

YANICI PARLAYICI SIVI DEPOLARINDA KÖPÜKLÜ SPRİNKLER SİSTEMLERİ

ÖZET

Su ile söndürülmesi mümkün olmayan yanıcı-parlayıcı sıvılar, kimsayal özelliklerinden dolayı kolayca alevlenme özelliğine sahiptirler. Bu nedenle büyük yangın riskleri oluşturmaktadır. Bu riskleri, yanıcı sıvının özellikleri ve yangın durumundaki davranış şekline göre tasarımı yapılmış köpüklü söndürme sistemleri ile ortadan kaldırmak mümkündür. Bu çalışma ile yanıcı-parlayıcı sıvılar için belirlenen tehlike sınıfları tanımlanmış ve yanıcı parlayıcı sıvı depolanan mahallerin yangından korunması için kullanılan köpüklü sprinkler sistemlerinde baz alınacak standartlar ve tasarım kriterleri incelenmiştir.

1.YANICI VE PARLAYICI SIVILAR

Parlama noktası 37,8°C' nin altında ve 37,8°C' deki buhar basınçları 276 kPa' yı geçmeyen sıvılara parlayıcı sıvı denilmektedir. Yanıcı sıvılar ise parlama noktası 37,88 °C ve daha üstünde olan sıvılardır.

1.1. Yanıcı ve Parlayıcı Sıvılar İçin Tehlike Sınıfları

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların tehlike sınıfları NFPA 30 (Amerikan Ulusal Yangınla Mücadele Derneği) standardına göre belirlenmektedir. Bu standarda göre tehlike sınıfları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo.1 Yanıcı ve Parlayıcı Sıvıların Tehlike Sınıfları

Sınıf	Parlama Noktası	Kaynama Noktası
Parlayıcı Sıvılar		
Sınıf IA	< 22,8 °C	< 37,8 °C
Sınıf IB	< 22,8 °C	> 37,8 °C
Sınıf IC	≥ 22,8 °C ve < 37,8 °C	Bütün kaynama noktaları
Yanıcı sıvılar		
Sınıf II	≥ 37,8 °C ve < 60 °C	-
Sınıf IIIA	≥ 60 °C ve < 93 °C	-
Sınıf IIIB	≥ 93 °C	-

Yanıcı ve parlayıcı sıvılar petrol türevi hidrokarbonlar ve polar solventler olmak üzere 2 sınıfa ayrılırlar.

Hidrokarbonlar sadece karbon ve hidrojen atomları içeren organik bileşiklerdir. Başlıca hidrokarbonlar: Ham petrol, gazolin, jet yakıtları, benzindir.

Su ile karışan ve çözücü olarak kullanılan sıvılar polar solvent olarak adlandırılır. Başlıca polar solventler alkoller, ketonlar, eterler, esterlerdir. Polar solventler AFFF tip köpükleri bozarak parçalar ve etkisiz hale getirir. Bu nedenle polar solvent yangınlarında alkole dayanıklı köpükler kullanılmalıdır.

2.YANICI VE PARLAYICI SIVI DEPOLARINDA SPRİNKLER SİSTEMİ TİPLERİ

Yangın sırasında otomatik olarak devreye giren ve söndürücü akışkan olarak köpük-su karışımının kullanıldığı köpüklü sprinkler sistemleri ikiye ayrılır.

2.1. Otomatik Köpüklü Sprinkler Sistemi

Köpüklü sprinkler sistemleri ıslak borulu, kuru borulu veya ön tepkili sistem olarak üç ayrı sistem olarak tasarlanabilmektedir.

Islak borulu sistemlerde tesisata sürekli basınçlı su bulunmaktadır. Yangın anında sprinklerin aktive olmasıyla birlikte tesisata su geçişi olur ve ıslak alarm vanası açıldığında köpük hattı açılarak oranlayıcı yardımıyla suya belirli oranda köpük karıştırılarak, köpüklü su oluşur.

Kuru borulu sistemlerde, tesisat girişinde kuru alarm vanası kullanılır. Vananın üst kısmının basınçlı hava veya inert gaz ile sürekli olarak basınç altında tutulduğu ve kuru alarm vanasının alt kısmının su ile basınç altında tutulduğu sistemlerdir. Sprinklerin belirli bir sıcaklıkta aktive olmasıyla tesisattaki hava basıncı düşer ve kuru alarm vanası açılır. Kuru alarm vananın açılmasıyla köpük hattı açılarak oranlayıcı yardımıyla suya belirli oranda köpük karıştırılır.

Ön tepkili sistemlerde, sistem boruları içinde köpük-su karışımı bulunmaz. Tesisatta basınçlı hava bulunur. Suyun boşalması için elektrik ya da mekanik doğrulamanın gerektiği sistemlerdir. Bu sistem normal kuru borulu sprinkler sisteminin diğer çeşidi olup, ön tepkili alarm vanasından boru sistemine su geçişi sprinklerin açılması ile ve aynı zamanda otomatik bir algılama sisteminin devreye girmesi ile başlar. Köpük su karışımının boru sistemine geçişi iki bağımsız olayın gerçekleşmesi durumunda olduğundan kaza sonucu boşalma olasılığının minimize edildiği sistem tipidir.

2.2. Baskın Köpüklü Sprinkler Sistemi

Sistem borularının içinde köpük-su karışımının bulunmadığı, sistemi kontrol eden vananın elle, elektriksel ya da mekanik olarak tetiklenerek karışımın tüm sprinkler başlıklarından korunan alana aktığı sistemdir. Bu sistem, yangın yayılımının yüksek ve hızlı olmasının beklendiği ve köpüklü suyun yangının meydana gelip yayılacağı tüm alana uygulanmasının istendiği durumlarda kullanılır. Borular su veya hava ile basınçlandırılmaz. Baskın alarm vanası uygun otomatik algılama sistemi ile devreye girer. Acil durumlarda baskın alarm vanasını devreye sokmak için en az bir adet elle boşaltma istasyonu teçhiz edilmelidir.

3.KÖPÜKLÜ SÖNDÜRME SİSTEMİ

Köpük, su, deterjan ve havanın karışımı ile meydana gelen bir maddedir. Temel olarak yangın sırasında boşaltılan köpük-su karışımı yanıcı madde üzerinde bir örtü tabakası oluşturarak oksijenin ve ısıнын içeri girmesini önler ve ortamın sıcaklığını düşürerek yangını söndürme görevi görür.

3.1. Yanıcı Parlayıcı Sıvı Yangınlarında Kullanılan Köpük tipleri

Köpük- su karışımının yangın esnasında verimli şekilde söndürme görevi görmesi için uygun tipte köpük seçilmelidir. Köpük tipleri,

- Protein bazlı (RP) köpük sıvıları
- Floroprotein (FP) köpük sıvıları
- Film tabakası oluşturan (FFFP) Köpük Sıvıları
- Akıcı film tabakası oluşturan (AFFF) Köpük Sıvıları
- Alkole dirençli akıcı film tabakası oluşturan (AR-AFFF) Köpük Sıvıları
- Sentetik deterjan köpük sıvıları (Mid, Hi-ex)

3.2. Köpüklü Sprinkler Sistemleri Tasarım Aşamaları

Köpüklü sprinkler sistemi uygulaması yapılırken altta yer alan adımlar izlenmelidir.

- Depolanan yanıcı parlayıcı sıvının sınıfının belirlenmesi
- Uygun sistem seçimi
- Tasarım yoğunluğu ve operasyon alanının belirlenmesi
- Sprinkler veya nozul için minimum basıncın belirlenmesi
- Oranlayıcı seçimi
- Uygulama süresinin belirlenmesi

- Köpük tipinin seçimi

3.3. Köpüklü Sprinkler Sistemleri Tasarım Kriterleri

Tasarımı yapılacak köpük-su sprinkler sistemi aşağıda yer alan standartları karşılamalıdır.

- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2010 Edition
- NFPA 16: Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems, 2011 Edition
- NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code, 2008 Edition

Baskın tip köpüklü söndürme sistemlerinde NFPA 16 tasarım kriterleri dikkate alınmalıdır.

Baskın tip dışında kalan otomatik köpüklü sprinkler sistemlerinde (ıslak borulu, kuru borulu, ön tepkili sistemler) NFPA 16 ve NFPA 30' da yer alan tasarım kriterlerine göre tasarım yapılır. NFPA 16'da verilen değerler genel parametrelerdir ve minimum ihtiyacı belirler. Yanıcı ve parlayıcı sıvılar üzerinde yapılan yangın test sonuçlarına göre kriterlerin değişiklik gösterebileceği özellikle belirtilmektedir. NFPA30' da ise yapılan testler ile ilgili daha detaylı bilgi bulunmaktadır. NFPA 30 farklı tip depolama şekli, depolama yüksekliği, yanıcı sıvı çeşitleri, sprinkler orifis çaplarına göre tasarım kriterleri belirlemektedir.

NFPA 16' ya göre yapılan sistemlerde, tasarım yoğunluğu en az 0.16 gpm/ft² (6.5 mm/m²), tasarım alanı ise 5000 ft² (465,4 m²) olmalıdır. Bir sprinklerin koruma alanı 100ft² (9,3 m²) ve sprinkler arası mesafede 12 ft (3,7 m) aşmamalıdır.

Tavan ya da çatıya monte edilmiş sprinklerin açılma sıcaklığı 250°F ila 300°F (121°C ila 149°C) aralığında olmalıdır. Ara seviyelerde yer alan sprinklerin açılma sıcaklığı ise çevre koşulları daha yüksek bir değeri gerektirmedikçe 135°F ila 170°F (57°C ila 77°C) aralığında olmalıdır.

Sistemde kullanılacak olan boru çapları sürtünme kaybı hesaplarına göre belirlenmelidir. Boru sistemlerindeki sürtünme kaybının hesaplanması için Hazen-Williams C değerleri kullanılır. Köpük su karışımı taşıyan boruların sürtünme kaybı karakteristikleri sadece su taşıyan borular ile aynı şekilde değerlendirilecektir. Alkol dirençli köpük konsantresinin kullanıldığı boru sistemlerindeki sürtünme kaybının hesaplanması için sürtünme karakteristikleriyle ilgili olarak köpük konsantresi üreticisine danışılmalıdır.

NFPA 30'da tasarım kriterleri tablolar halinde verilmektedir. Örnek olarak çift sıralı raflı depolama alanlarında depolanan metal, portatif ve IBC yanıcı sıvı tanklarının otomatik köpüklü sprinkler sistemi ile korunmasına yönelik tasarım kriterleri Tablo 2'de verilmektedir. Tasarım yoğunluğu belirlenirken kullanılacak olan cihazların test değerleri de dikkate alınmalı, tablolar halinde verilen değerler ile kıyaslanarak hangi değer büyükse o değer hesaba katılmalıdır.

NFPA30'a göre oranlayıcı ekipmanlar seçilirken en az dört adet sprinklerin açılacağı kabulü yapılarak oranlama aralığı belirlenmelidir.

NFPA 30, sprinkler yerleşiminin NFPA 13, Sprinkler Sistemlerinin Kurulum Standardı 'na uygun olarak tasarlanması gerektiğini belirtmekle birlikte aşağıdaki maksimum koruma alanına uygun olarak sprinkler yerleşimi yapılmasına izin vermektedir.

(1) Sınıf I, II, and IIIA: 9.3 m² sprinkler başına korunan alan

(2) Sınıf IIIB: 11.1 m² sprinkler başına korunan alan

NFPA 16' ya göre çalışma süresi minimum 10 dakika, NFPA 30'a göre minimum 15 dakika olacak şekilde köpük miktarı hesaplanmalıdır.

Tablo.2 Çift Sıralı Raflarda ve Metal, Protatif, IBC tanklarda Depolanan Yanıcı ve Parlayıcı Sıvılar için Köpüklü Sprinkler Sistemi Tasarım Kriterleri

Tank Tipi ve	Max. Depo	Max Tavan	Tavan Sprinkler Koruması		Raf Arası Sprinkler Koruması	
			Sprinkler	Tasarım	Sprinkler	Tasarım

Kapasitesi	h (ft)	h (ft)	Tipi	Hassasiyet	Yoğunluk (gpm/ft ²)	Alan (ft ²)	Tipi	Hassasiyet	Debi (gpm)	Not
NONRELIEVING STYLE CONTAINERS - SINIF IB, IC,II,IIIA										
≤5 gal	25	30	K≥8.0	SR or QR 286°F	0.30	2000	K=5,6 or 8,0	QR or SR (ot)	30	1,2,4
>5 and≤60	25	30	K≥8.0	SR or QR 286°F	0.30	3000	K=5,6 or 8,0	QR or SR (ot)	30	1,8,4
NONRELIEVING STYLE CONTAINERS - SINIF IIIB										
≤60 gal	40	50	K≥8.0	SR 286°F	0.30	2000	K=5,6 or 8,0	QR or SR (ot)	30	1
RELIEVING STYLE CANTAINERS - SINIF IB,IC,II,IIIA										
≤5 gal	25	30	K≥8.0	SR or QR 286°F	0.30	2000	K=5,6 or 8,0	QR or SR (ot)	30	1,2,4
>5 and≤60 Portatif tank IBC tanklar	25	30	K≥8.0	SR 286°F	0.30	3000	K=5,6 or 8,0		30	1,8,4
RELIEVING STYLE CANTAINERS - LIQUID CLASS IIIB										
≤60 gal	40	50	K≥8.0	SR 286°F	0.3	2000	K=5,6 or 8,0	QR or SR (ot)	30	1
1 gal=3,8 lt , 1 ft= 0,3 m, 1 ft ² =0,09m ² , 1gpm/ft ² =40,7 L/min/m ² =40,7 mm/dk.										
NOTLAR										
(1)Raf –arası sprinkler hidrolik olarak en uzak olan en üst üç seviyede altışar adet raf-arası sprinkler hesaplanır.										
(2)Tasarım alanı pre-primed sistemlerde 1500 ft ² olarak azaltılabilir.										
(3) Tasarım alanı pre-primed sistemlerde 2000 ft ² olarak azaltılabilir .										
(4) Pre-primed sistemlerde, raf –arası sprinkler hidrolik olarak en uzak olan en üst üç seviyede, üçer adet raf-arası sprinklere düşürülerek hesap yapılmasına izin verilir.										
(5) Çift sıralı raflı depoda depolama genişliği maksimum 6 ft (1,8m) dir .										
(6) K=8,0(115) ve K=11,2(160)tavan sprinkleri kullanılan mahallerde, en üst raf arası seviyenin üzerinde birden fazla depo seviyesi varsa, yoğunluk 0.6 ve tasarım alanı 2000 ft ² olarak arttırılmalıdır.										
(7)Raf arası sprinkler mesafesi en fazla 2.7m olmalıdır.										
Pre-primed sistemler: Tesisatta içinde belirli oranda köpük konsantresi karıştırılmış su bekler.										

3.4. Köpük Oranlama Yöntemleri

Sprinkler sistemlerinde yaygın olarak iki oranlama metodu kullanılmaktadır.

- 1.Diyafram tanklı oranlama metodu
- 2.Köpük pompalı oranlama metodu

Oranlama yöntemi seçilirken, köpük su karışımının doğru oranda akıtılması dikkat edilmesi gereken en önemli konudur. Oranlama cihazları en düşük ve en yüksek debi aralığına göre seçilir. Oranlama cihazlarının akış aralığı köpük cinsine göre değişir. AR-AFFF köpükler için bu değerler daha düşük olmaktadır. Bu yüzden en çok köpüklü su ihtiyacı olan alanın akış değeri dikkate alınmalıdır. Ayrıca köpük konsantresi, sistemin ihtiyaç duyduğu en düşük basıncı karşılayacak şekilde basınçlandırılarak suya karıştırılır. Baskın sistemlerde, tüm sprinklerden aynı anda akış sağlanacağından, akıştaki değişim sadece basınç değişiminden kaynaklanır. Ancak kapalı sprinkler başlığı kullanılan sistemlerde minimum ve maksimum akış aralığını tahmin etmek imkansızdır. Akış aralığı ile ilgili kabuller tasarımcı tarafından yapılmaktadır. Bu değer NFPA30'da en az 4 sprinklerin açılacağı ve en fazla hidrolik tasarım alanı içinde kalan sayıda sprinklerin açılacağı varsayılarak hesaplanmalıdır. Oranlayıcının çalışma aralığı bu değerlere uygun olarak seçilmelidir. Bu değerler dışında seçilen cihazlarda söndürme performansını sağlayacak oranda köpük su karışımı sağlanamayabilir.

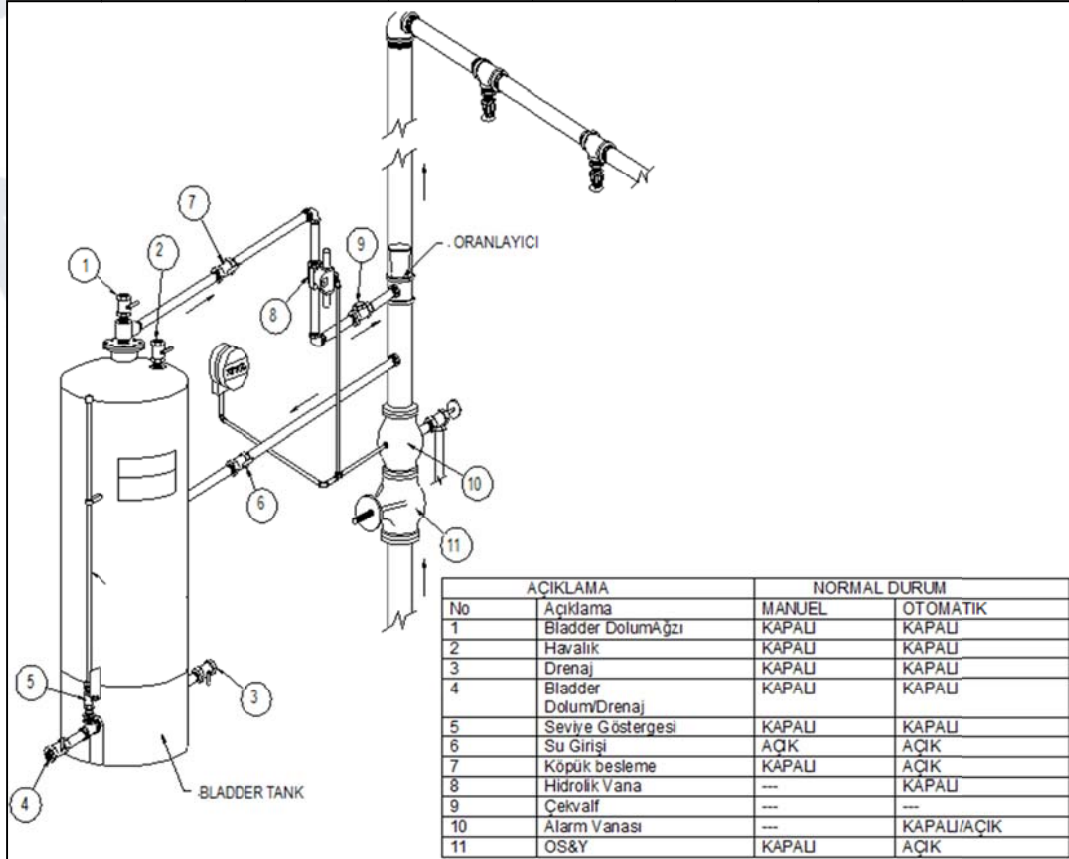
Her iki oranlama metodunun da birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Başlıca konular Tablo4'te özet halinde verilmektedir.

Tablo.3 Diyafram Tank ve Köpük Pompalı Oranlama Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

DİYAFRAM TANKI	
Avantaj	Dezavantaj
Geniş bir debi aralığında otomatik olarak oranlama imkanı sağlar.	Sistem devre dışı bırakılmadan köpük boşaltılmaz.
Oranlama, basınç değişimlerine karşı değişiklik göstermez.	Diyaframa zarar vermemek için özel dolun prosedürüne uygun hareket edilmelidir.
Çalışma prensibi basittir.	Köpük depolama miktarı limitlidir.
Bakım ihtiyacı azdır.	Köpük tankı ile oranlayıcı arasındaki boru uzunluğu limitlidir.
Su gücüyle çalışır. İlave enerji gerektirmez.	
KÖPÜK POMPASI	
Avantaj	Dezavantaj
Geniş bir debi aralığında otomatik olarak oranlama imkanı sağlar.	İlave enerji gerektirir.
Oranlama, basınç değişimlerine karşı değişiklik göstermez.	Pompaların bakımı gerekir.
Sistem devrede iken köpük ilavesi yapılabilir.	Güvenilir güç kaynağı bulunmayan yerlerde alternatif güç kaynağı gerekebilir.
Uzak mesafelerdeki oranlayıcılara köpük aktarımı sağlar.	Köpük pompası basıncını dengeleyen oranlayıcılar, diğerlerine göre çok daha pahalıdır.

3.4.1 Diyafram Tanklı Köpük Su Oranlama Sistemi

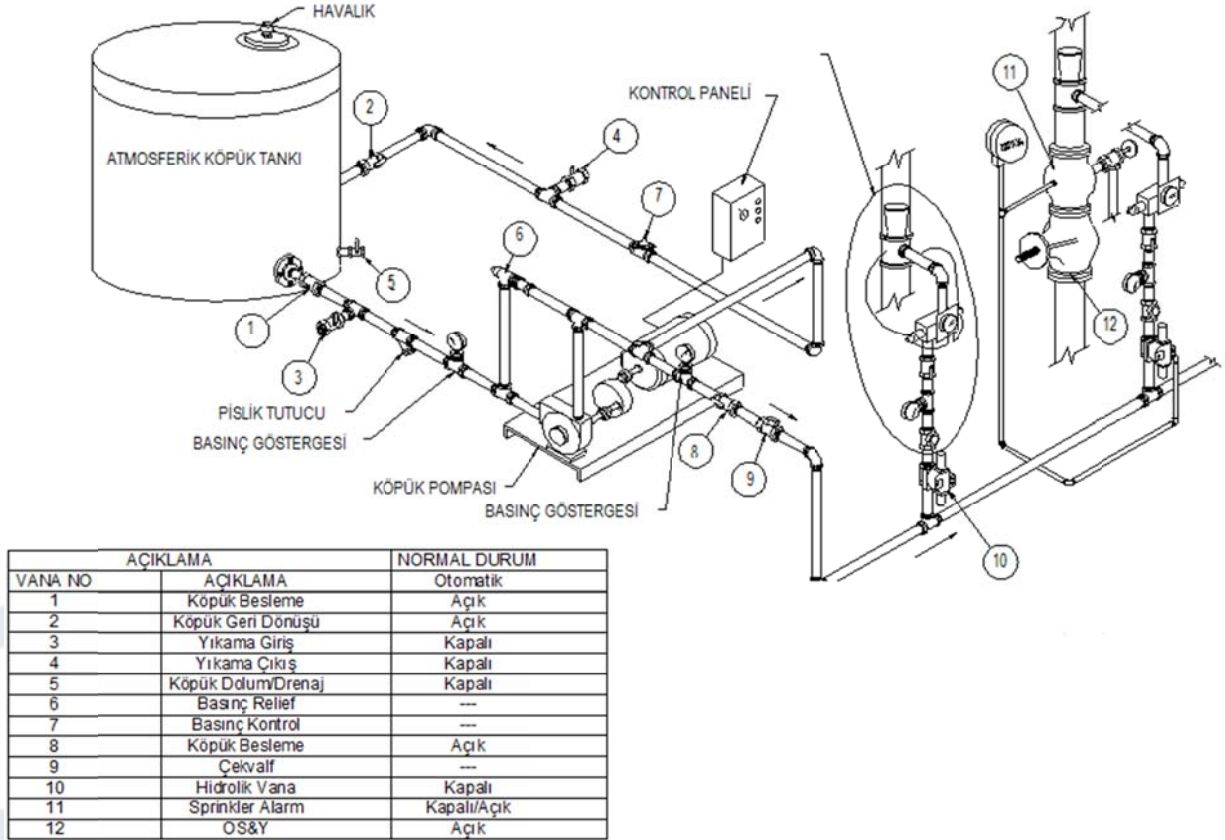
Köpük sıvısı karbon çelik tank içinde bulunan elastomerik malzemeden yapılmış köpük torbasında depolanır. Köpüğü basınçlandıran su ise tank cidarı ile köpük torbası arasındaki boşlukta yer alır. Köpüğü basınçlandıran su sistemdeki yangın pompasından sağlanır. Şekil 1'de Diyafram Tanklı Köpük Tankı verilmiştir.



Şekil 1. Diyafram Tanklı Köpük Su Oranlama Sistem Şeması

3.4.2 Köpük Pompalı Köpük Su Oranlama Sistemi

Köpük ve su ayrı pompalar ile oranlayıcıya gönderilerek sisteme verilirler. Pompalı sistemlerde basıncı dengeleyen özellikte oranlayıcılar kullanılır. Bu nedenle oranlayıcının köpük tankına olan mesafesi konusunda sınırlama bulunmamaktadır. Doğru oranlama yapılabilmesi için köpük basıncı, su basıncının 20PSI üzerinde olmalıdır. Şekil 2'de Köpük Pompalı Köpük-Su Oranlama Sistemi şeması gösterilmiştir.



Şekil 2. Köpük Pompalı Köpük Su Oranlama Sistem Şeması

3.5 Örnek Uygulamalar

3.5.1 Baskın Köpüklü Söndürme Sistemi Uygulaması

Sistem Tipi: Baskın Köpüklü Söndürme Sistemi
Dizayn Standardı: NFPA 16
Depo Boyutları: 27,4 m x 15,2 m
Depolanan Ürün: SINIF IB Hidrakerbon
Depolama Tipi: Raflı Depolama, 10 galon metal kaplarda
Köpük: AFFF, %3
Depolama yüksekliği: 7,6 m
Tavan yüksekliği: 6,1 m
Raf Arası Sprinkler: Yok
Sprinkler Tipi: Standart orifis
Sprinkler Tepki Süresi: Standart

Tasarım Alanı: $27,4 \times 15,2 = 418 \text{ m}^2$
NFPA16'ya göre,
Tasarım yoğunluğu: 6.5 lpm/m^2
Karışım miktarı: $6,5 \text{ lpm/m}^2 \times 418 \text{ m}^2 = 2717 \text{ lpm (717 gpm)}$

Çalışma Süresi : 10 dakika
Köpük Oranı : %3
Köpük Miktarı : $717 \times 10 \times 0.03 = 216 \text{ galon}$

3.5.2 Islak Borulu Köpüklü Söndürme Sistemi Uygulaması

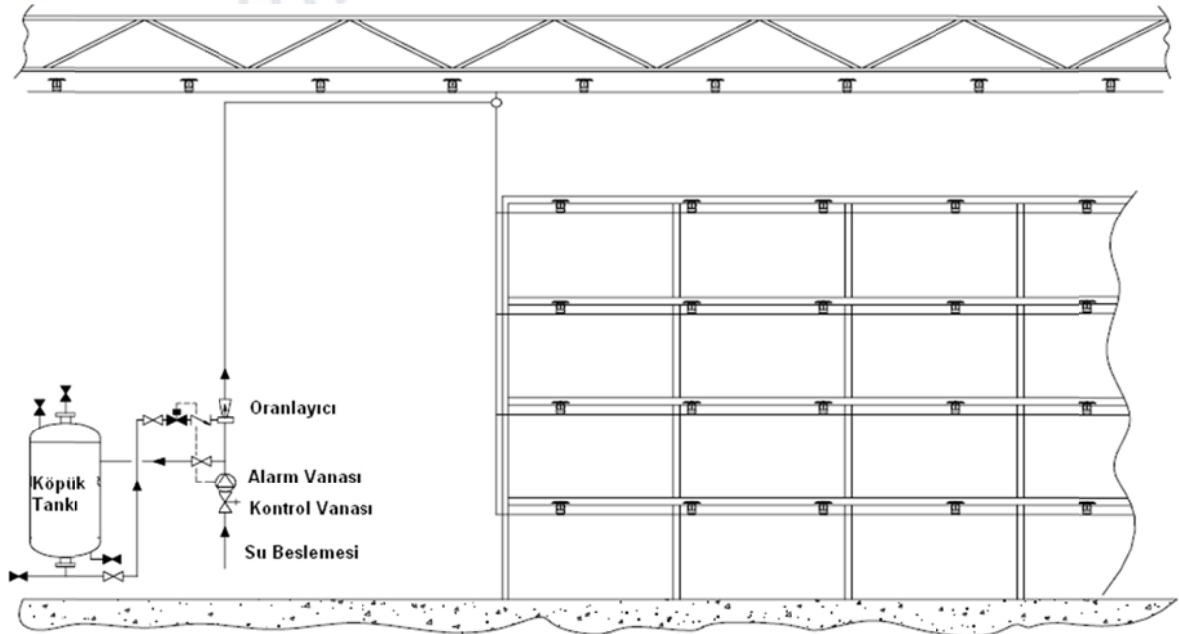
Örnek sistem şeması Şekil 3'te verilmiştir.

Sistem Tipi: Islak Tip Köpüklü Söndürme Sistemi
Dizayn Standardı: NFPA 30
Depo Boyutları: $27,4 \text{ m} \times 15,2 \text{ m} = 418 \text{ m}^2$
Depolanan Ürün: SINIF IB Hidrakerbon
Depolama Tipi: Rafalı Depolama, 10 galonluk metal kaplarda
Köpük: AFFF, %3
Depolama Yüksekliği: 7,6 m
Tavan Yüksekliği: 6,1 m
Raf Arası Sprinkler: Yok
Sprinkler Tipi: Standart orifis
Sprinkler Tepki Süresi: Standart

NFPA 30' da ilgili Tablo 2'ye göre tasarım alanının 3000 ft^2 (278 m^2) almamız gerekiyor. Bu tasarım alanı için ise tasarım yoğunluğu 0.3 gpm/ ft^2 ($12,2 \text{ lpm/m}^2$) alınmalıdır.

Tasarım yoğunluğu: $12,2 \text{ lpm/m}^2$
Karışım miktarı: $12,2 \text{ lpm/m}^2 \times 278 \text{ m}^2 = 3392 \text{ lpm (897 gpm)}$

Çalışma Süresi : 15 dakika
Köpük Oranı : %3
Köpük Miktarı : $897 \times 15 \times 0.03 = 404 \text{ galon}$



Şekil 3. Islak Borulu Köpüklü Söndürme Sistem Şeması

KAYNAKLAR

- [1] NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2010 Edition
[2] NFPA 16: Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems, 2011 Edition
[3] NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code, 2008 Edition
[4] NFPA 11: Standard for Low – Medium and High-Expansion Foam, 2010 Edition

