

# DEPOLAMA ALANLARINDA ESFR SPRINKLER SİSTEMLERİ

## Özet

Günümüzde, her metrekare alışveriş merkezi için 5m<sup>2</sup> depolama ihtiyacı bulunmaktadır. Bu durum depolama hizmetlerindeki artışla birlikte, yüksek depolama alanlarına özel sprinkler sistemi çözümlerini gündeme gelmiştir. Bu bildiride spesifik uygulama gerektiren sprinkler tiplerinden biri olan ESFR ele alınarak, uygulama alanları ile birlikte sistem tasarımına ilişkin kriterler incelenmiştir. ESFR Sprinkler yüksek depolama alanlarındaki yangın riskine karşı, özellikle çatı sprinkler sisteminin raf arası sprinkler sistemlerine tercih edildiği durumlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. ESFR sprinkler , montaj maliyetleri, çarpma sonucu oluşabilecek sprinkler hasar riski ve raf yerleşiminde değişiklik olanakları açısından raf arası sprinklere göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. ESFR Sprinkler hızlı tepkili algılama elemanı ile yüksek hızda yüksek su debisi sağlamak üzere tasarlanmıştır. Dört farklı K değerine sahip ESFR üretimi yapılmaktadır. NFPA 13'te; ESFR sprinkler tasarım kriterleri depolama yüksekliği ve yangın yüküne bağlı olarak tablolar halinde verilmiştir. Bu tablolarda her depolama yüksekliğinde K14, K17, K22 ve K 25 ESFR için farklı basınç değerleri bulunmaktadır. Belirli bir depolama yüksekliğinde K22 ve K 25 ESFR seçenekleri için sprinkler debi ve basınç ihtiyaçları kıyaslanarak, K faktörüne bağlı olarak pompa ve su deposu kapasitesi, boru çapları gibi konularda sağlanabilecek avantaj ve dezavantajlar belirlenmiştir.

## ESFR SPRINKLER SYSTEMS USED IN WAREHOUSES

### Abstract

Five square meters storage area is required for one square meter shopping mall area. Special sprinkler system solutions are required for storage areas that has high storage height. Specific application is required for ESFR fire sprinkler system. Application areas and system design criterias are inspected in this edict. ESFR sprinkler is developed for high storage areas that in-rack sprinkler installation is not wanted. ESFR sprinkler is preferred instead of in-rack sprinkler regarding installation cost, accidental breakage of in-rack sprinkler, ability to change rack layout. ESFR is a fast response sprinkler that is designed to supply high flowrate at high speed. Four different orifice K value is produced for ESFR sprinkler. ESFR sprinkler design criterias are given as tables in NFPA 13 standard according to storage height and fire load. Different pressure value shall be supplied at ESFR sprinkler due to orifice K factor of ESFR sprinkler for a given storage height. K14, K17, K22, K25 K factors are produced. Required flowrate and pressure is compared between K22 and K25 ESFR sprinkler alternatives for a given storage height; advantages and disadvantages in fire pump and fire reservoir capacity and pipe diameter is evaluated related to K factor.

## 1.Giriş

### 1.1 Sprinkler Sistemi

Sprinkler sisteminin amacı yangını kontrol veya söndürmeye yetecek minimum uygulama yoğunluğunu sağlamaktır. Sprinkler sistemi endüstriyel bir tesisin yangın söndürme sisteminin en etkili elemanıdır.

Yangın esnasında yükselen duman içinde su damlacıklarının penetrasyonu ve yanan yüzeye ulaşarak söndürme işleminin gerçekleştirilmesi, çevrede ve tavan seviyesinde sıcaklığın düşürülmesi sonucu aşırı sprinkler açılması ve konvektif ısı transferi nedeniyle yapısal yangın zararlarının önlenmesi, yanan nokta çevresini ıslatıp soğutarak yangının yayılmasını önlemek yangının kontrol altına alınabilmesi için gerekli zorunluluklardır. Sprinkler sisteminin bu zorunlulukları yerine getirebilmesi için optimum damlacık çapının sağlanması gereklidir. Sprinkler deflektöründen yayılan damlacıkların çapına bağlı olarak yangının ilerleme hızı ve sıcak gazların yapı içine transferi çok fazla değişebilir. Büyük damlacıkların yükselen duman içerisinde penetrasyonu kolaydır, ısı yükü yüksek yangınlarda küçük damlacıklara göre daha etkilidir. Küçük damlacıklar ise yanan bölge çevresinde ve özellikle tavan çevresinde buharlaşıp ısı çekerek soğutma etkisi sağlarlar. Böylece daha çok sprinkler açılması önlenmiş olur. Ancak yükselen dumanın hızı damlacıkların terminal hızını geçiyorsa özellikle küçük damlacıklar duman ile birlikte sürüklenecek ve söndürme ya da soğutma işlemine katkı yapamayacaktır. Eğer sprinkler uygulanacak alan yüksek tavanlı ise bu kriter daha fazla dikkat edilmelidir. Yangın esnasında ortaya çıkan ısı miktarına bağlı olarak yüksek tavanlı binalarda tavan sıcaklığının sprinklerin aktivasyon sıcaklığına ulaşması daha uzun sürecektir. Buna paralel olarak yangın büyüyecek ve yükselen alevler sonunda sprinklerin çalışmasını sağlayacak ancak damlacıklar yere düşmeden buharlaşacak ya da damlacık hızlarına bağlı olarak duman ile birlikte sürüklenecektir. Bunu önlemek için yüksek tavan uygulamalarında büyük orifisli sprinkler kullanılması gerekmektedir. Kullanılacak sprinkler tipinin seçimi ve yerleşimi ise en sağlıklı olarak sprinkler su atım karakteristiklerinin değerlerine göre karşılaştırılması ya da projelendirme yapılan yükseklik için test verilerinin üreticiden sağlanması ile yapılabilir. Ancak pratik çözüm olarak 9,1 m'ye kadar olan yüksek tavan uygulamalarında ESFR veya iri damlacıklı sprinklerler çözüm olabilir. Sprinkler sisteminde kontrol ve söndürme özellikli olmak üzere iki tip sprinkler mevcuttur.

## 1.2 ESFR (Erken Uyarılı Hızlı Tepkili) Sprinkler

1980'lerin sonunda, Factory Mutual Sigorta şirketinin çalışmaları sonucunda yangınların bastırılması için özel dizayn edilen ESFR sprinkler geliştirilmiştir. Yüksek depo alanlarında yangını bastırmak ve özel uygulama gerektiren yerlerde kullanmak için geliştirilmiş ilk sprinklerdir. ESFR sprinkler söndürme özellikli sprinklerdir ve K14, K17, K22 ve K25 olmak üzere dört farklı basınç değerinde ESFR sprinkler mevcuttur. Kullanılacak olan bu sprinkler tipini çatı ve depolama yükseklikleri belirler. (Tablo 2)

ESFR sprinkler yangını bastırmaya yönelik homojen ve güçlü su dağılımı ile hızlı şekilde su akışı sağlar. ESFR sprinkler deflektörü iri su damlacıkları üretir ve yangın sırasında erken devreye girerek, iri damlacıkları sayesinde sıra yangınların bastırılmasında etkilidir. Tüm dizayn ve montaj kriterlerinin tam olarak yerine getirilmesi halinde, depo ve depolama alanlarında ESFR sprinkler diğer sprinklerler ile karşılaştırıldığında çok daha etkilidir. ESFR sprinklerin montajında uygulanması gereken; tavan eğimi, çatı konstrüksiyonu, montaj yerleşimi ve çatı engelleri gibi bazı zorunlu kuralları vardır. Bu zorunlu kurallara uyulmaması durumunda sprinklerin atım karakteristiği bozulabilmekte ve yangın anındaki performansını olumsuz etkileyerek söndürme işleminin gerçekleşmemesine neden olmaktadır.

FM Global'in yaptığı tam ölçekli yangın testlerine göre standartlara uygun şekilde yerleştirilmiş olması kadıyla 1 ile 4 sprinklerin devreye girmesi sonucu yangın tam olarak söndürülebilmektedir. Yangın gelişimi test koşullarına paralel bir düzen içinde olmamaktadır. Bu sebeple FM Global yangın anında 12 sprinklerin devreye girerek yangını söndüreceğini öngören bir dizayn standardı getirmiştir. ESFR sprinklerin montajında uygulanması gereken; tavan eğimi, çatı konstrüksiyonu, montaj yerleşimi ve çatı engelleri gibi bazı zorunlu kuralları vardır. Bu dizayn kriterleri Kısım 2'de belirtilmiştir.

## 1.3 ESFR Sprinkler Kullanımı ve avantajları

ESFR sprinkler her türlü depo uygulamasında kullanılabilir ancak deponun durumu sistem dizayn aşamasında çok iyi incelenmelidir. ESFR sprinklerin avantajı ise raflı depolarda bina ve depolama yüksekliğine bağlı olarak in-rack ve intermediate -level sprinkler kullanılmaksızın koruma

sağlanabilmesidir. In-rack sprinkler sistemleri kullanılmadığında işveren açısından maliyetlerde (raf ve bina kullanımı açısından büyük avantajlar sağlar. Bu avantajlar; raflı depoların yerinin değişmesi veya taşınması ile malların yerinin değişmesi esnasında sprinkler borulaması ve sistem tasarımında herhangi bir değişikliğe gerek kalmamaktadır. Ayrıca depo alanlarında çalışan forklift operatörlerinin sebep olacağı herhangi bir kazaya (sprinkler kırılması veya boruya çarpması) mahal vermesini engeller.

ESFR sprinkler kullanılarak yığın şeklinde, paletli ve sabit raflı (prefore) depolama yapılan alanlarda koruma yapabiliriz. Ayrıca ESFR sprinkler kullanıldığında yangın dolabı/hidrant debisi 946 lt/dk ve yangın suyu besleme süresi 1 saat yeterli olmaktadır.

Bu önkoşulların hepsi bir araya gelirse, bina sahibi düşük maliyette daha üstün yangın korumaya sahip olacaktır.

## 2.ESFR Sprinkler Kullanım Limitleri:

- ESFR sprinkler sadece ıslak borulu sistemlerde kullanılır.
- Eğimin %16,7'yi geçtiği çatılarda kullanılamaz (Her 12 m'de 2 m yükseklik).
- Kapalı raf plakalarının kullanıldığı ve/veya üstü açık konteynerların bulunduğu raflı depolama düzeninde kullanılmaz.
- Yanıcı engelli çatıda kullanılmaz.
- Engelli ve engelsiz tavan yapısında kullanılabilir. Kapalı yapı elemanlarının (kiriş vb.) derinliğinin 305 mm'yi geçtiği yerlerde, sprinkler arası minimum mesafe ve koruma alanları dikkate alınarak kapalı yapı elemanlarının oluşturduğu her kanal içine yerleşim yapılmalıdır.

## 3. ESFR Sprinkler Yerleşiminde Dikkat Edilmesi Gereken Konular

- a. Sprinkler maksimum koruma alanı ve sprinkler arası mesafe; Tablo 1'de verilen değerleri geçmemelidir.
- b. Sprinkler minimum koruma alanı; 6 m<sup>2</sup>'den az olmamalıdır.
- c. Sprinklerin duvara maksimum mesafesi Tablo 1'de verilen sprinkler arası maksimum mesafenin yarısını geçmemelidir.
- d. Sprinklerin duvara minimum mesafesi; 102 mm'den az olmamalıdır.
- e. Sprinkler arası minimum mesafe; 2,4m'den az olmamalıdır.
- f. Sprinklerin tavana olan mesafeleri K faktörüne göre değişiklik gösterir.
  - K Faktörü 14 olan sarkık tip ESFR sprinkler için;
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası maksimum mesafe: 356 mm
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası minimum mesafe: 152 mm
  - K faktörü 16.8 olan sarkık tip ESFR sprinkler için;
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası maksimum mesafe: 356 mm
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası minimum mesafe: 152 mm
  - K faktörü 22.4 ve 25.2 olan sarkık tip ESFR sprinkler için;
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası maksimum mesafe: 457 mm
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası minimum mesafe: 152 mm
  - K faktörü 14 olan dik tip ESFR sprinkler için;
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası maksimum mesafe: 305 mm
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası minimum mesafe: 76 mm
  - K faktörü 16.8 olan dik tip ESFR sprinkler için;
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası maksimum mesafe: 305 mm
    - Sprinkler deflektörü ile tavan arası minimum mesafe: 76 mm
- g. Branşmanların kirişleri kesecek şekilde yerleşimine izin verilir ancak sprinkler eş aralıklar içinde kalmalı ve kirişlerin altında bulunmamalıdır.
- h. Sprinkler deflektörü tavana veya çatıya paralel olmalıdır.
- i. Genişliği 0.6 m veya daha az olan engel altına sprinkler ilavesi yapılmaz ve sprinkler engel kenarına yatayda 0.3 m veya daha fazla mesafede yerleştirilir.
- j. ESFR sprinkler, çelik veya boşluklu çelik kirişlerin alt kirişlerine yatayda minimum 0.3 m mesafede yerleştirilmelidir.

k. Çatı veya tavan sprinkler deflektörü ile depolama üst seviyesi arası mesafe 914 mm veya daha fazla olmalıdır.

**Tablo 1.** ESFR Sprinkler koruma alanları ve maksimum mesafeler

Yapı Tipi	Tavan/Çatı yüksekliği < 9.1m		Tavan/Çatı yüksekliği > 9.1m	
	Koruma Alanı m <sup>2</sup>	Sprinkler arası maksimum mesafe (m)	Koruma Alanı m <sup>2</sup>	Sprinkler arası maksimum mesafe (m)
Yanmaz engelsiz	9.3	3.7	9.3	3.1
Yanmaz engelli	9.3	3.7	9.3	3.1
Yanıcı engelsiz	9.3	3.7	9.3	3.1
Yanıcı engelli	Uygulanmaz	Uygulanmaz	Uygulanmaz	Uygulanmaz

#### 4. 7,6 m Depolama Yüksekliğinden Fazla Olan Plastik Yanıcı Sınıfı Raflı Depolamaların ESFR Sprinkler ile korunumu

Kartonlu veya açıkta genişlememiş plastiklerin tek sıralı, çift sıralı ve çoklu sıralı raf depolamasının korunumu Tablo 2’te verilmiştir.

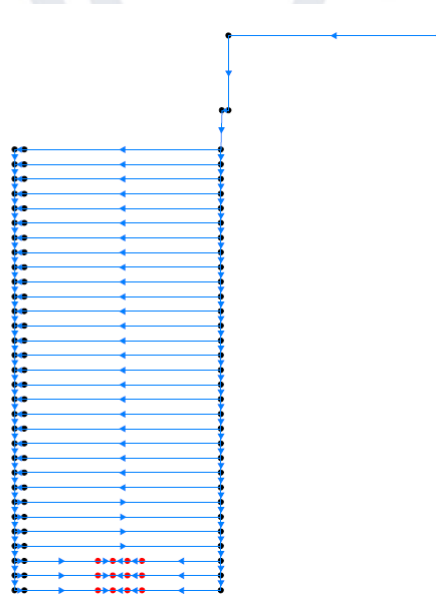
**Tablo 2.** 7,6 m Depolama Yüksekliğinden Fazla Olan Plastik Yanıcı Sınıfı Raflı Depolamaların ESFR Sprinkler ile Korunumu

Depolama Şekli	Yanıcılık Sınıfı	Maksimum Depolama Yüksekliği		Maksimum çatı/tavan yüksekliği		K - Faktörü	Sprinkler Tipi	Min. Çalışma Basıncı		Raf arası sprinkler gereksinimi	Yangın dolabı/Hidrant kapasitesi		Su besleme süresi(saat)
		ft	m	ft	m			psi	bar		gpm	L/dk	
Tek sıralı, çift sıralı ve çoklu sıralı raf	Kartonlu Genleşmemiş	30	9,1	35	10,7	14.0 (201)	Upright veya Pendent	75	5,2	hayır	250	946	1
							Upright pendent	52	3,6	hayır			
							pendent	35	2,4	hayır			
							pendent	20	1,4	hayır			
							pendent	75	5,2	hayır			
							pendent	52	3,6	hayır			
				40	12,2	14.0 (201)	Upright pendent	40	2,8	hayır			
							pendent	25	1,7	hayır			
							pendent	90	6,2	evet			
							pendent	63	4,3	evet			
							pendent	40	2,8	hayır			
							pendent	40	2,8	hayır			
		35	10,7	40	12,2	14.0 (201)	pendent	75	5,2	hayır			
								52	3,6	hayır			
								25	1,7	hayır			
								90	6,2	evet			
								63	4,3	evet			
								40	2,8	hayır			
		40	12,2	45	13,7	14.0 (201)	pendent	90	6,2	evet			
								63	4,3	evet			
								40	2,8	hayır			
								40	2,8	hayır			
								90	6,2	evet			
								63	4,3	evet			
Açıkta	30	9,1	35	10,7	14.0 (201)	pendent	75	5,2	hayır				
							40	2,8	hayır				
							40	2,8	hayır				
							90	6,2	evet				
							63	4,3	evet				
							40	2,8	hayır				

genleşmemiş	40	12,2	16.8 (242)	pendent	52	3,6	hayır				
			14.0 (201)	pendent	75	5,2	hayır				
			16.8 (242)	pendent	52	3,6	hayır				
			25.2 (363)	pendent	50	3,4	hayır				
		13,7	14.0 (201)	pendent	90	6,2	evet				
			16.8 (242)	pendent	63	4,3	evet				
			35	10,7	40	12,2	14.0 (201)	pendent	75	5,2	hayır
							16.8 (242)	pendent	52	3,6	hayır
	25.2 (363)	pendent					50	3,4	hayır		
	13,7	14.0 (201)			pendent	90	6,2	evet			
		16.8 (242)	pendent	63	4,3	evet					
		40	12,2	45	13,7	14.0 (201)	pendent	90	6,2	evet	
	16.8 (242)					pendent	63	4,3	evet		

### 5. ESFR Sprinkler İçin Örnek Bir Hesaplama Yapılması

Aşağıda verilen hidrolik hesap örneği; çatı veya tavan yüksekliği 13,7 mt. ve 10,7 ile max. depolama yüksekliği 9,1 mt., depolama şekli tek sıralı, çift sıralı ve çoklu sıralı raf kullanılan, yanıcılık sınıfı kartonlu ve genleşmemiş malzemelerin depolandığı örnek bir bina baz alınarak hazırlanmıştır. Toplam depolama alanı yaklaşık 10.000 m<sup>2</sup>'dir. Binanın pompa dairesine en uzak olan kritik zonu dikkate alınarak hesap yapılmıştır.



Şekil 1. Hidrolik hesap sprinkler yerleşim planı

Şekil 1'de verilen yerleşime göre yapılan hesaplarda; 400mm 8" ana besleme hat boru uzunluğu bulunan sistemde 9m<sup>2</sup> koruma alanı olacak şekilde ESFR yerleşimi yapılmıştır. 42m uzunluğunda, 30 branşmanı bulunan grid tesisat için Tablo 3'te verilen değerlere göre, her K faktörü için ayrı hidrolik hesap yapılmıştır. Grid tesisat üzerinde ana ve yardımcı kolektör boru çapı sabit olarak 6" alınmıştır. Çatı yüksekliği 10.7m olan depo için branşman çapı sabit 2" ve çatı yüksekliği 13.7m olan depo için sabit 2 1/2" olarak alınmıştır. Tüm hesaplarda boru hızı limit değeri 7m/sn kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, Tablo 4,5,6 ve 7'de kıyaslama sonuçları olarak özetlenmiştir.

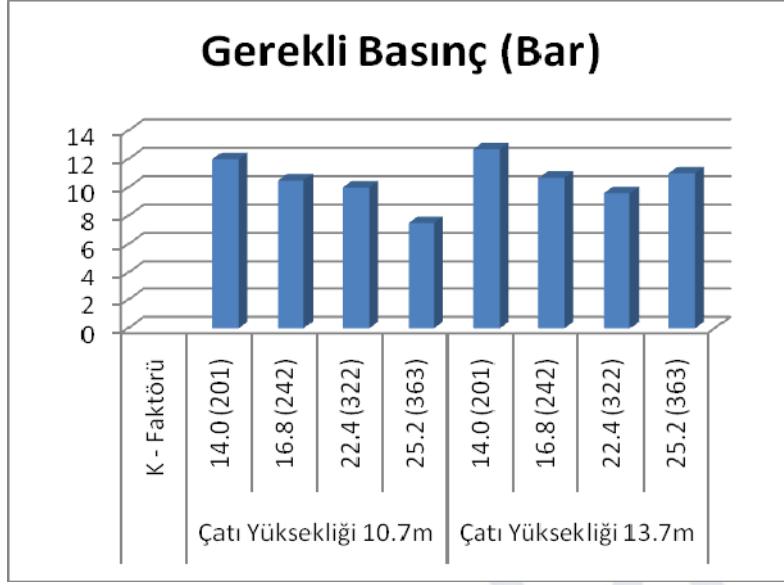
**Tablo 3.** ESFR Sprinklerin K faktörlerine göre kıyaslama için yapılan hidrolik hesapların sabit girdileri

Depolama Şekli	Yanıcılık Sınıfı	Max. Depolama Yük.	Mac. Çatı/Tavan Yük	K - Faktörü	Min. Çalışma Basıncı	Sprinkler Ana Besleme Boru Çapı (inç)	Ana Dağıtım Boru Çapı (inç)	Yardımcı Dağıtım Boru Çapı (inç)	Branşman Çapı (inç)			
		m	m		bar							
Tek sıralı, çift sıralı ve çoklu sıralı raf	Kartonlu Genleşmiş	9,1	10,7	14.0 (201)	5,2	8"	6"	6"	2"			
				16.8 (242)	3,6							
				22.4 (322)	2,8							
				25.2 (363)	1,7							
			13,7	14.0 (201)	6,2					6"	6"	21/2"
				16.8 (242)	4,3							
				22.4 (322)	2,8							
				25.2 (363)	2,8							

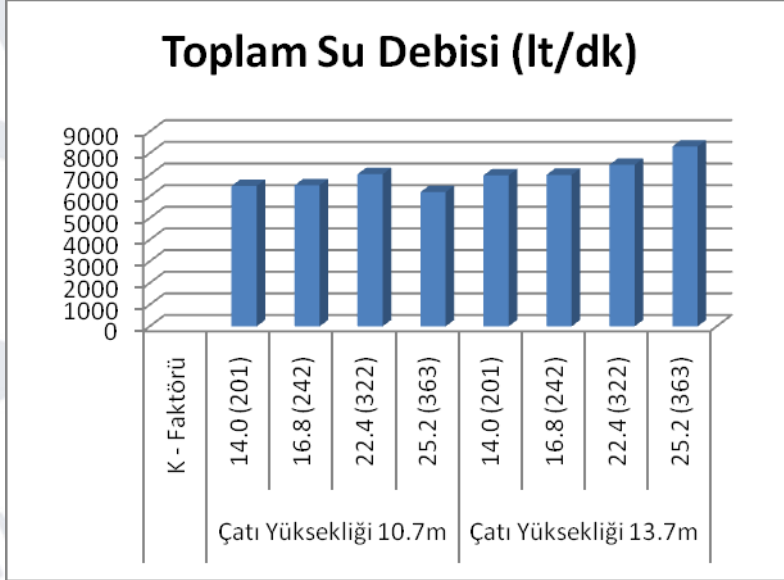
**Tablo 4.** K faktörlerine göre ESFR Sprinklerin Hidrolik Hesap Analiz Tablosu

Depolama Şekli	Yanıcılık Sınıfı	Max. Depolama Yük.	Mac. Çatı/Tavan Yük	K - Faktörü	Min. Çalışma Basıncı	Toplam Sprinkler Debisi	Dış Saha+Dolaş Hortum Su İhtiyacı	Toplam Su Debisi	Sistem için Gerekli Basınç (Bar)	Toplam Yangın Suyu Rezervi (m3/h)
		m	m		bar					
Tek sıralı, çift sıralı ve çoklu sıralı raf	Kartonlu Genleşmemiş	9,1	10,7	14.0 (201)	5,2	5542	946	6488 / 1714	12,0	389
				16.8 (242)	3,6	5569	946	6514 / 1721	10,5	391
				22.4 (322)	2,8	6086	946	7032 / 1858	10,0	422
				25.2 (363)	1,7	5260	946	6206 / 1640	7,5	373
			13,7	14.0 (201)	6,2	6028	946	6975 / 1843	12,7	419
				16.8 (242)	4,3	6055	946	7000 / 1850	10,7	420
				22.4 (322)	2,8	6521	946	7467 / 1973	9,6	448
				25.2 (363)	2,8	7369	946	8314 / 2197	11,0	499

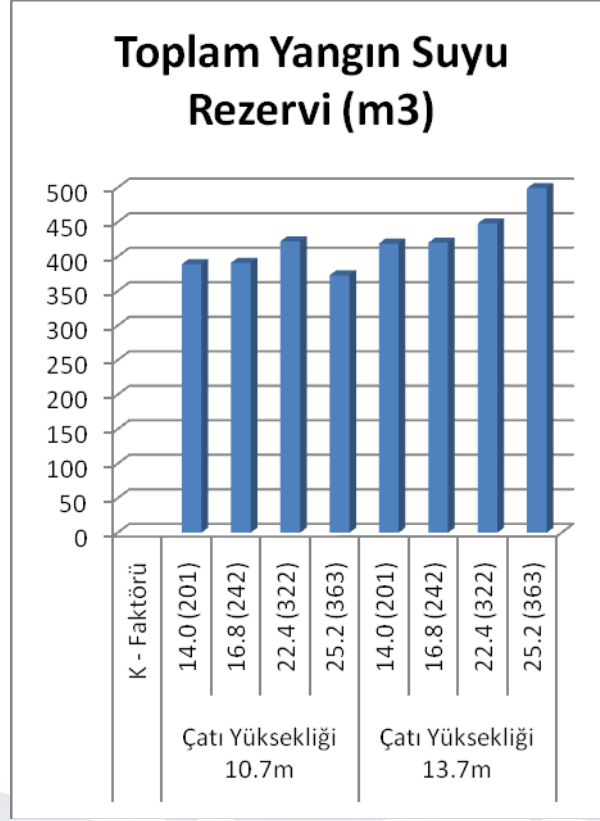
**Tablo 5.** K faktörüne göre ESFR Sistemi için gerekli basınç kıyaslama tablosu



**Tablo 6.** K faktörüne göre ESFR Sistemi için gerekli debi kıyaslama tablosu



**Tablo 7.** K faktörüne göre ESFR Sistemi için yangın suyu rezerv kıyaslama tablosu



## 6. Sonuç

ESFR sprinkler her türlü depo uygulamasında kullanılabilir fakat sistem tasarımında depo koşulları ve depolama yüksekliği çok iyi incelenmelidir. ESFR sprinklerin tercih edilmesinin en önemli nedeni yangını homojen olarak bastırması ve kullanımında raf arası sprinklere ihtiyaç duyulmamasıdır.

Sistemi tasarlayan kişi, sprinkler tipi ile minimum sistem ihtiyaçlarını karşılarken en uygun maliyetle sistemi tasarlamalıdır. Sadece ihtiyaç duyulan su debisini sağlamak için gereğinden büyük çapta borulama yapmak yada gereğinden büyük kapasiteli sprinkler kullanmak doğru bir mühendislik yaklaşımını sağlamayacaktır. Tablo 3'te verilen maksimum çatı/tavan yüksekliği ve maksimum depolama yüksekliklerini kullanarak yapılacak hidrolik hesaplara Tablo 4,5,6,7'deki kıyas tablolarında verilen sonuç değerler ışık tutacaktır. K-14 veya K-17 ESFR sprinkler yerine maliyeti daha yüksek olan K-22 veya K-25 ESFR sprinkler kullanılması durumunda, daha düşük basınçlı yangın pompası kullanılacak avantaj sağlanabildiği görülmektedir. Ayrıca raf arası sprinkler sistemi döşenmesi gerekmediği için borulama ve işçilik maliyetlerinde de önemli düzeyde tasarruf sağlanacaktır. ESFR sprinkler sisteminin ihtiyaçlarını karşılayacak yüksek debili yangın pompalarının maliyetleri kullanılacak basınç değerlerine göre ciddi artışlar göstermektedir. Yukarıda görüldüğü üzere yüksek kapasiteli bir sprinkler kullanarak daha düşük basınçlı bir pompa ile çalışma imkanı sağlanmış ve dolayısıyla kullanılan sprinkler tipine göre optimizasyon sağlanmıştır.

Yapılan kabuller göz önünde bulundurulduğunda;

10,7 m çatı yüksekliği için gerekli olan pompa basınçları; K14 sprinkler için 12 Bar ile en yüksek basınçta ihtiyaç duyulmaktadır. K17 10,5 bar ve K22 10 Bar ile birbirine yakın basınç değerlerini vermektedir. K25 ESFR sprinkler ise 10,7 m çatı yüksekliğinde 7,5 Bar ile en uygun pompa basınç değerini vermektedir. Bu çatı yüksekliğinde ihtiyaç duyulan toplam pompa su debisi Tablo 4 'de görüldüğü üzere K14, K17, K22 ve K25 ESFR sprinkler için 1640 GPM ile 1858 GPM aralığında olması nedeniyle yangın pompalarının UL listeli ve FM onaylı olduğu range göz önünde bulundurulduğunda 2000 GPM kapasiteli yangın pompası uygun olmaktadır. Sistemin minimum 1 saat



çalışması gerekliliği baz alındığında Tablo 4'e göre 373 m<sup>3</sup>/h kapasite ile K25 sprinkler için min. yangın suyu rezervini vermektedir. Kullanılacak yangın pompasının çıkan debi ve basınç değerlerine göre K25 için kullanılan yangın pompası K14 ve K17 için kullanılan pompalardan %40 daha ucuz, K22 için kullanılan pompadan %25 daha ucuzdur.

13,7 m çatı yüksekliği için gerekli olan pompa basınçları; K14 sprinkler için 12,7 Bar ile en yüksek basınca ihtiyaç duymaktadır. K17 sprinkler 10,7 Bar ve K25 sprinkler 11 Bar ile birbirine yakın basınç değerlerini vermektedir. K22 sprinkler ise 13,7 m çatı yüksekliğinde 9,6 Bar ile en uygun pompa değerini vermektedir. Bu çatı yüksekliğinde ihtiyaç duyulan toplam pompa su debisi Tablo 4 'de görüldüğü üzere K14, K17, K22 ve K25 ESFR sprinkler için 1843 GPM ile 2197 GPM aralığında olması nedeniyle yangın pompalarının UL listeli ve FM onaylı olduğu range göz önünde bulundurulduğunda 2000 GPM kapasiteli yangın pompası uygun olmaktadır. Sistemin minimum 1 saat çalışması gerekliliği baz alındığında 419 m<sup>3</sup>/h kapasite ile K14 sprinkler min. yangın suyu rezervini vermektedir. Kullanılacak yangın pompasının çıkan debi ve basınç değerlerine göre K22 için kullanılan yangın pompası K14 sprinkler için %55 ve K17 için %10 ve K25 için kullanılan pompadan %25 daha ucuzdur.

Yapılan bu analizler sonucunda 10,7 m çatı yüksekliğinde K25 ESFR sprinkler, 13,7 m çatı yüksekliğinde K22 ESFR sprinkler en optimum çözümü vermektedir.

#### **Kaynaklar**

1. NFPA 13 "Standart for the Installation of Sprinkler Systems", 2007 Edition
2. FM Global "Property Loss Prevention Data Sheets 2-2",2002
3. BRYAN L. JOHN "Automatic Sprinkler & Standpipe Systems", 2006
4. GAGNON ROBERT M. "Designer's Guide to Automatic Sprinkler Systems" Gagnon Engineering 2005.