

YANGIN POMPALARININ GÜVENİRLİK ESASLI SEÇİMİ

Haluk KARADOĞAN

ÖZET

Bu bildiriye sulu yangın söndürme sisteminin yapılabirliği ile güvenirligi kavramı tartişilmaya açılmıştır.

Yangın söndürme gruplarının güvenirlıklarının kabul deneyleri, bilinçli bakım ve periyodik testlerle artırılabilceğı hatırlatılmaya çalışılmıştır.

Ayrıca çok katlı bir binanın sulu yangın söndürme sistemi için yapılmış olan üç farklı tasarım Yapılabilirlik ve güvenirlık yönünden kabaca karşılaştırılmıştır. .

Anahtar Kelimeler: Yangın, Pompa, Güvenirlık, Yapılabilirlik

ABSTRACT

In this study, the reliability and feasibility concepts of water-based fire protection systems was discussed. This evaluation was done depending on recent fire fighting standarts and codes .

Acceptance tests, proper maintainance and periodic tests according to NFPA satandards increase the reiability of fire protection groups.

Three different design of fire protection group for a highrise building were compared respect to feasibility and reliability approach.

Key Words: Fire, Pump selection, Reliability, Feasibility

1. GİRİŞ

Sulu yangın söndürme pompaları denilince NFPA 20, pompaları, panoları, boruları ve hidromekanik elemanları, çalışma modlarını ayrıntıları ile tanımlamaktadır(7).

UL 448 yangın pompalarını ve panolarını, FM 311 Yangın pompalarını belirlemektedir.(3)
NFPA 25 (9) ise yangın söndürme sistemlerinin işletme ve bakımını, testlerinin nasıl yapılacağını anlatmaktadır.

EN 12845 ve NFPA 13 esas olarak yağmurlama sistemlerinin tasarımını tüm ayrıntılarını vermektedir. (8).

Sulu yangın söndürme sistemlerinde tasarım felsefesi esas olarak ekonomiklik/yapılabilirlik 'den çok güvenirlık üzerine kurulmalıdır.(2 ve 3).

Nedir bu yangın pompa sisteminin “güvenirlilik” kavramı?

Tüm elemanları UL / FM onaylı bir yangın pompa grubu daha az güvenilir olamaz mı?

Önceleri UL / FM onayları tek tek elemanlar için verilirken, sistem için onay verilmesi zorunluluğu nereden çıkmıştır?(7)

2. MEKANİK YANGIN SÖNDÜRME TESİSATLARI

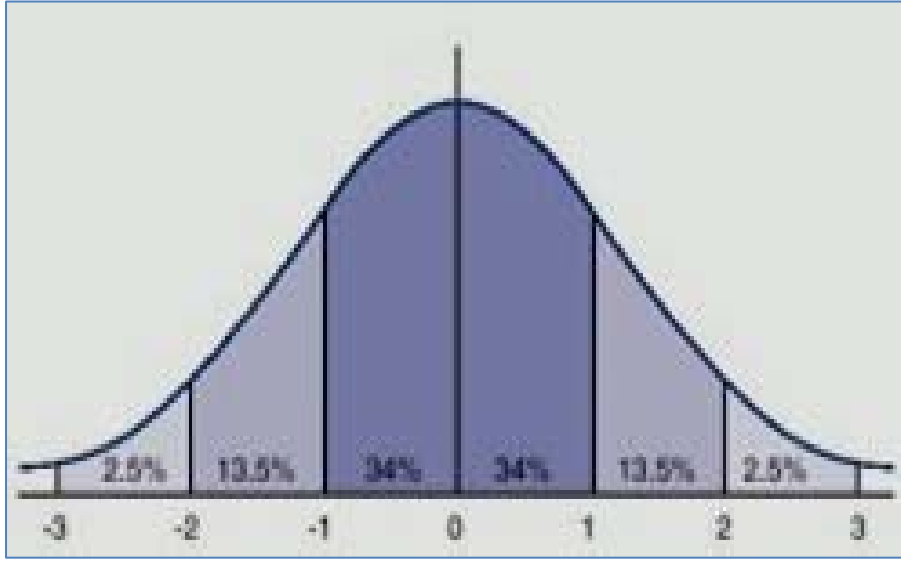
Mekanik yangın söndürme sistemleri göz önüne alındığında aşağıdaki başlıklar üzerine tasarımdan önce düşünmek gerekmektedir(2,3).

- Binalarda basınç zonlaması, Farklı zonlamaların karşılaştırılması
- Söndürme sistemlerinin istenen basınç aralıkları
- Pompa elemanlarının tek tek risk analizi, Pompalı sistemlerdeki elemanların güvenirliliği
- Bakım ve onarımın basitliği, deprem, sel, hortum vb afet riski
- Eğitilmemiş/deneyimsiz eleman kullanım riski
- Geçerli standart ve esasların karşılaştırmaları
- Yerli pompaların kuvvetli yönleri
- Hidromekanik elemanların ömrü
- PRV diyaframları /aşınma bileziği / kontaktör kontrolü
- Kontrol elemanlarının kontrolü
- Pompa+vana+pano + basınç şalteri vb risk zinciri
- % 50 yedekleme
- Büyük depo seçimi, Yüksek basınç sınıfı seçimi
- Makina tasarım güvenirliliği, makina işletim güvenirliliği

3.GÜVENİRLİK

Güvenirlilik için değişik tanımlamalar yapılabilmektedir. Bunlar dan bazıları ve bazı özellikleri aşağıda verilmektedir:

- “Güvenirlilik aynı şeyin bağımsız ölçümleri arasındaki kararlılıktır.”(4)
- “Güvenirlilik aynı süreçlerin izlenmesi ve aynı ölçütlerin kullanılması ile aynı sonuçların alınmasıdır.”(4)
- “Güvenirlilik farklı değerlendiricilerin aynı kişi/ şeylerle ilgili olarak benzer puanları vermeleridir.”(4)
- Güvenirlilikte gözlemci hatası güvenirliliği tehdit eden bir unsurdur.
- Gözlemcinin ön yargısı gözlemin farklı şekilde yorumlanmasına yol açar.
- Soru / ölçme sayısı artırılarak değerlendirmenin güvenirliliği artırılabilir.
- Çeşitli güvenirlilik analizi hesaplama yöntemleri vardır.



Şekil 1. Gauss Dağılımı ve Ortalama Değer ile Standart Sapma Tanımları

Ortalama: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ Standart sapma: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$

Güvenirlilik tanımlanırken istatistik bilimi kullanılmaktadır.

En çok kullanılan Gauss dağılımı +/- 2 sigma aralığında % 96 olasılıkla güvenirliliği tanımlamaktadır.

Yani en kaliteli üretimde bile (6 sigma uygulansa bile) % 100 olasılıkla güvenirlilik olamaz, tanımlanamaz!

Pompalar basit makinalardır. Bu nedenle güvenirliliği yüksektir. Ortalama bir pompada yaklaşık olarak 30 mertebelerinde risk elemanı bulunmaktadır. Ancak pompa grubu veya yangından söndürme sistemi denildiğinde risk elemanı sayısı oldukça artar .

Tek başına pompanın değil pompa grubunun ve hatta yangın söndürme sisteminin güvenirliliği ele alınmalıdır.

Yangın söndürme gruplarında güvenirlilik kabul deneyleri ile ve periyodik testlerle kontrol altına alınabilir ve artırılabilir.

Ayrıca bilinçli yapılacak periyodik bakımlar güvenirliliği arttıracaktır.

Yatay bölünebilir pompalar güvenirlilik açısından en güvenilir pompalardır. Dönme sayıları düşük, emme yeteneği yüksek, titreşimi az, verimi yüksek, 20–40 yıl ömürlü olmaları nedeniyle en çok tutulan pompalardır.

Türkiye Yangından Korunma yönetmeliği (2009) "... sistemde kullanılacak bütün ekipmanın sertifikalı olması şarttır..." denilmektedir. Ancak bu şart sistemin güvenirliliği için yeter bir şart değildir.

4.YANGIN POMPASI SEÇİMİ

Yağmurlama başlığı, hidrant ve yangın pompaları için uygun boyutu ve düzenlemeyi bulmak çok önemlidir. Bunun için yapılması gereken uygun kod ve standardı bulmak, sigorta için istenenleri listelemektir. Türkiye için bunlardan birincisi mümkün ve kolay iken ikincisi yani sigortacının talepleri belirsiz ve subjektif olarak görülmektedir. Sigortacıların, altyapıları nedeniyle, risk analizi çalışmalarını yine mühendislerden istemeleri gerekmektedir. Bu nedenle güvenilirlik kavramı teknik bir ortamda tartışmaya açılmıştır.

Bina sahiplerinin sigortacıları, en az sigorta primi hesaplayabilmek için, mühendislerce önerilen çözümleri gözden geçirmek isteyebilirler.

Getirilecek öneriler bina sahibine genellikle zaman ve para kaybettireceğinden karar bir yatırım kararı olacaktır. Fizibilite yapılması gerektirebilir.

Yangın pompaları hidrolik olarak en kötü duruma göre seçilmelidir. Tüm binanın yağmurlama başlıkları ile korunduğu binalarda 2 veya 3 hidrantın açılmasına göre pompa kapasiteleri belirlenebileceği gibi, bazı kodlar 2–3 hidrant + 2–3 yağmurlama başlığı toplam debisinin yarısı kadar kapasitede(debide) pompa seçimini önerirler.

Pompa basma yüksekliği ise en kritik noktada gereken basıncı sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Yangın söndürme sisteminin su ihtiyacı binada bulunan her bir alan için tehlike sınıfına göre belirlenir.

Pompalar tüm binanın tehlike sınıfına göre NFPA 13 den belirlenen su ihtiyacının % 100 debide ve % 100 ü basınçta olacak şekilde seçilirler. Ancak iki pompa varsa yedekleme % 50 oranında yapılabilir. Pompaların sahip olması gereken özellikler NFPA 20 de ayrıntılı olarak verilmiştir. NFPA 20 pompaların anma debilerini 25,50,100,150,200,250,300,400,450,500,750,1000,1250,1500, 2000,2500,3000,3500,4000,4500,5000 gpm olarak verirken, pompa basma yüksekliği konusunda her hangi bir belirleme yapmamaktadır.

Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği (2009)

“madde 91: ...yapılan hidrolik hesaplar neticesinde, gerekli olan su basınç ve debi değerleri, şebekeden karşılanamıyor ise yapılarda ... pompa istasyonu ve su deposu oluşturulması gerekir”

“madde 93: ...sistemde bir pompa kullanılması halinde, aynı kapasitede yedek pompa olması gerekir. Birden fazla pompa kullanılması halinde, toplam kapasitenin en az % 50 si yedeklenmek şartıyla, yeterli sayıda yedek pompa kullanılır.”

“...otomatik hava boşaltma valfi ve sirkülasyon rahatlatma valfi gibi yardımcı elemanların bulunması gerekir.” demektedir.

Pompa seçim kriterleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Debi
- Basma yüksekliği
- Tasarımının, üretiminin ve işletiminin yeterliği
- Pompa temelinin tasarımının yeterliği
- Güvenirlik

(HI pompa grubunun beş misli ağırlığında bir pompa temeli istemektedir. Oysa pompacılar genelde 2.5 misli bir ağırlıkta pompa temeli önermektedirler. Ayrıca gürültünün binaya iletilmemesi için pompa temelleri binadan izole edilmelidir.)

NFPA 20 de tanımlanan yangın pompa tipleri ise:

- Düşey hat pompası(inline)
- Pozitif deplasmanlı pompa
- Yatay bölünebilir pompa(tek ve çok kademe)(split case)

- Düşey bölünebili rpompa
- Uçtan emmeli pompa (end suction)
- Düşey türbin pompa

5.YANGIN POMPASI İŞLETME VE BAKIMI

NFPA 20 de kabul deneylerinin nasıl yapılacağı anlatılmaktadır.

NFPA 25 de ise bakım sıklıklarının çizelgesi ayrıntılı olarak verilmektedir. Buna çizelgede her hafta , her ay, her 3 ay, her yıl yapılması gereken kontroller bulunmaktadır.

Güvenirliğin ömür boyu korunabilmesi için kabul deneylerinde gösterilecek ciddiyet gösterilmeli, işletme ve bakım sırasında yapılması gereken kontrollere önem verilmelidir.

6. BİR GÖKDELEN İÇİN YAPILANLAR

Türkiye’de her geçen gün sayıları artmakta olan gökdelenlerin yangın tesisatı konusunda standartlar ve yönetmelikler çerçevesinde, seçilen bir gökdelen için üç ayrı tasarım yapılarak bir ön fizibilite ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Çalışmada (A) 1 ana ve 2 ara depolu tasarım, (B) 4-depolu tasarım ve (C) cazibeli tasarım maliyet ve güvenilirlik bakımından karşılaştırılmıştır.(1)

Cazibeli Tasarımın Açıklanması (Şekil–2)

Binanın yüksekliği nedeniyle binada yangın için gerekli ihtiyacın bodrum katından sağlanması çözümü yeterli olmamaktadır. Bu nedenle sistemin binanın yüksekliğinden ve yer çekiminden yararlanılarak cazibeli sistem ile beslenmesi düşünülmüştür. Bu çözümde pompaların kullanımının minimuma indirilmesi sayesinde daha güvenilir bir sistem elde edilmektedir. Bu sistemin bir avantajı da çalışma prensibi basıncı kontrol eden kauçuk bir membrana dayanan ve güvenilirliği tartışılır olan PRV’lerin kullanılmayıştır.

Zonlama

Bu seçenekte cazibeli besleme kullanılacağı için depolar beslenecek zonlardan en az 40 metre yukarıda olmalıdır. Bu sayede beslenecek zonun en üst kotunda en kritik eleman olan ve en yüksek basınç ihtiyacına sahip olan yangın dolaplarında 4 bar basınç sağlanabilecektir. Zonlama basınç değerlerinin yangın dolaplarında 4 bar ile 9 bar arasında kalmasını sağlayacak şekilde en fazla 50 metre yükseklikte olacak şekilde seçilmiştir. Kule katları bu sebeple 12 katlık 4 zona ayrılmıştır. Alışveriş merkezi ve otopark katları 4 zona ayrılmıştır. Bunlardan düşük kotta olan iki zon, 29,50 kotunda bulunan depodan cazibeli akışla beslenecektir. Yüksek kotta bulunan diğer iki zon ise 83,50 kotunda bulunan depodan cazibeli akış ile beslenecektir. Sistemin cazibe ile beslenmesi nedeniyle, konut alanının en üst katlarının bir pompa yardımı ile beslenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Su Depoları

Binada altı farklı katta su depoları bulunmaktadır. Bu depolardan -38,20 kotunda bulunan ana depo olarak hizmet verecektir. Diğer kotlarda bulunan depolar seri bağlanmış iki pompa grubu yardımı ile en üst kattaki depodan cazibeli olarak beslenecektir. Ara depoların her biri NFPA 20 bölüm 5 madde 5.7.3.1’de belirtildiği üzere iki eşit bölmeli olacak ve toplam hacimleri 40 m³ olacak şekilde boyutlandırılacaktır. Bu depolar kendilerinden bir alttaki depoyu cazibe ile besleyeceklerdir. Ayrıca buldukları kottan en az 40 metre altta bulunan zonları da cazibe ile besleyeceklerdir. Su ihtiyacı ön hidrolik hesaptan sonra yapılmış olan hidrolik hesapla kesinleştirilmiştir.

Pompalar

Sistemimizde cazibeli akıştan yararlanılarak yapılan beslemeye ağırlık verildiği için kullanılan pompalar sadece cazibeli akışın yeterli olmadığı en üst kotlarda ve en üstte bulunan ve diğer depolara su beslemesi yapan deponun beslenmesi için kullanılacaktır. Binamızın yüksekliği göz önüne alındığında en alt kotta bulunan ana su deposundan alınacak olan suyun en üst kottaki ara depoya beslenebilmesi için iki adet pompa grubu seri bağlanacaktır. Bunlardan birincisi -38,20 kotunda ana su depolarının bulunduğu alanda konuşlandırılmış olan 12 bar 227 m³/h kapasitedeki pompalardır. Bu pompa grubu belirtilen kapasitedeki iki elektrikli pompa ve 12 bar 5 m³/h2lik bir adet jokey pompadan oluşmaktadır.

Pompa Yerleşimi (Şekil-3)

Pompa grubu, emme, basma kollektörü pompa grubunun çalışması için gerekli yardımcı elemanlar (vanalar vb.), test hattı, basınç algılama hatlarından oluşmaktadır. Pompaların emme ve basma kısımlarında test ve kontrol kolaylığı sağlamak amacıyla birer adet manometre yerleştirilecektir. Emme ve basma kollektörlerinin boşaltılabilmesi için drenaj hatlarına bağlı boşaltma vanaları tesis edilecektir. Pompaların emme ve basma hatları ile test hatları NFPA 20 Tablo 4.26 (a)'daki değerler kullanılarak boyutlandırılmıştır. Pompaların emme hatlarında NFPA 20'de belirtildiği üzere emiş boru çapının 10 katı kadar düz uzunlukta boru bırakılmıştır

Pompa Enerji Besleme Sistemi

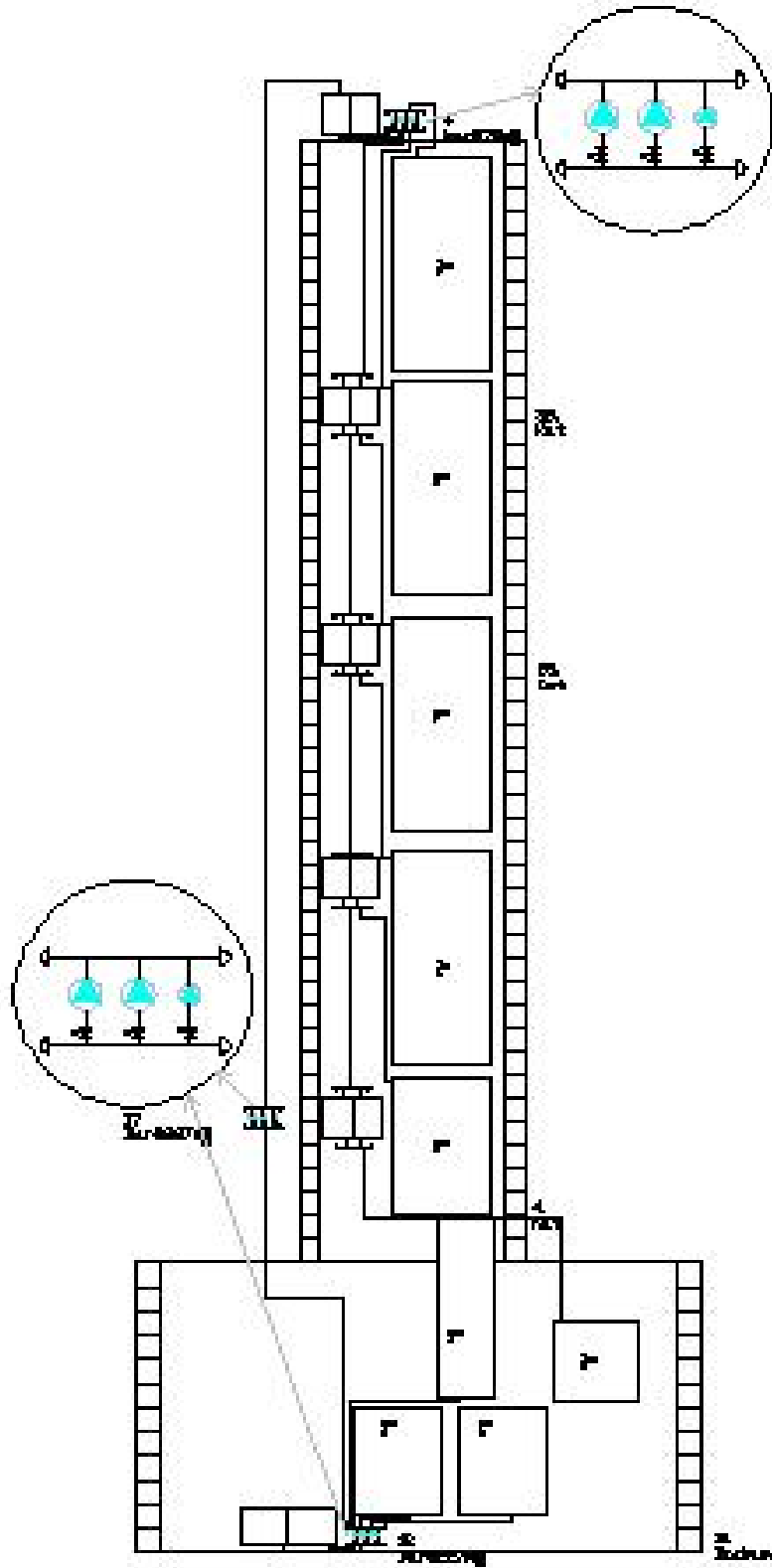
NFPA 20 Bölüm 9 madde 9.3.1'e göre elektrik sürücülü pompaların en az bir ana ve en az bir alternatif enerji kaynağı ile beslenmesi gerekmektedir.

Ana enerji kaynağı aynı bölümün 9.2.2 maddesinde belirtilen şartlara uygun olarak sağlanacaktır. Bu maddeye göre pompanın otomatik transfer anahtarına ana enerji kaynağından beslenecek olan hat üzerinde herhangi bir kesici olmaması gereklidir. Bu bağlantı doğrudan binanın trafo girişinden alınmalıdır. Bu bağlantının yapılması sırasında ilgili pompanın sürücü kontrol paneli için verilmiş olan kablolama standardına uygun şekilde kablo seçimi yapılmalıdır.

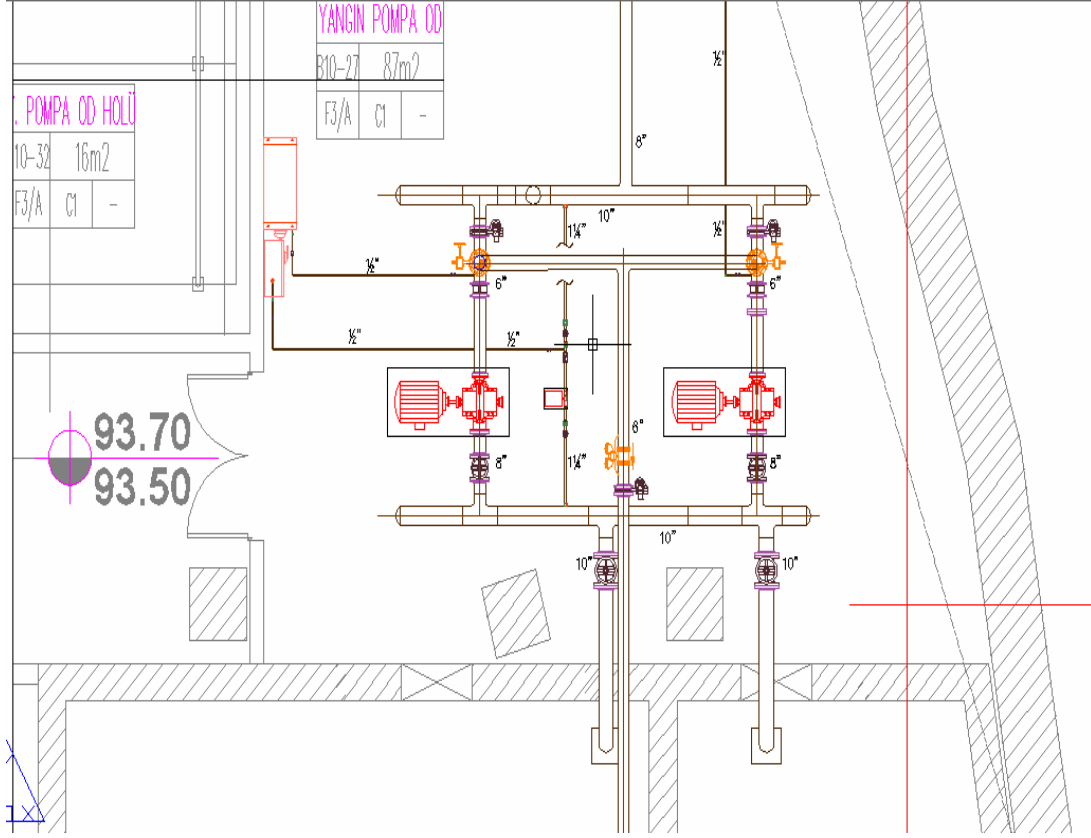
Alternatif enerji kaynağı olarak binada jeneratör tesis edilmiştir.

Yangın pompasının devamlı çalışmasını sağlayabilecek kapasitede olan bir bağlantı ana hatta olduğu gibi herhangi bir kesici olmadan doğrudan otomatik transfer anahtarına bağlanacaktır. Bu iki bağlantının yapıldığı otomatik transfer anahtarı ana gücün kesildiği acil durumlarda, pompanın alternatif enerji kaynağından beslenmesi yoluyla çalışmaya devam etmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

İki kaynaktan gelen enerji ayrı şaftlardan pompa dairesine ulaştırılacaktır. Bu şekilde herhangi bir kaynaktan gelen enerjinin kesilmesi ya da yangın nedeniyle kabloların zarar görmesi durumunda pompalara sağlanan enerjinin devamlı olması sağlanmış olacaktır.



Şekil 2. (C) Cazibeli Tasarım



Şekil 3. Pompa Yerleşimi

Pompa Kontrol Panelleri

Pompa sürücülere bu iş için özel olarak tasarlanmış kontrol panelleri ile kontrol edilmektedir. NFPA 20 bu panellerin listelenmiş olmasını istemekte fakat iç yapıları hakkında diğer NFPA kodlarına atıfta bulunmamaktadır. Bu panellerin iç yapısı ve gereksinimleri ilgili NFPA kodlarında belirtilmiş olmasına rağmen bu çalışma kapsamında sadece bu panellerin basınç algılama hatları bulunmaktadır. Bu hatlar üzerinden sürekli takip edilen sistem basıncında meydana gelebilecek değişimler pano tarafından algılanır. Bu basınç pompasının ayarlanmış olduğu basıncın altına düştüğünde pompalar çalıştırılarak sisteme gerekli basınç ve debi sağlanır. Bu hatlar NFPA 20'ye göre bakır ya da paslanmaz çelik borulardan imal edilmelidir.

Tasarımlar İçin Maliyet Karşılaştırması

Tablo. 1 Maliyet Karşılaştırması

	1Ana+2Ara Depolu(A)	4 Ara Depolu(B)	Cazibeli(C)
Maliyet (birim)	915 000	1 005 000	836 000

Tasarımlar İçin Risk Analizi

Sistem basitliği: Basitlik minimum tesisat elemanının kullanılması olarak düşünülmüştür. Üç tasarımda ele alındığında B tasarımında pompa grup sayısının fazlalığı göze çarpmaktadır. A ve C tasarımlarında eleman sayısı aynıdır. Fakat C sisteminde basınçların düşürücülerin olmaması ve

basınçların düşük olması C tasarımını bir adım öne çıkarmaktadır. B sisteminde de güvenilirliği diğer elemanlara göre daha düşük olan basınç düşürücülerin olmaması sistemin güvenilirliğini artırırken pompa grubu fazlalığı riski arttırmaktadır.

Kullanılan elemanların güvenilirliği: Tüm tasarımlarda aynı kalitede elemanlar kullanıldığı varsayılmıştır. Bu durumda tasarımların bu hususta birbirlerine karşı üstünlüğü söz konusu değildir.

Bakım ve Onarım Basitliği: Bakımı zor olan PRV'lerin bulunduğu A tasarımının bakımı en zordur. Ayrıca B tasarımındaki pompa sayısının fazlalığı bakım ve onarımı zorlaştırmaktadır. Basınç düşürücüler(PRV) ve pompa grubu sayıları göz önüne alındığında C tasarımı yine bir adım öne çıkmaktadır.

Sistemi kullanan elemanların bilgi ve tecrübesi: bu konuda bütün tasarımlar aynı risk değerine sahip olarak kabul edilmiştir.

Deprem Riski: bu hususta da askılama ve depreme hazırlık durumlarının eşit olduğu varsayılmıştır. Tasarımlar arasında işçilik ve askılama konusunda fark olmadığı varsayılmıştır.

Vanaların kapalı unutulması: basınç düşürücülerin(PRV) ve pompa grup sayısının fazlalığı bu riski arttırmaktadır. A tasarımındaki PRV sayısı ve B tasarımındaki pompa grubu sayısı bu iki tasarımı risk açısından eşit seviyeye getirmektedir. C tasarımı bu konuda da daha az bir risk ihtiva etmektedir.

Enerji nakillerindeki hata: enerji nakil hatlarındaki arızalar ve hatalar her üç sistem içinde eşittir.

Sistem ömrü: C tasarımındaki eleman sayısı azlığı ve basınç değerlerinin daha düşük olması sebebi ile ömür açısından diğer iki tasarımdan bir adım öndedir. A tasarımında PRV varlığı ömrü kısaltırken, B tasarımında pompa grubu sayısı fazlalığı B ve A tasarımlarını aynı risk düzeyine sokmaktadır.
Risk Değerlendirme:

Risk analizi de en düşük risk seviyesi olarak C tasarımını göstermektedir. Gerek PRV bulunmaması gerekse sistemin mekanik olarak daha bağımsız olması riski azaltmaktadır.

Sonuç olarak risk ve maliyet tablolarına bir bütün olarak bakıldığında C tasarımının seçilmesine karar verilmiştir. Sadece maliyet açısından büyük bir fark olmamak ile birlikte risk açısından Cazibeli tasarım bir adım öne çıkmaktadır.(1).

Tablo 2. Risk Karşılaştırması

Risk Analizi	1Ana+2Ara Depolu(A)	4 Ara Depolu(B)	Cazibeli(C)
Sistemin basitliği	1	2	3
Kullanılan elemanların güvenilirliği	3	3	3
Bakım ve onarımın basitliği	1	2	3
Sistemi kullanan elemanların bilgi ve tecrübesi	2	2	2
Deprem Riski	2	2	2
Vanaların kapalı unutulması	2	1	2
Enerji nakil hatlarındaki hata	1	1	1
Sistem ömrü	2	2	3
Toplam	14	15	19

1: En Kötü

2: Orta

3: En iyi

SONUÇ

1. Yangın söndürme gruplarının güvenilirliği konusuluken, yangın pompasının güvenilirliğinden çok yangın söndürme grubunu oluşturan sistemin güvenilirliğine önem verilmelidir.
2. Yangın pompaları en basit makinalardan olup, standartlara uygun üretilmesi halinde, hepsi yeterli güvenilirliğe sahiptir.
3. Güvenirlik için sistemin işletme ve bakım algoritması çok önemlidir.
4. Yedekleme olayı güvenirlik açısından mutlaka belli bir oranda bulundurulmalıdır.
5. Bakım ve periyodik testler sistem güvenirliğinin korunması için elzemdir.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZBAY,H.,YILDIRIM,M.Z.,ASLI,E.; Bir Gökdelenin Sulu Yangın Söndürme Sistemi Tasarımı”, Bitirme Tasarım Projesi (Danışman H.KARADOĞAN), İTÜ Makina Fakültesi,(2010)
- [2] KILIÇ,A., “ Gökdelenlerde Mekanik Yangın Tesisatı Sulu Söndürme Sistemleri Tasarımı”, Teskon,(2009)
- [3] BECEREN,K.,KAVURMACIOĞLU,I., KILIÇ,A.,KARADOĞAN,H.,” Söndürme Sistemlerinde Kullanılan Pompa Grupları”, 3.Pompa Kongresi , İstanbul (1998)
- [4] AKTAŞ,S.,”Güvenirlik” sunumu,(2010)
- [5] Stationary Fire Pumps Handbook, NFPA , editör GAMACHE,J.R., (2010)
- [6] Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği (2009)
- [7] NFPA 20 “Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps ”, (2010)
- [8] NFPA 13 “Standard for the Installation of Sprinkler Systems “,
- [9] NFPA 25 “Standard for the Inspection,Testing, and Maintenance of Water-based Fire Protection Systems“
- [10]DOEBELIN,O.,” Measurement Systems”,McGraw Hill,(1966)

ÖZGEÇMİŞ

Haluk KARADOĞAN

1949 yılında Mersin’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini orada tamamladı. 1971 yılında İTÜ Makine Fakültesi’nden “Makina Yüksek Mühendisi” olarak mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Makina Fakültesi Su Makinaları Kürsüsü’nde asistan olarak göreve başladı. 1974 ve 1975 yıllarında Dz.K.K Taşkızak Tersanesi’nde askerlik görevini tamamladı. 1978 yılında İTÜ Makina Fakültesi’nden “Doktor” ünvanını aldı.1979 yılında TÜBİTAK yurt dışı doktora sonrası araştırma bursunu alarak gittiği ABD’deki Lehigh Üniversitesi’nde “ akışın yarattığı titreşimler “ konusunda araştırmalar yaptı ve ders verdi. 1982 yılında İTÜ Makina Fakültesi’ndeki eski görevine döndü.1982 ’de “Yrd. Doçent”,1984 ’de “Doçent” ve 1992’de “Profesör” olarak atandı. Akışkanlar Mekaniği, Hidrolik Makinalar, Pompalama Sistemleri, Boru Hatları Tasarımı, Akışın Yarattığı Titreşimler, başta olmak üzere çeşitli lisans ve lisansüstü dersler verdi. Araştırma konuları esas olarak: akışın yarattığı titreşimler, pompalar ve pompalı sistemler, boru hatlarıdır. Çok sayıda makale, bildiri, araştırma projesi raporu ve teknik rapor yayınladı. POMSAD ve TAKDER kurucu üyesi, MMO üyesidir. İSKİ, İZSU gibi su idarelerine ve çeşitli sanayi kuruluşlarına uzmanlık konularında teknik danışmanlıklar yapmıştır. 2004–2008 yılları arasında İTÜ Rektör Yardımcılığı görevinde bulunmuştur. Halen İTÜ Makina Fakültesi ’nde öğretim üyesi olarak çalışmalarına devam etmektedir.