

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İMALAT TESİSLERİNDE YANGIN TESİSATLARININ TASARIM VE
UYGULAMA HATALARINDAN KAYNAKLANAN RİSKLERİN ANALİZİ**

AHMETCAN ALKOÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRÜKSİYON PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. FATİH YILMAZ**

İSTANBUL, 2018

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İMALAT TESİSLERİNDE YANGIN TESİSATLARININ TASARIM VE UYGULAMA
HATALARINDAN KAYNAKLANAN RİSKLERİN ANALİZİ**

Ahmetcan ALKOÇ tarafından hazırlanan tez çalışması 12.11.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Fatih YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Fatih YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi İlyas İSTİF
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Rüştü UÇAN
Üsküdar Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın yönetimi, olumlu görüş ve önerileri, anlayışlı ve güler yüzü ile çalışmamın her aşamasında bana ışık tutan değerli hocam Sn. Doç. Dr. Fatih YILMAZ'a ve çalışmama katkıda bulunan ve yardımlarını esirgemeyen Sn. Doç. Dr. Selçuk ALP'e teşekkür ederim.

Tez çalışmam DİPOL ÇEVRE tarafından sağlanan ekipmanlar ile DİPOL ÇEVRE yönetimi tarafından izin alınabilen tesislerde tamamlanmıştır. Çalışmalarım sırasında tüm kolaylığı gösteren yöneticilerimiz ve çalışma sırasında desteklerini esirgemeyen, bilgi birikimlerinden çokça faydalandığım değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak tüm hayatım boyunca beni destekleyen ve yanımda olan aile büyüklerime, çalışma sırasında yaptığı fedakârlıklar ve beni cesaretlendirerek çalışmayı bitirmemde büyük pay sahibi olan değerli eşim Hümeysra ALKOÇ ve kızım Zehranur ALKOÇ'a teşekkür ederim.

Kasım, 2018

Ahmetcan ALKOÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	2
BÖLÜM 2	
YANMA VE YANGIN	3
2.1 Yangından Korunma.....	6
2.2 İstatistikler	7
2.3 Büyük Endüstriyel Yangınlar	10
2.4 Yasal Zorunluluk.....	12
BÖLÜM 3	
YANGIN TESİSATLARI.....	17
3.1 Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri	17
3.1.1 Yangın Dedektörleri.....	18
3.1.1.1 Optik Alev Dedektörleri.....	18
3.1.1.2 Duman Algılama Dedektörleri.....	21
3.1.1.3 Sıcaklık Algılama Dedektörleri.....	23

3.1.1.4	Alarm Butonları	24
3.1.2	Sesli Uyarı Cihazları.....	24
3.1.3	Yangın Değerlendirme Üniteleri	25
3.2	Yangın Söndürme Sistemleri	26
3.2.1	Yangın Pompaları	26
3.2.2	Pompa İstasyonu	30
3.2.3	Sprinkler Sistemi	33
3.2.3.1	Montaj Yöntemlerine Göre Sprinkler Tipleri.....	35
3.2.3.2	Islak Alarm Vanası	36
3.2.3.3	Kuru Alarm Vanası.....	37
3.2.3.4	Ön Tepkili Alarm Vanası	38
3.2.3.5	Baskın Alarm Vanası	39
3.2.3.6	Sprinkler Tasarım Kriterleri	39
3.2.4	Vana Sistemi	42
3.2.5	Boru Sistemi.....	43
3.2.6	Su Deposu	45
3.3	Periyodik Bakım ve Kontrol	48
3.3.1	Periyodik Bakım	48
3.3.2	Periyodik Kontrol	51
3.3.2.1	Bina İle İlgili Genel Bilgilerin Kontrolü.....	52
3.3.2.2	Tesisat İle İlgili Teknik Bilgilerin Kontrolü	52
3.3.2.3	Su Deposu Hacmi Kontrolü	54
3.3.2.4	Yangın Pompa İstasyonu Kontrolü	55
3.3.2.5	Yangın Pompası Performans Testleri	61
3.3.2.6	Sabit Boru Tesisatı, Yangın Dolapları ve Hortumların Kontrolü ...	62
3.3.2.7	Hidrant Sistemi ve İtfaiye Su Verme Bağlantısı Kontrolü.....	66
3.3.2.8	Sulu Söndürme Sistemleri Kontrolü	67

BÖLÜM 4

YANGIN RİSK ANALİZ UYGULAMALARI	70
4.1 Araştırma Yöntemi	72
4.1.1 Bulanık AHP	72
4.1.2 Sıralama Yöntemi.....	74
4.2 Uygulama	76
4.2.1 Veri Toplama Yöntemi	76
4.2.2 Sıralama Yöntemi ile Yangın Risk Analizi Uygulaması	79
4.2.3 Bulgular.....	81

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ.....	89

SİMGE LİSTESİ

A	Operasyon Alanı
°C	Santigrat
C	Boru Pürüzlülük Katsayısı
CO ₂	Karbondioksit
d	Tasarım Yoğunluğu
DN	Nominal Çap
K	Sprinkler Akış Geçirgenlik Özellikleri
Kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
P	Basınç
Pa	Pascal
S	Sprinkler Koruma Alanı
Q	Debi
µm	Mikrometre

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Proses
BYKHY	Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik
CCTV	Kapalı Devre Televizyon
dB	Desibel
DT	Düşük Tehlike
EN	European Standards
IR	Kızılötesi
ISO	International Organization for Standardization
İBŞB	İstanbul Büyük Şehir Belediyesi
NFPA	National Fire Protection Association
PFOD	Talebe Bağlı Arıza Olasılığı
ST	Standart Tehlike
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Viyole
YT	Yüksek Tehlike
YTD	Yüksek Tehlikeli Depolama
YTİ	Yüksek Tehlikeli İşlem

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Yangın üçgeni	3
Şekil 2. 2 İstanbul’da 2017 yılı saatlere göre yangınların dağılımı	9
Şekil 3. 1 Ters kare kanunu.....	21
Şekil 3. 2 Optik duman dedektörlerinin çalışma prensibi	22
Şekil 3. 3 Radyoaktif duman dedektörlerinin çalışma prensibi	22
Şekil 3. 4 Yangın ihbar butonu.....	24
Şekil 3. 5 Sesli uyarı cihazları	25
Şekil 3. 6 Sırasıyla yatay bölünebilir, sondan emişli, dikey hat tipi, dikey türbin tipi yangın pompaları	26
Şekil 3. 7 Örnek yangın pompa istasyonu	31
Şekil 3. 8 Yangın pompa panosu.....	32
Şekil 3. 9 Bir sprinkler tesisatının ana bileşenleri	33
Şekil 3. 10 Sırasıyla dikey, sarkık, yatay duvar, dikey duvar tipli sprinkler çeşitleri	36
Şekil 3. 11 Islak alarm vanası	36
Şekil 3. 12 Kuru alarm vanası.....	37
Şekil 3. 13 Ön tepkili alarm vanası.....	38
Şekil 3. 14 Baskın alarm vanası.....	39
Şekil 3. 15 Tavan tipi sprinklerlerle ilgili mesafeler	42
Şekil 3. 16 Sırasıyla izlenebilir kelebek vana ve yükselebilen milli vana	42
Şekil 3. 17 Yangın tesisatı projesi	53
Şekil 3. 18 Yangın tesisatı proje uygulama hatası	53
Şekil 3. 19 Yangın su deposu projesi ve uygulama hatası	54
Şekil 3. 20 Depo çıkışı izlenemeyen vana kullanılması ve bağlantı hataları	55
Şekil 3. 21 Örnek yangın pompa istasyon projesi.....	56
Şekil 3. 22 Devreye alınmamış pompa istasyonu ve besleme hattında pislik tutucu kullanılması	59
Şekil 3. 23 Uygunsuz pompa istasyon örneği	59
Şekil 3. 24 Pompa emiş hattında proje harici hatalı uygulama	60
Şekil 3. 25 Pompa istasyonu kolektör bağlantı hataları	60
Şekil 3. 26 Yetersiz yangın pompası ve uygunsuz pompa bağlantıları ile jeneratör egzoz çıkışı hatası	61
Şekil 3. 27 Portatif ultrasonik debimetre ve sensör bağlantı örneği.....	62
Şekil 3. 28 Uygunsuz yangın dolabı tesisat bağlantı hata örnekleri	65
Şekil 3. 29 Uygunsuz yangın dolabı genel hata örnekleri	65

Şekil 3. 30	Sabit boru tesisatı boya, yama kaynağı ve farklı amaç hataları	66
Şekil 3. 31	Hidrant bağlantı ağızlarının engellemesi.....	67
Şekil 3. 32	Sprinkler tasarım ve uygulama hataları	69

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Yangının zamana bağlı sıcaklık değişim aşamaları 4
Çizelge 2. 2	2013-2018 İstanbul itfai yangın istatistikleri 7
Çizelge 2. 3	2013-2018 Londra itfaiyesi yangın istatistikleri 8
Çizelge 2. 4	İstanbul’da 2013-2018 yılları arasında yangın çıkış sebepleri..... 9
Çizelge 2. 5	İstanbul’da farkındalık çalışmaları ve eğitimler 10
Çizelge 2. 6	Yangın tesisatının periyodik kontrol kriterleri ve kontrol süreleri 13
Çizelge 2. 7	Türkiye’de 2018 yılında uygulanan cezai miktarlar 16
Çizelge 3. 1	Yangın pompa eğrisi 28
Çizelge 3. 2	Yangın pompaları muayene, test ve bakım periyotları 29
Çizelge 3. 3	Pompa sistemi arıza sebepleri..... 30
Çizelge 3. 4	Sprinkler grupları sıcaklık dereceleri 35
Çizelge 3. 5	Çeşitli tehlike sınıfları için tasarım yoğunlukları, sprinkler tipleri ve K faktörleri..... 40
Çizelge 3. 6	Sprinkler başına düşen azami kapsama alanı..... 41
Çizelge 3. 7	Sprinkler tesisatlarında en küçük boru çapları..... 44
Çizelge 3. 8	Yağmurlama sistemleri için tasarım yoğunlukları 46
Çizelge 3. 9	Yağmurlama sistemi su deposu hacim hesabı 47
Çizelge 3. 10	Yangın dolapları ve hidrant sistemi için ilave edilecek su deposu hacmi..... 47
Çizelge 3. 11	Yangın pompa istasyonu ekipmanları 56
Çizelge 4. 1	Çift yönlü karşılaştırma ölçeği 76
Çizelge 4. 2	Yangın güvenlik faktörlerinin toplam göreceli önem değerleri 77
Çizelge 4. 3	Yangın güvenlik alt kriterlerinin hesaplanan göreceli önem değerleri ... 78
Çizelge 4. 4	Ağırlıklandırılmış göreceli yangın güvenlik kriterlerinin yüzdesel olarak risk sıralaması..... 79
Çizelge 4. 5	Değerlendirme ölçeğinin sınıflandırılması..... 80
Çizelge 4. 6	İmalat tesisleri yangın güvenliği risk sıralama sistemi için adım adım analiz süreci.... 80
Çizelge 4. 7	Uygulama yapılan imalat tesislerinde kontrol puanlarının, ağırlıklı risk puanları ile çarpımı sonucu (SxA) toplam risk skorları çizelgesi 81
Çizelge 4. 8	İmalat tesislerinin toplam risk skorları ve firma sıralamaları..... 82

İMALAT TESİSLERİNDE YANGIN TESİSATLARININ TASARIM VE UYGULAMA HATALARINDAN KAYNAKLANAN RİSKLERİN ANALİZİ

Ahmetcan ALKOÇ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih YILMAZ

Yangın ölüm yaralanma ve büyük maddi kayıplara neden olan bir afettir. Yangın riskleri çok çeşitli olup bu risklerin bir kısmı yangın tesisatlarından kaynaklanmaktadır. İmalat tesislerindeki eski yangın tesisatları için, standartlara dayanan detaylı ancak geleneksel check-list şeklindeki yangın risk analizleri gerçekçi olmayan sonuçlar ortaya çıkarabilir. Bu sebeple, yeni ve daha bütüncül yaklaşımların da uygulanması gerekmektedir. Bu tez, Türkiye’de imalat tesisleri için “Yangın Güvenliği Risk Sıralama Sistemi” şeklinde bir risk analiz yöntemi önermeyi amaçlamaktadır.

Bir yangın güvenliği risk sıralama sisteminin amacı mevcut binaların çeşitli yangın güvenliği özelliklerinin performansını değerlendirmek ve yangın risk seviyesini nicelleştirmektir. Bu amaçla 30 imalat tesisinde uygulama yapılmıştır. Uygulama yapılırken, risk skoru hesaplamada kullanılan yangın güvenlik kriterleri, ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu kriterler; yapı özellikleri, yangın güvenlik sistemleri ve yönetim sistemleri olmak üzere üç ana bölüme ayrılmıştır. Öncelikle, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile bu kriterlere ilişkin ağırlıklar belirlenmesi için 20 yıl ve üzeri tecrübesi bulunan yangın uzmanlarına anket uygulanmıştır. Aritmetik olarak hesaplanan her bir ağırlık, puanlanan risk skoru ile çarpılarak toplam risk skoru elde edilmiştir. Toplam risk skorundan elde edilen veriler ile tesislerdeki yangın güvenlik sıralaması skor çizelgesi oluşturulmuştur.

Sonuçlara göre, uygulama yapılan 30 imalat tesisinde 100 tam puan alan 2 tesis bulunuyorken, 70 puanın altında kalan 18 tesis tespit edilmiştir. Bunlardan 2 tanesi 50 puanın altında çok düşük skorda kalırken, toplam 8 tesisin puanı 60'ın altındadır. Uygulama yapılan imalat tesislerinin %7'sinde yangın güvenlik önlemleri mevzuat ve standartlara uygun durumda olmasına karşın, yaklaşık %67'si kısmen ya da büyük çoğunlukla yangın güvenliği açısından yetersiz durumda olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP, Sıralama Sistemi, Risk Değerlendirme Yöntemleri, Yangın Tesisatı Periyodik Kontrolü, Yangın Risk Analizi

**ANALYSIS OF RISKS FROM DESIGN AND APPLICATION FAULTS OF FIRE
INSTALLATIONS IN MANUFACTURING FACILITIES**

Ahmetcan ALKOÇ

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Fatih YILMAZ

Fire is a disaster that causes death, injury and major financial loss. Fire risks vary widely and some of these risks are due to fire installations. For old or existing fire installations in manufacturing facilities, fire risk analysis in the form of a detailed but traditional check-list based on standards can produce unrealistic results. For this reason, new and more holistic approaches need to be implemented. This thesis is for manufacturing facilities in Turkey, "Fire Safety Risk Ranking System" in the form of a risk analysis method aims to propose.

The purpose of a fire safety risk ranking system, evaluate the performance of various fire safety features of existing buildings and to quantify the fire risk level. For this purpose, 30 manufacturing facilities were applied. When applying, fire safety criteria used to calculate risk score is formed considering national and international legislation and standards. These criteria are divided into three main sections; structure features, fire safety systems and management systems. Firstly, a questionnaire was applied to fire experts who had 20 years of experience to determine the weights for these criteria with the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Each weight calculated arithmetically, was multiplied by the scored risk score, resulting in a total risk score. Fire safety ranking score chart in the facilities was created with the data obtained from the total risk score.

According to the results, there were 2 facilities that received 100 full points in 30 manufacturing facilities and 18 facilities were found below 70 points. Two of them had a very low score below 50 points, while a total of 8 facilities were below 60 points. Although fire safety measures were in compliance with legislation and standards in 7% of the applied manufacturing facilities, approximately 67% were found to be partially or largely insufficient in terms of fire safety.

Keywords: Fuzzy AHP, Ranking System, Risk Assessment Methods, Fire Protection Periodic Control, Fire Risk Analysis

1.1 Literatür Özeti

İmalat tesislerinde yangın tesisatlarının tasarım ve uygulama hatalarından kaynaklanan risklerin analizi ve uygulaması yapılan bu tez çalışmasında, uygulama öncesi bilinmesi gereken bilgiler uygulama sırasında yapılan adımlara ışık tutması amacıyla bulanık AHP, sıralama sistemi, yangın tesisatı periyodik kontrolü ve yangın risk analizi konularında literatür taramasını ihtiva etmektedir.

Birçok ülkede yangın güvenliği risk sıralama yöntemleri, binaların yangın güvenlik düzeyinin değerlendirilmesine yardımcı olmak için geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Örneğin, ABD'de yangın risk sıralamasına göre bir Yangın Güvenliği Değerlendirme Sistemi geliştirilmiştir [1]. Bu sistem, belirli işyerleri için NFPA 101 Yaşam Güvenliği Standardına olan eşdeğerlikleri belirlemek için çok özellikli bir yaklaşım sunmaktadır [2]. Chow ve Lui Hong Kong'daki eğlence mekânları için bir yangın güvenliği sıralama sistemi önermiştir [3]. Yine Hong Kong'da, Chow yüksek katlı konut dışı binalar için bir sıralama tekniği geliştirmiştir [4]. Sıralama yönteminin bir başka uygulaması Suudi Arabistan'da öğrenci barınma tesislerinin yangın güvenliği performansını belirlemek için kullanılmıştır [5].

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, Türkiye'de imalat tesisleri için “Yangın Güvenliği Risk Sıralama Sistemi” şeklinde bir risk analiz yöntemi önermeyi amaçlamaktadır. Bir yangın güvenliği risk sıralama sisteminin amacı mevcut binaların çeşitli yangın güvenliği özelliklerinin

performansını değerlendirmek ve yangın risk seviyesini nicelleştirmektir. Bu amaçla 30 imalat tesisinde uygulama yapılmıştır. Hazırlanan bu tez çalışmasında, Türkiye’deki imalat tesislerinde alınması gereken tedbirlerin ve önceliklerin belirlenmesinde, önleyici çalışmaların planlanmasında, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına, yangın periyodik kontrol uzmanlarına destek olabilecek nicel bilgiler üretilerek yardımcı olması amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

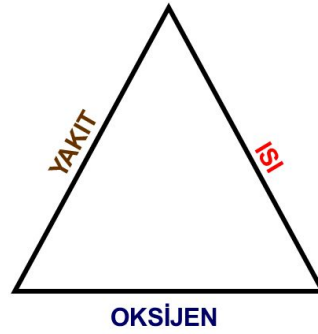
Yangın imalat tesisleri için ciddi can ve mal kayıplarına yol açan büyük bir afettir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte imalat tesislerinde kullanılan kıymetli ve hassas makineler, çok katlı ve çok amaçlı inşa edilen yapılar ve depolarda tutulan değerli malzemeler çeşitli riskleri de beraberinde getirmiştir. Yangından korunma ve yapıların yangın güvenliği ile ilgili sorunları bir bütün olarak ve sistematik şekilde incelemek risklerin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Bir plan doğrultusunda ilk önce ltleri ve bu ölçütlerin önem derecelerini saptamak, daha sonra bu ölçütlere cevap verebilecek ve saptanan hedeflere götürecek bir strateji oluşturmak ve formüle etmek gerekmektedir.

Bu tez kapsamında elde edilen veriler, bütüncül bir yaklaşım olan yangın güvenliği risk sıralama sistemi gibi nicel değerlendirmelere olanak veren yangın risk analizlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

BÖLÜM 2

YANMA VE YANGIN

Yanma maddenin oksijen ve ısı ile bir araya gelmesi sonucunda oluşan kimyasal bir olaydır. Yanma olayının meydana gelebilmesi için katı, sıvı veya gaz yanıcı bir maddenin, oksijen ve ısı ile bir arada olması gerekmektedir. Bu olay şekil 2.1’de gösterilen yangın üçgeni olarak izah edilir [6]. Yangın ise menfaat oluşturmeyen, denetlenemeyen veya kontrolden çıkmış bir yanma olayına denir.



Şekil 2. 1 Yangın üçgeni [6]

Yanmanın Çeşitleri

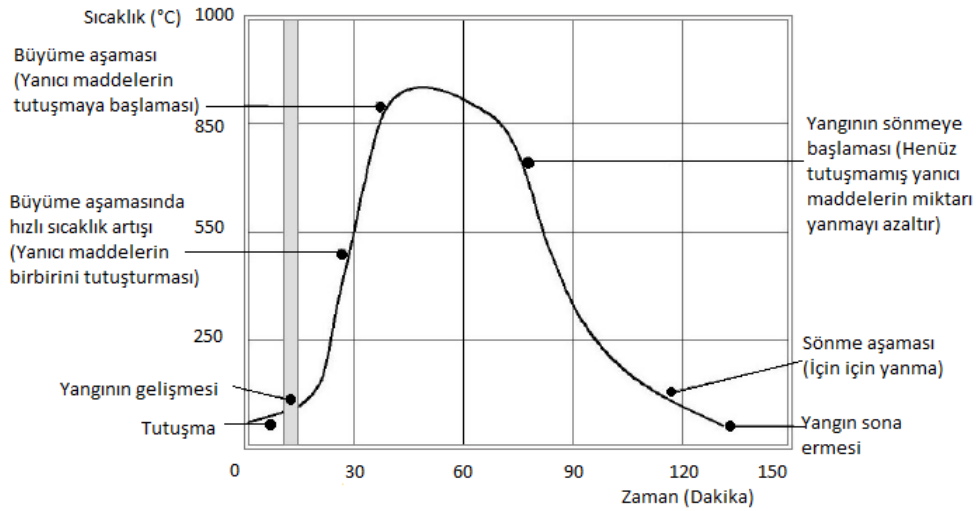
- Yavaş Yanma
- Hızlı Yanma
- Parlama, Patlama Şeklinde Yanma
- Alevsiz Yanma

Yangın üçgeninde bileşenlerden birisinin olmaması tehlikeyi gidermeye yetecektir. Bu üç bileşenin bir arada bulunduğu bazı durumlarda ise alevsiz yanma meydana gelir ve

tutuşma olmadan söner örneğın gaz yağının üzerine atılan bir yanan bir kibrit tutuşma olmadan için için söner [7].

Çizelge 2.1’de yangının ilk tutuşma zamanından yangının sona ermesi süreci gösterilmiştir. Sırasıyla yangının tutuşması, gelişmesi, büyümesi, tam büyümesi ve sönmeye başlaması olarak 5 aşamada değerlendirmek doğru olacaktır [6].

Çizelge 2. 1 Yangının zamana bağı sıcaklık değışim aşamaları



Yangının ilk tutuşma evresinde sıcaklık hızı ve süresi tutuşan maddenin boyutuna ve oksijen yeterliliğine bağılıdır.

Yangının gelişme aşaması yangının erken tespit edilmesi açısından çok önemlidir. Bu aşamada yanıcı maddenin boyutunun güçlü olması durumunda yangının gelişmesine sebep olacaktır. Yangın yayılımını etkileyen faktörleri şu şekilde sayabiliriz; yanıcı maddelerin birbirlerine olan mesafeleri, kütle ve yüzey alanları, tutuşma kaynağının büyüklüğü ve konumu, ortamın geometrisi ile ortam sınırları içindeki boş alanların yeri ve büyüklüğü. Alevlerin ortamı sardığı duruma büyüme aşaması denir. Bu aşamada yangın sıcaklığını kendi kendine artırır. Fakat yangının büyüme aşaması yangına müdahale gereken kritik bir aşamadır. Bu aşamada halen henüz yanmamış yanıcı madde buharı bulunmaktadır. Tam büyüme aşamada ise ortamda ki havalandırmanın kısıtlı olduğu durumlarda yangın yetersiz oksijen ile devam edebilecektir. Bu şartlarda havalandırmanın değışmesi ile birlikte kapı ve pencere gibi açık yerlerden içeriye hava girmesi ile ortamdaki gazlar hava ile karışır ve gazları tutuşturacak yeterli kaynak olursa bu durum patlama ile sonuçlanacaktır. Yangının bu aşamasında yapı elemanları

güçlerini kaybetmiş ve yangının diğer mekânlara geçebilmesi için yeterli sıcaklık şartlarındadır. Tam büyüme aşamasında oksijen oranı yüzde 15'in altındadır ve hacimdeki tüm yanıcı maddeler tutuştuğu için yangının oksijene olan ihtiyacı artmıştır, bu aşama sonlarında karbon monoksit yayılımı artar. Yanıcı madde ve oksijen azalması ile gücünü kaybeden yangın sönmeye başlar [6].

Yanan maddenin türüne göre yangın sınıflandırılabilir;

A sınıfı yangınlar katı madde yangınlarıdır örneğin; kâğıt, tahta, plastik.

Söndürme şekli: Su, çok maksatlı kimyevi tozlar.

B sınıfı yangınlar yanabilir sıvı maddelerdir örneğin; mazot, benzin, boya.

Söndürme şekli: Genel amaçlı kimyevi tozlar, köpük, karbondioksit.

C sınıfı yangınlar yanabilir gaz maddeleridir örneğin; doğalgaz, LPG, metan.

Söndürme şekli: Çok maksatlı kimyevi tozlar, genel amaçlı kimyevi tozlar, karbondioksit.

D sınıfı yangınlar kaynağı hafif ve aktif metallerdir örneğin; lityum, potasyum, magnezyum, alüminyum.

Söndürme şekli: Özel kimyevi tozlar.

F sınıfı yangınlar mutfak yangınlarıdır örneğin; pişirme aletleri içinde bitkisel ve hayvansal yağ yağınları.

Söndürme şekli: Boğma yöntemi kullanılarak alevin üstü ıslak bez ile kapatılır. Su kesinlikle kullanılmaz. Islak kimyasallar, karbondioksit [8].

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe (BYKHY) göre yangın tehlike riskleri ve tehlike riskleri kapsamına giren alanlar şunlardır;

- a) Düşük yangın yüküne, düşük yanabilirliğe sahip ve yangına karşı direnci en az 30 dakika olan 126 m²'den daha büyük bölümü olmayan mekânlar. Örneğin; okullar ve diğer eğitim kurumları, bürolar.
- b) Orta Tehlike-1, oteller, hastaneler, lokantalar, kütüphaneler, konutlar, çimento işleri, metal levha üretimi.
- c) Orta Tehlike-2, otomotiv fabrika ve tamirhaneleri, fırınlar, müzeler, çikolata ve şekerleme imalathaneleri, fizik laboratuvarları, otoparklar, çamaşırhaneler.

- d) Orta Tehlike-3, elektronik fabrikaları, buzdolabı ve çamaşır makinesi fabrikaları, sabun fabrikaları, baskı işleri ve matbaalar, cam fabrikaları, cilthaneler, boyama işlemleri, mukavva fabrikaları, kâğıt fabrikaları.
- e) Orta Tehlike-4 sinemalar, mum ve balmumu fabrikaları, boyahaneler, tiyatrolar, konser salonları, kibrit fabrikaları, pamuk iplikhanesi, keten ve kenevir hazırlama tesisleri, tütün fabrikaları, yonga levha fabrikaları, odun talaşı fabrikaları, kontrplak levhalar.
- f) Yüksek Tehlike-1, döşemelik kumaş, muşamba fabrikaları kumaş ve muşamba yer döşemeleri imalatı, reçine, yapay kauçuk, lamba isi ve terebentin imalatı, boya, renklendirici ve vernik imalatı.
- g) Yüksek Tehlike-2, aydınlatma fişeği fabrikaları, yüklü kamyonlar ve vagonlar otobüsler, lastik köpük eşyaları, otobüs ambarı, plastik köpük ve sünger imalathaneleri, yüksüz kamyonlar ve demiryolu vagonları için depolar.
- h) Yüksek Tehlike-3, selüloz nitrat fabrikaları.
- i) Yüksek Tehlike-4, havai fişek fabrikaları.

2.1 Yangından Korunma

Tasarlanmış her bir yapıda muhakkak yangın riski vardır ve kusursuz bir yangın güvenliği sağlanması mümkün değildir. Yangın güvenliğini sağlamak adına yangından korunma ve yapıların yangın güvenliği konularına ağırlık vermek bu sorunları bir bütün olarak ele almak gerekmektedir. Bir plan doğrultusunda ilk başta kriterleri ve bu kriterlerin önem derecelerini tespit etmek daha sonra bu kriterlere cevap verebilecek ve hedeflere götürecek bir strateji oluşturulmalı ve formüle edilmelidir [9].

Yangın risk analizi istatistiklerin güvenirliliği ile binaların tür ve farklılıklarını belirten bilgilerin varlığına bağlıdır. Bu kriterlerin ışığında sağlıklı bir yangın senaryosu oluşturulabilir. Tahmin ve değerlendirme bir kısmı istatistiki veriler ve bir kısmı da konuyla ilgili yapılan saha çalışmaları ile yapılmalıdır [9]. Yangından korunma yollarını yapısal korunma, örgütsel korunma ve tekniksel korunma olarak üçe ayırabiliriz [10].

Yapısal korunma yollarında temel amaç yangının büyümesini ve çevre yapılara ulaşmasını engellemektir. Yangına dayanıklı duvarlar, yalıtım malzemeleri, pompa dairesine yetecek büyüklükte jeneratör, ana panoda yangın rölesi, paratoner, elektrik ve mekanik tesisat altyapıları başlıca yapısal korunma önlemleridir.

Örgütsel korunma yollarında temel amaç çalışanların yangın durumunda uğrayacağı zararı azaltmaktır. Prosedürler, yapı içi yangın sınıfına göre düzen sistemleri, acil eylem

planları, iş hijyen ölçümleri, yangın tatbikatları, itfaiye ile koordinasyon başlıca örgütsel korunma yollarıdır [10].

Tekniksel korunma yollarında temel amaç yangın algılama ve uyarı sistemleri ile birlikte yangın söndürme çalışmalarıdır. Yangın algılama tesisatları ve yangın söndürme tesisatları ana iki yangından korunma yöntemleridir [10].

2.2 İstanbul ve Londra Yangın İstatistikleri

İstanbul’da 2018 yılı mart ayının sonu itibariyle; 4.968 yangın, 314 trafik kazası, 148 sel veya su baskını, 1.016 güvenlik tedbirleri, 3.056 can kurtarma, 1.624 diğer itfaiye çıkışları da dâhil olmak üzere 11.126 itfai olay meydana gelmiş ve müdahale edilmiştir. İtfai olaylardan 44’ü fabrika yangını, 1.465’i konut yangını, 406’sı araç yangını ve 2.083’ü diğer bina yangınları olarak tespit edilmiştir. Çizelge 2.2’de görüldüğü üzere fabrika yangınlarında bir önceki döneme göre %4,76’lık bir artış ve 2017 yılı sonu itibariyle de 2013 yılına göre %4,40’lık bir artış tespit edilmiştir. Fabrika yangınlarının son beş yıldaki ortalaması 151,6 olmuştur [11].

Çizelge 2. 2 2013-2018 İstanbul itfai yangın istatistikleri [11]

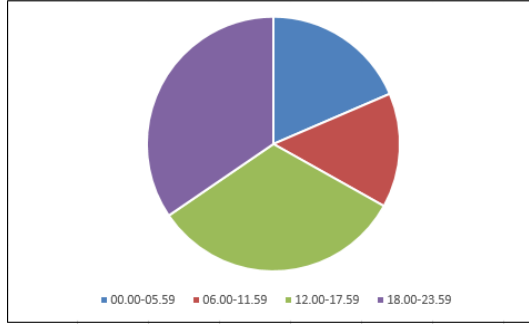
Olay	2013	2014	2015	2016	2017	2017	2018	Sayısal Değişim		Oransal Değişim (%)	
						Ocak-Mart	Ocak-Mart	2017 Ocak Mart 2018 Ocak Mart	2013 2017	2017 Ocak Mart 2018 Ocak Mart	2013 2017
Konut yangını	4.902	5.261	5.869	5.910	5.762	1.735	1.465	-270	+860	-15,56	+17,54
Fabrika Yangını	159	123	157	153	166	42	44	+2	+7	+4,76	+4,40
Diğer bina yangını	7.853	7.869	8.957	8.887	9.224	2.462	2.083	-379	+1371	-15,39	+17,46
Araç yangını	1.601	1.689	1.903	1.940	1.781	403	406	+3	+180	+0,74	+11,24
Yapısal olmayan yangınlar	13.202	7.906	10.092	11.696	8.140	1.228	970	-258	-5062	-21,01	-38,34
Toplam	27.717	22.848	26.978	28.586	25.073	5.870	4.968	-902	-2644	-15,37	-9,54

2018 yılı mart ayı sonu itibariyle Londra'da; 3.714 yangın meydana gelmiştir. Bu yangınların 1.375'ini konut yangınları, 15'ini fabrika yangınları, 504'ünü araç yangınları ve 1.832'sini diğer yangınlar oluşturmaktadır. Çizelge 2.3'de görüldüğü üzere fabrika yangınlarında bir önceki döneme göre %6,25'lik bir azalış ve 2017 yılı sonu itibariyle de 2013 yılına göre %3,79'luk bir azalış meydana gelmiştir. Fabrika yangınlarının son beş yıldaki ortalaması 75,6 olmuştur [12].

Çizelge 2. 3 2013-2018 Londra itfaiyesi yangın istatistikleri

Olay	2013	2014	2015	2016	2017	2017	2018	Sayısal Değişim		Oransal Değişim (%)	
						Ocak-Mart	Ocak-Mart	2017 Ocak-Mart 2018 Ocak-Mart	2013-2017	2017 Ocak-Mart 2018 Ocak-Mart	2013-2017
Konut yangını	6.304	5.977	5.926	5.653	5.700	1.362	1.375	-13	-604	-0,95	-9,69
Fabrika Yangını	79	86	75	62	76	16	15	-1	-3	-6,25	-3,79
Araç yangını	1.942	2.064	2.031	2.338	2.248	538	504	-34	+306	-6,31	+15,75
Diğer yangınlar	12.833	11.495	12.891	12.325	11.458	2.118	1.832	-286	-1.375	-13,50	-10,71
Toplam	21.158	19.622	20.923	20.378	19482	4.023	3714	-309	-1.676	-7,68	-7,92

2013 yılı ile 2018 yılı mart ayı arasında Londra'da; 393 fabrika yangını meydana gelmiştir. Aynı tarihlerde İstanbul'da fabrika yangını sayısı 802 olmuştur. Fabrika yangınlarında İstanbul Londra'ya göre %104'lük fazla yangın felaketine maruz kalmıştır. Araç yangınlarında ise Londra İstanbul'a göre %50,77'lik fazla yangına sahip olmuştur. Bu yıllarda Londra'ya göre İstanbul'da %29,34'lük fazla toplam yangın meydana gelmiştir.



Şekil 2. 2 İstanbul'da 2017 yılı saatlere göre yangınların dağılımı [11]

İstanbul'da 2017 yılı saatlere göre yangın dağılım istatistikleri göz önüne alındığında Şekil 2. 2'de de görüldüğü üzere meydana gelen yangınların yaklaşık %32,4'ü 12:00-17:59 saatleri içerisinde meydana gelirken %34,5'i ise saat 18:00-23:59 arasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Yangının en çok meydana geldiği saatler konutlarda %12,3 ile 12:00-17:59 saatleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum araç yangınlarında %2,5 fabrika yangınlarında ise %0,2 ile saat 12:00-17:59 arasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca istatistiki verilerden fabrika yangınlarının önemli bir kısmı mesai saatleri içerisinde başladığı anlaşılmaktadır [11].

Çizelge 2. 4 İstanbul'da 2013-2018 yılları arasında yangın çıkış sebepleri [11]

Kaynak	Yıl											
	2013		2014		2015		2016		2017		2018 Ocak - Mart	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Elektrik Konağı	5133	18,5	5360	23,5	6564	24,3	6155	21,5	6.259	25,0	1.517	30
Sigara	13010	46,9	9168	40,1	10532	39,0	11.341	39,7	8.420	33,6	1.385	27
Kıvılcım Sıçraması	967	3,5	903	4,0	1021	3,8	1122	3,9	1.178	4,7	362	7,3
Baca	2097	4,7	749	5,0	1185	4,4	1093	3,8	1.100	4,4	335	6,7
Kasıt	1454	5,2	1340	5,9	2058	7,6	2729	9,5	1.981	7,9	317	6,4
Ocak, ev aletleri	1190	4,3	1189	5,2	1245	4,6	1272	4,4	1.206	4,8	274	5,5
Diğer	707	2,6	863	3,8	823	3,1	1276	4,5	1.014	4,0	222	4,5
Kızılsma	677	2,4	961	4,2	1107	4,1	842	2,9	943	3,8	223	4,5
Tespit Edilemedi	762	2,7	830	3,6	956	3,5	1060	3,7	1.824	7,3	162	3,3
Ateşle Oynanması	2097	7,6	749	3,3	1159	4,3	1374	4,8	867	3,5	93	1,9
Parlama (sıvı yemek vb.)	422	2,7	351	1,5	328	1,2	322	1,1	281	1,1	78	1,6
Toplam	27.717	100	22.848	100	26.978	100	28.586	100	25.073	100	4.968	100

2013-2017 beş yıllık dönemin ortalaması göz önüne alındığında ilk üç sırada yangınların yaklaşık %39,9'unun sigara, %22,6'sının elektrik kontağı ve %7,2'nin kasit nedenli yangınlardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. 2018 yılına baktığımızda ise; ilk üç sırada %29,8 ile elektrik kontağı, %28,3 ile sigara, %7,9 ile kıvılcım sıçramasından kaynaklandığı görülmüştür. Yine çizelge 2. 4'de sunulduğu üzere 2013 yılı öncesi sigara kaynaklı yangınlarının sayısının toplam yangınların içindeki oranı %49-50 bandında iken 2013 sonrası %39-40 seviyesine indiği gözlemlenmiştir. Bu düşüşte farkındalık artırma ve bilinçlendirme çalışmalarının etkisi olduğu düşünülmektedir [11].

Çizelge 2. 5 İstanbul'da farkındalık çalışmaları ve eğitimler [11]

Yıl							
Farkındalık Çalışmaları ve Eğitimler	2013	2014	2015	2016	2017	2018 Ocak-Mart	Toplam
Hizmetiçi Eğitimler	2.095	1.454	7.293	25.667	46.974	9.538	93.021
Kamu ve Özel Sektöre Yönelik Eğitimler	16.183	24.923	17.377	14.764	18.514	1.984	93.745
Meslek Lisesi ve Meslek Yüksekokulu Öğrencilerine Yönelik Eğitimler	1.522	2.527	2.358	1.131	1.134	432	9.104
İlk Yardım Eğitimi ve Halk Sağlığı Semineri	12.011	19.717	8.774	8.086	8.721	2.309	59.618
Gönüllü İtfaiyeci Eğitimi	847	0	81	28	0	0	956
Okullarda ve Kurumlarda Yapılan Tatbikatlar	628.620	611.996	638.710	596.685	645.719	258.502	3.380.232
Farkındalık Çalışmaları(Afetlerden Korunma Eğitimleri, Anaokulu ve İlköğretim Okullarına Yönelik Eğitimler, İstasyon ve Akom Ziyaretleri ve Engellilere Yönelik Verilen Eğitimler)	15.849	22.308	34.056	46.607	54.366	17.925	191.111
Genel Toplam	677.127	682.925	708.649	692.968	775.428	290.690	3.827.787

Çizelge 2.5'de farkındalık çalışmaları ve eğitimlerin yıllara göre sayıları verilmiştir. Çizelgeye göre firmalardaki hizmet içi eğitimler 2013 yılına göre 2017'de %2142 artış göstermiştir. 2016 yılına göre artış oranı ise %83 olmuştur. 2017 yılı genel toplamda 775.428 farkındalık çalışması ve eğitimi ile 2013 yılından bu yana en fazla çalışmanın gerçekleştiği yıl olmuştur. İstatistiklerden, verilen eğitimlerin etkisi ile yangın sayılarındaki artış hızının yıldan yıla azaldığı anlaşılmaktadır.

2.3 Büyük Endüstriyel Yangınlar

Dünya üzerinde geçmişten günümüze yaşanan endüstriyel yangınlar çok sayıda çalışanın hayatını kaybetmesine veya yaralanmasına sebep olmuştur. Büyük endüstriyel yangınlardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

2015-Manila, Filipinler

Filipinler'in başkenti Manila'da bir lastik terlik fabrikasında çıkan yangında hayatını kaybedenlerin sayısı 72'yi bulmuştur. Polis, bir kaynak makinesi kıvılcımının fabrika girişine yakın yanıcı kimyasalları alevlendirdiği ve büyük bir patlamayı tetiklediği, ardından siyah duman ve alevlerin izlediği bir yangının başladığını söylemiştir.

2014-Soma, Manisa, Türkiye

Soma kömür işletmeleri A.Ş. işlettiği bir madende çıkan yangın ve su basma sonucunda 301 madenci hayatını kaybetmiş ve 90 kadar kişi yaralanmıştır.

2012-Karachi, Pakistan

Yangın, çarşamba gününün erken saatlerinde Karaçi'nin ticari merkezinde bir tekstil fabrikasını yıkmıştır. 300'ün üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Pakistan'ın hayati önem taşıyan sektöründe denetim eksiklikleri ekonomiye ciddi zarar vermiştir.

2012-Dhaka, Bangladeş

Yangın felaketi 2000 kişinin çalıştığı bir tekstil fabrikasında meydana gelmiştir. 117 kişi ölmüş, 200 kişi yaralanmış ve 13 milyon dolarlık maddi zarar meydana gelmiştir.

2012-Tuzla, İstanbul, Türkiye

Yangın salı sabahı "Kayalar" boya fabrikasında başlamıştır. Fabrika binasında patlamalar meydana gelmiş olup bölgede panik yaratmıştır. 32.000 m² kapalı alan yıkılmış ve 200 milyon dolar maddi zarar meydana gelmiştir.

2010-Dhaka, Bangladeş

Yaklaşık 5000 çalışanı bulunan bir konfeksiyon fabrikası büyük bir yangın felaketi ile yüzleşmiştir. 20 çalışan öldü binlerce kişi ise yaralanmıştır.

2007-Uşak, Türkiye

Yangın "Aran tekstil" tekstil ve battaniye fabrikasında başlamıştır. Yangın 4 saat sürmüş ve 15.000 m² alan tamamen yıkılmıştır.

2007-Bursa, Türkiye

Yangın gece 02.00 civarında döşek fabrikasında başlamıştır. 5 işçinin ölümü ile birlikte birçok maddi hasar meydana gelmiştir.

2005-Schofield, Wisconsin, USA

Yangın ahşap fabrikasında başlamıştır. Bir işçi ölmüş ve birçok işçi yaralanmıştır. Felaketin maliyeti ise 1 milyon doları aşmıştır.

2005-Sichuan, Çin

Bir kimyasal fabrikada patlamalar ve yangın meydana gelmiştir. 10 işçinin hayatını kaybettiği felakette 21 işçi yaralanmıştır. Fabrikada ve şehrin önemli bir kısmında maddi hasar oluşmuştur.

2004- Hiroşima, Japonya

Yangın "Mazda Motor" tesislerinin 1 numaralı fabrikasında meydana gelmiş ve 6 saat sürmüştür. Ölüm veya yaralanma meydana gelmemiş ancak 1.000 araç ve 2. 7 milyar Yen'lik maddi hasara sebep olmuştur.

2004- Kastamonu, Türkiye

Madende patlama sonucu çıkan yangında 19 madenci hayatını kaybetmiş 10 işçi ise ağır yaralanmıştır.

2004-Gresik, Endonezya

Petrokimya fabrikasında şiddetli bir patlama sonucu meydana gelen yangın sonucu 2 kişi ölmüş ve yaklaşık 50 kişi yaralanmıştır. Birçok binanın yıkıldığı şehirde 75 milyon dolarlık maddi hasar oluşmuştur.

2000-Enschede, Hollanda

Yangın 900 kg havai fişek depolanan bir binada meydana gelmiştir. Olağanüstü patlama sonucunda 27 kişi ölmüş ve 947 kişi yaralanmıştır. 40 hektarlık bir alan, 400 ev yıkılmış ve 1500 bina hasar görmüştür [13].

2.4 Yasal Mevzuat

Ülkemiz mevzuatına göre, iş ekipmanlarının belirtilen yöntemlere uygun olarak, yetkili kişilerce yapılan muayene, deney ve test faaliyetlerine periyodik kontrol denmektedir. İlgili standartlarda aksi belirtilmediği sürece, ülkemizde ilgili mevzuata göre yangın tesisatlarının periyodik kontrolleri yılda en az bir kez yapılır ve kontroller makine mühendisleri, makine tekniker ve yüksek teknikerleri tarafından yapılır [14].

Sistemler test edilmedikleri müddetçe çalışıp çalışmadıkları tespit edilemez. Diğer süreçlerde olduğu gibi sistemlerin bakım ve test esasları da yeterince tespit edilmediğinde arıza olmama olasılığı çok düşüktür. Bir sistem ne kadar iyi olursa olsun bakımı yapılmadıkça belirli bir süre sonra fonksiyonunu yerine getiremez duruma gelir. Sistemin planlı bir şekilde bakımları yapılmazsa sistem belirli bir süre sonra özelliğini kaybeder. Türkiye’de en önemli konulardan biri bakım ve test konusu olup bir sistem yapıldığında o sistemin ömür boyu aynı şekilde kalacağı ve çalışacağı düşünülmektedir. Her sistem için farklı işletim esasları bulunmaktadır, bazı sistemlerin hafta bir, bazı sistemlerin altı ayda bir, bazı sistemlerin yıllık kontrollerinin ve testlerinin yapılması gerekmektedir. Düzeltilme aralıkları ile testlerinin yapılmaması ve bakımlarının bakım esaslarına uyulmaması sistemin sürdürülebilir olmasının önüne geçmektedir [15].

Çizelge 2. 6 Yangın tesisatının periyodik kontrol kriterleri ve kontrol süreleri

Yangın Tesisatı ve Hortumlar, Motopomplar, Boru Tesisatı	Standartlarda süre belirtilmemişse 1 Yıl	Projede belirtilen kriterlere uygun olup olmadığının belirlenmesine yönelik olarak yapılır. Ayrıca TS 9811, TS EN 671-3, TS EN 12416-1 + A2, TS EN 12416-2 + A1, TS EN 12845 + A2 standartlarında belirtilen kriterlere uygun olarak yapılır.
Yangın Söndürme Cihazı	TS ISO 11602-2 standardında belirtilen sürelerde	TS ISO 11602-2 standardında belirtilen kriterlere uygun olarak yapılır.

Talebe bağlı arıza olasılığında (PFOD), sistemin kullanım dışı olması durumunda veya sistem bekleme durumundayken destek elemanlarının arızaya geçme karakteristiklerine bağlı olarak bu destek bileşenlerinin gizli arızalarını saptamak için periyodik olarak kontrol edilmeli veya test edilmelidir [16]. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğine göre yangın tesisatının periyodik kontrol kriterleri ve kontrol süreleri çizelge 2.6’da verilmiştir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda işveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede aşağıda belirtilen yükümlülükleri yerine getirmeyen işverene her bir yükümlülük için ayrı ayrı ikibin Türk Lirası idari para cezası verilir.

- a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.
- b) İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda işveren, çalışma ortamı, kullanılan maddeler, iş ekipmanı ile çevre şartlarını dikkate alarak meydana gelebilecek acil durumları önceden değerlendirerek, çalışanları ve çalışma çevresini etkilemesi mümkün ve muhtemel acil durumları belirler ve bunların olumsuz etkilerini önleyici ve sınırlandırıcı tedbirleri alır. Acil durumlarla mücadele için işyerinin büyüklüğü ve taşıdığı özel tehlikeler, yapılan işin niteliği, çalışan sayısı ile işyerinde bulunan diğer kişileri dikkate alarak; önleme, koruma, tahliye, yangınla mücadele, ilk yardım ve benzeri konularda uygun donanıma sahip ve bu konularda eğitilmiş yeterli sayıda kişiyi görevlendirir, araç ve gereçleri sağlayarak eğitim ve tatbikatları yaptırır ve ekiplerin her zaman hazır bulunmalarını sağlar. Özellikle ilk yardım, acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında, işyeri dışındaki kuruluşlarla irtibatı sağlayacak gerekli düzenlemeleri yapar. Bu hükümlere aykırı hareket eden işverene, uyulmayan her bir yükümlülük için bin Türk Lirası, aykırılığın devam ettiği her ay için aynı miktar idari para cezası verilir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda işveren, işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilmesi amacıyla çalışanları ve çalışan temsilcilerini işyerinin özelliklerini de dikkate alarak ilk yardım, olağan dışı durumlar, afetler ve yangınla mücadele ve tahliye işleri konusunda bilgilendirir. Bu hükümlere aykırı hareket eden işverene, bilgilendirilmeyen her bir çalışan için bin Türk Lirası idari para cezası verilir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin hükümlerinin uygulanmasından;

- a) Yapı ruhsatı vermeye yetkili idareler,
- b) Yatırımcı kuruluşlar,
- c) Yapı sahipleri,
- d) İşveren veya temsilcileri,
- e) Tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler ile uygulayıcı yükleniciler ve imalatçılar,
- f) Yapı yapılmasında ve kullanımında görev alan müşavir, danışman, proje kontrol, yapı denetimi ve işletme yetkilileri, görevli, yetkili ve sorumludur.

Yangın söndürme ve algılama, duyuru ve acil aydınlatma gibi aktif yangın güvenlik sistemlerinin yeterli olmamasından; projenin eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması hâlinde proje müellifleri ve yapımın eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması hâlinde ise müteahhit veya yapımcı firma sorumludur. Sistemin uygun çalışmaması işletmeden kaynaklanıyor ise, işletmecisi kuruluş doğrudan sorumlu olur. Yangın güvenlik sistemlerinin yaptırılmasının gerekli olduğu yapı sahibine yazılı olarak bildirildiği hâlde, yapı sahibi tarafından yaptırılmamış veya standartlara uygun yaptırılmamış ise, yapı sahibi sorumlu olur.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin hükümlerine uyulmaması sebebiyle meydana gelen yangın hasarlarından dolayı;

- a) Yapı inşasında yer alan yapı sahipleri, işveren ve işveren temsilcileri,
- b) Tasarımda, uygulamada ve denetimde görevli mimar ve mühendisler,
- c) Yapı denetimi kuruluşları,
- d) Müteahhitler, imalatçılar ve danışmanları kusurlarına göre sorumludur.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe göre yüksek binalar ile toplam kapalı kullanım alanı 1000 m²'den büyük imalathane, atölye, depo, otel, motel, sağlık, toplanma ve eğitim binalarında, binaya ait yangın tahliye projeleri, bina girişinde ve yangın sırasında itfaiyenin kolaylıkla ulaşabileceği bir yerde bulundurulur. Bu

projelerde; binanın kaçış yolları, yangın merdivenleri, varsa itfaiye asansörleri, yangın dolapları, itfaiye su verme ağızları, yangın pompaları ile jeneratörün yeri işaretlenir. Her türlü binada, açık arazide, tesiste, sokakta, caddede, meydan ve alanda bulunan sabit ve seyyar yangın söndürme tesisat ve cihazlarını karıştırmak, bozmak, kırmak sökmek, içine kâğıt ve paçavra gibi yabancı maddeler koymak veya bunları kullanılmayacak hâle getirmek veyahut bozuk bir hâlde tutmak, her ne suretle olursa olsun yangın musluklarının önünü kapatmak, bina önüne ip çekmek, tente asmak ve benzeri hareketler yapmak yasaktır. Yangın söndürücü tesis ve malzeme, amacı dışında kullanılamaz.

Türkiye’de periyodik kontrollerinin, risklerin belirlenmesine yönelik ölçümlerin ve araştırmaların ve risk değerlendirmelerinin yaptırılmadığı durumlarda çalışan sayısına ve tehlike sınıfına göre bir diğer uygulanan cezai miktarlar ise çizelge 2.7’de verilmiştir [17].

Çizelge 2. 7 Türkiye’de 2018 yılında uygulanan cezai miktarlar

Kanun Mad.	Ceza Mad.	Kanun Maddesinde Sözü Edilen Fiil	2018 Yılında Uygulanan Ceza Miktarı (Türk Lirası)								
			10’dan Az Çalışanı Olan İşyerleri			10-49 Çalışanı Olan İşyerleri			50+ Çalışanı Olan İşyerleri		
			Az Tehlikeli	Tehlikeli	Çok Tehlikeli	Az Tehlikeli	Tehlikeli	Çok Tehlikeli	Az Tehlikeli	Tehlikeli	Çok Tehlikeli
MAD. 10	26/1-ç	10/1 Risk değerlendirme-si yapmamak veya yaptırmamak.	4.641	5.801	6.961	4.641	6.961	9.282	6.961	9.282	13.923
			6.963	8.703	10.444	6.963	10.444	13.926	10.445	13.926	20.889
	26/1-ç	10/4 Risklerin belirlenmesine yönelik gerekli kontrol, ölçüm, inceleme ve araştırmaları yapmamak.	2.319	2.898	3.478	2.319	3.478	4.638	3.478	4.638	6.957

YANGIN TESİSATLARI

Günümüzde üretim teknik ve teknolojisindeki gelişmeler, çok katlı ve çok amaçlı binalar ve değerli malzemeler beraberinde riskleri de getirmiştir. Yeni riskler oluşurken güvenlik önlemleri de değişmiştir. Yangına karşı, hırsızlığa, sele, depreme karşı yeni güvenlik önlemleri geliştirilmiştir. Önceden haber alan, algılayan, uyarıcı ve uygun çözüm bulan yeni cihazlar ve sistemler her geçen gün gelişmektedir. Gelişmişliğin göstergeleri olan “konfor ve güvenlik” önem kazandıkça yeni teknolojiler geliştirilmekte ve yeni tesisatların sayısı her geçen gün artmaktadır. İşyerlerinde bina ve ekipmanlara yatırılan büyük miktarda sermaye ve yangın durumunda ortaya çıkabilecek büyük potansiyel kayıplar, yangın söndürme sistemleri, güvenlik sistemleri ve koruma sistemlerinin önemini arttırmaktadır [18].

3.1 Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri

Yangın tesisatlarının önemli bir parçası olan yangın algılama ve alarm sistemleri yangın henüz önlenemez iken yangını tespit edebilen sistemlerdir. Günümüzde hemen hemen her yerde karşılaşılabileceğimiz bu sistemler fabrika, konut, ofis, okul, otel, avm ve yurtlar gibi bir çok farklı çalışma alanlarında kullanılması zorunludur. Maliyet olarak eskiye göre oldukça uygun fiyatlara sahip olan bu cihazlar can ve mal güvenliği açısından çok önemli bir yere sahiptir.

Yangın uyarı sistemi; yangın algılama, alarm verme, kontrol ve haberleşme fonksiyonlarını ihtiva eden komple bir sistemdir. Yangın algılama sisteminin ve parçalarının TS EN 54'e uygun olarak üretilmesi, tasarlanması, tesis edilmesi ve işletilmesi şarttır [19].

Temel anlamda algılama ve ihbar sistemlerini oluşturan elemanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Dedektörler, Butonlar
- 2) Değerlendirme Üniteleri
- 3) Çıkış Cihazları [20].

3.1.1 Yangın Dedektörleri

Yangın dedektörleri bir takım veri algılaması yaparak santrale bilgi gönderen cihazlardır. Kullanım yerlerine göre dedektör seçimleri değişmektedir. Bazı alanlarda örneğin fabrika içindeki yemekhane bölümünde ısı kontrol edildiği gibi gaz kaçağına karşı gaz algılama cihazı da bulunmalıdır [21].

Yangın dedektörleri temel olarak aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz.

- 1) Alev Algılama Dedektörleri
- 2) Duman Algılama Dedektörleri
- 3) Sıcaklık Algılama Dedektörleri

3.1.1.1 Optik Alev Dedektörleri

Optik alev dedektörleri yıllarca erken yangın algılama sistemlerinin bir parçası olarak kullanılmıştır. Bu tip dedektörler ısıyı veya dumanı algılamak zorunda kalmadan 65 metre uzaklığa kadar sadece 0.001 mm² boyutlarındaki bir kıvılcımı görebilir. Optik alev dedektörleri aşağıdaki gibi kategorize edilebilir.

- 1) UV (Tek sensör tipli - ultraviyole alev dedektörü)
- 2) IR (Tek sensör tipli - kızılötesi alev dedektörü)
- 3) UV/IR (Çift sensör tipli - ultraviyole ve kızılötesi alev dedektörlü)
- 4) IR2 (Çift sensör tipli – çift kızılötesi)
- 5) IR3 (Üçlü sensör tipli – üçlü kızılötesi)
- 6) CCTV (Kapalı devre televizyon tipli – Görüntü işleme) [13].

UV (Tek sensör tipli - ultraviyole alev dedektörü)

100-400 nm aralığındaki bazı alevlerin ultraviyole spektral imzası, arka plan radyasyonu üzerinde kolayca tanınabilen bir model içerir. UV dedektörleri, yangınlar tarafından yayılan yüksek enerjili UV radyasyonundan dolayı bu teknolojiyi temel olarak alevleri yüksek hızda (3-4 milisaniye) tespit edebilir. Fakat bu belirlenebilir UV ışıınımı, duman, sis ve buharlar gibi atmosferik malzemelere veya ark kaynağı, aydınlatma, X-Işınları, güneş radyasyonu gibi rasgele UV radyasyon kaynakları ile etkileşime girebilir. Bunlar dış mekân uygulamalarında yanlış alarmlara neden olabilir. Bu nedenle, UV dedektörleri çoğunlukla kapalı alan uygulamaları için kullanılır [13].

IR (Tek sensör tipli - kızılötesi alev dedektörü)

IR (Kızılötesi) sensörleri alev sıcaklığından yayılan ve ateşli sıcak gazların ürettiği spektral deseni kolayca tanıyabilir. Ancak, bir yangın senaryosunda alevler sadece IR radyasyon kaynağı değildir. Fırın, halojen lamba ve fırınlar ayrıca IR radyasyon dalga boylarındaki alevle çakışan IR radyasyon yayar. Bu problemin üstesinden gelebilmek için çeşitli parametre analizi ve matematiksel teknikler kullanılmaktadır. Bunların en önemlileri, titreşim analizi ve 4.1 ve 4.6 μm dalga boyları arasındaki dar bantlı IR eşik sinyal filtreleridir. Dedektörler bu filtreler ile 4, 1-4, 6 μm dalga boyunda kızılötesi sinyalleri tespit ederler ve yangın alarmı verirler. Bu sistemler çoğunlukla iç mekan uygulamaları için kullanılmaktadır [13].

UV/IR (Çift sensör tipli - ultraviyole ve kızılötesi alev dedektörlü)

UV sensörü kendi başına iyi bir yangın dedektörü olmasına karşın, ark kaynağı, X ışınları ve güneş ışınları gibi alarm uyarıları ile kolaylıkla harekete geçer. Bu tür yanlış alarmları önlemek için 2.7 μm veya 4.1-4.6 μm spektral aralıklarla çalışan IR algılama kanalı UV dedektörüne eklenir. Bu sistem, çoğu orta sınıf uygulama için güvenilir kabul edilir. İkili UV / IR dedektörü, yanlış alarmlara neden olan diğer kaynakları ayırmak için sinyalleri birleştirmeli ve bu sinyalleri karşılaştırmalıdır [13].

IR2 (Çift sensör tipli – çift kızılötesi)

Çift IR alev algılama teknolojisinde, yanlış IR alarmlarını ortadan kaldırmak için yakın IR spektral bandındaki iki dar spektral aralık kullanılır. Hidrokarbon alevler yakın kızılötesinde, 0.9 ve 3.0 μm arasında sürekli bir enerji yayar ve sıcak CO₂ yangın ürünün sebep olduğu 4.3-4.5 μm 'de zirve yapar; bu özellikler çoğu çift IR algılayıcıların kalbidir. Bu dedektörlerde 0.9 ve 4.3 μm 'lik iki dar bant veya 0.8-1.1 μm kısa dalga boyunun kombinasyonu ve 14-25 μm uzun dalga boyu IR kanallarında algılama yapan çift sensör kullanılmaktadır [13].

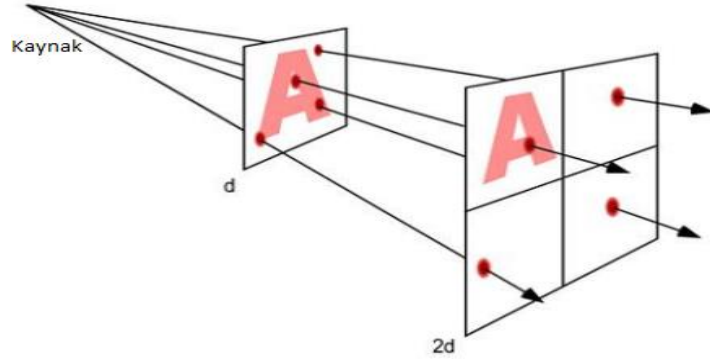
IR3 (Üçlü sensör tipli – üçlü kızılötesi)

Üç IR kızılötesi algılama sisteminde üç kızılötesi sensör kombinasyonu olarak kullanılır. Bu sensörlerden birisi CO₂ alev yayma spektrum bandından sorumludur ve diğerleri siyah gövde yayıcıların ve arka plan radyasyonun müdahale ettiği özel olarak seçilmiş spektral bantlar için kullanılır. Bu dedektörler, radyasyon şiddetini, oranları, korelasyonları, eşik değerlerini ve üç sensörden elde edilen titreşen sinyallerini analiz etmek için bazı algoritmalar kullanmaktadır [13].

CCTV (Kapalı devre televizyon tipli – Görüntü işleme)

CCTV alev dedektörü üçlü kızıl ötesi alev dedektörü ve bir renkli video kamera içeren bir sistemdir. Bu sistemde renkli video kamera, izlenen alanı araştırmak, ateşin kaynak yerini belirlemek ve duruma en iyi yanıtı seçmek için kullanıcıya seçenek sunar [13].

Optik alev dedektörlerinde duyarlılık ve menzil yangının boyutuyla ilişkilidir. Algılanabilir yangın boyutu, ters kare kanununa göre değişir. Algılama mesafesi ikiye katlanırsa alev ışıklarının %25'i dedektöre ulaşabilir. Tersine; aynı tepki süresi için sistem dört kat daha fazla yangın alanına ihtiyaç duyuyor. Örneğin; 1 m² yangın alanını 10 m uzaklığa kadar algılama özelliğine sahip standart bir dedektör, 20 m uzaklığında bir alevi algılayabilmek için 4 m² yangın alanına ihtiyaç duyar. Ters kare yasasına göre alev algılama mesafesi Şekil 3. 1' de gösterilmiştir.



Şekil 3. 1 Ters kare kanunu [13]

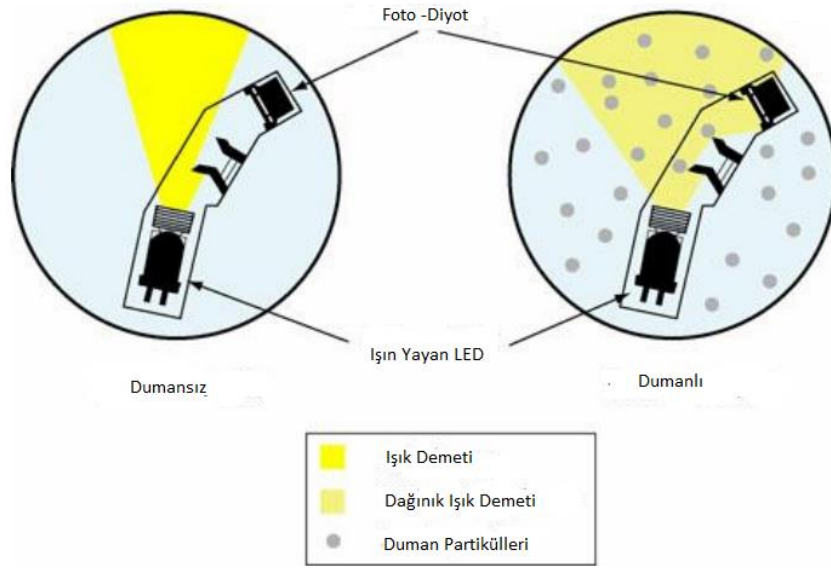
3.1.1.2 Duman Algılama Dedektörleri

Duman dedektörleri yangını doğru zamanda tespit edebilmek için en yaygın kullanılan yangın dedektörlerinden biridir. Bir çok ısı dedektörlerine göre yangını daha önceden haber verir. Optik, radyoaktif duman dedektörü ile ışın dedektörü olmak üzere 3 çeşide ayrılır [20].

Radyoaktif duman dedektörleri görünmez duman şeklinde hızlı alevlenen yangınların tespitinde iyi olmasına karşın, optik duman dedektörleri görünür duman şeklinde yanan yangınlara iyi cevap verirler [13].

Optik Duman Dedektörleri

Işın yayan bir LED ile üzerine normal şartlarda sürekli olarak ışık düşen bir foto diyottan oluşur. Dedektör içine giren duman partikülleri bu diyotun üzerine ışık gelmesini engeller. Bu sayede dedektör yangın sinyalini algılanmış olur ve yangını haber verir [20]. Şekil 3. 2’de optik duman dedektörlerinin çalışma prensibi gösterilmiştir [13].

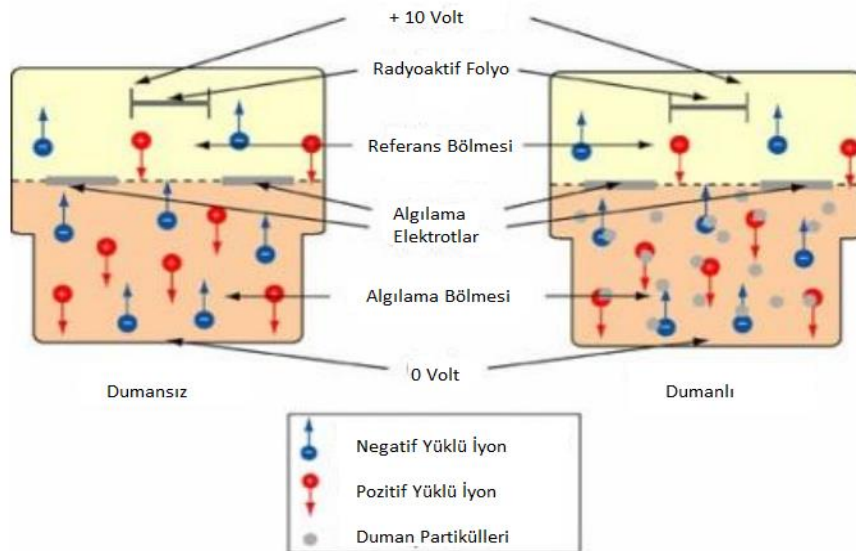


Şekil 3. 2 Optik duman dedektörlerinin çalışma prensibi [13]

Radyoaktif Duman Dedektörleri

Devamlı olarak radyoaktif ısınım oluşturan bir kaynağa ve algılama hücresine sahiptir. Dedektör içerisine giren duman partikülleri bu alışverişin kesilmesine sebep olmaktadır. Bu sayede dedektör yangın sinyalini algılanmış olur ve yangını haber verir [20].

Şekil 3.3’de radyoaktif duman dedektörlerinin çalışma prensibi gösterilmiştir [13].



Şekil 3. 3 Radyoaktif duman dedektörlerinin çalışma prensibi [13]

Işın Duman Dedektörleri

Kızılötesi ışın yayınlayan verici ve bu veriyi algılayacak alıcıdan oluşur. Işına giren duman, alıcıya giden kızılötesi ışık miktarının azalmasına sebep olur ve cihaz alarm verir. Tavan seviyesinin altına monte edilen bu dedektörlerin menizilii 100 metreye kadar ulaşabilir. Isın tipi duman dedektörü, montaj ve bakımın çok zor olduğu, depolar, hangarlar, saraylar, tarihi yapılar, büyük fuarlar, sinema ve tiyatro salonları gibi geniş hacimli, yüksek tavanlı mekânlar için uygundur [20].

3.1.1.3 Sıcaklık Algılama Dedektörleri

Sıcaklık algılama dedektörleri, temel olarak alanın sıcaklığı önceden belirlenmiş sıcaklık seviyesine ulaştığında devreye giren alarm sistemi diyebiliriz.

Sabit Sıcaklık Dedektörü

Genellikle kazan daireleri, mutfaklar, ütü odaları gibi yerlerde kullanılan ve çoğunlukla 60 °C veya 90 °C sıcaklık derecelerine ayarlanan dedektörler bu derecelerde yangın için alarm verir [20].

Sıcaklık Artış Dedektörü

Hava sıcaklığını belirli bir zaman aralığında artışını ölçerek, artışın normalin üzerinde olması halinde alarm verir. Genellikle kapalı otoparklar, yemek salonları, çamaşırhaneler ve kazan daireleri için kullanılır.

Kombine Dedektörler

Duman dedektörü ile sabit sıcaklık veya sıcaklık artış dedektörlerinin kombine edilmesinden oluşur. Duman ile sıcaklık etkisine aynı anda duyarlı olduğu için genel anlamda daha etkin dedektörlerdir.

Gaz Algılama Dedektörleri

Gaz algılama dedektörleri bir yangın algılama dedektörü değildir. Bunun temel nedeni gaz dedektörlerinin yangın ihtimalini fark edilebilir hale getirmek amacı ile

kurulmasıdır. Gaz dedektörleri çoğunlukla tehlikeli gazların depolandıkları alanlara kurulmaktadır [20].

Sıcaklık algılama dedektörleri, doğalgaz, metan, propan, hidrojen vb. yanıcı ve patlayıcı gazların bulundukları alanlardaki sınır değerlerini aşması durumunda alarm vererek patlama ve/veya yangınlara yol açabilecek kaynakların akışını kesen dedektörlerdir. Bu dedektörler her gaz için ayrı olarak tasarlanırlar. Gaz alarm sistemi algılayıcı sensör, elektronik değerlendirme merkezi, gösterge, kontrol panosu, sesli ışıklı uyarı sistemi ve otomatik gaz kesme ventilinden oluşur [20].

3.1.1.4 Alarm Butonları

Yangın alarm butonları, yangın kaçış yollarına, bir kattaki herhangi bir noktadan yatay erişim uzaklığı en fazla 60 m olacak şekilde, yerden en fazla 110 ile 130 cm arası yüksekliğe monte edilerek tasarlanmalıdır. Yangın uyarı butonlarının kolay erişilebilir özel şekilde aydınlatılması gerekmektedir. Bununla birlikte sesli uyarı cihazlarının 3 m uzaklığa en az 75 dBA en çok 120 dBA şiddetinde uyarı vermesi gerekmektedir. Ülkemizde en sık kullanılan kullanıcıya zarar vermeden butona basılabilen alarm butonları Şekil 3.4'te verilmiştir [19].



Şekil 3. 4 Yangın ihbar butonu

3.1.2 Sesli Uyarı Cihazları

Yangın ihbar butonundan veya yangın algılama sistemlerinden alınan verinin sesli olarak belirli bir gürültü düzeyinde bildirilmesi için tasarlanan çıkış cihazlarıdır. Sesli uyarı cihazları binanın her yerinde, yerden 150 cm yükseklikte ölçülecek ve ses seviyesi ortalama ortam ses seviyesinin en az 15 dBA üzerinde olacak şekilde yerleştirilir. Uyuma maksatlı bölümler ile banyo ve duşlarda, ses seviyesinin en az 75 dBA olması gerekmektedir. Sesli uyarı cihazlarının 3 m uzaklıkta en az 75 dBA ve en çok 120 dBA ses seviyesi elde edilecek özellikte olması şarttır. Acil anons sistemi hoparlörü olan

hacimlerde ayrıca siren sistemi konulması gerekli değildir. Sesli yangın uyarı cihazlarının seslerinin, binada başka amaçlarla kullanılan sesli uyarıcılardan ayırt edilebilecek özellikte olması gerekir [19].



Şekil 3. 5 Sesli uyarı cihazları

3.1.3 Yangın Değerlendirme Üniteleri

Yangın ihbar ve alarm sistemlerinin bağlı olduğu ana merkezlerdir. Yangın değerlendirme üniteleri gelen sinyalleri önceden hazırlanan senaryo kümelerinde değerlendirip ilgili kullanıcıya iletir. Burada senaryo kümesi yapının kullanım şekli, yangın sınıfı, kullanıcı yükü gibi durumlara göre ayarlanabilmektedir. Buradaki ana amaç yangın tüpü ile söndürülebilecek ufak yangınları büyük yangın olarak algılanmasının önüne geçmektir. Bu sayede toplu kullanıma açık alanlarda izdiham oluşması engellenecektir. Aynı zamanda herhangi bir yangın durumunda izlenecek senaryoların nasıl olacağının ayarlandığı değerlendirme üniteleri tahliye için binayı hazır hale getirecektir [20].

Yangın değerlendirme ünitelerinin standartlara ve yönetmeliklere göre aşağıdaki şekilde tasarlanır.

- 1) Kontrol ve tekrarlayıcı paneller, binanın, tercihen zemin katında veya kolay ulaşılabilir bölümünde ve sürekli olarak görevli personel bulunan bir yerinde tesis edilir.
- 2) Yangın kontrol panelinin tesis edildiği yerde personelin bulunmadığı zaman aralıkları var ise, bu sürelerde sürekli personel bulunan ikinci bir mahalde veya daha fazla mahallerde tekrarlayıcı paneller tesis edilir.

- 3) Yangın algılama ve uyarı sistemi birden fazla binaya hizmet veriyor ise, iki veya daha fazla yangın bölgesi bulunan her binada ayrı bir tali yangın kontrol paneli veya tekrarlayıcı panel tesis edilir.
- 4) Bütün yangın kontrol panellerine ve tekrarlayıcı panellere enerji sağlayan besleme kablolarının yangına karşı en az 60 dakika dayanabilecek özellikte olması şarttır [19].

3.2 Yangın Söndürme Sistemleri

Binalarda kurulan yangın söndürme tesisatının, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek ve yangını söndürecek şekilde tasarlanması, tesis edilmesi ve çalışır durumda tutulması gerekir. Yangın söndürme sistemlerinin; her yapıda meydana gelebilecek olan yangını söndürecek kapasitede olması ve yapının ekonomik ömrü boyunca, otomatik veya el ile gereken hızda devreye girerek fonksiyonunu yerine getirebilmesi gerekir [19].

3.2.1 Yangın Pompaları

Yangın pompa sistemleri çoğu zaman yapıların bir çoğunda yangın söndürme amacıyla kullanılır bunlar; konut, ticari, endüstriyel veya başka türde bir yapı olabilirler. Bu sistemler, bina koruma amacı ile monte edilen manuel veya otomatik cihazlar için gereken su akışından ve basınçlarından sorumludur. Bu nedenle, arzu edilmeyen bir yangın olayı meydana geldiğinde bunların temin edilmesinin sağlanması çok önemlidir [16].



Şekil 3. 6 Sırasıyla yatay bölünebilir, sondan emişli, dikey hat tipi, dikey türbin tipi yangın pompaları

Yatay bölünebilir gövdeli pompa modelleri küçük tasarımları, yatay ve dikey biçimde kullanılabilmesi sayesinde pompa odalarını düzenli ve planlı hale getirebilmektedir. Sondan emişli yangın pompaları su kuvvetiyle dengeli türbin çarkları sayesinde çalışabilirlik süresini arttırmakta ve elektrik veya dizel motorla çalışan yapılandırmalar için uygundur. Dikey hat tipi yangın pompaları alan tasarrufu sağlayan tasarıma sahip, çalışması için gerekli olan her şeyi kapsayan tasarımı için %30 daha küçük alana ihtiyaç duymaktadır. Dik türbin tip yangın pompaları suyun boru, sprinkler, kimyasal azaltma ve hidrant sistemlerinde kullanılmasını sağlamak, endüstriyel ve ticari tesislerde oluşabilecek yangınları söndürebilmek için dizayn edilmiştir. Yangın pompalarında en yaygın kullanımı uçtan emişli ve çift girişli yapıdaki tek kademeli yangın pompaları oluşturmaktadır [22].

Yangın pompası seçimi 5 adımda yapılır:

- 1- Sistemin su ihtiyacı hidrolik hesap yöntemi ile belirlenir.
- 2- Pompa emme tarafındaki basınçlar hesaplanır.
- 3- Yangın pompası eğrileri kullanılarak sistem ihtiyacı olan debideki net basınç değeri seçilir.
- 4- Emme tarafındaki basınç, sistem debi ihtiyacına karşılık gelen net basınca eklenir ve pompanın ihtiyaç duyulan debideki basıncı belirlenir.
- 5- Eğer pompa çıkış basıncı yağmurlama sistemi için hidrolik hesapla belirlenen en yüksek değerden düşükse pompa seçimi buna göre düzeltilerek, aynı veya daha yüksek bir değer sağlanarak pompa seçilir [23].

Pompalar, aşağıda verilenlere uygun olarak gerekli maksimum gücü temin edebilen elektrikli veya dizel pompalardan oluşmalıdır.

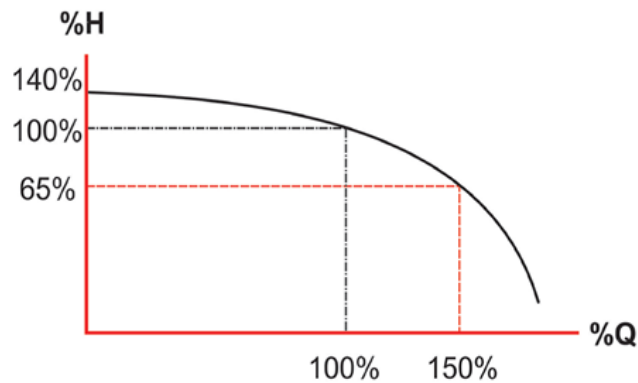
- Aşırı yükleme yapılmayan karakteristik güç eğrili pompalar için, güç eğrisinin tepe noktasındaki gerekli maksimum güç.
- Karakteristik güç eğrisi artış gösteren pompalar için, herhangi bir pompa yükü durumu için gerekli maksimum güç.

Sistemde bir pompa kullanılması halinde aynı kapasitede yedek pompa olmalıdır. Birden fazla pompa olması halinde toplam kapasitenin %50'si yedeklenmek şartıyla yeterli sayıda yedek pompa kullanılmalıdır. Ana ve yedek pompanın elektrikli seçilmesi durumunda doğrudan jeneratör bağlantısı gereklidir [19].

Bir başka ifade ile yangın pompaları, sulu söndürme sistemlerine basınçlı su sağlayan, anma debi ve anma basınç değeri ile ifade edilen pompalardır. Pompalar kapalı vana (sıfır debi) basma yüksekliği anma basma yüksekliğinin en fazla %140'a kadar olmalı ve %150 debideki basma yüksekliği, anma basma yüksekliğinin %65'inden daha küçük olmamalıdır. Bu tür pompalar, istenen basınç değerini karşılamak koşulu ile, anma debi değerlerinin %130'u kapasitesindeki sistem talepleri için kullanılabilirler. Yıllık yapılan pompa performans testlerinde bu kriterlerin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir. Yangın pompalarının performans testlerinde kullanılan cihazların örneğin; manometre, vakummetre, ultrasonik debimetre gibi cihazların kalibrasyonlu olması test sonuçlarını doğru ve izlenebilir olmasını sağlar [19].

Pompanın beyan edilen görevi, pompa basınç ve debi eğrisinin hiç tercih edilmeyen alanının bir fonksiyonu olmalıdır. Tedarikçinin deney imkânlarıyla ölçüldüğünde, pompa hiç tercih edilmeyen alan için gerekli olan basınçtan en az 0, 5 bar daha yüksek bir basınç sağlamalıdır. Pompa bütün su besleme seviyelerinde basınç ve debi grafiğindeki en çok tercih edilen alandaki debi ve basıncı da sağlayabilmelidir [24].

Çizelge 3. 1 Yangın pompa eğrisi



NFPA20 standardı, yangından koruma amaçlı sabit pompaların montajı için de referans niteliğindedir. Yangın pompalama sistemleri, aşağıdaki sistemleri tasarlamak ve kurmak için mümkün olan farklı konfigürasyonlara sahip olabilir.

- Bir ana elektrikli pompa + yardımcı (jokey) pompa
- Bir ana dizel pompa + yardımcı (jokey) pompa
- İki ana elektrikli pompa + yardımcı (jokey) pompa
- Bir ana elektrikli pompa + bir ana dizel pompa + yardımcı (jokey) pompa

Pompa kontrol mekanizmasındaki sigortalardan yüksek kapasitede akım çekildiğinde, 20 dakikadan az olmayan bir süre içerisinde sigortalar pompayı çalıştıracak akıma dayanabilmelidir. Kabloların doğrudan yangına maruz kalmasını engellemek için kablolar, bina dışından veya binanın yangın riskinin ihmal edilebilir olduğu bölümlerinden, yangına 60 dakikadan az olmayan bir dayanım gösteren duvarlar, bölmeler veya döşemelerle, önemli yangın riskinden ayrılmış bölümlerden geçirilmeli veya bu kabloların yangından korunması için doğrudan koruma önlemleri alınmalı veya bu kablolar yer altına gömülmelidirler. Kablolar ekleme yapılmamış, bir başka ifade ile tek parça olmalıdır [24].

Çizelge 3. 2 Yangın pompaları muayene, test ve bakım periyotları

Kısım	Faaliyet	Periyot	Referans [NFPA 25]
Pompa dairesi, ısıtma havalandırma	Muayene	Haftalık	8.2.2(1)
Yangın pompa sistemi	Muayene	Haftalık	8.2.2(2)
Pompa işletme			
Sıfır debi	Test	Haftalık	8.3.1
Tam kapasite	Test	Yıllık	8.3.3.1
Hidrolik	Bakım	Yıllık	8.5
Mekanik transmisyon	Bakım	Yıllık	8.5
Elektrik sistemi	Bakım	Değişken	8.5
Kontrol panosu ve diğer aksamı	Bakım	Değişken	8.5
Motor	Bakım	Yıllık	8.5
Dizel sürücü sistemi ve diğer aksamı	Bakım	Değişken	8.5

Yangın pompalama sistemleri için muayene ve test sıklığı çok önemlidir. NFPA25 standardı, su bazlı yangın koruma sistemlerinin muayene, test ve bakımı için önerilerde bulunmuş ve diğer belirli ve yerel yönetmeliklere rağmen birçok ülkede referans olmuştur. Çizelge 3.2’de muayene test ve bakım prosedürlerinin özet halinde bir listesi görülebilir [16].

Çizelge 3. 3 Pompa sistemi arıza sebepleri

Sebepe	Yüzde
Şartname	41,1
Devreye Alma Sonrası Değişiklikler (Teslimat)	20,6
İşletme ve bakım	14,7
Tasarım ve uygulama	14,7
Kurulum ve devreye alma (teslimat)	5,9

Yangın pompası seçimi son derece önemlidir. Bunlar temelde ihtiyaç duyulan su debisi ve basıncı ile sürücü tipi, pompa konumu, boru yerleşimi ve güç bağlantıları gibi pek çok unsurdan oluşur. Güvenilir bir yangın sistemi için pompa seçimi, kurulumu, işletmesi ve bakımları yerel yönetmeliklerin yanında uluslararası standartlar ışığında belirlenmelidir [23].

3.2.2 Pompa İstasyonu

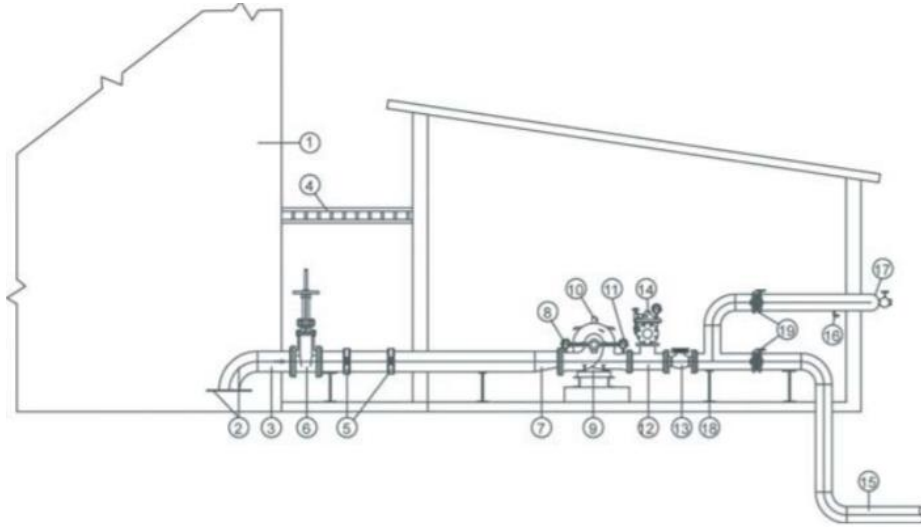
Yangın pompa istasyonu yangından korunma amacı dışında kullanılmayan ve en az 60 dakika yangın direncine sahip bir bölüm içinde muhafaza edilmelidir. Bu bölümler tercih sırasına göre aşağıdaki gibi olabilir.

- Ayrı bir bina
- Dışarıdan kolayca erişilebilir bir sprinkler korumalı binaya bitişik bir bina
- Dışarıdan kolayca erişilebilir sprinkler korumalı bina içerisindeki bir bölüm

Sistemde sprinkler tesisatının olması durumunda pompa dairesi için ayrılan bölümler de sprinkler korumalı olmalıdır. Pompa dairesinin ayrı olduğu yerde bina ve müştemilatında kontrol vana setlerinden sprinkler korumasının sağlanması pratik olmayabilir. Sprinkler gruplarının çalışmasının görülebilir ve duyulabilir olmasını sağlamak için, EN 12259-5’e göre akış ölçer ile birlikte açık konumda bulunan ilave bir

durdurma vanası üzerinden, pompanın tek yönlü vanasının çıkış kısmında en yakın erişilebilir noktadan sprinkler koruması sağlanabilir. Alarm donanımı kontrol vanalarında veya kapıcı odası gibi güvenilir bir yere monte edilmelidir. Alarm sisteminin pratik şekilde deneyini yapmak için akış alarmının çıkışına, anma çapı 15 mm olan boşaltma vanası ve deney vanası takılmış olmalıdır [24].

Aşağıda örnek yangın pompa istasyonu ve ekipmanları verilmiştir.



Şekil 3. 7 Örnek yangın pompa istasyonu

1. Yerüstü su deposu
2. Giriş dirseği ve kare çelik vorteks plakası
3. Emiş borusu
4. Donma emniyeti
5. Pompa ve rijit emiş borusu ayrı kaideler üzerinde ise yapılan esnek kaplinli boru bağlantısı
6. Yükselen milli vana
7. Eksantrik redüksiyon
8. Emiş basıncı göstergesi
9. Yatay bölünebilir gövdeli pompa
10. Otomatik hava tahliye vanası

11. Basma basınç göstergesi
12. Inegal basma T
13. Çek vana
14. Relief vana (gerekli ise)
15. Sistem besleme borusu
16. Otomatik damlatma vanası
17. Akış testi hortum vana manifoldu
18. Boru sabitleme elemanları
19. İzleme anahtarlı kelebek vana veya yükselen milli vana [22].

Pompa dairesi minimum aşağıdaki sıcaklık değerlerinde olmalıdır.

- Elektrikli motorla çalıştırılan pompalar için 4°C
- Dizel motorla çalıştırılan pompalar için 10°C

Dizel motorla çalıştırılan pompalar için, üreticilerin önerilerine göre pompa dairelerine uygun havalandırma şartları oluşturulmalıdır.

Donmaya maruz kalan tesisatının parçaları antifriz sıvısı ile, elektrikli şerit ısıtma, yardımcı kuru boru veya değişken uzatmalarla korunabilir. Bu durumların dışında su borusu tesisatları basınç altında sürekli olarak suyla dolu olmalıdır. Su borusu tesisatları, sadece suyun donma ihtimalinin olmadığı ve ortam sıcaklığının 95°C’u geçmeyeceği bina ve müstemilatında monte edilmelidir [24].



Şekil 3. 8 Yangın pompa panosu

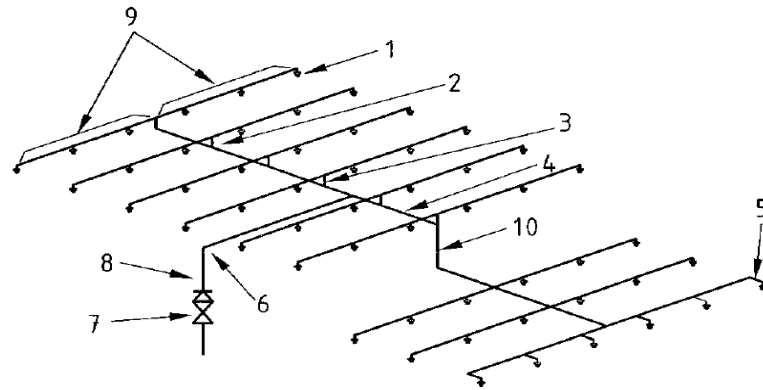
Yangın pompalarının panoları, pompaların güvenilirliği için çeşitli özellikler ile donatılması gerekmektedir. Her bir yangın pompasının ayrı ayrı panosu olması gerekir

ve panoların kilitli olması istenmektedir. Yangın panoları, pompalardaki arızaları alıp sinyal verebilecek ikaz özellikleri ile donatılmış olmalıdır. Tüm kumanda sistemi tasarımı son derece güvenilir olmalı, tasarımda ve kullanılan malzemelerde işlevini yerine getirmesine engel olan her türlü unsurdan arındırılmış olmalıdır. Pano üzerindeki her türlü ışık, düğme, vb. elemanın, zarar görmeyecek ve kolaylıkla okunabilecek bir biçimde kalıcı olarak etiketlenmiş durumda olmalıdır. Pano seçimi, yangından korunma için oldukça önemli bir yer tutmaktadır [25].

3.2.3 Sprinkler Sistemi

Otomatik sprinkler sistemi, yangını başlangıçta tespit etmek ve suyla söndürmek veya söndürme işlemini diğer yollarla tamamlayabilmek için yangını kontrol altında tutmak maksadıyla tasarlanmıştır [24].

Sprinkler sistemi, su beslemesi ve bir veya daha fazla sprinkler tesisatından oluşur. Bu tesisatların her biri, tesisat ana kontrol vanaları ve sprinkler başlıkları takılmış bir borudan ibarettir. Sprinkler başlıklarının gerekli olduğu durumlarda, fırınlar veya ocaklarda rafların altına ve arasına veya belirtilen konumlarda çatı veya tavana monte edilir. Tipik bir tesisatın ana elemanları Şekil 3. 9'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 9 Bir sprinkler tesisatının ana bileşenleri

1. Sprinkler başlığı
2. Yükseltici
3. Tasarım noktası
4. Dağıtım borusu uzantısı

5. Boru kolu
6. Ana dağıtım borusu
7. Kontrol vana seti
8. Yükseltici
9. Ara borusu
10. Seviye farkı

Sprinkler grubu, önceden belirlenmiş olan sıcaklıklarda aşağıda etkilenen alanın üzerine su boşaltmak için çalışır. Alarm vanasından su geçişiyle, yangın alarmı başlatılır. Çalışma sıcaklığı genellikle ortam sıcaklığı şartlarına uygun olarak seçilir.

Yalnızca yangın civarında olan, bir başka deyişle yeterince ısınmaya başlamış olan sprinkler grupları çalışır. Sprinkler sistemi, bina ve müstemilatı içerisinde sadece sınırlı istisnalarla yer almalıdır [24].

Can güvenliği ile ilgili bazı uygulamalarda, bir kuruluş sadece bilinen belirli alanlardaki sprinkler korumasını ve sprinklerle korunmuş alanlardan insanların tahliyesine ilişkin güvenlik şartlarını belirleyebilir.

Tedarik edilen sprinkler sisteminin diğer yangın söndürme araçlarına duyulan ihtiyacı tam olarak karşılamadığı düşünülmemelidir. Bina ve müstemilatında, yangın tedbirlerinin bir bütün olarak dikkate alınması önemlidir [24].

Sprinkler sistemlerinin, gerektiğinde çalışmasını sağlamak için düzenli olarak bakımının yapılmış olması önemlidir. Bu rutin işlemin göz ardı edilmesi veya yeterince dikkat gösterilmemesi, kontrol eden kişinin sorumluluğundadır. Bununla birlikte, bina ve müstemilatı sakinlerinin hayatî tehlike altında bulunmaları ve bozuk mali durumdan kaynaklanan mali kayıp riski durumlarında bu sorumluluk göz ardı edilebilir. Düzenli bakımın önemi üzerinde fazla durulamamış olabilir [24].

Ülkemizde aşağıda belirtilen yerlerde otomatik yağmurlama sistemi kurulması mecburidir.

- Yapı yüksekliği 30.50 m’den fazla olan konut haricindeki bütün binalarda
- Yapı yüksekliği 51 .50 m’yi geçen konutlarda

- Alanlarının toplamı 600 m²'den büyük olan kapalı otoparklarda ve 10'dan fazla aracın asansörle alındığı kapalı otoparklarda
- Birden fazla katlı bir bina içerisindeki yatılan oda sayısı 100'ü veya yatak sayısı 200'ü geçen otellerde, yurtlarda, pansiyonlarda, misafirhanelerde ve yapı yüksekliği 21.50 m'den fazla olan bütün yataklı tesislerde
- Toplam alanı 2000 m²'nin üzerinde olan katlı mağazalarda, alışveriş, ticaret ve eğlence yerlerinde
- Toplam alanı 1000 m²'den fazla olan, kolay alevlenici ve parlayıcı madde üretilen veya bulun durulan yapılarda [19].

Sprinkler grupları kullanım alanlarına göre farklı renklerde seçilebilir. Renklerin sıcaklık derecelendirmesini göstermek için çizelge 3.4 kullanılır [24].

Çizelge 3. 4 Sprinkler grupları sıcaklık dereceleri [24]

Sprinkler Haznesi	°C	Eriyebilir Bağlantı	°C
Turuncu	57	--	--
Kırmızı	68	Renksiz	68/ 74
Sari	79	--	--
Yeşil	93	Beyaz	93/ 100
Mavi	141	Mavi	141
Lila	182	Sarı	182
Siyah	204/260	Kırmızı	227

3.2.3.1 Montaj Yöntemlerine Göre Sprinkler Tipleri

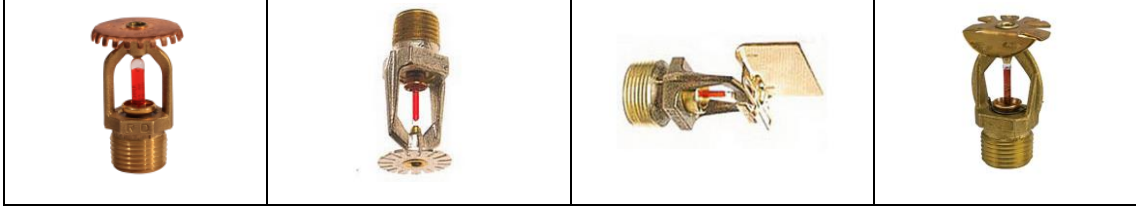
Sprinkler başlıklarının sarkık, dik, yatay duvar kenarı ve dikey duvar kenarı gibi çeşitleri mevcuttur.

Dik Sprinkler Tipi; yukarı yönlü monte edilmesi ile yangın durumunda koruma sağlayan sprinkler başlıklarıdır.

Sarkık Sprinkler; aşağı yönlü monte edilmesi ile yangın durumunda koruma sağlayan sprinkler başlıklarıdır.

Yatay Duvar Kenarı Sprinkler; duvara veya yere paralel yönlü monte edilmesi ile yangın durumunda koruma sağlayan sprinkler başlıklarıdır.

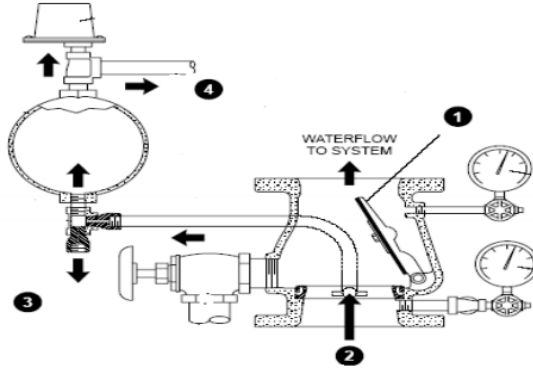
Dikey Duvar Kenarı Sprinkler; duvara veya yere dikey yönlü monte edilmesi ile yangın durumunda koruma sağlayan sprinkler başlıklarıdır.



Şekil 3. 10 Sırasıyla dikey, sarkık, yatay duvar, dikey duvar tipli sprinkler çeşitleri

3.2.3.2 Islak Alarm Vanası

Islak alarm vanaları ıslak borulu sprinkler tesisatlarında bir veya birden fazla sayıda açılan sprinklerden su akışı ile sistemin devrede olup olmadığı tespit edebilmek ve gerektiğinde elektrikselsel ve mekanik alarmları aktive etmek üzere kullanılan giriş ve çıkışında basınç göstergeleri bulunan çek vanalardır.



Şekil 3. 11 Islak alarm vanası [26]

1. Sprinkler başlıklarından su akışı başladığında klape açılır.
2. Alarm hattına su akışı başlar.
3. Hattaki su geciktirme hücrecini doldurmaya başlar.
4. Geciktirme hücreci dolduğunda, basınç şalteri ve su motor gongu alarm verir [26].

3.2.3.3 Kuru Alarm Vanası

Kuru borulu sprinkler tesisatlarında basınçlı hava ile suyu birbirinden ayıran ve kontrolü sağlayan vanalardır. Vananın üst tarafında hava, alt kısmında ise su bulunmaktadır. Sistemin çalışırılığını gözleme amaçlı işlevinin yanında pnömatik, hidrolik veya elektrikli olarak kontrol imkânı sağlar. Yangın anında ilk önce hava otomatik olarak sprinkler ve vana üzerinden atılmakta daha sonra tesisata su verilmektedir. Kuru sistem donma tehlikesi bulunan yerlerle, normal durumlarda suyun zararlı etki yapabileceği alanlarda kullanılmaktadır.

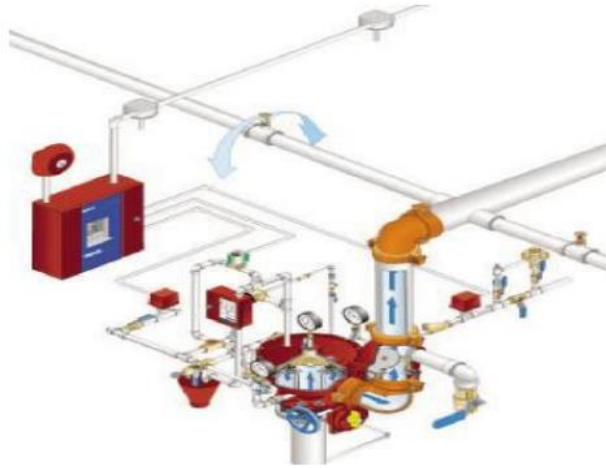


Şekil 3. 12 Kuru alarm vanası [27]

1. Sprinkler başlıklarının patlaması ile su akışı başlar.
2. Düşen hava basıncını yenen su basıncı kilitli klapeyi iterek sprinkler tesisat sistemini su ile doldurur.
3. Büyük sistemlerde, kuru alarm vanası açmasını hızlandırmak için, hızlandırıcı kullanılır.
4. Kuru alarm vanasının orta bölümünde oluşan su akışından dolayı basınç anahtarı ile elektriksiz alarm ve su motor gong ile de mekanik alarm verilir [27].

3.2.3.4 Ön Tepkili Alarm Vanası

Ön tepkili sprinkler tesisatında basınçlı hava ile suyu birbirinden ayıran ve kontrolü sağlayan vana veya vanalar grubudur. Sistemin çalışırılığını kontrol etme amaçlı işlevinin yanında pnömatik veya hidrolik olarak veya elektrikli olarak kontrol imkânı sağlar. Ön tepkili sistemler kilitlemesiz ön tepkili sprinkler sistemi, tek kilitlemeli ön tepkili sprinkler sistemi ve çift kilitlemeli ön tepkili sprinkler sistemi olmak üzere üç gruba ayrılır [26].



Şekil 3. 13 Ön tepkili alarm vanası [26].

Kilitlemesiz Ön Tepkili Sprinkler Sistemi; kilitlemesiz ön tepkili alarm vanası, algılama ekipmanının aktif olması ile veya sprinklerin patlaması ile boru tesisatına su girişine izin verir ve açılan sprinklerden su akışı sağlanır. Bir kaza sonucu suyun boşalmasının ciddi hasarlara neden olabileceği tesislerde kullanılması uygundur [26].

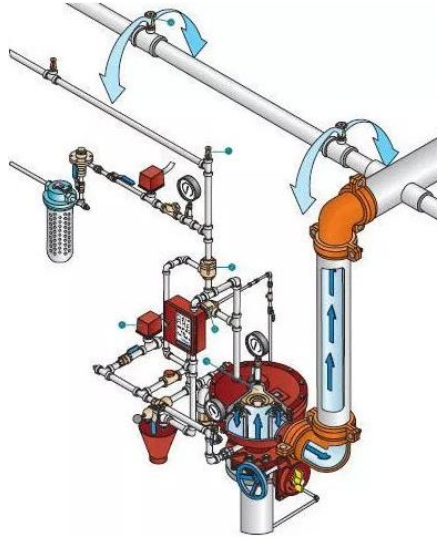
Tek Kilitlemeli Ön Tepkili Sprinkler Sistemi; su akışı sadece otomatik algılama sisteminin devreye girmesi ile başlar. Sprinklerin patlaması ile boru tesisatına su akışı olmaz. Sprinklerin bir kaza ile açılması veya boruda kaçak olması durumunda izleme basınç anahtarından arıza alarmı sinyali alınır ancak baskın vana açılmaz. Kuru borulu sistem talep edilen tesislerde veya yangın yayılımının hızlı olmasının beklendiği tesislerde kullanılabilir [26].

Çift Kilitlemeli Ön Tepkili Sprinkler Sistemi; çift kilitlemeli vananın açılması için iki birbirinden bağımsız olayın meydana gelmesi gerekir. Bir veya daha fazla sayıdaki sprinklerin patlaması ve dolayısıyla tesisattaki hava basıncının düşmesi ve de algılama

sisteminin aktif olması ile vana açılır. Suyun boru tesisatına geçişi iki bağımsız olayın meydana gelmesi durumunda olduğundan kaza sonucu suyun boşalma olasılığının ve dolayısıyla muhtemel ciddi bir hasarın minimize edildiği sistem tipidir [26].

3.2.3.5 Baskın Alarm Vanası

Baskın tipi tesisatlarda basınçlı suyun atmosfere açık olan ağzına karşı kontrol eden, hızla pnömatik, hidrolik veya elektrikli olarak kontrol edilerek açılma özelliğine sahip vanadır.



Şekil 3. 14 Baskın alarm vanası [26]

Yangın yayılımının yüksek ve hızlı olmasının beklendiği ve suyun yangının meydana gelip yayılacağı tüm alana uygulanmasının istendiği durumlarda veya yüksek tehlike sınıfı imalat tesislerinde kullanılır. Acil durumlarda devreye alınması için en az bir adet elle boşaltma ekipmanı bulunması gerekir. Sistem, açık sprinkler uçları veya nozullar ile bir borulama yapılarak kullanılır [26].

3.2.3.6 Sprinkler Tasarım Kriterleri

Sprinkler sistemi tasarımında izlenmesi gereken adımlar sırasıyla;

- Yangın tehlike sınıfının belirlenmesi
- Sistem tipinin seçilmesi
- Su ihtiyacının belirlenmesi
- Sprinkler tiplerinin belirlenmesi

- Borulama esaslarının belirlenmesi
- Hidrolik analizin yapılması
- Boru askılama detaylarının belirlenmesi [22].

Sprinkler grubunun tasarım yoğunlukları, sprinkler tipleri ve K faktörleri, çizelge 3. 5'e uygun olarak çeşitli tehlike sınıfları için kullanılmalıdır.

Çizelge 3. 5 Çeşitli tehlike sınıfları için tasarım yoğunlukları, sprinkler tipleri ve K faktörleri [24]

Tehlike Sınıfları	Tasarım Yoğunluğu (mm/dak)	Sprinkler Tipi	Anma K Faktörü
DT	2,25	Klasik, püskürtme, tavan, ani boşaltma, düz püskürtme, gömme, örtülü vey yan duvar	57
ST	5,0	Klasik, püskürtme, tavan, ani boşaltma, düz püskürtme, gömme, örtülü vey yan duvar	80
YTİ ve YTD tavan veya çatı sprinkler grubu	≤ 10	Klasik, püskürtme	80 veya 115
	> 10	Klasik, püskürtme	115
Yüksek istif halindeki depolamada YTD ara seviyedeki sprinkler grubu		Klasik, püskürtme ve düz püskürtme	80 veya 115

Sprinkler Akış Geçirgenlik Özellikleri (K Faktörü); uygulamaya yönelik farklılık gösteren sprinkler çeşitlerinin akış geçirgenlik özellikleride birbirlerinden farklılık gösterebilir. Bu değer bağlantı çaplarıyla özleştirilmiş birimsiz bir katsayıdır. Sprinklerden akacak su miktarını ve su deposu hacmini belirlemede önemli bir faktördür [26].

Çizelge 3. 6 Sprinkler başına düşen azami kapsama alanı [24]

Tehlike Sınıfı	Sprinkler başına düşen azami alan (m ²)	Aşağıdaki şekilde gösterile azami mesafe (m)		
		Standart döşeme S ve D	Kademeli Döşeme	
			S	D
DT	21,0	4,6	4,6	4,6
ST	12,0	4,0	4,0	4,0
YTI ve YTD	9,0	3,7	3,7	3,7

S ve D; sprinkler grupları arasındaki mesafedir.

Sprinkler grupları arasındaki asgari mesafe aşağıdaki durumlar dışında, sprinkler grupları 2 m'den az olan mesafelerde monte edilmemelidir.

- Yan yana olan sprinkler gruplarının birbirlerini ıslatmalarını önlemek için, düzenlemelerin yapıldığı durumlar. Bu, yaklaşık 200 mm x 150 mm bölmeler kullanılarak veya bir yapı malzemesi kullanarak gerçekleştirilebilir
- Raflardaki ara sprinkler grupları
- Yürüyen merdivenler ve merdiven boşlukları [24].

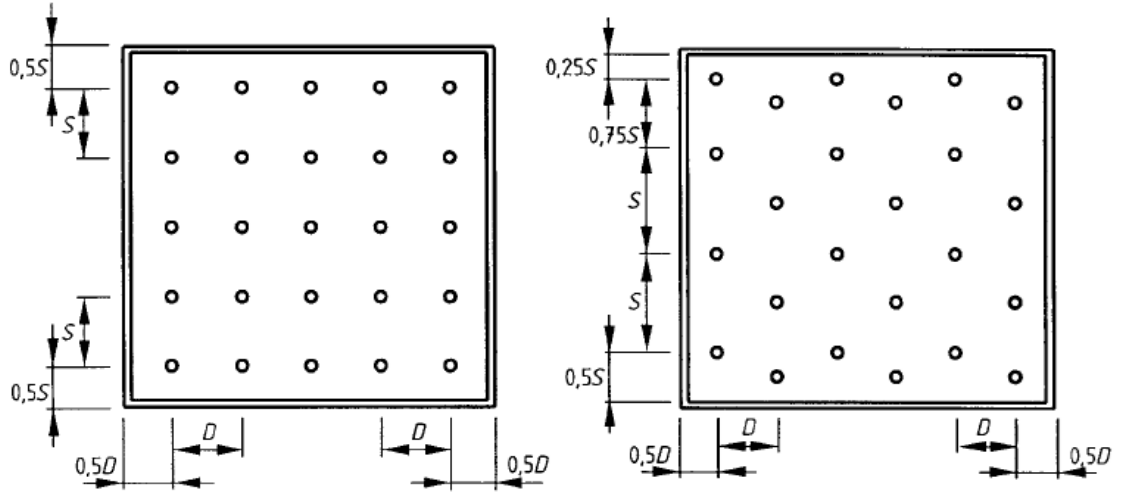
Çatı ve tavan sprinkler gruplarının saptırıcısı altında, en az aşağıdakiler kadar belirgin bir aralık bulunmalıdır.

a) Düşük tehlike ve tehlikeli sınıfı için tehlike durumlarında kullanılan sprinkler grupları:

- Düz püskürtücü sprinkler grubu için 0, 3 m
- Diğer bütün durumlarda 0, 5 m.

b) YTI ve YTD'sı için:

- 1, 0 m [24].



Şekil 3. 15 Tavan tipi sprinklerlerle ilgili mesafeler [24]

Bir sprinkler grubundan akan suyun debisi, aşağıdaki bağıntı hesaplanmalıdır:

$$Q = K \times \sqrt{P} \quad (3.1)$$

Burada:

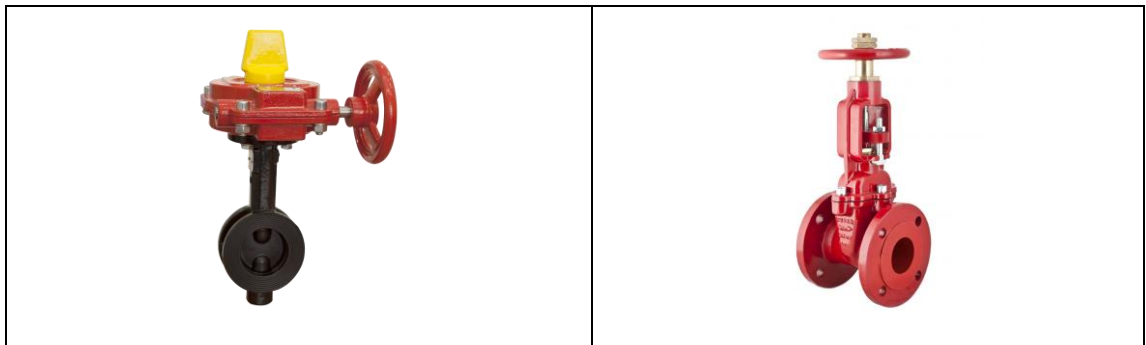
Q: Debi, (L/min),

K: Çizelge 3. 5' de verilen sabit,

P: Basınçtır (bar).

3.2.4 Vana Sistemi

Bakım, onarım veya test gibi tesisatın geçici olarak kapatılmasını sağlamak üzere akışı kesen kapatma vanalarıdır. Konumu dışarıdan gözlenebilir, izlenebilir tipte ve uygun basınç sınıfında olmalıdır [26].



Şekil 3. 16 Sırasıyla izlenebilir kelebek vana, yükelebilen milli vana

Sprinkler gruplarında kullanılan vanalar su beslemesini aşağıdaki şekillerde kesebilir.

- Saat yönünde kapatılarak
- Açık veya kapalı olduğunu açıkça gösteren bir gösterge ile
- Bir kayışla ve asma kilitle veya eş değer bir biçimde güven altına alarak doğru konumda emniyete alarak.

Belirtilen durumlar dışında durdurma vanaları, kontrol vana setinin suyun akış yönünde kullanılmamalıdır.

Sprinkler tesisatlarındaki test ve drenaj vanaları, periyodik kontrollerin yapılabilmesi için kullanılan, içindeki orifis sayesinde sadece bir sprinklerden geçen akışa denk bir akış oluşturarak, hatlardaki alarm cihazlarının kontrol amaçlı testlerinin yapılmasını sağlayan ve aynı zamanda konumu değiştirilerek drenaj vanası olarak da borulamadaki suyun tahliyesini sağlayan vanadır. Kapalı gidere bağlanması durumunda akışın olup olmadığının gözlenebilmesi için üzerinde gözetleme camı bulunur [26].

Yüksek statik basınçların bulunmasının muhtemel olduğu özellikle yüksek binalarda, bütün durdurma, deney, boşatma ve ani boşaltma vanalarının sistem basıncına uygunluğunun sağlanmasına özen gösterilmelidir.

Basınç göstergesinin skala bölüntüleri, aşağıda verilenleri geçmemelidir.

- 10 bar'dan az veya 10 bar'a eşit bir en büyük skala değeri için 0, 2 bar.
- 10 bar'dan büyük en büyük skala değeri için 0, 5 bar.

En büyük skala değeri en büyük basıncın %150'si seviyelerinde olmalıdır.

3.2.5 Boru Sistemi

Yer altı boru sisteminde borular tedarikçinin tavsiyelerine göre döşenmeli ve korozyona karşı yeterli dirence sahip olmalıdır. Dökme demir, yumuşak demir, içi çimento ile sıvanarak astarlanmış, takviyeli cam fiber, yüksek yoğunluklu polietilen boru sistemlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Boru tertibatına, üzerinden geçen araçların hasar vermesini önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır.

Zemin üstü boru sisteminde, suyun akış yönündeki kontrol vanalarının boru sistemi, çelik veya bakırdan veya şartnamelere göre sistemde bunların yerine kullanılabilecek başka bir malzemeden yapılmış olmalıdır. Çapı 150 mm'ye eşit veya daha az olan çelik borulara dış açıldığında, oluklu şekilde kesildiğinde veya makinada başka bir işlemde geçirildiğinde, ISO 65 M' ye uygun bir en az et kalınlığına sahip olmalıdır. Geniş çaplar için en az et kalınlığı, ISO 65 L2'ye uygun olmalıdır. Bakır borular, EN 1057'ye uygun olmalıdır. Kuru, alternatif veya ön etkili tesisatlar için, galvanizli çelik kullanılması tercih edilmelidir. Çapı 50 mm'den az olan boruların ve bağlantıların montajını yapan eleman otomatik kaynak cihazı kullanmıyorsa, tesiste kaynak yapılmamalıdır. Hiçbir durumda montajın yapıldığı yerde kaynak yapma, alevle kesme, lehimleme veya diğer herhangi ısı yayan işlem yapılmamalıdır. Sprinkler tesisatında kullanılan boru çapları Çizelge 3. 7'de gösterilenden az olmamalıdır [24].

Çizelge 3. 7 Sprinkler tesisatlarında en küçük boru çapları [24]

Risk	Çap (mm)
DT	20
80'den büyük olmayan bir K faktörüne sahip ST ve YT yatay ve yukarı doğru boru bağlantılı sprinkler	20
Diğerleri	25

Yukarı yönlü sprinkler grubu 65 mm çaplı bir boruya veya gecikmeli tipse, 50 mm'den büyük çaplı hiç bir boruya bağlanmamalıdır. Asılı sprinkler grubu çapı 80 mm'den büyük bir boruya doğrudan bağlanmamalıdır. Geniş çaplı borular için sprinkler saptırıcısından ana borunun ağzına olan mesafenin bu borunun çapının 1, 5 katından az olmaması için bir kol borusu tutturulmalıdır [24].

Sprinkler boru sisteminin kaynaklanması aşağıdaki şekilde olmalıdır.

- Bütün bağlantılar tamamen kaynak yapılmalı
- Kaynağın iç tarafı su akışını engellememeli
- Borudaki çapaklar ve cüruflar temizlenmelidir.

Boru sistemi, boruların mekanik hasara maruz kalmayacağı şekilde yerleştirilmelidir. Boruların düşük tünel açıklıklı koridorların üzerine veya ara seviyelerde veya diğer benzer durumlarda yerleştirildiği durumda, mekanik hasara karşı önlemler alınmalıdır.

Su besleme boru sisteminin sprinkler olmayan bir binadan geçmesinin kaçınılmaz olduğu durumlarda, sistem zemin seviyesinde yerleştirilmeli ve mekanik hasara karşı korumak için yangına dayanıklı malzeme ile üzeri kapatılmalıdır [24].

İklim ve çevre şartlarının gerektirmesi durumunda, galvanizli olmayan demir boru sistemi boyanmalıdır. Kaplama, örneğin dış açılırken hasar görmüşse galvanizli boru boyanmalıdır. Olağan dışı korozyona neden olacak ortam şartları için ilave koruma gerekebilir [24].

Bakır borular, sadece herhangi çelik borunun çıkışındaki TY, ST1, ST2, ST3 için su borusu sisteminde kullanılabilir. Bakır borular, EN 1254'e uygun bağlantılar kullanılarak mekanik bağlantılarla veya gümüş kaynağıyla birleştirilmelidir. Bakırdan çeliğe bağlantılar, paslanmaz çelik somunlar kullanılarak flanşlanmalıdır. Boru, montajın yapıldığı yerde bükülmemelidir. Galvanik korozyondan kaçınmak için ön tedbirler alınmalıdır [24].

Boru destekleri, doğrudan binaya veya gerekiyorsa makinalara, depolama raflarına veya diğer yapılara tespit edilebilir. Boru destekleri diğer tesisatları desteklemek için kullanılmamalıdır. Boru destekleri dengeli yük dağılımını sağlamak için ayarlanabilir olmalıdır. Destekler borunun etrafını tamamen sarmalı ve boruya veya bağlantılara kaynak yapılmamalıdır. Dağıtma boruları ve yükselticiler, eksensel kuvvetlerin dikkate alınması için uygun sayıda noktada tutturulmalıdır. Desteklerin hiç bir bölümü, yanıcı malzemeden yapılmış olmamalı ve çivi kullanılmamalıdır [24].

Bakır boru desteklerinin boruyla teması sonucu oluşacak korozyonunu önlemek için, destekler yeterli elektrik direncine sahip uygun malzeme ile kaplanmalıdır.

3.2.6 Su Deposu

Sistemde en az bir güvenilir su kaynağı bulunması şarttır. Sulu söndürme sistemleri için kullanılacak su depolarının yangın rezervi olarak ayrılmış bölümlerinin başka amaçla kullanılmaması ve sadece söndürme sistemlerine hizmet verecek şekilde düzenlenmesi

gerekir. Sulu söndürme sistemleri tasarımında bina tehlike sınıfları dikkate alınır. Su deposu hacmi, düşük tehlike için 30 dakika, orta tehlike için 60 dakika ve yüksek tehlike için 90 dakika esas alınarak bulunur.

Tasarımlanan yoğunluk temel anlamda tasarımılanan bir sprinkler tesisatı için belirli bir sprinkler grubunun boşalttığı su miktarının, (dakikadaki su sütunu yüksekliği, mm/dk) bu grubun kapsadığı alana (m²) bölünerek, dakikada metre kareye boşaltılan suyun asgarî yoğunluğudur. İlgilenilen odada veya çalışma alanındaki bütün tavan veya çatı sprinkler gruplarından hangisi daha azsa ve buna ilave olarak herhangi bir raf sprinkler grubu veya ilave sprinkler grubu çalıştığında, verilen tasarım yoğunluğu, uygun değerden az olmamalıdır. Çizelge 3. 8’ de yağmurlama sistemleri için tasarım yoğunlukları verilmiştir [19].

Çizelge 3. 8 Yağmurlama sistemleri için tasarım yoğunlukları [24]

Tehlike Sınıfı	Tasarım Yoğunluğu (mm/dak)	Koruma Alanı (m ²)	
		Islak veya Ön Etkili	Kuru veya Değişken
Düşük Tehlike	2,25	84	Orta Tehlike-1 Kullanılır
Orta Tehlike-1	5,0	72	90
Orta Tehlike-2	5,0	144	180
Orta Tehlike-3	5,0	216	270
Orta Tehlike-4	5,0	360	Yüksek Tehlike-1 Kullanılır
Yüksek Tehlike-1	7,7	260	325
Yüksek Tehlike-2	10,0	260	325
Yüksek Tehlike-3	12,5	260	325
Yüksek Tehlike-4	Yoğun Su		

Yağmurlama sisteminde olması gereken su deposu en az hacmi çizelge 3.9’ a göre tasarlanmalıdır.

Çizge 3. 9 Yağmurlama sistemi su deposu hacim hesabı [19]

Grup	h (m): en alttaki ve en üstteki yağmurlama başlıkları arasındaki yükseklik	Su deposu en az hacmi (m ³)
Düşük Tehlike – Islak veya Ön Uyarılı	h ≤15 15< h ≤30 30< h ≤45	9 10 11
Orta Tehlike -1– Islak veya Ön Uyarılı	h ≤15 15< h ≤30 30< h ≤45	55 70 80
Orta Tehlike-1 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike-2 – Islak veya Ön Uyarılı	h ≤15 15< h ≤30 30< h ≤45	105 125 140
Orta Tehlike-2 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike-3 – Islak veya Ön Uyarılı	h ≤15 15< h ≤30 30< h ≤45	135 160 185
Orta Tehlike-3 – Kuru veya Alternatif Orta Tehlike-4 – Islak veya Ön Uyarılı	h ≤15 15< h ≤30 30< h ≤45	160 185 200
Orta Tehlike-4 – Kuru veya Alternatif	Hidrolik Hesap Kullanılır	
Yüksek Tehlike	Hidrolik Hesap Kullanılır	

Çizge 3. 10 Yangın dolapları ve hidrant sistemi için ilave edilecek su deposu hacmi [19]

Bina Tehlike Sınıfı	İlave edilecek Yangın Dolabı Debisi (litre/dak)	İlave edilecek Hidrant Debisi (litre/dak)	Süre (dak)
Düşük Tehlike	100	400	30
Orta Tehlike 1-2	100	400	60
Orta Tehlike 3-4	100	1000	60
Yüksek Tehlike	200	1500	90

Sprinkler, yangın dolabı ve hidrant sistemini tesisatında bulunduran tesislerin depo hacmi hesaplanırken çizelge 3.9 ve çizelge 3.10'daki gerekli her bir su hacimleri toplanarak bulunur.

3.3 Periyodik Bakım ve Kontrol

Ekipman veya tesisin verimli çalışması için belirlenmiş periyotlarda kontrol edilmeleri gerekmektedir. Bakım, belirlenmiş periyotlar ile yapılan kontrol çalışmalarına denir. Plansız bir bakım yönetimi olan bir tesiste, karşılaşılan bir sorunda, öncelikle arıza tespiti ve daha sonra onarımı yapılır. Tesislerde bu şekilde çıkan zamansız arızalarda onarım esnasında zaman ve dolayısıyla maddi kayıp çok fazla olmaktadır. Tesis içi yapılan veya dışarıdan sağlanan düzenli bakım ile enerji tasarrufu ve iyileştirme sağlanmaktadır. Bunun neticesinde arıza çıkması beklenmemektedir. Periyodik kontrol ise periyodik bakımdan farklı olarak makine, tesisat veya tesisin bağımsız bir muayene kuruluşu tarafından denetlenmesidir. Yangın tesisatlarında yılda bir defa yaptırılan periyodik kontroller neticesinde, yangın tesisatlarının tasarım, uygulama ve bakımlarının uygunluğu denetlenmektedir.

Periyodik bakım zaman aralıkları aşağıda verilmiştir.

- Günlük bakımlar
- Haftalık bakımlar
- Aylık bakımlar
- Altı aylık bakımlar
- Yıllık bakım ve muayene olarak planlanır ve uygulanır.

3.3.1 Periyodik Bakım

Haftalık rutin kontroller, 7 günden daha fazla olmayan kontrollerde dikkat edilen hususlar aşağıda verilmiştir.

- a) Tesisatlardaki, şehir şebekelerindeki ve basınç tanklarındaki bütün su ve hava basıncı göstergesi okumaları ve kuru, değişken ve ön etkili tesisatlarda boru sistemi içindeki basınç, haftada 1,0 bar'dan fazla düşmemelidir.
- b) Yükseltilmiş özel rezervuarlarda, akarsularda, kanallarda, göllerde, su depolama tanklarındaki (pompa harekete geçirici su tankları ve basınç tankları dâhil) bütün su seviyeleri.

c) Bütün ana durdurma vanalarının doğru konumu [24].

Otomatik pompalardaki kontroller aşağıdakileri içermelidir.

- a) Dizel makinalarda yakıt ve makina yağlama yağının seviyesi kontrol edilmeli.
- b) Çalıştırma cihazındaki su basıncı azaltılmalı ve böylece otomatik çalıştırma şartı simüle edilmeli.
- c) Pompa çalıştığında, çalışma basıncı kontrol edilmeli ve kaydedilmeli.
- d) Açık devre soğutma sisteminden geçen soğutma suyunun akışının kontrolü gibi dizel pompalardaki yağ basıncı da kontrol edilmelidir [24].

Pompa çalıştırma kontrolünden hemen sonra, dizel makinalar aşağıdaki gibi kontrol edilmelidir.

a) Makine, tedarikçi tarafından tavsiye edilen süre kadar veya 20 dk. çalıştırılmalıdır. Makine daha sonra elle çalışan çalıştırma deney düğmesine basılarak durdurulmalı ve hemen tekrar çalıştırılmalıdır.

b) Kapalı devre soğutma sisteminin birinci devredeki su seviyesi kontrol edilmelidir.

Yağ basıncı (göstergeleri takılmışsa), makina sıcaklığı ve soğutucu akışı, deney boyunca izlenmelidir. Yağ hortumları kontrol edilmeli ve yakıt, soğutucu veya egzoz dumanı sızıntısı için genel bir muayene yapılmalıdır [24].

Sprinkler sisteminde donmayı önleyen ısıtma sistemlerinin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Aylık rutin kontroller aşağıdaki hususları içermelidir.

Bütün kurşun asit hücrelerinin (dizel makina çalıştırma aküleri ve bunların kontrol paneli güç beslemeleri) elektrolit seviyesi ve yoğunluğu kontrol edilmelidir. Yoğunluk düşükse akü şarj cihazı kontrol edilmeli, şayet normal çalışıyorsa elektrolit yoğunluğu düşük olan aküler değiştirilmelidir.

13 haftadan fazla olmayan kontroller aşağıdaki hususları içermelidir.

Uygun değışikliklerin yapılabilmesi için tesisat tasarımı veya tehlike sınıfındaki bir bina yapısının, iskân durumunun, depolama şeklinin, ısıtmasının, aydınlatmasının veya cihazının vb. her bir değışiminin etkisi belirlenmelidir [24].

Tortulardan (boyama dışında) etkilenen sprinkler grubu, çoklu kontroller ve püskürtücüler dikkatlice temizlenmelidir. Boyanan veya değıştirilen sprinkler başlıkları, çoklu kontroller veya sprinkler grubu değıştirilmelidir.

Bir petrol ürünü olan jel, kontrol edilmelidir. Gerekiyorsa mevcut jel çıkarılmalı ve sprinkler grupları, çoklu kontroller veya püskürtücüler bir petrol ürünü jel ile iki kez kaplanmalıdır (sadece sprinkler gövdesi ve bileziğinde cam sprinkler haznesi durumunda).

Temizleme ve/veya koruyucu tedbirlerin gerekli olduğı püskürtme bölmelerinde, sprinkler gruplarına özel dikkat gösterilmelidir.

Boru sistemi ve asılı durumdaki destekler, korozyona karşı kontrol edilmeli ve gerekiyorsa boyanmalıdır. Askı destekler ve galvanizli boru sisteminin dış açılmış uçları dâhil olmak üzere, boru sistemindeki zift esaslı boya gerekiyorsa yenilenmelidir. Gerektiğinde borulardaki kaplanmış şerit onarılmalıdır.

Elektriksel topraklama bağılantıları için boru sistemi kontrol edilmelidir. Sprinkler boru sistemi elektrikli cihazların topraklanması için kullanılmamalı ve elektrikli cihazdan yapılmış olan her bir topraklama bağılantısı çıkartılarak alternatif düzenlemeler yapılmalıdır.

Dizel jeneratörden herhangi bir ikinci elektrik beslemesi tatminkâr bir sonuç alınıp alınmadığı yönünden kontrol edilmelidir.

Sprinkler gruplarına su akışını kontrol eden bütün durdurma vanaları, sıralı olarak çalışacak şekilde düzenlenmeli ve doğru modda çalışmaları için ayarlanmalıdır. Bu, bütün su kaynaklarındaki alarm vanalarındaki durdurma vanalarını ve bütün bölge veya diğeryardımcı durdurma vanalarını içerir. Akış anahtarları, doğru çalışmaları için kontrol edilmelidir. Yedek olarak muhafaza edilen değıştirme parçalarının miktarı ve durumu, kontrol edilmelidir [24].

6 aydan fazla olmayan kontroller aşağıdaki hususları içermelidir.

Kuru boru tesisatları ve ilave uzantılarında kuru alarm vanaların, her bir hızlandırıcının ve emme tertibatının hareket eden kısımları, tedarikçinin talimatlarına göre çalıştırılmalıdır.

Alternatif tesisatların bu yolla deneye tabi tutulmasına gerek duyulmamaktadır, çünkü bunlar suludan kuruya geçişi ve geri dönüş sonucunda yılda iki defa denenmektedir. Uzaktan kumandalı merkezi istasyon alarmı elektrikli tesisatı kontrol edilmelidir [24].

12 aydan fazla olmayan kontroller aşağıdaki hususları içermelidir.

Tesisattaki her su besleme pompası tam yük altında (pompa, suyun akış yönünde geri dönüşsüz vananın çıkışı dağıtan pompaya bağlantılı deney hattı ile) deneye tabi tutulmalı ve isim levhasında belirtilen basınç/debi değerlerini sağlamalıdır.

Kaynak ve her kontrol vana seti arasında, besleme borusu ve vanalarında basınç kayıpları, uygun şekilde dengelenmelidir. Dizel makinanın çalıştırma durumu, alarmı uygun olarak deneye tabi tutulmalıdır. Bu deneyden hemen sonra, makina elle çalıştırma sistemi kullanılarak çalıştırılmalıdır. Su depolama tanklarındaki yüzer vanalar, doğru çalıştıklarından emin olmak için kontrol edilmelidir. Pompa emme süzgeçleri, çökeltme odası ve ızgarası, senede en az bir defa muayene edilmeli ve gerektiğinde temizlenmelidir [24].

3.3.2 Periyodik Kontrol

Yangın nedeni ile can ve mal kaybının önüne geçmek amacıyla kurulan yangın tesisatları hem imalat alanları için hem de yüksek katlı konutlar için çok önemli bir paya sahiptir. Yangın tesisatları her an doğabilecek bir yangına karşı hazır olması, ciddi sonuçların meydana gelmesini minimuma indiren önemli bir sistemdir.

Türkiye’de yaşanan yangınların önüne geçmek ve itfaiyeden önce yangının tespitini yapmak, büyümesini önlemek veya yangının kontrol altında tutulmasını sağlamak için kurulan yangın tesisatlarının ve ekipmanlarının mutlaka her an çalışır durumda olması gerekmektedir. Bu sistemdeki tesisat ve ekipmanlarının mutlaka planlı bir bakım programı olmalı ve bakımları, projeleri, uygulamaları ve testleri bağımsız bir kuruluş

tarafından periyodik olarak kontrol edilmelidir. Bir yangın tesisatının periyodik kontrolünde dikkat edilecek hususlar yönetmelik ve ilgili standartlarda verilmiştir. Tüm bunların ışığında bir yangın tesisatının kontrol adımları aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur. Test ve kontrollerde “ Uygun”, “ Uygun Değil ” veya “ Uygulaması Bulunmayan ” işaretler konur. Kontroller sırasında uygunsuzlukları tespit edilen yangın tesisatlarının, bu uygunsuzlukları giderilip bir sonraki kontrol tarihine kadar bakım programları ile hazır ve çalışır tutulmaları gerekmektedir.

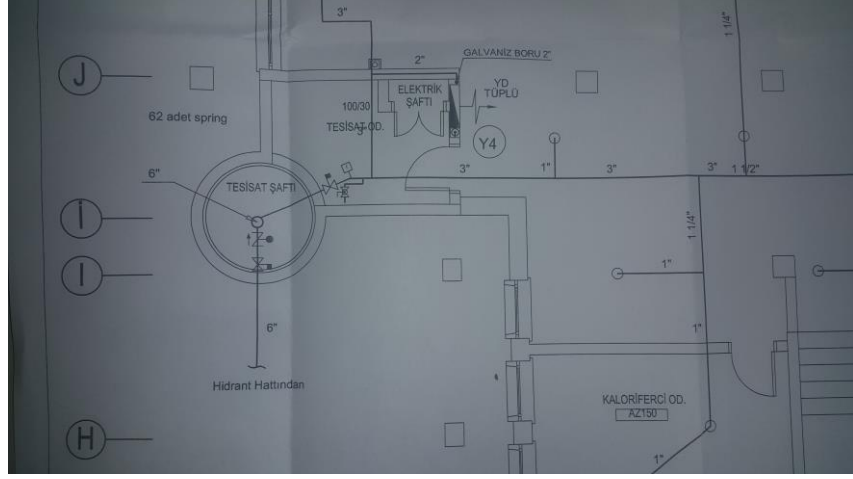
3.3.2.1 Bina İle İlgili Genel Bilgilerin Kontrolü

Kontrol edilecek tesisatın bulunduğu bina ile ilgili firma adı, adresi, bina kullanım amacı, tehlike sınıfı, bina ve yapı yükseklikleri proje üzerinden kontrol edilir. Binada birden fazla işletme mevcut ise veya bir binanın çeşitli bölümlerinde değişik tehlike sınıflarına sahip malzemeler bulunuyor ise, su ve pompa kapasitesi bina en yüksek tehlike sınıflandırmasına göre belirlenir. Projedeki tehlike sınıfı ile yeni veya mevcut işletmenin tehlike sınıfı karşılaştırılarak kontrol edilir [19].

3.3.2.2 Tesisat İle İlgili Teknik Bilgilerin Kontrolü

Kontrol edilecek tesisat ile ilgili proje onay tarihi ve numarası, yangın su deposu, pompa bilgileri proje üzerinden kontrol edilerek uygulamada farklılıkların olup olmadığı karşılaştırılır. Proje müelliflerinin “ Yangın Tesisatı Mühendis Yetki Belgesi ” sahibi mühendis olması gerekmektedir. Yangın tesisatı incelenirken proje ile projenin sahada uygulanması karşılaştırılacaktır. Projenin eksik veya yanlış olması veya yönetmelik ve standartlara uygun olmaması hâlinde proje müellifleri ve projenin uygulamasının eksik veya yanlış olması veya yönetmelik ve standartlara uygun olmaması hâlinde ise yapımcı firma sorumludur [25].

Yangın tesisatlarının, önceki periyodik kontrol ve bakım kayıtlarında varsa uygunsuzlukların devam edip etmediği kontrol edilmelidir. Yapı yüksekliği 30,50 metreden fazla olan konut binaları ile içinde 50 kişiden fazla insan bulunan konut dışı her türlü yapıda, binada, tesiste, işletmede ve içinde 200’ den fazla kişinin barındığı sitelerde acil durum ekipleri oluşturulması gerekmektedir. Senede en az bir kez söndürme ve tahliye tatbikatı yapıp yapılmadığı kontrol edilmelidir [19].

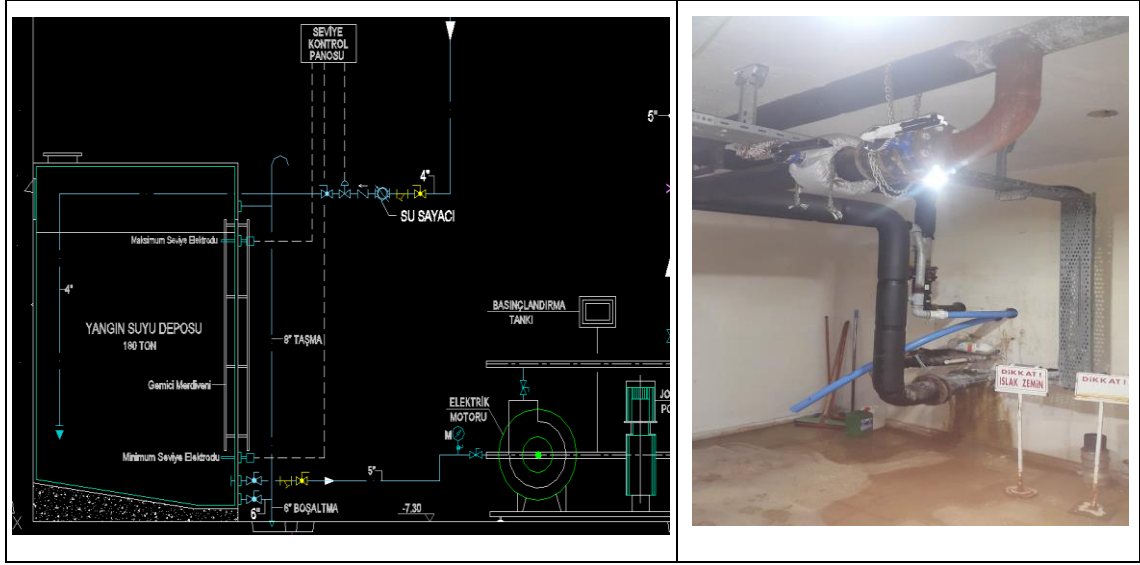


Şekil 3. 17 Yangın tesisatı projesi



Şekil 3. 18 Yangın tesisatı proje uygulama hatası

Şekil 3.17’de verilen yangın tesisatı projesinde tesisat shaftının çıkış kısmı uygulama olarak şekil 3.18’de verilmiştir. Projede tasarım kısmında yer alan ıslak alarm vanası ve izlenebilir kelebek vana, uygulama sırasında ıslak alarm vanasına yer verilmemiş ve kelebek vana izlenebilir olarak uygulanmamıştır.



Şekil 3. 19 Yangın su deposu projesi ve uygulama hatası

Şekil 3.19’da yangın su deposu projesinde su seviye kontrolü ve su seviye göstergeleri yer alırken uygulama kısmında bu ekipmanlara yer verilmediği tespit edilmiştir.

3.3.2.3 Su Deposu Hacmi Kontrolü

Sabit boru tesisatı, yangın dolapları sistemi, hidrant sistemi ve yağmurlama sistemi gibi sulu söndürme sistemleri için yapılmış hidrolik hesaplar neticesinde gerekli olan su basınç ve debi değerleri, merkezi şebeke veya şehir şebekeleri tarafından karşılanamıyor ise yapılarda, kapasiteyi karşılayacak yangın pompa istasyonu ve deposu oluşturulması gerekir [19]. Su deposu hacmi, düşük tehlike için 30 dakika, orta tehlike için 60 dakika ve yüksek tehlike için 90 dakika esas alınarak bulunur. Projede hidrolik tasarım hesapları neticesinde bulunan su deposu hacminin uygulamada lazermetre gibi ölçüm cihazları ile kontrolü yapılarak projeden boyut olarak farklılıkların olup olmadığının kontrolü yapılır. Su depolarının yangın rezervi olarak ayrılmış bölümlerinin başka amaçla kullanılmaması ve sadece söndürme sistemlerine hizmet verecek şekilde düzenlenmesi gerekir. Ortak olarak kullanılan su depolarının çıkışları fiziksel olarak ayrılarak tasarımlanan yangın su deposunun hacminin korunması gerekir. Su depolarında aşırı doluma karşı taşma hattı ve depoları temizleme veya boşaltma için drenaj hattı oluşturulmalıdır. Kapalı olan bir su deposu için hava almasını sağlayacak havalık hattı ve suyun seviyesinin görülebileceği su göstergesi bulunmalıdır.

Su seviyesi sürekli bir şekilde pilot şamandıralı otomatik dolum ile tasarımılanan düzeyde kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir.

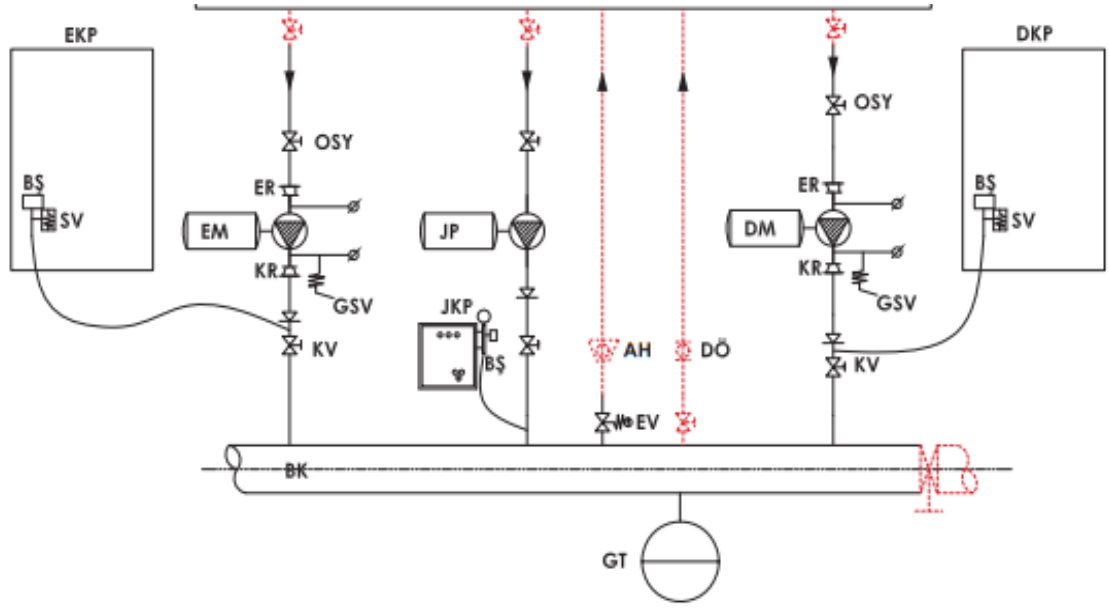
Besleme borusu ve kontrol vana seti, en az 4°C sıcaklıkta muhafaza edilmelidir. Su besleme sıcaklığı 40°C'yi geçmemelidir. Dalgıç pompalar için su sıcaklığı 25°C'yi geçmemelidir. Su deposunda korozyon, kaçak veya deformasyon gibi herhangi bir arızanın olup olmadığı görsel olarak kontrol edilmelidir [25].



Şekil 3. 20 Depo çıkışı izlenemeyen vana kullanılması ve bağlantı hataları

3.3.2.4 Yangın Pompa İstasyonu Kontrolü

Pompa grupları yangından korunma sistemi dışında hiç bir amaç için kullanılmayan 60 dakikadan az olmayan bir yangın direncine sahip bir bölme içinde muhafaza edilmelidir. Pompa istasyonu, bakım veya kontrol gerektiren donanımlarının çalışma alanında havalandırma, aydınlatma ve acil aydınlatmasının sağlanması gerekmektedir. Dizel motor çalıştırılan pompa istasyonunda tedarikçinin tavsiyesi ile havalandırma sağlanmalıdır. Pompa istasyonunda elektrik motor tahrikli pompalar için +4 °C ve dizel motor tahrikli pompalar için +10 °C üzerinde sıcaklığın sürekli sağlanabilmesi için uygun gereçler bulundurulmalıdır. Pompa istasyonu zemin drenajının eğimli hazırlanarak toplanan suyu pompa ve kontrol panosu gibi kritik cihazlardan uzakta güvenli bir bölgeye verebildiği kontrol edilmelidir. Pompalar zeminden minimum 40 cm yüksekliğinde, altında titreşim sönümleyici plaka olan ve pompa ağırlığını taşıyabilecek bir kaide üzerine sabitlendiğinin kontrolü yapılır [25].



Şekil 3. 21 Örnek yangın pompa istasyon projesi [22]

Çizege 3. 11 Yangın pompa istasyonu ekipmanları [22]

	Pompa	JKP	Joker Kumanda Panosu
	Vana	KV	Kelebek Vana
	Çekvalf	DKP	Dizel Kumanda Panosu
	Manometre	BŞ	Basınç Şalteri
SD	Su Deposu	SV	Selenoid Vana
BK	Basma Kollektörü	EV	Emniyet Vanası
EM	Elektrik Motoru	GSV	Gövde Soğutma Vanası
DM	Dizel Motoru	EKP	Elektrik Kumanda Panosu
ER	Eksantrik Redüksiyon	JP	Jokey Pompa
OSY	Yükselen Milli Vana	GT	Genleşme Tankı
KR	Konsantrik Redüksiyon	JKP	Joker Kumanda Panosu
AH	Atık Hunisi		

Şekil 3.21’de bir yangın pompa istasyon örneği sunulmuştur. Yangın pompa istasyon örneğinin ekipmanları çizge 3.11’de verilmiştir.

Proje müellifi tarafından hidrolik hesaplar neticesinde seçilen pompa değerleri pompaların etiket bilgileri ile karşılaştırılır ve uygunluk durumu kontrol edilir. Yangın pompaları amaçları dışında kullanılamaz. Yangın sisteminde kullanılan ana pompanın bir adet olması hâlinde, aynı kapasitede ana pompayı yedekleyecek bir pompanın sisteme dahil edilmesi gerekir. Birçok pompanın sistemde kullanılması hâlinde, tasarlanan toplam kapasitenin en az %50’sini yedekleyebilmek için yeterli sayıda yedek pompa kullanılır [28].

Her bir yangın pompasının ayrı ayrı kumanda basınç anahtarının olması gerekir. Basınç anahtarları; kumanda panosunun içerisine konumlandırılmış, suyun basıncını boru bağlantısıyla hassas bir şekilde hisseden, su darbelerine karşı koruması olan, alt ve üst basınç değerleri ayrı ayrı ve bağımsız olarak düzenlenebilir ve sonra kilitlenebilir özellikte olması gerekmektedir. Yedek pompa olarak dizel motor tahrikli pompa tercih edilmediği durumlarda, sistemdeki elektrikli yangın pompalarının enerji beslemeleri jeneratör gibi güvenilir ikincil bir kaynaktan ve yapının genel elektrik sisteminden ayrı bir şekilde sağlanması gerekmektedir. Sistemde jeneratörün kullanıldığı durumlarda elektrik ana panosundaki bina ve müştemilatının elektrik veren bağlantıları kesildiğinde, yangın kontrol devresine gelen elektrik beslemesi kapanmaması gerekmektedir [28].

Dizel motorların kullanıldığı yangın pompa istasyonlarında yakıt tankının malzemesi çelik olmalıdır. Birden fazla dizel motorun olduğu durumlarda, her biri için ayrı yakıt tankı ve ayrı yakıt besleme borusu düzenlenmelidir. Yakıt tanklarının seviye göstergeleri olmalı ve tankların havalandırma deliği, bina dışında sonlandırılmalıdır [19].

Pompaların giriş ve çıkışlarında basınç izlemelerini sağlamak için kolayca görülebilecek şekilde manometreler bulunmalıdır. Elektrikli pompaların gövdelerinde maksimum çalışma basınçlarının 1,1 katına ayarlı emniyet ventili bulunmalıdır. Aşırı basınç durumunda emniyet ventilinin çıkışları güvenli bir bölgeye açılacak şekilde düzenlenmelidir. Elektrik kumanda panosunun, faz hatasının, faz sırası hatasının ve

kumanda fazı hatasının bilgi ışıkları ile donatılması gerekir. Pompa kontrolü basınç kumandalı; tam veya yarı otomatik olarak ayarlanabilir. Pompaların yetkili servislerce devreye alma formları ve yapılan işlerin yazıldığı bakım kayıtlarının kontrol edilmesi gerekmektedir [28].

Dizel pompaların çıkışında gerekli olan durumlarda relief vana koyulup koyulmadığı kontrol edilmelidir. Relief vanalar; sistemdeki basınç belirli bir sınırın üzerine çıktığında, devreye girerek sistemdeki fazla basıncı dışarıda güvenli bir bölgeye yönlendirmesi ile sistemi rahatlatmak için kullanılır. Pompa fazla basınçta devredeyken, relief vana pompanın çıkışında pozitif basınç sağlamak için fazla debiyi tahliye ederek sistemi rahatlatır. Sistemin su basıncı relief vananın ayarlı olduğu sınır değerinin altına indiğinde relief vana tekrar kapanır. Debinin değişmesi durumlarında sistemdeki basınç değerinin belirli bir değerin üstüne çıkmaması için sabit basıncın oluşmasını sağlar [28].

$$P_{\text{sistem}} \leq P_{\text{kapalıvana}} \times 1,21 + P_{\text{sudeposu statik}} \quad (3. 2)$$

Denklem 3.2'nin sağlandığı durumlarda relief vana koyulmalıdır.

Kullanılan pompalar emiş tipine uygun olmalıdır. Bir pozitif su emme başlığıyla beraber aşağıda verilen kriterler dikkate alınarak kurulumu yapılan yatay santrifüj pompaları kullanılmalıdır.

- Emme tipli su tankının aktif kapasitesinin en az üçte ikisi, pompa merkez hattı seviyesinin üzerinde olmalıdır.
- Pompa merkez hattı su tankının düşük su seviyesi üzerinde 2m'den daha yükseğe konumlandırılmamalıdır.
- Bu durumların uygulanamadığı hallerde düşey türbin pompalar kullanılabilir.

Sistemde jokey pompa varlığı ve uygun değerlerde kullanıldığının kontrolü yapılır. Basıncı sabitleme pompası olarak bilinen, dalgalı basıncı olan ana şehir hatları gibi su besleme sistemleri durumunda kontrol vanası değerleri üzerinde sistem basıncını sabit tutmak için veya gereksiz olarak ana pompaların çalışmasını önlemek için monte edilir. Jokey pompa basınç değeri yangın pompaları basınç değerinden yüksek olmalıdır [28].

Emiş hattı üzerinde yükselebilen milli vana kullanıldığının kontrolü yapılır. Yangın pompası emiş hattında izleme anahtarlı yükselen milli vana kullanılmalıdır. Yangın

sisteminde kullanılan vanaların konumlarının görülebilir ve izlenebilir olması gerekir. Yangın sisteminde küresel vanalar kesinlikle kullanılamaz. Emiş hattı üzerinde pislik tutucu bulunmaması gerekir. Pozitif basınç şartlarında, emme borusunun çap boyutu 65 mm'den az olmamalıdır. Emme kuvveti şartlarında ise, emme borusunun çap boyutu 80 mm'den az olmamalıdır. Yangın pompası basma hattında izleme anahtarlı yükselen milli vana veya izlenebilir kelebek vana kullanılmalıdır. Her bir zon borusu üzerine tanımlayıcı ve rahatlıkla görülebilir etiketleme yapılmalıdır [25].



Şekil 3. 22 Devreye alınmamış pompa istasyonu ve besleme hattında pislik tutucu kullanılması

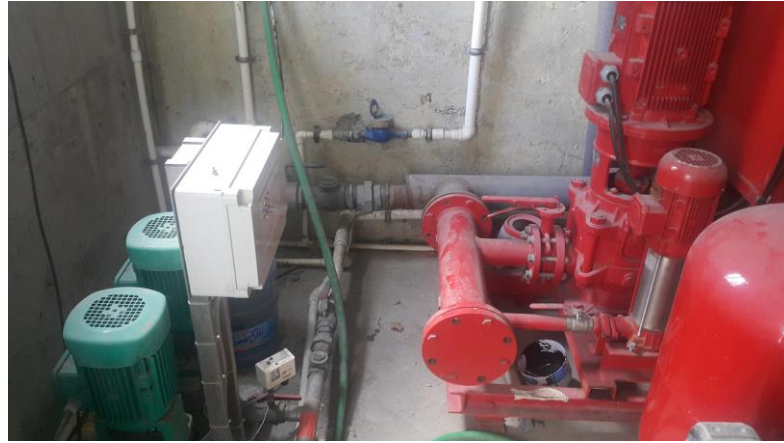
Şekil 3.22'de verilen pompa istasyonu çok iyi bir halde olmasına karşın tesisin yeterli teknik ekibinin olmayışı ve maliyet oluşturmaları sebebi ile tesisat devreye alınmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde pislik tutucunun bakımı esnasında pompalar devre dışı kalacağından pislik tutucu kullanım hatası olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.23'de tek elektrik panosu kullanılması, uygunsuz vana ve boru tesisatı seçimi, basınç hattının oluşturulmaması ve pompa istasyonunun düzensiz oluşu gibi bir çok hata tespit edilmiştir.



Şekil 3. 23 Uygunsuz pompa istasyon örneği



Şekil 3. 24 Pompa emiş hattında proje harici hatalı uygulama [25]



Şekil 3. 25 Pompa istasyonu kolektör bağlantı hataları

Şekil 3.24'te verilen pompa istasyonu projenin dışına çıkılarak farklı amaçlarda kullanılmak üzere tesis edilmiştir. Aynı şekilde izlenebilir vana kullanılmaması ve pislik tutucu kullanılması diğer hata türlerindendir. Yine şekil 3.25'te verildiği gibi yangın tesisatı kullanım suyu tesisatına bağlanmıştır ve kolektör üzerinde bağlantı eksiklikleri bulunmaktadır.



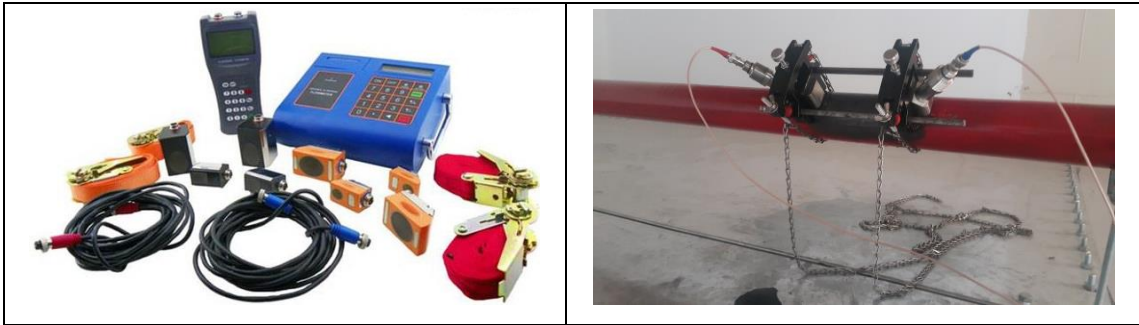
Şekil 3. 26 Yetersiz yangın pompası ve uygunsuz pompa bağlantıları ile jeneratör egzoz çıkışı hatası

Şekil 3.26’da verilen yangın pompa istasyonunda tek hidrofor tipli pompa kullanılması ve plastik boru bağlantıları ve uygunsuz çapları hatalı olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde jeneratör egzoz çıkışı güvenli bir bölgeye verilmediği tespit edilmiştir.

3.3.2.5 Yangın Pompası Performans Testleri

Yangın pompaları; sulu söndürme tesisatlarına basınçlı su temin eden, anma debi ve anma basınç değerleri ile tanıtılan pompalardır. Yangın pompaların, kapalı vana (sıfır debi) basma yüksekliği, anma basma yüksekliği değerinin en fazla %140’ı kadar olması gerekmektedir. Yangın pompalarının %150 debideki basma yüksekliği, anma basma yüksekliğinin %65’inden daha küçük olmaması gerekmektedir. Bu tür yangın pompaları, istenen basınç değerini karşılamak şartı ile, anma debi değerlerinin %130’u kapasitedeki sistem talepleri için kullanılması da uygundur. Bu bağlamda aşağıdaki yangın pompaları performans testleri kalibrasyonu yapılmış ultrasonik debimetre, ultrasonik kalınlık ölçer, şeritmetre, vakummetre, manometre ve takometre gibi cihazlar kullanılarak yapılır:

- İzlenebilir kelebek vana ile debi ve basınç ayarı yapılan pompa, anma debi ve anma basma değerlerini sağlıyor mu?
- İzlenebilir kelebek vana ile debi ve basınç ayarı yapılan pompa, %150 debide %65 anma basıncının fazlasını sağlıyor mu?
- İzlenebilir kelebek vana ile debi ve basınç ayarı yapılan pompa, sıfır debide anma basma yüksekliği %140'ı geçmemesi sağlanıyor mu?
- Takometre ile motor devir sayısı ölçümü sonucunda etiket değeri karşılanıyor mu?



Şekil 3. 27 Portatif ultrasonik debimetre ve sensör bağlantı örneği

Yangın pompa performans testlerinde kullanılan portatif tipli ultrasonik debimetrelerin çalışma prensibini şu şekilde açıklayabiliriz; boru tesisatı dış yüzeyinde birbirine karşı farklı şekillerde sensör çifti yerleştirilir ve bu sensör çifti arasında verici sensörden alıcı sensöre ultrasonik ses dalgası belirli frekansta ulaşır. Aynı zamanda bu sinyallerin geçiş süreleri hesaplanır. Ultrasonik sinyaller piezoelektrik kristallere gerilim uygulanması ile oluşmaktadır. Dolayısıyla portatif ultrasonik debimetreler ile yapılan ölçümler diğer debimetrelere göre kurulum ve borulara zarar vermeden daha kolay yapılır.

3.3.2.6 Sabit Boru Tesisatı, Yangın Dolapları ve Hortumların Kontrolü

Yangın dolapları ve hortumları yılda en az 1 defa periyodik kontrole tabi tutulur. Yangın hortum makara teçhizatları, göstermek için hortum makarasına bitişik veya hortum makarasının üzerinde bulunan tam çalışma talimatlarıyla birlikte tedarik edilmelidir. Yangın dolaplarının sadece yangın söndürme amacı için kullanılması gerekir. Hortumların bulunduğu yangın dolabı gerekli donanımların bir arada bulunabilmesine izin verecek büyüklükte olması gerekir. Yangın dolabı tambur merkezi ile zemin arası mesafe maksimum 130 cm olmalıdır. Hortumlarda kırık, çatlak olmamalı ve dolaba

bağlantısı uygun bir şekilde yapılmalıdır. Kontroller sırasında yangın dolabı açılarak tambur iki yönde rahatlıkla hareket ettirilebilmelidir. Yangın dolabı vanası rahatlıkla açılıp kapatılabilmelidir. Vana açma kapama yönleri belirtilmelidir. Vana açılıp hortumdan su akmasını sağlayarak lensin çalışabilirliği ve suyun akışı kontrol edilmelidir. Yangın dolaplarındaki hortumları serme ve bağlama gibi teknik becerilere sahip eğitilmiş personeli veya itfaiye görevlisi bulunmayan binalarda, yuvarlak yarı sert hortumlu yangın dolaplarının TS EN 671-1' e göre uygun olması gerekmektedir. Yangın hortumunun, yuvarlak yarı sert TS EN 694 standartına uygun, hortum çapının 25 mm, uzunluğunun ise 30 m'yi aşmaması ve lülenin (lans) kapama, püskürtme, fıskiye veyahut her üçünü birden sağlayabilecek özellikte olması gerekir [19].

İtfaiye su alma ağzı bulunmayan yuvarlak yarı sert hortumlu yangın dolaplarında tasarım debisinin 100 l/dk ve tasarım basıncının 400 kPa olması şarttır. Lüle girişindeki basıncın 900 kPa'ı geçmesi durumunda, sistemde basınç düşürücü kullanılması gerekir.

Yapı yüksekliği 30,5 metreden fazla olan konut binalarında, içerisinde 50 den fazla kişi barındıran konut harici her türlü binada, içinde 200'den fazla kişinin barındığı sitelerde yetişmiş yangın söndürme görevlisi bulundurulması gerekir. Yassı hortumlu yangın dolaplarının TS EN 671-2 standardına göre tasarlanmış olması şarttır. Yassı yangın hortumunun; anma çapının 50 mm'yi, uzunluğunun 20 m'yi aşmaması ve lüle kapama, püskürtme veya fıskiye veyahut her üçünü birden yapabilecek özellikte olması gerekir. Yangın dolabının tasarım debisinin 400 l/dk ve tasarım basıncının en az 400 kPa olması gerekmektedir. Lüle girişindeki basıncın 900 kPa'ı aşması durumunda, sistemde basınç düşürücü kullanılması gerekir.

Yangın dolapları her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her mahalde birbirlerine olan uzaklık 30 m'yi geçmeyecek şekilde yerleştirilir. Yangın dolapları koridor çıkışı ve merdivenlerin geniş kısımlarına kolaylıkla görülebilecek şekilde yerleştirilir. Binanın sprinkler sistemi ile korunması ve katlara itfaiye su alma ağzı konulması durumunda, yangın dolapları sulu sprinkler branşman hattından beslenebilir ve birbirlerine olan uzaklık 45 m'ye kadar artırılabilir.

Bir boyutu 60 m'yi geçen katlarda, yüksek binalar ile kat alanı 1000 m²'den fazla olan otoparklarda, alışveriş merkezlerinde ve benzeri yerlerde ıslak veya kuru sabit boru

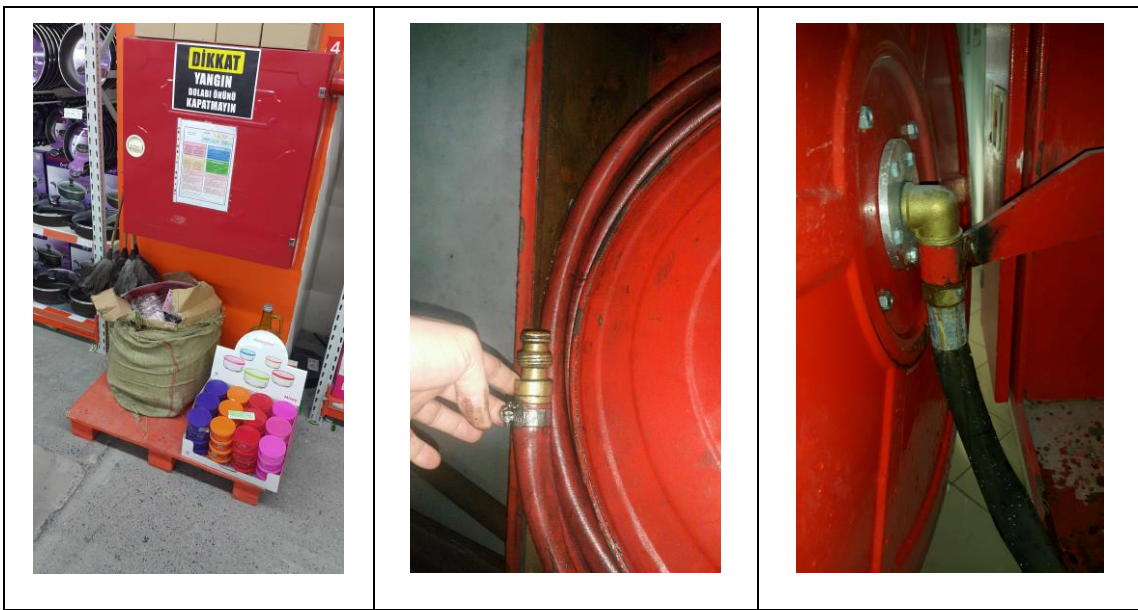
sistemi üzerinde, itfaiye personeli ve eğitilmiş personel tarafından kullanılmak üzere itfaiye su alma hattı tesis edilmesi gerekmektedir. Bu bağlantı ağzlarının kaçış merdiveni veya yangın güvenlik holü gibi yangından korunmuş mekânlarda olması gerekmektedir. İtfaiye su alma hattı tasarımında aşağıdaki kriterlere uyulması zorunludur.

- Su alma ağzına olan mesafe herhangi bir noktada 60 m'yi geçemez.
- Sabit boru tesisatı üzerinde bulunan tüm hortum bağlantıları, itfaiyenin kullandığı normlarda storztip 50 mm veya 65 mm çapında olmalıdır.
- İtfaiye bağlantı ağzlarının, binanın yağmurlama ve yangın dolapları sisteminin bağlandığı sabit boru tesisatında konumlandırılması durumunda, bu bağlantıların ana kolonlar üzerinden doğrudan olması gerekir.

Sabit boru tesisatı basınçlı hattı üzerinde yama kaynağı olmadığı gözle kontrol edilmelidir. Çevre ve iklim koşullarının gerektirmesi hâlinde, galvanizli olmayan demir boru tesisatı boyanmalıdır. Korozyona sebep olacak olağanüstü ortam koşulları için ek koruma gerekebilir. Dengeli yük dağılımını sağlayabilmek için boru destekleri ayarlanabilir olmalıdır. Destekler borunun çevresini tamamen kaplamalı ve boruya veya bağlantılara kaynak yapılmamalı, diğer tesisatları desteklemek için kullanılmamalıdır. Eksensel kuvvetlerin dikkate alınması için dağıtma boruları ve yükselticiler uygun sayıda ve noktada tutturulmalıdır. Desteklerin hiçbir noktası yanıcı malzemelerden oluşmamalı ve çivi kullanılmamalıdır. İki destek arası genel olarak çelik borularda 4 m'den, bakır borularda 2 m'den fazla olmamalıdır. Mekanik boru bağlantıları kullanıldığında her 1 m'lik bağlantıda ve her boru bölümünde en az bir destek olmalıdır. Uzunluğu 2 m'den fazla düşey borularda ilave destekler olmalıdır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, sismik aksiyonlara karşın ana kolonların herhangi bir tarafa gitmemesi için, dört yollu destek kullanılması ve 65 mm ve daha büyük nominal çaplı boruların katlardan ana dağıtım borularına tutturulmasında esnek bağlantılar ile boruların tavanlara tutturulmasında iki yollu enlemesine ve boylamasına sabitleme askı elemanları kullanılarak boruların kırılmasının önüne geçilmesi gerekir. Dilatasyon geçişlerinde her üç tarafa olan aksiyonu karşılayacak ayrıntılar uygulanır [25].



Şekil 3. 28 Uygunsuz yangın dolabı tesisat bağlantı hata örnekleri



Şekil 3. 29 Uygunsuz yangın dolabı genel hata örnekleri

Şekil 3.28’de yangın dolaplarının hata örnekleri verilmiştir. Buna göre sırasıyla ile örnekte plastik boru kullanılarak şebeke suyuna bağlanması, ikinci örnekte farklı amaçlar için ek tesisat çekilmesi ve diğer örnekte projeden bağımsız uygunsuz vana kullanımları mevcuttur. Şekil 3.29’da ise yangın dolap önleri kapalı durumdadır, yangın hortumunun lülesi bulunmamaktadır ve yangın hortumu bağlantı hatasından dolayı su kaçırmaktadır. Şekil 3.30’da sabit boru tesisatında korozyon ve boya kullanılmaması, ek yama kaynak yapılması ve farklı bir amaç için ek tesisat çekilmesi hatası mevcuttur.



Şekil 3. 30 Sabit boru tesisatı boya, yama kaynağı ve farklı amaç hataları

3.3.2.7 Hidrant Sistemi Kontrolü

Hidrant sisteminin gerekli olduğu durumlarda tehlike sınıfına uygun yerleşimi, kesme vanalarının uygunluğu ve donma olayları için gerekli önlemlerin alınıp alınmadığı kontrol edilir.

Bünyesinde her türlü kullanım yeri bulunan ve genel yerleşme alanlarından ayrı olarak tasarlanan yerleşim alanlarında yapılacak binaların taban alanları toplamının 5000 m²'den büyük olması durumunda dış hidrant tesisatı yapılması şarttır. Hidrantlar arası mesafe çok riskli olan yerlerde 50 m, riskli yerlerde 100 m, orta riskli yerlerde 125 m ve az riskli yerlerde ise 150 m olarak tasarlanır. Normal koşullarda hidrantlar, korunan yapılardan yaklaşık 5 ilâ 15 m kadar uzak bir yere konumlandırılır.

Yangın sisteminde kullanılacak hidrantların, ilgili Türk Standartlarına uygun yerüstü yangın hidrantı olması gerekir. Hidrant sisteminde, hidrant yenilenmesini ve bakımlarının yapılmasını kolaylaştıracak uygun noktalarda ve yerlerde yeraltı, yerüstü veya hem yeraltı ve hem de yerüstü hat kesme vanaları temin ve tesis edilmesi gerekir.

Yapıların yangın afetinden korunmasında, ilk aşamada söndürülemeyen yangınlara dışarıdan müdahale edebilmek için hidrantların, itfaiye ve araçlarının kolay yanaşabileceği ve bağlantı yapabileceği şekilde konumlandırılması gerekir. Yer üstü yangın hidrantı en üst mesafesi ile zemin arası maksimum 103 cm olmalıdır. Donmaya

maruz kalan tesisatın parçaları elektrikli şerit ısıtma, antifriz sıvısı, yardımcı kuru boru veya değişken uzatmalar ile korunabilir.

Cephe genişliği 75 m'yi aşan binalarda, yüksek binalarda veya bina oturma alanı 1000 m²'den daha büyük binalarda itfaiyenin sisteme dışarıdan su verebilmesi için itfaiye su verme bağlantısı yapılması gerekmektedir. İtfaiye su verme bağlantısı en az 100 mm nominal çapında olmalıdır. Bu bağlantılarda 2 adet 65 mm storztip rakor ve sistemde çek valf bulunur ve itfaiye bağlantısı ile çek valf arasındaki tesisatta suyun otomatik olarak tahliye edilmesini sağlayacak elemanlar bulunmalıdır. İtfaiye araçlarının bu tür bağlantı ağzlarına ulaşma uzaklığının 18 m'den fazla olup olmadığı ölçüm cihazları ile kontrol edilir.



Şekil 3. 31 Hidrant bağlantı ağzlarının engellemesi

Şekil 3.31'de verilen hidrantın bağlantı ağzları sonradan yapılan dış korkuluklar ile engellendiği tespit edilmiştir.

3.3.2.8 Sulu Söndürme Sistemleri Kontrolü

Sprinkler sisteminin zorunlu olduğu yapılarda, sprinklerin montajı, kullanım alanı ve tehlike sınıfına göre sprinkler koruma alanının uygunluğu periyodik olarak kontrol edilir. Sprinkler arası mesafeler ölçülerek kontrol edilir. Etki alanı kısıtlanmış sprinkler için azami mesafe duvarlar ve bölmelerden püskürtme gruplarına aşağıda verilen değerlerden az olmamalıdır.

- Standart uzaklık için 2,0 m.
- Kademeli boşluk için 2,3 m.
- Tavan veya çatıdaki kirişlerin açıkta olduğu alanda veya çatı kirişlerinde 1,5 m.
- Açık yapıların açık yüzeyinden 1,5 m.
- Dış duvarların yanıcı maddenin olduğu alanlarda 1,5 m.

Kirişler arası açıklığın 1,5 m'den fazla olmadığı dar açıklıkların olduğu alanlarda kontroller aşağıdaki hususları içermelidir.

İlk olarak her üçüncü kirişin merkezine ve ikincisi iki korumasız kirişler arası açıklığı ayıran kirişin altına birer sıra püskürtme grubu konumlandırılır. Diğer yönde, örneğin kirişler arası açıklık boyunca püskürtme grupları arasındaki azami mesafe ilgili tehlike sınıfı için verilmiş kriterlere uygun olmalıdır. Püskürtme grupları kirişlere dik duvarlardan 1,5 m'den ve kirişlere paralel duvarlardan 1 m'den fazla olmayan uzaklıklarda konumlandırılmalıdır. Kirişler arasındaki açıklık içerisine püskürtme grubunun konumlandırılmasında saptırıcılar tavanın alt yüzeyinde 0,075 m ile 0,15 m arasında olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

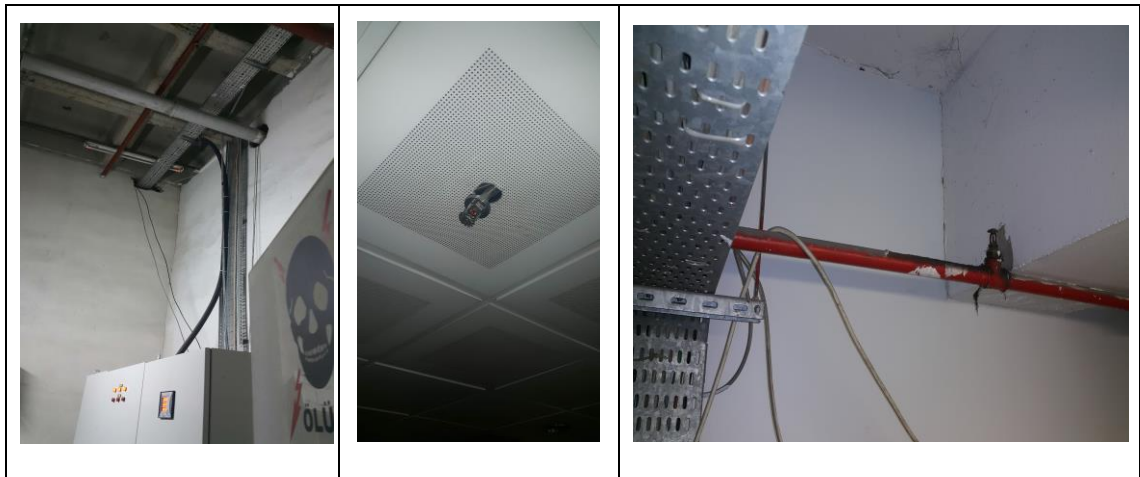
Çatı veya tavandaki püskürtme grubunda, kolonun bir kenarına 0,6 m'den daha uzak olmayan bir konumda püskürtme konumlandırılmış ise, diğer püskürtme, kolona 2 m uzaklıkta olacak şekilde kolonun karşı tarafına konumlandırılmalıdır.

Dikdörtgen ve genişliği 1,0 m'den fazla olan yerlerde ve dairesel çapı 1,2 m'den fazla olan yerlerde kanalların, platformların, ısıtma panellerinin ve geçitlerin altına püskürtme grubu konumlandırılmalıdır. Püskürtmenin sağladığı korumayı engellemeyeceği düşünülen püskürtme grubunun altında asma tavan kullanılmasına izin verilmez. Püskürtme grubunun asma tavanların altına konumlandırılması durumunda, asma tavan malzemesi yangına dayanıklı malzemeden üretilmiş olmalıdır. Püskürtme grubunun asma tavanların altına yerleştirilmesi ve asma tavanın, tavana olan uzaklığı 80 cm üzerinde ise asma tavan ile tavan arasına püskürtme sistemi temin edilmelidir.

Her bir zon hattında akış anahtarı, test ve drenaj vanası ve izleme anahtarlı hat kesme vanasının olup olmadığı kontrol edilir. Yağmurlama sistemi ana besleme borusu birden

fazla yangın zonuna sahip ise, her bir zon veya kolon hattına akış anahtarları, test ve drenaj vanası ve izleme anahtarlı hat kesme vanası olmalıdır. Boru tesisatlarında bulunan vanaların, bölgesel kontrol vanalarının ve su kaynağı ile yağmurlama sistemi arasında bulunan bütün vanaların sürekli açık şekilde olmasını sağlayacak önlemlerin alınması gerekmektedir. Su akış alarm anahtarları yalnız sulu sistemlerde kullanılmalıdır. Tekli püskürtmenin çalışmasını simüle edebilmek için, deney bağlantısı her anahtarın girişine konumlandırılmalıdır. Bu test bağlantısı tesisatın boşaltma kısmına konumlandırılmalıdır. Geri boşaltma borusu, galvanizli çelik veya bakırdan yapılmış olmalıdır. Tesisatta basınç düşürücü vana bulunması durumunda, her bir basınç düşürücü vananın önüne ve arkasına birer adet basınç göstergesi yerleştirilir.

Her kontrol vana seti, her ikisi de alarm vanasına olabildiği kadar yakınında, uzaktan kumandalı alarm göstergesi için bir elektrik cihazı ve su motoru alarmıyla beraber tesis edilmelidir. Bir tekli alarm motoru veya alarm gongu aynı alarm odasına konumlandırılması ve alarm vanası çalıştığında göstermesi için her alarm vanasına bir gösterge monte edilmesi şartı ile sulu alarm vanalarıyla birlikte konumlandırılabilir. Test vanası açılarak alarmın devreye girmesi ve manometrelerdeki basınç değerleri kontrol edilir [25].



Şekil 3. 32 Sprinkler tasarım ve uygulama hataları

Şekil 3.32’de sulu sprinkler sisteminin elektrik odasında kullanılması hatası, sprinklerin sabitleyici olmadan kullanılması hatası ile kısıtlanmış sprinkler başlığı tespit edilmiştir.

YANGIN RİSK ANALİZİ UYGULAMALARI

Türkiye’de 2017 yılında fabrika yangınlarının sayısı 2016 yılına göre %7,8 artış göstermiş, 2014 yılına göre artış oranı %25,9’u bulmuştur. 2017 yılında toplam 166 fabrikaya yangın nedeniyle müdahale edilmiştir [11]. Gelişen teknoloji ve yasal zorunluluklar ile birlikte, fabrikalarda hem çalışanlar hem de çevrede yaşayan halk için daha güvenli bir çalışma ortamı yaratmak amacıyla yangın risklerinin belirlenmesi, yangın güvenlik sistemlerinin oluşturulması ve denetlenmesinin önemi artmıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun ilgili maddeleri uyarınca işverenlere, işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi ve bertaraf edilmesi için risk değerlendirmesi yapma zorunluluğu getirilmiştir. Risk değerlendirmesinin yapılması kadar güncel tutulması da, iş yerinde sürekli iyileştirmenin sağlanması açısından önemlidir [31].

Yangın tesisatlarının periyodik kontrollerinin, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinde düzenlendiği gibi yılda en az bir defa yapılması zorunludur. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik de, her türlü yapı ve tesisin tasarım, yapım, işletim, bakım ve kullanım aşamalarında oluşabilecek yangınların minimuma indirilmesi, can ve mal kaybının en aza indirilerek söndürülmesinin sağlanması, yangın öncesinde ve yangın sırasında alınacak önlemlerin, organizasyonların, eğitimlerin ve denetimin usul ve esaslarının belirlenmesi amacıyla yayınlanmıştır.

Teknolojik gelişmeler ile birlikte imalat tesislerinde kullanılan kıymetli ve hassas makineler, çok katlı ve çok amaçlı inşa edilen yapılar ve depolarda tutulan değerli

malzemeler çeşitli riskleri de beraberinde getirmiştir. Yeni riskler ortaya çıkarken güvenlik önlemleri de değişime uğramıştır. Bu risklerden, neden olduğu can ve mal kayıpları gibi yıkıcı sonuçları itibarıyla en önemlilerinden biri de yangındır. Yangın risklerini bertaraf etmeye yönelik yeni güvenlik önlemleri de geliştirilmektedir. Önceden haber alan, algılayan, uyarıcı ve uygun çözüm bulan yeni cihazlar ve sistemlerin sayısı artmaktadır. Yangınlara karşı korunma, söndürme ve güvenlik sistemleri, yangınların işletmelerde neden olabileceği potansiyel zararlar göz önüne alınarak her geçen gün önem kazanmaktadır [18].

İşletmelerde veya AVM, hastane, okul gibi toplu yaşam alanlarında yangına karşı en uygun güvenlik tedbirlerini belirlemek için, yangın risklerinin gerçekçi şekilde belirlenmesi ve uygun yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yangın riskleri de çeşitli risk değerlendirme teknikleriyle ele alınmaktadır [32]. Yangın risk analizi; risk yaratacak ölçütlerin belirlenmesi, önem düzeyinin belirlenmesi, hesaplanması ile riski azaltmak için üstlenilmesi gereken önleme ve koruma önlemlerinin belirlenmesini amaçlamaktadır [33].

Tasarlanmış her bir yapı risk analizi bakış açısıyla incelendiğinde, yangın olasılığının sıfırlanamayacağı kabul edilir. Bu nedenle kusursuz bir yangın güvenliği sağlanması mümkün değildir. Bununla birlikte, yangından korunma ve yapıların yangın güvenliği ile ilgili sorunları bir bütün olarak ve sistematik şekilde incelemek riskin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Bir plan doğrultusunda ilk önce ölçütleri ve bu ölçütlerin önem derecelerini saptamak, daha sonra bu ölçütlere cevap verebilecek ve saptanan hedeflere götürecek bir strateji oluşturmak ve formüle etmek gerekmektedir [9].

Yangın ölüm, yaralanma ve büyük maddi kayıplara neden olan bir afettir. Yangın riskleri çok çeşitli olup bu risklerin bir kısmı yangın tesisatlarından kaynaklanmaktadır. İmalat tesislerindeki eski yangın tesisatları için, standartlara dayanan detaylı ancak geleneksel "kontrol listesi" şeklindeki yangın risk analizleri gerçekçi olmayan sonuçlar ortaya çıkarabilir. Bu sebeple, yeni ve daha bütüncül yaklaşımların da uygulanması gerekmektedir.

Bu tez, Türkiye’de imalat tesisleri için “Yangın Güvenliği Risk Sıralama Sistemi” şeklinde bir risk analiz yöntemi önermeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, 2007 yılında yürürlüğe

giren Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğe göre toplam kapalı kullanım alanı 1000 m²'den büyük 30 imalathanede uygulama yapılmıştır. Risk skoru hesaplamada kullanılan yangın güvenlik kriterleri, ulusal ve uluslararası mevzuat ve standartlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu kriterler; bina özellikleri, yangın güvenlik sistemleri ve yönetim sistemleri olmak üzere üç ana bölüme ayrılmıştır. Öncelikle, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile bu kriterlere ilişkin ağırlıklar belirlenmiştir. Bu amaçla yangın uzmanlarına bir anket uygulanmıştır. Hesaplanan ağırlıklar sıralama yöntemiyle yeniden hesaplanarak, imalat işletmeleri için yangın risk skor ve sıralama çizelgeleri oluşturulmuştur.

4.1 Araştırma Yöntemi

4.1.1 Bulanık AHP

Çok kriterli karar verme, istenen hedefe ulaşabilmek için nitel ve nicel kriterler kullanarak mevcut alternatiflerin değerlendirilerek en uygun alternatifin seçilmesi veya alternatiflerin sıralanması şeklinde tanımlanabilir. Çok kriterli karar verme süreci, uygun alternatifler arasından en iyi seçeneğin tespit edilmesine yönelik bir süreçtir. Çok kriterli karar verme ise, alternatiflerin birden fazla kriter bakımından sıralanmasında kullanılmaktadır ve geniş bir kullanım sahasına sahiptir. Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için geliştirilen yöntemler, karar verme sürecinde çok sayıda ve genellikle birbirleriyle çelişen kriterlerin bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır [34], [35], [29], [36].

Çok kriterli karar verme yöntemleri, çalışan sağlığı ve güvenliği ile ilgili araştırmalarda oldukça sık olarak kullanılan yöntemdir. Örneğin; sıcak ve nemli ortamlarda çalışanların iş güvenliği koşullarının incelenmesinde [37], yol inşaatlarında iş güvenliği faktörleri ve performansının ölçülmesinde [38], işyerlerinde davranışsal tabanlı iş güvenliği yönetiminde hatalı davranışsal risklerin belirlenmesinde [39], imalat sanayiinde iş güvenliği risklerinin belirlenmesinde [40], inşaat kazı çalışmalarında iş güvenliği risklerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır [41]. İş güvenliği, çalışan sağlığı, verimlilik ve performans ölçümü ile ilgili konularda bu metod yaygın olarak kullanılmaktadır [42], [43], [44], [45].

Thomas L. Saaty tarafından 1970’li yıllarda özel bir programlama problemini çözmek üzere Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ortaya atılmıştır [46]. Hiyerarşide alt başlıklara ayırma işlemi ağaca benzer bir yapıyla gösterilir. Hiyerarşide kullanılan bu ağaç yapısı problemi basitleştirmeye yardımcı olur. AHP ile oluşturulan hiyerarşik yapıda, hiyerarşinin en tepe noktasında en iyi kararı verme ya da en iyi alternatifi seçme hedefi bulunmaktadır. Alt seviyelere doğru inildikçe, amaca katkıda bulunan özellikler görülür. Bu özellikler hiyerarşide daha alt seviyelere inilirse detaylandırılabilir. En alt seviyede ise karar seçenekleri bulunur [47]. AHP, alternatiflerin ortak bir kritere göre ikili karşılaştırılmasına dayanan bir ölçüm teorisidir. AHP çok kriterli ve çok seçenekli problemlerin hedefe ulaşmasında karar vericilere önemli katkılar sağlamaktadır. AHP problemleri birden fazla seviyeden oluşan bir hiyerarşik yapı ile oluşturulmaktadır. Analitik Hiyerarşi Sürecinde her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve alternatiflerden oluşan bir hiyerarşik yapı kullanılır [48].

Bu çalışmada risk analiz yöntemi olarak Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan “Analitik Hiyerarşi Prosesi” (AHP) tekniği ile sıralama yöntemleri birlikte kullanılmıştır. AHP, hem öznel hem de nesnel değerlendirme ölçütlerini dikkate alabilen ve yaygın olarak kullanılan bir “Çok Kriterli Karar Verme Tekniği”dir. Anlaşılmasının kolay olması ve basit matematik hesaplamaları içermesi sebebiyle, AHP oldukça büyük bir ilgi görmüş ve birçok alanda kullanılmıştır [49].

AHP süreci Zhao tarafından beş adımda şu şekilde tanımlanmıştır:

1. Adım: Sorunu karar öğeleri (nitelikler) hiyerarşisine dönüştürerek bir karar hiyerarşisi oluşturmak,
2. Adım: Karar unsurlarının eşli karşılaştırması ile girdi toplamak,
3. Adım: Giriş verisinin bir "Tutarlılık Testi"ni yerine getirip getirmediğini belirlemek,
4. Adım: Karar unsurlarının göreceli ağırlıklarını hesaplamak,
5. Adım: Her bir karar unsurunun ağırlıklı puanlarını toplamak ve karar alternatiflerini sıralamak [50].

AHP, yangın güvenlik ölçütlerinin çoğu zaman hatalı tanımlanmasından dolayı, yangın risk kriterlerinin ve önem düzeylerinin belirlenmesinde uygun yöntemlerden biri olarak görülmektedir [51]. AHP, mevcut binalar için yangın risk sıralama yaklaşımı olarak Zhao vd. tarafından da bir çalışmada uygulanmış [50], yangın güvenlik ölçütlerinin tanımlanması ve karşılaştırmasını kolaylaştırmak amacıyla başka çalışmalarda da kullanılmıştır [5].

4.1.2 Sıralama Yöntemi

Bilimsel yazında bu yöntem; yangın güvenliği sıralama sistemi, yangın risk sıralama sistemi veya yangın güvenliği değerlendirme sistemi olarak bilinmektedir [5], [30]. Çok kriterli karar verme tekniğinden yararlanılarak yangın güvenlik kriterlerinin sıralamasının yapıldığı süreçtir [4], [52], [53]. Bir yangın güvenliği sıralama sisteminin amacı, mevcut binaların çeşitli yangın güvenlik kriterlerinin performansını değerlendirmek ve yangın riski seviyesini ölçmektir. Muhtelif binalar için elde edilen yangın riski seviyeleri, yangın güvenlik performansında iyileştirme için alınacak aksiyonların önceliklendirilmesi için temel oluşturmaktadır [54].

Birçok ülkede yangın güvenliği risk sıralama yöntemleri, binaların yangın güvenlik düzeyinin değerlendirilmesine yardımcı olmak için geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Örneğin, ABD'de yangın risk sıralamasına göre bir Yangın Güvenliği Değerlendirme Sistemi geliştirilmiştir [1]. Bu sistem, belirli işyerleri için NFPA 101 Yaşam Güvenliği Standardına (1994) eşdeğerlikleri belirlemek için çok özellikli bir yaklaşım sunmaktadır [2]. Chow ve Lui Hong Kong'daki eğlence mekânları için bir yangın güvenliği sıralama sistemi önermiştir [3]. Yine Hong Kong'da, Chow yüksek katlı konut dışı binalar için bir sıralama tekniği geliştirmiştir [4].

Sıralama yönteminin araştırmamıza benzeyen bir başka uygulaması Suudi Arabistan'da öğrenci barınma tesislerinin yangın güvenliği performansını belirlemek için kullanılmıştır [5]. Yangın risk sıralama sistemleri, kullanım kolaylığı, maliyet etkinliği ve göreceli yangın riskinin hızlı ve basit bir tahminini yapma gibi birçok avantaj sunmaktadır. Yapılan yazın taramasında, imalat tesisleri için, yangın tesisatlarından kaynaklanan risklerin analizinde sıralama yönteminin kullanıldığı bir başka çalışmaya rastlanmamıştır.

Sıralama yöntemi; bakım yönetimi, bina güvenlik sistemlerinin iyileştirilmesi, malzemelerin önceliklendirilmesi ve uygun şekilde tahsis edilmesi gibi konumuza uygun benzer başka alanlarda da kullanılmış bir yöntemdir [5], [55]. Bununla birlikte, yangın güvenliği sıralama sistemlerinin kullanımında dezavantajlar da vardır. Diğer yöntemlere göre tekdüze bir sistem değildir. Bu nedenle, farklı kullanım tipli yapılar için farklı yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği de ifade edilmektedir [56].

Sıralama yönteminin dayandığı temel varsayım, yangın risk faktörlerini oluşturan kriterlerin birbirlerine karşı göreceli önem düzeylerinin bulunmasıdır. Farklı işletmelerde, farklı yangın risk kriterleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu kriterlerin önem derecesi işletmelerde toplam yangın risk skorunu arttırabilmekte veya azaltabilmektedir. Ayrıca, kontrol listesi ile “0-1” ya da “var-yok” şeklinde yapılan tekdüze risk analizleri yeterli sayısal verileri içermemekte, bu durum yangın risklerinin değerlendirilmesini zorlaştırmakta ve isabet oranını düşürmektedir.

Bu çalışmadaki yöntemin amacı; her bir risk kriterinin önem derecesinin, yangın uzmanlarının görüşleri doğrultusunda çok kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci ile hesaplanarak, hesaplanan risk puanlarının işletmelerde yapılan risk analiz uygulamasına yansıtılması ve işletmeler için toplam yangın risk skorunun hesaplanmasıdır. Bu yöntemle yangın riskleri nicel yöntemle hesaplanmakta, risk değerlendirmesinin hassasiyet düzeyi artmaktadır. Böylece, işletmede alınması gereken tedbirlerin ve önceliklerin belirlenmesinde, önleyici çalışmaların planlanmasında, iş sağlığı ve güvenliği ve yangın uzmanlarına destek olabilecek nicel bilgiler üretilmektedir.

Yangın risk sıralama yöntemiyle hazırlanan bu çalışma üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada imalat tesislerinde yangın tesisatlarıyla ilgili her bir risk faktörü yürürlükteki mevzuat ve standartlar doğrultusunda belirlenmiştir. Daha sonra bu faktörleri oluşturan, çizelge 4.2 ve 4.3'te belirtilen kriter ve alt kriterlerin önem derecesi yangın uzmanlarına uygulanan bir anketle belirlenmiş, elde edilen sonuçlar AHP yöntemi ile hesaplanarak her bir yangın güvenlik kriterinin ve alt kriterinin ağırlıklı risk puanları belirlenmiştir. İkinci aşamada ise; AHP ile hesaplanan ağırlıklı risk puanları, uygulama kapsamındaki işletmelerde kontrol listesi yöntemiyle yapılan risk analiz

uygulamasından elde edilen risk puanları ile çarpılarak, her bir tesis için toplam risk puanları belirlenmiştir. Son aşamada ise, toplam risk puanlarından elde edilen verilerle, tesislerdeki yangın risk sıralama puan çizelgesi oluşturulmuştur.

4.2 Uygulama

4.2.1 Veri Toplama Yöntemi

Araştırma kapsamında bir yangın risk sıralama sistemini geliştirmek amacıyla, bilimsel yazın taraması ve mevcut standartlara göre belirlenen yangın güvenlik kriter ve alt kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için, AHP yöntemine uygun bir anket hazırlanmıştır. Anket, çizelge 4.1'de gösterildiği gibi, eşleştirilmiş karşılaştırma çizelgelerinde tanımlanmış yangın güvenlik kriterlerini ve niteliklerini yapılandırarak basitleştirilmiş bir şekilde sunmuştur.

Yanıtlar, yangın konusunda 20 yıldan fazla tecrübeli uzmanlardan kişisel mülakatlar yoluyla ve her değerlendirmeci için ayrı ayrı formlar halinde toplanmıştır. Anket toplam 5 uzmana uygulanmıştır. Anketin niteliği, amacı ve sonucu katılımcılara ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Katılımcılardan anket formunda her bir satırda verilen yangın risk kriterinin, satır sonunda belirtilen diğer risk kriterine göre önem derecesini belirlemesi istenmiştir. Örneğin; kriterlerden her ikisi de eşit önemli ise “1 eşit önemli kutucuğunu”, eğer sağ sütundaki kriter çok önemli ise sağ taraftaki “7 çok önemli” kutucuğunu, sol sütundaki kriter biraz daha önemli ise “sol tarafa yakın olan “3 biraz önemli” kutucuğu işaretlemesi istenmiştir. AHP yöntemi, kriter ağırlıklarını matris yoluyla anketteki puanlara göre hesaplamak için kullanılmıştır. Hesaplanan değerler çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Çift yönlü karşılaştırma ölçeği

X	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Y
	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	

Anket; “bina özellikleri”, “yangın güvenlik sistemleri” ve “yönetim sistemleri” olarak belirlenen risk faktörleri ile bunlara ait kriter ve alt kriterlerin ağırlıklı puanlarının detaylı hesaplanması için oluşturulan karşılaştırmalı başlıklar halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.2’de, her bir yangın güvenlik faktörünün toplam göreceli ağırlığının hesaplanması için altı yangın güvenlik kriteri (binanın yapısal durumu, pompa sistemi, yangın dolabı ve tüpleri, acil çıkışlar ve yangın algılama sistemleri, yangın söndürme sistemleri, yangınla mücadele ve yangın önlemleri) uzmanlar tarafından karşılaştırılmış ve sonuçları verilmiştir. Daha sonra yangın güvenlik kriterlerinin ağırlıklandırmaları toplanarak yangın güvenlik faktörlerinin toplam ağırlıklarını oluşturmuştur.

Çizelge 4.3’te “bina yapısal durumu kriterini” temsil eden alt kriterler uzmanlar tarafından karşılaştırılmış ve sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.3’te “yönetim sistemleri kriterini” temsil eden yangınla mücadele ve yangın önlemleri alt kriterleri uzmanlar tarafından karşılaştırılmış ve sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.3’te “yangın güvenlik sistemleri kriterini” temsil eden pompa sistemi, yangın dolabı ve tüpleri, yangın söndürme sistemi, acil çıkışlar ve yangın algılama sistemleri alt kriterleri ayrı ayrı başlıklar şeklinde uzmanlar tarafından birbirleriyle karşılaştırılmış ve sonuçlar verilmiştir. Ayrıca çizelge 4.4’de ağırlıklandırılmış göreceli yangın güvenlik kriterlerinin yüzdesel olarak risk sıralaması sunulmuştur.

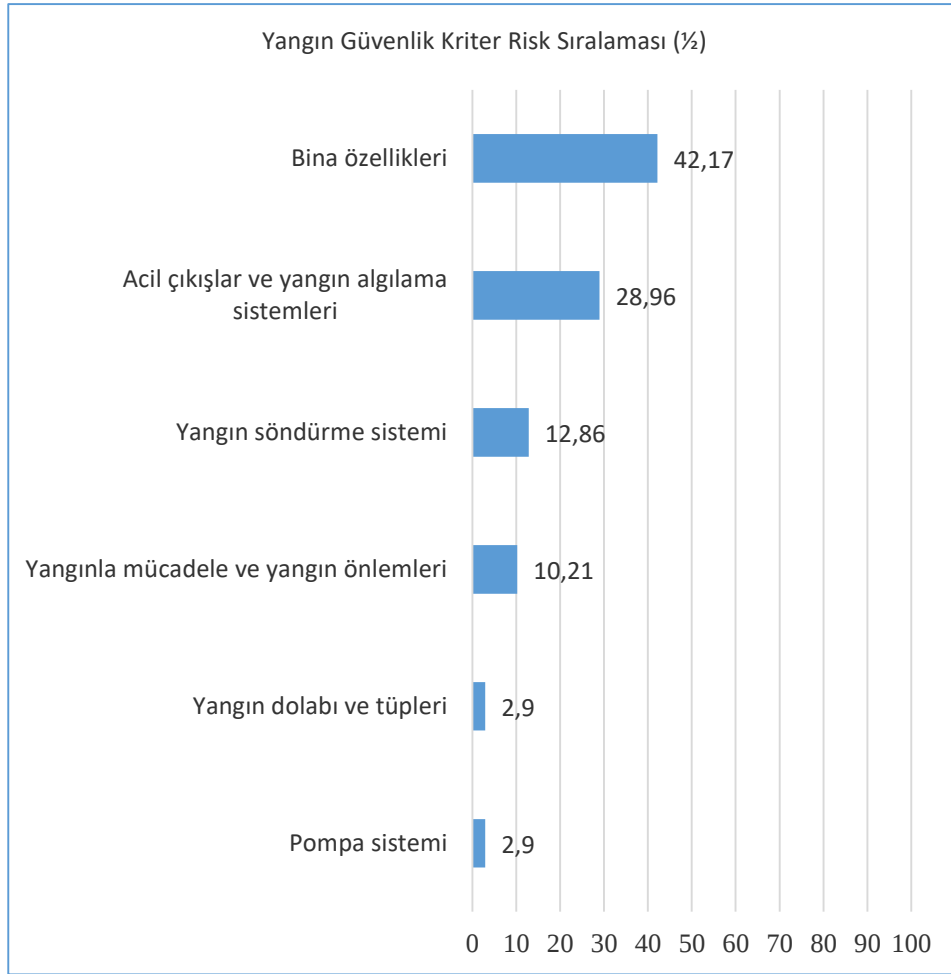
Çizelge 4. 2 Yangın güvenlik faktörlerinin toplam göreceli önem değerleri

Yangın Güvenlik Faktörü	Hesaplanan Göreceli Ağırlıklandırmalar (A)	Yangın Güvenlik Kriteri
Bina özellikleri	0,4217	Binanın yapısal durumu
Yangın güvenlik sistemleri	0,4762	Pompa sistemi
		Yangın dolabı ve tüpleri
		Acil çıkışlar ve yangın algılama sistemleri
		Yangın söndürme sistemleri
Yönetim sistemleri	0,1021	Yangınla mücadele ve yangın önlemleri

Çizelge 4. 3 Yangın güvenlik alt kriterlerinin hesaplanan göreceli önem değerleri

Yangın Güvenlik Kriterleri	No	Yangın Güvenlik Alt Kriterleri	Hesaplanan Ağırlıklandırmalar (a)
Pompa sistemi	A1	Pompa istasyonu	0,0063510
	A2	Yedek dizel motor tahrikli veya elektrikli pompa (jeneratör destekli)	0,0050808
	A3	Yangın pompaları sıralı düzenli çalışması	0,0047560
	A4	Pompaların tüm bileşenlerinin çalışıp çalışmaması	0,0085144
	A5	Jokey pompa	0,0042978
Yangın dolabı ve tüpleri	B1	Yangın tüpleri	0,0058000
	B2	Yangın dolabı	0,0058000
	B3	Yangın hortumu	0,0058000
	B4	Yangın vanaları	0,0058000
	B5	Yangın dolap ve tüpü uyarı levhaları, bakım kayıtları ve talimatları	0,0058000
Acil çıkışlar ve yangın algılama sistemleri	C1	Yapılarda kaçış merdivenlerinin, kapılarının yangına dayanıklılığı	0,04984016
	C2	Kaçış yollarının boyutları	0,05548736
	C3	Dedektörler ve bağlı olduğu sesli ikaz sistemleri	0,06721616
	C4	Algılama pano sistemleri ve enerji kaynakları	0,06721616
	C5	Acil çıkış işaretleri ve çizgileri	0,04984016
Yangınla mücadele ve yangın önlemleri	D1	Acil durum eylem planı	0,02492261
	D2	Yangın tatbikat eğitimleri	0,02492261
	D3	Yangın ekiplerine ait talimatlar	0,01401833
	D4	Yangın panosu	0,01831674
	D5	Yangın tesisatı periyodik kontrol raporu	0,01991971
Bina yapısal durumu	E1	Bina yangın tesisatına ait projesi	0,08092423
	E2	Bina tesisat projesinde belirtilen tesisat ölçüleri ile uygulamadaki farklılıklar	0,05060400
	E3	Binanın yapısal durumunda kullanılan malzemeler	0,18289129
	E4	Elektrik tesisatında ana panoda 300 mA yangın rölesi	0,03622403
	E5	Elektrik iç tesisat ve topraklama ölçümleri	0,07105645
Yangın söndürme sistemi	F1	Şebeke, yangın suyu, hidrant hatları ve depo bağlantıları	0,02572000
	F2	Yangın pompaları debi ve basınçları	0,02572000
	F3	Ham su depoları ve yeterlilikleri	0,02572000
	F4	Sprinkler sistemi proje uygunluğu	0,02572000
	F5	Yangın sabit tesisatı dayanım durumu	0,02572000

Çizelge 4. 4 Ağırlıklandırılmış göreceli yangın güvenlik kriterlerinin yüzdesel olarak risk sıralaması



4.2.2 Sıralama Yöntemi ile Yangın Risk Analizi Uygulaması

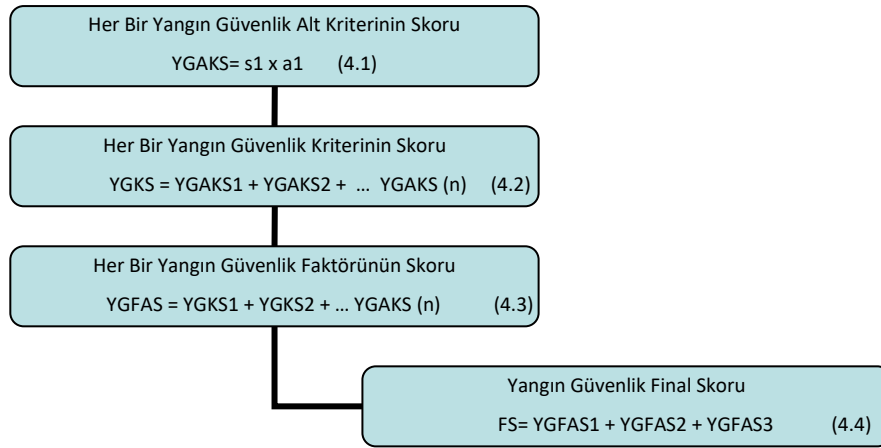
Uygulama, ilgili mevzuata göre yangın tesisatlarında sulu söndürme sistemi bulundurması zorunlu olan, toplam kapalı kullanım alanı 1000 m²'den büyük, İstanbul ve çevresinde bulunan ve uygulama izni alınabilen 30 imalat tesisinde yapılmıştır. Kriterlerin belirlenmesinde, 2013 yılında yürürlüğe giren İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinde belirtilen standartlar ile 2007 yılında yürürlüğe giren Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğe uygun olarak düzenlenmiş çizelge 4.3'te bulunan yangın güvenlik kriterleri ve alt kriterleri dikkate alınmıştır. Kriter ve alt kriterlerin değerlendirilmesi ilgili mevzuatın gerekliliklerine göre

yapılmıştır. İmalat tesislerindeki inceleme ve kontroller, işletmelerin iş güvenliği uzmanları ile beraber yürütülerek, tespitlerin çizelge 4.3'te sunulan kriterlere uygun ve olabildiğince doğru şekilde yapılması amaçlanmıştır. Değerlendirme ölçeği çizelge 4.5'e göre yapılmıştır. Çizelge 4.6'da adım adım analiz süreci verilmiştir.

Çizelge 4. 5 Değerlendirme ölçeğinin sınıflandırılması

Değerlendirme kategorisi	Skor (s)
Uygunsuz	0
Uygun	1

Çizelge 4. 6 İmalat tesisleri yangın güvenliği risk sıralama sistemi için adım adım analiz süreci



s1= Yangın Güvenlik Alt Kriteri Değerlendirmesi

a1= Yangın Güvenlik Alt Kriter Ağırlığı

YGAKS= Yangın Güvenlik Alt Kriteri Skoru

YGKS= Yangın Güvenlik Kriter Skoru

YGFAS= Yangın Güvenlik Faktör Skoru

FS= Final Skor

- Çizelge 4.3'te bulunan her bir yangın güvenlik alt kriteri, çizelge 4.5'deki değerlendirme ölçeğine dayanarak skora dönüştürülmüştür.
- Bu skorlar, çizelge 4.3'te sunulan AHP yöntemiyle hesaplanan ağırlıklandırmalar ile çarpılarak her bir alt kriter için ağırlıklı risk skoru hesaplanmıştır.

- Her bir alt kriterin ağırlıklı risk skorları toplanarak bağlı oldukları kriterin risk skoru hesaplanmıştır. Her bir kriterin risk skorları toplanarak bağlı oldukları risk faktörünün (bina özellikleri, yangın güvenlik sistemleri ve yönetim sistemleri) skoru elde edilmiştir.
- Risk faktörlerinin skorlarının toplamı tesisin nihai toplam puanını oluşturmuştur.
- Genel puanların karşılaştırılması sonucu, uygulama yapılan tesislerin Yangın Güvenlik Sıralaması yapılmıştır.

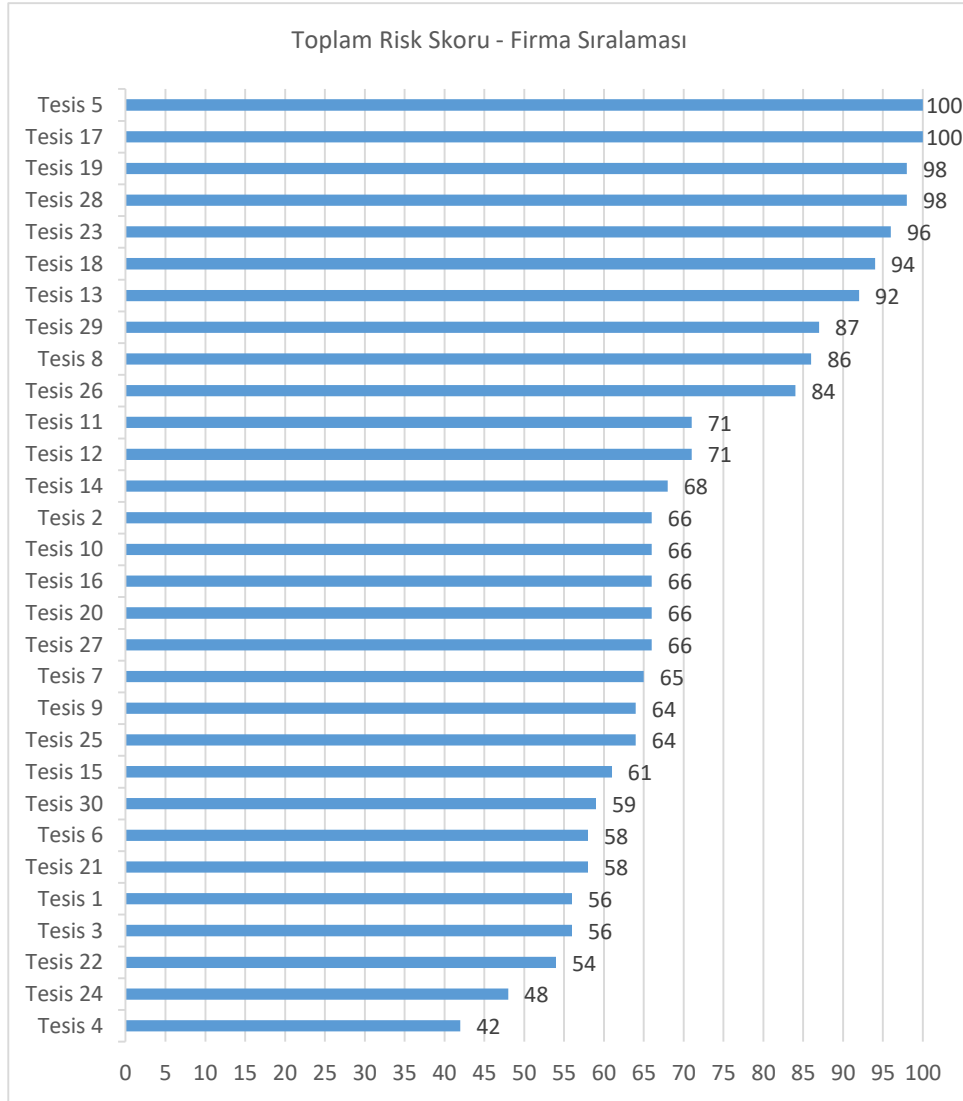
4.2.3 Bulgular

Sıralama yöntemi ile yapılan risk analiz uygulamasından elde edilen sonuçlar çizelge 4.7’de sunulmuştur. Elde edilen skora göre oluşan tesis sıralaması ise çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4. 7 Uygulama yapılan imalat tesislerinde kontrol puanlarının, ağırlıklı risk puanları ile çarpımı sonucu (SxA) toplam risk skorları çizelgesi

Yangın Güvenlik Risk Faktörleri	Firmaların Yangın Risk Final Skorları (%)									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Bina özellikleri	15,8	15,8	15,8	15,8	42,2	12,2	15,8	31,4	15,8	15,8
Yangın güvenlik sistemleri	31,8	40,2	31,8	23,7	47,6	37,4	46,7	44,6	38,2	41,8
Yönetim sistemleri	8,4	10	8,4	2,5	10	8,4	2,5	10	10	8,4
Toplam Skor	56	66	56	42	100	58	65	86	64	66
Yangın Güvenlik Risk Faktörleri	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
Bina özellikleri	15,8	15,8	42,2	15,8	42,2	12,2	42,2	42,2	42,2	15,8
Yangın güvenlik sistemleri	46,8	46,8	47,3	43,8	16,3	45,4	47,6	47,6	47,4	41,8
Yönetim sistemleri	8,4	8,4	2,5	8,4	2,5	8,4	10	3,9	8,4	8,4
Toplam Skor	71	71	92	68	61	66	100	94	98	66
Yangın Güvenlik Risk Faktörleri	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30
	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30
Bina özellikleri	5	15,8	42,2	15,8	15,8	42,2	15,8	42,2	42,2	15,8
Yangın güvenlik sistemleri	44,6	29,8	45,4	23,8	39,8	33,4	41,8	47,4	34,8	34,8
Yönetim sistemleri	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	10	8,4
Toplam Skor	58	54	96	48	64	84	66	98	87	59

Çizelge 4. 8 İmalat tesislerinin toplam risk skorları ve firma sıralamaları



Uygulama yapılan 30 tesiste, yangın risk sıralama yöntemine göre 100 tam puan alan sadece 2 tesis bulunuyorken, 70 puanın altında kalan 18 tesis tespit edilmiştir. Bunlardan 2 tanesi 50 puanın altında çok düşük skorda kalırken, toplam 8 tesisin puanı 60'ın altındadır.

Sonuçlara göre, uygulama yapılan imalat tesislerinin sadece %7'sinde yangın güvenlik önlemleri mevzuat ve standartlara uygun durumda olmasına karşın, yaklaşık %67'si kısmen ya da büyük çoğunlukla yangın güvenliği açısından yetersiz durumdadır ve ciddi bir yangın riski altında çalışmalarını sürdürmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Birçok eski ya da yeni binanın yangın güvenlik seviyesi, yürürlükteki mevzuat ve standartlara uygun durumda değildir. Bu durumun sebeplerinin başında yetersiz bakım ve kontrol gelmektedir. Birçok işyerinde günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakım ve kontrolleri yapılmayan, çalışmayan, arızalı veya kusurlu tesisatlar bir sonraki denetime kadar devre dışı kalmaktadır. Bu şartlarda çalışan işletmeler ciddi yangın riski altında çalışmalarını sürdürmektedirler. Ayrıca, eski binaların büyük çoğunluğu mevzuat ve standartlara uygun hale getirilebilecek durumda olmadığı gibi, uygun hale getirilmesi uzun zaman ve büyük maliyet gerektirmektedir. İşletmeler bu masraf ve zaman kaybından kaçındığı için tesisatlar güvenli hale getirilememektedir. Bu tezde vurgulanan risklerin sıralanması yöntemi ile işletmeler bir aksiyon planı içinde önem derecesine göre riskleri azaltma yoluna gidebilirler.

İmalat işletmelerinde diğer işyerlerine göre yangın riskini arttıran tehlikeli üretim süreçleri söz konusudur. Bu işletmelerde yangın riskleri bina tasarımlarından, kullanılan hammadde ve ekipmanlardan kaynaklanabileceği gibi tasarım veya uygulama hatası bulunan yangın tesisatlarından da kaynaklanmaktadır. Yangın tesisatlarının hatalarından kaynaklanan bu risklerin periyodik kontrollerinde, kontrol listesi şeklinde yapılan risk analizleri nicel veriler içermediğinden tek başına yetersiz kalmaktadır. Mevcut geleneksel kontrol yöntemleri, çoğunlukla alt yapısı kötü durumda olan eski binalardan oluşan tesislerin yangın güvenlik performansı konusunda sınırlı ve yetersiz değerlendirmelere neden olmaktadır. Bu nedenle, sıralama sistemi gibi nicel değerlendirmelere olanak veren bütüncül bir yaklaşım yangın risk analizlerinde tercih edilebilir.

Yangın tesisatlarının tasarım kısmında yapılan temel hataların sonraki yıllar içerisinde periyodik kontroller sonucunda tespit edilmesi ile yangın tesisatı proje aşamasına geri dönmektedir. Hatalı tasarlanan yangın tesisatları tekrar projelendirilerek yeniden uygulanmaya alınmaktadır. Bu durum işletmelere ciddi bir maliyet yükü getirmek ile birlikte ciddi bir iş kaybı yaşatmaktadır. İşletmelerini yangın riski düşük bir yapıya taşıyamayan işletmeler, ülkemizde uygulanan cezai miktarları daha maliyetli görerek kabul etmekte ve yangın risk skorlarını iyileştirememektedir. Cezai miktarların tehlike sınıfına ek olarak yangın risk skor puanına göre şekillenmesi bu tür işletmeler için daha caydırıcı olabilir. Ayrıca bu tezde vurgulanan yöntem ile sigorta şirketleri bir işletmenin risk skorunu nicel veriler ile tespit ederek sigorta maliyetini yüksek veya düşük hesaplayabilir.

Sıralama sistemlerinin diğer bir avantajı da risklerin önceliklendirme yapılması ile maliyet etkinliğinin oluşturulabilmesidir. Ayrıca yangın risk sıralama sistemleri, nicel veriler ile göreceli yangın riskinin hızlı ve basit bir tahminini yapma gibi birçok avantaj sunmaktadır.

Sıralama yöntemi yüksek katlı ofis binaları ve öğrenci yurtları gibi bazı tesislerde de uygulanmış ve önerilmiştir. Sıralama sistemlerinin, çeşitli güvenlik gereklilikleri ve niteliklerinden dolayı, ofis binaları, öğrenci yurtları veya bu tezde vurgulanan imalat tesisleri gibi binaların kullanım tiplerine özgün olarak oluşturulduklarını belirtmek gerekir. Bununla birlikte, kullanım amacına göre farklı bina tiplerindeki yangın güvenlik seviyelerinin, farklı yöntemlerle desteklenerek daha ayrıntılı şekilde incelenmesi de önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] NFPA 101A, (1995). "Guide on Alternative Approaches to Life Safety", National Fire Protection Association, ABD.
- [2] Watts, J. M., (1997a). "Analysis of the NFPA fire safety evaluation system for business occupancies", Fire Technol., 33:276–282.
- [3] Chow, W. K. ve Lui, G. C. H., (2002). "Fire safety facilities assessment for karaokes", Facilities, 20:441–449.
- [4] Chow, W. K., (2002). "Proposed fire safety ranking system EB-FSRS for existing high-rise nonresidential buildings in Hong Kong", J. Archit. Eng., 8:116-124.
- [5] Hassanain, M. A., Hafeez, M. A. ve Sanni-Anibire, M. O., (2017). "Ranking system for fire safety performance of student housing facilities", Safety Science, 92:116-127
- [6] İplikçi, E., (2006). Binalarda Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi Ve Yangın Güvenlikli Bina Tasarımına İlişkin Performans Kriterlerinin Ortaya Konulması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [7] Dirik, C., (2015). Statik Elektrik Kaynaklı Toz Patlamalarının Fmea Risk Analizi Yöntemi İle İncelenmesi Ve Deneysel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gediz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [8] Uçan, R., (2018). İş Güvenliği Uzmanlık Hazırlık Kitabı, Nar Yayınevi, 345, İstanbul.
- [9] Özkan, E., (2002). Çelik Yapı Bileşenlerinde Alınması Gereken Yangın Güvenlik Önlemleri ve Bir Uygulama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [10] Ergin, B., (2010). Yangın Sigortalarında Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Aktüerya Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [11] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, 2013-2018 İstatistikler, <http://itfaiye.ibb.gov.tr>, 7 Nisan 2018.
- [12] London Fire Brigade, London Fire Brigade Incident Records <https://data.london.gov.uk/dataset/london-fire-brigade-incident-records>, 21 Kasım 2018.

- [13] Sucuoğlu, H. S., (2015). The Development of Fire Detection Robot, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- [14] T. C. Resmi Gazete, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği. (28628), 25.4.2013.
- [15] Kılıç, A., (2013). "Türkiye’de Yangın Güvenliğinin Yeterli Olmama Nedenleri", Yangın, Güvenlik ve Koruma Sistemleri Dergisi, 162:8-10.
- [16] Sobral, J. ve Ferreira, L. A., (2016). "Availability of Fire Pumping Systems Under Periodic Inspection", Journal of Building Engineering, 8:285-291.
- [17] T. C. Resmi Gazete, İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu. (28339), 30.06.2012.
- [18] Kılıç, A., (2013). "Yangın Riski", Yangın, Güvenlik ve Koruma Sistemleri Dergisi, 158:8-10.
- [19] T. C. Resmi Gazete, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (26735), 19.12.2007.
- [20] Han, İ., (2017). Duman Dedektörlerinin TS EN 54-5 Ve TS EN 54-7 Standart Testlerinin Uygulanması Sırasında Karşılaşılan Riskler Ve Risk Azaltma Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Doğan, G. İ., (2016). Bir Akıllı Kamu Binasının Yangın Güvenliği Bakımından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Norm Teknik A.Ş., Sprinkler Sistemleri, <http://www.normteknik.com.tr/sistem/001001001/sprinkler-sistemleri>, 19 Ağustos 2018.
- [23] Sayın, E., (2017). "Otomatik Yağmurlama Sistemlerinde Yangın Pompaları", Yangın, Güvenlik ve Koruma Sistemleri Dergisi, 192:48-50.
- [24] TS EN 12845, (2013). Sabit yangın söndürme sistemleri - Otomatik sprinkler sistemleri - tasarım, montaj ve bakım, TSE, Ankara.
- [25] Kilyar, O. A. (2018). Yangın Söndürme Sistemleri Periyodik Kontrol Eğitimi. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İstanbul.
- [26] Bircivan, Y. Y., (2013). Yangın Söndürme Sistemlerinde Kullanılan Sprinklerin Araştırılması ve Sayısal Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [27] Hacı Ayvaz Endüstriyel Mamuller A.Ş., Kuru Alarm Vana Sistemi ve Ekipmanları, <http://www.ayvaz.com/urunler/186-Kuru-Alarm-Vana-Sistemi-ve-Ekipmanlari.html>, 19 Ağustos 2018.
- [28] Standart Pompa ve Makina Sanayi Ticaret A. Ş., NFPA 20’ye Uygun Yangın Pompaları, <http://standartpompa.com.tr/sites/default/files/techdocs/nfpa-20.pdf>, 19 Ağustos 2018.
- [29] Santos, F. J. J. ve Camargo, H. A. (2010). "Fuzzy systems for multicriteria decisionmaking", Clei Electronic Journal, 13:1-8.

- [30] Lo, S. M., (1999). "A fire safety assessment system for existing buildings", Fire Technol., 35:131–152.
- [31] Oturakçı, M. ve Dağsuyu, C., (2017). "Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması", Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 1:17-25.
- [32] Manchester, S. ve Bardos, P., (2004). "Fire Hazards from Self-Heating at Compositing and Waste Processing Sites", Environmental Technology Limited, Building Research Establishment Limited, 1:1-9.
- [33] Prete, L. D., Cefarelli, G. ve Nigro, E., (2016) "Calibration of a simplified method for fire resistance assessment of partially encased composite beams", Journal of Structural Fire Engineering, 7:262-282.
- [34] Başkaya, Z. ve Öztürk, B. A., (2012). "Tedarikçi değerlendirme probleminde bulanık TOPSIS algoritması ile grup karar verme ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkiler", Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 21:153-178.
- [35] Özdemir, A. I. ve Seçme, N., (2009). "İki aşamalı stratejik tedarikçi seçiminin bulanık TOPSIS yöntemi ile analizi", Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 10:79-112.
- [36] Tilehnoel, M. H. ve Aref, M. A., (2013). "Temporal dimension evaluation by fuzzy TOPSIS method", International Journal of Architecture and Urban Development, 3:55-60.
- [37] Guozhong, Z., Neng, Z., Zhe, T., Ying, C. ve Bingul, S., (2012). "Application of a trapezoidal fuzzy AHP method for work safety evaluation and early warning rating of hot and humid environments", Safety Science, 50:228-239.
- [38] Janackovic, G. L., Savic, S. M. ve Stankovic, M. S., (2013). "Selection and ranking of occupational safety indicators based on Fuzzy-Ahp: a case study in road construction companies", South African Journal of Industrial Engineering, 24:175-189.
- [39] Dağdeviren, M. ve Yüksel, I., (2008). "Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management", Information Sciences: an International Journal, 178:1717-1733.
- [40] Tadic, D. ve Djapan, M., (2012). "A fuzzy model for assessing risk of occupational safety in the processing industry", International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 18:115–126.
- [41] Kim, D. I., Yoo, W. S., Cho, H. ve Kang, K. I., (2014). "A fuzzy AHP-based decision support model for quantifying failure risk of excavation work", KSCE Journal of Civil Engineering, 18:1966-1976.
- [42] Huang, Y. F., Hsu, K. H., Chein, P. S. ve Dong, S. H., (2011). "Discussing performance index of human resource valuation with AHP-occupational safety section in T company in Taiwan as the case study", Information Technology Journal, 10:549-556.

- [43] Novin, V., Givchchi, S. ve Hoveidi, H., (2014). "A novel fuzzy-based modeling for route safety management of hazardous materials", International Journal of Scientific & Engineering Research, 5:277-282.
- [44] Yarahmadi, R., (2012). "Evaluating and prioritizing of performance indicators of health, safety, and environment using fuzzy TOPSIS", African Journal of Business Management, 6:20-26.
- [45] Yılmaz, F. ve Alp, S., (2016). "Underlying factors of occupational accidents: the case of Turkey", Open Journal of Safety Science and Technology, 6:1-10.
- [46] Saaty, T. L., (1980). "Multi Criteria Decision Making: The Analytical Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York.
- [47] Ünal, Ö. F., (2011). "Analitik hiyerarşi prosesi ve personel seçimi alanında uygulamaları", Akdeniz Üniversitesi Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3:18-38.
- [48] Saaty, L. T., (1990). "How to make a decision: the analytic hierarchy process", European Journal of Operational Research, 48, 9-26.
- [49] Gülsün, B. ve Yılmaz, F., (2016). "Çalışma ortamına uygun zemin yapısının çok kriterli karar verme yöntemi (AHP) ile seçimi", Uluslararası Hakemli İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Dergisi, 1:41-43.
- [50] Zhao, C. M., Lo, S. M., Lu, J. A. ve Fang, Z., (2004). "A simulation approach for ranking of fire safety attributes of existing buildings", Fire Saf. J., 39:557–579.
- [51] Watts, J. M., (1995). SFPE Handbook of Fire Prevention Engineering, Third Edition, National Fire Protection Association, ABD.
- [52] Lo, S. M., (1998). "A building safety inspection system for fire safety issues in existing buildings", Struct. Surv., 16:209–217.
- [53] Watts, J. M., (1997b). "Fire risk assessment using multiattribute evaluation", Fire Safety Science, 5:679–690.
- [54] Wong, L. T. ve Lau, S. W., (2007). "A fire safety evaluation system for prioritizing fire improvements in old high-rise buildings in Hong Kong", Fire Technol., 43:233–249.
- [55] Watts Jr., J. M. ve Kaplan, M. E., (2001). "Fire risk index for historic buildings", Fire technology, 37:167–180.
- [56] Copping, A. G., (2002). "Application of a systematic fire safety evaluation procedure in the protection of historic property", Fire Prot. Eng., 14:19–25.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmetcan ALKOÇ
Doğum Tarihi ve Yeri : 21.11.1992 - İSTANBUL
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : acanalkoc@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Konstrüksiyon	Yıldız Teknik Üniversitesi	2014
Lise	Fen Bilimleri	Kemalhasoğlu Lisesi	2010

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2016-	Dipol Çevre Ölçüm Ve Analiz Laboratuvarları A. Ş.	Teknik Müdür

YAYINLARI

Makale

1. Alkoç, A. ve Yılmaz, F., (2018). “İmalat Tesislerinde Yangın Tesisatlarından Kaynaklanan Risklerin Sıralama Yöntemi İle Analizi”, Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 2 (1): 1-11.