı takdirde ise yangının (alev ve dumanın) bulunduğu bölüm veya bölgeden bir başka tarafa geçişini engelleyen, yangının kontrol altına alınmasını sağlayan, aktif sistemlerin müdahalesine ve can, mal emniyetinin sağlanması için tahliyeye zaman kazandıran sistemlerdir.

1.1.Pasif Yangın Önleme Sistemleri Nerelerde Kullanılır?

A.Kullanım Alanları

Pasif yangın önleme sistemi, yangın riski olan her yerde kullanım alanı bulmaktadır. Bu alanları; alışveriş merkezleri, oteller, fabrikalar, plazalar, dört katın üzerindeki tüm binalar, havaalanları, rafineriler, nükleer ve termik santraller, metrolar, gemiler vb. şeklinde sınıflayabiliriz.

B.Uygulama Yerleri

Yatay ve dikey elektrik şaftları,
Yatay ve dikey mekanik şaftlar,
Elektrik pano oda ve bölümleri,
Bilgisayar oda ve bölümleri,
Trafo merkezleri,
Yakıt Tankları,
Özel bölümler arası geçişler,
Kazan daireleri,

Yapısal çelikler, ahşap konstrüksiyonlar,
Yangın riski olabilecek her alanda uygulanır.

Pasif yangın önleme sistem kullanılacağı alan ve yerlerdeki malzemeler, yangın risk çalışmaları yapılarak seçilmelidir. Kullanılacak yer ve şartlara göre malzemenin karakteristik özellikleri değişmektedir.

Bu nedenler ile yapılacak yangın risk çalışmalarında öncelikle yangın kompartmanlarının belirlenmesi şarttır.

Pasif yangın önleme sistemlerinde yangının tipi önemlidir. Selüloz yangınları ile hidrokarbon yangınlarında kullanılacak malzemeler özenle seçilmelidir. Test koşullarında hidrokarbon yangını sekiz

PLASTİK MALZEMELERİN YANGINDAKİ DURUMU

Yangını (alevi) üzerinde taşımayan önemli plastikler

PVC (Polyvinyl chloride)

PVC-U (Rigid poly vinyl choloride unplasticized)

PVC-C (Polyvinyl chloride chlorinated)

PVC-HI (High impact polyv.chloride)

PP (Non -propagating polypropylene)

Yangını (alevi) üzerinde taşıyan önemli plastikler

PE (Polyethylene)

HDPE (High densty polyethylene)

LDPE (Low densty polyethylene)

PP (Polypropylene)

ABS (Acrylonitrile-butadiene- Styrene)

ASA (Acrylonitrile-styrene-acrylic ester copolymer)

PB (Polybutene)

dakikada 900 °C ulaşırken, selüloz yangınlarında aynı ısı derecesine altmış dakikada erişilmektedir.

Selüloz yangınları ahşap, kumaş, kağıt gibi malzemelerin yanmasıdır. Büro, hastane, alışveriş merkezleri, okullar bu tip yangın sınıfındadır. Hidrokarbon yangınları ise, kimyasallar, yakıt gibi malzemeleri içermekte ve rafineri gibi tesislerde oluşma riskine sahiptir.

Bir ince nokta ise tünellerdir. Tünellerde de hidrokarbon riski söz konusudur. Akaryakıt tankeri cinsi bir aracın tutuşması da temel olarak hidrokarbon yangınıdır. Böyle durumlarda standart sıcaklık hidrokarbon veya selüloz olsa da yaklaşık 1300 °C olmaktadır.

2.Yangın Kompartmanı Nedir?

Yangın kompartmanları yangının (alev ve dumanın) kontrol altına alınması ve yayılmasını önlemek için yapılarda oluşturulan bölme ve bölümlendirmelerdir. Burada ortaya çıkan bir gerçekte bina proje aşamasında iken mimar veya sorumlu kişilerin olası yangın risklerine, can, mal emniyeti ile müdahale biçimlerine göre kompartman belirlemelerini baştan göz önüne almalarıdır.

2.1.Pasif Yangın Önleme Sistemlerin Uygulanması Gereken Yangın Risk Noktaları

Pasif yangın önleme sistemlerin uygulanması gereken yangın risk noktaları; shaftlar, pano odaları, kablolar, kazan daireleri, vb. şeklinde sıralanabilir. Hiç şüphesiz ki en riskli noktalar shaftlardır. Shaftlar alev ve dumanın en hızlı bir şekilde yayılmasına, diğer bölümler ile

katlara transferlerini sağlar. Bunlardan elektrik shaftları bina içinde en yaygın dağılımı olan yangın (tutuşma) riski yüksek olan elektrik kablolarının bulunduğu geçişlerdir. Bir diğer yangın riski noktası ise pano odalarıdır. Pano odalarında oluşacak bir yangın süratle her tarafa yayılmış bulunan kablo geçişleri (shaftları) üzerinden dağılacaktır. Bu odalarda pasif yangın önleme sistemler ile alınacak önlemler yangını hapsedip oksijensiz kalmasını sağlayarak hızının kesilmesine ve kontrol altına alınmasına imkan tanır.

Kablolar ise, günümüzde yangın (tutuşma) riski çok düşük malzemelerden yapılmasına rağmen sonuçta bir müddet sonra yangın ortamında dayanımlarını yitirirler. Sadece tutuşma noktası önemlidir. Ne yazık ki teknolojik yapıların dışında hatta gelişmiş yapıların önemsiz görülen noktalarında PE, PP vb. malzemelerden kaplı kablo veya izolasyonlar kullanılabilir. İşte bu tip malzemeler üzerinde kısa devreden çıkan bir alev hızla büyüyerek ilerlemektedir. Ayrıca bu malzemelerin yanması kötü bir koku ve dumana neden olmaktadır. Bu da zehirlenmelere yol açmaktadır. İnsanların ölümlerine sebep olan ve söndürme çalışmalarını zorlaştıran her zaman duman olmuştur.

Mekanik shaftlarda yangın riski yoktur. Bu shaftların olası bir yangın içindeki en etkin fonksiyonu alev ve dumanı transfer ederek hızla dağılımını sağlamasıdır. Mekanik shaftlarda alınacak önlemler yine risk konumuna göre değişim gösterebilir. Mekanik shaft geçişleri bazen elektrik shaftları ile birlikte olabilmekte, plastik boru geçişleri yangın risk noktalarına yakın olabilmektedir.

İşte böyle durumlarda ise plastik boru geçişlerinin yangın durumunda eriyerek alev ve dumanın geçişine imkan sağlamaları söz konusu olmaktadır. Bu durumlarda plastik borulardaki geçişlerde önlem alınması şarttır. Bu tip yerlerde de kelepçe ve sargı tipi malzemeler kullanılmaktadır.

Bir başka risk noktası da kazan daireleridir. Buralarda da oluşabilecek alev sıçraması kablo tutuşması, baca tutuşması gibi riskler söz konusudur. Ayrıca çatı yangınlarını önlemek için, pasif yangın önleme sistemler ile önlemler alınması gereklidir.

3.Pasif Yangın Önleme Sistemleri Nelerdir?

Yazının şu ana kadar ki bölümünde pasif yangın önleme sisteminin tanımını ve uygulanabileceği yerler hususunda bilgiler vermeye çalıştık.

Pasif yangın önleme sistemleri kendi içinde iki alt gruba ayrılmaktadır.

- Yangının (alev ve dumanı) dağılımını durduran ve engelleyen sistemler, (yangın kompartmanları üzerindeki uygulamalar),
- Taşıyıcı konstrüksiyonların yangın ortamında dayanım zamanını artıran sistemler.

Pasif yangın önleme sistemler ile ilgili malzemelerin uluslararası standartlarına, geçerliliği kabul edilmiş laboratuvarlarca yapılmış test raporlarına sahip olmasına dikkat edilmesi çok önemlidir.

4.Yangının Dağılımını Engelleyen Sistemler

Bu grubun içinde önceden bahsettiğimiz shaft, kazan dairesi, kısaca yangın kompartmanlarında yapılan yalıtımlardır.

Bu yalıtımlar, yalıtım yapılacak noktanın durum ve şartlarına göre seçilecek malzemeler ile yapılır. Burada önemli olan bir nokta, yapılan risk analizi sonucu elde edilen yangına dayanım süresidir. Bu sürenin belirlenmesinde çoğu kez, itfaiyenin gelişi ve müdahaleye zaman kazandıracak zaman diliminin göz önüne alınması hususları dikkatten kaçmaktadır. Oysa ki, bahsi geçen iki unsur ihmal edilemeyecek zaman taleplerini ihtiva etmektedir.

Belirlenen kriterlere göre kullanılacak en ekonomik malzeme seçilir. Bu çalışmalarda mutlaka bu konuda yeterli bilgiye sahip kişi veya kuruluşlar ile iletişimde olmanın faydası olacaktır.

Bu grupta iki değişik karakterde malzeme vardır.

1. Isı karşısında reaksiyon göstererek (intumescent) şişen malzemeler.
2. Isı karşısında direnç gösteren (barrier) malzemeler.

4.1.Reaktif malzeme (İntumescent materials) nedir?

Şartlar normal iken stabil halde durumunu korurken yangında ısı ile reaksiyona girerek normal konumunda malzemenin cinsine göre 10 ile 50 misli büyüme göstererek yalıtım noktasında alev ve duman geçişine imkan vermeyen malzemelerdir.

Bunlardan örnekler,

Yangın geciktirici reaksiyoner mastik (Fire retardant intumescent mastic),

Yangın geciktirici yastık (Fire retardant seal bags),

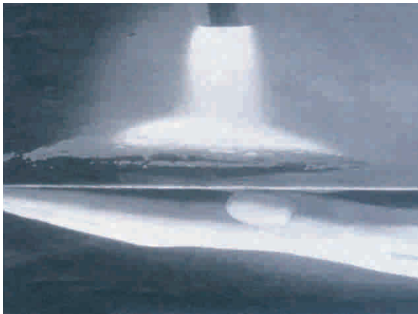
Yangın geciktirici fitiller (Fire resistant seals),

Yangın geciktirici plastik boru kelepçesi (Fire resistant pipe collar),

Yangın geciktirici plastik boru sargısı (Fire resistant wrap),

4.2. Isı karşısında direnç gösteren (Barrier) malzemeler

Bu tip malzemeler reaksiyoner malzemeler



gibi olmayıp, istenilen dayanım süresine göre alev ve dumanı bloke eden, durduran karakteristik yapıya sahiptir.

Bunlardan örnekler:

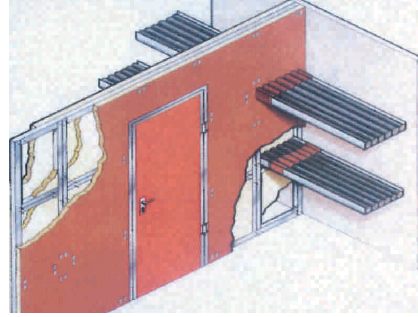
Yangın geciktirici dolgu harcı (Fire stop compound - mortar),

Yangın geciktirici perdeler (Fire rating curtain),

Yangın durdurucu bariyer (Fire stop barrier),

Yangın geciktirici kablo kaplaması (Fire rating cable coating),

Ayrıca yangına dayanıklı ahşap veya metal kapılar bu grubun içindedir. Yangına dayanıklı kapılarda istenilen dayanım süresine göre farklı özellikte üretilmekte, malzemeler gibi test sertifikalarına sahip olması gerekmektedir.



5. Taşıyıcı Elemanların Dayanım Zamanını Uzatan Sistemler

Bu sistemlerde korunacak malzeme yüzeylerine göre malzeme seçilmelidir. Ahşapların korunması, yapısal çelik veya diğer metallerin korunması amacı ile kullanılacak malzemeler değişik özelliktedir. Ahşapların korunmasında kullanılan malzemeler; 30 ve 60 dakika dayanımlı olarak ahşabın tutuşma geciktiriciliğini sağlayan bir kaplama tipi boyadır. Genellikle ham ahşap üstüne uygulanır, uygulanacak ahşabın emprenye edilmemesi gerekir. Ahşap üstünde kurtlanma ve çürüme-ye karşı özel bir koruyucu astar kat kullanılır.

Yangından koruyucu kat uygulandıktan sonra istenirse üzerine dekoratif bir boya kullanılabilir. Natürel tipi de mevcuttur, böyle



durumlarda ahşap görünümü korunmuş olur. çok önemlidir. Diğer önlemlerde olduğu gibi bir risk analizi yapılmalı ve şartnamesi hazırlanmalıdır. Bu şartname hazırlanırken bina yapı elemanlarının korunması ve en ekonomik çözüme imkan veren noktaların tespiti gereklidir.

Bu noktalar şunlardır:

- İstenen yangın dayanım süresinin müdahale ve risk durumuna göre belirlenmesi,
- Korunacak yapısal çeliğin taşıdığı yük durumu,
- Çeliklerin bölümü, tipi, ölçüleri, ağırlığı,
- Çeliklerin kiriş, kolon gibi yapısal konumları,
- Yapıda önemli hareketlenme olma ihtimali,
- Koruma malzemelerinin çarpma ve benzeri durumlara maruz kalma ihtimali,
- Korunacak çeliklerin görünür ve görünmez ortamdaki durumları,
- Binanın veya tesisin çalışma ortamı (yüksek rutubet, sıcaklık, toz vb) gibi bilgilere sahip olunması gerekmektedir.

Bu belirleyici hususlar ile uygulanacak en iyi koruyucu sisteme ulaşmak mümkün olacaktır.

5.1.Çeliklerin korunmasındaki uygulamalar nelerdir.

1. Alev ısı ile reaksiyona girerek şişen kaplama tipi boyalar (Fire resistant intumescent coating),
2. Isı karşısında direnç göstererek çeliğe ısı geçişini durduran sprej tipi harç kaplamalar (Fire resistant cementitious coating),
3. Isı karşısında direnç gösteren çeşitli malzemeler ile kuvvetlendirilmiş yalıtım plakaları (Fire resistant barrier),

5.2. Hp /A Nedir?

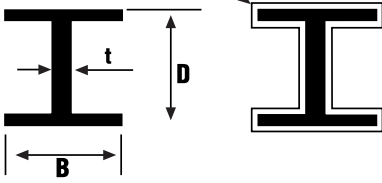
Yapısal çeliklerin üzerindeki koruyucu işlemler yapılmadan önce, yangın dayanım süresi için gerekli kalınlığın tespiti şarttır. Bu kalınlık tespiti için ise, çeliklerin ısı emiş özelliği çok önemli etkidir. Yangına maruz kalan çelik yüzeyi ne kadar büyükse çeliğin mukavemetini etkileyen ısı miktarı da o kadar büyüktür. İşte bu direnç kabiliyeti çelik bölümünün Hp / A faktörü olarak ifade edilir. Hp ısıtılan çevre (lineer metre olarak), A buna tekabül eden çelik kesit alanıdır (metrekare olarak).



Hp / A Faktörünün çelik ile ilgili verilere sahip olunarak formül üzerinden hesaplanması ile kullanılacak malzeme miktarı ile uygulama kalınlığının tespiti gerekmektedir. Bu uygulama miktarı çeliğin yangın karşısında istenilen dayanımı göstermesini sağlar.

Örnek

Yangına dayanımı artırıcı kaplama



$$2B + 2D + 2(B - t) = 4B + 2D - 2t \quad Hp$$

Üniversal Kiriş	203x203x52kg/m
B=203,9mm	D=206,2mm
t = 8,0mm	A= 66,4 cm ²

Kirişin 4 Yüzü aleve temas edecek
 $Hp = 4 \times 203,9 + 2 \times 206,2 - 2 \times 8,0 = 1212 \text{ mm} = 1,212 \text{ m}$

$Hp / A = 1,212 / 0,00664 = 182,5 \text{ m}^{-1}$
182,5 faktörü'ne göre üretici firmanın hesap tablosundan istenilen zaman dilimine göre uygulanacak kaplama kalınlığı tespit edilir.

Sonuç

Yukarıdaki bilgiler, pasif yangın önleme sistemlerinin tanımı, amaçları ve genel malzeme bilgilerini içermektedir. Pasif yangın önleme sistemleri uygulanmasının önemi uzun yıllardır bu konuda çalışan yabancı otoritelerce de aktif sistemlerin işlevselliğinin olması için bile şart olduğu vurgulanmaktadır.

Yazımızda belirttiğimiz gibi pasif yangın önleme sistemleri yangının kontrol altına alınmasında ve müdahale edilmesinde zaman kazanılmasına önemli bir rol oynamaktadır.

Pasif yangın önleme sistemleri uygulanmış tesis ve binalarda en önemli nokta ise belirli periyotlarda durum kontrolünün yapılmasına dikkat edilmelidir. Pasif yangın önleme sisteminin varlığının rahatlığı ile davranırken bilginiz dışında uygulama yapılmış bir noktada, teknisyenler tarafından yapılacak kablo değişimi veya tadilatlar uygulamanın bozulmuş olmasına neden olabilir. Tekrar düzeltilmediğinde ise pasif yangın önleme sisteminin varlığı sanılan noktada hiçbir güvenlik kalmamıştır.

Yazar;

Mehmet Gürcaner,

1956 yılında İstanbul doğumludur. Lisans eğitimini 1978'de Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi (eski adı Yüksek Teknik Öğretmen Okulu)'nde tamamlamıştır. Daha sonra İstanbul Üniversitesi, İşletme İktisadi Enstitüsü'nde "İşletmecilik İhtisas Programı" nı bitirmiştir. Ayrıca Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde yüksek lisans derecesi almıştır.

Üç yıl Meslek Yüksek Okulunda ve Mesleki Teknik Eğitimde mesleki eğitmen olarak görev yapmış olup, birçok özel sektör firmasında yöneticilikte bulunmuştur.

1997 yılında Mer Ltd. Şti.'nde pasif yangın önleme sistemleri konusunda yöneticilik ve teknik satış danışmanlığı yapmıştır. Daha sonra pasif yangın önleme sistemleri ile ilgili bir İngiliz kuruluşunda, sistemlerin seçimi, projelendirilmesi ve uygulanması konularında eğitim ve sertifikasyon almıştır. NFPA üyesi olup, halen pasif yangın önleyici sistemler konusunda çalışmalarını sürdürmektedir.

Gazlı Yangın Söndürme Sistemlerinde Basınç Kontrolü

Zeynep Odabaşı; Mak. Müh.

TTMD Üyesi

ÖZET

Otomatik gazlı yangın söndürme sistemi kurulacak ortamın, mimari ve yapısal özelliklerinin sistemin tasarım kriterlerini karşılayabildiğinin temin ve kontrolü, son kullanıcı, yüklenici ve sistem sağlayıcının sorumluluğundadır. Kontrat ve tasarım sürecinde bu anlamdaki şartların açıklıkla öngörülmesi önemli ve gereklidir. Gazlı yangın söndürme sistemi ile korunacak her bir ortam için dikkatle ele alınması gerekli dört ana kriter vardır :

- Ortamın yapısal mukavemeti: Korunan her ortamın, söndürücünün boşalmasından ötürü oluşabilecek basınç değişimlerine karşı yeterli dayanıma sahip olup olmadığı, tasarım aşamasında kontrol edilmesi ve hesaba katılması gereken önemli bir kriterdir.

- Ortam sınırlarının yangına direnci / alınmış tedbirler: Sistem kurulan ortam sınırlarının yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı olmasının sağlanması gereklidir. Ek olarak, korunan ortama bitişik bölgelerde yangın algılama ve ihbar sistemi tesis edilmesi ve / veya, binanın komple bir otomatik sulu söndürme sistemi ile yangına karşı korunması risk analizi sırasında dikkate alınması gereken tedbirler arasındadır.

- Ortamın basınç tahliye donanımı: Gazlı söndürme sistemlerinin tümünde, boşalma esnasında ani bir basınç değişimi oluşur. Ortamın yüksek basınçtan kaynaklanan bir hasar görmemesi için ilgili hesaplamalar yapılarak gerekiyorsa bir basınç tahliye düzeneğinin tasarıma dahil edilmesi gereklidir. Düzenekler, insan bulunmayan ve narin malzeme içermeyen ortamlara, tercihen dış havaya açılmalı, konumu, bitişik mahaller, mimari engeller, rüzgar etkisi, söndürücü gazın yoğunluğu ve boşalma karakteristikleri dikkate alınarak seçilmelidir. Basınç tahliye düzenekleri basit yaylı veya yer çekimiyle kapalı duran kapaklar olabileceği gibi, elektrikli veya pnömatik olarak açılıp kapanan damperler, menfezler, panjurlar olabilir.

- Ortamın sızdırmazlığı: Gazlı yangın söndürme sistemi kurulan ortamda beklenmedik veya beklenenden fazla miktarda gazın dışarı kaçmak için açıklık bulması,

gerekli gaz yoğunluğunun azalmasına ve söndürme işlevinin riske girmesine neden olacaktır. Ortamın sızdırma potansiyeli dikkatle belirlenmeli ve gerekiyorsa bunların uygun yöntemlerle kapatılması sağlanmalıdır.

Bu kriterlere ek olarak ortamın söndürme işleminden sonra havalandırılması, çıkış yolları (kapı, pencere, vb.) ve binadaki mekanik ve elektrik sistemlerinin bazı kısımları da söndürme sisteminin karşılıklı etkileşim içinde olduğu konulardır.

Sistem tasarımında baz alınan unsurları ve sistemi etkileyebilecek her türlü işletme ayrıntılarını içeren bir kullanım kılavuzunun işletmeciye teslim edilmesi ve işletmeci tarafından bu bilgilerin uygulanmasında gösterilecek öncelik ve önem, sistemin ve binanın güvenliğinin temini için bir garanti unsuru olacaktır.

Enclosure Pressure and Venting Concept Protected by Clean Agent Fire Extinguishing Systems

ABSTRACT

It is the responsibility of the user and system supplier to ensure that the enclosure and extinguishing system meet the design requirements. At the contract stage it is essential that the responsibility for each of the enclosure requirements is made clear to all concerned.

There are four critical design factors to consider for each protected enclosure :

- Enclosure strength (to withstand pressure during discharge).

- Enclosure fire resistance/precautions (to withstand fire external to the enclosure).

- Enclosure pressure relief (to constrain the pressure differential across the enclosure structure to an acceptable level, by venting of excess enclosure gases during agent discharge).

- Enclosure integrity (to aid retention of the agent after agent discharge).

Each enclosure will need to be assessed and protected against under and over pressurisation caused by the injection of agent into the space. In addition the fire itself will exert pressure. The strength of the

enclosure will be dependent on the materials of construction, the strength of their fixings and attachments and the area they present to the load applied by the pressurised agent. It is important to maintain a minimum fire resisting enclosure of 60 min. Further precautions to be considered : providing fire and/or smoke detection in adjoining compartments to ensure early detection and response to the external fire and/or protecting the entire facility with an automatic sprinkler system.

All concerned should universally appreciate the importance of appropriately designed pressure relief systems. There will always be a pressure pulse that will be experienced in the enclosure on discharge of all extinguishing systems. This should be taken into consideration when designing the enclosure with pressure relief measures taken to prevent pressure-related damage to the enclosure. Over pressure vents should discharge into unoccupied and non-vulnerable areas, preferably outside the building. The calculation method of the pressure relief vent shall be in accordance with recommendations provided by the system supplier.

Unexpected or excessive loss of agent from an enclosure will result in a reduced agent concentration and decreased period of protection. The design and installation of a facility should include an examination of the enclosure to locate potential leaks. It is essential that enclosure integrity is maintained for the lifetime of the enclosure. Regular checks and permit to work scheme will help maintain its integrity.

In addition, ventilation of the protected enclosure after discharge, access openings and building services requires particular attention. It is essential that all system details and assumptions are written into design, installation and maintenance contracts and the firms keeps a record of these and briefs to the user, as appropriate.

It is recommended that a fire protection log book for each protected facility is maintained and, the importance and priority is given to the maintenance and regular checks of the system by the user/technical department.

1. Giriş

Otomatik gazlı yangın söndürme sistemi kurulacak ortamın, mimari ve yapısal özelliklerinin sistemin tasarım kriterlerini karşılayabildiğinin temin ve kontrolü, son kullanıcı, yüklenici ve sistem sağlayıcının sorumluluğundadır.

Kontrat ve tasarım sürecinde bu anlamdaki şartların açıklıkla öngörülmesi önemli ve gereklidir.

“Ortam” olarak kullandığımız ifade, katı sınırlardan (yan duvarlar, zemin ve tavan) oluşan, otomatik gazlı yangın söndürme sistemi ile korunacak değerlerin bulunduğu oda veya bölme tanımlanmaktadır. Bu tanım, varsa oda ile birlikte sınırlandırılmış asma tavan ve yükseltilmiş döşemeyi de içerir.

Boyut, yerleşim ve içerdikleri malzemenin yapısına bağlı olarak bu hacimler, bağımsız bölgeler olarak da değerlendirilebilir.

Gazlı yangın söndürme sistemi ile korunacak her bir ortam için dikkatle ele alınması gerekli dört ana kriter vardır :

- ortamın yapısal mukavemeti (ortamın sınırlarını oluşturan duvarların gazın boşalması esnasında oluşacak fazla basınca karşı dayanımı).
- ortam sınırlarının yangına direnci / alınmış tedbirler (kendi sınırları dışında oluşan bir yangına karşı dayanımı).
- ortamın basınç tahliye donanımı (boşalma esnasında, ortama katılan gazın oluşturduğu basıncın ortam sınırlarının zarar görmeyeceği seviyede kalmasını sağlayacak basınç ayar düzeneğinin varlığı).
- ortamın sızdırmazlığı (boşalan gazın, yangının sönmeye ve tekrar sirayet etmesi için yeterli sürede ortamda kalmasının sağlanması).

2. Ortamın Basınca Karşı Dayanıklığı

Korunan her ortam, söndürücünün boşalmasından ötürü olabilecek negatif ve pozitif basınç değişimlerine karşı değerlendirilmeli ve korunmalıdır. Yangının kendisi de basıncı artıran bir unsurdur.

Ortamın dayanımı, yapısını oluşturan malzemelere (taş, beton, ahşap, vb.), bunların bağlantı ve sabitleme aksamlarına ve gazın basınç yüküne maruz kalan yüzey alan miktarına bağlıdır.

Zemin, duvarlar ve tavan dayanımları birbirlerinden farklıdır. Beton bir zemin yüzeyi 2500 Pa yüke kadar dayanabilirken hafif malzemenin ve sabitlenmemiş bir asma tavan en fazla 50 Pa 'a dayanabilecektir. Beton malzemenin ve herhangi bir yük taşımayan yan duvarlar, kapılar ve pencereler de muhtemelen bu iki değer arasında bir basınca dayanabilirler. Bu nedenle, ortamın bu anlamdaki yapısının söndürme sisteminin tetiklenmesiyle boşalacak gazın yaratacağı basınca karşı yeterli dayanıma sahip olup olmadığı, tasarım aşamasında kontrol edilmesi ve hesaba katılması gereken önemli bir kriterdir.

3. Ortam Sınırlarının Yangına Direnci / Alınmış Tedbirler

Yapılan gözlemler, korunan bölgenin dışında oluşan bir yangının bir süre sonra buraya sirayet etmesiyle devreye giren söndürme sisteminin ortamı korumadaki etkisinin az veya hiç olmadığını göstermiştir. Bu nedenle, sistem kurulan ortam sınırlarının yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı olmasının sağlanması önemlidir.

Buna ek olarak risk analizi sırasında dikkate alınması gereken başka bir takım tedbirler :

- korunan ortama bitişik bölgelerde çıkabilecek bir yangının erken aşamalarda fark edilmesi ve müdahale edilebilmesi için bu bölümlerde ısı veya duman algılama ve ihbar sistemi tesis edilmesi ve / veya,
- korunan ortamın bulunduğu binanın komple bir otomatik sulu söndürme sistemi ile yangına karşı korunması

4. Basınç Tahliye Donanımı

Uygun bir şekilde tasarlanmış bir basınç tahliye düzeneğinin / sisteminin önemi, ilgili bütün birimlerin kabul ve dikkat etmesi gereken bir husustur. Gazlı söndürme sistemlerinin tümünde, boşalma esnasında ani bir basınç değişiminin oluşması kaçınılmazdır. Ortamın yüksek basınçtan kaynaklanan bir hasar görmemesi için ilgili hesaplamalar yapılarak gerekiyorsa bir basınç tahliye düzeneğinin ortam tasarımına dahil edilmesi gereklidir.

Basınç tahliyesini sağlayacak düzeneğin yüzey alanı ile ilgili hesaplamalar, gazlı söndürme sistemini sağlayan firma tarafından yapılır. Ancak, bu hesaplamalarda kullanılan kriterler, aynı zamanda son kullanıcının, yüklenicinin ve mekanik tesisat imalatçısının ortak ilgi ve sorumluluğuna girdiği ve bu anlamda bilgi alışverişi gerektiği için genel açımlı da olsa ele almak yararlı olacaktır.

Tüplerde sıvı olarak saklanan Halokarbon türevi (FM200, FE-13, FE-25 vb.), gazlar ortama boşaldıklarında ortam basıncını iki aşamalı olarak değiştirirler :

Boşalmanın başladığı ilk andaki basınç değişimi negatiftir. Bu, püskürtücüden çıkan söndürücünün ani faz değişiminden kaynaklanır. Bu aşamayı, ortama ek hacim olarak katılan gazın varlığından ötürü meydana gelen basınç artışı izler.

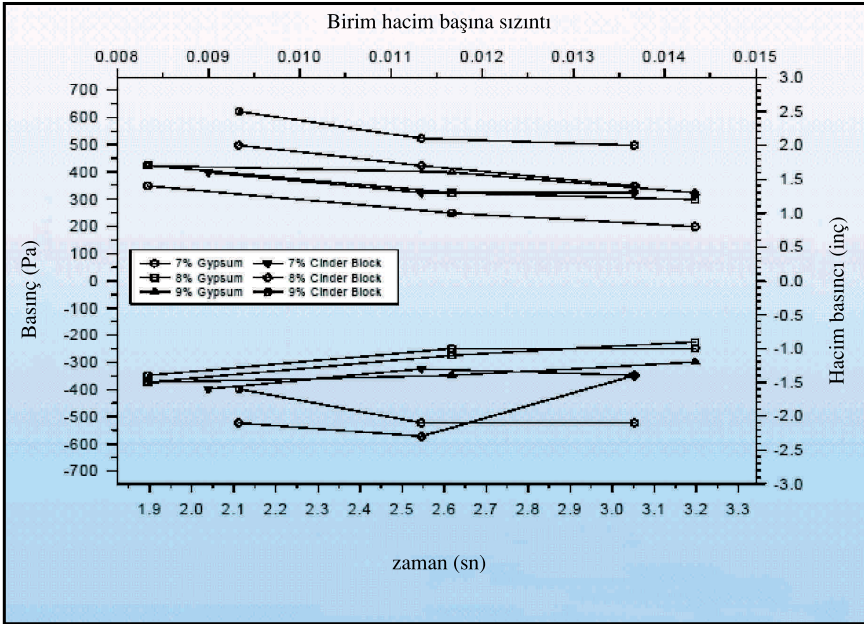
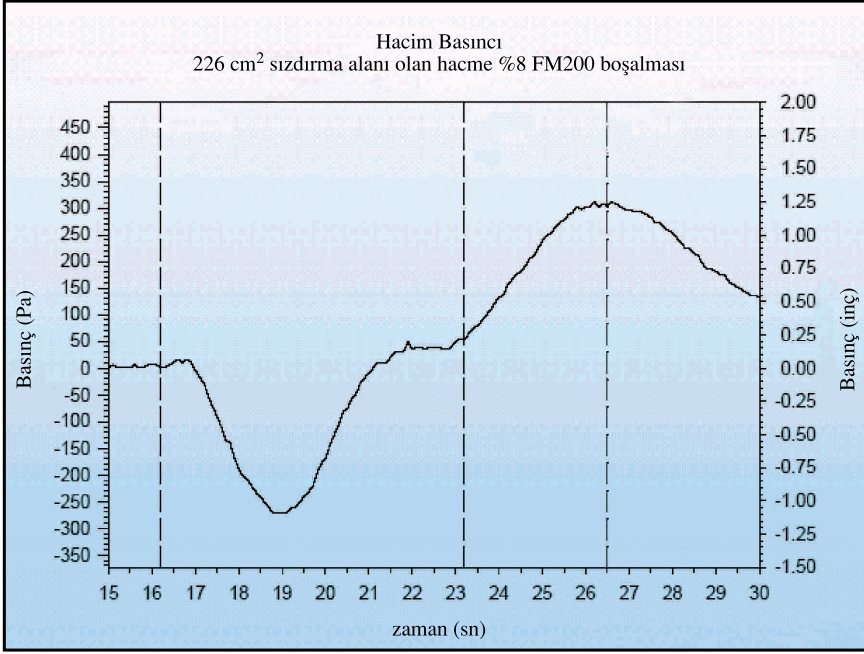
Tablo 1’de, FM200 gazının boşalması sırasında izlenmiş basınç değişimleriyle ilgili iki şekil verilmiştir. Tüplerde sıkıştırılmış gaz fazında saklanan İner gazlar (IG-1, IG-100, IG-55, IG-541) halokarbon türevi gazlardaki ilk aşamayı atlayarak ortama katılma miktarlarıyla doğru orantılı olarak basınç artışına neden olurlar.

Basınç tahliye düzeneğinin açıklık alanı hesabı, fazla basıncın atılacağı ortamın dış hava olması, bitişik bir korunan / korunmayan mahal olması, açıklıkların birden fazla olmasının tercih edilmesi veya basınç atımının bir kanal boyunca yapılacak olmasına bağlı olarak değişecektir.

Hem söndürücü gazın hem de yangınla reaksiyon sonucu meydana gelen yan ürünlerin, basıncın tahliye edildiği bölgeyi etkileyeceği de göz ardı edilmemelidir.

Düzenekler, insan bulunmayan ve narin malzeme içermeyen ortamlara, tercihen dış havaya açılmalıdır. Bu aynı zamanda, binaya duman ve söndürücü gazın yayılma oranını ve hızını azaltır. Düzeneklerin konumu, bitişik mahaller, mimari engeller, rüzgar etkisi, söndürücü gazın yoğunluğu ve boşalma karakteristikleri dikkate alınarak seçilmelidir.

Atmospere (dış havaya) açılan bir düzeneğin minimum boyut hesabında gaz akışının en yüksek seviyedeki değeri ile ortam duvarlarının basınca dayanım değeri kullanılır. Gaz akışının en yüksek seviyedeki değeri (peak flow rate) ortama boşalacak gazın miktarı ve boşalma süresi ile ilişkilidir. Bitişik bir mekana açılan düzenekler, her iki mahalde birlikte bir basınç artışına neden olacaktır. Oluşan basınç, mekanların hacimleri ve geçiş yapan gazın miktarı ile doğrudan orantılıdır. Düzeneğin açıldığı mahal ne kadar büyük olursa basınç artışı da o kadar düşük olacaktır.



Tablo 1. Gaz boşalmasına ilişkin bazı örnekler

Fazla basıncın bitişik odaya veya direkt dış havaya geçirilmesinin mümkün olmadığı durumlarda basıncın tahliye edilebilmesi için uygun görülen noktaya kadar kanal döşemek gerekebilir. Bu amaçla kullanılacak kanalın tasarımı damper hesabına kıyasla çok daha karmaşıktır.

Basıncı ayar düzeneği olarak kullanılacak sistemi oluşturan her bir parçanın gazın, geçişi sırasında karşılaşılabilecek bir engel olarak değerlendirilmesi gerekir. Düzenekteki her ek parça gaz akışına karşı bir direnç yaratacaktır, o nedenle açıklık alanının hesapları yapılırken bu parçaların sürtünme katsayıları mutlaka dikkate alınmalıdır. Bu tip bilgiler basınç tahliye düzeneğini imal edecek olan firmadan edinilebilir.

Basıncı tahliye düzeneği, söndürücü gazın ortamda kalması istenen sürenin belirlenmesinde hesaba katılan, maksimum izin verilebilir sızdırma alanı (kapatılmayan açıklıklar) ile karıştırılmamalıdır. Ancak, yapılan hesaplamalar neticesinde ortamın doğal sızdırma kapasitesi bazen basınç tahliye ihtiyacını karşılayabilir. Yeterli gelmeyeceği durumda

hesaplanan boyutlarda bir tahliye düzeneği tesis edilmelidir. Her iki koşulda da ortamın basınca dayanımı mutlaka hesaba katılmalıdır.

Basıncı tahliye düzeneği çeşitlidir : Bunlar basit yaylı veya yer çekimiyle kapalı duran kapaklar olabileceği gibi, elektrikli veya pnömatik olarak açılıp kapanan damperler, menfezler, panjurlar olabilir. Ayrıca bunlarla birlikte hava kanalları, bunlardaki yön değişimleri, kuş engelleri, yağmur, kar gibi etkenlere karşı siperler de düşünülmelidir. Korunan ortamdaki uygun bir duvara monte edilen ve basınç değişimi ile açılan yaylı veya yer çekimiyle kapalı duran bir klape / damper gerekli basınç ayarını sağlayabilir. En ekonomik çözümdür. Ancak, bulunduğu duvarın yangına direncinin azalmasına sebep olur.

Elektrikle hareketlenen damper düzeneği kullanılabilir. Damper üzerindeki motor enerjilendiğinde damperi açar, enerji kesildiğinde kapatır. Kontrol senaryosunda sistem devreye girdiğinde motora enerji gitmesi sağlanmalıdır. Sistemin çalışma senaryosuna elektrikli ve donanımsal ilave getirdiğinden karmaşıklığı artırabilir, ilave maliyet getirir.

Alternatif olarak hava basıncıyla açılan pnömatik düzeneği, özel basınç ayar sistemiyle donatılmış mekanizmalar da kullanılabilir.

Korunan ortamda kapatılmayan açıklıklar (kapı altları, menfezler, panjurlar, duvarlarda veya tavanda bulunabilecek açıklıklar), doğal olarak basınç tahliyesi sağlayacaktır.

Basıncı tahliye düzeneği olarak kullanılan damperler, sistemin boşalma sürecine girmesinden önce tamamen açılmış olması çok önemlidir. Gaz boşalmaya başlamadan, dolayısıyla ortam basıncının yükselmeye başlamasından önce, tasarım aşamasında belirlenmiş bir geciktirme süresi içerisinde düzeneğin bu hareketi sağlanmış olmalıdır. Zira, gaz boşalmaya başladıktan sonra oluşan basınç, açılmaya çalışan damperi kapatma yönünde ters bir kuvvet uygulayabilir. Ortamdaki tasarım konsantrasyonunun bir süre daha korunması gerekli görülüyorsa boşalma

tamamlandıktan sonra açık olan damperlerin kapanması sağlanmalıdır.

Sistemin elektrikli elle çalıştırma istasyonu ile devreye sokulması durumunda, aynı şekilde, boşalma öncesinde damperin açılması için gerekli bir geciktirme süresi hesaba katılmalıdır.

Direkt olarak pilot tüp vanasına takılı mekanik elle çalıştırma istasyonları, gazın boşalmasında bir gecikme süresi sağlamadığından motorlu damperler açılmaları için gerekli zamanı bulamaz. Sistemin mekanik olarak devreye girmesi veya elektrikli elle çalıştırma istasyonlarının geciktirme süresi sağlayamadığı durumlarda, açılmak için zaman gerektiren elektrikli veya pnömatik basınç ayar düzenekleri kesinlikle kullanılmamalıdır. Veya farklı bir ifadeyle, manivela dediğimiz tüp vanasını mekanik olarak açan sistem parçaları basınç tahliye düzeneklerinin bulunduğu sistemlerde kesinlikle kullanılmamalıdır.

Basınç tahliye düzeneklerinin oda içerisindeki konumu da önemli bir ayrıntıdır. Püskürtücülerden mümkün olduğu kadar uzak bir mesafede yerleşmelidir. Sayısının birden fazla olduğu durumlarda yükseklik hizalarının aynı olmasına çalışılmalıdır. Havadan daha ağır olan gazlı sistemlerde, gazın gereksiz kaçışına sebep olmaması için düzenekler mümkün olduğunca yükseğe yerleştirilmelidir.

Sonuç olarak basınç tahliye düzeneğinin tasarımında, korunacak ortamın analizi ve açıklık hesabının bu analiz ve seçilecek düzeneğin tipi dikkate alınarak yapılması ve bu bilgilerin imalatçıya verilmesi aşamaları uygulanacaktır.

5. Ortamın Sızdırmazlığı

Gazlı yangın söndürme sistemi kurulacak ortamı tanımlayan en belirgin özelliği, söndürücü gazı içinde hapsedecek sınırlarının kapalı olduğu bir hacim oluşturmaktır. Beklenmedik veya beklenenden fazla miktarda gazın korunmuş hacimden dışarı sızmak / kaçmak için açıklık bulunması, gerekli gaz yoğunluğunun azalmasına ve söndürme işlevinin riske girmesine neden olacaktır. ISO teknikleri kullanılarak yapılan süre tahminlerinde, boşalma sırasında ve sonrasında hava akışı olmayan ve kabul edilebilir sızdırma açıklıkları olan ortamlarda, konsantrasyonun korunmasının gerekli görüldüğü süre en az 10 dakikadır. İhmal edilebilir bir hava akışının olduğu durumlarda bu süre 30 dakikaya yükselmektedir.

Dikkatli gözlem ve hesaplarla, ortamın sızdırma potansiyeli belirlenmeli ve gerekiyorsa bunların uygun yöntemlerle kapatılması sağlanmalıdır. Gaz kaçışına sebep olacak açıklıkların tespitinde, ortamın basıncını artıran fan testleri, söndürme sisteminin birebir boşaltılarak konsantrasyon değişiminin izlenmesi gibi testler kullanılabilir. Boşaltma testlerinde, gerekli görülen gaz konsantrasyonunun korunabilmesi için gerekli minimum sürenin sağlanıp sağlanmadığı da kontrol edilir.

Yapılan gözlemler, sızdırmazlık seviyesinin, yeterli denetimin sağlanmadığı ortamlarda zaman içinde azaldığını göstermektedir. Örneğin, sonradan gerekli görülen ek bir kablonun geçişi için duvara yeni bir deliğin açılması ve bu noktada gerekli izolasyonun yapılmaması veya buna benzer tadilatlar, ortamın, sistemin kurulduğu ilk zamanki özelliklerinin değişmesine ve mevcut sistemin yeterliliğinin riske girmesine yetebilir. Kritik olabilecek sonuçlardan kaçınmak için ortamın sızdırmazlık seviyesini azaltabilecek her türlü değişim sonrasında oluşan açıklıkların kapatılmasına dikkat edilmelidir.

Bu kriterlere ek olarak ortamın söndürme işleminden sonra havalandırılması, çıkış yolları (kapı, pencere, vb.) ve binadaki mekanik ve elektrik sistemlerinin bazı kısımları da söndürme sisteminin karşılıklı etkileşiminde olduğu konulardır.

Söndürme işleminden ve konsantrasyonun saklı kalınmasının istendiği süreçten sonra ortam havasında oluşan zararlı yan ürünlerin ve gazın kendisinin uygun havalandırma sistemleri ile tahliye edilmesi gerekir.

Sistem tasarımları, ortamda bulunan kapı ve pencerelerin, ortama başlı havalandırma kanallarındaki damperlerin, aspiratör, vantilatör gibi cihazların, söndürme işlemi sırasında kapalı olacağı varsayılarak yapılır. Bu amaçla, kapılarda otomatik kapatıcılar, damperlerin motorlar aracılığıyla kapatılması gibi tedbirler alınabilir. Ancak, ortamı kullanan personelin de bu anlamda bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gereklidir.

Binanın diğer bölümleriyle bağlantı oluşturan havalandırma kanallarındaki damperlerin, yanma işleminin devamına sebep olabilecek, tekrar kıvılcım yaratabilecek, yakıt kaynağı olabilecek her türlü sistemin, cihazın, vananın vb.'nin kapanması şart olarak kabul edilirken düşük enerji ile çalışan örneğin bilgisayarların söndürme işlemine kritik bir etkisi olmayabilir.

Korunan ortamın risk analizi, binanın diğer kısımlarıyla irtibatlı olduğu her türlü mekanik ve elektrikli düzenek dikkate alınarak yapılmalı ve gaz boşalmadan önce hangi sistem ve cihazların kapatılmasının gerektiği bu analiz sırasında netleştirilmelidir.

Havalandırma ile ilgili cihazların henüz algılama aşamasında kapatılması, gerçek bir yangının algılanma ve müdahale süresini kısıltacaktır. Sistem tasarımı yapan firmalar, tasarım kriterlerinin bazıları yeterince belirgin iken bazı kriterlerin ise kesin bilinmemesi nedeniyle bir takım bilgileri öngörerek kullanmak durumundadırlar. Örneğin minimum ortam sıcaklığı söndürme sisteminin başarısı için önemli bir faktördür ve tasarım sırasında minimum sıcaklık olarak kabul edilen seviyenin sistem kurulduktan sonra temin edilmesi gerekir.

Bu ve buna benzer faktörlerin, sistem sağlayıcı firma ile son kullanıcı arasında yapılacak sözleşmenin teknik kapsamında, tasarım dokümanlarında, projelerinde mutlaka belirtilmiş olması gerekir.

Sistem tasarımında baz alınan unsurları ve sistemi etkileyebilecek her türlü işletme ayrıntılarını içeren bir kullanım kılavuzunun işletmeciyeye teslim edilmesi ve işletmeci tarafından bu bilgilerin uygulanmasında gösterilecek öncelik ve önem, sistemin ve binanın güvenliğinin temini için bir garanti unsuru olacaktır.

6. Kaynaklar

Loss Prevention Council, Gaseous Fire Protection Systems, Report # LPR 16 : 2000 NFPA 2001, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 2000 Eddition Inergen Pressure Relief Venting Guide, ANSUL, Revision 1-5-98

Enclosure Pressure Venting, Dupont Fire Extinguishants, Specification for FE-13 Total Flooding System, Version 1.1 Nov.1998 Enclosure Pressure, FM200 System Design, Great Lakes.

Yazar;

Zeynep Odabaşı,

1990 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği bölümü lisans eğitimini, 1993'de Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme İktisadi programını tamamlamıştır. 1994 yılında ONTROL A.Ş. bünyesine satış mühendisi olarak katılmıştır. 1997 yılından bu yana aynı gruba ait KORUN A.Ş. 'de Ankara Bölge Sorumlusu olarak çalışmaktadır.

Yangın Söndürme Sistemlerinde Kullanılan Boru Standartları ve Birleştirme Teknikleri

Cem Hozan; Mak. Yük. Müh.
TTMD Üyesi

ÖZET

Yangın söndürme sistemleri, doğrudan insan hayatı ile ilgili olduğu için çok önemlidir. Diğer ekipmanlarda olduğu üzere burada kullanılan boru ve bağlantı sistemlerinin emniyetli ve standartlara uygun olması gerekmektedir. Bu çalışmada bu sistemlerin genel özellikleri üzerinde durulmuştur.

Pipes, Fittings and Joints Which are Used in the Fire Extinguish Systems and Their Standards

ABSTRACT

Fire Extinguish Systems are very important. Because they are related to human safety. Similar to other equipment, Pipes, Fittings and Joints which are used in the Fire Extinguish Systems must be safe and suit the related standards. General properties of the such systems is discussed in this article.

1. Giriş

Yangın söndürme sistemlerini söndürücü akışkanın cinsine göre dört grupta toplayabiliriz.

- 1- Sulu söndürme sistemleri
- 2- Köpüklü söndürme sistemleri
- 3- Gazlı söndürme sistemleri
- 4- Kimyasal söndürme sistemleri

Burada, bu sistemlerde kullanılan boruların standartları ve birleştirme teknikleri hakkında bilgi verilecektir. Bu bilgiler uluslararası yangın standartı olarak bilinen Amerikan Yangın Standartı N.F.P.A.'dan alınmıştır. Bu nedenle karşılaştırma yapılabilmesi için Tablo 8'de Amerikan standartlarının boru et kalınlığı tablosu, Tablo 9'da ise Avrupa standartlarının boru et kalınlığı tablosu verilmiştir.

Tablolar incelenirse Ülkemizde kullanılan DIN 2440 TS 301/3'e uygun boruların 21/2"

'e kadar çaptaki borular sch 40 olarak kabul edilebileceği görülür.

2. Boru Birleştirme Teknikleri

Standartlarda belirtilen boru birleştirme tekniklerinden kaynaklı, dişli ve flanşlı tip imalatlar çoğunlukla uygulanan tiplerdir. Ancak standartlarda belirtilen bir diğer boru birleştirme tekniği yivli imalat ülkemizde yeni uygulanmaya başladığından, bu birleştirme tekniği hakkında daha ayrıntılı bilgi verilecektir.

Yivli borulama sistemi çok çeşitli şekilde dizayn edilebilen, güvenilir bir borulama sistemidir. Bu sistemle borulama kaynaklı sisteme göre daha hızlı, dişli ve flanşlı sisteme göre kolay ve daha güvenilirdir.

Yivli borulama sistemi kısaca şöyledir. Birleştirilecek boruların uçlarına belli mesafede belli toleranslarda yiv (oluk) açılır. Boruların uçlarına sisteme göre seçilmiş conta, özel bir yağ sürülerek takılır. Daha sonra üzerine kelepçe geçirilerek, kelepçenin gövdesi yivlere oturacak şekilde civatalarından sıkılarak birleştirme işlemi bitirilir.

Sistemde ince etli borular haddelenerek veya ezme (roll grooved) yöntemi ile kalın etli borular talaş kaldırma (cut grooved) yöntemi ile imalat oluşturulur. Çeşitli yiv açma makineleri sayesinde boruların hazırlanması ve montajı, ister atölyede ister şantiye alanında olsun, hızlı ve oldukça kolaydır. Sistemin hızlı ve kolay olmasına ilaveten, yivli sistem hem taahhütçülere hem de projecilere çeşitli mekanik avantajlar sunmaktadır. Bunlar şöyle verilebilir;

1. Borulamada hem rijitliği hem de esnekliği bir arada sunan tek sistemdir.
2. Özellikle esnek (flexible) kaplingle sayesinde deprem zonlarında oluşabilecek belli bir seviyedeki gerilmeleri önleyerek, sistemlerin depremden zarar görmeden çalışmasını sağlar.

3. İstenildiği zaman flanş adaptörleri ile flanşlı imalat yapılabilir.
4. Sisteme uygun yivli hazır fittingsler ve vanalar da mevcuttur.
5. Boru dönüşleri kolay ayarlanabilir.
6. Sızdırmazlığı sağlayan conta sayesinde gürültü ve titreşim önümlenir.
7. Borulamada istenen parça kolay ve hızlı bir şekilde demonte edilebilir.
8. Sistemin basit ve kolay olmasından dolayı kalifiye işçi gerektirmez.
9. Conta çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle birçok akışkanda kullanılabilir.
10. Yivli borulama sisteminde kullanılan ekipmanların her tür malzemeden yapılmış olanı mevcut olduğundan, çok çeşitli borularda (siyah boru, galvaniz boru, bakır boru, duktıl boru, HDPE boru, paslanmaz boru) uygulanabilir.

2. Sulu Söndürme Sistemleri

Başta belirttiğimiz söndürücü akışkanın cinsine göre yaptığımız gruplamada sulu söndürme sistemlerini yer üstü ve yer altı borulama olmak üzere iki bölümde inceleyeceğiz.

2.1. Yer Üstü Borulaması

Yer üstü sulu söndürme sistemlerinde kullanılan boru malzemeleri ve standartları Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1 de belirtilen çelik boru kullanıldığı zaman ve kaynakla ya da haddelenmiş yivli boru ve fittingslerle bağlandığında, 300 psi (20.7 bar)'a kadar olan basınçlar için minimum nominal et kalınlığı 5 in.'e (127 mm) kadar olan boru çaplarında Schedule 10'a uygun olmalıdır. bu bağlamda 6 in. (152 mm) boru çapı için et kalınlığı 0.134 in. (3.4 mm), 8 in. (203 mm) ve 10 in. (254 mm) için 0.188 in. (4.78 mm) olmalıdır.

Tablo 1'de belirtilen çelik boru, dişli fittingslerle ya da talaş kaldırarak yiv açılmış borularda kullanılan fittingslerle bağlandığı zaman, 300 psi (20.7 bar)'a kadar basınçta

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Yangın söndürmede kullanmak için siyah ve sıcak daldırma yapılmış çinko kaplı (galvanizlenmiş) kaynaklı ve dikişsiz çelik borular	ASTM A 795
Kaynaklı ve dikişsiz çelik borular	ANSI/ASTM A 53
Dövme çelik borular	ANSI/ASME B36.10M
Elektrik dirençli kaynaklı çelik borular	ASTM A 135
Bakır borular (Çekme, dikişsiz)	
Dikişsiz bakır borular	ASTM B 75
Dikişsiz bakır su borular	ASTM B 88
Dövme dikişsiz bakır ve bakır alaşımı borular	ASTM B 251
Bakır ve bakır alaşımı boruların lehim işlemleri için lehim pastaları	ASTM B 813
Kaynak doldurma metali (BCuP-3 ya da BCuP-4 sınıflandırılması)	AWS A5.8
Lehim metali, 95-5 (kalya-antimon-derece 95TA)	ASTM B 32
Alaşım malzemeler	ASTM B 446

Tablo 1. Metal boru standartları

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Özel listelenmiş CPVC boru için ametal borular	ASTM F 442
Özel listelenmiş polybutylene (PB) borular	ASTM D 3309

Tablo 2. Plastik boru standartları

minimum et kalınlığı Schedule 30 'a uygun olmalı (8 in. (203 mm) ve üstü çaplar için) ya da (8 in.'ten (203 mm) düşük çaplar için) Schedule 40 'a uygun olmalıdır. Tablo 2'ye uygun özel listelenmiş çelik borular için basınç limitleri ve et kalınlıklarının, boruların listelenmiş gereksinimlerine uygun şekilde olmasına izin verilir. Tablo1'deki standartlara göre belirlenmiş bakır borunun et kalınlığı sprinkler sisteminde kullanıldığında K, L ya da M tipi olacaktır. Otomatik sprinkler sistemi montajına uygunluk için incelenmiş ve listelenmiş diğer boru çeşitlerinin (polybutylene, CPVC ve Tablo 2'de verilen farklılık gösteren) montaj talimatları dahil olmak üzere listelenmiş limitlerine uygun şekilde montajın izin verilir.

Boru Bükümü

Schedule 10 veya daha büyük çelik borularda K ve L tip bakır boruda bükülme işlemine, bu işlem sırasında çapak, dalgalanma, biçim bozulması veya çapta herhangi bir düşme ya da yuvarlaklıktan fark edilir bir sapma olmaması durumunda izin verilir. Schedule 40 ve bakır borulama için minimum bükülme yarıçapı 2 in. (51 mm) ve altı için boru çapının 6 katı, 2 1/2" (64 mm) ve üstü için boru çapının 5 katı büyüklüğündedir. Diğer bütün çelik borular için minimum bükülme yarıçapı boru çapının 12 katı olacaktır.

Fittingsler

Sprinkler sistemlerinde kullanılan fittingsler Tablo 3'deki standartları karşılamalı Tablo 3'deki standartlara ek olarak, CPVC fittingsi yangın korunma servisine uygulanan Tablo 4 'te belirtilen ASTM standartlarının bölümlerine uygun olması gerekir. Otomatik sprinkler sistemi montajına uygunluk için incelenmiş ve listelenmiş diğer fittings çeşitlerinin (polybutylene, CPVC ve Tablo 4'de verilen farklılık gösteren çelik ile sınırlı olmayan), montaj talimatları dahil olmak üzere listelenmiş limitlere uygun şekilde montajın izin verilir.

Fittings Basınç Limitleri

Basıncın 300 psi (20.7 Bar)'yı geçmediği yerlerde 2 in. ve altı çaplardaki standart ağırlıktaki model dökme demir fittingslere izin verilir. Basıncın 300 psi (20.7 Bar)'yı geçmediği yerlerde 6 in. ve altı çaplardaki standart ağırlıktaki model dövülür demir fittingslere izin verilir.

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Dişli, dökme demir fittings, Class 125 and 250	ASME B16.4
Dökme demir boru flanşları ve flanşlı fittingsleri	ASME B16.1
Dişli, dövülür demir fittings, Class 150 ve 300 çelik	ASME B16.3
Fabrika yapımı alın kaynaklı, dövülmüş çelik fittingsler	ASME B16.9
Boru, vanalar, flanşlar ve fittingsler için alın kaynağı sonları	ASME B16.25
Orta ve yüksek sıcaklıklardaki dövülmüş karbon çelik ve çelik alaşımı borulama fittingsleri	ASTM A 234
Çelik boru flanşları ve flanşlı fittingsleri	ASME B16.5
Dövülmüş çelik fittings, soket kaynaklı ve dişli bakır fittingsleri	ASME B16.11
Dövülmüş bakır ve bakır alaşımı lehim eklem basınç fittingsleri	ASME B16.22
Dökme bakır alaşım lehim eklem basınç fittingsleri	ASME B16.18

Tablo 3. Metal borularda fittings standartları

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Schedule 80 CPVC dişli fittings chlorinated ployvinyl chloride (CPVC) fittingsler	ASTM F 437
Schedule 40 CPVC soket tip fittingsler	ASTM F 438
Schedule 80 CPVC soket tip fittingsler	ASTM F 439

Tablo 4. Plastik borular için fittings standartları

Listelerinde belirtilmiş sistem basınç limitlerine kadar listelenmiş fittingslere izin verilir.

Kaplinler ve Rakorlar

Vidalı rakorlar 2 in. (51 mm)'den büyük çaplardaki borularda kullanılmaz. Vidalı tipler dışındaki kaplinler ve rakorlar özellikle sprinkler sisteminde kullanılmak üzere listelenmiş tipte olacaktır.

Boru ve Fittingslerin Bağlanması Dişli Boru ve Fittingsler

Bütün dişli boru ve fittingslerin dişleri ASME B1.20.1'e göre olması gerekmektedir. Dişli montajın otomatik sprinkler montajına uygunluğu için araştırıldığı ve bu servis için listelendiği durumlarda schedule 30 (8 in. ve üstü çaplarda) ve schedule 40 (8 in.'den küçük çaplarda)'tan küçük et kalınlıklarındaki çelik boruların sadece dişli fittingslerle bağlanmasına izin verilir. Bağlantı ilacı ya da teflon sadece erkek dişlilerde uygulanır.

Kaynaklı Boru ve Fittingsler

AWS B2.1'in, kaynak prosedürü ve performans özellikleri, uygulanabilir şartlarına uyan kaynak metodlarına yangın söndürme sistemi borulamasında izin verilir. Bu şartlara uygun uygulandığında kısmi bağlantı girişi (yiv/köşe), listeli kurt ağız kullanılarak boruya kaynatıldığı zaman kabul edilebilir. Slip-on flanşlar boruya kaynatıldığı zaman, flanşla borunun temas yerinin çevresi boyunca kullanılan köşe kaynağı kabul edilebilir. NFPA 51B'ye (kaynak, kesim ve diğer ısı işlemler sırasında Yangın Korunma Standartları) uygun şekilde kaynak işlemin yapıldığı zaman, uzunlamasına deprem bağları için olan askıların bina içi borulamaya kaynak işlemine izin verilir. AWS B2.1 'in şartlarına göre boru sonlarına alın kaynağı yapıldığında fittings gerekmemektedir. Boruların kaynak alanında yağmur, kar, ya da güçlü rüzgar vurgunu var ise kaynak işlemi yapılmamalıdır.

Kaynak yapılırken aşağıdaki prosedürler tamamlanacaktır:

1-Fittingslerdeki kaynak işinden önce borulamadaki çıkış delikleri fittingslerin tam iç çaplarında kesilmelidir.

- 2- Diskler birbirine kavuşturulmalıdır.
- 3- Borulamada açılan girişler tamamen düz olmalı ve bütün iç cüruf ve kaynak çapakları temizlenmelidir.
- 4- Fittingsler boruların içine girmemelidir.
- 5- Çelik levhalar, borular ya da fittingsler sonuna kaynatılmamalıdır.
- 6- Fittingsler üzerinde değişiklik yapılmamalıdır.
- 7- Somunlar, klipsler, açılmal destekler ya da diğer bağlantı elemanları özel durumlar dışında boruya ya da fittingse kaynak yapılamaz.

Uzunlamasına deprem bağları için olan askıların doğrudan sprinkler borusuna kaynak yapılmasına izin verilir.

Sprinkler sisteminin modifikasyonu ya da onarılması için kaynaklı kesmeye ve kaynaklı birleştirmeye izin verilmemektedir.

Kaynakçılar ile kaynak operatörlerinin performansı AWS B2.1 'in, Kaynak Prosedürü ve Performans Nitelikleri İçin Koşullarını karşılamalıdır.

Kaynakçılar ya da kaynak makinesi operatörleri, her kaynağın tamamlanması üzerine, boruda kaynağın yanına kendileriyle ilgili bilgi içeren damga vuracaklardır.

Yivli Bağlantı Metodları

Yivli fittingslerle bağlanan borular, fittingslerin, contaların ve yivlerin listelenmiş kombinasyonlarına göre bağlanacaktır. Boru üzerine ezerek ya da talaşlı açılmış yiv fittingsin ölçülerine uygun olmalıdır. Kuru boru sistemlerinde kullanılan conta içeren yivli fittingsler kuru boru servisi için listelenmiş olmalıdır.

Pirinç Kaynaklı ve Lehimli Bağlantılar

İzin verildiği yerlerde lehimli bağlantılar ASTM B828'de, Bakır ve Bakır Alaşımı Boru ve Fittingslerin Lehimlenerek İnce Bağlantılar Yapılması için Standart Uygulamalar, listelenmiş metotlara ve prosedürler göre yapılabilir.

Düşük tehlike mekanlarda açığtaki ıslak boru sistemleri için lehimli bağlantılara izin verilir.

(Sprinkler aktivasyon sıcaklığı 57 °C ile 93 °C için geçerlidir).

Sprinkler sıcaklık sınıfına bakılmaksızın borulamanın gizli olduğu, düşük tehlike ve orta tehlike (grup 1) mekanlardaki ıslak boru sistemleri için lehimli bağlantılara izin verilebilir. Eğer kullanılırsa, pirinç kaynağı pastaları yüksek korozif yapıda olmamalıdır.

Otomatik sprinkler montajına uygunluğu araştırılan ve bu servis için listelenmiş diğer bağlantı metodlarında, listelenmiş limitlerine ve montaj talimatlarına göre monte edildiği zaman izin verilebilir.

Listeli fittingslerle kullanılan boru ve onun son işlem, fittingsin listesi ve fittings üretici montaj talimatlarına uygun olmalıdır. Kesildikten sonra boru sonlarındaki çapaklar temizlenmelidir.

3.2. Yer Altı Borulaması

Yer altı sulu söndürme sistemlerinde kullanılan boru malzemeleri ve standartları Tablo 5'deki gibidir.

Özellikle genel yer altı servisi için listelenmediyse çelik borulama bu iş için kullanılmamalıdır.

İtfaiye bağlantı ağız için dıştan kaplanmış içten galvanizlenmiş çelik boru çek vana ile dış hortum kaplin arasında kullanılabilir.

Boru Tipi ve Sınıfı

Belirli bir yer altı montajı için borunun tipi ve sınıfına aşağıdaki faktörler dikkate alınarak karar verilir:

- 1- Borunun yangına karşı direnci
- 2- Maksimum sistem çalışma basıncı
- 3- Borunun monte edileceği derinlik
- 4- Toprak koşulları
- 5- Korozyon
- 6- Borunun diğer dış yüklere dayanımı, toprak ağırlıkları dahil üstüne inşa edilen binalara, trafiğe ve araçlara dayanımı.

Boruların çalışma basıncı 150 psi den düşük olmamalıdır. Gömülü borular Tablo - 5 ' deki standartlara göre astarlanması gerekmektedir.

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Duktil Borular	
Suda kullanılan duktil demir ve fittingsler için çimento harcı astarı	AWWA C104
Duktil demir boru sistemleri için polyetilen kaplama	AWWA C105
Su ve diğer sıvılar için duktil demir ve gri demir fittingsler, 3 in.'ten 48 in.'e	AWWA C110
Duktil boru ve fittingsler için kauçuk conta bağlantıları	AWWA C111
Flanşlı duktil boru ve duktil ya da gri dişli flanşlar	AWWA C115
Duktil borunun kalınlık dizaynı	AWWA C150
Su için savurma dökümü duktil boru	AWWA C151
Duktil su ana boruları ve donanımları montaj standartları	AWWA C600
Çelik Borular	
Çelik su borusu, 6 in ve üstü	AWWA C200
Çelik su boru hatları enamel ve şerit için kömür-katran koruyucu kaplama ve astarları - Sıcak Uygulama	AWWA C203
4 in. ve üstü çelik su boruları için çimento harcı koruyucu astar ve kaplamaları - Atölye Uygulaması	AWWA C205
Çelik su borusunun montaj kaynak işlemi	AWWA C206
Su işleri servisi için Çelik boru flanşları - 4 in.'ten 144 in.'e	AWWA C207
Fabrikasyon çelik su boru fittingsleri için ölçüler	AWWA C208
Çelik boru dizayn ve montajı için rehber	AWWA M11
Beton Borular	
Su ve diğer sıvılar için takviyeli beton boru, çelik-silindir tip	AWWA C300
Su ve diğer sıvılar için ön gerilme yapılmış beton boru, çelik-silindir tip	AWWA C301
Su ve diğer sıvılar için takviyeli beton boru, silindir olmayan tip	AWWA C302
Su ve diğer sıvılar için takviyeli beton boru, çelik-silindir tip, ön çekme yapılmış	AWWA C303
Su ve diğer sıvılar için asbest-çimento dağıtım borusu, 4 in.'ten 16 in.'e	AWWA C400
Asbest-çiment su borusu seçimi için standart alıştırma	AWWA C401
Su boru hatlarının çimento harcı astarı, 4 in. ve üstü - yerinde	AWWA C602
Asbest-çiment su borusu montajı	AWWA C603
Plastik Borular	
Su ve diğer sıvılar için polyvinyll chloride (PVC) boru, 4 in.'ten 12 in.'e	AWWA C900
Bakır Borular	
Dikişsiz bakır borular	AWWA B 75
Dikişsiz bakır su borular	AWWA B 88
Dövme dikişsiz bakır ve bakır alaşımı borular	AWWA B 251

Tablo 5. Yeraltında kullanılan boru standartları

Fittingsler.

Fittingler Tablo 6 ve Tablo 7'ye uygun olmalıdır. Çalışma basınçları 150 psi'den az olmamalıdır.

Boru ve Fittingslerin Bağlanması

Bütün dişli boru ve fittingslerin dişleri ASME B1.20.1'e göre olmalıdır.

Çelik borulamada kaynak metotları AWS B2.1'in, Kaynak Prosedürü ve Performans Nitelikleri Şartnamesine, uygun olmalıdır. Boruların yivli bağlantıları fittingslerin,

contaların ve yivlerin listeli kombinasyonlarına göre bağlanmalıdır. Diğer bağlantı metotlarında listeli limitlerine uygun montaj yapıldığı zaman verilebilir.

Bağlantılar, kullanılan malzemelere aşına kişiler tarafından üreticinin talimatlarına ve şartlarına göre yapılır.

Bütün vidalı bağlantı aksesuarları temizlenmeli ve tesis edildikten sonra asfalt ya da diğer korozyon geciktirici malzemelerle kaplanmalıdır.

4. Köpüklü Söndürme Sistemleri

Tehlikeli alandaki borular çelik ya da ortamdaki basınç ve sıcaklığa uygun çelik boru standart ağırlığından (12 in. nominal çaptan itibaren Schecule 40) az olmamalıdır.

Çelik boru aşağıdaki standartlardan birini sağlanmalıdır:

- 1- ASTM A 135, Elektrik Yalıtımlı Kaynaklı Boru için Standart Koşullar.
- 2- ASTM A 53, Siyah ve Sıcak-Daldırma Yapılmış, Çinko Kaplamalı Kaynaklı ve Dikişsiz, Boru Çeliği Standart Koşulları

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Dökme Demir	
Dişli, dökme demir fittingsleri, Class 125 and 250	ASME B16.4
Dökme demir boru flanşları ve flanşlı fittingsleri	ASME B16.1
Dövülür Demir	
Dişli, dövülür demir fittings, Class 150 ve 300 çelik	ASME B16.3
Çelik	
Fabrika yapımı alın kaynaklı, dövülmüş çelik fittingsler	ASME B16.9
Boru, vanalar, flanşlar ve fittingsler için alın kaynağı sonları	ASME B16.25
Orta ve yüksek sıcaklıklardaki dövülmüş karbon çelik ve çelik alaşımı borulama fittingsler	ASTM A 234
Çelik boru flanşları ve flanşlı fittingsleri	ASME B16.5
Dövülmüş çelik fittings, soket kaynaklı ve dişli bakır	ASME B16.11
Bakır	
Dövülmüş bakır ve bakır alaşımı lehim eklem basınç fittingsleri	ASME B16.22
Dökme bakır alaşım lehim eklem basınç fittingsleri	ASME B16.18

Tablo 6. Yeraltı boruları için metal boru fittings standartları

Malzemeler ve Ölçüleri	Standartlar
Schedule 80 CPVC dişli fittings chlorinated ployvinyl chloride (CPVC) şartnamesi	ASTM F 437
Schedule 40 CPVC soket tip fittings şartnamesi	ASTM F 438
Schedule 80 CPVC soket tip fittings şartnamesi	ASTM F 439

Tablo 7. Yeraltı plastik borular için fittings standartları

3- ASTM A 795, yangın söndürme sistemlerinde kullanılan siyah ve sıcak daldırma, çinko kaplamalı kaynaklı ve dikişsiz çelik boru standartları.

Borulama korozif etkilere açıksa ya korozyona dayanıklı ya da korozyona karşı korumalı olmalıdır.

Düşük ağırlıklı boru [5 in.'e kadar nominal ölçülerde Schedule 10; 6 in. için 3.4 mm (0.1234 in.) et kalınlığı; 8 ve 10 in. için 4.78 mm (0.188 in.) et kalınlığı] yangın çıkmasının olasılık dışı olduğu yerlerde kullanılır. Boru et kalınlığı seçimi iç basıncı, borunu içinde ve dışında korozyonu ve mekanik bükülme gereksinimlerini etkiler. Köpüklü Sistemlerde borulama normalde korozif olmayan ortamlarda galvanizli boru kullanılır Köpük konstrasyonunun geçtiği boru yüzeyleri galvanizli olmamalıdır. Köpük konsantrasyonuyla sabit bir şekilde temas halinde olan borular konsantrasyonla uyumlu ve ondan etkilenmeyen malzemeden imal edilmelidir. Köpük konsantrasyonuyla sabit bir şekilde temas halinde olan boruların konsantrasyon üzerinde zararlı bir etkisi olmamalıdır.

Hazen-Williams formülünde köpük solüsyon borulamasındaki sürtünme kaybını hesapla-

mak amacıyla aşağıdaki C değerleri kullanılır. Siyah çelik ya da astarlanmamış dökme demir borularda C= 100 Galvanizli çelik borularda C=120 Asbest-çimento ya da çimento astarlı dökme demir borularda C= 140.

Fittingsler

Bütün boru fittingsleri aşağıdakilerden birine uymalıdır:

- 1- ANSI B16.1, Dökme Demir Boru Flanşları ve Flanşlı Fittingsler.
- 2- ANSI B16.3, Dişli Dövülür Demir Fittingsler.
- 3- ANSI B16.4, Dişli Gri Demir Fittingsler
- 4- ANSI B16.5, Boru Flanşları ve Flanşlı Borular.
- 5- ANSI B16.9, Fabrikasyon Alın-Kaynaklı Dövme Demir Fittingsler.
- 6- ANSI B16.11, Soket-Kaynaklı ve Dişli Dövülmüş Demir Fittingsler.
- 7- ANSI B16.25, Alın Kaynaklı Boru Uçları.
- 8- ASTM A 234, Orta ve Yüksek Sıcaklıklar için Dövme Karbon Çelik ve Çelik Alaşımları Borulama.

Fittingsleri Standart Şartnamesi

Fittingsler standart ağırlıklarından düşük olmalıdır. Dökme demir fittingsler, borula-

manın olası yangına açık olan kuru bölümlerinde veya kendinden destekli sistemlerde gerilime maruz kalan yerlerde kullanılmamalıdır.

Kauçuk ya da elastomerik contalı fittingsler köpük sisteminin otomatik olarak aktive olması hariç yangına karşı korumasız yerlerde kullanılmamalıdır.

Galvanizli fittingsler normalde korozif olmayan ortamlarda kullanılır. Köpük konstrasyonunun geçtiği boru galvanizli olmamalıdır.

Boru ve Fittingslerin Bağlanması

Borulara dış açılması ANSI B1.20.1'e, uygun olmalıdır. Ezerek ya da talaşlı açılmış yivlerin ölçüleri ve borulama malzemelerinin dış çapları üretici önerilerine ve onaylı laboratuvar sertifikalarına uymalıdır. Kaynak uygulamaları AWS D10.9'un, Borulama Kaynak Prosedürleri ve Kaynakçıları Yeterlilik Standardı, şartlarına uygun olmalıdır. Açıklıkların tamamen kapatıldığı ve su yolu üzerinde herhangi engel kalmadığını garantiye almak için önlemler alınmalıdır. Borular ile fittingsler arasında herhangi bir galvanizden kaynaklanan korozyon oluşmadığından emin olmak için önlemler alınmalıdır.

5. Gazlı Söndürme Sistemleri

Gazlı söndürme sistemlerinde kullanılan söndürücü karışımlar çok çeşitli olduğundan sistemin boru montajında üretici firmaların tavsiyelerine uymak gerekir. Söndürücü gaz seçildikten sonra sonra mahalın riskine göre belirlenen konsantrasyon yüzdesi ve boşalma süresine göre yapılan hidrolik hesaplamalar sonucu borulardaki basınç hesaplanarak boru satandırtı seçilmelidir.

4. Kimyasal Söndürme Sistemleri

Boru ve fittingsler gerilme karşısındaki güvenilirlikleri kestirilebilen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip yanıcı olmayan malzemelerden olmalıdır. Borular, fittingsler ve bağlantı elemanları borulama sisteminde beklenen maksimum basınca dayanıklı olmalıdır. Bu bağlamda boru ve fittingsler

galvanizli çelik, paslanmaz çelik, bakır veya pirinç olabilir. Aşırı korozif ortamlarda özel korozyona dayanıklı malzemeler ya da kaplamalar gereklidir. Ön mühendislik araştırması yapılmış sistemler için boru ve fittings malzemeleri üreticinin listeli tesis ve bakım kılavuzuna uygun olmalıdır.

Diğer bütün sistemler için borulamının kalınlığı ANSI/ASME B31.1'e, Etkili Borulama, 1998 basım (1999 B31.1a ve 2000 B31.1b ilaveleri ile birlikte), göre hesaplanmalıdır.

Hesaplama için kullanılan iç basınç aşağıdaki değerlerin yüksek olanından az olmamalıdır:

1- 70°F (21°C)'deki karışım tankındaki normal dolma basıncı,

2- 130°F (54°C)'den az olmayan maksimum depolama sıcaklığındaki karışım tankındaki maksimum basıncın %80'i

Bir sistem için yüksek depolama sıcaklıkları onaylı ise, hesaplamada kullanılan iç basınç belirtilen ANSI/ASME B31.1, Etkili Borulama, kullanılarak tankın içindeki yüksek sıcaklıktaki maksimum basınca ayarlanır. Dökme demir boru ve fittingsler, ASTM A 53'e, Siyah ve Sıcak-Daldırılmalı Çinko Kaplı, Dikişsiz, Kaynaklı Çelik Boru Standart Şartları, uygun çelik boru, alüminyum boru veya metal olmayan borular kullanılmamalıdır.

Esnek borulama (hortum) sadece üreticinin listeli tesis ve bakım kılavuzunda belirtildiyse kullanılır. Bu uygulama için listelenmiş ve

Bs 1600 Ve Ansi B : 36.10' A Uygun Dikişsiz ve Kaynaklı Çelik Boruların Ölçüleri

Anma Boru Çapı	Dış Çap	Nominal Et Kalınlığı														Anma Boru Çapı
		Schedule SS	Schedule 10S	Schedule 10	Schedule 20	Schedule 30	Schedule 40S	Schedule 40	Schedule 60	Schedule 80S	Schedule 80	Schedule 100	Schedule 120	Schedule 140	Schedule 160	
1/2"	0.840	0.065	0.083				0.109	0.109		0.147	0.147				0.188	1/2"
3/4"	1.050	0.065	0.083				0.113	0.113		0.154	0.154				0.219	3/4"
1"	1.315	0.065	0.109				0.133	0.133		0.179	0.179				0.250	1"
1 1/4"	1.660	0.065	0.109				0.140	0.140		0.191	0.191				0.250	1 1/4"
1 1/2"	1.900	0.065	0.109				0.145	0.145		0.200	0.200				0.281	1 1/2"
2"	2.375	0.065	0.109				0.154	0.154		0.218	0.218				0.344	2"
2 1/2"	2.875	0.083	0.120				0.203	0.203		0.276	0.276				0.375	2 1/2"
3"	3.500	0.083	0.120				0.216	0.216		0.300	0.300				0.438	3"
3 1/2"	4.000	0.083	0.120				0.226	0.226		0.318	0.318					3 1/2"
4"	4.500	0.083	0.120				0.237	0.237		0.337	0.337		0.438		0.531	4"
5"	5.563	0.109	0.134				0.258	0.258		0.375	0.375		0.500		0.625	5"
6"	6.625	0.109	0.134				0.280	0.280		0.432	0.432		0.562		0.719	6"
8"	8.625	0.109	0.148		0.250	0.277	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	8"
10"	10.750	0.134	0.165		0.250	0.307	0.365	0.365	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1,000	1,125	10"
12"	12.750	0.156	0.180		0.250	0.330	0.375	0.406	0.562	0.500	0.688	0.844	1,000	1,125	1,312	12"
14"	14,000	0.156	0.188	0.250	0.312	0.375		0.438	0.594		0.750	0.938	1,094	1,250	1,406	14"
16"	16,000	0.165	0.188	0.250	0.312	0.375		0.500	0.656		0.844	1,031	1,219	1,438	1,594	16"
18"	18,000	0.165	0.188	0.250	0.312	0.438		0.562	0.750		0.938	1,156	1,375	1,562	1,781	18"
20"	20,000	0.188	0.218	0.250	0.375	0.500		0.594	0.812		1,031	1,281	1,500	1,750	1,969	20"
22"	22,000	0.188	0.218	0.250	0.375	0.500		0.625	0.875		1,125	1,375	1,625	1,875	2,125	22"
24"	24,000	0.218	0.250	0.250	0.375	0.562		0.688	0.969		1,219	1,219	1,812	2,062	2,344	24"
26"	26,000			0.312	0.500											26"
28"	28,000			0.312	0.500	0.625										28"
30"	30,000			0.312	0.500	0.625										30"
32"	32,000			0.312	0.500	0.625		0.688								32"
34"	34,000			0.312	0.500	0.625		0.688								34"
36"	36,000			0.312	0.500	0.625		0.750								36"

Not : Bütün ölçümler Inch olarak verilmiştir.

Tablo 8. NFPA'ya göre çelik boru ölçü ve sınıfları

DIN 2440 - TS 301/3 - ST-37

DİKİŞLİ ÇELİK BORU

Anma Boru Çapı	Dış Çap mm	Et Kalınlığı mm
1/2"	21.3	2.65
3/4"	26.9	2.65
1"	33.7	3.25
1 1/4"	42.4	3.25
1 1/2"	48.3	3.25
2"	60.3	3.65
2 1/2"	76.1	3.65
3"	88.9	4.05
4"	114.3	4.5
5"	139.7	4.85
6"	165.1	4.85

Tablo 9. AB Standartlarına göre çelik boru ölçüleri

incelenmiş diğer boru ve fittings çeşitlerinin kullanılmasına izin verilebilir.

Bu boru ve fittingslerin kullanımı aşağıdaki faktörlerin dikkatli şekilde değerlendirilmesini gerektirmektedir:

- 1- Basınç değeri,
- 2- Korozyon (kimyasal ve elektroliz),
- 3- Bağlantı metodları,
- 4- Yangın çıkmasına ve hızlı sıcaklık değişikliklerine karşı direnç,
- 5- Akış karakteristikleri.

7. Kaynaklar

NFPA 11 Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam 2002 Edition.

NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems 2002 Edition.

NFPA 17 Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems 2002 Edition.

NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems 2000 Edition.

Yazar;

Cem Hozan,

1970 yılında İstanbul'da doğdu. 1992 yılında Y.T.Ü. Makina Mühendisliği Isı Proses bölümünden mezun oldu. Yine aynı bölümün Yüksek Lisans çalışmalarını tamamladı. 1999 yılına kadar özel sektörde yangın söndürme uzmanı olarak çalıştı. Fokus Mühendislik Taahhüt Ticaret A.Ş.'nin kurucu ortaklarından olup, halen bu şirkette çalışmalarını sürdürmektedir.