



TÜYAK 2023

ULUSLARARASI YANGIN GÜVENLİĞİ
SEMPOZYUMU VE SERGİSİ

INTERNATIONAL FIRE SAFETY
SYMPOSIUM AND EXHIBITION

22 - 24 KASIM NOVEMBER 2023

BİLDİRİLER KİTABI PROCEEDING BOOK

Yangın Güvenliğinde
Teknolojik Gelişmeler ve Dijitalleşme

Technological Developments and Digitalization in Fire Safety

© 2023 Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı. Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tamamı veya herhangi bir bölümü, Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı'nın yazılı izni olmadan fotokopi, elektronik, mekanik, vb. yollarla kopya edilip çoğaltılamaz. Kaynak belirtmek koşuluyla alıntı yapılabilir.

KASIM 2023

ISBN: 978-605-4185-10-8

TÜYAK

Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı /Derneği
Perpa Ticaret Merkezi, B Blok Kat:9 No: 1376
Okmeydanı Şişli 34384 İSTANBUL
Tel : 0212 320 24 04
Fax : 0212 320 24 03
Mail : tuyak@tuyak.org.tr
Web : www.tuyak.org.tr

ETIX EVENTS

Etiks Turizm, Organizasyon ve Paz. Hiz. Ltd. Şti
Cemil Topuzlu Cad. Işıl Apt. No:64 D:7
Çiftehavuzlar, Kadıköy – İstanbul
Tel : 90 216 360 59 33
Faks : 90 216 360 75 51
Mail : etix@etix.com.tr
Web : www.etix.com.tr

DOĞA SEKTÖREL YAYIN GRUBU

Doğa Yayıncılık ve İletişim Hizmetleri San.Tic.Ltd.Şti
Ali Nazım Sok.No:30, Koşuyolu, Kadıköy
34718 İstanbul
Tel : +90 216 327 80 10
Faks : +90 216 327 79 25
Mail : info@dogayayin.com
Web : www.dogayayin.com

ÖNSÖZ

2009 yılından beri her iki yılda bir yapılan uluslararası yangın güvenliği sempozyum ve sergisi etkinliğimizin sekizincisi, “Yangın Güvenliğinde Teknolojik Gelişmeler ve Dijitalleşme” ana temasıyla, 22-24 Kasım 2023 tarihleri arasında İstanbul Lütfi Kırdar Kongre Merkezi’nin Rumeli Salonu’nda gerçekleşecektir.

Bir önceki sempozyumdan farklı olarak, bildiri sunumları, panel, forum ve kursların düzenlendiği salonlar Rumeli Salonu’nun alt katında yer alacaktır. Üst katta ise firmalara ait stant alanları yer alacaktır. Ülkemizin içerisinde geçtiği zorlu ekonomik koşullara rağmen, sponsorluklara ve sergi alanı kiralamalarına gösterilen ilgi, sektörümüzün bu etkinliğin gücüne ve etkisine olan inancını ortaya koymuştur.

TÜYAK 2023’te, davetli konuşmacıların yer aldığı 1.oturum dışındaki 15 oturum için, eşzamanlı olarak üç ayrı salonda yapılacaktır. Üç gün boyunca sunumu yapılacak toplam 63 adet bildiri hazırlayan Türk ve yabancı yazar profili; üretici temsilcileri, itfaiye amirleri, akademisyenler, danışmanlar, işletme teknik ekipleri, denetim kuruluşlarında görevli uzmanlar ve sigorta kuruluşu temsilcileri gibi yangın güvenliği sektörünün birçok bileşenini kapsayan geniş bir yelpazeden oluşacaktır.

TÜYAK 2023 sempozyumunun açılış oturumunda yangın güvenliği ile ilgili Avrupa standartlarının güncellenmesinde görev alan konuşmacılar yer alacaktır. Ayrıca ilk günkü etkinlikler arasında, “Yenilenen Standartlar” konulu panelde, son beş yıl içerisinde güncellenen başlıca Türk-Avrupa standartlarındaki önemli değişiklikler hakkında bilgi paylaşılacaktır. Sempozyumun diğer günlerinde, elektrikli araçlar ve enerji depolama sistemleri ile fotovoltaik paneller gibi, ülkemizde ve dünyada yangın güvenliğinin en güncel konularını ve bunlar gibi birçok ilgi çekici konuyu kapsayan sunumlar gerçekleştirilecektir.

Sempozyumun kapanışı, “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” uygulamalarını konu alan geleneksel hale gelmiş bir forum ile yapılacaktır. Bu foruma katılan dinleyiciler Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’ndan, İtfaiyelerden ve farklı disiplinler adına TÜYAK’ı temsil eden uzmanlardan oluşan konuşmacılara yönetmelik uygulamaları ile ilgili soru yöneltme ve görüşlerini paylaşma şansına sahip olacaktır.

Bu sempozyum vesilesiyle yangın güvenliğinin belirli bir disiplini hakkında ayrıntılı bilgi edinmek isteyen katılımcılara yönelik olarak, konularında uzman TÜYAK üyesi eğitimci tarafından verilen ve katılımcı sayısı 50 kişi ile sınırlı olan herbiri bir günlük üç farklı kurs düzenlenecektir. Önceden kayıt yaptırılarak katılım sağlanabilen bu kurslardan “*Kurs-1: Mimari Tasarımda Yangın Güvenliği*” başlıklı olanına, son iki sempozyumda olduğu gibi, belediyelerin ve itfaiyelerin ruhsat vermeye yetkili birimlerinden katılımcıların yoğun bir ilgi göstermesi beklenmektedir. Sempozyumun ikinci ve üçüncü günlerinde düzenlenecek birer günlük diğer iki kurs ise, sırasıyla mekanik ve elektrik yangın korunum sistemlerine ilgi duyan katılımcılara yönelik konu başlıklarına sahip olacaktır (“*Kurs-2: Yağmurlama Sistemi*”).

Tasarımında Bilgisayar Destekli Hidrolik Hesap Eğitimi” ve “Kurs-3: Endüstriyel Tesislerde Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri Tasarımı”).

Son olarak, TÜYAK uzmanlarından oluşan bir komisyonun özverili çalışmalarıyla hazırlanan ve “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’in” ilk dört kısmındaki toplam 66 adet yönetmelik maddesi için açıklayıcı bilgi ve görseller içerecek olan bir uygulama kılavuzunun ilk baskısı, sempozyum sırasında TÜYAK teknik yayınlarının sergilendiği stant alanından temin edilebilecektir.

Ülkemizde yangın güvenliği bilincinin artırılmasına yönelik çalışmaları ilke edinen TÜYAK’ın gerçekleştirdiği düzenli etkinliklerin en kapsamlısı olan sempozyum ve sergilerin bu yıl düzenlenecek olan TÜYAK 2023’ün başarıyla gerçekleşmesi çok sayıda kişi ve kurumun katkısı ve emeği ile mümkün olabilmektedir. Öncelikle TÜYAK’ın kurulmasında ve bu değerli organizasyonun ülkemize kazandırılmasında en büyük pay sahibi olan merhum Prof.Dr.Abdurrahman KILIÇ’ı rahmet, minnet ve özlemlerle anıyorum. Sempozyum ve sergi etkinliğinin tüm katılımcılar için ücretsiz olarak faydalanılabilir olmasını sağlamak için sponsor olan ve katkıda bulunan firma ve kuruluşlara, hazırladıkları bildiriler ve yaptıkları sunumlarla yangın güvenliği ile ilgili çalışmalarını katılımcılarla paylaşan bildiri sahiplerine, forum ve panel konuşmacılarına ve oturum başkanlarına, sempozyum kapsamında düzenlenen kurslarda eğitmen olarak görev alan uzmanlara, organizasyonda görev alan Sempozyum Yürütme Kurulu üyelerine, Tüyak Yönetim Kurulu ile Sempozyum Bilim Kurulu ve Danışma Kurulu üyelerine, Tüyak yetkililerine ve organizasyon firması personellerine teşekkür ediyorum. Ayrıca bu organizasyona doğrudan katkı veren kişi ve kurumların yanısıra, yangın güvenliğine gösterdikleri ilgi sayesinde bu sempozyum ve sergi etkinliğinin devamlılığı için en önemli motivasyon kaynağı olan tüm katılımcılara TÜYAK 2023 sempozyum yürütme kurulu adına ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Sempozyumda sunumları yapılan toplam 63 adet çalışmaya ait bildirilerin yer aldığı bu kitabın sektörümüz için yararlı bir kaynak olmasını diliyorum ve TÜYAK 2023’ün tüm katılımcıların beklentilerini fazlasıyla karşılamasını ümit ediyorum.

Saygılarımla,

Dr.Gökhan Balık

Sempozyum Yürütme Kurulu Başkanı

Değerli Meslektaşlarım,

TÜYAK olarak, yangın güvenliğine ilgi duyan herkesin teknik bilgiye ücretsiz olarak ulaşmasını amaç edindiğimiz çeşitli etkinlikler arasında, bu yıl sekizincisini gerçekleştirdiğimiz uluslararası yangın güvenliği sempozyum ve sergisi, bu etkinliklerimizin en kapsamlısıdır.

Sempozyumda sunumları yapılan tüm çalışmalara ait bildirilerin yer aldığı bu kitap sayesinde, sempozyumda eş zamanlı oturumlardan birini tercih eden dinleyicilerin diğer oturumlardaki çalışmalar hakkında bilgi edinebilmesi veya sempozyuma katılamayan kişilerin TÜYAK 2023'te sunumu yapılan herhangi bir çalışmayla ilgili bilgiye ulaşabilmesi sağlanacaktır. Sempozyumdaki bildirilerin kalıcı olarak bilgisayar ortamından erişilebilir hale getirilmesine olanak veren bildiri kitabını kamuoyunun bilgisine sunuyoruz.

İki yılda bir gerçekleştirdiğimiz sempozyum ve sergi dışında, üç ayda bir yayınlanan Yangın Güvenliği Dergisi ile her yıl belli sayıda düzenlediğimiz seminer ve webinar etkinliklerimiz, kamuoyunun yangın güvenliği ile ilgili teknik bilgiye ücretsiz erişimini sağlamayı amaçladığımız diğer bilgi paylaşım platformlarıdır.

2023 yılı içinde yapılması planlanan 9 adet webinardan 7 adedini gerçekleştirmiş bulunuyoruz. 2023 yılında İstanbul'da 3 adet ve Ankara, Antalya ile Kayseri'de birer adet olmak üzere toplam 6 seminer gerçekleştirdik. Özellikle bina çatılarındaki GES paneli uygulamalarıyla ilgili Ekim ayında İstanbul'da düzenlediğimiz son seminere 15 farklı ilimizin İtfaiye birimlerinin yoğun ilgisiyle karşılaştık ve bu tür güncel konuların daha kapsamlı olarak ele alındığı farklı platformlara duyulan ihtiyacı karşılamak için, 2024 yılı etkinliklerimize bir atölye çalışması ilave etme kararı aldık.

Bunların dışında TÜYAK 2023'te ilk baskısını yayınlamayı hedeflediğimiz ve ilk aşamada Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in ilk 66 maddesinde yer alan bazı hükümler için ilave açıklamalar ve açıklayıcı görseller içerecek şekilde hazırladığımız Uygulama Kılavuzu'nun, en az TÜYAK 2023 sempozyumu kadar ses getirmesini bekliyoruz.

Tüm bu etkinlikler, yangın güvenliği sektörüne katkıda bulunmak için çaba sarfeden çok sayıda kişi ve kurumun desteği ve toplumumuzun bu etkinliklere gösterdiği ilgi sayesinde ücretsiz olarak faydalanabilecek şekilde gerçekleştirilmeye devam etmektedir. Bu kapsamda TÜYAK etkinliklerinde emeği geçen tüm kurul ve komisyon üyelerimize, katkıda bulunan sponsor firmalara, makale veya bildiri yayınlayarak, sunum yaparak, eğitim vererek teknik bilgi paylaşan uzmanlara, TÜYAK 2023'te görev alan tüm kişi ve kurumlara ayrı ayrı teşekkürü borç biliriz. Son olarak, kendisini ülkemizde yangın güvenliği konusunun gelişmesine adanmış ve bu yolda herbiri birbirinden değerli eserlere imza atan değerli Hocamız Prof.Dr.Abdurrahman KILIÇ'ı minnetle ve özlemle anıyoruz.

Saygılarımızla,

Dr.Kazım Beceren

TÜYAK Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı ve Yangından Korunma Derneği Başkanı



TÜYAK 2023

ULUSLARARASI YANGIN GÜVENLİĞİ
SEMPOZYUMU VE SERGİSİ
INTERNATIONAL FIRE SAFETY
SYMPOSIUM AND EXHIBITION
22 KASIM NOV - 24 KASIM NOV 2023

ORGANİZASYON ŞEMASI

YÜRÜTME KURULU

Dr. Gökhan Balık
İlker Özzorlu
Dr. Kazım Beceren
Mehmet Çim
Merve Turan
Taner Kaboğlu
Tolga Ayci

DÜZENLEME KURULU

Cahit Asiltürk
Deniz Arzu Atik
Dr. Gökhan Balık
Hasan Yüksel Önen
Hayri Kartopu
İsmail Turanlı
Dr. Kazım Beceren
Özlem Güneç
Taner Kaboğlu

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Alper Ünlü
Dr. Ceyhun Eren
Dr. Ezgi Korkmaz
Dr. Kazım Beceren
Dr. Mustafa Bilge
Prof. Dr. Mustafa Özgünler
Dr. Serdar Gültek
Prof. Dr. A. Zerrin Yılmaz
Prof. Dr. Adnan Kaypmaz
Prof. Dr. Ahmet Arısoy

Prof. Dr. Figen Beyhan
Prof. Dr. Füsün Demirel
Prof. Dr. Haluk Karadoğan
Prof. Dr. Recep Yamankaradeniz
Yrd. Doç. Dr. Sedat Altındaş
Dr. Gökhan Balık
Dr. Serdar Selamet
Doç. Dr. Saadet Alkış
Dr. Burkay Karadayı
Dr. Gökçe Sönmez

DANIŞMANLAR KURULU

A. Levent Ceylan
Abdullah Bilgin
Akın Altın
Ali Murat Kangun
Ali Rıza Dağlıoğlu
Barış Topal
Barkın Perçin
Bora Kocaman
Bülent Bıdı
Celal Polatdemir
Cem Hozan
Cemal Kozacı
Doğan Kara
Ercan Tanrıvermiş
Eren Kalafat
Ersin Gökbudak
Esat Noyan
Filiz Mumoğlu
Gökhan Aktaş

Fatih Öner
Gökhan Ünlü
Gürkan Erdem
Hamit Mutlu
Hikmet Akın
İbrahim Tolun
İrfan Çelimli
İsmet Özer
Kani Korkmaz
Kemal Gani Bayraktar
Kevork Benlioğlu
Korhan Işikel
Levent Karakoç
M. Serdar Çelik
Meliha Alaloğlu
Mukadder Gültekin
Mustafa Değirmenci
Numan Bulburu
Numan Şahin

Orhan Kalafatoğlu
Sabahattin Bozbey
Sabri Günaydın
Sarven Çilingiroğlu
Serhat Kezik
Sıtkı Engin
Sinan Özgür
Süleyman Bahtiyar
Talat Sağıroğlu
Tanju Ataylar
Teoman Şahin
Timur Diz
Tolga Tekkol
Tuba Bingöl Altıok
Y. Erdinç Sayın
Yener Güreş
Zahit Poyraz
Zeynep Odabaş

SPONSORLAR

Yaka Kartı Sponsoru



Çanta Sponsoru



Döküman Kiti Sponsorluğu



Kahve Molası Sponsoru



Oturum Sponsorluğu



Web Sitesi Sponsoru



TÜYAK 2023 Uluslararası Yangın Güvenliği Sempozyum Programı

1. GÜN 22 Kasım 2023 ÇARŞAMBA	Salon-1
08:00-09:30	KAYIT
09:30-10:30	AÇILIŞ KONUŞMALARI
10:30-11:00	ARA
11:00-12:40	OTURUM-1 Sprinkler ve Su Sisi Sistemi Standartları ve Uygulamaları
	Oturum Başkanı: Gökhan Balık
	1.1. Alan BRINSON What Has Changed in the Revision to EN 12845?
	1.2. Matteo Alessandro BALENI Seismic design for fire protection systems in the Euro-Mediterranean region: THE NEW CEN EN 12845 PART 3
	1.3. Rüdiger KOPP Li-Ion Battery Fire Tests as part of the SUVEREN Research Project
	1.4. David BELL An update on EN14972, automatic water mist technology and an example of how a new standard can be adopted
12:40-15:30	ÖĞLE ARASI SERĞİ ALANI, 1.GÜN ÖĞLE ARASINDAN İTİBAREN ZİYARETÇİLERE AÇIK OLACAKTIR
15:30-17:10	PANEL YENİLENEN STANDARTLAR
	Panel Yöneticisi: Taner KABOĞLU
	Özlem Karadal GÜNEÇ Otomatik Yağmurlama Sistemi TS EN 12845 Bölüm 1-3
	İsmail TURANLI Otomatik Su Sisi Söndürme Sistemi Standardı TS EN 14972 Bölüm 1-17
	Gökhan BALIK Merdiven Basınçlandırma Sistemi Standardı TS EN 12101 Bölüm 13
Akın ALTIN Yangın Algılama Sistemi Standardı TS EN 54 Bölüm 14	

TÜYAK 2023 Uluslararası Yangın Güvenliği Sempozyum Programı			
2. GÜN 23 Kasım 2023 PERŞEMBE	Salon-1	Salon-2	Salon-3
08:00-09:00	KAYIT		
09:00-10:40	OTURUM-2 Söndürme Sistemlerinde Özel Uygulamalar	OTURUM-3 İtfaiyelerin Gözünden Tesislere Özel Önlemler	OTURUM-4 Fotovoltaik Paneller ve Elektrik Kaynaklı Yangınlar
	Oturum Başkanı: Cem HOZAN	Oturum Başkanı: Kemal TERZİOĞLU (ÇOSB)	Oturum Başkanı: Levent YASA
	2.1. Simon Barratt Challenges of fluorine free foam in fixed foam systems	3.1. Serkan KORKMAZ Yüksek Binalarda Yangın Tatbikatı: Vaka Çalışması, Mistral İzmir	4.1. Ali Serdar GÜLTEK Fotovoltaik Panellerle İlgili Yangın Riskleri
	2.2. Cedric Verstryngne Hybrid Fire Extinguishing Systems	3.2. Cevdet İŞBİTİRİCİ Endüstriyel Tesislerde Yangın Güvenlik Önlemlerinin Alınması	4.2. Fırat SALMANOĞLU Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santrallerinde (Ges) Yangın Risk Analizi, Yangın Güvenlik Önlemleri Ve Müdahale Eğitimleri
	2.3. Samer Abdrahman The Return of the In-Rack Sprinklers - In Rack Sprinkler Protection Options Independent of Ceiling-Level Sprinklers	3.3. Gökhan BAŞOĞLU Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde Yangın Güvenlik Tedbirleri ve Yangın Söndürme Sistemlerinin İncelenmesi	4.3. Bilal İĞDIR Fotovoltaik panellerde yangın riski ve önlemleri
	2.4. Soner Karatuyun Elektrik Panolarında Yangın Söndürme Uygulamaları	3.4. Onur Alp Turaç KÜÇÜK Yangın İstatistik Raporlarının Karşılıklı İncelenmesi İstanbul-İzmir Örneği	4.4. Mehmet Ferit PEKEROĞLU Muhtemel Elektrik Kaynaklı Yangınların Önlenmesinde Elektriksel Güvenlik Kültürünün Etkileri
10:40-11:00	ARA		
11:00-13:00	OTURUM-5 Yangın Algılama Sistemlerinde Özel Uygulamalar	OTURUM-6 Bina Kullanıcılarının ve Müdahale Ekiplerinin Güvenliği	OTURUM-7 Kentlerde ve İşletmelerde Riskli Bölgelerin Belirlenmesi
	Oturum Başkanı: Haluk YANIK	Oturum Başkanı: İsmail YAZAN (GOSB)	Oturum Başkanı: Cemal KOZACI
	5.1. Semih KUMAŞ Endüstriyel tesisler çevresinde meydana gelebilecek orman yangınlarının erken tespiti için optik sensörlü sistemler	6.1. Ayşe ÜTÜK Türkiye İtfaiye Teşkilatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Endişesi	7.1. Kübra DEMİR Kent Ölçeğinde Yangın Riski Parametrelerinin Bina Ölçeğinde Alınacak Yangın Güvenlik Önlemlerine Etkisi
	5.2. Maggy Baetens Video Fire Detection - Evolution to a Mature Detection Technology for High-Risk Environments	6.2. Ramazan AKTEPE İtfaiyecilerin karsinojen maddelere mesleki maruziyetleri ve kanser riski	7.2. Hüseyin YAŞAR FMEA Tekniği İle Yangın Risk Analizi İstanbul Havalimanı Örneği
	5.3. Hayri Mutluoğlu Pnömatik Taşıma Hatlarında Kıvılcım Algılama Ve Söndürme Sistemleri	6.3. Latif ERDOĞAN Yangında İnsan Davranışları ve İtfaiyeciler	7.3. Hüseyin Caner YILDIRIM Endüstriyel tesislere yönelik yangın risk değerlendirmesi yöntemi çalışması
	5.4. Ahmet Levent Ceylan F/O Teknoloji Kullanarak Dijital Doğrusal Yangın Algılaması	6.4. Ahmet Murat ARSLAN Tesislerde yangın güvenliği ve müdahale	7.4. Bilgehan ŞAHİN LPG Dolum Ve Boşaltım Tesislerinde Yangınla Mücadele
	5.5. Özcan Uğurlu TS EN 54-20 standardına uygun üretilen hava çekmeli hassas duman dedektörleri ve uygulamaları	6.5. Eser TEMİZ Yangının çıkış yeri ve araştırmalarında metod	7.5. Burcak KARADAYI Endüstriyel yangın sigortacılığında sigorta ettirene düşen görevler: Risk minimizasyonu
13:00-15:30	ÖĞLE ARASI SERGİ ALANI TÜM GÜN ZİYARETÇİLERE AÇIK OLACAKTIR		
15:30-17:10	OTURUM-8 Yapı Malzemeleri ve Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri	OTURUM-9 Farklı Uygulamalarda Yangın Riskine Uygun Önlemler	OTURUM-10 Elektrikli Araçlar ve Enerji Depolama Sistemleri
	Oturum Başkanı: Füsün DEMİREL	Oturum Başkanı: Hüsamettin KAZI	Oturum Başkanı: Gökhan AKTAŞ
	8.1. Tolga AYCI Modüler yapılarda yangın kompartımanı oluşturulmasına yenilikçi yapı malzemeleri ile çözüm önerisi	9.1. Bilgehan BAKIRHAN Tarihi Binalarda Otomatik Yağmurlama Sistemlerinin Söndürme Süresi, Ortam Sıcaklığı ve Bina Özgün Değerlerinin Korunması Bağlamında Etkinliğinin İncelenmesi	10.1. Ahmet TAŞAN Elektrikli ve hibrit araçlar, şarj istasyonları ve yangına müdahale yöntemleri
	8.2. Timur DİZ Dış cephelerde yangın güvenliği	9.2. Burhan YAMAN Yüksek Binalarda Yangın Önlemleri	10.2. Murat KORKMAZ Elektrikli Araçlarda Yangın Riskleri ve Yangına Karşı Alınabilecek Önlemler
	8.3. Steve HILBRAND Firestopping in curtain walling and ventilated rainscreen façades	9.3. Doğan AKPINAR Yangın Risk Yönetimi	10.3. Ahmet Furkan AKYILDIZ Enerji Depolama Sistemlerine İlişkin Yangın Korunum Sistemleri
	8.4. Atakan ALTAN Yönetmelikler Çerçevesinde Yangın Güvenliği ve Engelli Acil Tahliyesi	9.4. Fadime Minik ERDOĞAN Acil Yardım Ambulanlarının Yangın Riski Açısından Değerlendirilmesi	10.4. Selçuk ŞANLI Sabit enerji depolama sistemlerinde yangın güvenliği

TÜYAK 2023 Uluslararası Yangın Güvenliği Sempozyum Programı			
3. GÜN 24 Kasım 2023 CUMA	Salon-1	Salon-2	Salon-3
08:00-09:00	KAYIT		
09:00-10:40	OTURUM-11 Veri Merkezleri	OTURUM-12 Konaklama Tesisleri, AVM'ler ve Endüstriyel Mutfaklar	OTURUM-13 Söndürme Sistemi Ekipmanlarında İşletme ve Bakım
	Oturum Başkanı: Oral DEMİRCİOĞLU	Oturum Başkanı: Hikmet AKIN	Oturum Başkanı: Merve TURAN
	11.1. Emin Ö. İLİŞ Veri Merkezlerinde Yangından Korunma: Sigortalama Kuruluşları Gözünden Teknik Bir Bakış	12.1. Evren UYGUR Otel, motel vb. konaklama amaçlı binalar/tesisler ve yatakhane kullanım amaçlı binalarda yangın korunum gereklilikleri ve yaşam güvenliği	13.1. Onur Ayhan KILYAR İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği kapsamında, yangın mekanik tesisatlarının periyodik kontrolleri ve süreçleri
	11.2. Evren ACARKAN Enerji Depolama Alanlarında Yangın Güvenliği	12.2. Muammer AKGÜN Alışveriş Merkezlerindeki Yemek Katlarında Yangın Riskinin Azaltılması Uygulamaları	13.2. Memet GÜLTEK Sulu Söndürme Sistemlerinin İşletilmesinde Tehlike Değerlendirmesi Uygulamaları
	11.3. Levent COŞKUN Veri Merkezlerinde Kullanılan Yangın Algılama ve Söndürme Sistemleri	12.3. Serhat ERDOĞAN Endüstriyel Mutfakların Yangın Güvenliğinde Havalandırma Sistemlerinin Etkisi	13.3. Levent YASA Yangınla Mücadelede Kullanılan Araç Gereç ve Malzemeler ile Personel Korumaya Ekipmanların Depolama ve Kullanım Esasları
	11.4. Said Eren KARAHAN Veri Merkezleri Tasarımı ve Veri Merkezlerinde Yangın Güvenliği		
10:40-11:00	ARA		
11:00-12:40	OTURUM-14 Patlamadan Korunma	OTURUM-15 Yağmurlama Sistemi Bileşenleri	OTURUM-16 Yangın Güvenliğinde Dijitalleşme ve Teknolojik Uygulamalar
	Oturum Başkanı: Tanju ATAYLAR	Oturum Başkanı: İsmail TURANLI	Oturum Başkanı: Filiz Mumoğlu
	14.1. Muhammed ÇELİK - Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması	15.1. Gültekin GÜNGÖR NFPA 22 Standartların Yangın Söndürme Su Tankları	16.1. Adem ÇAKIR Yangından Korunum 4.0 - Dijitalleşmenin Getirdiği Fırsatlar ve Riskler
	14.2. Uğurcan ÇELEBİ Proses Güvenliği: Patlamaları ve yangınları engellemek, azaltmak için neler yapılmalı?	15.2. Esat ERSOY Residential Sprinkler Sistemleri	16.2. Himmet KAMAN Derin Öğrenme Algoritması Evrimsel Sinir Ağı (Convolutional Neural Network) Kullanılarak Görüntüden Yangın Tespiti
	14.3. Ali Serdar GÜLTEK Endüstride Patlayıcı Ortamlarda Havalandırma	15.3. Yusuf ARSLAN Yağmurlama Sistemi Tesisatında Korozyon: Sorunlar, Önleme Yöntemleri ve Yeni Çözümler	16.3. Hande DEMİREL Üç boyutlu yapı bilgi modeli kullanılarak yangın dinamiği ve yangın tahliyesinin simülasyonu
	14.4. Yusuf Mert SÖNMEZ Patlayıcı Ortam Güvenliği ve Patlamadan Korunma Uygulamalarının Farklı Sektörlerde Uygulamaları		
12:40-15:30	ÖĞLE ARASI SERGİ ALANI TÜM GÜN ZİYARETÇİLERE AÇIK OLACAKTIR		
15:30-17:10	FORUM - BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELİK		
	Forum Yöneticisi: Kazım BECEREN		
	Konuşmacılar Murat BAYRAM - Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Serkan KORKMAZ - İzmir İtfaiyesi Taner KABOĞLU Gökhan BALIK Haluk YANIK		

KATILIMCI FİRMALAR

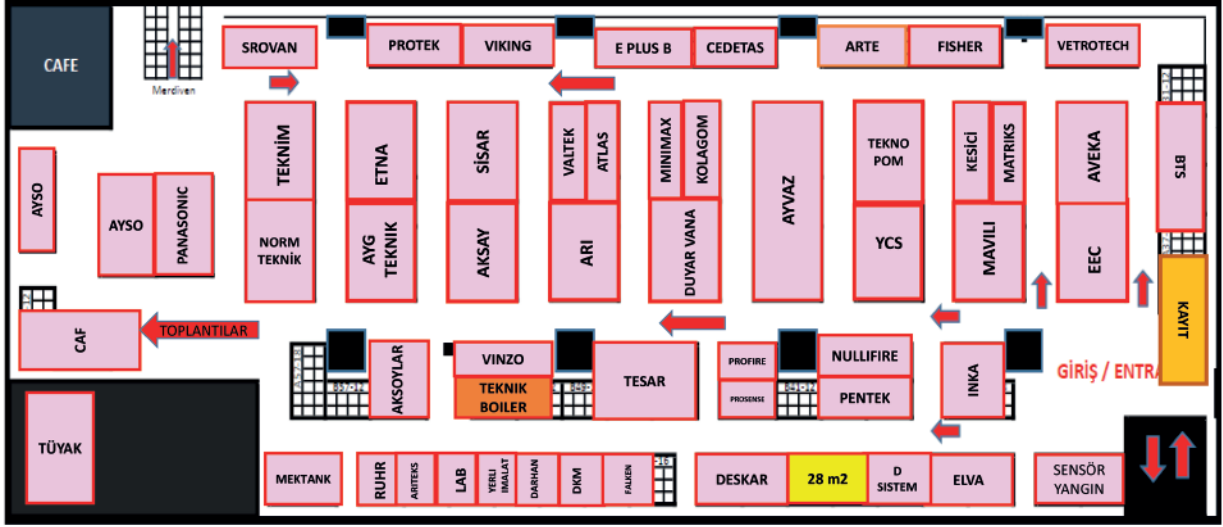
AKSAY	AKSOYLAR MÜHENDİSLİK	ARASCO	ARI YANGIN	ARITEKS
ARTE TEKNOLOJİ	ATLAS TEKNİK	AVEKA	AYG YANGIN	AYSO
BİLGİ ELEKTRONİK	BTS YANGIN	CAF	CEDETAŞ	D SİSTEM
DARHAN	DESKAR	DKM İNŞAAT	DUYAR VANA	E PLUS B
EEC ENTEGRE	ELVA	ETNA	FALKEN	FISHER
HACI AYVAZ	HANNOVER MESSE	İNKA	KESİCİ	KOLAGAM
LABMARKER	MATRİKS	MAVİLİ	MEKTANK	MINIMAX
NORM TEKNİK	NULLFIRE	PANASONIC	PENTEK	PROFIRE
PROSENSE	PROTEK	RUHR PUMPEN	SENSÖR YANGIN	SİSAR
SROVAN	TEKNİK BOILER	TEKNOPOM	TESAR	VALTEK
VETROTECH	VIKING	VİNZO	YCS TEKNİK	YERLİ İMALAT

YERLEŞİM PLANLARI



TÜYAK 2023
ULUSLARARASI YANGIN GÜVENLİĞİ
SEMPOZYUMU VE SERGİSİ
INTERNATIONAL FIRE SAFETY SYMPOSIUM AND EXHIBITION

LUTFI KIRDAR INTERNATIONAL CONVENTION & EXHIBITION CENTER



İçindekiler – Table of Contents

1. Sprinkler ve Su Sisi Sistemi Standartları ve Uygulamaları	18
1.1. Alan BRINSON, What Has Changed in the Revision to EN 12845?	18
1.2. Matteo Alessandro BALENI, Seismic design for fire protection systems in the Euro-Mediterranean region: THE NEW CEN EN 12845 PART 3	25
1.3. Rüdiger KOPP, Li-Ion Battery Fire Tests as part of the SUVEREN Research Project	31
1.4. David BELL, An update on EN14972, Automatic water mist technology and an example of how a new standard can be adopted	39
2. Söndürme Sistemlerinde Özel Uygulamalar	43
2.1. Simon BARRATT, Challenges of fluorine free foam in fixed foam systems	43
2.2. Cedric Verstrynge, Hybrid Fire Extinguishing Systems	47
2.3. Samer ABDLRAHMAN, The Return of the In-Rack Sprinklers - In Rack Sprinkler Protection Options Independent of Ceiling-Level Sprinklers	51
2.4. Soner KARATUYUN, Elektrik Panolarında Yangın Söndürme Uygulamaları	55
3. İtfaiyelerin Gözünden Tesislere Özel Önlemler	63
3.1. Serkan KORKMAZ, Yüksek Binalarda Yangın Tatbikatı: Vaka Çalışması, Mistral İzmir	63
3.2. Cevdet İŞBİTİRİCİ, Endüstriyel Tesislere Yangın Güvenlik Önlemlerinin Alınması	73
3.3. Gökhan BAŞOĞLU, Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde Yangın Güvenlik Tedbirleri ve Yangın Söndürme Sistemlerinin İncelenmesi	85
3.4. Onur Alp Turaç KÜÇÜK, Yangın İstatistik Raporlarının Karşılıklı İncelenmesi İstanbul-İzmir Örneği	87
4. Fotovoltaik Paneller ve Elektrik Kaynaklı Yangınlar	107
4.1. Ali Serdar GÜLTEK, Fotovoltaik Panellerle İlgili Yangın Riskleri	107
4.2. Fırat SALMANOĞLU, Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santrallerinde (GES) Yangın Risk Analizi, Yangın Güvenlik Önlemleri ve Müdahale Eğitimleri	114
4.3. Bilal İĞDIR, Fotovoltaik Panellerde Yangın Riski ve Önlemleri	124
4.4. Mehmet Ferit PEKEROĞLU, Muhtemel Elektrik Kaynaklı Yangınların Önlenmesinde Elektriksel Güvenlik Kültürünün Etkileri	135
5. Yangın Algılama Sistemlerinde Özel Uygulamalar	146
5.1. Semih KUMAŞ, Endüstriyel Tesisler Çevresinde Meydana Gelebilecek Orman Yangınlarının Erken Tespiti için Optik Sensörlü Sistemler	146
5.2. Maggy BAETENS, Video Fire Detection - Evolution to a Mature Detection Technology for High-Risk Environments	158
5.3. Hayri MUTLUOĞLU, Pnömatik Taşıma Hatlarında Kıvılcım Algılama Söndürme İstemleri	157
5.4. Ahmet Levent CEYLAN, F/O Teknoloji Kullanarak Dijital Doğrusal Yangın Algılaması	179

5.5. Özcan UĞURLU, TS EN 54-20 Standardına Uygun Üretilen Hava Çekmeli Hassas Duman Dedektörleri ve Uygulamaları	192
6. Bina Kullanıcılarının ve Müdahale Ekiplerinin Güvenliği	208
6.1. Ayşe ÜTÜK, Türkiye İtfaiye Teşkilatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Endişesi	208
6.2. Ramazan AKTEPE, İtfaiyecilerin Karsinojen Maddelere Mesleki Maruziyetleri ve Kanser Riski	218
6.3. Latif ERDOĞAN, Yangında İnsan Davranışları ve İtfaiyeciler	231
6.4. Ahmet Murat ARSLAN, Tesislerde Yangın Güvenliği ve Müdahale	239
6.5. Eser TEMİZ, Yangının Çıkış Yeri Ve Araştırmalarında Metot	249
7. Kentlerde ve İşletmelerde Riskli Bölgelerin Belirlenmesi	258
7.1. Kübra DEMİR, Kent Ölçeğinde Yangın Riski Parametrelerinin Bina Ölçeğinde Alınacak Yangın Güvenlik Önlemlerine Etkisi	258
7.2. Hüseyin YAŞAR, FMEA Tekniği İle Yangın Risk Analizi İstanbul Havalimanı Örneği	267
7.3. Hüseyin Caner YILDIRIM, Endüstriyel Tesislere Yönelik Yangın Risk Değerlendirmesi Yöntemi Çalışması	282
7.4. Bilgehan ŞAHİN, LPG Dolum Ve Boşaltım Tesislerinde Yangınla Mücadele	288
7.5. Burcak KARADAYI, Endüstriyel Yangın Sigortacılığında Sigorta Ettirene Düşen Görevler: Risk Minimizasyonu	302
8. Yapı Malzemeleri ve Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri	309
8.1. Tolga AYCI, Modüler Yapılarda Yangın Kompartımanı Oluşturulmasına Yenilikçi Yapı Malzemeleri ile Çözüm Önerisi	309
8.2. Timur DİZ, Dış Cephelerde Yangın Güvenliği	319
8.3. Steve HILBRAND, Firestopping in Curtain Walling and Ventilated Rainscreen Facades	329
8.4. Atakan ALTAN, Yönetmelikler Çerçevesinde Yangın Güvenliği ve Engelli Acil Tahliyesi	333
9. Farklı Uygulamalarda Yangın Riskine Uygun Önlemler	360
9.1. Bilgehan BAKIRHAN, Tarihi Binalarda Otomatik Yağmurlama Sistemlerinin Söndürme Süresi, Ortam Sıcaklığı ve Bina Özgün Değerlerinin Korunması Bağlamında Etkinliğinin İncelenmesi	360
9.2. Burhan YAMAN, Yüksek Binalarda Yangın Önlemleri	370
9.3. Doğan AKPINAR, Yangın Risk Yönetimi	378
9.4. Fadime Minik ERDOĞAN, Acil Yardım Ambulanslarının Yangın Riski Açısından Değerlendirilmesi	386
10. Elektrikli Araçlar ve Enerji Depolama Sistemleri	394
10.1. Ahmet TAŞAN, Elektrikli ve Hibrit Araçlar, Şarj İstasyonları ve Yangına Müdahale Yöntemleri	394
10.2. Murat KORKMAZ, Elektrikli Araçlarda Yangın Riskleri ve Yangına Karşı Alınabilecek Önlemler	403

10.3. Ahmet Furkan AKYILDIZ, Enerji Depolama Sistemlerine İlişkin Yangın Korunum Sistemleri.....	413
10.4. Selçuk ŞANLI, Sabit Enerji Depolama Sistemlerinde Yangın Güvenliği	423
11. Veri Merkezleri	431
11.1. Emin Ö. İLİŞ, Veri Merkezlerinde Yangından Korunma: Sigortalama Kuruluşları Gözünden Teknik Bir Bakış	431
11.2. Evren ACARKAN, Enerji Depolama Alanlarında Yangın Güvenliği	440
11.3. Levent COŞKUN, Veri Merkezlerinde Kullanılan Yangın Algılama ve Söndürme Sistemleri	447
11.4. Said Eren KARAHAN, Veri Merkezleri Tasarımı ve Veri Merkezlerinde Yangın Güvenliği ..	444
12. Konaklama Tesisleri, AVM'ler ve Endüstriyel Mutfaklar	461
12.1. Evren UYGUR, Otel, Motel vb. Konaklama Amaçlı Binalar/Tesisler ve Yatakhane Kullanım Amaçlı Binalarda Yangın Korunum Gereklilikleri ve Yaşam Güvenliği	461
12.2. Muammer AKGÜN, Alışveriş Merkezlerindeki Yemek Katlarında Yangın Riskinin Azaltılması Uygulamaları	475
12.3. Serhat ERDOĞAN, Endüstriyel Mutfakların Yangın Güvenliğinde Havalandırma Sistemlerinin Etkisi	491
13. Söndürme Sistemi Ekipmanlarında İşletme ve Bakım	497
13.1. Onur Ayhan KILYAR, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği Kapsamında, Yangın Mekanik Tesisatlarının Periyodik Kontrolleri ve Süreçleri	497
13.2. Memet GÜLTEK, Sulu Söndürme Sistemlerinin İşletilmesinde Tehlike Değerlendirmesi Uygulamaları	507
13.3. Levent YASA, Yangınla Mücadelede Kullanılan Araç Gereç ve Malzemeler ile Personel Koruyucu Ekipmanların Depolama ve Kullanım Esasları	516
14. Patlamadan Korunma.....	533
14.1. Muhammed ÇELİK, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması	533
14.2. Uğurcan ÇELEBİ, Proses Güvenliği: Patlamaları ve Yangınları Engellemek, Azaltmak için Neler Yapılmalı?	536
14.3. Ali Serdar GÜLTEK, Endüstride Patlayıcı Ortamlarda Havalandırma	543
14.4. Yusuf Mert SÖNMEZ, Patlayıcı Ortam Güvenliği ve Patlamadan Korunma Uygulamalarının Farklı Sektörlerde Uygulamaları	552
15. Yağmurlama Sistemi Bileşenleri.....	560
15.1. Gültekin GÜNGÖR, NFPA 22 Standartların Yangın Söndürme Su Tankları	560
15.2. Esat ERSOY, Residential Sprinkler Sistemleri	567
15.3. Yusuf ARSLAN, Yağmurlama Sistemi Tesisatında Korozyon: Sorunlar, Önleme Yöntemleri ve Yeni Çözümler	576

16. Yangın Güvenliğinde Dijitalleşme ve Teknolojik Uygulamalar	583
16.1. Adem ÇAKIR , Yangından Korunum 4.0 – Dijitalleşmenin Getirdiği Fırsatlar ve Riskler	583
16.2. Himmet KAMAN , Derin Öğrenme Algoritması Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network) Kullanılarak Görüntüden Yangın Tespiti	589
16.3. Hande DEMİREL , Üç Boyutlu Yapı Bilgi Modeli Kullanılarak Yangın Dinamiği ve Yangın Tahliyesinin Simülasyonu	603

WHAT HAS CHANGED IN THE REVISION TO EN 12845?

Alan BRINSON

ABSTRACT

prEN 12845-1 is the draft review of EN 12845:2015+A1:2019 [1]. It has passed the CEN enquiry and the comments are being addressed. It will be a state of the art standard. A first change was to split the standard in two, with prEN 12845-2 providing complementary guidance for the design of ESFR and CMSA systems. That draft has also passed the CEN enquiry. Separately, prEN 12845-3 offers guidance for sprinkler system earthquake bracing. It is about to be circulated for CEN formal vote. This paper will review what else has changed, starting with the new hazard categories and the background behind them. It will explain the relationship between parts 1 and 2, as well as the new pump set standard and pump standard. Many other improvements have been made to introduce new technology and clarify certain areas. One major improvement is the introduction of much greater detail of what to check during periodic inspections. The standard also includes innovations to help avoid corrosion, and guidance for the design of foam-water sprinkler systems. A second draft is expected to be circulated to Turkish standards next year, and we encourage you to read and comment on it.

Key words: revision of EN 12845, sprinkler hazard analysis, sprinkler system design

SUMMARY

prEN 12845-1 introduces a new hazard categorisation system to permit the inclusion of technology previously only available in American standards and documents. By including knowledge from across Europe it also introduces many new design concepts to protect a much wider range of buildings. Europe is being offered a state of the art standard for the design of sprinkler systems to protect the risks of today, from automatic car stackers to high rise apartment buildings to flammable liquid stores, offices, factories and huge warehouses, more economically than in the past. Comments on the draft are being addressed, following which a second draft will be circulated next year. All members of CEN will soon have an opportunity to read that draft and suggest areas for improvement.

INTRODUCTION

Sprinkler systems are installed to protect life and property, usually either at the insistence of an insurer or to comply with a fire safety code. It is therefore essential that they work. Standards set out how sprinkler systems should be designed and what components should be used to ensure the highest probability that a sprinkler system in a building will work as intended.

This paper begins by making the case for standards and revisions to them. It then sets out the new structure of EN 12845-1, including an introduction to the new hazard categories together with an explanation of their background. Much of the detail in EN 12845-1 regarding pumps has been moved to a pump set standard, which itself will refer to a pump standard. This is explained. The paper also highlights new technology and clarifications made in certain areas. It introduces the greater detail of the checks during periodic inspections and discusses innovations in the standard to help avoid corrosion. It ends with an overview of the first European design guidance for foam-water sprinkler systems.

The new draft EN 12845-1 makes use of test data and knowledge from as many sources as possible, including from NFPA, FM Global, VdS, CNPP, BRE, SP and leading manufacturers.

Purpose of Standards and of their Revisions

Sprinklers were invented in the 19th century to protect property from fire. In the second part of the 20th century they began to be used to protect people from fire. Their effectiveness has been demonstrated in many statistical analyses of real fires and today national fire codes require sprinklers to be installed in many types of buildings. When regulators impose or incentivise the use of sprinklers in fire codes they need a standard to which they can refer, so that it is clear to all involved what is an acceptable system. Standards set out how a sprinkler system should be designed, installed and maintained, as well as clarifying which components should be used to ensure the expected performance. This is the primary purpose of standards. Since the first sprinkler standards were written well over 100 years ago, the buildings and the contents that sprinklers protect have changed, with new and more challenging risks emerging. To protect these risks new sprinkler solutions have been developed, underpinned by extensive full-scale fire test research. At the same time more efficient sprinkler designs have been introduced to protect existing risks. These developments need to be included in standards, so that they can be invoked in fire codes and by regulators. New technology allows sprinklers to protect more risks, at lower cost, and therefore encourages the use of sprinklers. Similarly, by including technology in a standard we encourage use of that standard, since there is less need to consult other documents.

New Structure of EN 12845-1

As we worked on the new draft, it became longer and longer. At the same time, we expected that parts of the standards dealing with storage protection would need more frequent review in the future. To enable focussed reviews we decided to split the standard into EN 12845-1, which will apply to all systems and EN 12845-2, which solely deals with design criteria for ESFR and CMSA systems. New storage concepts are regularly being introduced to make more efficient use of warehouse space and reduce the time to find items stored. Often these concepts cannot be adequately protected by existing sprinkler designs and new sprinkler designs are needed. At the same time manufacturers regularly introduce more cost-efficient designs to protect existing risks. EN 12845-2 will therefore probably need more frequent reviews than the much larger EN 12845-1.

Currently EN 12845 does not include any guidance for seismic bracing of sprinkler systems. Recently this gap was filled with the publication of CEN/TS 17551 [2]. It needs to be amended and we decided at the same time to upgrade it to a future EN 12845-3. That standard is about to be circulated by CEN for formal vote, with publication expected in the first half of next year.

Aside from technical improvements, we have revised the structure of EN 12845-1 so that it follows the design process. This means that hazard classification is now the first step and details are not in annexes at the end of the document. Following the usual chapters on scope, normative references, and terms and definitions, the sequence of chapters is as follows:

- Contract planning and documentation
- Extent of protection
- Fire hazard classification methodology
- Construction features influencing fire hazards
- Fire hazard classification of storage occupancies
- Fire hazard classification for non-storage buildings
- Hydraulic design criteria
- Protection of special hazards

Next are chapters on pipe sizing, layout and hydraulic calculations, sprinkler system components, installation type and size, spacing and location of sprinklers, sprinkler design characteristics and uses, valves, pipework and supports, alarms and alarm devices, and signs, notices and information.

They are followed by a chapter on alarm generation, monitoring and transmission to remote manned station. This chapter has been updated to reflect current practice, recognising that regulators and other authorities have imposed different requirements in different countries.

Next are chapters on water supplies, type of water supply, and pumps. Today EN 12845 offers no guidance on which type of water supply to use. The new draft includes guidance under 'Choice of water supply', which reflects best practice and may help to introduce some consistency in this area where there are currently large differences across Europe. The chapter on pumps is slimmer than today, because much of the material on pump set design has been moved to prEN 17451, the draft sprinkler pump set standard. That draft has passed the CEN enquiry and will soon be circulated for formal vote, with publication expected in the first half of next year. prEN 17451 in turn refers to EN 12259-12, the recently published sprinkler pump standard. prEN 12845-1 still specifies the performance required from the pump set, the pressure switches and the design of the power supply for electrically driven pumps.

prEN 12845-1 then has chapters on commissioning and replacement sprinklers. The final chapter is on maintenance and inspection. Now 19 pages, it has been substantially revised with a table showing the periodicity of inspections for each element and much more detail of what should be checked.

The chapters are followed by 50 pages of annexes. Annex A categorises 12 pages of high hazard storage (HHS) goods. These categorisations had not been revised for decades. We took many days to go through this list, basing our decisions on a mixture of testing, advice from mirror committees and the knowledge of committee members. Each good is assigned a category from 1 to 5, with a small number of exceptions such as aerosols and flammable liquids that are addressed under special hazards.

Annex B is a model maintenance report, listing all the checks to be made. Annex C describes the role of an independent certification body. Annex D is on pre-calculated systems, which are not used in most countries. Measures to improve system reliability and availability, such as during maintenance, are in Annex E. On that note, Annex F lists precautions to take and procedures to follow when a sprinkler system is not fully operational. Annex G sets out what tests are to be conducted on sprinklers from existing installations, to give confidence that those not removed for testing will work as intended. It is based on long experience from VdS [3]. Annex H describes how to measure wall thickness with ultrasound and is again based on VdS experience.

New hazard categories in EN 12845-1 and their background

To enable the use of designs now in NFPA 13 [4] and FM data sheets [5], the hazard classification system now matches that used in those documents. Almost all sprinkler research is conducted in the US, with the largest sprinkler market. It was no longer tenable for Europe to apply a different approach.

EN 12845-1 also divides hazards into storage and non-storage, with non-storage further split into manufacturing and non-manufacturing. A flow chart (see Figure 1) helps the user to arrive at the correct hazard classification. Construction features, such as combustible construction materials, can affect the rate of fire growth and the sprinkler system design will now take this into account. Similarly, at greater height a larger fire will be required to operate the sprinklers and therefore a more powerful response will be needed from the sprinkler system. For non-storage hazards prEN 12845-1 has five Fire Hazard classes, FH1 to FH5. This is a simplification from the current nine classes (Light hazard, Ordinary hazard 1-4 and High hazard process 1-4). There are now five High Hazard Storage classes, HHS 1-5, one more than at present to clarify differences between exposed and cartoned plastic.

While Annex A provides a hazard category for many stored goods, it does not cover those containing plastic. They can be assigned a hazard category using another flowchart, as shown in Figure 2. The new draft contains guidance for the protection of 17 common storage configurations with design areas of operation and application densities for each storage configuration and HHS class. There is also a table of Fire Hazard classes and design guidance for special fire hazards in manufacturing processes.

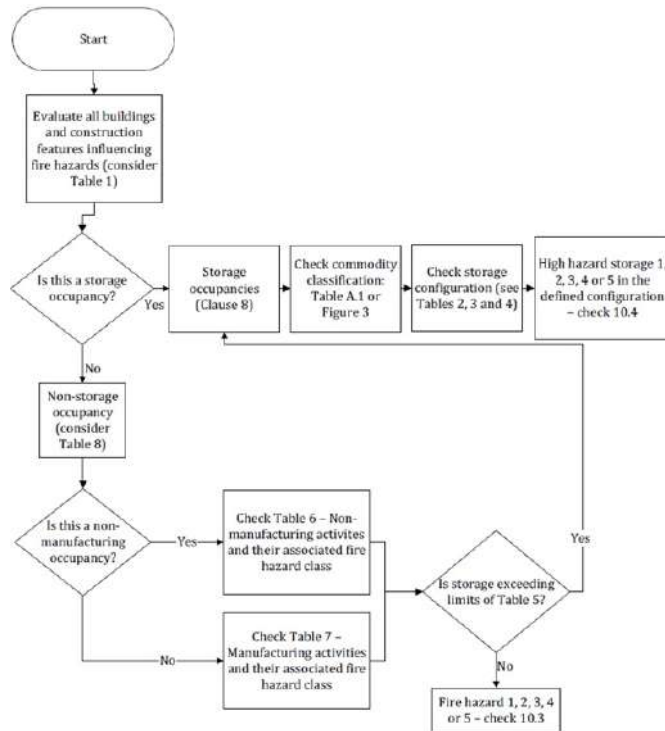


Figure 1 Methodology and process of hazard classification

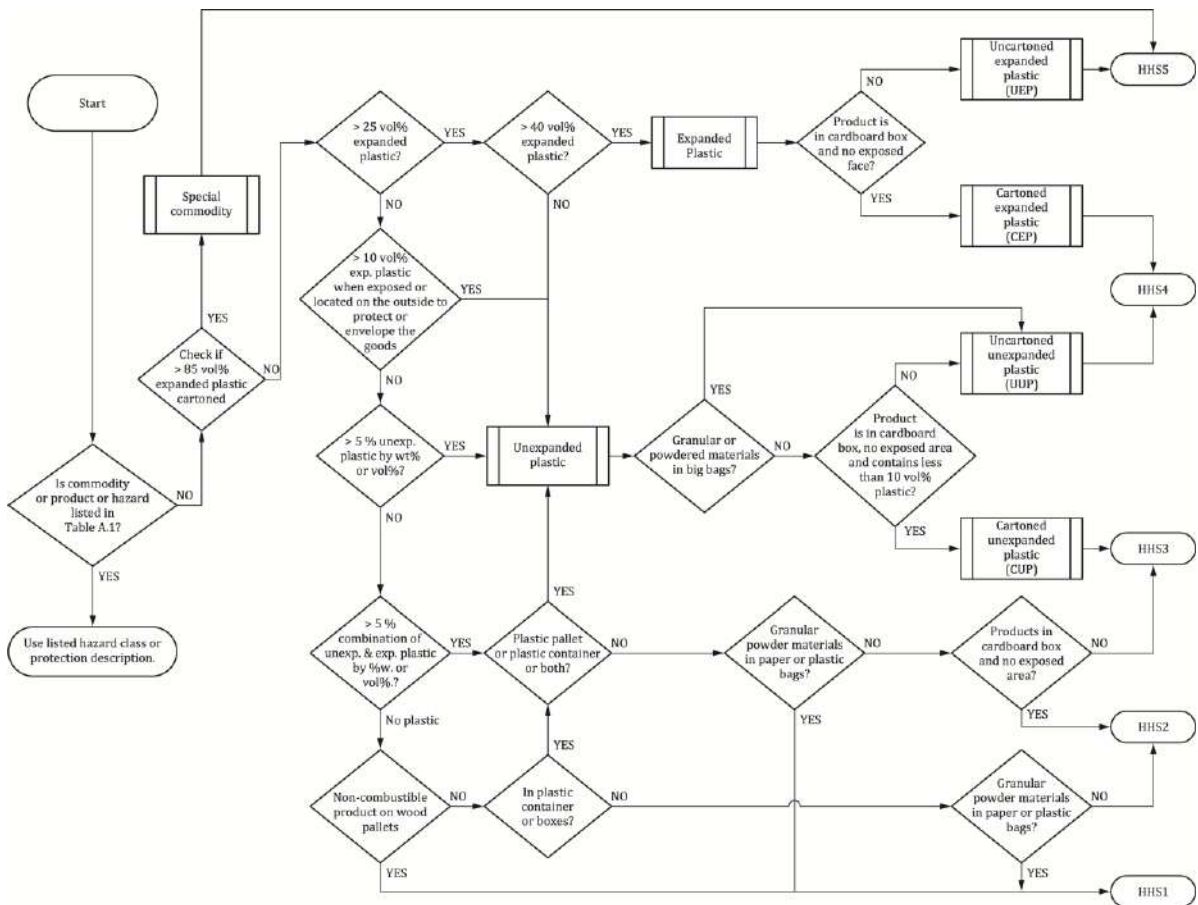


Figure 2 Fire hazard classification process for storage commodities containing plastic

The chapter on the protection of special hazards includes guidance for sprinkler systems to protect aerosol containers, clothes in multiple rack hanging garment storage, flammable liquid storage, storage in open-top containers, distilled spirits in wooden barrels and automatic car stackers. There is also guidance for the design of sprinkler systems for residential occupancies using non-residential sprinklers, the protection of high-rise buildings and for designs that make use of extended coverage sprinklers in storage and non-storage applications.

Many non-storage buildings have areas with different hazards and many different sectors of economic activity have hazards common to other activities. The revised standard recognises this and contains lengthy tables with typical hazard classes for areas, such as electrical rooms, that are found in many buildings, as well as the different hazards found within a sector, such as mashing and fermenting rooms, ammonia rooms and blow moulding of PET containers in the food and drink sector.

All of this new, detailed guidance is intended to help the user of the standard identify the correct hazard category for the sprinkler system. Without that, the design will be incorrect before any calculations have been performed!

Installation Criteria

prEN 12845-1 clarifies how to deal with obstructions, where to place in-rack sprinklers and how to protect concealed spaces. It also provides guidelines on how to deal with potential interactions between sprinkler systems and smoke control systems. Tables showing minimum pipe wall thicknesses for different pipe standards have been updated, reflecting the full range of acceptable pipe standards used across Europe. The water tank volume will in future be based on Q_{100} rather than Q_{max} , reducing its minimum volume, while the maximum water velocity in the suction pipe has been increased. Both measures introduce cost savings.

New Technology and Clarifications

The current edition of EN 12845 has half a page of guidance for the protection of aerosol containers, with limited options, whereas prEN 12845-1 has over five pages with guidance for many different storage configurations and up to much greater heights. Likewise the guidance for flammable liquid storage has expanded from one page to 11 pages, again with more storage configurations to greater stored heights. The new flammable liquid guidance is largely based on testing by CNPP [6] in France. Many of the sprinkler system protection concepts for flammable liquids include foam, for which the current edition of EN 12845 does not include any guidance (see the section below). Also within the chapter on special hazards is guidance for how to protect three variations of storage configurations: picking racks with solid shelves and gangways, carton records storage with catwalk access, and automatic rack storage retrieval systems with small units (mini-load). There are also 13 pages dedicated to the design of sprinkler systems to protect distilled spirits in wooden barrels. This guidance is based FM Global research [7] which was presented to the CEN committee.

As cities grow, we are seeing more and more high-rise buildings in their centres, where land is not available. prEN 12845-1 clarifies the guidance for high-rise buildings, illustrated with improved drawings. In cities land is also not available for car parks, so we see more compact designs, such as automatic car stackers. Drawing on learning from fire tests and over 20 years of successful field experience in Germany and other countries, prEN 12845 now includes design guidance for the sprinkler protection of automatic car stackers. It also includes foam to protect against leakages of liquid fuel from the plastic fuel tank. EN 16925 [8] is the European standard for the design of sprinkler systems for residential buildings, but unless otherwise clarified in a national annex, it is only applicable to residential buildings up to 18 m high. prEN 12845-1 includes guidance on how to design residential sprinkler protection systems above that height, using either residential sprinklers or quick response sprinklers. The designs are more economical than those in the current edition of EN 12845.

Extended coverage sprinklers are a more cost-effective technology, saving on metres of pipe to be hung. 12 pages of guidance in prEN 12845-1 set out how to use extended coverage sprinklers to protect a

range of fire hazards, including storage. As when ESRFs were introduced into EN 12845, we do not yet have a component standard, so CEN drafted prEN 12259-15, a component standard for spray pattern sprinklers with a k-factor above 160, extended coverage sprinklers and control mode special application sprinklers. The draft recently passed the CEN enquiry. Meanwhile EN 12259-13 has been published as the ESRF component standard.

As well as the above, we have introduced many clarifications throughout the standard, including such established areas as pipework and supports, and alarms.

Periodic Inspections

Chapter 21 in the 2015 edition of EN 12845, 'Periodic system inspection', is now 27.1, with the same title. It requires that the system 'be periodically inspected by qualified personnel at least once a year.' Furthermore, 'it is recommended that the system inspections are undertaken by an independent body.' In 3.151 is a definition for 'qualified personnel'. In reality we would like to require an annual third party inspection but CEN rules do not allow standards to specify who does the work, only what must be done. We have therefore recommended that the inspection be conducted by someone independent and have clarified who is competent to conduct an inspection. In some countries an annual third party inspection is required by the government when sprinklers are installed to comply with building codes. There is evidence that these inspections lead to more reliable systems.

Corrosion Mitigation

Corrosion can threaten the performance of sprinkler systems. Countries like Germany, where all sprinkler systems are thoroughly inspected, including internally, have found that dry systems are particularly prone to corrosion. This risk can be reduced by ensuring there is a slope to drain the system after the hydraulic test, as well as by using threaded joints to prevent water accumulating in grooved connections. Nevertheless there is always water vapour in the pipe network and in combination with compressed air corrosion can be rapid. While galvanising has often been applied to prevent corrosion, field inspections have revealed that it does not help. Even worse, when wet pipe systems are galvanised the zinc can react with the water to release hydrogen. There have been several explosions. The draft of EN 12845-1 therefore does not allow galvanised pipe in wet systems and has removed the incentive of a better C-factor in the Hazen-Williams pressure loss calculation with galvanised pipe in dry systems.

Testing has shown that 98% nitrogen can greatly reduce corrosion in dry systems [9], [10]. To encourage the use of nitrogen the draft EN 12845-1 allows hydraulic calculations to use a C-factor of 120, as for wet pipe systems. A chemically bonded internal polymer also reduces corrosion to very low rates. Its surface is smoother than steel, reducing frictional pressure losses as water moves through the pipe. For these reasons a C-factor of 140 may be used with this internal protection in both wet and dry systems.

Design of Foam-Water Sprinkler Systems

Having included foam injection for sprinkler systems to protect car stackers and flammable liquids, we needed to refer to design guidance for the design of foam-water sprinkler systems. We discovered that this is not included in the European foam standards [11], which instead refer to EN 12845. We corrected that with clause 22.3.1 of prEN 12845-1, which contains guidance for the design of foam-water sprinkler systems. Among the enquiry comments were some about the phase-out of AFFF concentrates due to health concerns about fluorinated surfactants. This issue is rapidly evolving and a phase-out of AFFF concentrates now looks likely. Although at the time of writing it is unclear what timetable will be agreed, some European countries will probably move faster and soon ban AFFFs. We have therefore revised all references to foam design to be based on non-fluorinated foam. Testing has shown that while non-fluorinated foam can perform on flammable liquids, it is a less forgiving technology and requires combinations of foam concentrate and discharge device to be tested and approved for different flammable liquids. As yet there are no European test standards so we refer to UL 162 and FM 5130.

CONCLUSION

The new draft of EN 12845 has introduced many changes to bring the standard up to date with current technology. Systems designed to this new edition will be able to protect a wider range of fire challenges and will often be able to protect buildings more economically. Hazard classification will be more accurate, so that buildings and occupancies get the protection they need. A focus on long term system reliability incentivises the use of technology to make systems inherently less prone to corrosion, while detailed maintenance and testing requirements will help to ensure systems work throughout their lifetime. Separation of EN 12845 into three parts with a separate standard for pump sets will enable more focussed, timely reviews as technology and knowledge evolve. prEN 12845-1 ('pr' stands for 'projet', the French for draft) introduced many important changes, resulting in a very large number of comments at the CEN enquiry stage. It was impossible to address them within the CEN timetable so the work item has expired. Over half of the comments have been addressed. Next year a new work item will be requested and a second draft prepared for enquiry. That will be an opportunity for all the national standards bodies who make up the CEN membership to review and submit comments.

REFERENCES

- [1] EN 12845:2015+A1:2019 Fixed firefighting systems – Automatic sprinkler systems – Design, installation and maintenance
- [2] CEN/TS 17551:2021 Fixed firefighting systems. Automatic sprinkler systems. Guidance for earthquake bracing
- [3] VdS Schadenverhütung GmbH, Cologne, Germany
- [4] NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems, NFPA, Quincy, MA, USA, 2022
- [5] FM Global Property Loss Prevention Data Sheets, FM Global, Johnston, RI, USA
- [6] Groupe CNPP, Saint Marcel, France
- [7] FM Global Research Campus, Gloucester, RI, USA
- [8] EN 16925:2018/AC:2020 Fixed firefighting systems. Automatic residential sprinkler systems. Design, installation and maintenance
- [9] Corrosion Inhibition of Dry and Pre-Action Fire Suppression Systems Using Nitrogen Gas, J. Tihen, Potter Electric Signal Company, St Louis, MO, USA, 2019
- [10] New Corrosion-Resistant Sprinkler Pipe, Approved Product News Volume 37 Issue 1, FM Approvals, Norwood, MA, USA, 2020
- [11] EN 13565-2:2018+AC:2019 Fixed firefighting systems – Foam systems – Part 2: Design, construction and maintenance

CURRICULUM VITAE

Alan Brinson is the Executive Director of the European Fire Sprinkler Network. On graduating from Cambridge University he joined Shell as a research process engineer, moving to Proctor & Gamble before joining Tyco in 1992. With Tyco he held a series of European fire protection business and product management roles, culminating in responsibility for the European sprinkler and special hazards components business. In 2003 Alan left Tyco and set up the EFSN. For the past 20 years he has led and participated in successful sprinkler campaigns in many European countries, working with EFSN members, fire chiefs and officials to ensure that new buildings are fitted with sprinklers. Alan contributes to research to support these campaigns to bring the benefits of sprinklers to society. He is also a member of standards committees for BSI, CEN and NFPA, and is a chartered chemical engineer.

SEISMIC DESIGN FOR FIRE PROTECTION SYSTEMS IN THE EURO-MEDITERRANEAN REGION: THE NEW CEN EN 12845 PART 3

Matteo Alessandro BALENI

ABSTRACT

The Euro-Mediterranean area, due to its geological conformation, is prone to relevant seismic risk, requiring protection for structural and non-structural elements, including sprinkler installations.

Existing US standards for sprinkler systems such as NFPA 13 and FM 2-8 provide instructions about how to secure them from earthquake; but they are both based on calculation methods different from the one imposed here by EUROCODES (ASD vs. LRFD) and the same happens with the parameter measuring the seismic risk (S_{DS} vs. PGA), thus making it difficult to apply their contents properly.

In order to fix this and many other issues, CEN norm for design and installation of sprinkler systems (CEN EN 12845) is under review and, between other things, its Part 3 will finally provide a pathway for seismic design, integrating, reviewing and completing the contents of the current CEN TS 17551 and evolving it into a full norm.

Part 3 will offer a complete engineering approach to seismic protection for sprinkler and other water based firefighting systems, fully compliant with Eurocodes requirements and based on the three main pillars of a proper seismic protection design: sway bracing, flexibility and clearance.

Furthermore, in the current lack of other specific norms, EN 12845 Part 3 will be definitely used outside fire protection market, granting a kind of “harmonized” seismic design approach for mechanical, electrical and plumbing systems too.

This study is meant to provide an overview of this new CEN EN 12845 Part 3 and its importance in the Euro-Mediterranean area for seismic protection design of sprinkler and other water based firefighting systems.

Keywords: Seismic protection on firefighting systems, Eurocodes, FM 2-8, NFPA 13, CEN EN 12845, Part 3, norm

INTRODUCTION

In the Euro-Mediterranean region, the sprinkler systems are designed according to the current three main guidelines used worldwide, being them CEN EN 12845, NFPA 13 and FM 2-0.

But this area, due to the geological conformation, is also highly subject to relevant seismic risk considering the presence of many faults in the subsoil. Such risk is not homogeneously spread through all of the nations within this area but is mainly concentrated in its southern-eastern part, Italy, the Balkans, Greek and of course Turkey being severely affected by this issue.

As a consequence, together with seismic engineering at structural level, mandatory to prevent the building from collapsing under the seismic shakes, it's very much important to take proper care of the non-structural elements inside the buildings, especially the ones crucial for the life safety, such as

sprinkler installations: several independent analysis led to the evidence that a fire is a following event of an earthquake most of the times, therefore sprinkler systems must be capable of operating during and, mostly, after the earthquake hit.

The parameters used to measure the entity of such seismic risk are mainly two:

- Short Period Spectral Acceleration (S_{DS}), mainly used in the USA area
- Peak Ground Acceleration (PGA), mainly used in EMEA area

The main difference between the two is that while the PGA measures (through a probabilistic analysis) the maximum expected acceleration of the ground (in a very specific return period), the S_{DS} represents (to simplify) what is experienced by the building: so, as it can be easily guessed, the two parameters are not interchangeable.

The US standards for seismic protection in sprinkler installations are two:

- NFPA 13
- FM 2-8

These two standards set the bar for sprinkler seismic protection starting in the US and then spreading at worldwide level, their contents being acknowledged and accepted almost everywhere. Yet their use in territories different from the US may generate some issues in abroad local implementation due to two main reasons.

The first one is that, as previously said, the seismic risk maps of the USA are based on Short Period Spectral Acceleration (S_{DS}) but such parameter is not the one upon which the Euro-Mediterranean region maps are based, making it difficult to find a proper value to be used outside US territories. Same happens with FM Global: it's true that it provides an own developed worldwide seismic hazard map based on S_{DS} , but such map may differ from the existing geological ones since it accounts for property damage and business interruption too.

The second reason is the calculation method used. While both NFPA 13 and FM 2-8 standards calculate the entity of the seismic action according to the Allowable Stress Design (ASD) method while in the Euro-Mediterranean region, Eurocode 8 mandates the use of a different design approach, being it the Load and Resistance Factor Design (LRFD), this last one being a little bit more complicated to use but providing more accurate results.

Considering all of the above, it was sometimes difficult to adapt the US pathways to the Euro-Mediterranean region, being it challenging to properly define the right entity of the seismic coefficient on one hand and, on the other, being the US requirements and approaches not compliant with specific local norms requirements.

All of the above made it clear for the Euro-Mediterranean region the real need for a specific design pathway on seismic protection in sprinkler systems, being it based on Eurocode 8 (which clearly prescribes it) and similar in the approach to NFPA 13 and FM 2-8 (proven to be valid by years of successful applications).

The CEN norm for sprinkler installations, EN 12845, in its current version (Rev. 1), doesn't provide any direction about seismic protection and this gap forced the designer to source elsewhere the information needed. For this reason, in 2021 a document was released under the name of CEN TS 17551 which was a first attempt to finally offer local designers a pathway to follow in order to secure the sprinkler installations they were designing from seismic actions.

The big importance of this document was that it finally provided the users a standardized way to calculate the seismic action using PGA as the coefficient to assess seismic risk, furthermore being in compliance with Eurocode 8 requirements. The TS had to be officially enforced by all CEN members since September, 30th 2021 and so it slowly started to be adopted and used as seismic design guideline; as it normally happens, in 2023 after two years of circulation the document went through a full revision so to fix typos, better explain applications details, deepen contents and implements comments received.

At the same time, the long awaited Rev. 2 of CEN EN 12845 had moved forward too and considering all the improvements, changes and updates the document needed in order to be on par with the technology level the market had reached, it was acknowledged that it'd have been way too big as a document, so for a better understanding and fruition it was decided to split it in different parts:

- EN 12845-1: design of standard sprinklers
- EN 12845-2: design of CMSA and ESFR

As a final step, it was agreed to upgrade TS 17551 into a full norm, thus becoming “**EN 12845-3: seismic protection for sprinkler installations**”

EN 12845-3

EN 12845-3 is a huge step forward for the Euro-Mediterranean designers since with its upgrade to full norm it becomes the standard to refer to when considering seismic protection on sprinkler installations: more, it is clearly stated in the *Introduction* that it can be applied to other water based firefighting systems so its range becomes even wider.

Despite several contents being different, the overall design approach of EN 12845-3 complies with NFPA 13 and FM 2-8 requirements, providing instructions on:

- Bracing and anchoring
- flexibility
- clearance

Everything as per above must be implemented by designers through proper drawings and calculations reports, so to be checked, verified and approved by authorized entities.

Furthermore and differently from NFPA 13 and FM 2-8, EN 12845-3 in compliance with Eurocode 8 requirements provides a minimum PGA value for an area to be considered subject to an effective seismic risk, this value being 0.08g.

Should there be any specific local requirement anywhere different from EN 1284-3 and more restrictive, local requirements shall always prevail.

Bracing and anchoring

The purpose of braces is to minimize differential movements between the sprinkler pipe and the structural element they are connected to, both in the horizontal plane (horizontal seismic load) and in the vertical one (vertical uplift). They have to be installed on horizontal pipe runs as well as on risers and they can be 2-way braces (preventing the pipe from moving in two directions: left/right or back/forth) or 4-way braces (preventing the pipe from moving in all directions: left/right and back/forth).

Bracing has to be done on ALL pipes of the sprinkler system, main pipes being provided with *lateral/longitudinal sway braces*, branch lines (referred to as “range pipes”) with *restraints* (not requiring design, but only to be installed at specific spans along the pipes), risers with *4-way braces*.

As previously said, sway braces must be capable of resisting the horizontal seismic action (F_a), to be calculated in compliance with Eurocode 8 design approach for which EN 12845-3 offers two alternative pathways: the “official” Eurocode method or the simplified method, this last one providing the user a handier formula with less coefficients to be used, at the cost of an overestimation of the real entity of the force.

The official Eurocode formula per se seems quite easy:

$$F_a = \frac{(S_a \times W_a \times g_a)}{q_a}$$

where:

W_a : weight of water-filled pipes within the zone of influence (which is the portion of the piping system reinforce by a single brace, based on the type of brace and the sprinkler piping layout)

g_a : importance factor

q_a : behaviour factor

$$S_a = \alpha \times S \times \left\{ \frac{3 \times \left(1 + \frac{Z}{H} \right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} - 0,5 \right\}$$

S: soil amplification coefficient

a: peak ground acceleration (PGA)

Z: pipe height

H: building height

T_a : period of vibration of piping

T_1 : period of vibration of building

But if some of these parameters can be easily calculated (W_a , a, Z, H) and are directly provided by the document (g_a , q_a), some others are either difficult to calculate (T_a , T_1) or requiring further onsite analysis (S).

The simplified method sweeps the table from any possible of the above issues providing simplifications and assumptions through specific coefficients (towards safety, of course) and thus reducing the parameters to be input to two only, the PGA (a) and the zone of influence weight (W_a).

As previously said, together with the horizontal force there's a "parasite" upward force due to the horizontal force itself and the installation angle of the brace, called net vertical uplift (VF):

$$VF = \left(\frac{F_a}{\tan \alpha} \right) - \frac{1}{2} W_a$$

where:

F_a : seismic horizontal force

α : brace angle from the vertical

W_a : weight of water-filled pipes within the zone of influence

If VF is >0, further reinforcements on the hanger support are required.

Sway braces shall be directly attached to the structural elements, which must be capable of carrying the calculated force and all bracing components shall be certified and assessed to be used in seismic applications: other different type of solutions won't be accepted.

Finally, In compliance with EN 1992-4:2018 and EOTA TR 049 requirements, all concrete anchors must be specifically designed and manufactured as to be capable of operating under seismic conditions: other different type of solutions won't be accepted.

Flexibility

Sprinkler system pipes are connected to or supported by different structural elements. These elements, be them made of concrete, steel or wood, during earthquake shakes move differently one from the other and so the pipe runs connected to them suffer from differential movements.

More, the seismic actions increases with the height, so the higher you go, the stronger the seismic force will be: so different parts of the sprinkler piping fixed at the bottom or at the top of the building can be subject to different stresses and movements.

To allow the system compensating these different movements and properly respond to seismic action, a correct alternation between rigid and flexible couplings must be considered on horizontal and vertical pipes, the flexible ones to be carefully and precisely installed at some very specific locations (e.g. close to any change in direction, be it vertical or horizontal).

Furthermore, when crossing seismic structural joints a sprinkler pipe must be provided with seismic separation assemblies, allowing them to compensate for the differential movements the pipe passing through the joint will necessarily suffer. The assemblies can be either pre-assembled or manufactured onsite with elbows, flexible couplings and pipe nipples.

Clearance

Sprinkler pipes passing through structural elements may be damaged from differential movements: for this reason it's important to provide a void around the pipes preventing them from being damaged by any possible impact.

The size of clearance changes with pipe diameter: 25mm for pipes up to 3" and 50mm for pipes ≥ 4 ". If such clearance cannot be granted, flexible couplings have to be installed on either sides of the structural element, with the only exception of pipe passing through frangible material elements not requiring any fire rating: in this last case clearance criteria will not apply.

Be careful that the 50mm clearance criteria applies not only to pipes but to sprinkler heads too and is to be considered with regards to both structural and non-structural elements.

CONCLUSIONS

PART 3 will finally offer the users an all-encompassing design pathway to secure seismic protection for sprinkler installations and other water based firefighting systems, providing formulas to calculate the seismic action, instructions about sway bracing components selection and positioning, flexibility and clearance criteria, all of these being the milestones for a proper seismic design.

We're pretty sure EN 12845-3 will impact the Euro-Mediterranean market deeper and harder than the CEN TS 17551 did and that its contents will be implemented not only in the fire protection market but also in MEP installations, where standards and norms are, for the time being, lacking, thus leading to a more homogeneous and harmonized seismic design approach across all of the countries within the area.

SHORT CURRICULUM

Matteo Alessandro Baleni

Matteo Alessandro Baleni is nVent Business Development Manager for CADDY Seismic Protection products, responsible for Southern and Eastern Europe.

A graduated civil engineer at Politecnico di Milano University, with specialization in hydraulic systems engineering, he spent almost his entire work career in struts and construction business, working 6 years for Hilti Italia (manufacturer of construction and building products) as technical helpdesk and then

territory solution engineer, 1 year for Knauf Italia (plasterboard manufacturer) as solution engineer, 6 years for Tyco Fire Protection Products Italia (water based fire protection products manufacturer) as technical product manager and, before joining ERICO, few months for MEFA Italia (fastening system manufacturer) as support engineer. Matteo also deepened his marketing skills and competences working four years as product manager for Antalis Italia (paper merchant company).

Once joined ERICO (then evolved into nVent) in the CADDY division, Matteo managed his own sales and technical role supporting fire protection engineering firms and contractors in the seismic protection design and organizing and delivering more than 100 technical seismic seminars (focused on seismic protection for sprinkler systems) across Europe for engineers in the last ten years.

He is a speaker/lecturer at national (AIIA - Italian association of fire protection engineering) and international conferences (HUZOP - Croatian fire protection engineering association; TUYAK – Turkish fire protection engineering association; VdS – German institute for security and safety; ELYPIKA – Hellenic Institute for the fire protection of structures; FOUR ESSENTIALS – Turkish engineering meeting) and is currently member of the EFSN (European Fire Sprinkler Network) Technical Committee.

Matteo Alessandro Baleni is 51 and lives in Padova (North-East Italy) with his sweetheart, his seven years old son and his dog.

LITHIUM-ION BATTERY FIRE TESTS AS PART OF THE SUVEREN RESEARCH PROJECT

Ruediger KOPP

Abstract

Fire protection of Li-Ion battery applications has brought along new challenges due to the high energy density and sudden, violent fire development, also involving jets flames, which can quickly spread to other combustible materials in the vicinity.

Various firefighting means have been tested and compared within the SUVEREN research project under identical, reproducible conditions, such as sprinklers or high-pressure water mist, but also foam, aerosol and gas extinguishing agents.

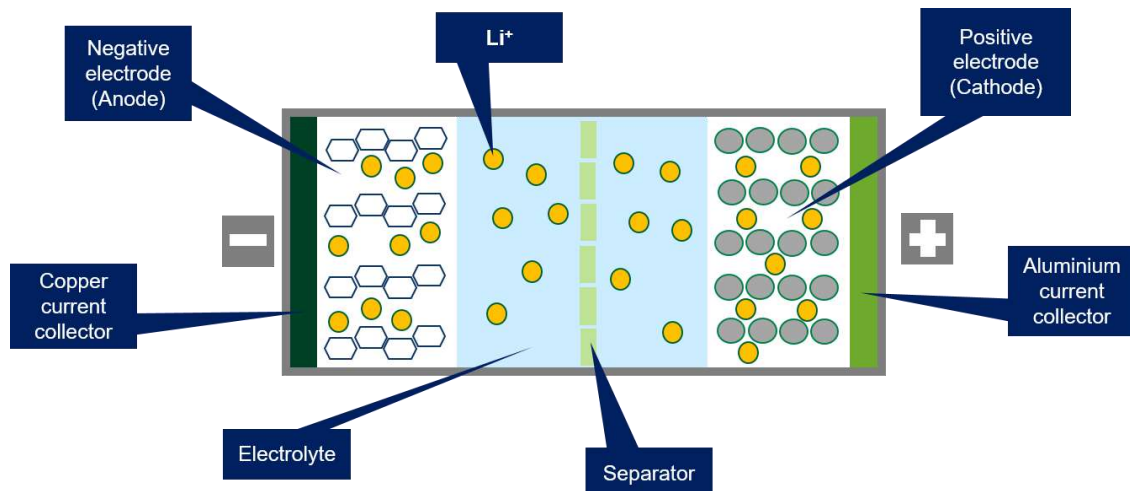
When comparing the various firefighting systems, it was found that water is very suitable for fighting battery fires due to its heat capacity and its energy binding potential during evaporation. These results formed the basis for further tests on the firefighting performance for various Li-Ion battery application, such as production and test environment, energy storage systems as well as for electric vehicles in car parks.

The paper will provide a summary of findings from the SUVEREN fire tests as well as an overview to the derived guidance documents for protection of car parks with electric vehicles and energy storage systems.

Key words: Li-Ion battery, SUVEREN research project, high-pressure water mist

Basics of Battery Technology

Like most batteries, Lithium-ion batteries (LIB) consist of cathode, anode and electrolyte. A semi-permeable layer electrically separates cathode and anode (negative and positive poles). If this layer collapses or is damaged, an internal short circuit is generated and the energy stored in the battery is released. Batteries combine highly flammable materials with high energy contents, which creates new hazards for the field of fire protection. The risk for a battery ignition, due to internal or external reasons, depends on various factors, such as state of charge (SOC), age or chemistry of the cathode material.



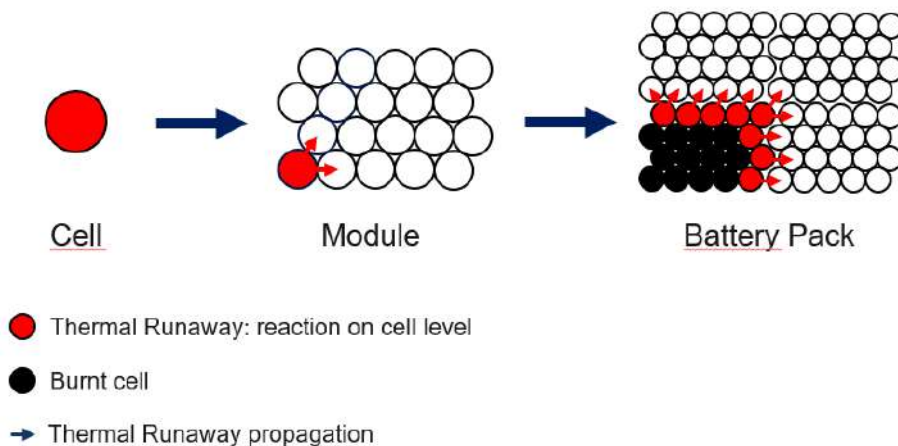
Components of Lithium-Ion battery cell

LIB are manufactured in three different shapes: cylindrical, prismatic and pouched cells. Whereas cylindrical and prismatic cells have a hard metallic casing, pouched cells are housed in a flexible metallic foil. Their shape and size determine the batteries energy content and field of application. A single LIB cell can only store a small amount of energy. For applications like electric vehicles and energy storage systems (ESS), numerous cells are electrically connected to increase the resulting capacity and power. Those so-called battery modules or packs are managed and monitored by a battery management system (BMS).

Burning Characteristics of LIBs

Different reasons can cause a Lithium-Ion battery to ignite: those can be mechanical, thermal or electrical damage. Regardless the type of damage, all of them can result in an internal short circuit initiating the so-called thermal runaway. The thermal runaway is a fast battery-internal exothermal reaction leading to the release of the electric energy stored in the battery. Moreover, vast amounts of gases are emitted from the battery cell. These battery venting gases are toxic, corrosive and explosive. In many, but not all cases the venting gases ignite, which results in the combustion of the batteries components and other electrical hardware in the surrounding. This combustion energy adds up to four to eleven times the electrical energy released from the cell.

The thermal runaway is an exothermal reaction. This leads to a temperature rise in adjacent cells bringing them into thermal runaway as well. Temperatures of over 1,000°C can be reached within short time. Without external intervention, the thermal runaway propagates through the battery module or even the entire battery pack.



Thermal runaway propagation

SUVEREN Research Project

The SUVEREN research project (www.suveren-nec.info) dealt with "Safety in underground urban structures when using new energy sources". A consortium consisting of the German Institute for Materials Research and Testing (BAM), the Research Institute for Improvement of Inner-City Traffic and Underground Construction (STUVA) and the fire protection company FOGTEC carried out the investigations funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF). One of the most important goals was to develop concrete and implementable recommendations for dealing with new energy sources in underground car parks.

Three test series with different targets, fire loads and setups were carried out in the fire laboratory of the Institute for Applied Fire Protection Research (IFAB). The aim of the first test series was to investigate the ignition and fire behaviour of Lithium-Ion batteries and to understand in principle the

processes and reactions involved. In the second series of experiments, the focus was on firefighting and detection technologies for exposed batteries, e.g. in battery test benches and the third looked at the scenario of electric vehicles in garages and in energy storage systems (ESS).

Fire Behaviour of Lithium-Ion Batteries

To evaluate the fire behaviour of Lithium-Ion batteries, a dedicated fire test enclosure (calorimeter) was developed that enabled the measurement and determination of numerous fire parameters. An exhaust hood was connected to the enclosure collecting and analysing all gases produced during the fire for determining the generated heat release rate (HRR).

Batteries that were ignited (thermal runaway was started) in the SUVEREN calorimeter by mechanical stress or overcharging showed very fast and violent reactions with explosions and extensive jet flames. A module with almost 300 round cells and an electrical capacity of 2.5 kWh reacted completely in two to three minutes. For another module with 3.75 kWh, the reaction lasted for about 30 minutes. The tests showed that battery fires could differ significantly depending on cell chemistry and cell type. The initiation of the thermal runaway and consequently of a fire usually takes place in a single cell of the battery pack. Qualitative defects, aging processes, electrical faults such as short circuits, thermal overload or mechanical stress, e.g. caused by an accident, can be the trigger for the thermal runaway of the Lithium-Ion battery. The reaction starting in a single cell rapidly propagates to the entire battery by heating the adjacent cells. If high temperatures and large jet flames occur, this can immediately lead to a fire of the entire vehicle or ESS.

Comparison of Different Firefighting Technologies

To interrupt this form of fire development, the heat generated during these reactions must be extracted and the battery cooled. Most effective cooling is achieved directly on the surface of the battery pack, where temperatures range up to 1,000°C.

Venting gases produced during the tests were analysed within the SUVEREN research project by an infrared spectrometer (FTIR) which showed up to ten highly toxic and corrosive substances, e.g. Hydrogen Fluoride (HF), in critical concentrations. In principle, the release of toxic gases follows the development of the heat release and represents an increased health risk for people in the vicinity, particularly in an underground car park situation. This applies to both general combustion products, such as Carbon Monoxide (CO), and to more battery-specific decomposition products such as Hydrogen Fluoride.

In the second series of tests, various firefighting means were tested and compared under identical, reproducible and scientific conditions, such as sprinklers or high-pressure water mist. Special high-pressure water mist nozzles were installed, using ten times less water than conventional sprinkler technology. The countless droplets quickly cooled down the fire and could even demonstrate to limit the spread of thermal runaway within the tested Lithium-Ion batteries.

Gas-based extinguishing agents such as Nitrogen (N₂), Carbon Dioxide (CO₂), Novec as well as Aerosol and two extinguishing agent additives were also tested. An important finding from this was the significant influence of the environment as well as the design of the battery pack and its integration into the vehicle on the firefighting success. Although all tested agents had an effect on the fire, appropriate full-scale fire tests have to be conducted for the extinguishing agent and system technology depending on the environment and battery composition. The generated high temperatures can affect the thermal stability of some agents and cause their decomposition into other hazardous and corrosive substances. Information on this is usually provided in the manufacturer's data sheets. Therefore, attention should be paid to whether persons in the firefighting environment could be harmed by the extinguishing agent itself.

When comparing the various firefighting systems, it was found that water is very suitable for fighting battery fires due to its heat capacity and its energy binding potential during evaporation. These results formed the basis for further fire tests on the firefighting performance of electric vehicles.

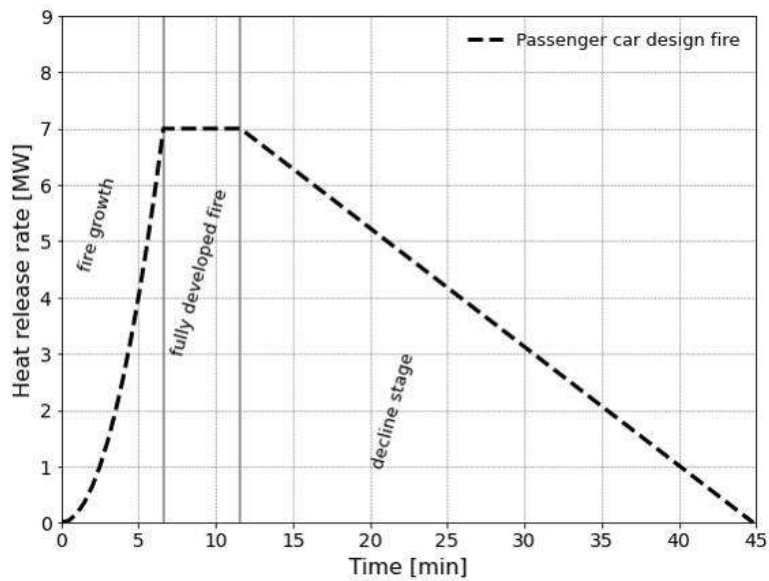


Water mist activation in SUVEREN fire test with electric vehicle

SUVEREN Fire Tests for Car Parks

Usually, batteries of electric cars are housed in an enclosure mounted under the vehicle floor, which hinders direct cooling and allows the fire spread to the entire vehicle and the surroundings. In addition, the vehicle itself makes it difficult for the firefighting agent to reach the source of the fire, since in most cases it is discharged via a ceiling-mounted firefighting system. Due to the extensive fire loads and high temperatures, the aim of firefighting systems is to contain the fire and to prevent it from spreading to adjacent vehicles and to reduce elevated heat radiation to the building structure. In order to develop effective firefighting systems it was first necessary to define the fire load of modern passenger cars.

It was found that changes in vehicle types, design and equipment, irrespective of its motorization, have an impact on the fire behaviour. This is primarily due to the increasing use of combustible materials, especially plastics. In the event of fire, these contribute to the release of toxic smoke gases and to the heat generation. The larger and heavier the vehicles, the more intense the fire event. During the course of the SUVEREN research project, comparable and publicly available data on passenger vehicle fires were analysed. The aim was to quantify the described changes in order to describe the fire of a passenger car in a reproducible and comprehensible way and to develop a design fire from this. Design fires are often used in fire protection to demonstrate the effectiveness of fire protection measures. During its elaboration, care was taken to ensure that the proposed design fire covers the fire progression of both electrically and combustion engine passenger vehicles. The defined fire progression curve takes into account the faster and more severe fire behaviour of electric vehicles. Regardless of the drive type, a maximum vehicle heat release rate of 7 MW can be expected.



Modern passenger car design fire

Firefighting Passenger Car Fires in Garages

A third series of tests analysed the effects of electric vehicle fires in garages. For this purpose, a car park site was simulated on the fire test ground of the German Aerospace Research Institute (DLR). The fire progress was evaluated based on the design fire developed within the research project. A passenger car mock-up and target vehicles were arranged within the test hall equipped with temperature measurements. The focus was on the effects of a firefighting system and the related temperature development.

Intense heat can affect the load-bearing structure and affect the stability of a garage. Fires in multi-storey car parks and garages show that in the absence of fire fighting systems, the fire spreads to adjacent vehicles and makes it difficult for the fire services to extinguish the fire.

To prevent such events, the fire tests were carried out to develop a system that can detect and fight vehicle fires as early as possible. Currently, electric vehicle fires are often controlled by fire services by emerging the damaged electric vehicles into large water filled containers. This approach is difficult in underground garages due to the limited space available. The results of the SUVEREN fire tests showed that appropriately tested systems effectively limit the spread of fire to one or a few vehicles, provided that they are activated in an early stage of the fire development.



Thermal images of vehicle fire tests with water mist activation

Since the fire and temperature development of electric and combustion engines vehicles are very similar, the question of the fire probability remains, which cannot finally be answered at present. Investigations and statistics still do not allow to determine whether the age of a vehicle has an

influence on the fire risk. With conventional vehicles, the risk of fire increases as the vehicle ages. It could be assumed that this also applies to electric vehicles.

As result from these SUVEREN fire tests a guideline has been produced summarizing the findings and providing protection concepts for vehicle parking and charging areas.

SUVEREN Fire Tests for Energy Storage Systems

Based on the findings from the research project SUVEREN additional full-scale fire tests were conducted for ESS in co-operation with the Institute for Applied Fire Safety Research (IFAB) in a following research project named SUVEREN Storage. The test set-up modelled a real ESS using a 20' container and LIB with representative energy content as fire load. In order to evaluate the fire propagation, LIBs were also used as target fire loads. The tests aimed for finding the best firefighting technology and strategy to mitigate the effects of a thermal runaway in battery cells and to prevent the propagation of a thermal runaway and a related fire. Hence, water-based gaseous as well as aerosol systems were tested in combination with various detection systems that activated the firefighting system.



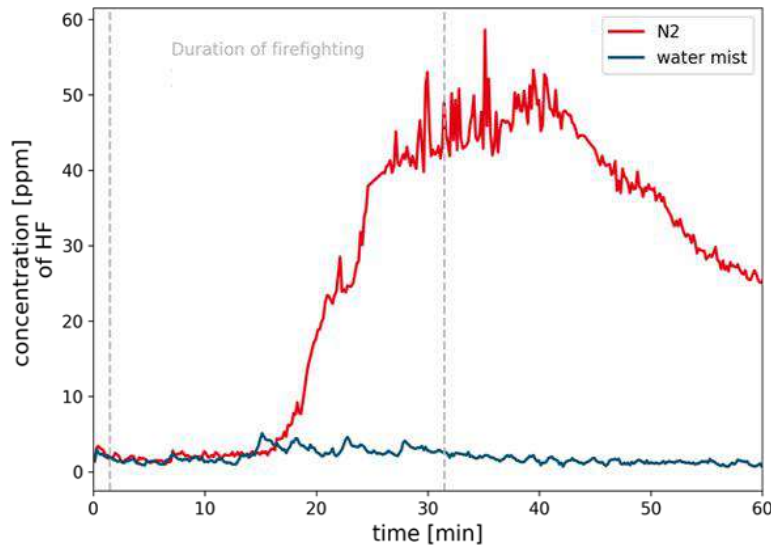
LIB rack within the 20' ESS container

The previous SUVEREN fire tests showed that water is particularly suitable for fighting battery fires due to its extraordinary cooling effect. Conventional sprinkler systems thus use large amounts of water, which can cause greater damages to electrics and electronics of the ESS. In contrast, high-pressure water mist, utilizing only uses about 10 % of this water amount, minimize collateral damages by extinguishing water. The very small droplets of high-pressure water mist systems spread in almost gaseous manner and evaporate much faster than larger droplets from a sprinkler system. This results in a more rapid energy absorption and an extraordinary cooling effect in the entire environment.

Within the SUVEREN Storage research program, the thermal runaway propagation to adjacent cells was prevented by the tested high-pressure water mist system. The battery fire was effectively mitigated and ultimately extinguished. This consequently resulted in a sharp reduction of smoke emissions from the battery and finally in lesser damages by venting gases. Furthermore, some smoke components, such as soot or toxic gases, were partly washed out. As water mist systems also work in ventilated spaces, the battery venting gases were extracted and the formation of a potentially explosive atmosphere was prevented.

As part of the SUVEREN Storage research project, also Nitrogen and aerosol firefighting systems were tested in additional fire tests. Both agents suppress open flames and therefore reduce the energy released, but they could not demonstrate significant cooling to the environment. In addition, when using a gas-based firefighting system, a sealed compartment is essential. This means that mechanical ventilation has to be deactivated and the enclosure has to be sealed. Consequently, the toxic and explosive battery venting gases being emitted during a thermal runaway accumulate and create further risks for fire and rescue services. In order to minimize the risk of explosions, explosion prevention openings (EPO) are therefore highly recommended for ESS.

The concentrations of toxic and corrosive battery gases were much higher during the Nitrogen system fire tests. Open flames were suppressed. The system however required a sealed compartment. Venting gases accumulated and formed an explosive gas-mixture that could have been ignited when coming in contact with Oxygen, e.g. when in a real life scenario rescue services would open the ESS's door. Moreover, after the fire test, heavy corrosion of the test equipment occurred what can be explained by the higher (corrosive) gas concentrations.



Concentration of Hydrogen Fluoride (HF) during fire tests with nitrogen and high-pressure water mist

Corrosion of the test equipment also occurred after the aerosol fire test. Although the system suppressed open flames, thermal images recorded during the fire test showed that there was almost no cooling effect. Therefore, the propagation of the thermal runaway was not stopped. As outcome of these ESS fire test a white paper has been produced describing protection concepts and recommendations for ESS.

SUVEREN2use Research Project

Further investigations on the fire protection of lithium-ion batteries are conducted within the research project SUVEREN2use (www.suveren2use.de), which started end of 2022. The project is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) and will focus on "Extinguishing Systems and Emergency Concepts for the Safe Handling of Battery Fires over the Entire Product Life Cycle", including battery manufacturing and testing, assembly and storage, recycling, re-manufacturing and disposal. Further, concepts for dealing with fire residues from fire incidents shall be dealt with.

Conclusion

Compared to other agents, water is particularly beneficial for fighting battery fires. This fact is proven by the fire test results derived from the research projects SUVEREN and SUVEREN Storage. All fire tests underlined the importance of efficient cooling and the ventilation of explosive venting gases. The SUVEREN fire tests also demonstrated that prevention of the fire spread can be achieved if the cooling efficiency of the firefighting agent is high. Depending on the system configuration and the accessibility of the LIB, it was even possible to limit the thermal runaway to the ignition module. The

gas concentrations measured during the tests demonstrated that smoke extraction, for example by explosion prevention openings (EPO), is essential to minimize the risk of explosions.

For car parks with electric vehicles, a fixed water based firefighting system can prevent the fire propagation to other vehicles and increases the safety of firefighters. Particularly in underground garages, fire protection of charging areas is recommended as these areas have the highest probability of a fire.

For ESS, fixed water based firefighting systems with high cooling ability can mitigate and effectively prevent the thermal runaway propagation, thus limit the damages caused by consequential fires.

Brief Curriculum Vitae

Ruediger Kopp has a degree in Chemical Engineering and Safety Engineering from the University of Dortmund, Germany. For more than 25 years, he has been involved in the development, fire testing, approval and marketing of high-pressure water mist systems. Today he is Managing Director of FOGTEC Fire Protection, based in Cologne, Germany. He is a member of various international water mist standards working committees, including NFPA 750, EN 14972, DIN, APSAD D2, FIA/BAFSA and is a foundation member of the International Water Mist Association (IWMA). He has published numerous articles about water mist technology and has given papers at many conferences around the world.

UPDATE ON EN14972, AUTOMATIC WATER MIST TECHNOLOGY AND ADOPTING A NEW STANDARD

David BELL

ABSTRACT

In recent years, professionals over Europe have been active in various working groups under the direction of CEN TC191. They are cooperating to upgrade and revise existing standards and/or launch new EN/TS standards. This presentation covers the progress and result of the development by working group 10 (WG10 with regard to EN14792 including the test protocols for water mist and how those standards have been updated in 2022 and 2023.

EN14972-1:2020 was published in 2021. Which resulted in an EN-document instead of a Technical Specification. This standard includes design criteria of various applications including improved installation and commissioning methods for low- and high-pressure water mist systems. Furthermore, 16 test protocols will form of this suit of documents. Currently some are published, others are in work progress. This presentation give an update on the current EN 14972 situation.

Adopting new standards in the market place can offer new difficulties. The situation with the water mist standard is quite different as this offers another solution to an ever growing problem. More and more countries are bringing new legislation to protect the built environment and traditional methods of fire protection are not always suitable. Water mist can offer a new approach to the issue of space in underground car parking.

Keywords: EN-standards, Water mist, car park fire protection, emerging technologies

EN14972 HAKKINDA GÜNCELLEME, OTOMATİK SU SİSİ TEKNOLOJİSİ VE YENİ BİR STANDARTIN BENİMSENMESİ

ÖZET

Son yıllarda Avrupa'daki profesyoneller, CEN TC191'in yönetimi bünyesinde çeşitli çalışma gruplarında aktif olarak yer almaktadır. Mevcut standartları yükseltmek ve revize etmek ve/veya yeni EN/TS standartlarını başlatmak için işbirliği yapmaktadırlar. Bu sunum, çalışma grubu 10'un (su sisi için test protokolleri ve bu standartların 2022 ve 2023'te nasıl güncellendiği dahil EN14792 ile ilgili WG10) gelişiminin nasıl ilerlediği ve sonuçları hakkında bilgiler içermektedir.

EN14972-1:2020 standardı 2021'de yayınlanmıştır. Bu, genelde kabul gören Teknik Şartnameler yerine bir EN belgesi olarak karşımıza çıktı. Bu standart, düşük ve yüksek basınçlı su sisi sistemleri için geliştirilmiş kurulum ve devreye alma yöntemleri dahil olmak üzere çeşitli uygulamaların tasarım kriterlerini içerir. Ayrıca, bu belge setinden 17 test protokolü oluşturulacaktır. Şu anda bazıları yayınlanmakta, diğerleri ise devam etmektedir. Bu sunum, mevcut EN 14972 standardının durumu hakkında bir güncelleme sunmaktadır ve ayrıca bir protokolün nasıl benimsendiğini, kullanıldığını ve yeni bir ürünün geliştirilip piyasaya sunulmasıyla nasıl sonuçlandığını küçük bir vaka çalışması ile gösterecektir.

Anahtar sözcükler: Standartlar, su sisi, otopark yangından korunum, gelişen teknolojiler

1. INTRODUCCION

In recent years, professionals over Europe have been active in various working groups under the direction of CEN TC191. They are cooperating to upgrade and revise existing standards and launch new EN standards. This presentation covers the progress and result of the development by working group 10 with regard to EN14972 including the test protocols for water mist and how those standards have been updated in 2022 and 2023.

2. EN 14972-1:2020 STANDARD

EN14972-1:2020 published in 2021. Which resulted in the first published EN standard for water mist instead of a Technical Specification.

The standard includes design criteria of various applications including improved installation and commissioning methods for low- and high-pressure water mist systems. Furthermore, 16 test protocols will form of this suit of documents. Currently some have been published, others are in progress. In addition, we will see how this is developing during the short presentation.

This series is for land based fixed applications only, utilizing automatic and open nozzles.

The standard has a very distinct structure and this has meant some re-learning and understanding how a manufacturer publishes the relevant information. All elements need to work in harmony and this includes the manufacturers DIOM.

Part 1, the design, installation and maintenance standard details everything that is needed for a system, but the EN can not specify the exact parameters. This document refers a lot to the manufacturer's manual.

The DIOM includes the manufacturer's technology and is the result of the fire testing; this is where the design density, nozzle selection, spacing and the specifics are contained.

CEN do not control the DIOM, this is is an approved document from VdS, FM or an approved lab. Therefore

PART 1 – tells an engineer what to do.

The test Protocols establish the correct risk

THE DIOM tells the engineer how to produce and engineer the system. Therefore, better the DIOM, better the system design. SO using well-established documents from manufacturers prepared to publish the complete DIOM is key to a well-engineered water mist system.

3. PUBLISHED STANDARDS

The current situation is that Over 60% of the protocols are now published, these already cover a wide range of risks, No other standard is as comprehensive for water mist systems.

- EN14972-3 Offices and Hotels
- EN14972-6 False floors/False ceilings
- EN14972-7 Commercial Low Hazard Occupancies
- EN14972-8 Machinery spaces >260m³
- EN14972-9 Machinery spaces <260m³
- EN14972-10 Atrium protection
- EN14972-11 Cable Tunnel protection
- EN14972-14 Turbine enclosures >260m³
- EN14972-15 Turbine enclosures <260m³
- EN14972-16 Industrial Oil Cookers

4. WORKS IN PROGRESS

The remaining protocols are generally under approval now apart from part 12 and part 17. Work has to progress on part 12 and due to the complexity of part 17 an additional commenting period is under way.

- prEN14972-2 Shopping areas
- prEN14972-4 Non-storage Occupancies
- prEN14972-5 Car Parks
- prEN14972-12 Commercial Kitchen
- prEN14972-13 Wet Benches
- prEN14972-17 Residential Occupancies

Fortunately, within the EN part 1 there is a mechanism in Annex A that allows protocols can be produced. Therefore, annex A can help a manufacturer to develop their own protocol bring a product to market and then catch up when the standard is published.

5. PROTOCOL BASIS

With the exception Part 10 which was taken from a manufacturer, all the other protocols essentially existed. Therefore there was no need to start from the beginning, Protocols were taken from LPCB, VdS & FM. Also 3, 4 & 7 are essentially the same. No decision was the best, nor was one better than the other so the market can decide, part 3 was for VdS markets, part 4 from the FM document and part 7 was LPCB. So pick the best or most applicable for the region.

The same can be said for the industrial applications these were mainly taken from the already established FM protocols, as you saw earlier only part 13 is missing but Annex A will allow a manufacturer to produce product as necessary.

6. CEN PROCESS

Why does it take so long. Standards need to be robust and ensure they satisfy the needs of multiple approval authorities. Throw into the mix upto 39 member countries potentially with an interest. On average 3 years is a normal if not minimal time scale. The new EN12845 for example will potentially be 5 years plus to produce

7. APPLYING A NEW STANDARD

The Dutch authorities have just published a royal decree* [1]. This is to protect all new car parks over a certain sq.m, a lot of EU and European countries are either considering similar legislation or have such in place. Turkey has such a requirement for example.

Usually Protect refers to an automatic fire extinguishing system. Historically this would have been sprinklers in accordance with EN12845 as the only produced standard for such.

But as the Car park requirements change there may be situations where possibly the building associated with the car park may not need protection. Here we are generally talking about car parks under occupied areas.

Its understood that in certain cases water mist uses less water than sprinklers, please note I am NOT criticizing sprinklers here at all. Merely offering a thought process for a considered alternative. Where a new recognized and published standards is in place.

Where it may be the case that only the car park needs to be protected water mist could be the considered option. There are benefits for the end user or operator, planning authorities where space in large cities is at a premium.

8. CONCLUSION

In all industries, the standard is one of the most important tools to form the main framework of the relevant systems and to keep the design and performance criteria at a certain level. The standards related to fire extinguishing and control systems to be installed with the aim of ensuring the safety of life and property are perhaps the most important ones in this regard. With the publication of the new water mist standard EN14972, it is now possible to produce new solutions in the light of these standards and new approaches can be introduced for fire protection systems.

Robust new standards are important

It aids developing technologies

It offers alternatives

Ensures products brought to market are tested and reliable.

It may be painfull and a long journey sometimes but eventually it is worth it.

9. REFERENCES

[1] Dutch car parking regulation-13th September 2022

10. RESUME

David is working for Viking S.A, part of the Minimax-Viking group. As the Account manager for water mist systems in EMEA, David is responsible for developing the market, strategy and promotion of high and low pressure water mists systems throughout the EMEA region. Working closely with end users, specifyers and contractors to develop the use of this technology.

David is member of various technical and trade organisations including the IWMA, UK standardization body - BSI FSH18/5 with responsiblity for water mist systems and sits on both the BAFSA & FIA technical commitees for sprinkler and water mist systems.

David was born in 1969 and 37 years active in the fire protection business, initially as a sprinkler design and project manager for over 25 years before joining Viking, where he was in charge of technical servces in the UK for 9 years before taking responsibility for water mist systems throughout EMEA in 2021.

CHALLENGES OF FLUORINE FREE FOAM IN FIXED FOAM SYSTEMS

Simon BARRATT

ABSTRACT

As global legislative and environmental pressure grows for a move to fluorine free foam concentrates (SFFF), the fixed fire suppression industry faces some new challenges when selecting products for new systems and retrospectively when transitioning existing systems for use with SFFF foam concentrates. For many years, the market has had several options when it comes to high quality foam concentrates and their mandated use with approved or listed discharge devices and proportioning systems. These systems are designed and installed to recognised standards such as NFPA11 and EN13565-2 and offer high levels of assurance for property owners due to extensive testing that manufacturers undertake to approve products to FM5130 and UL162 for example. Whilst the focus is on the foam concentrate itself, it should be recognised that the choice when it comes to listed and approved fixed foam systems is still limited.

With regards to existing systems, there will be pressure to retrospectively remove fluorinated foams and "drop in" fluorine free alternatives. I will highlight the challenges of this due to approval compliance, differing design densities and properties of the SFFF Foams.

The focus of this presentation is fixed systems and the challenges the system integrators will face.

This presentation will not cover in detail the background topics of chemistry, environment or legislation.

Keywords: SFFF, foam systems, fluorine free foam, new technologies

SABİT KÖPÜK SİSTEMLERİNDE FLOR İÇERMİYEN KÖPÜKLERİN GETİRDİĞİ ZORLUKLAR

ÖZET

Sabit söndürme sistemleri endüstrisinde florsuz köpük konsantrelerine (SFFF) geçiş için dünya genelinde yasal ve çevresel baskı arttıkça, yeni sistemler için ürün seçerken veya geriye dönük olarak, SFFF köpük konsantreleri ile kullanım için mevcut sistemleri değiştirirken bazı yeni zorluklarla karşı karşıyadır.

Yüksek kaliteli köpük konsantreleri ve bunların onaylanmış veya sertifikalı uygulama cihazları ve oranlama sistemleri ile zorunlu kullanımı söz konusu olduğunda, uzun yıllar boyunca pazarda çeşitli seçenekler mevcut olmuştur. Bu Sistemler, NFPA11 ve EN13565-2 gibi tanınmış standartlara göre tasarlanmış ve kurulmuştur ve örneğin FM5130 ve UL162'ye göre ürünleri onaylamak için üreticilerin üstlendiği kapsamlı testler sayesinde mülk sahiplerine yüksek düzeyde güvence sunmaktadır. Odak noktası köpük konsantresinin kendisi olsa da, sertifikalı ve onaylanmış sabit köpük sistemleri söz konusu olduğunda seçeneklerin hala sınırlı olduğu bilinmelidir.

Mevcut sistemlerle ilgili olarak, geriye dönük florlu köpüklerin, flor içermeyen alternatifleri ile "aynen değişimi" yapılarak kaldırılması yönünde bir baskı oluşacaktır. Bu değişimde SFFF Köpüklerin onay uyumluluğu, farklı tasarım uygunlukları ve özellikleri nedeniyle bunun zorlukları vurgulanacaktır.

Bu sunumun odak noktası, sabit sistemler ve sistem entegratörlerinin karşılaşacağı zorluklardır.

Bu sunum, kimya, çevre veya mevzuatın arka plan konularını ayrıntılı olarak ele almayacaktır.

Anahtar sözcükler: SFFF, köpük sistemleri, flor içermeyen köpük, yeni teknolojiler

1. INTRODUCTION

Foam based fire protection systems provide an important role in the protection of life, property and business continuity for facilities manufacturing and using Class B ignitable liquids. The risks posed are not normally be managed by water alone and the scalable nature of a foam system makes it a simpler and more cost effective than alternative methods of protection. However, as chemical analysis methods have improved over the past 20 years, it has become apparent that some of the ingredients used in fluorinated AFFF based foam concentrates can have a harmful and persistent effect on the environment and human life.

2. INCREASING LEGISLATION

Legislation to restrict and ban the use of fluorinated surfactants is increasing globally and Europe already has legislation that effects fixed foam systems. There is a lot a chemistry behind this topic but to keep things simple we shall refer to these chemicals as PFAS (Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances). These manufactured chemicals are used in many industries to improve the strength, resistance and performance of products such as non-stick pans, stain resistant furniture or fire resistant clothing. In firefighting foam, PFAS is used to increase the speed of foam coverage and make the bubble structure more resistant to fire and heat. This is important for fast extinguishment but also to maintain post fire stability to prevent re-ignition.

PFOS (Perfluorooctanesulfonic acid) and PFOA (Perfluorooctanoic acid) were commonly used in past foam concentrate formulations and are sub chemicals belonging to this common group of PFAS's. The use of PFOS has been prohibited in Europe since 2011 and now pending legislation will restrict the use of PFOA, which will have a direct impact on many fixed foam based fire protection systems. PFOA was regulated by ECHA (European Chemicals Agency) in 2020 which first restricted its use for training and risk types but from 1st January 2023, its cannot be used in firefighting foam unless system discharges can be contained. In this case, the end user has until 4th July 2025 before the PFOA based foam concentrate needs to be removed from service. Most foam concentrate manufacturers had stopped using PFOA in their formulations by 2016 so effectively any foam system installed before this time will probably need some form of remediation work to remove and dispose of the firefighting foam. Shorter chain PFAS chemicals were increasingly used from around 2012 (commonly referred to as C6) but they too are under additional pending restrictions, which will have an effect on all PFAS based firefighting foam systems in the next 5-7 years.

2.1. Solution

At this time, a way to avoid future legislative restrictions and future remediation cost is to use an SFFF (Synthetic Fluorine Free Foam) based foam system. There is no doubt that the trend towards the use of SFFF in fixed fire protection systems is gathering pace. These foams are manufactured without any intentionally added PFAS chemicals whilst still providing good levels of fire performance. However, achieving suitable performance using the same parameters as in the past can be challenging and it means that SFFF's are often not a drop-in replacements. An example of this is with non-aspirated foam enhanced sprinklers which are commonly used for the protection of ignitable liquids in storage or when used in production processes for example.

3. NON-ASPIRATED FOAM SPRINKLERS

Fire protection sprinklers and sprinkler nozzles are a simple but effective form of active fire protection used in many different applications globally. They are deployed in closed head systems with a fusible element or as sprinkler nozzles in open deluge systems with the fusible element removed. These conventional fire sprinklers are not designed with foam use in mind. They are designed to efficiently distribute water in the desired manner depending on the object or risk they are protecting. They are also small, discreet and, due to the high volume used throughout the world, have a sensitive, almost

commodity-based price point. Despite this, used with the correct combination of system components and foam concentrate, they can perform very well as foam-enhanced sprinkler systems

3.1. A Non-aspirated Sprinkler is Different to a Dedicated Foam Discharge Device

A conventional fire sprinkler is considered a non-aspirated foam discharge device and typically gives a low expansion ratio of no more than 4:1, with fast drainage times. It is therefore important to select a foam concentrate that has been developed and then independently tested by a third party specifically for use with sprinklers. Factory Mutual (FM) and Underwriters Laboratories (UL) are considered the most relevant and challenging authorities when it comes to fixed foam system product testing. Their respective foam test standards, FM5130 and UL162 include material testing, fire performance testing and follow-up manufacturing audits, which gives a higher level of consumer confidence compared to other standards commonly referenced, such as EN13565-1. Both these organisations recognise that conventional non-aspirated sprinklers are different in foam performance to other discharge devices and therefore, the traditional foam quality approach is not applicable. Instead, each sprinkler type is tested under prescribed conditions with variables such as foam concentrate type, K-Factor, application density, fuel type and installation height.

4. FIXED FOAM SYSTEM REQUIREMENTS

A fixed foam system is about its constituent components working together in a holistic way across a range of parameters such as temperature, density and discharge pressure – whilst delivering suitable fire performance. The availability of SFFF based FM or UL approved systems at the time of writing remains relatively low with only four original manufacturers offering product lines capable of providing certificated solutions. Further, only one company is offering a range of non-aspirated sprinklers tested at different heights and K factors with both hydrocarbon and polar solvent ignitable liquids. This now enables a close overlap to the situation found with fluorinated foams. This has enabled end users to start their transitioning work as an FM or UL approval is often mandatory to their AHJ's (Authority Having Jurisdiction) and required according to NFPA design codes.

Application design standards such as NFPA11, NFPA30 or FMDS 7-29 require the use of Approved / Listed foam concentrates that have been tested on the subject fuels with the intended sprinkler manufacturer and type. This can limit choice because such testing is difficult and expensive but the user does at least have the assurance of proven fire performance.

Use of FM (Approved) or UL (Listed) foam concentrates tested with sprinklers is a wise approach to fire performance. Manufacturers using the freedom allowed under EN13565-2:2018 to justify the use of foams with non-aspirated sprinklers based on foam quality alone are not considering the full picture. This is because it is very difficult to take accurate and consistent foam qualities as non-aspirated sprinklers produce a low expansion and a very fast drain time, which is difficult to measure.

In a look to the future, both these test standards are referenced in the draft revision to the European sprinkler system design standard, EN 12845-1 and a clause in the (foam) supplies section states that 'Where fluorine free foam concentrate is to be used, automatic sprinklers and aspiration devices shall be tested in combination with the specific foam solution to protect the risk. UL 162 or FM 5130 can be used as procedures to prove the system performance.' This is a positive move towards more robust foam system installations in Europe and gives decision makers clearer guidance on suitable product to use.

5. CONCLUSION

End users wanting to be compliant with the new regulations regarding the use of PFAS in firefighting foam will need to transition their systems to SFFF in the coming years. As previously mentioned, there are no drop in solutions when changing foam but some situations will be easier and cheaper than others. Proportioning equipment will normally need changing which would include a review of the

storage tank and foam concentrate pipework. Then the discharge devices will need to be reviewed to check if the current densities, flows and pressures will work with the new foam. As the market moves more towards having robust certification such as FM and UL, this means that the selected concentrate should have test and accreditation data. If the existing hardware is already tested with the new SFFF foam then the transition exercise will be much easier than if none of the hardware matches the concentrate. In extreme cases, a complete new set of system components might be required. Transitioning from a fluorinated to non-fluorinated foam system is different from project to project so it is important to work with manufacturers and suppliers that can give design and product selection guidance based up tested solutions and product compatibility. For many end users, these PFAS restrictions are now looming ominously close.

6. REFERENCES

- [1] NFPA11 – Standard for Low, Medium and High Expansion Foam, 2021 (National Fire Protection Association)
- [2] FM5130 - Examination Standard for Foam Extinguishing Systems, 2021 (FM Approvals, Factory Mutual Global)
- [3] UL162 - Standard for Safety, Foam Equipment and Liquid Concentrates, 2018 (Underwriters Laboratories)
- [4] EN13565-2 - Fixed firefighting systems - Foam systems - Part 2: Design, construction and maintenance, 2018 (CEN)
- [5] EN13565-1 - Fixed firefighting systems - Foam systems - Part 1: Requirements and test methods for components, 2018 (CEN)
- [6] EN12845-1 (Draft) Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance, 2021 (CEN)
- [7] NFPA30 – Flammable and Combustible Liquids Code, 2024 (National Fire Protection Association)

7. RESUME

Simon Barratt is a Foam Product Manager for the Viking Group and is currently living in the United Kingdom. Educated in Business and Finance with over 28 years of Fire Protection experience.

Simon began his career at Sprinkler manufacturer, Central Spraysafe where he worked on internal sales and distribution for the EMEA and APAC regions.

He joined Viking's UK organisation in 1999 with 2 years as external Sales Representative followed by 12 years as Regional Sales Manager, which, in addition to the usual commercial responsibilities, encompassed marketing and technical support for the UK and Ireland territories also.

Simon moved to his current role of Foam Product Manager in 2013 and is responsible for the internal organization of sales support, marketing, technical support, documentation, R&D and certification of Viking's expanding line of fixed fire protection Foam Products.

HYBRID FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Cedric Verstrynge

ABSTRACT

Hybrid Fire Extinguishing Systems mix nitrogen with atomized water particles, attacking the oxygen and heat legs of the basic fire triangle to suppress and extinguish fires. With the publishing of the NFPA 770 standard [1], it has become more clear how to design, install and maintain hybrid fire extinguishing systems and where to apply them. The combination of nitrogen and water reduce the need to perform a door fan test and completely seal rooms to maintain protection. Permanent openings can be accepted without losing the efficiency of the system. By utilizing an average droplet size of less than 10 μ m, the relative surface area of protection increases. This results in needing a minimal amount of water and virtually eliminating any wetting in the place of protection. Hybrid Fire Protection systems can be used to protect machinery, combustion or steam turbines as well as data processing equipment rooms/halls.

Key words: special hazard, fire Suppression, hybrid fire extinguishing, room integrity, NFPA

SUMMARY

Today, there are a large variety of complex fire suppression systems available on the market. From traditional water-based sprinkler systems, the simplest and most widely used, to CO₂, chemical and inert gas systems; each technology has unique advantages and disadvantages depending on hazard application.

After an in-depth analysis of existing fire suppression systems, there are a few overall challenges to fire suppression. Some systems require airtight room integrity with little or no ventilation in order to ensure effective fire suppression, but there are circumstances where this is not possible due to the design or nature of the space.

In the course of suppressing a fire, some systems can cause irreversible damage to expensive equipment, electronics, motors or controls because of wetting and chemicals. Many systems also require costly and time-consuming clean up after discharge due to the use of chemicals and/or high-volume wetting. Clean up of chemical systems may even be classified as hazardous, which can be expensive and inconvenient. This can also make system re-charge expensive and cause significant downtime in a facility.

Additionally, some systems that use chemicals are toxic to the environment and many systems can be extremely hazardous to occupants, requiring spaces to be evacuated before system discharge, whilst many systems can deplete oxygen levels to a threshold that is harmful to humans.

Atomised Development

Atomising fluids has been long studied in other fields such as combustion science. Thinking outside the realm of traditional water mist methods that have been based on water being mechanically sheared by injecting it onto deflectors. New research was done with different hardware concepts for fluid atomization by using parallel gas flow [2].

This showed that combining cooling and oxygen dilution could be even more effective than either one alone. This combination was achieved by the use of nitrogen gas to atomize the water and act as a particle carrier to penetrate fire plumes.

This focus led to a method of injecting the atomized droplets into a nitrogen “down-blast” to penetrate into fire plumes to get to the root of the fire for more efficient cooling using smaller than typical droplets, which collectively present a greater surface area. The larger the surface area, the faster that heat may be absorbed. A high rate of heat absorption reduces the risk of fire propagation by reducing convective and radiative heat transfers.

Twin-fluid Technology

The result of these efforts is a unique category of fire suppression technology, recognized today by FM Approvals in FM 5580 “Hybrid Water & Inert Gas for Fire Extinguishing Systems” [3].

By using a supersonic jet stream of nitrogen, the low-pressure stream of water can be atomized into sub-10-micron water droplets. The droplets are as little as one 30th the size of water particles delivered by traditional water mist systems and provide as much as 50 percent more heat absorption and total extinguishing.

As the water droplets are atomized, they are evenly mixed with the nitrogen molecules and discharged into the hazard space in homogeneous suspension. Typically, in other twin-fluid technologies, nitrogen is a propellant of another suppressing agent like water mist, but alternatively and more effectively, the water mist and nitrogen can be utilized as complimentary extinguishing agents.

For smaller fires, the nitrogen is the primary extinguishing agent and reduces the oxygen to a level that is still breathable, but cannot sustain combustion. For larger fires, the ultra-fine water droplets cool the fire by absorbing the heat and reducing available oxygen.

Hybrid Benefits

In addition to providing highly effective fire suppression, this unique hybrid delivery results in a range of benefits. There is minimal wetting of protected areas, with the amount of water released per emitter as little as 1 liter per minute.

A hybrid system also permits a safe system discharge for environment and personnel. The system uses water and nitrogen, two readily available and naturally occurring elements, and no hazardous chemicals. During system discharge, oxygen saturation remains at safe levels for occupants as accepted by NFPA 770 [1]. Normal atmospheric condition is 79 percent nitrogen and 21 percent oxygen. A hybrid discharge will result in oxygen concentrations ranging between 12,5 and 16 percent of oxygen.

Water and nitrogen are readily available and, since there is minimal clean-up required, and minimal wetting, there is very little disruption to ongoing operations, so limited facility downtime and quick system recharge. In addition, due to the high-velocity swirling “vortex” discharge of the system, minimal room integrity is required and the system is effective in open spaces.

Design Innovation

As nitrogen exits the emitter, shock discs are created as the flow changes speeds from sonic to subsonic. Additional shock discs are created when the nitrogen encounters the foil. When the water is introduced into these shock discs from the ring of concentric holes at the base of the patented emitter, it is atomized to ultra-fine droplets, which are blended into the nitrogen flow at high velocity.

After the water is atomized, it is carried in the nitrogen flow at equal partial pressures. Since the water is suspended in the nitrogen, it maintains its momentum and is capable of being projected for relatively large distances and, in the process, becoming entrained in fire plumes.

Approvals

FM Approvals has approved the hybrid systems for special-hazard machinery spaces and turbine enclosures, in applications such as internal combustion engines or other equipment using fuel and/or lubrication fluids with volatilities less than or equal to heptanes, and incidental use or storage of limited quantities of flammable liquid of not more than two drums of 208 L (55 gallons). As well as data processing equipment room/halls above and below-floor protection [4].

In turbine enclosures, uniform cooling of the casing is critical to successful fire suppression. Uneven cooling can cause the equipment to shrink unevenly, allowing the blade to interfere with the casing at the risk of ruining the turbine.

Suppressing fires within turbines and machine spaces also requires a system that can uniformly penetrate vented or shielded areas, without requiring room integrity. Hybrid systems have been tested and proven to be highly effective in these spaces in part because of its high-velocity hybrid distribution and heat absorption.

With its FM 5580 approval, a hybrid system is suitable for a wide range of additional industrial applications. These include machinery space applications such as oil pumps, oil tanks, fuel filters, generators, transformer vaults, gear boxes, drive shafts, lubrication skids, diesel engine driven generators and other similar machinery using fuel and/or lubrication fluids with volatilities less than or equal to light diesel. Also data processing equipment rooms/halls above- and below floor applications are accepted by FM Global.

In 2020, the NFPA has published for the first time the NFPA 770 Standard on Hybrid (Water and Inert Gas) Fire Extinguishing Systems. It allows the use of hybrid systems on fire classes Class A, B & C. The standard defines hybrid systems and clarifies how to design, install, test and maintain hybrid fire protection systems.

Furthermore, in manufacturer's testing involving a hybrid system discharge in an environment designed to simulate an information technology setting, data was not lost nor were any hard drives damaged due to the simulated fire suppression [5] [6].

CONCLUSION

The hybrid fire protection approach is an innovation that takes the best of all systems.

The technology's ability to create a homogeneous suspension of sub 10-micron water droplets in nitrogen while maintaining a high momentum and low operating pressures has demonstrated fire suppression capabilities surpassing previously known water or inert gas systems.

The system provides robust fire suppression to machinery spaces, data processing rooms and other hazardous environments with minimal water damage and a fast return to operations after a system discharge.

REFERENCES

- [1] NFPA 770 Standard on Hybrid (Water and Inert Gas) Fire Extinguishing Systems
- [2] White Paper Dual Agent Extinguishing System: Victaulic Vortex, William Reilly, 2008
- [3] FM Global Approvals Approval Standard FM5580
- [4] FM Global Property Loss Prevention Data Sheets, 4-6 Hybrid (Water and inert gas) Extinguishing Systems
- [5] White Paper Victaulic Vortex™ Fire Suppression System Study, Discharge Impact on Hard Disk Drives, Robert Ballard, 2012
- [6] White Paper Victaulic Vortex™ Fire Suppression System Study, Fire Suppression for Electrical and Electronical Applications, Matthew Puzio, 2011

BRIEF CURRICULUM VITAE

Cedric VERSTRYNGE

Cedric Verstryngge holds a masters degree in Industrial Engineering from Kaho St. Lieven University in Belgium, with a specialization in Design. He has worked as a Piping Designer and has a background in mechanical room project management and computer-aided design. He currently works for Victaulic as a Product Specialist for the Victaulic Vortex system, working closely with R&D, consultants, insurers, end clients and fire protection integrators in the EMEAI region.

THE RETURN OF THE IN-RACK SPRINKLERS-IN-RACK SPRINKLER PROTECTION OPTIONS INDEPENDENT OF CEILING-LEVEL SPRINKLERS.

Samer ABDLRAHMAN

ABSTRACT

As storage buildings have evolved, the limitations of ceiling-only sprinkler protection have become apparent. Height limitations for ceiling only sprinklers, Water Demand and More Hazardous Commodities are behind the return of In-Rack Sprinklers. Even if not required by height, the efficiency of ceiling sprinklers decreases with height. As ceiling heights increase, the water demand required for ceiling-only sprinkler systems increases even in buildings that could be protected with ceiling sprinklers only.

In this paper, we will go through the ceiling only sprinklers limitation and discuss the three In-rack sprinklers options that are independent of ceiling sprinklers. The first option using CMDA Sprinklers minimum K-8.0 (K-115), the second option is using ESFR Sprinklers K-14.0 (K-200) or K-22.4 (K-320), And the third option is using CMDA K25.2 (K-360) Extended Coverage Pendent Sprinkler and do some side by side comparison between these three options.

Key words: Height limitations, Water demand, Hazardous Commodities, Ceiling only, In-rack Sprinklers, Fire Sprinklers, Storage buildings, Storage Sprinklers.

INTRODUCTION

Do we really want In-rack sprinklers to be back? Why would anyone want in-rack sprinklers? The development of Early Suppression Fast Response (ESFR) sprinklers FM Global, more than 30 years ago revolutionized storage fire protection. Various ESFR and Control Mode ceiling level sprinklers introduced since then have led to ceiling-only protection dominating the storage sprinkler market. But as storage buildings have evolved, the limitations of ceiling-only sprinkler protection have become apparent.

LIMITS OF CEILING-ONLY SPRINKLERS

Height. The original ESFR sprinkler had a Nominal K-factor of 14.0 gpm/psi^{1/2} and was designed with a discharge pressure of 50 psi to protect Cartoned Unexpanded Group A plastics stored up to 7.6m (25 ft) high under ceilings up to 9.1m (30 ft) in height. That same criterion still exists in the current edition of NFPA 13, but the typical height of a new storage building has generally increased since the introduction of the ESFR sprinkler.

Currently, NFPA 13 limits K14.0 ESFR sprinklers to ceiling heights of 10.7m (35 ft). when protecting rack storage, unless in-rack sprinklers are provided. Ceiling-only design criteria to protect rack storage under ceilings up to 13.7m (45 ft) tall are available with larger orifice K22.4 and K25.2 ESFR sprinklers. Specific application criteria are also available for certain ESFR sprinklers under ceiling heights up to 14.6m (48 ft). Those are the current limits of ceiling-only storage sprinkler protection. Eventually the challenges associated with activating and delivering water to fires under taller ceiling heights catches up to the ceiling sprinkler.

To be effective, an ESFR sprinkler must operate early in the development of a storage fire. Even with a very sensitive operating element, ceiling only ESFR sprinklers are challenged to activate prior to a fire spreading across an aisle as ceiling heights increase beyond 13.7m (45 ft). The design criteria available for ESFR sprinklers under a 14.6m (48 ft) ceiling require minimum 1.2m (4 ft) or 1.8m (6 ft) or 2.4m (8 ft) aisles. For storage buildings taller than 14.6m (48 ft), in-rack sprinklers are likely to be required per NFPA13 and UL Specific application listing. Modern distribution facilities using either multi-level work platforms (pick modules) or automated storage and retrieval systems often gain efficiency by increasing the building height beyond the limits of ceiling-only sprinkler systems.

Water Demand. Even if in-rack sprinklers are not required by height, the efficiency of ceiling sprinklers decreases with height. As ceiling heights increase, the water demand required for ceiling-only sprinkler systems also increases. The table below summarizes NFPA 13 or UL Specific Application ceiling-only sprinkler protection criteria for Cartoned Unexpanded Group A plastics that results in the lowest basic sprinkler water demand.

Table 1: Low Water Usage Ceiling-Only NFPA 13 Criteria for Cartoned Unexpanded Plastics

Ceiling Height m (ft)	Sprinkler	Basic Sprinkler Water Demand (gpm)
9.1m (30ft)	K25.2 Extended Coverage	827 (3,130 LPM)
10.7m (35ft)	K25.2 Extended Coverage	1273 (4,819 LPM)
12.2m (40ft)	K16.8 ESFR	1,443 (5,464 LPM)
13.7m (45ft)	K22.4 ESFR	1,700 (6,426 LPM)
14.6m (48ft)	K28.0 ESFR Specific Application	1,987 (7,436 LPM)

Table 1 illustrates how the efficiency of ceiling-only sprinkler protection decreases with ceiling height above 9.1m (30ft) Increasing the ceiling height by just 1.5m (5ft), 17%, from 9.1m (30ft) to 10.7m (35ft) increases the basic sprinkler water demand by more than 50%. Increasing the ceiling height by 60%, from 9.1m (30ft) to 14.6m (48ft), increases the basic sprinkler water demand by 140%. Thus, even in buildings that could be protected with ceiling sprinklers, ceiling-only sprinkler protection may not be the most efficient use of water.

Particularly in areas of the world where fresh water is not plentiful, the use of large amounts of potable water for inspection, testing, and maintenance (ITM) of fire protection systems is increasingly scrutinized. Sprinkler systems with high water demands and design pressures can result in increased pipe sizes and the need for a larger fire pump. Large pipes, which must be drained for service, and the use of a large fire pump, which requires periodic testing, both typically increase the quantity of water needed for ITM. Thus, limiting the demand of a sprinkler system typically limits the amount of water needed for ITM.

More Hazardous Commodities. The discussion above has referenced protection criteria for Cartoned Unexpanded Group A plastics. More hazardous commodities such as tires, Exposed Group A plastics, and aerosols present an increased challenge to a sprinkler system. These commodities typically require in-rack sprinklers to be provided at lower storage heights than would be required for a Cartoned Unexpanded Group A plastic commodity.

Thus, while ceiling-only criteria are available for storage of Cartoned Unexpanded Group A plastics under ceilings up to 14.6m (48ft) tall, other commodities have lower ceiling height limits for ceiling-only protection. Even when ceiling-only protection options are available, the water demand or other required features may make the installation of in-rack sprinklers preferable.

WHY IN-RACKS

Location matters. Being located closer to a rack storage fire gives in-rack sprinklers an advantage over ceiling sprinklers in terms of both activation and delivering water to the burning commodity. Thus, in-rack sprinklers have the potential to activate when a fire is smaller and requires less water to control.

A key feature of in-rack sprinklers is that they do not depend on the configuration of the building enclosure. The tallest current listing for an ESFR sprinkler without in-rack sprinklers is 14.6m (48 ft). There are typically no limits on building height with in-rack sprinklers.

NEW OPTIONS FOR IN-RACK SPRINKLERS IN NFPA 13

NFPA 13 has included design criteria for in-rack sprinklers and horizontal barriers that are intended to protect a wide variety of fire hazards. The new NFPA 13 criterion is permitted to protect Group A plastics (expanded, unexpanded, cartoned, or exposed) as well as Class I through IV commodity.

The NFPA 13 design criterion has been divided into three options;

Option (1) one uses a minimum K8.0 (K115) standard coverage, quick-response, pendent or upright sprinklers in the rack. The in-rack sprinklers are located directly below a horizontal barrier constructed of nominal 10mm (3/8 in.) plywood or 0.78mm (22 gauge) metal. In-rack sprinklers and horizontal barriers are required to be located at maximum intervals of 3.7m (12 ft) vertically in the rack. If solid shelving is provided, the in-rack sprinklers must be provided below every level of solid shelving.

The in-rack sprinklers are located between each pallet load in a single-row rack. In double-row racks, the in-rack sprinklers are located between each pallet load at the face and between every other pallet load in the longitudinal flue. Multiple-row racks require in-rack sprinklers between each pallet load at the face, and alternating rows of in-rack sprinklers between every other pallet load and between every pallet load provided within the rack.

Although potentially requiring a substantial number of in-rack sprinklers, the new design criterion has a relatively low hydraulic demand. The in-rack sprinklers are hydraulically calculated to discharge 227 L/min (60 gpm). The hydraulic calculations are required to include six flowing in-rack sprinklers for single-row racks and eight flowing in-rack sprinklers for double- and multiple-row racks. An important advantage of this new in-rack criterion is that the in-rack sprinkler demand is not added to the ceiling sprinkler demand.

Option (2) two; Option 2a - uses an ESFR minimum K14.0 (K200), standard coverage, fast-response, pendent sprinklers in the rack. The in-rack sprinklers are hydraulically calculated to discharge 250 L/min (65 gpm) for Class I–IV and cartoned nonexpanded Group A plastics and 380 L/min (100 gpm) for Cartoned expanded Group A plastics (Also, Class I–IV and cartoned nonexpanded Group A plastics). The hydraulic calculations are required to include five flowing in-rack sprinklers for single-row racks and six flowing in-rack sprinklers for double- and multiple-row racks.

Option 2b - uses an ESFR minimum K22.4 (K320), standard coverage, fast-response, pendent sprinklers in the rack. The in-rack sprinklers are hydraulically calculated to discharge 455 L/min (65 gpm) for Exposed group A plastic commodities (Also, class I–IV and cartoned Group A plastics) and Class I–IV and cartoned nonexpanded Group A plastics. The hydraulic calculations are required to include five flowing in-rack sprinklers for single-row racks and six flowing in-rack sprinklers for double- and multiple-row racks Class I–IV and cartoned nonexpanded Group A plastics.

While providing a potentially useful sprinkler protection option, the new in-rack design criterion has at least two significant drawbacks:

- The installation can be costly due to the number of in-rack sprinklers and the amount of piping required; and
- For double- and multiple-row racks, in-rack sprinklers are located between each pallet load at the face of the aisle where they can be vulnerable to damage.

These two concerns are common with Option (1) One and Option (2) two in-rack sprinkler technology.

Option (3) Three – This option of in-rack sprinklers offers substantial improvements in both areas. Extended coverage in-rack sprinkler K-factor 25.2 gpm/ psi^{1/2} coupled with a pendent deflector that is designed to spray within the relatively shallow space available in a rack. The sprinklers are designed to allow an increased spacing, both horizontally and vertically, compared with the two previous options.

The extended coverage in-rack sprinkler configuration eliminates the face sprinklers that are required in the first two options (conventional and ESFR options) system and significantly reduces the potential for damage to the in-rack sprinkler system. The spray pattern from the extended coverage sprinkler located in the longitudinal flue is adequate to wet not only the face of the commodity at the aisle, but also to spray water into the aisle to protect adjacent racks of commodity.

Extended coverage in-rack sprinkler systems provide several potential advantages over conventional and ESFR in-rack sprinkler systems:

- Lower cost by reducing the amount of piping and number of sprinklers needed.
- Less piping and fewer sprinklers to coordinate with racking.
- Less piping and fewer sprinklers to interfere with loading and unloading of commodity.

Compared with currently available ceiling-only sprinkler systems, extended coverage in-rack sprinkler systems have the following potential benefits:

- Protection for high hazard commodities such as combustible liquids, aerosols, and Exposed Expanded Group A plastics.
- Reduced water supply requirements.
- Unlimited storage and building heights.
- Limited impact on the building configuration, including sloped roofs and ceiling-level obstructions.

The fire sprinkler industry must continue to evolve to address new storage fire challenges. While many storage and distribution buildings could be protected with ceiling-only sprinkler protection, an increase in the height of these buildings has led to renewed research into more efficient in-rack sprinkler systems.

REFERENCES

1. National Fire Protection Association, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*
2. K.E. Isman, "Challenges for the Fire Sprinkler Industry," *Fire Protection Engineering*, 9 May 2012.
3. Underwriters Laboratories, Inc., "UL Standard for Safety for Automatic Sprinklers for Fire-Protection Service UL 199," Underwriters Laboratories, Inc., Northbrook, IL, 14 March 2008.
4. Steven Wolin, Senior Vice President, Product Technology & Compliance - Reliable Automatic Sprinkler Co. Inc.

SHORT CURRICULUM

Samer ABDLRAHMAN, Regional Technical Manager, Reliable Automatic Sprinkler Co. brings over 15 years of experience in the Fire Protection Industry from Reliable's state-of-the-art manufacturing facility in Liberty, South Carolina. Samer has held different positions at Reliable and has a comprehensive knowledge of Fire Fighting products, installation code and standards, and our high quality and manufacturing operations.

Samer Abdurahman is based in Dubai, UAE, extending technical services and supporting the development of Reliable brand in the Middle East, Turkey and India Region. Samer holds a Master's Degree in Engineering from Clemson University in South Carolina and is fluent in Arabic and English. Samer joined Reliable Automatic Sprinkler Co. in 2009.

ELEKTRİK PANOLARINDA YANGIN SÖNDÜRME UYGULAMALARI

Soner KARATUYUN

ÖZET

Kurulum aşamasında tekniğine uygun olarak tesis edilen panolarda, zaman içinde ilave edilen yeni yükler, bağlantılarda gevşeklikler, şalt cihazlarının eskimesi gibi nedenlerle yangın çıkabilmektedir. Bu yangınlar çoğu zaman geç fark edilmekte, yangın tesisat üzerinden tesise yayılarak önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Doğrudan elektrik ve elektronik panolarına monte edilen ve pano içinde başlayabilecek bir yangın hızlı ve etkili bir şekilde söndürmek mümkündür. Bu sayede yaşanabilecek yangınlardaki can, mal ve iş gücü kayıpları engellenebilir. Bu bildiri de elektrik panolarından kaynaklanan yangınların söndürülmesi konusunda dünyada ve ülkemizde uygulanan başlıca teknolojiler ile sistemler anlatılmaktadır. Sistemlerin uygulanması konusunda uluslararası standartlar ile ülkemizdeki yönetmelikler içerisindeki yeri aktarılacaktır. Elektrik panosunda başlayan yangınların kaynağında söndürülmesi ile elektrik panosunda yangının en az hasarla atlatılması için güncel uygulamalar aktarılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gazlı Söndürme Sistemleri, Yangın Söndürme Sistemleri, Elektrik Panoları, Aerosol, Kompanzasyon Panoları, Aerosol Söndürme Sistemleri, ADP Panoları, Endüstriyel Tesisler

GİRİŞ

Dünyadaki teknolojik gelişmelere paralel olarak yangın söndürme sistemlerinde de yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. İşletmelerde kullanılan tüm elektrik panoları yangın tehlikesi oluşturmaktadır.

Pano içi yangın söndürme sistemleri yangını kaynağında algılayıp söndürmek üzere tasarlandıkları için yangının yayılma ihtimalini ortadan kaldırır. Bu sayede bir yangından sonra oluşacak iş durma süresinin kısalmasını sağlar.



2.0. Pano-içi Gazlı Söndürme Sistemleri

Pano-içi gazlı söndürme sistemleri dünyada ön tasarımı yapılmış (pre-engineered) düşük basınçlı sistemler olarak tanımlanmaktadır. Panolar gibi yangın riski yüksek ve sulu söndürme yapılamayacak alanların korunması için kullanılan sistem ön tasarımı yapılmış olduğu için diğer gazlı söndürme sistemleri uygulamalarındaki gibi özel hidrolik hesaplar, gaz dolum dolum hesapları ve nozul gerektirmez. Korunacak hacmin bilgisi ve kullanılacak gazla göre tasarım konsantrasyonları için gerekli gaz miktarının hesaplanması uygulama için yeterlidir.

Elektrik ve elektronik pano yangınlarının başlangıç aşamasında otomatik müdahale ile söndürülmesinin sağlanması amacıyla kurulan sistemlerdir. Yüksek sıcaklık ve alev teması ile tetiklenerek yangını kendi kendine otomatik olarak söndüren pano-içi gazlı söndürme sistemleri, dışarıdan herhangi bir enerji kaynağı ya da tetiklemeye ihtiyaç duymazlar. Yangın algılama ve söndürme işlemini kendi başına yapabilen sistemlerdir.

Diğer otomatik gazlı söndürme sistemlerinden farklı olarak bir elektronik algılama sistemine ihtiyaç duymaz. Yüksek basınçlı otomatik söndürme sistemleri pano ve ekipman içlerinde aktif elektronik cihazlara zarar verme potansiyelinden dolayı kullanım için uygun değildir. Pano-içi gazlı söndürme sistemleri düşük basınçlı olduğu için bu riski ortadan kaldırmaktadır. Herhangi bir enerji ihtiyacı duymadıkları için panoların yanı sıra mobil elektrikli ekipmanlarda da kullanılabilir.

Pano-içi gazlı söndürme sistemlerinde söndürme ajanı olarak HFC-227ea (FM-200), Fk-5-1-12 (Novec-1230) ve CO₂ (Karbon dioksit) gazları kullanılmaktadır.

Tüm pano-içi gazlı söndürme sistemlerinin uygulandığı elektrik ve elektronik panolarında, pano kapakları kapalı olmalı ve sızdırmazlık belirli oranda sağlanmış olmalıdır. Panodaki açıklıklar tasarım ve planlama aşamasında dikkate alınmalıdır.

Pano-içi gazlı söndürme sistemlerinde 2 yöntem kullanılmaktadır.

- Doğrudan (Direct) Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemi
- Dolaylı (Indirect) Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemi

2.1. Doğrudan (Direct) Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemi

Bu sistemde söndürme ve algılama tek boru ile sağlanmaktadır. Pano içerisine üzerinde özel orifisleri olan FIREDETEC boru tarafından hem algılama hem de söndürme gerçekleştirilir.



Pano içerisinde başlayan bir yangından hemen önce veya buna eşlik eden ısı, basınçlı sensör tüpünün en sıcak noktada (yaklaşık 248°F / 120°C) patlamasına neden olur. Ani boru basıncının düşürülmesi ile silindir üzerindeki özel valfi harekete geçirir ve pano-içini söndürücü gaz ile doldurulur ve 10 saniyeden daha kısa sürede %95 söndürücü gaz konsantrasyonu seviyesine ulaşır. Böylece yangın, başladıktan birkaç dakika sonra hızla bastırılır.

FM-200 ve Novec-1230 gazlarının kullanıldığı sistemlerdeki silindirler 16,5 bar - 18 bar (21 °C oda sıcaklığında) basınçta azot gazı ile doldurulur. Karbondioksit gazının kullanıldığı silindirler ise 50 - 60 bar basınçlı olup, silindir üzerindeki basınç vana regülatörü sayesinde basınç 14 -18 bar basınca düşürülerek kullanılır.

Bu sistemlerin tasarımı ve üretiminde Avrupa'da geçerli olan Loss Prevention Standard LPS 1666@ Issue: 1.0-Direct-Low-Pressure-Application-Fire-Suppression-System-Standard kullanılır. Bu standarda göre bu yöntem ile korunacak olan elektrik panoların hacmi 2 m³'den daha büyük olamaz. Korunacak olan panoda müsaade edilen kapatılamayan açıklık ise 100- 187 cm² olarak sınırlanmıştır. Bu açıklık miktarı sistem üreticilerinin dizayn manüellerinde belirtilmiştir. Bir silindir ile maksimum 4 adet bağımsız bölüm korunabilir. Ancak her bir bağımsız bölümde vana çıkışı ile hat sonu arasında kullanılacak pnömatik basınç sensörünün uzunluğu 10 m.'yi geçemez.

FM-200 ve Novec-1230 gazlı pano-içi söndürme sistemlerinin tasarım, işletme ve bakım prosedürlerinde sistem üreticileri yukarıdaki standarda ek olarak NFPA-2001 standardını referans almaktadırlar.

2.2. Dolaylı (Indirect) Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemi

Bu sistemde söndürme ve algılama 2 ayrı boru ile sağlanmaktadır. Pano içerisine üzerinde özel orifisleri olan FIREDETEC boru tarafından algılama yapılmaktadır. Söndürme ise paslanmaz çelik boru ve özel gaz boşaltma nozulları tarafından gerçekleştirilir.



Pano içerisinde başlayan bir yangından hemen önce veya buna eşlik eden ısı, basınçlı sensör tüpünün en sıcak noktada (yaklaşık 248°F / 120°C) patlamasına neden olur.

Ani boru basıncının düşürülmesi ile silindir üzerindeki özel valfi harekete geçirir ve paslanmaz çelik boru hattından geçerek nozullar vasıtası ile söndürücü gaz ile pano-içi doldurulur ve 10 saniyeden daha kısa sürede %95 söndürücü gaz konsantrasyonu seviyesine ulaşır. Böylece yangın, başladıktan birkaç dakika sonra hızla bastırılır.



FM-200 ve Novec-1230 gazlarının kullanıldığı sistemlerdeki silindirler 16,5 - 18 bar (21 °C oda sıcaklığında) basınçta azot gazı ile doldurulur. Karbondioksit gazının kullanıldığı silindirler ise 50 - 60 bar basınçlıdır.

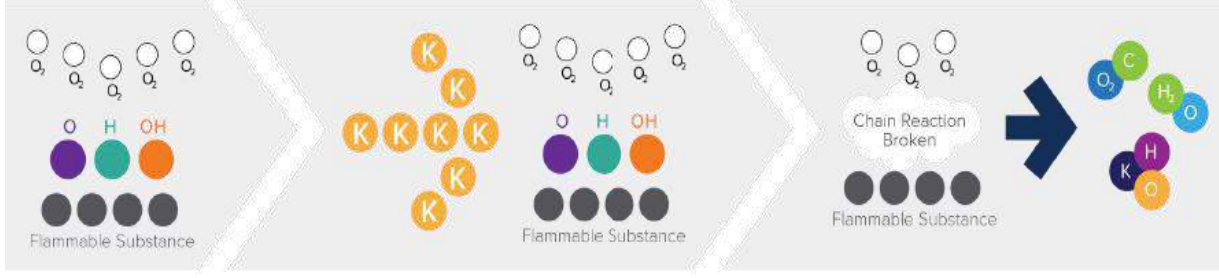
Dolaylı Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemleri ile korunacak olan elektrik panolarının hacmi 10 m³'den daha büyük olamaz

Dolaylı Düşük Basınçlı Gazlı Sabit Yangın Söndürme Sistemleri sadece UL, FM onaylı olarak üretilmektedir. UL, FM onaylı sistemlerin silindirlerinde TPED belgesi bulunmadığı için diğer bir deyişle bu silindirler ülkemizde geçerli olan CE regülasyonunu sağlayamadıkları için güncel durumda ithalatı yapılamamaktadır.

3.0. Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemleri

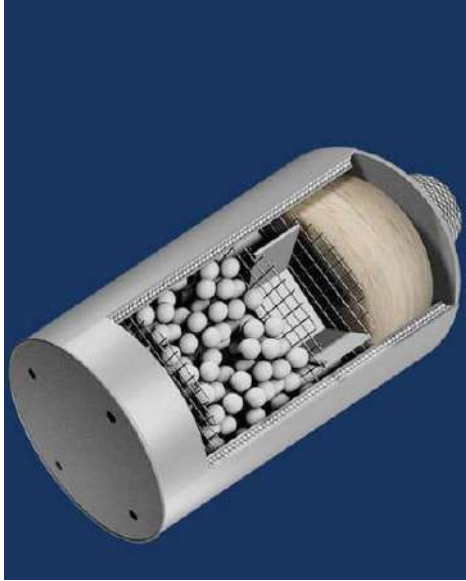
Aerosol söndürme sistemleri; Elektrik Dağıtım Panoları gibi yangın ihtimalinin ekseriyetle görüldüğü alanlarda, erken önlem alabilmek ve uygulama açısından oldukça efektif bir çözümdür.

Aerosol Söndürme Sistemleri katı halde Potasyum Karbonat Bileşiği (K₂CO₃) içeren aerosol jeneratörlerin kullanıldığı sistemlerdir.



Aerosol söndürücü potasyum esaslı olduğu için toksik ve iletken olmayan oksijen bağlamayan ve ozon tabakasına zarar vermeyen, küresel ısınma etkisi ve karbon ayak izi bırakmayan bir söndürücüdür.

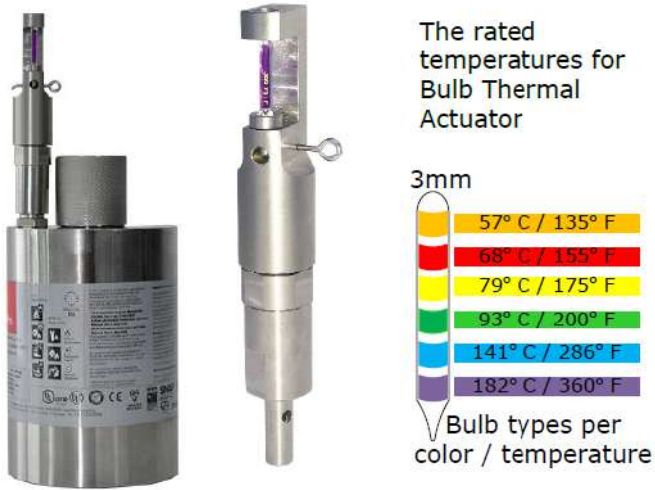
Potasyum yapısı itibariyle bir alkali metaldir ve iyonik yani bileşik oluşturma isteği fazla olan bir elementtir. Genel olarak yangın, O, H, OH radikallerinin zincirleme reaksiyonları sonucu ortaya çıkar. Aerosolün birinci adımında inert gazlar (N₂, H₂O, CO₂) mikro boyutlarda başta K₂CO₃ içeren partiküller ortaya çıkarır. Aerosolün ikinci adımında ise söndürme işlemi başlamıştır, ortaya çıkan potasyumun çeşitli formasyonları hızla K₂CO₃'ten ayrılarak daha iyonik ve bileşik oluşturma isteğinde oldukları yangın radikalleriyle (C, H, OH) kararlı bileşikler (KOH vb.) oluştururlar ve böylece oksijeni boğmadan yangın söndürülür. Halbuki diğer yangın söndürücüler yangın söndürme sırasında oksijeni azaltma yöntemiyle söndürme yapmaktadır. Aerosol yapısı itibariyle oksijene dokunmadan diğer bileşenleri engelleyerek yangını söndürür.



Aerosol söndürme sistemlerinde başlıca 2 aktivasyon yöntemi kullanılmaktadır.

3.1. Termal Aktivasyonlu Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemleri

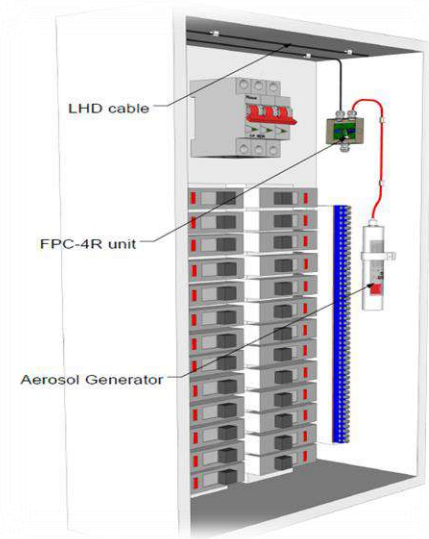
Bu yöntem ile korunan elektrik panolarında, cam tüplü aktivatör panonun tavanından maksimum 10 cm. aşağıda olacak şekilde aerosol jeneratörü panoya monte edilir.



Bu yöntemde herhangi bir enerji beslemesine ihtiyaç yoktur. Sistem, pano içindeki sıcaklığın cam tüplü aktivatörün aktivasyon sıcaklığına erişerek cam tüpü patlaması ile mekanik olarak aerosol jeneratörünün aktive edilmesi ile çalışır.

3.2. Elektrik Aktivasyonlu Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemleri

Bu sistemlerde elektriksel aktivasyon için Lineer Sıcaklık Dedektörleri kullanılır. Bu kablo tipi dktörün en yaygın pano-içi çevre sıcaklıklarında 68°C veya 88°C sıcaklık limitlerinde alarm verebilen UL listeli ve FM onaylı tipleri kullanılır. Daha yüksek sıcaklıklarda tetikleme yapan tipleri de bulunmaktadır.



Lineer Sıcaklık Dedektöründen gelen bilgi, söndürme panelinin aktivasyonunu sağlar. Aerosol söndürücü, ortamın sıcaklığı belirli değere ulaştığında sıcaklığa duyarlı kablonun dış yüzeyinin erimesiyle kısa devre olması ve elektriksel olarak söndürme kontrol ünitesini tetiklemesi ile aktive olur.

Aerosol söndürücü, pano içerisinde uygun yere yerleştirilir, uygun uzunluktaki lineer kablo, yangın çıkma riski olan yerlerden dolaştırılarak söndürme paneline ulaştırılarak, yangın anında aerosol söndürücünün devreye girmesini sağlar.

Elektrik Aktivasyonlu Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemlerinde aerosol söndürücüleri tetiklemek için kullanılan Söndürme Paneli; 3,0 V PİL ve/veya yardımcı besleme ünitesi üzerinden beslenebilir özellikte olmalıdır. İki adet Lineer Isı Dedektörü hattı bağlanabilir kapasitede olmalıdır. Birden fazla pano söndürme paneli kullanılması durumunda, tüm paneller birbirlerine entegre edilebilir ve çoklanabilir özelliğe sahip olmalıdır. Fan vb. için ayrı bir kontak çıkışına sahip olmalıdır.

Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemleri aşağıdaki ekipmanlardan oluşur.

- Yangın Söndürme Sistemi Kontrol Paneli
- Lineer Kablo Tip Dedektörleri
- Li-ion 3.0 V PİL
- Aerosol Jeneratörleri ve aksesuarları
- Elektrikli, nümerik ve manual ateşleyiciler

Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemi tercih edilirken, özellikle belgelendirme ve sertifika oldukça önemlidir. Aerosol söndürme sistemi kullanılmak istendiğinde UL, VdS, LPCB gibi uluslararası sertifikalara sahip aerosol söndürme sistemleri tercih edilir.

Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemlerinin tasarım ve dizaynı, aerosol söndürücülerin tasarımı, NFPA 2010, ISO 15779 ve EN 15276-1'e göre yapılır. Aerosol söndürme sistemlerinde kullanılan aerosol söndürücüler, UL 2775 standardında belirtilen testler yapılarak UL onayı alınmaktadır.

Pano-içi Aerosol Söndürme Sistemlerinde doğru tasarım için; aşağıda belirtilen onay ve sertifikalar mutlaka aranmalıdır.

- UL listeli, LPCB, VdS, BSI, KIWA sertifikaları
- EN-15276-1:2019, ISO 15779 ve NFPA 2010 uyumu
- SIL (Safety Integrity Level) sertifikası
- Green Label , SNAP Sertifikaları (Çevreye ve Ozon Tabakasına Karşı Etkileri)
- EPA Sertifikası – İnsan Bulunan Mahallerde Kullanım Koşulları

SONUÇ

İşletmelerin ihtiyaçlara bağlı olarak farklı tip ve özelliklere sahip elektrik panoları kullanılmaktadır. Bu nedenle farklı tipteki elektrik panolarında kullanılabilecek çeşitli pano içi yangın söndürme sistemleri geliştirilmiştir. Panonun özelliklerine uygun tipte yangın söndürme sisteminin kullanılması önem arz etmektedir. Eğer pano tipine uygun söndürme sistemi seçilmez ise, bu panoda çıkacak olan bir yangının söndürülememesi sonucunu ortaya çıkacağını unutulmaması gerekir.

Küçük yatırım bütçeleri ile sağlanan bu otonom çözümler, işletmelerdeki tüm yangın riskleri ile mücadele için otomatik söndürme sistemi kullanılması ihtiyacını ortadan kaldırmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. NFPA 2010 (2020 Basımı) – Standard for Fixed Aerosol Fire Extinguishing System
2. EN 15276-1 (2019 Basımı) - Fixed firefighting systems - Condensed aerosol extinguishing systems - Part 1: Requirements and test methods for components.
3. TS ISO 15779 - Yoğunlaştırılmış aerosol yangın söndürme sistemleri - Bileşenler ve sistem tasarımı için kurallar ve deney yöntemleri, kurulum ve bakım - Genel kurallar
4. Firepro Condensed Aerosol Fire Extinguishing Systems Installation and User Manual (2019 Basımı)
5. Rotarex FireDETEC /DirectLow Pressure (DLP) Pre Engineered Fire Suppression Systems Featuring Linear Pneumatic Tubing – Design, Installation and Maintenance Manual (2016 Basımı)
6. Rotarex FireDETEC Object Fire Suppression Systems (2017 Basımı)

ÖZGEÇMİŞ

Soner KARATUYUN

1974 yılında İstanbul doğumlu Soner KARATUYUN ilk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Makine Mühendisi olarak Lisans diplomasını almıştır. 1999 -2020 yılları arasında mühendislik mesleğini profesyonel olarak çeşitli firmalarda, yurt içi ve yurtdışı projelerde görev alarak icra etmiştir. 2020 yılında EEC Entegre Bina Kontrol Sistemleri firmasında Yangın Söndürme Sistemleri konusunda Teknik Danışmanlık olarak başladığı görevine, EEC Entegre Bina Kontrol Sistemleri firmasında Yangın Söndürme Sistemleri - Sistem Çözüm Lideri olarak çalışma hayatına devam etmektedir. Makine Mühendisliği Odası üyeliği mevcut olup mesleki alanı ile ilgili sektörel yayınlarda yayınlanmış makaleleri mevcuttur.

YÜKSEK BİNALARDA YANGIN TATBİKATI: VAKA ÇALIŞMASI, MİSTRAL İZMİR

Serkan KORKMAZ

ÖZET

Kentlerimizin nüfusu, yaşadığımız çağın gereklilikleri ve insani ihtiyaçlara daha kolay ulaşım sağlanabilmesi sebebiyle her geçen gün artmaktadır. Kent nüfusunun artması ile birlikte konut taleplerinde artış görülmektedir. Kentlerde nitelikli konut yapımına uygun tipte arsaların azlığı bina kat sayılarını artırmaktadır. Türkiye'deki hanehalklarının %17,3'ünün 2 katlı, %14,4'ünün 5 katlı, %13'ünün 6 katlı ve %11,7'sinin tek katlı binalarda ikamet ettiği raporlanmıştır. Diğer yandan 10 ve daha üzeri kata sahip binalarda ikamet eden hanehalklarının oranı ise %9,5 olduğunu yayınlanmıştır.

Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te, Bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binaları yüksek bina olarak tanımlaması yapılmıştır. Yüksek binalarda kullanım amaçlarına göre yangın güvenlik önlemleri farklılık göstermek ile birlikte karışık kullanım amaçlı binalar tasarlanmakta ve gündelik yaşamımız içinde yer almaktadır. Yüksek binalar tasarım, yapım ve işletim zamanlarında disiplinler arası bir çalışmanın yapılması ve sürdürülebilir şekilde devam ettirilmesi gerekmektedir. Yüksek binaların; yangın, deprem ile iklimsel afetlere karşı dirençli ve dayanımlı olarak tasarlanması, yapılması ve güvenlik önlemlerinin sürekli olarak kontrol edilmesi gereklidir. Binalarda çalışanların ve yaşayanların yangın durumunda yapacakları hareket tarzı, can kaybı ve yangının kontrol altına alınma sürecini etkilemektedir. Binalarda yaşayan ve çalışanların bina güvenlik önlemlerinin acil durumlarda nasıl kullanacakları konularında eğitimlerden geçirilmesi yasal zorunlukla birlikte hayati önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında yüksek binalarda yapılacak yangın tatbikatlarının, planlama, eğitim ve gerçekleştirme aşamaları ve yangın tatbikatı hazırlık kontrol formu bilgilendirmesi hususlarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Bina Yangın Tatbikatı, Yüksek Bina Acil Durum Tahliye Planları, Yüksek Bina Acil Durum Ekiplerinin Eğitimi.

FIRE DRESS IN HIGH BUILDINGS: CASE STUDY MISTRAL IZMIR

ABSTRACT

The population of our cities is increasing day by day due to the necessities of the age we live in and easier access to human needs. With the increase in the urban population, there is an increase in the demand for housing. The scarcity of land suitable for quality housing construction in cities increases the number of building floors. It has been reported that 17.3% of the households in Turkey live in 2-storey buildings, 14.4% in 5-storey buildings, 13% in 6-storey buildings and 11.7% in single-storey buildings. On the other hand, it has been published that the rate of households residing in buildings with 10 or more floors is 9.5%.

In the Regulation on the Protection of Buildings from Fire, buildings with a building height of more than 21.50 m and a building height of more than 30.50 m are defined as tall buildings. Although fire safety

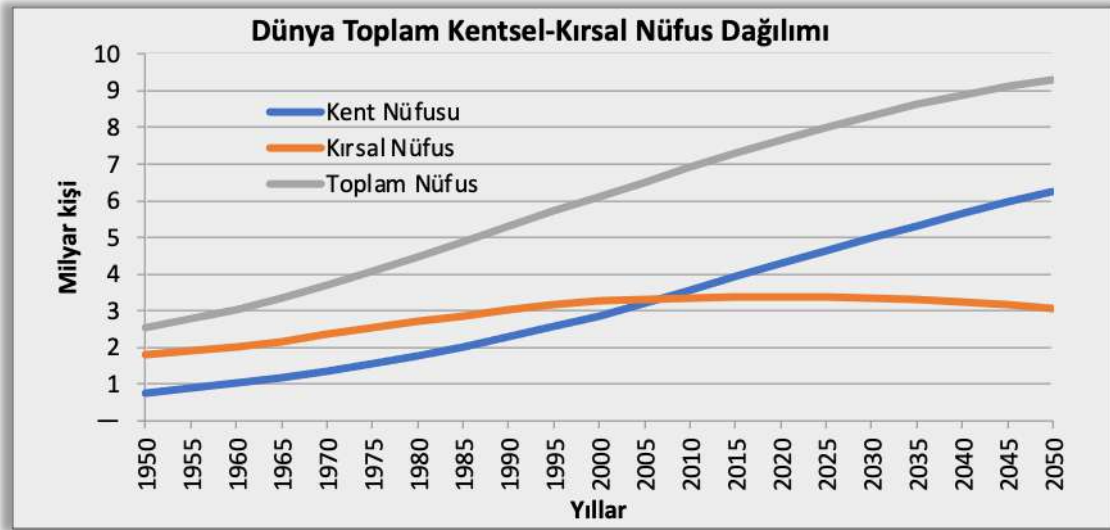
measures differ according to the purpose of use in high-rise buildings, mixed-use buildings are designed and are included in our daily lives. An interdisciplinary study should be carried out and sustained in a sustainable manner during the design, construction and operation of high-rise buildings. tall buildings; It is necessary to design and build durable and resistant against fire, earthquake and climatic disasters and to constantly control security measures. The action style of the workers and residents in the buildings in case of fire affects the loss of life and the process of controlling the fire. It is of vital importance, together with the legal obligation, that the residents and employees of the buildings receive training on how to use the building security measures in an emergency.

Within the scope of this study, it includes the planning, training and realization stages of fire drills to be held in high-rise buildings and informing the fire drill preparation control form.

Keywords: High Building Fire Drill, High Building Emergency Evacuation Plans, Training of High Building Emergency Teams.

1. GİRİŞ

Dünya yükselen bir nüfus dalgasının etkilerini giderek daha fazla hissetmektedir, kentleşme. Başlangıçları sanayileşmenin sancılı doğumunda olan kentleşme, yani dünya nüfusunun artan şekilde kırdan kente göçü, özellikle son 30 yılın küreselleşme eğilimleri ile hızını arttırmıştır. Birleşmiş Milletlerin raporlarına göre 2008 yılı, kentsel nüfusun kırsal nüfusu geçtiği yıl olarak tarihe kaydedilmiştir (World Urbanization Prospects , 2012).



Şekil 1: Dünyada kırsal ve kentsel nüfusun tarihi gelişimi, BM Kentleşme Raporu.

Bu demografik kayış, kentlerde üretilen değeri ve dünya gayri safi hasılasının kentlere düşen oranlarını da etkilemektedir. McKinsey Global Institute "Cityscope – 2011" raporuna göre City 600(2007-2025 arasında küresel GYH katkısı en yüksek olan 600 şehir) listesindeki kentlerde yaşayan 1,5 milyar kişi dünya nüfusunun %22'sini oluşturmakta ve 30 trilyon ABD Doları ile dünyanın toplam GYH'sından yarıdan fazla pay almaktadırlar. City 600 kapsamında, ortalama yıllık geliri 20 000 \$ olan 485 milyon hane bulunmaktadır. City 100 listesine bakıldığında, küresel GYH içindeki pay 21 trilyon \$ ile % 38 olmaktadır.

2025 yılına gelindiğinde City 600 dünya nüfusunun % 25'ini ve dünya GYH'sının ise 60 trilyon \$ ile % 60'ını kapsayacaktır. Aşağıdaki şekilde kentlerin ekonomik gücü gösterilmektedir. Kentleşmenin ve

büyüyen kentlerin çoğunun, ABD, Avrupa ve Japonya dışındaki gelişmekte olan dünya olarak ifade edilebilecek coğrafi bölgelerde ortaya çıkacak olmalarıdır.

Modern kentleşme süreci, yüksek binaların sayısının hızla arttığı bir çağı beraberinde getirmiştir. Bu yükselen trend, şehirlerin sınırlı arazi alanlarını daha verimli kullanma ihtiyacının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Yüksek binalar, ticari, konut, ofis ve karma kullanım gibi çeşitli amaçlarla tasarlanmakta ve inşa edilmektedir. Ancak, bu yükselen yapılaşmanın getirdiği avantajların yanı sıra, yüksek binaların yangın gibi acil durumlar karşısındaki savunmasızlığı da göz ardı edilmemelidir.

Yangın, yüksek binaların güvenlik açısından en kritik tehditlerinden biridir. Yüksek binaların özellikleri, geleneksel yapılarla karşılaştırıldığında yangın güvenliği stratejilerini daha karmaşık hale getirir. Yüksek binalarda yangın riski yükselirken, aynı zamanda bu binalardaki insan sayısı da artmaktadır. Bu durum, acil durum yönetimi ve tahliye operasyonlarını daha zorlu hale getirmektedir.

Yangın tatbikatları, yüksek binalardaki yangın güvenliği önlemlerinin temel bir parçasını oluşturur. Tatbikatlar, yangın durumunda hem binada bulunan kişilerin hem de kurtarma ekiplerinin etkili bir şekilde hareket etmelerine yardımcı olacak hazırlıkları içerir. Bu hazırlıklar, yangının çıkış anından itibaren başlayarak, yangının kontrol altına alınması ve binanın tahliyesine kadar süren aşamaları kapsar. Ancak, yüksek binalardaki yangın tatbikatlarının önemi ve etkinliği hakkında daha fazla araştırma ve analiz gerekmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu, Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021 yılında yaptığı hanehalkları bina kat sayısına göre dağılımına göre Türkiye'deki hanehalklarının %17,3'ünün 2 katlı, %14,4'ünün 5 katlı, %13'ünün 6 katlı ve %11,7'sinin tek katlı binalarda ikamet ettiği görüldü. Diğer yandan 10 ve daha üzeri katta ikamet eden hanehalklarının oranı ise %9,5 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Hanehalklarının bina kat sayısına göre dağılımı, 2021

Hanehalklarının bina kat sayısına göre dağılımı, 2021		
Bina kat sayısı	Konutta ikamet eden hanehalkı sayısı	Oran (%)
Toplam-Total	25 329 833	100,0
1	2 969 100	11,7
2	4 391 135	17,3
3	2 873 576	11,3
4	2 718 029	10,7
5	3 658 708	14,4
6	3 286 512	13,0
7	1 550 299	6,1
8	782 562	3,1
9	689 796	2,7
10+	2 410 116	9,5

Yüksek binalarda yangın tatbikatlarının ciddi bir araştırma ve değerlendirme gerektirdiği açıktır. Bu çalışma, yüksek binalardaki yangın güvenliğini artırmak, acil durum yönetimini optimize etmek ve potansiyel tehlikelere karşı etkili savunma mekanizmaları oluşturmak isteyen araştırmacılar, uygulayıcılar ve karar vericiler için önemli bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2. TANIMLAR, YÜKSEK YAPI YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

2.1. Tanımlar

Bu çalışma kapsamında Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik mevzuatı referans alınmıştır. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğin amacı; Kamu kurum ve kuruluşları, Özel kuruluşlar, Gerçek kişilerce kullanılan; Her türlü yapı, Bina, Tesis ve işletmenin, Tasarımı, Yapımı, İşletimi, Bakımı ve kullanımı safhalarında çıkabilecek yangınların en aza indirilmesini sağlamak, herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak, yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirlerin, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını belirlemektir.

Bu çalışma kapsamında kullanılacak olan terimlerin tanımları aşağıda belirtilmiştir:

- **Acil Durum:** Toplumun tamamının veya belli kesimlerinin normal hayat ve faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan ve acil müdahaleyi gerektiren olayları ve bu olayların oluşturduğu kriz halini, Endüstriyel tesislerdeki acil durumları birkaç ana başlık altında toplayabiliriz, Bunlar; Yangın, Deprem, İş Kazası, Sel, Sızıntı, Sabotaj vb.

- **Acil Durum Ekibi:** Yangın, deprem ve benzeri afetlerde binada bulunanların tahliyesini sağlayan, olaya ilk müdahaleyi yapan, arama-kurtarma ve söndürme işlerine katılan ve gerektiğinde ilk yardım uygulayan ekibi,

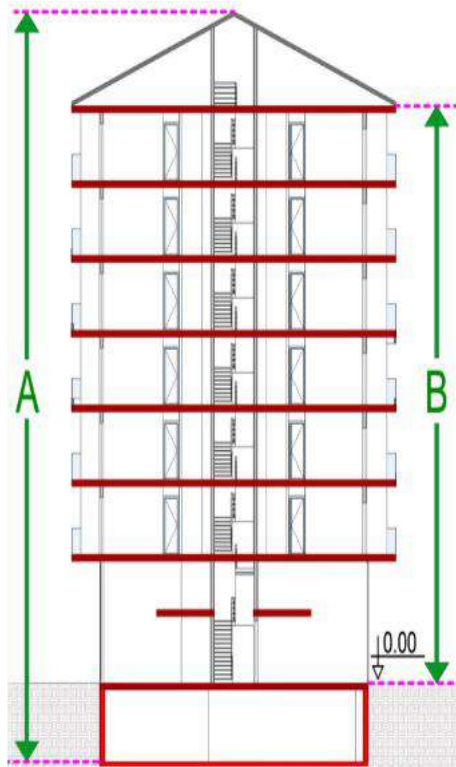
- **Acil Durum Planları:** Acil durumlarda yapılacak müdahale, koruma, arama-kurtarma ve ilk yardım iş ve işlemlerinin nasıl ve kimler tarafından yapılacağını gösteren ve acil durum öncesinde hazırlanması gereken planları,

Acil Eylem Planının Amacı; Acil bir durumda can güvenliğini korumak, mal ve bilgi kayıplarını önlemektir.

- **Yapı Yüksekliği:** Bodrum katlar, asma katlar ve çatı arası piyesler dahil olmak üzere, yapının inşa edilen bütün katlarının toplam yüksekliğidir. (Şekil 2. Yapı Yüksekliği A)

- **Bina Yüksekliği:** Binanın kot aldığı noktadan saçak seviyesine kadar olan mesafeyi veya imar planında ve bu Yönetmelikte öngörülen yüksekliktir. (Şekil 2. Bina Yüksekliği B)

- **Yüksek Yapı:** Bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binalardır.



Şekil 2. Yapı Yüksekliği(A) ve Bina Yüksekliği(B) Diyagramı

Acil durumların belirlenmesi:

Yapılarda meydana gelebilecek acil durumlar aşağıdaki hususlar dikkate alınarak belirlenir;

- a) Risk değerlendirmesi sonuçları,
- b) Yangın, tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklanan yayılım ve patlama ihtimali,
- c) İlk yardım ve Tahliye gerektirecek olaylar,
- ç) Doğal afetlerin meydana gelme ihtimali,
- d) Sabotaj ihtimali.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Ekiplerin Kuruluşu, Görevleri ve Çalışma Esasları Ekiplerin kuruluşu (BYKHY Madde 126)

Yapı yüksekliği 30.50 m.'den 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 bulunduğu sitelerde aşağıdaki acil durum ekipleri oluşturulur.

- a) Söndürme ekibi (En az 3 Kişi),
- b) Kurtarma ekibi (En az 3 Kişi),
- c) Koruma ekibi (En az 2 Kişi),
- d) İlk yardım ekibi (En az 2 Kişi).

Görevleri ile İsim ve Adres listeleri bina içinde kolayca görülebilecek yerlere asılır.

Yangın Güvenlik Önlemleri

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerince sanayi yapılarında alınması gereken güvenlik önlemleri yapının tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı safhalarında olacak şekilde düzenlenmiştir.

Bu yönetmeliğe göre;

- **Yangın Kompartımanı (BYKHY Madde 24):** Bir bina içerisinde, tavan ve taban döşemesi dâhil olmak üzere, her yanı en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı yapı elemanları ile duman ve ısı geçirmez alanlara ayrılmış bölgeyi ifade eder. İki veya daha çok bina tarafından ortak kullanılan duvarlar, kazan dairesi, otopark, ana elektrik dağıtım odaları, yapı içindeki trafo merkezleri, orta gerilim merkezleri, jeneratör grubu odaları ve benzeri yangın tehlikesi olan kapalı alanların duvarları ve döşemeleri kompartıman duvarı özelliğinde olur.

- **Isı ve Duman Yalıtımı:** Binalarda mevcut elektrik, tesisat vs. shaftları bina katları veya bölümleri arasında boşluk yaratmakta ve bunun neticesinde bir bölümde oluşan yangın shaft boşluklarını kullanarak diğer kat ve bölümlere yayılabilmektedir. Bu nedenle bu boşlukların uygun yalıtım malzemeleri ile doldurulması gerekmektedir.

- **Duman Tahliyesi (BYKHY Madde 85):** Endüstri yapılarında duman bacaları yapılmalıdır. Duman baca ağızları daima açık olabilir veya yangın halinde otomatik şekilde açılmalı ve ek olarak manuel şekilde açılmalı ve kapatılmalıdır.

- **Duman Kontrolü (BYKHY Madde 88):** Toplam alanı 2000 m²'yi aşan kazan dairelerinde, kapalı otopark alanlarında ve bodrum katlardaki depolarda mekanik duman tahliye sistemi yapılması mecburidir. Duman tahliye sisteminin, binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olması ve saatte en az 10 defa hava değişimi sağlaması gerekir. Un, tahıl, kepek, nişasta ve şeker gibi parlayıcı organik tozlar meydana getiren maddelerin işlendiği, imal veya depo edildiği yerlerde, bu maddelerin tozlarının toplanmasını önleyecek özel havalandırma tertibatı yapılması mecburidir.

- **Tahliye Kapıları (BYKHY Madde 47):** Kaçış yolu kapılarının en az temiz genişliği 80 cm'den ve yüksekliği 200 cm'den az olamaz. Kullanıcı yükü 50 kişiyi aşan mekânlardaki çıkış kapılarının kaçış yönüne doğru açılması şarttır. Kaçış yolu kapılarının el ile açılması ve kilitle tutulmaması gerekir.

- **Acil Aydınlatma Sistemi (BYKHY Madde 71-72):** Acil durum aydınlatma sistemi; şehir şebekesi veya benzeri bir dış elektrik beslemesinin kesilmesi, yangın, deprem gibi sebeplerle bina veya yapının elektrik enerjisinin güvenlik maksadıyla kesilmesi ve bir devre kesici veya sigortanın açılması sebebiyle normal aydınlatmanın kesilmesi hâllerinde, otomatik olarak devreye girerek yeterli aydınlatma sağlayacak şekilde düzenlenir.

- **Acil Durum Yönlendirmesi (BYKHY Madde 73):** Birden fazla çıkışı olan bütün binalarda, kullanıcıların çıkışlara kolaylıkla ulaşabilmesi için acil durum yönlendirmesi yapılır.

- **Yıldırımdan Korunma Sistemi (BYKHY Madde 64):** Binaların yıldırım tehlikesine karşı korunması için ilgili ve standartların gereğinin yerine getirilmesi şarttır. Elektrik yükünün yapı veya yapı üzerindeki diğer tesisat üzerinde risk yaratmaksızın toprağa iletilebileceği yeterli bağlantının sağlanması ve bir toprak sonlandırma ağı oluşturulması gerekir.

- **Anons Sistemi (BYKHY Madde 81):** Yapı inşaat alanı 5000 m²'den büyük olan, Yapı yüksekliği 51,50 m'yi geçen veya toplam kullanıcı sayısı 1000 kişiyi aşan endüstri tesislerinde otomatik olarak yayınlanan ses mesajları ve yangın merkezinden mikrofonla yayınlanan canlı ses mesajları ile binada yaşayanların tahliyesini veya bina içerisinde yer değiştirmelerini sağlayacak şekilde anons sistemleri kurulması mecburidir.

- **Uyarıcı İkaz levhaları (BYKHY Madde 111-112):** Bina veya tesislerde mevcut olabilecek yangın risklerini ve sebep olabilecek hareketlerin yapılmasını engellemek amacı ile o konuda hazırlanmış uyarıcı ikaz levhaları, riskin olduğu bölümlere asılarak kişilerin uyarılması sağlanmalıdır.

- **Yangına dayanıklı bina (BYKHY Madde 20):** Bir bina, yangın çıkması hâlinde; Binanın yük taşıma kapasitesi belirli bir süre için korunabilecek, Yangının ve dumanın binanın bölümleri içerisinde genişlemesi ve yayılması sınırlandırılabilir, Yangının civarındaki binalara sıçraması sınırlandırılabilir, Kullanıcıların binayı terk etmesine veya diğer yollarla kurtarılmasına imkân verecek, İtfaiye ve kurtarma ekiplerinin emniyeti göz önüne alınacak şekilde inşa edilir.

Ayrıca tehlikeli maddelerin depolandığı yerlerde; binaların tavanlarının ve tabanlarının yanmaz, sızdırmaz, çarpma ile kıvılcım çıkarmaz ve kolay temizlenir malzemeden, hafif eğimli olarak, pencerelerin ise, büyük parçalar hâlinde, etrafa dağılmayacak ve zarar vermeyecek telli cam veya kırılmaz cam gibi maddelerden yapılması gerekir.

- **Taşma havuzu (BYKHY Madde 119):** Endüstriyel tesislerde kullanılan kimyasal sıvı tanklarında oluşabilecek dökülme ve sızıntıya karşı tank çevresinde kapasitesine göre ısıya dayanıklı ve sızdırmaz malzemeden taşma havuzları tesis edilir.

- **Statik elektriğe karşı topraklama (BYKHY Madde 103–111-120):** Üretimin ve tehlikeli maddenin özelliğine göre binaların tabanlarının statik elektriği iletici özellikte yapılması, kapıların statik elektriğe karşı topraklanması şarttır. Yanıcı ve parlayıcı sıvıların doldurulduğu tanklar, elektrostatik yüklemeye karşı emniyete alınır. Ayrıca LPG istasyonlarında tank ve dispenser bölgesinde statik topraklama penseleri bulunması gerekir. Statik topraklama ölçümleri, yılda en az 1 defa uzman kişi ve kuruluşlar tarafından yapılır ve sonuçları dosyalanır.

- **Elektrik tesisatının ex-proof özellikte olması:** Doğalgaz, LPG veya tehlikeli maddeler ile çalışılan yerlerde fanların ve havalandırma motorlarının patlama ve kıvılcım güvenli (ex-proof) olması gerekir. Kablo ve pano tesisatlarının da kıvılcım güvenli olması şarttır. Ayrıca yanıcı parlayıcı ve patlayıcı madde depolarının elektrik ile ilgili teknik kurallara uygun şekilde aydınlatılması gerekir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre aktif güvenlik önlemleri aşağıda yer almaktadır.

Yapılarda yangın yönünden alınacak aktif güvenlik önlemleri, genellikle yangını başlangıç anında algılayıp büyüyüp yayılmasına müsaade etmeden sınırlandırıp, kurtarma ve müdahale etme faaliyetlerini kolaylaştırmaya, sakinleri güvenle yangının olduğu yapı ve bölümlerden tahliye etmeye ve yangını bünyesel olarak söndürmeyi amaçlayan güvenlik önlemlerinin tümünü içerir. Bu önlemler iki bölümde toplanabilir:

(a) Yangın algılama ve uyarı sistemleri,

(b) Yangın engelleme ve söndürme elemanlarıdır.

- **Algılama ve Uyarı Sistemleri (BYKHY Madde 75):** Yangın algılama ve uyarı sisteminin, el ile, otomatik olarak veya bir söndürme sisteminden aldığı uyarılardan biri veya birkaçı ile devreye girmesi gerekir. Sanayi yapılarında kat alanı 400 m²'den fazla olan iki kat ile dört kat arasındaki bütün binalarda yangın uyarı butonlarının kullanılması mecburidir.

- **Otomatik Dedektörler (BYKHY Madde 75):** Metal işleme ve montaj vb yangın riski olmayan yerler hariç, Yapı yüksekliği 21,50 metreyi geçen veya toplam kapalı kullanım alanı 7500 m²'yi aşan endüstriyel yapılarda otomatik yangın algılama cihazları tesis edilmesi mecburidir. Algılama sisteminin gerekli olduğu ve fakat duman algılama cihazlarının kullanımının uygun veya yeterli olmadığı mahallerde, sabit sıcaklık, sıcaklık artış, alev veya başka uygun tip algılama cihazı kullanılır.

- **Su Depoları ve Kaynaklar (BYKHY Madde 92):** 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 ve hidrolik hesaplar dikkate alınır. Su deposu hacmi, düşük tehlike için 30 dakika, orta tehlike için 60 dakika ve yüksek tehlike için 90 dakika esas alınarak bulunur.

- **Yangın Pompaları (BYKHY Madde 93):** Yangın pompaları; sulu söndürme sistemlerine basınçlı su sağlayan, anma debi ve anma basınç değeri ile ifade edilen pompalardır. 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. Yangın pompaları; Elektrik pompası veya Dizel pompa ve joker pompa olarak ayrı ayrı yada birlikte tesis edilebilir.

- **Sabit Boru Tesisatı ve Yangın Dolapları (BYKHY Madde 94):** Yüksek binalar ile toplam kapalı kullanım alanı 1000 m²'den büyük sanayi yapılarında, alanlarının toplamı 600 m²'den büyük olan kapalı otoparklarda ve ısı kapasitesi 350 kW'ın üzerindeki kazan dairelerinde yangın dolabı yapılması mecburîdir. Yangın dolapları, her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki uzaklık 30 m'den fazla olmayacak şekilde düzenlenir. Binaların yağmurlama sistemi ile korunması ve katlara itfaiye su alma ağız bırakılması hâlinde, yangın dolapları, ıslak tip yağmurlama branşman hattından beslenebilir ve aralarındaki uzaklık 45 m'ye kadar çıkarılabilir.

- **Hidrant Sistemi (BYKHY Madde 95):** Yapıların yangından korunmasında, ilk müdahalede söndürülemeyen yangınlara dışarıdan müdahale edebilmek için mümkün olduğunca yapının veya binanın bütün çevresini kapsayacak şekilde tesis edilecek hidrant sistemi bünyesinde yerleştirilecek hidrantların, itfaiye ve araçlarının kolay yanaşabileceği ve bağlantı yapabileceği şekilde düzenlenmesi gerekir.

- **Sulu Sprinkler Sistemi (Yağmurlama Sistemi) (BYKHY Madde 96):** Yağmurlama sisteminin amacı; yangına erken tepki verilmesinin sağlanması ve yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesi için belirli bir süre içerisinde tasarım alanı üzerine belirlenen miktarda suyun boşaltılmasıdır. Yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan endüstriyel binalarda, alanlarının toplamı 600 m²'den büyük olan kapalı otoparklarda ve 10'dan fazla aracın asansörle alındığı kapalı otoparklarda, Toplam alanı 1000 m²'den fazla olan, kolay alevlenici ve parlayıcı madde üretilen veya bulundurulan yapılarda yapılması zorunludur.

- **İtfaiye Su Verme Bağlantısı (BYKHY Madde 97):** Yüksek binalarda veya bina oturma alanı 1000 m²'den büyük binalarda veya cephe genişliği 75 m'yi aşan binalarda, itfaiyenin sisteme dışarıdan su basabilmesi için, sulu yangın söndürme sistemlerine en az 100 mm nominal çapında itfaiye su verme bağlantısı yapılması şarttır. İtfaiye araçlarının bağlantı ağızına ulaşma mesafesi 18 metreden fazla olamaz.

- **Köpüklü, Gazlı ve Kuru Tozlu Sabit Otomatik Söndürme Sistemleri (BYKHY Madde 98):** Suyun söndürme etkisinin yeterli görülmediği veya su ile reaksiyona girebilecek maddelerin bulunduğu, depolandığı ve üretildiği hacimlerde uygun tipte söndürme sistemi tesis edilir. Köpüklü, gazlı ve kuru tozlu sabit otomatik söndürme sistemleri; tesisin nitelik ve ihtiyaçlarına bağlı olarak uygun, güncel, sertifikalı ve ilgili standartlara göre tasarlanır. Gazlı yangın söndürme sistemlerinin tasarımında TS ISO 14520 standardı esas alınır. Her türlü gazlı söndürme sistemleri kurulurken; otomatik gaz boşaltımı sırasında veya sistemin devreye girdiğini işleticiye ve mahalde çalışan personele bildiren ve kişilerin söndürme mahallini tahliye etmesini sağlayacak olan sesli ve ışıklı uyarılar temin ve tesis edilmek zorundadır. Gazlı yangın söndürme sistemi uygulanacak hacimlerdeki, doğal havalandırma amaçlı pencerede, kapıda veya duvarda bulunan menfez ve varsa havalandırma bacalarının yangın algılama ve gaz boşaltım anında otomatik olarak kapanacak şekilde tasarlanması gerekir.

- **Yangın Söndürme Cihazları (BYKHY Madde 99):** A sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle çok maksatlı kuru kimyevi tozlu veya sulu (Yanıcı katı maddeler yangınları), B sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru kimyevi tozlu, karbondioksitli veya köpüklü (Yanıcı sıvı maddeler yangınları), C sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru kimyevi tozlu veya karbondioksitli (Yanıcı gaz maddeler yangınları), D sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, öncelikle kuru metal tozlu, söndürme cihazları bulundurulur (Metal yangınları). Düşük tehlike sınıfında her 500 m², orta tehlike ve yüksek tehlike sınıfında her 250 m² yapı inşaat alanı için 1 adet olmak üzere, uygun tipte 6 kg'lık kuru kimyevi tozlu veya eşdeğeri gazlı yangın söndürme cihazları bulundurulması gerekir. Otoparklarda, depolarda, tesisat dairelerinde ve benzeri yerlerde ayrıca tekerlekli tip söndürme cihazı bulundurulması mecburîdir. Söndürme cihazlarına ulaşma mesafesi en fazla 25 m olur. Söndürme cihazlarının standartlarda belirtilen hususlar doğrultusunda yılda bir kez yerinde genel kontrolleri yapılır ve dördüncü yılın sonunda içindeki söndürme maddeleri yenilenecek hidrostatik testleri yapılır.

2.2. Yüksek Yapı Yangın Güvenlik Önlemleri

Yüksek binalarda bulunan yangın güvenlik önlemleri, acil durumlar ve yangın gibi tehlikeli durumlara başa çıkabilmek amacıyla alınan çeşitli tedbirleri içerir. İşte yüksek binalarda bulunan yaygın yangın güvenlik önlemleri:

Yangın Algılama ve İhbar Sistemleri: Duman, ısı, alev ve gaz gibi yangın belirtilerini tespit eden otomatik algılama sistemleri, yangın ihbarını hızla yaparak erken uyarı sağlar. Bu sistemler sayesinde yangın daha erken aşamada tespit edilir ve müdahale süreci başlatılır.

Otomatik Yangın Söndürme Sistemleri: Yangın söndürme sistemleri, su, köpük, gaz veya kimyasal maddeleri kullanarak yangını kontrol altına alır. Otomatik sprinkler sistemleri, yangın bölgesine su püskürterek yangının yayılmasını sınırlar. CO2 veya inert gaz sistemleri ise oksijeni azaltarak yangının söndürülmesini sağlar.

Yangın Kapıları ve Bölme Duvarları: Yüksek binalarda yangının yayılmasını engellemek için yangın kapıları ve bölme duvarları kullanılır. Bu yapı elemanları, yangının bir bölgeden diğerine sıçramasını önler ve insanların güvenli tahliyesini sağlar.

Yangın Merdivenleri ve Kaçış Yolları: Yüksek binalarda yangın merdivenleri, acil tahliye için önemli bir role sahiptir. Bu merdivenler, yangın anında hızlı ve güvenli bir şekilde binayı terk etmeyi sağlar. Kaçış yolları, yangın esnasında insanların kolayca dışarıya çıkabilmesi için tasarlanmış koridorlar ve geçiş alanlarıdır.

Acil Aydınlatma ve İşaretlemeler: Acil durumlar sırasında yetersiz ışık koşullarında bile kaçış yollarını ve acil çıkışları gösterecek aydınlatma ve işaretlemeler kullanılır. Bu, insanların hızlı ve etkili bir şekilde doğru yolları takip etmelerini sağlar.

Yangın Tatbikatları ve Eğitimler: Bina sakinleri ve çalışanları için düzenli yangın tatbikatları düzenlenir. Bu tatbikatlar, insanların yangın durumunda nasıl tepki vermesi gerektiğini öğrenmelerini sağlar. Ayrıca, yangın güvenliği eğitimleriyle yangınla mücadele ekipmanlarının doğru kullanımı öğretilir.

İtfaiye Erişimi ve İstasyonları: Yüksek binalar, itfaiye ekiplerinin kolayca erişebilmesi için özel olarak tasarlanmış itfaiye istasyonlarına sahip olabilir. Bu istasyonlarda yangın söndürme ekipmanları ve araçları bulunur.

Yangın Güvenliği Planları ve Yönetimi: Yangın güvenliği planları, yangın durumunda yapılması gereken adımları belirler. Bu planlar, yangının çıkışı, yangın söndürme ekipmanlarının konumu, kaçış yolları gibi önemli bilgileri içerir. Bu planların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi önemlidir.

Bu önlemler, yüksek binalarda yangın güvenliğini sağlamak için alınan temel tedbirlerdir. Her bina, yapısı ve kullanım amacına göre özelleştirilmiş yangın güvenliği stratejileri gerektirebilir.

3. YANGIN TATBİKATI AŞAMALARI MİSTRAL İZMİR

3.1. Mistral İzmir Yapı Özellikleri

İzmir'in Bayraklı ilçesinde inşa edilen Mistral İzmir projesi, 38 katlı konut ve 48 katlı ofis kulelerinden oluşan karma bir yapıdır. Proje, yüksek yapı yangın güvenlik önlemleri açısından örnek bir proje olarak gösterilebilir.

Bina ofis kulesi, konut kulesi ve alışveriş merkezi olarak 3 bölümden oluşmakta ve -3 kat otopark alanı bulunmaktadır. Ofis kulesi 16 farklı tipte yerleşim planı barındırmakta konut kulesi 8 farklı tip yerleşim alanı içermektedir.

3.2. Tatbikat Hazırlık Aşamaları

Yüksek yapılarda bulunan yangın güvenlik önlemleri kontrol edilmeli ve tüm sistemlerin aktif çalıştığı teyit edildikten sonra tatbikat aşamalarına geçilmelidir. Bu kontroller için yüksek yapılarda bulunan pasif ve aktif yangın güvenlik önlemleri kontrol edilmelidir.

Yüksek yapı yangın tahliye projeleri tüm kat yerleşim planlarını içerecek şekilde hazırlanmalı ve bina giriş bölümlerinde bulundurulmalıdır.

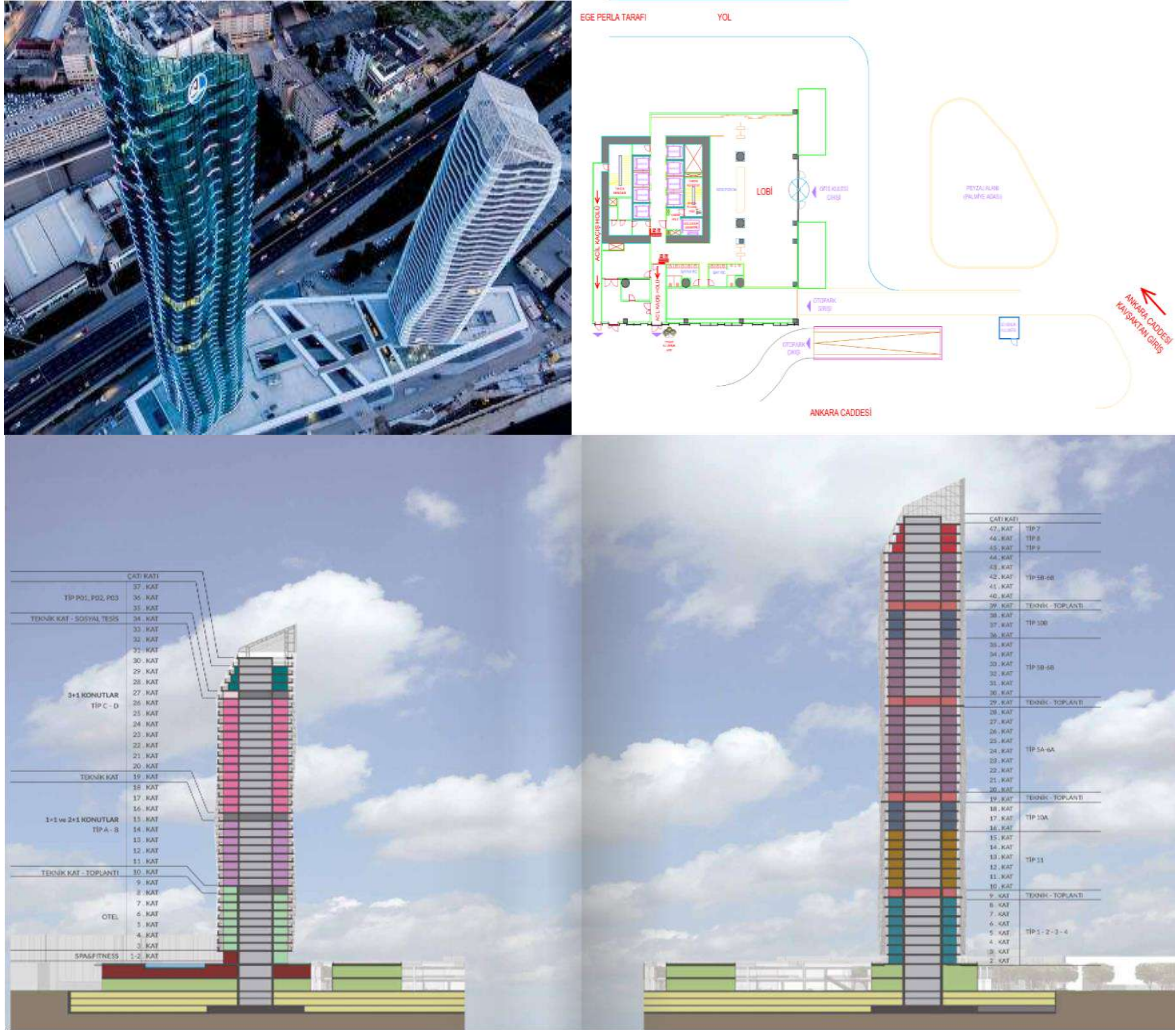
Yüksek yapı içerisinde çalışan, ziyaretçi ve teknik görevliler acil durumlar ile ilgili eğitimlerden geçirilmeli ve acil durum senaryolarından bilgileri olmalıdır.

Yangın tatbikat senaryoları, kat tahliye sorumluları ve bina tahliye sorumluları, engelli birey tahliye sorumluları belirlenmeli ve ilgililere tebliği yapılmalıdır.

Acil durum senaryoları işlem basamakları ve görevlileri tatbikat öncesi belirlenmeli ve görevleri tebliğ edilmelidir.

Acil durum ekipleri belirlenmeli ve görev değişimi olduğunda listeler güncellenmelidir. Acil durum ekipleri sürekli kontrol altında tutulmalı ve ekip üyeleri sorumlu oldukları alanlar ile ilgili eğitimlerden geçirilmelidir.

Yüksek yapı yönetimleri bulunduğu bölgedeki acil durum birimleri ile koordine halinde olmalı ve binada bulunan yangın güvenlik önlemleri ve acil durum senaryoları ile ilgili bilgi ve belge paylaşımı içinde bulunmalıdır. Bina tahliye planları ve yangın güvenlik önlemlerinin olduğu planlar acil durum ekipleri ile paylaşılmalıdır.



Şekil 3. Mistral İzmir Diyagramı

4. SONUÇ

Bu makale, yüksek binalarda yangın tatbikatlarının düzenlenmesi ve öncesinde alınması gereken önlemlerin önemini incelemeyi amaçladı. Yangın tatbikatları, yüksek binalardaki güvenlik önlemlerinin bir parçası olarak, bina sakinlerinin ve çalışanlarının yangın anında doğru ve etkili tepkiler vermesini sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır.

Yüksek binaların yoğun nüfusları ve karmaşık yapıları, yangın durumlarını yönetmeyi zorlaştırırken, düzenli yangın tatbikatları bu zorlukları aşmada yardımcı olabilir. Tatbikatlar, bina sakinlerinin yangın

güvenliği planlarını daha iyi anlamalarını, yangın güvenliği ekipmanlarını doğru bir şekilde kullanmalarını ve tahliye süreçlerini etkili bir şekilde uygulamalarını sağlar. Aynı zamanda, tatbikatlar itfaiye ekiplerinin bina planlarını anlamalarına ve olası senaryolara nasıl müdahale edeceklerini öğrenmelerine yardımcı olur.

Yangın tatbikatlarının düzenlenmesi ve öncesinde yapılması gereken adımlar, yangın güvenliği stratejilerinin başarısı için temel bir faktördür. Eğitim, tatbikat senaryolarının tasarımı, katılımın teşvik edilmesi ve tatbikat sonuçlarının değerlendirilmesi gibi süreçler, tatbikatların etkinliğini artırmak ve acil durum tepkilerini iyileştirmek için önemlidir.

Sonuç olarak, yüksek binalarda yangın tatbikatları, yangın güvenliği kültürünün geliştirilmesine ve bina sakinlerinin güvende olmasını sağlamaya yönelik önemli bir adımdır. Tatbikatların düzenli olarak gerçekleştirilmesi, insanların acil durumlar karşısında hazırlıklı olmalarını ve etkili tepkiler vermelerini sağlayarak yangınların etkilerini en aza indirir.

Bu makale, yüksek binalarda yangın tatbikatlarının önemini ve etkinliğini vurgulamış, düzenleme süreci ve öncesinde alınması gereken adımları detaylı bir şekilde incelemiştir. Gelecekteki araştırmalar, yangın tatbikatlarının farklı senaryolar ve katılımcı profilleri ile nasıl daha etkili hale getirilebileceğini daha da araştırabilir ve geliştirebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] World Urbanization Prospects, 2012
- [2] Türkiye İstatistik Kurumu, Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması Raporu, 2021
- [3] Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, 20 Kasım 2021 gün ve 31665 sayılı Resmî Gazete,
- [4] İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, 01.07.2021 gün ve 31615 sayılı Resmî Gazete,
- [5] <https://prekast.istanbul/yuksek-bina-kavrami-yapilarda-bina-yuksekliginin-belirlenmesi/>
- [6] <https://www.bbc.com/news/av/world-europe-58385014>
- [7] <https://www.theguardian.com/world/2021/aug/29/fire-rips-through-20-storey-residential-tower-block-in-milan>

ÖZGEÇMİŞ

Serkan KORKMAZ, (İzmir Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü) 1982 yılında Çine'de doğdu. 2008 yılında Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı ve aynı dönemde TÜBİTAK projelerinde araştırmacı olarak görev aldı. İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında 2009 yılında göreve başladı, İtfaiye Yangın ve Acil Müdahale Şube Müdürlüğü bünyesinde 2011yilina kadar meydana gelen her türlü yangın ve acil müdahale gerektiren olaylara müdahale etme, 2011 yılından sonra İtfaiye Denetim ve Önleme Şube Müdürlüğü bünyesinde denetim faaliyetlerini yapma, aynı zamanda 2012 yılından itibaren İtfaiye Uygunluk Takip Sistemi projesini yürütücülüğünü gerçekleştirerek, denetimlerde kullanımının gerçekleştirilmesi, 2016 yılından sonra İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü bünyesinde eğitim faaliyetlerini gerçekleştirme ve eğitim tesislerinin modern teknolojiye ve çağın gerekliliklerine uyumunun gerçekleştirilmesi için farklı tip eğitim simülasyon projelerinin yapılması, 2020 yılı Ağustos ayından itibaren İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü görevini yürütmektedir. Aynı zamanda Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Bölümünde, Yangın Güvenliği, Yanma ve Yangın Bilgisi, İtfaiyecilik Mevzuat ve Standartlar ile Yapılarda Yangın Güvenliği ve Proje Bilgisi derslerinde, öğretim çalışmalarında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları yangın güvenlik önlemleri, fotovoltaik ve rüzgâr güç sistemlerinde yangın güvenlik önlemleri, yüksek yapılarda yangın güvenliği ve acil durum tatbikatları ve yönetimi üzerine mesleki eğitim ve uygulamaları konularında ulusal yayınları vardır.

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNİN ALINMASI

Cevdet İŞBİTİRİCİ
Rıdvan ÖZGÜN
Azim HANSU

ÖZET

Endüstriyel yapılar ülkemizde gerçekleştirilen üretimin hiç şüphesiz bel kemiğini oluşturmaktadır. Ülkemizde bu yapıların sayısı her geçen gün artmaktadır. Sürekli sayıları artan endüstriyel tesisler, olumlu olarak her geçen gün üretimin arttığı mesajını vermekle beraber bunun yanında yapıda bulunan risk faktörleri neticesinde oluşabilecek iş kazaları ve yangın sayılarının da artabileceği mesajını vermektedir.

Endüstriyel yapılardaki risk faktörlerinin belirlenmesi ve tespit edilmesi olası bir iş kazası veya yangın için önlem alabilme açısından önem arz etmektedir.

Bu bildiriye, endüstriyel yapılar yangın yönünden incelenerek, yapılarda alınabilecek pasif ve aktif yangın güvenlik tedbirleri üzerinde durulacaktır. Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik de göz önünde bulundurularak alınabilecek önlemler değerlendirilecektir.

Anahtar sözcükler: Endüstriyel yapılar, Yangın, Yangın güvenlik önlemleri

TAKING FIRE SAFETY MEASURES IN INDUSTRIAL FACILITIES

ABSTRACT

Industrial structures are undoubtedly the backbone of the production in our country. The number of these structures in our country is increasing day by day. Industrial facilities, whose numbers are constantly increasing, give the message that production is increasing day by day, and that the number of work accidents and fires that may occur as a result of risk factors in the building may also increase.

Identifying and detecting risk factors in industrial buildings is important in terms of taking precautions for a possible work accident or fire.

In this paper, industrial buildings will be examined in terms of fire, and passive and active fire safety measures that can be taken in buildings will be emphasized. Precautions to be taken will be evaluated by considering the regulation on fire protection of buildings.

Key words: Industrial buildings, Fire, Fire safety measure

1. GİRİŞ

Endüstriyel yapıların mimari tasarım ve uygulama aşamasında, yangın güvenlik amacıyla göz önünde bulundurulmuş güvenli kaçış yollarının planlanması ve yangın bölümlerinin oluşturulması gibi pasif yangın güvenlik önlemleri, yangın anında riskleri azaltmakta ve herhangi bir yangın durumuna hazır bir şekilde önlem sağlamaktadır. Yangın bölmelerinin asıl amacı bir bölümde başlayan yangının ve oluşan dumanın diğer bölmelere geçiş sürecini uzatmak ve yangının yayılmasını önlemektir. Yangın bölmeleri oluşturulurken kullanılan taşıyıcı yapı elemanlarının yangına dayanım süreleri ve ısı geçirgenlik özellikleri de dikkate alınarak seçilmelidir.

Yapı malzemelerinde yangın anındaki dayanıklılık, yangının başladığı andan itibaren yapı malzemesinin özelliğini yitirdiği süre dikkate alınarak belirlenmektedir. Yüksek katlı binalar, yüksek katlı alışveriş merkezleri veya endüstriyel tesisler gibi insan yoğunluğunun fazla olduğu yapılarda, yapı malzemelerinin yangın dayanıklılığı önemli bir parametredir. Yapı çelikleri endüstriyel yapılarda kolay montaj yapılabilmesi ve hafif olması sebebiyle tercih edilmektedir. Bu tür malzemeler betonarme malzemelere göre yangına karşı daha fazla önlem alınmasını gerektirmektedir. Betonarme yapı elemanları yangına karşı belli bir süre ilave yalıtım ve önleme gerek duymadan yüksek sıcaklığa karşı dayanmaktadır. Çelik yapı elemanları kullanılarak yapılan tesislerde yangın esnasında çeliğin betonarme yapı elemanlarına göre ısı geçirgenliği daha fazla olduğu için ilave yalıtım kullanılması zorunludur.

Bu bildiri de endüstriyel tesislerde alınması gereken yangın güvenlik önlemleri geniş bir çerçevede ele alınmıştır. Endüstriyel tesislerdeki kaçış yollarına, yangın algılama ve söndürme sistemlerine ve yüksek tehlikeli endüstriyel tesislerdeki güvenlik önlemlerine değinilmiştir.

2. ENDÜSTRİYEL TESİSLERİN BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİK ÇERÇEVESİNDE TASARLANMASI

Yapılarda gerçekleşmesi olası herhangi bir yangın anında öncelikle insanların yangından etkilenmeden hızlı bir şekilde tahliye edilmesi önemli bir gerekliliktir. Yangın güvenlik önlemleri, insanların yangından etkilenmeden yapıyı tahliye etmesi amacıyla alınmaktadır. Yapıda oluşacak yangın esnasında insanların güvenli ve hızlı bir şekilde tahliye edilmesi, yapının proje aşamasında uygun kaçış yolları ve yangın merdivenleri tasarımı ile sağlanabilir.

2.1. Kaçış Yolları Tasarımı

Kaçış yolu, yapının herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yol olarak tanımlanmaktadır.

Kaçış yollarının tasarımı kullanıcıların yangın anında tahliyelerini kolaylaştıracak şekilde olmalıdır. Kaçış yollarının tasarımında önemli faktörler; yapı kullanım amacı, kullanıcı yükü, bina boyutları ve yüksekliği ve kullanıcıların fiziksel yeterliliklerinden oluşmaktadır.

Kaçış yollarının genişlikleri yapıyı kullanacak toplam kişi sayısına göre belirlenir. Kaçış yolu genişliği, toplam kullanıcı sayısı 50 ile 500 kişi arasında ise 100 cm'den, 501 ile 2000 kişi arasında ise 150 cm'den, 2001'den fazla ise 200 cm den az olamaz. Bu bilgilere ilave olarak, kaçış yolu aynı zamanda yapının mekânlarına hizmet veren bir hol olarak kullanılıyor ise genişliği 110 cm den az olamaz. Yüksek binalarda (bina yüksekliği 21.50 m'yi, yapı yüksekliği 30.50 m'yi geçen yapılar) kaçış yolu ve merdiven genişliği 120 cm'den az olamaz. Ayrıca kaçış yolu koridor yüksekliği 210 cm'den az olamaz.

Kaçış yollarında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise yapıyı kullanan kişilerin kaçış yollarına ve çıkışlara başka mekânlardan geçmeden doğrudan erişim sağlayabilmesidir.

2.2 Yangın Merdivenleri Tasarımı

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelikte yangın merdiveni tasarımı ile ilgili bilgiler aşağıda belirtilmiştir:

- Yangın merdivenlerinin kapasite ve sayı bakımından en az yarısının doğrudan yapı dışına açılması gerekmektedir.
- Zeminde doğrudan dışarı açılmayan, koridor, hol, lobi gibi kullanım alanlarına inen yangın merdivenlerinin çıkış ile arasındaki uzaklık 10 m'den, yağmurlama sistemi varsa 15 m'den fazla olamaz.
- Yangın merdivenlerinde en çok 17 basamak, en az 4 basamak aralıklarla sahanlıklar düzenlenir. Sahanlığın genişliği ve uzunluğu, merdivenin genişliğinden az olamaz.
- Yangın merdiveninin basamaklarının kaymaz özellikte malzemeden yapılması şarttır.
- Yangın merdiveni sahanlığına açılan kapılar, kaçış yolunun 1/3'ünden fazlasını daraltacak şekilde konumlandırılmaz.
- Merdivenlerde baş kurtarma yüksekliğinin en az 210 cm olması ve sahanlıklar arası kot farkının en çok 300 cm olması gerekir.
- Yangın merdiveninin basamak yüksekliği 175 mm'den çok ve basamak genişliği 250 mm'den az olamaz.
- Yangın merdiven evine ve yangın güvenlik holüne elektrik ve mekanik tesisat shaft kapakları açılmaz.
- Yangın merdivenlerinin her iki yanında duvar, korkuluk veya küpeşte olması gerekir.

Yangın merdivenleri ve kaçış yolları tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer nokta çıkmaz koridor mesafeleridir. Çıkmaz koridor mesafeleri, kolay alevlenici, parlayıcı, patlayıcı malzeme bulduran yüksek tehlikeli yerler için 10 m, yüksek tehlikeli yerler dışında kalan yapılar için 15 m'dir. Yağmurlama olması durumunda tüm yapılar için çıkmaz koridor mesafeleri 20 m'dir (Tablo 1).

2.2.1 Merdiven Kol Genişlik Hesabı

Merdiven kol genişlik hesabı, yapı kullanım sınıfına ve kattaki kullanıcı kişi sayısına göre yapılır. Merdiven kol genişliği, kattaki kişi sayısının, binaların yangından korunması hakkındaki yönetmeliğin ek 5/B tablosunda (Tablo 1) belirtilen birim genişlikten geçen kişi sayısına bölümü ile elde edilen değer 0.5 m ile çarpılmasıyla bulunan sonuçtan az olamaz. Örneğin endüstriyel tesislerde (Endüstriyel tesis yapıları için birim genişlikten geçen kişi sayısı tablo Ek 5/B den 60 olarak alınır) kattaki kullanıcı kişi sayısı 540 kişi için hesap yapacak olursak toplam merdiven kol genişliği; $540/60=9*0.5= 4.5$ m'den az olamaz.

Tablo 1. Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları ve birim genişlikleri

Kullanım Sınıfı	Tek yön en çok uzaklık (m)		İki yön en çok uzaklık (m)		Birim genişlik için kişi sayısı				Çıkmaz koridor en çok uzaklık(m)	
	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdivenlerinde	Rampalar ve Koridorlarda	Koridorlar	
					Dışarı çıkış kapısı	Diğer kapılar, koridor kapıları			Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemli
Yüksek Tehlikeli Yerler	10	20	20	35	50	40	30	50	10	20
Endüstri Amaçlı Yapılar ⁽¹⁾	15	25	30	60	100	80	60	100	15	20

⁽¹⁾ Kolay alevlenici ve yoğun duman çıkarıcı malzeme bulundurulmayan endüstriyel amaçlı yapılarda tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.

Not: Kaçış mesafeleri için, dış kaçış geçitlerinde yağmurlama sistemli binalardaki, açık otoparklarda ise yağmurlama sistemli otopark kaçış mesafeleri esas alınır.

3. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KULLANILACAK MALZEME DETAYLARI

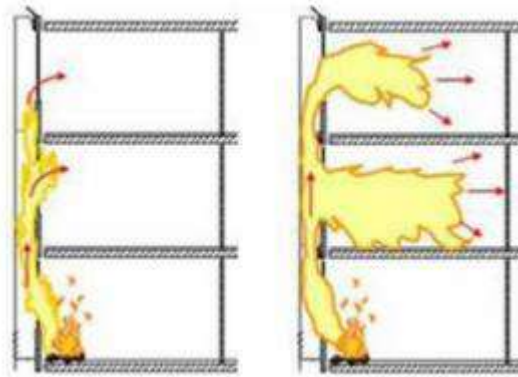
Endüstriyel yapılarda meydana gelen yangınlar can ve mal güvenliği açısından önemli boyutlarda risk bulundurmaktadır. Bu riski azaltmak için aktif ve pasif yangın güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Pasif yangın güvenlik önlemleri, yapı elemanları ve yapı malzemeleri yangının ilk meydana geldiği anda ve yayılırken süreci etkileyecek önemli güvenlik önlemleridir. Yapıların cepheleri binada iç ve dış bölümler arasındaki bağlantı elemanları olması sebebiyle yangın anında güvenlik açısından önem arz etmektedir. Cephe yangınları ve kayıpları çoğu zaman bina yangınının neticesinde çıkmakta ve bina yangını tarafından arka planda kalmaktadır. Günümüzde cephe malzemelerinin çeşitliliğinin artması sonucu cephede yangın güvenliğinin önemi artmıştır. Cephede yangın yayılımı, kullanılan malzeme ve cephe geometrisi ile doğrudan ilişkilidir. Yangının binaya sıçramasında, katlarda yatay olarak ve bina genelinde dikey olarak yayılmasında önemli bir yere sahip olan cepheler, yapıların gerek mimari tasarımında gerek yapım aşamasında yangın güvenlik önlemlerini sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

Yangın güvenliğini sağlamak için alınması gereken önlemler ülkemizde, yönetmelikler ve mevzuatlar dâhilinde sağlanmaktadır. Bu güvenlik önlemleri yapıların yangından korunması noktasında temel gereksinimleri oluşturmaktadır.

3.1. Endüstriyel Tesislerde Yangın Güvenliği Açısından Dış Cephe Malzemeleri

Dış cephe yangınlarında güvenlik önlemleri alınırken öncelikle cephe yapım çeşitleri ve kullanılan malzemenin analiz edilmesi gerekir. Giydirme, tek katmanlı ve çift katmanlı cephe çeşitleri bu konuda incelenmeli ve bu cephe çeşitlerine yönelik yangın güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Tek katmanlı cephe, binada iç ortam ile dış ortam arasında tek katmandan oluşan yapıdır. Bu katman içinde yalıtım bölümleri vardır. Yalıtım, dış ortamdaki ısıyı, suyu, buharı ve nemi cephe kaplaması sayesinde yalıtılmaktadır. Yalıtım sağlanırken dış ve iç katmanların yangına dayanıklılığı mevzuat dâhilinde olmalıdır. Günümüzde birçok binada uygulanan mantolama sistemlerinde ısı yalıtım malzemelerinin özelliği, dayanımı ve bina ile bağlantıları yangın esnasında önem arz etmektedir. Yalıtımın yangına dayanıklı olması, zehirli gaz çıkarmaması ve damlama gibi olumsuz özelliklerinin olmamasına dikkat edilmelidir. Çift katmanlı cephe türü binanın mevcutta olan ilk cephesine arada hava boşlukları olacak şekilde ikinci bir cephe entegre edilmesiyle oluşur. Bu cephe türleri genellikle çok katlı binalarda tercih edilmektedir. Bu cephelerde içerden bir yangın olması durumunda çıkan yangın iki cephe arasına sıçramaktadır, iki cephe arasındaki duman ve alev baca etkisiyle cepheler arasından üst katlardaki açık pencerelerden içeri sızmakta ve yukarıya doğru yangın ilerlemektedir.



Şekil 1. Çift Katmanlı Cephelerde Yangın Yalıtımı

Yapının taşıyıcı sistemine kendi katman yükünü ileten ve binaya monte edilen cepheler, giydirme cepheler olarak adlandırılır. Genelde boşluklu bir yapıda tasarlanan giydirme cephelerde kullanılan malzemelerin yangına dayanıklılığı mevzuatlar çerçevesinde değerlendirilerek tasarlanmalıdır.

Giydirme cephelerde bulunan boşluklu yapının duman ve alev iletiminde yatayda ve düşeyde yangın bariyeri kullanımı gerekmektedir.

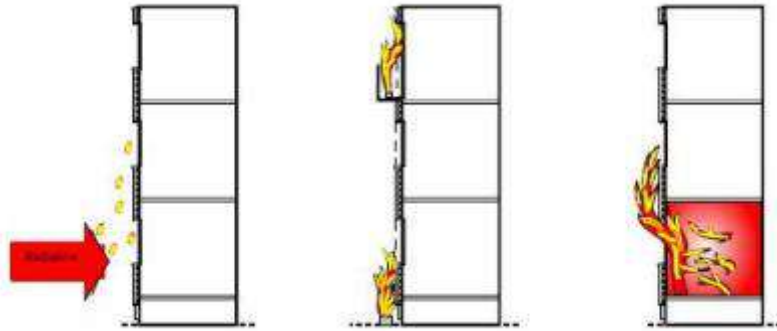
Giydirme cepheler; yapının taşıyıcı sistemi içerisinde görevi olmayan kendi statik yükünü ve etkilendiği yatay yükleri özel bağlantı elemanları ile yapı taşıyıcı sistemine aktaran cephe türleridir. Boşluklu yapıda kurgulanan giydirme cephelerde katman içerisinde yalıtım malzemelerinin yangına tepkisi önemli olmaktadır. Boşluk içerisinde alev ve duman yayılmasının engellenmesine yönelik yatayda ve düşeyde yangın bariyerlerinin kullanılması gerekmektedir.

Cephe türlerinin tasarımında yangın güvenliği açısından değerlendirme yapılırken cephe sistemlerinin yapıya ilave getirdiği yangın riski göz önüne alınmalıdır. Risk faktörü yüksekse özel tasarım kriterlerine uyulmalıdır. Fotovoltaik cepheler, dikey yeşil cepheler ve kinetik cephelerde elektrik donanımları da bulunduğu için yangın güvenliği açısından risk faktörü yüksektir. Bu tür risk faktörü yüksek cephelerde elektrik donanımlarının ve sistemlerin bakımı düzenli ve bilinçli bir şekilde yapılmalı ve ilave güvenlik önlemleri alınmalıdır.

3.2. Endüstriyel Tesislerde Fotovoltaik Panelli Cepheler ve Yangın Güvenliği

Teknolojik gelişmeler sonucu yapı malzemeleri özelliklerinde ve yapı sistemlerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Yapı malzemelerinin yangın esnasındaki davranışı, zehirli gaz çıkarma durumu, yanıcılık sınıfı ve damlama özellikleri değerlendirilerek yapılarda, yangın esnasında can güvenliğini sağlama durumuna yeterliliğine göre kullanılmalıdır.

Yapı cepheleri yangının ortaya çıkmasında ve yayılmasında önemli bir yere sahiptir. Yangının binaya dışarıdan sıçramasında iletim, taşıma ve ışınım yolu etkilidir. Yangının katlar arasında yayılmasında cepheler kritik bir öneme sahiptir. Yangına müdahale genellikle dış cepheden sağlanmaktadır, bu yüzden cephelerin yangına dayanım süreleri yüksek olmalıdır. Cephe malzemeleri yangın esnasında kopma, düşme gibi can güvenliğini riske atan durumlara karşı güvenli olmalıdır.



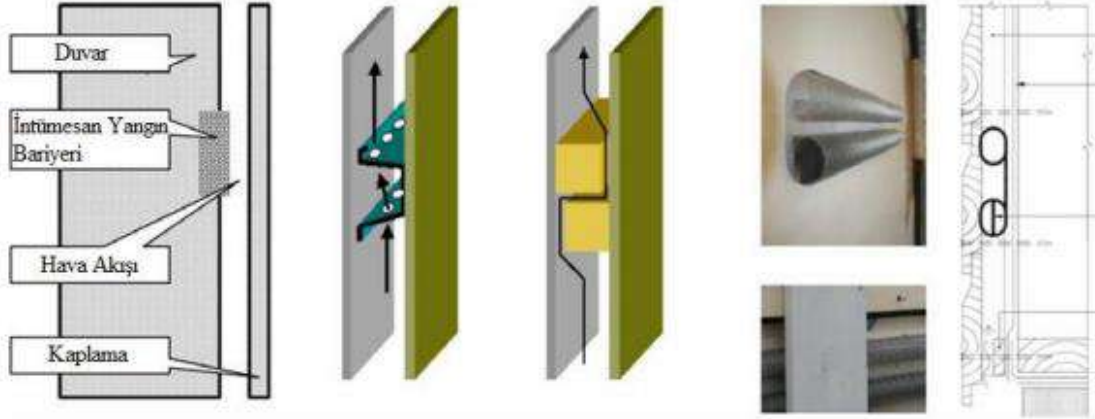
Şekil 2. Cephelerde yangının ortaya çıkması ve yayılma sebepleri

Yapılarda dış cephelerde fotovoltaik panellerin kullanılması için yangın güvenlik önlemleri alınmalı ve bu şekilde izin verilmelidir. Güneş panellerinde yangın iki şekilde ortaya çıkmaktadır: Bunlardan ilki yangının panellerden kaynaklı olarak çıkmasıdır, ikincisi ise dış ortamdan panellere sıçrayan yangınlardır. Cephe yangınlarında alevler tüm cepheye yayılmaktadır. Yangın esnasında panellerin yanarak zehirli gaz çıkacağı ve bu gazın binada bulunan canlıları olumsuz etkileyeceği de göz önüne alınırsa kullanılacak olan panellerin yangın güvenliği açısından belirli kriterleri sağlaması durumunda kullanılması şartı ortaya çıkmaktadır.

Yapılarda cephede kullanılan paneller iç ve dış mekan arasında bir alan oluşturmaktadır. Yangın esnasında paneller yandığında zehirli gaz direk içeri geçecek ve panel düşerek dış cephe boş kalabilecektir, bu duruma karşı güvenlik önlemi olarak katlar arası alanların güvenliği sağlayacak şekilde doldurulması ve alevlerin katlar arası geçişi engellenmelidir. Panel yangınlarında ilk olarak elektrik sistemi devre dışı kalacak şekilde bir sistem tasarlanmalıdır.

Yapılarda cephede kullanılan panellerde yangın güvenlik önlemleri alınırken panellerdeki hava boşlukları da dikkate alınmalıdır. Hava boşluğu yangın esnasında baca etkisi göstermekte ve yangının tüm katlara yayılmasına sebep olmaktadır, bu sebeple panellerdeki boşluk oranları da yangın güvenliği açısından değerlendirilmelidir.

Yangının panellerin arka kısmında ilerlemesini önlemek için yatayda alevlerin geçişini engelleyecek önlemler alınmalıdır. Yangın bariyerleri yatayda yerleştirilmeli, binanın geometrisi de yangının ilerlemesini engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bina tasarımı ve geometrisi yangını engellemekte önemli parametrelerdir.



Şekil 3. Cephelerde yangın bariyerleri tasarımı

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) kapsamında, bina cephelerinde birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir. Bina yüksekliği 28.50 m'den fazla olan binaların dış cephelerinde zor yanıcı malzemeden, diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Alevlerin bir kattan diğer kata geçişlerini engellemek için, iki katın pencere gibi korumasız boşluklarında, 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe malzemesi ile dolu yüzey oluşturulması esastır veya aktif söndürme sistemlerinin belirli özelliklerde kullanılması gerekmektedir. Fotovoltaik panellerin dış duvar sistemi olarak kullanılmasında ve bina kaplama malzemesi olarak kullanılmasında bu kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir. Yanıcılık değerleri dikkate alınmalı ve tasarımlarda uygun bina yüksekliklerinde kullanılmalıdır. BYKHY kapsamında giydirme cephe sistemlerinde cephe elemanları ve alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlamasının engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak şekilde yalıtılmalıdır. Derzleri açık ve havalandırmalı giydirme cephe sistemlerinde cephe ve yalıtım malzemeleri en az zor yanıcı malzemelerden olmalıdır. Fotovoltaik panellerin kullanılmasında da ulusal yönetmelik verilerine dikkat etmek gerekmektedir. Fotovoltaik panelli cephe kullanımının gelecekte artacağı düşüncesiyle, yönetmeliklerin revize edilmesi ve sonuçlarının kötü olmaması için yangın güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir.



Şekil 4. Fotovoltaik panellerin yanması ve yapıya etkisi

Ülkemizde fotovoltaik panel kullanımının yaygınlaşması son dönemlerde ivme kazanmıştır. Uygulama alanında fotovoltaik panellerin binalardan bağımsız olarak kullanılmasına çok sık rastlamaktayız. Binalarda kullanımında ise çatılar daha çok ön plana çıkarak kullanım alanı sunmaktadır. Cephelerde kullanımı ise çok fazla ilerleme kaydedememiştir. Gelişmekte olan teknolojilerle birlikte cephe kullanımları da artacak ve ülkemizde kullanım örnekleri çoğalacaktır. Binalarda enerji kullanımı, ısıtma-soğutma ve aydınlatma yükleri düşünüldüğünde, gelecek dönemlerde uygulamalarına daha çok rastlayabilmek mümkün olacaktır. Fotovoltaik panellerin mevcut binaların cephelerine entegre edilmesi konusunda da belirli performans değerlerinin sağlanması gerekmektedir. Yapılacak olan yatırımın ömrü ve çalşıabilirliği önemli olmaktadır.

4. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE YANGIN SÖNDÜRME VE ALGILAMA SİSTEMLERİ

Dünyanın her yerinde yangın kazaları hızla artıyor. Bu çok sayıda insanı etkiliyor ve aynı zamanda çevreyi de etkiliyor. Bu nedenle endüstrilerde ve diğer kuruluşlarda yangın nedeniyle kaçınılmaz riskler bulunmaktadır. Havadaki oksijen içeriği, yüzeylerden yayılan ısı ve yakıt kaynakları çoğu yangının üç ana bileşenidir. Isı herhangi bir sıcak yüzeyden, elektrikli ekipmandan, statik elektrikten ve ayrıca açık alevden gelebileceğinden, bunlara direnmek için uygun karşı önlemlerin alınması gerekir. Yakıt herhangi bir yanıcı sıvı, gaz, tahta, kağıt, toz ve bazı metaller olabilir. Oksijen gereksinimleri havada kolaylıkla mevcuttur. Bir yangının tutuşması için atmosferdeki oksijenin yalnızca %16'sı gerekirken, insanların nefes alabilmesi için havadaki oksijenin yaklaşık %21'ine ihtiyacı vardır. Yangın bir kez başladıktan sonra bu üç unsurdan herhangi birinin ortadan kaldırılmasıyla durdurulabilir. Bu durum yangın önleme konusunda olası çözümleri gündeme getirmekte ve bu üç bileşenin kontrol altında tutulmasının önemini göstermektedir. Tüm yangın kazaları ciddi hayati tehlike oluşturur ve bazı durumlarda uzun vadeli etkilere neden olur. Yangının geniş bir alana yayıldıktan sonra söndürülmesi oldukça meşakkatli bir iştir ve yangının tamamen söndürülmesi çok fazla zaman alır. Erken yangın tespiti bu tür sorunlara çözüm olabilecek tek çözümdür. Çok sayıda yangın algılama tekniği arasında, çoğu yangın algılama sistemi yangını algılamak için sensörlere dayalı olarak uygulanmaktadır.. Sensör bazlı yangın algılama sistemleri, yangını tespit etmek için yakın mesafe gerektirir ve geniş bir alanda kullanılamaz. Derin öğrenme (Deep Learning), doğal dil işleme ve görüntü işleme dahil olmak üzere yangın algılama alanlarının çoğunda aşırı derecede kullanılmaktadır. Derin öğrenme teknikleri, önemli uygulamalarından biri olan kimlik tanıma ile sağlanan verilerle matematiksel bir model oluşturularak verilerden öğrenme yetenekleriyle karakterize edilir. Derin öğrenme modelleri tüm uygulamalarda yüksek algılama doğruluğu sergiler. Bu nedenle, bir evrişimli sinir ağı (CNN) modeli oluşturularak yangını tespit etmek için derin öğrenme teknikleri kullanılmış ve güvenlik kameraları yoluyla yangın ve duman tespiti için mekansal ve zamansal özelliklerin yanı sıra bir derin öğrenme yaklaşımı dikkate alınmıştır. Bir çalışmada yangın ve duman tespitinde yanlış pozitifleri azaltmak amacıyla yerel ve küresel özelliklerin çıkarılması için bölge bazlı evrişimli sinir ağı kullanılmıştır. Benzer bir başka çalışmada, bölge bazlı sinir ağları ve kısa vadeli bellek modelleri kullanılarak video tabanlı yangın algılamada derin öğrenme modelleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerle, ateş ve dumanın dinamik davranışını, özelliklerindeki zamansal değişiklikler yoluyla yorumlanmıştır. Deneyler uzun ve kısa mesafeli videolarda iyi bir şekilde gerçekleştirilmiş ve böylece yanlış alarmlar önemli ölçüde azalmıştır. Daha sonra Govil ve ark., derin öğrenme yaklaşımını kullanarak orman yangınlarını izlemek ve tespit etmek için uzak kameraları kullandı. Ayrıca yer tabanlı ve karasal kameralardan gelen görüntü akışını yönetmek için bulut tabanlı görev yönetimini kullandılar. Salameh ve ark., özellikle kablosuz sensör ağlarına odaklanarak, yangın ve gaz kaçağı tespit uygulamaları için nesnelerin interneti tabanlı (IOT) programın kullanımını araştırdı. Başka bir çalışmada yangın ve yangın dışı aerosollerin tanımlanması için uçak kargosunda yangın dumanı tespiti denenmiştir. Ayrıca asimetri oranlarına göre siyah ve beyaz duman arasında ayırım yapılmıştır. Bir başka çalışmada sunulan nesnelerin interneti (IOT) tabanlı bir çerçeveye petrol depolama tankı izleme, duman ve yangının yanı sıra izlenen sıcaklığın algılanmasına odaklanılmıştır. Bu çalışmalar endüstriyel otoriteleri kazaları önlemek için uyarmak amacıyla gerçek zamanlı gözetime de yardımcı olmuştur.

Bilgisayarla görme görevleri için dış mekan ateşli ve ateşsiz görüntülerin veri kümesi, 2018'deki NASA Space Apps Challenge sırasında uzmanlardan oluşan bir ekip tarafından, bunları bir kıyaslama veri kümesinde kullanmak amacıyla oluşturuldu. Bu senaryolardaki yangınları tanıyabilen bir model. 999 görüntüden (755 yangın ve 244 yangın olmayan) oluşan ve seçilen veri seti birkaç görüntüyle daha

genişletildi, böylece son veri seti farklı çevresel koşullar altında toplanan 3638 görüntüden (2528 yangın, 737 yangınsız ve 373 duman) oluştu. Ayrıca ateş dışı görüntüler ağaçlar, nehirler, insanlar, hayvanlar, yollar ve şelalelerin yer aldığı doğal görüntülerden oluşuyordu. Araştırma topluluğu arasında bu veri setini yangın algılama uygulamaları için kullanan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Eğitim setindeki örnek görsellerden bazıları Fotoğraf 2'de gösterilmektedir.



Şekil 5. Eğitim veri kümesindeki örnek yangın ve yangın olmayan görüntüler

4.1. Endüstriyel Tesislerde Yangın Algılama Sistemleri

Endüstriyel tesisler yoğun olarak yanıcı maddeler gibi enerji türleri ve hammaddeleri barındırdığından yangın riskinin yoğun olduğu yapılardır. Bu yüzden endüstriyel tesislerde, yangın ve patlama gibi durumlara karşı ekstra hassasiyet beslenmelidir. Potansiyel yangın tehlikesi her daim mevcut olduğundan endüstriyel tesis içerisinde yangına karşı önlemler alınmalı ve gerekli kontroller sürdürülebilir şekilde sağlanmalıdır.

Yanıcı madde, enerji ve oksijenin bulunduğu her ortamda olası bir tehlike olan yangın, sanayi işletmelerinde daha kritik bir risk olarak algılanır. Endüstriyel tesislerde yangın riski, öncelikli olarak üretim amacıyla kullanılan enerji kaynaklarından, kusurlu elektrik tesisatından, sürtünme sonucu ısınan yüzeyden statik elektriklenme sonucu çıkan kıvılcımlardan, kimyasal maddelerin patlaması, kontrollü yanmanın kontrolden çıkması ve iş kazaları gibi nedenler yüzünden ortaya çıkar. Bu doğrultuda endüstriyel işletmelerin, yukarıda sıralanan risklere karşı daha dikkatli olmaları ve gerekli altyapı sistemlerini kurmaları gerekmektedir.

Resmi olarak işletmelerin yükümlü olduğu "Yangın Yönetmeliği" kapsamında sanayi odaklı kuruluşlar yangın riskine karşı bir takım önlemler almakla yükümlüdürler. Bu önlemler arasında yangın algılama sistemleri, yangın alarmı sistemleri gibi afet riskini minimize edecek altyapıların kurulması gibi zorunluluklar da yer alır.

Yangın uyarı sistemi; yangın algılama, alarm verme, kontrol ve haberleşme işlemlerini gerçekleştiren bütün bir sistemdir. Yangın algılama ve uyarı sisteminin, el ile, otomatik olarak veya bir söndürme sisteminden aldığı uyarılardan biri veya birkaçı ile devreye girmesi gerekir. El ile yangın uyarısı, yangın uyarı butonları ile yapılır. Yangın uyarı butonları yangın kaçış yollarında bulunur. Yangın uyarı butonlarının, bir kattaki herhangi bir noktadan o kattaki herhangi bir yangın uyarı butonuna yatay erişim uzaklığının 60 m'yi geçmeyecek şekilde monte edilmesi gerekir. Engelli veya yaşlıların bulunduğu yerlerde bu 60 m'lik mesafe ulaşımı kolaylaştırmak için azaltılabilir. Yangın uyarı butonları, yerden en az 110 cm ve en fazla 130 cm yükseklik arasında yerleştirilmelidir. Algılama sisteminin gerekli olduğu ve fakat duman algılama cihazlarının kullanımının uygun veya yeterli olmadığı mahallerde, sabit sıcaklık, sıcaklık artışı, alev veya başka uygun tip algılama cihazı kullanılır.

Doğal duman tahliyesi yapılabilecek yerlerde duman çekiş bacaları, duman kesicileri ve duman bölmeleri kullanılır. Mekanik duman kontrol sistemleri olarak iklimlendirme sistemleri özel düzenlemeler yapılarak kullanılır veya ayrı mekanik havalandırma veya duman kontrol sistemleri kurulur. Yangın hâlinde, mevcut iklimlendirme ve havalandırma tesisatı duman kontrol sistemi olarak da kullanılabilir. Bu durumda, BYKHY'de mekanik duman kontrol sistemi için öngörülen bütün şartlar, iklimlendirme ve havalandırma sistemi için de aranır. Havalandırma ve duman tahliye kanallarının

yangın kompartımanı duvarlarını delmemesi gerekir. Kanalin yangına 120 dakika dayanıklı bir yangın kompartımanı duvarını veya katını geçmesi hâlinde, kanal üzerine yangın kompartımanı duvarını veya katını geçtiği yerde 120 dakika ve üzerindeki yangın zonu geçişlerinde yangın damperi konulması veya şönt baca veya özel kelepçe gibi yangın geçişini engelleyen önlemler alınması gerekir.

Dedektörler kendi içinde çeşitlere ayrılır: Duman dedektörleri, ısı dedektörleri, ışın duman dedektörleri, alev dedektörleri, Çok Erken Duman Algılama Cihazı (VESDA) / Aspirasyonlu duman dedektörleri (ASD), Kanal dedektörleri ve Gaz dedektörleri.



Şekil 4. Duman dedektörleri

4.2. Endüstriyel Tesislerde Yangın Söndürme Sistemleri

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. Kurulması gereken sabit yangın söndürme sistemlerinin ve tesisatının nitelikleri, kullanılacak teçhizatın cinsi, miktarı ve yerleştirilmeleri; binanın ve binada bulunabilecek malzemelerin yangın türüne göre belirlenir.

4.2.1. Sulu Söndürme Sistemleri

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. 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 yapı 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. Yağmurlama sistemi, yangın dolabı ve hidrant sistemi bulunan sulu söndürme sistemleri su deposu hacmi, BYKHY'e göre hesaplanır.

Yangın pompaları; sulu söndürme sistemlerine basınçlı su sağlayan, anma debi ve anma basınç değeri ile ifade edilen pompalardır.



Şekil 5. Yangın Pompaları

Yapılarda yangın tesisatının amacı, bina içinde yangın ile mücadelede güvenilir ve yeterli suyun sağlanmasıdır. Bunun için, bina içinde itfaiye su alma hattı ve yangın dolapları tesis edilir. İtfaiye su alma hattı; yangın ile mücadelede, itfaiye personeli ve eğitilmiş personel tarafından kullanılmak üzere tesis edilir. Yangın dolapları tesisatı; bina içindeki kişilerin yakındaki küçük bir yangını kontrol etmesini ve söndürmesini sağlayabilmek için kullanılan tesisatlardır. Yüksek binalar ile toplam kapalı kullanım alanı 1000 m² 'den büyük imalathane, atölye, depo, konaklama, sağlık, toplanma amaçlı ve eğitim binalarında, alanlarının toplamı 600 m² 'den büyük olan kapalı otoparklarda ve ısı kapasitesi 350 kW'ın üzerindeki kazan dairelerinde yangın dolabı yapılması mecburîdir. Yangın dolapları, her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki uzaklık 30 m'den fazla olmayacak şekilde düzenlenir. Yangın dolapları mümkün olduğu kadar koridor çıkışı ve merdiven sahanlığı yakınına kolaylıkla görülebilecek şekilde yerleştirilir. Binanın yağmurlama sistemi ile korunması ve katlara itfaiye su alma ağız bırakılması hâlinde, yangın dolapları, ıslak tip yağmurlama branşman hattından beslenebilir ve aralarındaki uzaklık 45 m'ye kadar çıkarılabilir.



Şekil 6. Yangın Dolabı

Yapıların yangından korunmasında, ilk müdahalede söndürülemeyen yangınlara dışarıdan müdahale edebilmek için mümkün olduğunca yapının veya binanın bütün çevresini kapsayacak şekilde tesis edilecek hidrant sistemi bünyesinde yerleştirilecek hidrantların, itfaiye ve araçlarının kolay yanaşabileceği ve bağlantı yapabileceği şekilde düzenlenmesi gerekir.

Yağmurlama sisteminin amacı; yangına erken tepki verilmesinin sağlanması ve yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesi için belirli bir süre içerisinde tasarım alanı üzerine belirlenen miktarda suyun boşaltılmasıdır. Yağmurlama sistemi, aynı zamanda bina içine alarm verilmesi ve itfaiyenin çağırılması gibi çeşitli acil durum fonksiyonlarını da aktif hâle getirebilir. Yağmurlama sistemi; yağmurlama başlıkları, borular, bağlantı parçaları ve askılar, tesisat kontrol vanaları, alarm zilleri, akış göstergeleri, su pompaları ve acil durum güç kaynağı gibi elemanlardan meydana gelir. Yağmurlama sistemi elemanlarının TS EN 12259'a uygun olması şarttır.

4.2.2. Köpüklü, Gazlı ve Kuru Tozlu Sabit Otomatik Söndürme ve Önleme Sistemleri

Köpüklü, gazlı ve kuru tozlu sabit otomatik söndürme sistemleri; tesisin nitelik ve ihtiyaçlarına bağlı olarak uygun, güncel, sertifikalı ve ilgili standartlara göre tasarlanır. Suyun söndürme etkisinin yeterli görülmediği veya su ile reaksiyona girebilecek maddelerin bulunduğu, depolandığı ve üretildiği hacimlerde uygun tipte söndürme sistemi tesis edilir. Gazlı yangın söndürme sistemlerinin tasarımında TS ISO 14520 standardı esas alınır. Her türlü gazlı söndürme sistemleri kurulurken; otomatik gaz boşaltımı sırasında veya sistemin devreye girdiğini işleticiye ve mahalde çalışan personele bildiren ve kişilerin söndürme mahallini tahliye etmesini sağlayacak olan sesli ve ışıklı uyarılar temin ve tesis edilmek zorundadır. Gazlı yangın söndürme sistemi uygulanacak hacimlerdeki, doğal havalandırma amaçlı pencerede, kapıda veya duvarda bulunan menfez ve varsa havalandırma bacalarının yangın algılama ve gaz boşalım anında otomatik olarak kapanacak şekilde dizayn edilmesi gerekir. Halon alternatifi gazlar ile tasarımı yapılmış gazlı yangın söndürme sistemlerinde kullanılan söndürücü gazın, ilgili standartlara göre belgelenmiş uzun süreli kullanım geçerliliğinin olması gerekir. Sürekli insan yaşamının olmadığı kapalı alanlarda (depo, arşiv, bilişim sistem odaları ve benzeri) yangın oluşumunu önleyen ve akreditasyona tabi ulusal veya uluslararası sertifikasyon sistemine sahip oksijen azaltma sistemleri uygulanabilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, endüstriyel tesislerde yangın güvenlik önlemleri ve müdahale yöntemleri araştırma, analiz ve değerlendirme yapılarak anlatılmaktadır. Endüstriyel tesislerde yangın güvenliği adına öncelikle alınabilecek önlemler tasarım aşamasında mimari olarak ve yapıda kullanılan malzemelerin yangına dayanıklılığı yönünden incelenmiştir. Sonrasında yangın algılama sistemleri olan halihazırda kullanılan dedektörler incelenmiş bunun yanı sıra günümüzde yapay zeka teknolojileri kullanılarak yapılan yangın algılama sistemlerinin araştırması yapılarak yapılan çalışmalar hakkında gelecekteki teknolojilere yönelik değerlendirme yapılmıştır. Yangın esnasında aktif olarak söndürme sistemleri olan sulama sistemleri, yangın dolapları, hidrant gibi sistemler de incelenmiş ve BYKHY çerçevesinde gerekli uygulama ve sistem talimatlarına değinilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Chow, C.L. 2013. Full-Scale Burning Tests on Double-Skin Façade Fires. *Fire and Materials*, Sayı: 37, s. 17-34.
- [2] Östman B., ve diğerleri. 2010. Fire Safety in Timber Buildings. Technical Guideline for Europe. SP Technical Research Institute of Sweden, Report 2010:19.
- [3] Kanan, N.Ö. (2014). Enerji Verimli Cephe Sistemlerinin Yangın Anındaki Davranışı: Cephe Yangınları. *Yalıtım Dergisi*, 136, 48-56.
- [4] Altındaş, S., Demirel, F. (2011). Dış Cephelerde Yangından Korunma Önlemleri. TÜYAK 2011-Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul.
- [5] Chow, C.L. (2013). A Qualitative Investigation on Double-Skin Facade Fires. 1st International Seminar for Fire Safety of Facades, Paris.
- [6] Chow, W.K., Hung, W.Y. (2006). Effect of Cavity Depth on Smoke Spreading of Double Skin Facade. *Building and Environment*, 41(7).
- [7] BBRI, (2002). Vented Double Facades. Department of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian, Building Research Institute, Belgium.
- [8] Yaman, M., Demirel, F. (2020). Cephelerde Yangın Güvenlik Önlemleri ve Mevzuatların Karşılaştırmalı Analizi, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(1), 88-108.
- [9] Tomar, J.S.; Kranjčić, N.; Đurin, B.; Kanga, S.; Singh, S.K. Forest fire hazards vulnerability and risk assessment in Sirmaur district forest of Himachal Pradesh (India): A geospatial approach. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2021**, *10*, 447.
- [10] Allaire, F.; Mallet, V.; Filippi, J.B. Emulation of wildland fire spread simulation using deep learning. *Neural Netw.* **2021**, *141*, 184–198.
- [11] Krizhevsky, A.; Sutskever, I.; Hinton, G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Commun. ACM* **2017**, *60*, 84–90.
- [12] Bulatov, K.; Chukalina, M.; Buzmakov, A.; Nikolaev, D.; Arlazarov, V.V. Monitored reconstruction: Computed tomography as an anytime algorithm. *IEEE Access* **2020**, *8*, 110759–110774.

- [13] Arlazarov, V.; Arlazarov, V.; Bulatov, K.; Chernov, T.; Nikolaev, D.; Polevoy, D.; Sheshkus, A.; Skoryukina, N.; Slavin, O.; Usilin, S. Mobile ID Document Recognition–Coarse-to-Fine Approach. *Pattern Recognit. Image Anal.* **2022**, *32*, 89–108.
- [14] Lee, Y.; Shim, J. False positive decremented research for fire and smoke detection in surveillance camera using spatial and temporal features based on deep learning. *Electronics* **2019**, *8*, 1167.
- [15] Kim, B.; Lee, J. A video-based fire detection using deep learning models. *Appl. Sci.* **2019**, *9*, 2862.
- [16] Govil, K.; Welch, M.L.; Ball, J.T.; Pennypacker, C.R. Preliminary results from a wildfire detection system using deep learning on remote camera images. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 166.
- [17] Ali, L.; Alnajjar, F.; Jassmi, H.A.; Gocho, M.; Khan, W.; Serhani, M.A. Performance evaluation of deep CNN-based crack detection and localization techniques for concrete structures. *Sensors* **2021**, *21*, 1688.
- [18] Navaneeth, B.; Suchetha, M. PSO optimized 1-D CNN-SVM architecture for real-time detection and classification applications. *Comput. Biol. Med.* **2019**, *108*, 85–92.
- [19] Salameh, H.B.; Dhainat, M.; Benkhelifa, E. A survey on wireless sensor network-based IoT designs for gas leakage detection and fire-fighting applications. *Jordanian J. Comput. Inf. Technol.* **2019**, *5*, 60–73.
- [20] Zheng, R.; Lu, S.; Shi, Z.; Li, C.; Jia, H.; Wang, S. Research on the aerosol identification method for the fire smoke detection in aircraft cargo compartment. *Fire Saf. J.* **2022**, *130*, 103574.
- [21] Prasad, B.; Manjunatha, R. Internet of Things Based Monitoring System for Oil Tanks. In Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications (ICMNBC), Tumkur, India, 3–4 December 2021; pp. 1–7.
- [22] Saied, A.; Ahmed Alef, H.S.A.S. Outdoor-Fire Images and Non-Fire Images for Computer Vision Tasks (Version 1) 2018.
- [23] Jagatheesaperumal, S.K.; Muhammad, K.; Saudagar, A.K.J.; Rodrigues, J.J.P.C. Automated Fire Extinguishing System Using a Deep Learning Based Framework. *Mathematics* **2023**, *11*, 608.
- [24] BYKHY, 2021. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

ÖZGEÇMİŞLER

Cevdet İŞBİTİRİCİ

1964 yılında Beyşehir'de doğdu. Selçuk Üniversitesi Meslek Yüksekokulu İnşaat bölümünden mezun oldu. Pek çok sivil toplum örgütünde aktif olarak görev aldı. BEM-BİR-SEN Konya Şube Başkanlığı, Memur-Sen Konya İl Başkanlığı, Bem-Bir-Sen Genel Merkez Yönetim Kurulu üyeliği, TOSSFED yönetim kurulu üyeliği, Tekvando federasyonu Disiplin Kurulu üyeliği, Msf Organizasyon Kurulu Üyeliği, Hokey Federasyonu Yönetim Kurulu Üyeliği, Belediye Spor Kulübü Başkanlığı, Tüm İtfaiyeciler Birliği Genel Sekreterliği görevlerinde bulundu. Halen Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, Tüm Gönüllü İtfaiyeciler Derneği Başkanlığı görevlerini yürütmektedir. Evli ve 3 çocuk babasıdır.

Rıdvan ÖZGÜN

1995 yılında Erzurum'da doğmuştur. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 2017 yılında mezun olmuştur. Üniversitedeyken Work and Travel programı aracılığı ile Amerika'da 4 ay Food Lion Company'de çalışmıştır. Mezun olduktan sonra 2 yıl Erzurum'da yapı denetim şirketinde çalışmıştır. 2019 yılında Konya'ya gelmiştir. 2 yıl alt yapı inşaatlarında şantiye şefi olarak çalışmıştır. 2023 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, Ruhsat Öncesi Kontrol ve Denetim birimde görev almıştır ve halen bu birimde çalışmaktadır. Yüksek lisans öğrenimine Konya Teknik Üniversitesi'nde yapı malzemeleri alanında devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Azim HANSU

1990 yılında Sivas'ta doğmuştur. 2009-2010 yıllarında Almanya'da Sprachschule Projekt Deutsch Lernen'de dil eğitimi almıştır. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünden 2014 yılında mezun olmuştur. 2014 yılından itibaren Konya Büyükşehir Belediyesinde çalışmaktadır. Konya Teknik Üniversitesi'nde Elektrik Elektronik Mühendisliğinde yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Doktora eğitimine Selçuk Üniversitesi'nde Mekatronik Mühendisliği bölümünde devam etmektedir.

BIYOGAZ VE BIYOKÜTLE TESİSLERİNDE YANGIN GÜVENLİK TEDBİRLERİ VE YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Mustafa SÖYLER
Gökhan BAŞOĞLU

ÖZET

Nüfus, teknolojik gelişmeler, sanayileşmenin artması ve üretimin temel girdisi olarak kullanılan enerji ihtiyacının karşılanmasında maliyetlerin artması, enerji kaynak rezervlerinin azalması ve enerji kaynaklarının çevreye verdikleri zarar, enerji talebini yenilenebilir, ekonomik ve çevre zararı daha az olan kaynaklara doğru yöneltmiştir. Bu yönelme ile birlikte "Biyogaz ve Biyokütle" tesis faaliyetlerinde artışlar gözlemlenmektedir. Tesis sayısındaki artışa bağlı olarak tesislerdeki yangın olasılıkları da artmaktadır. Tesislerde meydana gelebilecek yangınlarda insan faktörünün en aza indirilerek, tasarım bileşenlerinin doğru kullanılması yangınların önlenmesi açısından elzemdir. Bahsi geçen tesislerdeki yangınların "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" kapsamında değerlendirilmesi ve ilave yangın söndürme sistemlerinin belirlenerek uygulanmaya konulması gerekmektedir. Bu çalışmada mevcut kaynaklar taranarak bahsi geçen "Biyogaz ve Biyokütle" tesislerindeki yangın öncesinde alınabilecek önlemlerin belirlenmesi ile yangın esnasında hem insan hem de yapıdaki zararın en az seviyede tutulması için yangın güvenlik önlemleri ve yangın söndürme sistemleri ele alınmıştır.

Anahtar sözcükler: Yangın, Yangın Güvenlik Önlemleri, Yangın Söndürme Sistemleri, Biyogaz ve Biyokütle Tesisleri

INVESTIGATION OF FIRE SAFETY MEASURES AND FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN BIOGAS AND BIOMASS FACILITIES

ABSTRACT

Population, technological developments, increasing industrialization and increasing costs in meeting the energy needs used as the main input of production, decreasing energy resource reserves and the damage caused by energy resources to the environment have directed energy demand towards renewable, economic and less environmentally damaging sources. With this orientation, increases are observed in "Biogas and Biomass" facility activities. Depending on the increase in the number of facilities, the probability of fire in the facilities also increases. In fires that may occur in facilities, minimizing the human factor and using design components correctly is essential for preventing fires. The fires in the mentioned facilities should be evaluated within the scope of the "Regulation on the Protection of Buildings from Fire" and additional fire extinguishing systems should be determined and implemented. In this study, fire safety measures and fire extinguishing systems were considered to minimize the damage to both humans and structures on the basis of fire by scanning the available resources and determining the precautions that can be taken before a fire at the aforementioned "Biogas and Biomass Facilities".

Keywords: Fire, Fire Safety Measures, Fire Extinguishing Systems, Biogas and Biomass Facilities.

1. GİRİŞ

Dünyanın temel enerji kaynakları olan fosil yakıtların son yıllarda azalması ile birlikte küresel çapta yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir yöneliş olmuştur. Enerji yükünü hafifletmek adına enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, sürdürülebilir ve yerli kaynaklardan faydalanılması, enerjide verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılayacak en önemli kaynak yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Enerji Bakanlığının 2023 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla yaptığı güncelleme ile elektrik üretiminde kaynaklara göre dağılım; %30,1'i hidrolik enerji, %24,2'si doğal gaz, %20,8'i kömür, %11'i rüzgâr, %9,7'si güneş, %1,6'sı jeotermal ve %2,6'sı ise diğer kaynaklar şeklindedir. Burada geçen diğer kaynakların büyük kısmı biyokütle tesislerinden sağlanmaktadır.

Biyokütle yenilenebilir enerji kaynağı sayıldığından bu enerjinin tükenme riski yoktur. Ülkemiz de yenilenebilir enerji kaynağı bakımından zenginliği göz önüne alındığında son yıllarda biyokütle ve biyogaz tesislerinde bir artış gözlemlenmektedir.



Şekil 1: Biyogaz Tesisleri



Şekil 2: Biyokütle Tesisleri

Biyokütle tesisleri endüstriyel ve tarımsal süreçlerin yan ürünü olarak temelde hayvan ve bitki kökenli çürümeye terk edilen atıkların bir dizi işlemde geçirdikten sonra farklı prosesler kullanılarak elektrik, ısı ve yakıt üretimi gerçekleştirilebilen yerler olarak tanımlanmaktadır.

Başlıca biyokütle ve biyogaz kaynakları

- Tarımsal Biyokütle Kaynaklar
Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şeker pancarı vb.)
Bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, vb.)
Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçeği, soya vb.)
Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, miskantus, vb.)
- Orman ve Orman Ürünlerinden Elde Edilen Biyokütle Kaynakları
Orman ve ormancılık endüstrisi atık ve artıkları, enerji ormanları, enerji bitkileri,
- Hayvansal Biyokütle Kaynakları
Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının dışkıları, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar,
- Kentsel ve Endüstriyel Atıklardan Elde Edilen Biyokütle Kaynakları
Biyolojik kökenli endüstri atıkları, belediye atıkları, arıtma çamurları olarak sıralanabilir. [1-4]

2. BİYOKÜTLE VE BİYOGAZ TESİSLERİNDE YANGIN RISKİ

Bir mahalde çıkan yangını değerlendirmek ve yangın riskli mahalleri kategorilendirebilmek için öncelikle tehlike, risk, risk analizi ve risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Tehlike mal ve ya cana zarar gelme potansiyeli olarak tanımlanırken risk meydana gelme olasılığı olarak tanımlanır. Tehlikenin analiz edilmesi ve risk seviyelerinin belirlenmesi ise risk analizi, analizin sonuçlarının anlamlılığının irdelenmesi ise risk değerlendirmesidir.

Genellikle endüstriyel kazaların temelinde ise yangınlar, patlamalar ve toksik yayılımlar bulunur. Yanma, yanıcı maddenin belli oranlarda oksijen ile birleşmesi ile gerçekleşirken bir dizi reaksiyon iken patlama reaksiyonunun çok hızlı bir şekilde gerçekleşmesi sonucu büyük bir basınçla meydana gelmektedir.

Bir çok farklı üretim türünün bulunduğu bu tesislerde yangın büyük bir risk olarak görülmektedir. Biyokütle ve biyogaz tesislerinde en büyük risklerden birisi atık maddelerin depolanması ve depolama alanında çıkabilecek yangınlar, doğrudan yakma gibi işlemlerde oluşacak sistem hatalarından kaynaklı yangınlar, elektriksel kaynaklı yangınlar ve insan kaynaklı hatalara bağlı olarak çıkabilecek yangınlar olarak görülebilir.

Kazanların baca gibi yüksek sıcaklık akışlarının olduğu bölgelerde yanmamış maddelerin birikmesi ile patlama riskleri oluşabilir. Elektrik üretim aşamasında türbin ve jeneratörlerde kullanılan yağların basınçlarının yüksek olması da aynı şekilde patlama riski barındırmaktadır. Bunlara ek trafo yağlarındaki buharlaşma ile yağ kalitesinin düşmesi ile kısa devre ve yıldırım düşmelerine bağlı yangınlar çıkabilmektedir.

3. BİYOKÜTLE VE BİYOGAZ TESİSLERİNDE YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ VE YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Biyokütle ve biyogaz tesislerinde tesisler teknik, organizasyonel ve yönetsel açıdan “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” esaslarıncı uygunluklarının tespiti sağlanmaktadır.

3.1. Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri

Pasif yangın güvenlik önlemleri henüz proje aşamasında iken düşünülen ve binaların ömrünü tamamlamasına kadar geçen süre de bulunması gereken önlemler olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç yangının çıkmasını önlemek ve ya bir mahalde çıkan yangının diğer mahallere atlamasını engellemektir.

BYKHY Ek-1 de belirtilen bina tehlike sınıflandırması yapıldıktan sonra bina yapımında kullanılacak olan döşemeler, çatı elemanları, duvar, kapı ve pencere gibi elemanların da Ek-2'de belirtilen uygun standartlarda yapılması gerekmektedir.

Binalarda çıkabilecek yangınlara karşı tahliyenin kolay sağlanması amacı ile kişi yüklerinin hesaplanarak kaçış yolları, çıkış kapasiteleri ve kaçış uzaklıkları, kaçış merdivenleri ve son çıkış kapıları BYKHY'te bulunan Ek-5 tablolarına göre tasarım aşamasında iken düşünülerek projelendirilmelidir. Daha büyük yapılarda yangını sınırlandırma ve diğer mahallere sıçramasını önleme amacı ile yangın kompartımanlarına başvurulabilir.



Şekil 3: Biyogaz Tesisleri Dış Merdiven



Şekil 4: Biyokütle Tesisleri Dış Merdiven

Yangın anında çıkacak olan duman ve zehirli gazların yayılmasını engelleme amacı ile harç, dolgu, kaplama, boya, mastik, sargı gibi şekillerde de uygulanabilen özellikle yapıdaki kapı, pencere arası boşluklarda, inşaat aşamasında farkedilmeyen boşlukların kapatılmasında gazın geçişini engelleyici yangın durdurucular kullanılmaktadır.

Binaların bulunduğu yere de bağlı olmak üzere duman ve zehirli gazların çatı veya üst kısımlarda birikmesini engelleyici havalandırmalar da pasif güvenlik tedbirleri içinde yer almaktadır. [2-3]

3.2 Aktif Yangın Güvenlik Önlemleri

Biyokütle ve biyogaz tesislerindeki binalarında yangın yönünden alınacak aktif güvenlik önlemleri, yangının başlama anından itibaren algılayan ve büyüüp yayılmasını engelleyerek, kurtarma ve müdahale faaliyetlerini kolaylaştırmaya, binada bulunan kişileri güvenle yangının geliştiği yapı ve ya bölümlerden tahliye etmeye ve yangını kendi kendine söndürmeyi amaçlayan güvenlik önlemlerinin tümünü içerir.

Aktif yangın güvenlik önlemleri iki kısımda ele alınabilir. Bunlar;

- 1) Yangın algılama ve uyarı sistemleri,
- 2) Yangın engelleme ve söndürme sistemleridir.

BYKHY’te aktif yangın güvenlik önlemleri ile ilişkili olarak ;

- Dördüncü Kısım : Bina Bölümlerine ve Tesislerine İlişkin Düzenlemeler
- Beşinci Kısım : Elektrik Tesisatı ve Sistemleri
- Altıncı Kısım : Duman Kontrol Sistemleri
- Yedinci Kısım : Yangın Söndürme Sistemleri belirlenmiştir.

Yönetmelik esaslarına göre aktif yangın güvenliklerini şu şekilde açıklanabilir:

3.2.1 Erken Uyarı Sistemleri

Isı ve dumanı algılayabilen dedektör ihtiva eden yangın algılama ve uyarı sistemleri yangını nispeten ufak ve başlangıç aşamasındayken haber veren sistemlerdir. Yangının büyümeden önlenmesi hem binanın güvenliğini sağlarken hem de içinde bulunan insanların zarar görmesini engellemek amacı ile istenmektedir.



Şekil 5: Biyokütle ve Biyogaz Tesislerinde Erken Uyarı Sistemleri ve Uyarı Butonları

Yangın erken uyarı ve algılama sistemleri yangını algılama, alarm verme, kontrol ve haberleşme fonksiyonlarını ihtiva eden komple bir sistemdir. Erken uyarı ve algılama sistemleri BYKHY’te belirtilen Ek-7’de ki tüm mahallere uygulanmalıdır.

Yangın algılama ve uyarı sistemini oluşturan öğeleri şu şekilde sıralayabiliriz: Giriş cihazları, değerlendirme ünitesi ve çıkış cihazları.

Giriş cihazları, fiziksel uyarıları algılayan duman ve sıcaklık detektörleri, düğme gibi cihazlardır. Bu cihazlardan gelen uyarılar, merkezi bir değerlendirme ünitesinde (panelde) toplanır. Panelde tanımlı olan parametre ve programlara bağlı olarak değerlendirilen uyarılar neticesinde çıkış cihazları vasıtasıyla gerekli önlemler alınır. Çıkış cihazları arasında sesli ve ışıklı cihazların yanı sıra havalandırmaya kumanda eden çıkışlar veya itfaiyeye telefonla haber ileten cihazlar da olabilir.

3.2.2 Yapı Dışı Yangından Korunma Tesisatları

Yapıların korunmasında, ilk müdahalede söndürülemeyen yangınlara müdahale edebilmek için yapı dışı tesisatlar yeraltı ve yerüstü hidrantları olarak sınıflandırılabilir.



Şekil 6: Biyokütle Tesislerinde Mısır Silajı Depolama Alanları Yer Üstü Hidrantlar

Hidrantlar taban alanları 5000 m² ve üzeri yerlerde mecburidir. Bu hidrantların binalardan 5 ile 15 m uzağa yerleştirilirken, birbirleri arası uzaklıklar risk durumlarına göre, çok riskli bölgelerde 50 m, riskli bölgelerde 100 m, orta riskli bölgelerde 125 m ve az riskli bölgelerde 150 m olarak belirlenir. Ayrıca en düşük boru çapı 100 mm, 700 kPa basınç ve 1900lt/dk debiyi sağlayacak şekilde tasarım yapılmalıdır.

3.2.3 Yangın Söndürme Sistemleri

Yangın olaylarında yangın tiplerine göre bazı söndürme sistemleri geliştirilmiştir. Özellikle hangi oda da hangi söndürme tipinin kullanılması gerektiği tasarım aşamasında düşünülerek projeye eklenmelidir. Bahsi geçen yangın söndürme sistemlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

3.2.3.1 Sabit Borulu – Hortumlu Yangın Söndürme Sistemleri

Genellikle A sınıfı yangınlarını önlemek amacı ile sistemde su kullanarak bina içinde konumlandırılan sabit boru tesisatları, yangın dolapları ve hortumlarından oluşan sistemlerdir. Bina içerisinde başkaca söndürme sistemleri bulunsa bile sabit boru tesisatları tamamlayıcı niteliktedir. Sabit borulu söndürme sistemleri kendi içinde aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.



Şekil 7: Biyokütle ve Biyogaz Tesislerinde Yangın Pompa Grubu

3.2.3.1.1 Kuru Tip Sabit Borulu – Hortumlu Yangın Söndürme Sistemleri

Özellikle donma tehlikesi olan mahallerde sistemde suyun bulunmadığı ve yangın anında suyun sisteme verildiği söndürme sistemleri olarak tanımlanırlar. Kuru tip sistemlerde su 3 şekilde sisteme dahil edilir. İtfaiye teşkilatı ile yapılacak olan bağlantıyla, elle kontrol edilen vana ile ve hortum vanası açıldığında otomatik olarak su sağlanır.

3.2.3.1.2 Islak Tip Sabit Borulu – Hortumlu Yangın Söndürme Sistemleri

Sistemde vanaların sürekli açık olduğu ve basınçlı suyun her an bulunduğu sistemlerdir.

3.2.3.1.3 Otomatik Tip Sabit Borulu – Hortumlu Yangın Söndürme Sistemleri

Hortum vanasının açılması ile beraber sistemin su ile otomatik beslendiği sistemlerdir.

3.2.3.1.4 El ile Çalışan Tip Sabit Borulu – Hortumlu Yangın Söndürme Sistemleri

Sisteme dahil olan yangın dolaplarındaki el ile kumanda edilebilen cihazların çalıştırılması ile suyun tesisatı beslemesiyle çalışan sistemlerdir.

3.2.3.2 Yağmurlama (Sprinkler) ile Yangın Söndürme Sistemleri

Yangına erken tepki verilmesinin sağlanması ve yangının kontrol altına alınması ve söndürülmesi için belirli bir süre içerisinde tasarım alanı üzerine belirlenen miktarda suyun boşaltılması usulü ile çalışan, tesisat içerisinde genellikle suyun kullanıldığı, yangın anında otomatik olarak devreye giren ve ortamda oluşan ısının etkisi ile tesisata bağlı olan su boşaltma fişkiyelerinin ucundaki cam ampul içindeki sıvının sıcaklık dolayısı ile kırılması ve yangın mahalinde tesisattaki suyun boşaltıldığı sistemler olarak tanımlanırlar.

3.2.3.2.1 Kuru Tip Yağmurlama (Sprinkler) ile Yangın Söndürme Sistemleri

Kuru tip yağmurlama sistemlerinde sistem suyun bulunmadığı su hattı şebeke vanasının kapalı olacak kadar sistemde basınçlı hava veya nitrojen gazı ile dolu olduğu tesisatlardır. Bu tesisatlarda içeride bulunan gaz basıncı şebeke girişinde bulunan bir araç yardımı ile ölçülmektedir. Yangın esnasında yağmurlama başlıklarının devreye girmesi ve açılması ile boru içindeki gaz basıncı düşmekte, şebeke girişindeki vananın açılması ile beraber borulara su akışının sağlandığı sistemlerdir.

3.2.3.2.2 Islak Tip Yağmurlama (Sprinkler) ile Yangın Söndürme Sistemleri

Islak tip yağmurlama sistemlerinde tesisat içinde suyun sürekli belirli basınçlarda bulunduğu, tesisata bağlı yağmurlama başlıklarının bulunduğu ve yağmurlama başlıklarının ucunda bulunan cam tüplerin yangın esnasında ortaya çıkan ısı ve dolayısı ile sıcaklık etkisiyle kırılması sonucu suyun akışının sağlandığı sistemler olarak tanımlanır.

Yağmurlama başlıklarından ortalama dakika da 70-100 litre su akışı sağlanırken bu değer özel uygulamalar ile 400 litreler kadar çıkabilmektedir.

Islak tip yağmurlama tesisatları genellikle donma tehlikesinin olmadığı mahallerde kullanılır. Ancak bina da sıcaklığın belli bölgelerde düşük olduğu mahaller var ise bu bölgelere özel olarak ana şebekeye bağlı ek bir kapalı devrenin bulunduğu antifrizli solüsyon eklenerek sistemdeki suyun donması engellenir.



Şekil 8: Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde Kullanılabilen Yağmurlama Sistemleri

3.2.3.2.3 Selleme (Yoğun Su) Tip Yağmurlama (Sprinkler) ile Yangın Söndürme Sistemleri

Yapısal olarak ıslak ve kuru tip yağmurlama sistemlerine benzemekle beraber birkaç farklı yönü bulunmaktadır. Standart yağmurlamaların aksine uçlarında cam nozulun bulunmadığı yani başlıkların sürekli açık olduğu yangın anında bütün yağmurlama başlıklarının mahali su ile boğma usulü ile çalışmaktadır. Bu sistemde tesisat kontrol valfi kapalı olurken yangın ayrı bir algılama sistemi aracılığı ile aktif hale gelir. [4-7]

3.2.3.3 Köpük – Su Yağmurlama (Sprinkler) ile Yangın Söndürme Sistemleri

Selleme tip yağmurlama sistemine benzeyen bu söndürme usulünde tesisatta yağmurlama fışkiyelerinden su yerine suyla istenilen oranlarda karıştırılmış olan köpük akıtılmaktadır. Sistem yangın algılama sistemi veya elle aktif hale getirilir.

3.2.3.4 Köpük ile Yangın Söndürme Sistemleri

Bu tip tesisatta düşük, orta ve yüksek genişleme oranına sahip köpük konsantresi ve su karışımı olarak hava ile temasında köpük balonlarının oluşmasıyla yangın mahaline kolay müdahale edilmesini sağlarlar. [8-9]

3.2.3.5 Su Sprey ile Yangın Söndürme Sistemleri

Selleme tip yağmurlama sistemine göre sadece fiskiye tipinin farklı olduğu kontrol vanasının açılmasıyla sprej tip fiskiyelerin istenilen akış hızı ve yoğunlukta istenilen yere hassas bir şekilde göndermek üzere dizayn edildiği sistemlerdir. Suyun çok küçük partiküllere ayrıştırılması ile bir sis haline gelmesi esası ile oluşturulan ve ortamdaki ısı enerjisinin emilim oranını artıran bir tekniktir.



Şekil 9: Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde Ekipman Soğutmada Kullanılan Su Sprey Sistemleri

3.2.3.6 Karbondioksit ile Yangın Söndürme Sistemleri

Karbondioksitin düşük veya yüksek basınç tüplerinde ihtiva edildiği sabit boru sistemlerine veya hortumlara bağlı olarak çalışan kapalı hacimlerde ortamı karbondioksit ile doldurma usulü ile yangına müdahale edilen sistemlerdir. [10]



Şekil 10: Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde Karbondioksit ile Söndürme Sistemleri

Genellikle karbondioksitin elektriği iletmemesinden dolayı elektrik tesisat odalarında kullanımı uygundur.

3.2.3.7 Sabit Kuru Kimyasal Toz ile Yangın Söndürme Sistemleri

Sıvı ve gaz yangınlarının söndürülmesi için kullanılan boru sistemine bağlı, elle veya yangın algıyıcılar aracılığıyla devreye giren yüksek basınçlı azot veya karbondioksit gazı ile akışkan hale getirilerek yangına müdahale edilen sistemlerdir. [11]



Şekil 11: Biyogaz ve Biyokütle Tesislerinde KKT Söndürme Tüpleri

3.2.3.8 FM 200 NAF-S-III ile Yangın Söndürme Sistemleri

Söndürücü olarak gaz akışkanının kullanıldığı sabit boru tesisatına bağlı ve gaz akışkan deposu ile kaynağın sağlandığı, genellikle elektrik odaları, bilgisayar odaları gibi yerlerde kullanılan yangına müdahale sistemleridir.



Şekil 12: Biyokütle ve Biyogaz Tesisleri FM 200 Söndürme Sistemleri

3.2.3.9 Taşınabilir Yangın Söndürme Sistemleri

İlk müdahalelerde kullanılan köpük, karbondioksit, su, kuru kimyevi toz gibi akışkanların kullanıldığı yangın söndürme sistemleridir. [12]



Şekil 13: Biyokütle Tesislerinde Kullanılabilen Taşınır Söndürme Sistemleri

3.2.3.10 Su ve Köpük Monitör Yangın Söndürme Sistemleri

Pratikte 30-120 metre atış aralığında endüstriyel alanlarda 1000-12500 lt/dk aralığında çalışan riskli veya yangından etkilenen bölgeye en kısa süre de güvenli mesafeden gerekli olan ve doğru miktarda su veya köpük vermek için kullanılan sistemlerdir.



Şekil 14: Biyokütle Tesislerinde Kullanılabilen Monitör Sistemleri

4. SONUÇ VE YORUMLAR

Biyokütle ve biyogaz tesislerinin artık hayatımızın bir parçası olduğunu düşünürsek, bu tesislerde yangın riski her zaman olacaktır. Önemli olan ise yangının ilk etapta çıkmaması için gerekli tedbirlerin alınması ve çıkmadan önlenmesidir. Can ve mal güvenliğinin sağlanması için ise yangın risk belirlenmelerinin iyi belirlenmesi, tesisin içinde bulunan yapılara uygun yangın söndürme sistemlerinin doğru seçilmesi, sistem çalışması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması yangın güvenliği açısından elzemdir.

Özellikle biyogaz ve biyokütle tesislerinde patlama riski bulunan gaz oluşumlarının bulunması, depolama alanlarında depolanan malzemelerde bulunan yanma riski, direkt yakma işlemlerinde kazanlarda yüksek sıcaklarda çıkan baca gazına bağlı baca ve elemanlarında çıkabilecek yangın riskleri, yüksek sıcaklıklarda çıkan kızgın buhar sisteminde oluşabilecek yangın riskleri gibi tesislerdeki her alan ayrı ayrı değerlendirilip tehlike sınıfına, binaların kullanım sınıfına, oturma alanlarına, bina ve yapı yüksekliklerine, çevre şartlarına, tesislerdeki kullanıcı personellere ve itfaiye kabiliyetleri de göz önüne alınarak binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik doğrultusunda aktif ve pasif yangın söndürme sistemleri ile tesisler beslenmelidir. [13]

Tesislerdeki risk bölgelerinin değerlendirilmesi neticesinde depolama alanları ve çevreleri sabit olan yangın dolapları, hidrantlar, yağmurlama sistemleri, monitör sistemleri ile taşınabilir söndürme cihazları ile tedbirler alınırken, ofis ve büro binalarında da oturma alanına ve risk değerlendirmesine göre aynı şekilde sabit ve taşınabilir sistemler ile korunmaktadır. Teknik oda ve alanlar ise daha çok yangın dolapları, yağmurlama sistemleri, CO₂ ile Söndürme Sistemleri, FM 200 gibi spesifik söndürme ekipmanları ile korunabilmektedir.

Tüm bunlar göz önüne alındığında gerek proje öncesinde, gerek proje devamında ve bitmiş binalarda risk değerlendirmesi en önemli ve yapılması elzem kriterdir. Risk değerlendirmesine göre alınacak tedbirlerin belirlenmesi, uygulanması ve sürdürülebilir olmasının sağlanmasında ise ilgili kamu kurumları ile tesis işletmelerinin sürekli koordineli şekilde çalışması prensibi ile sağlanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

1. Elazığ ili Biyogaz Üretim Tesisi Ön Fizibilite Raporu, Şubat 2021
2. NFPA 90, Air Conditioning and Ventilating Systems
3. NFPA 101, Life Safety Code Fire Protection Systems
4. TSE En 671-1 Sabit Yangın Söndürme Sistemleri
5. TSE En 671-2 Sabit Yangın Söndürme Sistemleri
6. TSE 12845 Sabit Yangın Söndürme Sistemleri
7. TÜYAK Yangın Söndürme Sistemleri Uygulama El Kitabı, Haziran 2009
8. NFPA 11, Foam Extinguishing Systems, High - Low Expansion
9. NFPA 16, Foam-Water Sprinkler and Spray Systems.
10. NFPA 12, Carbon Dioxide Extinguishing Systems.
11. NFPA 17, Dry Chemical Extinguishing Systems.
12. NFPA 10, Standart For Portable Fire Extinguishers.
13. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 20.11.2021/31665

ÖZGEÇMİŞLER

Mustafa SÖYLER

1986 yılında Konya'da doğmuştur. Atatürk Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümünde 2011 yılında mezun olmuştur. 2013 yılında İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığını almış olup, 2011 yılında memuriyet hayatına başladığı Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığında Ruhsat Öncesi Kontrol ve Denetim Biriminde görevlendirilmiştir. Şuanda Ruhsat Öncesi Kontrol ve Denetim Amiri olarak görevine devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır

Gökhan BAŞOĞLU

1993 yılında Konya'da doğdu. 2011 yılında Konya Atatürk Sağlık Meslek Lisesi'nden mezun oldu. 2016 yılında Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği'nden mezun oldu. 2019'da Otomobil Güvenlik Sistemleri üzerinde çalışmalarda bulunmuş, 2020 yılında İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığını almış, 2020-2022 yılları arasında Endüstriyel Mekanizma Tasarım ve Üretimi üzerine çalışmalar yapmıştır. 2023 yılı başından itibaren Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı'nda Ruhsat Öncesi Kontrol ve Denetim Biriminde görevlendirilmiştir.

YANGIN İSTATİSTİK RAPORLARININ KARŞILIKLI İNCELENMESİ: İSTANBUL-İZMİR ÖRNEĞİ

Onur Alp Turaç KÜÇÜK

ÖZET

Ülkemiz; nüfus yoğunluğu bakımından incelendiğinde takriben her üç yurttaşımızdan birinin büyükşehirlerde yaşadığı görülmektedir. Aynı durumun Avrupa hatta dünya genelinde de var olduğunu öne sürmek çok yanlış bir önerme olmayacaktır. Büyükşehirlerimizdeki bu nüfus yoğunluğunun artışında; iş bulma olanaklarının büyükşehirlerde daha çeşitli olması, daha iyi şartlarda yaşama isteği, gelecek kuşaklara ve çocuklara daha iyi bir gelecek hazırlayıp bırakma isteği gibi nedenlerle köy ve küçük şehirlerden büyükşehirlere göçü tetikleyen etkenler sayılabilir.

Sanayi tesislerinde üretilen ürünlerin taşınmasında ve bu tesislere hammadde ulaştırmak bakımından; havalimanı, liman, demiryolu ve kara ulaşım akslarının çeşitliliği çalışmanın İstanbul ve İzmir örneği üzerinden çalışılmasında önemli bir etken olmuştur. Yine anılan bu sanayi tesislerinde üretilen ürün çeşitliliği; petrokimya ürünleri, tehlikeli kimyasallarla çalışılan üretim tesisleri, demir-çelik işleme tesisleri gibi tesislerin yoğunluğu da anılan şehirlerin çalışmada seçilmesinde önemli bir etken olmuştur.

Nüfus yoğunluğu, iç ve dış göçlerin bu kentler üzerinde yoğunlaşması gibi nedenler de bu kentlerde mesken yangınları sayılarında etkilidir. Nüfus yoğunluğundan doğan çarpık kentleşme mesken yangınlarının sayısal olarak artmasında önemli bir etkidir. Yine nüfus yoğunluğundan kaynaklanan trafikte dolaşan araç sayısındaki artış da trafik kazalarının ve araç yangınlarının sayısal olarak artışında önemli bir etkidir.

Bu çalışma kapsamında İstanbul ve İzmir Büyükşehirlerinde son 5 (beş) senede gerçekleşen yangın vaka istatistikleri incelenerek veriler üzerinden yangın vakalarının azaltılması yönünde ne gibi önleyici önlemler alınacağı incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Yangın İstatistik Raporu, İzmir Yangın İstatistik Raporu, İstanbul Yangın İstatistik Raporu.

MUTUAL EXAMINATION OF FIRE STATISTICAL REPORTS: THE CASE OF ISTANBUL-IZMIR

ABSTRACT

Our country; When examined in terms of population density, it is seen that approximately one out of every three citizens lives in metropolitan cities. It would not be a wrong proposition to suggest that the same situation exists in Europe and even throughout the world. In the increase of this population density in our metropolises, Factors triggering migration from villages and small cities to metropolitan cities can be counted as the more diverse employment opportunities in metropolitan cities, the desire to live in better conditions, and the desire to prepare and leave a better future for future generations and children.

In terms of transporting products produced in industrial facilities and delivering raw materials to these facilities, the diversity of airport, port, and railway and land transportation axes has been an important factor in the study of Istanbul and Izmir. Again, the variety of products produced in these industrial facilities; The density of facilities such as petrochemical products, production facilities working with hazardous chemicals, iron-steel processing facilities was also an important factor in the selection of the mentioned cities for the study.

Reasons such as population density and the concentration of internal and external migrations on these cities are also effective in the number of residential fires in these cities. Unplanned urbanization arising from population density is an important factor in increasing the number of residential fires. The increase in the number of vehicles circulating in traffic due to population density is also an important factor in the numerical increase of traffic accidents and vehicle fires.

Within the scope of this study, fire case statistics in the last 5 (five) years in Istanbul and Izmir Metropolitans will be examined and what preventive measures will be taken to reduce fire cases will be examined based on the data.

Keywords: Fire Statistics Report, Izmir Fire Statistics Report, Istanbul Fire Statistics Report.

GİRİŞ

Yangınlar, günümüzde dünyanın birçok yerinde önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Türkiye'de de her yıl yüzlerce yangın meydana gelmekte, bu yangınlar maddi ve manevi büyük kayıplara yol açmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük iki şehri olan İstanbul ve İzmir'de meydana gelen yangınlar incelenecektir. Bu iki şehrin seçilmesinin nedenleri ise İstanbul ilinin sanayi, nüfus, göç alma ve yangın sayıları gibi birçok kriterde ülkemizde ilk sırada yer alması, İzmir'in ise ülkemizin üçüncü büyük şehri olması, sanayi, nüfus, göç alma ve yangın sayıları gibi kriterlerde sürekli artış gösteren bir şehir olması etkili olmuştur. Ayrıca iki büyük şehrimizin de yangın istatistiklerini açık olarak paylaşması da böyle bir çalışmanın yapılabilmesi açısından önemli olmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bu iki şehirde meydana gelen yangınların önlenmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur. Bu önerilerin hayata geçirilmesi, İstanbul ve İzmir'de yangın riskinin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

İSTANBUL İLİNİN COĞRAFİK ÖZELLİKLERİ VE SANAYİ TESİSLERİ

İstanbul, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nde bulunan bir ildir. İl, Avrupa ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan İstanbul Boğazı'nın iki yakasında yer alır. İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık ili ve en büyük metropolüdür.

İstanbul'un coğrafi özellikleri, sanayinin gelişiminde önemli rol oynamıştır. İl, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında geçiş bölgesinde yer alır. Bu iklim, sanayinin gelişmesi için uygun koşullar sunar. İstanbul'un toprakları, az engebeli ve verimlidir. Bu da, sanayi tesislerinin kurulabilmesi için uygun bir zemin oluşturur.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, İstanbul'un nüfusu 2018 yılında 15 milyon 67 bin 724 kişi iken, 2022 yılında 15 milyon 907 bin 951 kişiye ulaşmıştır. Bu dönemde İstanbul'un nüfusu 240 bin 227 kişi artmıştır.

İstanbul'un en kalabalık 5 ilçesi 2022 yılı itibarıyla sırasıyla şöyledir:

- Esenyurt (983.571)
- Küçükçekmece (808.957)
- Pendik (750.435)
- Bağcılar (740.069)
- Ümraniye (732.379)

İstanbul'un nüfus artışı, 2018-2022 yılları arasında özellikle Esenyurt, Küçükçekmece, Bağcılar, Pendik ve Ümraniye gibi ilçelerde yoğunlaşmıştır. Bu ilçeler, İstanbul'un en önemli sanayi ve ticaret merkezleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, bu ilçelerde konut fiyatlarının diğer ilçelere göre daha uygun olması da göçü artıran bir faktördür.

İstanbul'un nüfus artışı, kentin altyapısı üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Kentin ulaşım, eğitim, sağlık ve çevre gibi hizmetleri karşılamak için yeni yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

İstanbul'da sanayi tesisleri, ilin farklı yerlerinde yoğunlaşmıştır. Bu yoğunlaşmanın en önemli nedeni, ulaşım olanaklarına yakınlıktır. İstanbul, karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ile iyi bağlantılıdır. Bu bağlantılar, sanayi ürünlerinin pazara kolayca ulaşmasını sağlar. İstanbul'daki sanayi tesisleri, çeşitli sektörlerde faaliyet göstermektedir. Bu sektörler arasında en önemlileri, tekstil, gıda, kimya, makine ve metal sanayileridir. İstanbul'da sanayi tesislerinin yoğunlaştığı en önemli bölgeler şunlardır:

- Haliç: Haliç, İstanbul'un en eski sanayi bölgelerinden biridir. Bu bölgede, tekstil, gıda, kimya ve makine sanayileri gelişmiştir.
- Büyükdere: Büyükdere, İstanbul'un en önemli sanayi merkezlerinden biridir. Bu bölgede, otomotiv, tekstil, gıda ve metal sanayileri gelişmiştir.
- Atatürk Otoyolunun Kenarları: Atatürk Otoyolu, İstanbul'un en önemli ulaşım hatlarından biridir. Bu yol boyunca, otomotiv, tekstil, gıda ve kimya sanayileri gelişmiştir.

İstanbul'daki sanayi kapasite raporuna sahip tesislerde çalışan sayısı;790.646 iken. Bu sayı, Türkiye'de çalışan toplam sanayi emekçisinin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. İstanbul'daki sanayinin gelişmesi, ilin ekonomik gelişimine önemli katkı sağlamıştır. Sanayi, İstanbul'un istihdam, üretim ve ihracatını artırmıştır.

İstanbul'un sanayi tesislerinden bazıları şunlardır:

- Beylikdüzü Organize Sanayi Bölgesi
- Dudullu OSB
- İstanbul Anadolu Yakası OSB
- İstanbul Deri ve Endüstri Serbest Bölgesi
- İkitelli OSB
- Tuzla Kimya Sanayicileri OSB

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Dairesi Başkanlığı verilerine bakıldığında ise; 128 İstasyon, 909 araç, 4732 personel, 354 gönüllü İtfaiyeci Personel ile İstanbul iline hizmet verildiği görülmektedir. Bu veriler dinamik olup kentin ihtiyaçları dahilinde güncellenmektedir.

Tablo 1. İstanbul ili yangın verileri 2018-2022

	2018	2019	2020	2021	2022	Sayısal Değişim		Oransal Değişim	
						2021 Yılı 2022 Yılı	2018 Yılı 2022 Yılı	2022 2021 Yılı Yılı	2018 Yılı 2022 Yılı
Yangınlar									
Yapısal Yangınlar									
Konut Yangını	4.875	4.966	4.440	6.340	6.572	232	1.697	3,7%↑	34,8%↑
Fabrika Yangını	164	179	182	286	281	-5	117	- 1,7%↓	71,3%↑
Diğer Bina Yangını	7.377	6.895	6.874	3.467	3.219	-248	-4.158	- 7,2%↓	- 56,4%↓
Araç Yangını	1.558	1.630	1.584	1.370	1.821	451	263	32,9%↑	16,9%↑
Toplam	13.974	13.670	13.080	11.463	11.893	430	-2.081	3,8%↑	- 14,9%↓
Yapısal Olmayan Yangınlar	6.442	8.876	7.504	9.297	10.661	1.364	4.219	14,7%↑	65,5%↑
Yangınlar Toplamı	20.416	22.546	20.584	20.760	22.554	1.794	2.138	8,6%↑	10,5%↑

Gerçekleşme biçimlerine göre İstanbul ilinde gerçekleşen yangınlar incelendiğinde; 2018 yılında Konut Yangınları sayısı; 4875 iken bu sayının ivmelenerek artışı yalnızca 2020 senesinde bozuluyor. Bunda en önemli etkenin Covid-19 pandemisinin Türkiye’de ilk görüldüğü yıl olması ve pandemi önlemleri kapsamında sokağa çıkma yasakları ile açıklayabilmek mümkündür. 2021 yılında ise konut yangınlarında tekrar ani bir artışın olduğu gözlemlenebilmektedir. 2018-2022 yılları arasındaki sayısal veriler incelendiğinde ise konut yangınlarında %34,8’lik bir oransal artış istatistiklere yansıyor.

Fabrika yangınlarında ise yıllar arasında ufak dalgalanmalar görülse de 2018-2022 yılları arasındaki artış miktarı oransal olarak %71,3 olarak istatistiklere yansıyor.

Diğer bina yangınları (metruk-kullanılmayan gibi) ise düzenli bir azalma gösteriyor. 2018-2022 yılları arasındaki azalış miktarı oransal olarak %54,6.

İstanbul ili trafikte dolaşan sayısında da bilindiği üzere ülkemizde birinci il konumundadır. İstanbul valiliği verilerine göre trafikte dolaşan araç sayısı 4 500 000’in üzerinde. Bu durum trafik kazalarının ya da araçlarla alakalı teknik (mekanik, elektronik gibi) problemlerden dolayı araç yangını sayılarının da 2018-2022 arasındaki dönemde toplamda %16,9 oranında arttığı görülmektedir.

Tablo 2. İstanbul İli Yangın Sayıları (2018-2022)

İstanbul İli Yangın Sayıları (2018-2022)				
Yıl	Yangın			Genel Toplam
	Yapısal yangınlar	Yapısal olmayan yangınlar		
	Yangın Sayısı	Yangın Sayısı		
2018	13.974	6.442		20.416
2019	13.670	8.876		22.546
2020	13.080	7.504		20.584
2021	11.463	9.297		20.760
2022	11.893	10.661		22.554
Sayısal Değişim	2018 Yılı			
	2022 Yılı	-2.081↓	4.219↑	2.138↑
Oransal Değişim	2018 Yılı			
	2022 Yılı	-14,9%↓	65,5%↑	10,5%↑

İstanbul İli yangın verileri incelendiğinde; 2018 yılından itibaren yapısal olan yangın sayılarının sayısal anlamda sürekli bir düşüş gösterdiği gözlemlenebiliyor; 2018 yılından 2022 yılına kadar yapısal olan yangınların %14.9 oranında düşüş gösteriyor. Bu düşüşün en önemli sebebi ise yukarıda ayrıntılı incelemiş olduğumuz diğer bina yangınlarındaki ciddi düşüştür.

Fakat Yapısal olmayan yangın sayıları yakından incelendiğinde yapısal olan yangınlara göre çok ciddi bir artış oranı var. 2018 yılından 2022 yılına kadar oransal olarak %65.5'lik bir artış söz konusudur. Genel toplama bakıldığında ise 2018-2022 yılları arasında %10,5'lik bir artış gözlemlenmektedir.

İZMİR İLİNİN COĞRAFİK ÖZELLİKLERİ VE SANAYİ TESİSLERİ

İzmir ili, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan bir ildir. Kuzeyde Manisa, doğuda Aydın, güneyde Muğla ve batıda Ege Denizi ile çevrilidir. İzmir ili, 11.800 kilometrekarelik bir alana sahiptir. İlin en önemli akarsuları, Gediz Nehri ve Küçük Menderes Nehri'dir.

İzmir ili, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. İlde yıllık ortalama sıcaklık 18,5 derecedir. En sıcak ay Temmuz, en soğuk ay ise Ocak'tır.

İzmir ili, Türkiye'nin üçüncü büyük ili ve Ege Bölgesi'nin en büyük şehridir. İlde 4 milyondan fazla insan yaşamaktadır. İlin en fazla nüfusa sahip ilçesi 522.404 kişiyle Buca olup ardından 479.338 kişi ile Karabağlar ve 454.470 kişi ile Bornova gelmektedir. Bu ilçeler, İzmir'in en önemli sanayi ve ticaret merkezleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, bu ilçelerde konut fiyatlarının diğer ilçelere göre daha uygun olması da göçü artıran bir faktördür.

İzmir ili, Türkiye'nin önemli bir sanayi merkezidir. İlde, toplam 700'ün üzerinde sanayi tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler, çeşitli sektörlerde üretim yapmaktadır. İzmir'in en önemli sanayi sektörleri arasında, tekstil, gıda, otomotiv, kimya ve metal yer almaktadır. İlde üretilen başlıca ürünler arasında, hazır giyim, tekstil ürünleri, gıda ürünleri, otomotiv parçaları, kimyasal ürünler ve metal ürünleri yer almaktadır.

İzmir'in sanayi tesisleri, ilin ekonomisinde önemli bir rol oynamaktadır. Sanayi kapasite raporuna sahip tesislerde çalışan sayısı; 259.311'dir. Ayrıca, İzmir'in ihracatında da önemli bir paya sahiptir. İzmir'in sanayi tesisleri, ilin farklı yerlerinde bulunmaktadır. Tekstil, gıda, otomotiv ve metal sektörlerinde faaliyet gösteren çok sayıda sanayi tesisi bulunmaktadır. İzmir'in sanayi tesisleri, kentin çevresine de önemli katkılar sağlamaktadır. Bu tesisler, ilin ekonomik gelişmesine katkıda bulunmanın yanı sıra, istihdam ve ihracat yaratarak kentin kalkınmasına da katkıda bulunmaktadır.

İzmir'in sanayi tesislerinden bazıları şunlardır:

- İzmir Atatürk OSB,
- Tire OSBB (TOSBİ)
- Buca Ege Giyim OSB (B.E.G.O.S.)
- İTOB OSB
- Aliağa Kimya İhtisas ve Karma OSB (ALOSBİ)
- Ödemiş OSB
- Bergama OSB (BOSBİ)
- İzmir Pancar OSB
- İzmir Menemen Plastik İhtisas OSB
- Torbalı OSB
- İzmir Kemalpaşa OSB (KOSBİ)
- Bağyurdu OSB (BAYOSB)

Bu tesisler, çeşitli sektörlerde üretim yapmaktadır. Ancak, en önemli sektörler arasında, tekstil, gıda, otomotiv, kimya ve metal yer almaktadır.

Tablo 3. İzmir İli Yangın Verileri

İzmir İli Yangın Olay Dağılımları 2018-2022									
	Yıl / Sayı					Sayısal Değişim		Oransal Değişim	
	2018	2019	2020	2021	2022	2021 Yılı	2018 Yılı	2022 Yılı	2018 Yılı
						2022 Yılı	2022 Yılı	2022 Yılı	2022 Yılı
Yangınlar									
Yapısal Yangınlar									
Konut Yangını	2.006	2.112	1.965	2.290	2.445	155	439	16,53%↑	11,91%↑
Fabrika, atölye, imalathane, işyeri yangını	619	491	460	498	686	188	67	8,26%↑	10,82%↑
Diğer Bina Yangını	778	956	1.323	1.438	1.511	73	733	8,69%↑	94,21%↑
Araç Yangını	884	817	850	914	931	17	35	7,52%↑	5,31%↑
Toplam	3.723	4.376	4.598	5.140	5.573	433	1.850	11,78%↑	49,69%↑
Yapısal Olmayan Yangınlar	7.611	6.769	7.443	6.578	8.392	1.814	781	11,62%↓	10,26%↑
Yangınlar Toplamı	11.898	11.145	12.071	11.718	13.965	2.247	2.067	2,92%↓	17,37%↑

Gerçekleşme biçimlerine göre İzmir ilinde gerçekleşen yangınlar incelendiğinde; 2018 yılında Konut Yangınları sayısı; 2006 iken bu sayı ivmelenerek artışını yalnızca 2020 senesinde bozuyor. Bu durumun en önemli etkenin Covid-19 pandemisinin Türkiye’de ilk görüldüğü yıl olması ve pandemi önlemleri kapsamında sokağa çıkma yasakları ile açıklayabilmek mümkündür. 2021 yılında ise konut yangınlarında tekrar bir artış olduğunu görüyoruz.2018-2022 yılları arasındaki sayısal veriler incelendiğinde ise konut yangınlarında %11,91’lik bir oransal artış istatistiklere yansıyor. Fabrika, atölye, imalathane, işyeri yangınlarında ise 2018 yılındaki rakamın ciddi bir düşüşle 2019-2020-2021 senelerinde birbirine yakın rakamlarda devam ettiğini 2022 yılında ise tekrar ivmelenerek artışa geçtiğini gözlemliyoruz. Diğer bina yangınları (metruk-kullanılmayan gibi) ise düzenli bir artış söz konusu; 2018-2022 yılları arasında artış oranı %94,21.İzmir ilinin Türkiye’nin üçüncü büyükşehri olması; trafikte dolaşımda bulunan araç sayısının da fazla olması anlamına geliyor. TÜİK 2023 verilerine göre İzmir ilinde trafikte olan araç sayısı 1.7 milyonun üzerinde. Bu durum trafik kazalarının ya da araçlarla alakalı teknik (mekanik, elektronik gibi) problemlerden dolayı araç yangını sayılarının da 2018-2022 arasındaki dönemde %5,31 artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Tablo 4. İzmir İli Yangın Sayıları (2018-2022)

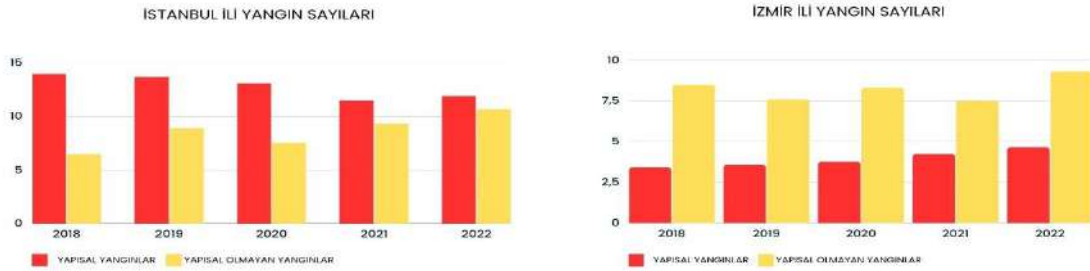
İzmir İli Yangın Sayıları (2018-2022)				
Yıl		Yangın		
		Yapısal yangınlar	Yapısal olmayan yangınlar	Genel Toplam
		Yangın Sayısı	Yangın Sayısı	
2018		3.723	7.611	11898
2019		4.376	6.769	11145
2020		4.598	7.443	12071
2021		5.140	6.578	11718
2022		5.573	8.392	13.965
Sayısal Değişim	2018 Yılı			
	2022 Yılı	1850↑	781↑	2067↑
Oransal Değişim	2018 Yılı			
	2022 Yılı	49,69↑	10,26%↑	17,37%↑

İzmir İli yangın verileri incelendiğinde; 2018 yılından itibaren yapısal olan yangın sayılarının sayısal anlamda sürekli ve ciddi bir yükseliş gösterdiği gözlemlenebiliyor; 2018 yılından 2022 yılına kadar yapısal olan yangınların %49,69 oranında yükseliş gösteriyor. Yapısal olmayan yangın sayıları yakından incelendiğinde ise 2018-2022 yılları arasında % 10,26’lık bir artış söz konusudur. Genel toplam oranlarında ise 2018-2022 yılları arasında %17,37’lik bir artış oranı gözlemlenmektedir. İzmir Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Dairesi Başkanlığı verilerine bakıldığında ise; 60 İtfaiye Grubu, 301 araç, 1371 personel ile İzmir iline hizmet verildiği görülmektedir. Bu veriler dinamik olup kentin ihtiyaçları dahilinde güncellenmektedir.

SONUÇ

Yukarıda anlatılan 2018-2022 yangın istatistiklerine göre İstanbul ilinde görülen yangınların yapısal yangınların daha fazla yapısal olmayan yangınların ise daha az olduğunu bizlere göstermiştir. İstanbul ilinde yaklaşık olarak 1,3 milyon bina, 6,5 milyon konut bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin endüstriyel işgücünün yaklaşık %20'sini istihdam etmekte ve Türkiye'nin endüstriyel çalışma alanının %38'ine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca şehir, Türkiye ticaretinin %55'ini, ülke toptan ticaretinin %45'ini ve Türkiye'nin gayri safi milli hasılasının %21,2'sini oluşturmaktadır. İstanbul, Türkiye'de toplanan tüm vergilerin %40'ına katkıda bulunur ve Türkiye'nin milli hasılasının %27,5'ini üretir. Bu bağlamdan bakıldığında da yapısal yangınların yapısal olmayanlara göre daha az olması daha anlaşılır olacaktır. Sayısal olarak yapısal yangın sayıları daha fazla olsa da yapısal olmayan yangın sayılarında da 2021-2022 yıllarında ciddi bir artış gözlemlenmektedir.

İzmir ilinde 2.220.112 konut ve yazlık bulunmaktadır. İzmir; İstanbul ile karşılaştırıldığında ekili-dikili alanlar, makilik ve ormanlar gibi konutlaşmanın olmadığı alanlar daha fazladır. Yüzölçümü bakımından iki il incelendiğinde; İstanbul'un yüzölçümü 5462 km² iken İzmir; 11891 km² ile İstanbul'un iki katından fazladır. Bu veriler ışığında İzmir ilinde yapısal olmayan yangınların yapısal yangınlardan fazla olması anlaşılabilir. Küresel iklim değişikliği, kuraklık ve nem oranlarının %10'un altına düşmesi gibi klimatolojik veriler de yapısal olmayan yangınların her iki ilde de artış göstermesinde önemli etkenlerdendir.



Grafik 1

YANGINLARIN AZALTILMASINA YÖNELİK ÖNERİLER

- Eğitim ve Farkındalık**
Yangınların azaltılması için toplumun eğitimi ve farkındalığın artırılması önemlidir. Yangın çıkma nedenleri, yangın söndürme yöntemleri ve yangınla mücadeledeki temel adımlar halka aktarılmalıdır. Okullarda, kamuoyu etkinliklerinde ve medya aracılığıyla yangınların nasıl önlenebileceği konusunda bilgilendirme yapılmalıdır.
- Sanayi tesislerinde ve iş yerlerinde yangın güvenliğinin artırılması**
Sanayi tesislerinde ve iş yerlerinde kullanılan yanıcı maddelerin uygun şekilde depolanması ve yangın söndürme sistemlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Kentsel planlama ve tasarımın yangın güvenliğini göz önünde bulundurması**
Kentsel planlama ve tasarımda, yangın riskinin azaltılması için gerekli önlemler alınmalıdır. Örneğin, binalar arasında yeterli mesafe bırakılması, yangın merdivenlerinin ve çıkışlarının uygun şekilde yapılması gerekmektedir.
- Orman Yönetimi ve Arazi Kullanımı**
Ormanların sürdürülebilir yönetimi ve arazi kullanımı yangın riskini azaltabilir. Orman alanlarında aşırı otlatma, plansız yapılaşma ve ağaç kesimi gibi faaliyetler yangın riskini artırabilir. Bu nedenle orman alanlarının korunması, sürdürülebilir yönetimi ve denetimi önemlidir.

5. İzleme ve Erken Uyarı Sistemleri
Yangınları erken tespit etmek ve hızlı bir şekilde müdahale etmek için izleme ve erken uyarı sistemleri kurulmalıdır. Termal kameralar, yangın dedektörleri ve yangınların izlendiği uyarı sistemleri, yangınların hızla fark edilip müdahale edilmesini sağlayabilir.
6. İtfaiye ve Acil Müdahale Eğitimi
İtfaiye teşkilatlarının yetkinliğini artırmak için düzenli eğitimler ve tatbikatlar düzenlenmelidir. Aynı zamanda yangın söndürme ekiplerinin donanımı ve teknolojik imkanları güncellemek, etkili müdahale sağlayabilir.
7. Yanıcı maddelerin uygun şekilde depolanması
Yanıcı maddelerin uygun şekilde depolanması için, ilgili mevzuat hükümlerinin uygulanması ve denetimlerin yapılması gerekmektedir.
8. Cezai Yaptırımlar
Orman yangınlarının insan kaynaklı olduğu durumlarda cezai yaptırımlar caydırıcı olabilir. Yasal düzenlemeler ve denetimlerle yangınlarla ilgili ihlallerin cezalandırılması, yangınların önlenmesine yardımcı olabilir.
9. İklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması
İklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için, karbondioksit emisyonlarının azaltılması ve ormanların korunması gibi önlemler alınmalıdır.
10. Trafik kazalarını önlemek için alınabilecek önlemler:
 - Güvenli sürüş eğitimi: Sürücüler, trafik kurallarını ve güvenli sürüş tekniklerini öğrenmelidir. Bu eğitimler, sürücülerin dikkatli ve sorumlu davranmalarını sağlar.
 - Trafik kurallarının uygulanması: Trafik kurallarının etkili bir şekilde uygulanması, kazaların azaltılmasına yardımcı olur.
 - Trafik altyapısının iyileştirilmesi: Yolların, kavşakların ve yaya geçitlerinin güvenli bir şekilde tasarlanması ve bakımı, kazaların önlenmesine katkı sağlar.
 - Alkol ve uyuşturucu kullanımının azaltılması: Alkol ve uyuşturucu kullanımı, kaza riskini önemli ölçüde artırır. Bu nedenle, alkol ve uyuşturucu kullanımının azaltılması, kazaların önlenmesi için önemlidir.
 - Yaya ve bisikletli güvenliğinin artırılması: Yaya ve bisikletlileri korumak için gerekli önlemlerin alınması, bu yol kullanıcılarının güvenliğini artırır.
 - Araç yangınlarını önlemek için alınabilecek önlemler:
 - Aracın düzenli olarak bakımı: Araçlarda meydana gelebilecek olası arızaların önüne geçmek için, araçların düzenli olarak bakımının yapılması önemlidir.
 - Aracın uygun şekilde kullanılması: Aracın uygun şekilde kullanılması, yangın riskini azaltır. Örneğin, aracın aşırı ısınmasına neden olacak davranışlardan kaçınmak gerekir.
 - Aracın yangın güvenliğinin artırılması: Araçlarda yangın söndürme cihazı bulundurmak ve yangın söndürme eğitimini almak, yangın durumunda müdahaleyi kolaylaştırır.

Trafik kazaları ve araç yangınlarının önlenmesi için, yukarıda belirtilen önlemlerin alınması önemlidir. Bu önlemlerin alınması, insanların can ve mal güvenliğinin korunmasına yardımcı olur.

KAYNAKÇA

- İstanbul İtfaiyesi resmi web sitesi; <http://itfaiye.ibb.gov.tr/>
- İzmir İtfaiyesi resmi web sitesi; <https://itfaiye.izmir.bel.tr>
- TÜİK resmi web sitesi; <https://www.tuik.gov.tr>
- İstanbul Valiliği resmi web sitesi; <https://www.istanbul.gov.tr>
- İzmir Valiliği resmi web sitesi; <https://www.izmir.gov.tr>
- İstanbul Sanayi Odası web sitesi; <https://www.iso.org.tr/>
- Ege Bölgesi Sanayi Odası web sitesi; <https://www.ebso.org.tr>
- <https://izmirinrakamlari.izmir.bel.tr/tr/2022/43/IlceTuruneGoreBagimsizBolumler>

ÖZGEÇMİŞ

Onur Alp Turaç KÜÇÜK

İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında 2012 yılında İtfaiye Eri olarak göreve başladı. İtfaiye Yangın ve Acil Müdahale Şube Müdürlüğü bünyesinde 2019 yılına kadar meydana gelen her türlü yangın ve acil müdahale gerektiren olaylara müdahale etme, personelin hizmet içi eğitimlerinde, 2019-2020 yılları arasında yine aynı müdürlüğün personel işleri bölümünde görev yaptı. 2020 yılı itibarıyla İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü bünyesinde Eğitimci personel olarak görev yapmaktadır. Yangınlara müdahale yöntemleri ve yaklaşım tarzları, afet gönüllülüğü gibi konularda eğitim vermektedir. İzmir Esnaf ve Sanatkarlar Odaları Birliği Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, İtfaiyecilik ve Yangın Güvenliği Bölümünde Usta Öğretici olarak itfaiyecilik ve yangın güvenliği dersleri vermiştir.

FOTOVOLTAİK PANELLERLE İLGİLİ YANGIN RİSKLERİ

A. Serdar GÜLTEK

ÖZET

Yaşadığımız zaman diliminde değişen jeopolitik ve enerji piyasasındaki dalgalanmalar sonucunda Avrupa Komisyonuna sunulan REPowerEU isimli bir plan doğrultusunda enerji tasarrufunu artırmanın yanı sıra, temiz enerji üretim imkanlarını artırmak ve enerji tedarikini çeşitlendirmek amaçlanmıştır. Temiz enerji üretimi hedefine bağlı olarak, Avrupa Birliğine üye tüm ülkelerde, 2026 yılı sonuna kadar yeni kurulacak, 2027 yılı sonuna kadar mevcuttaki ve taban alanı 250 m²'yi aşan tüm kamu ve ticari binalarında, 2029 yılının sonuna kadar yeni yapılacak tüm konut binalarında güneş enerji sistemleri kurulması önerisi oylamaya sunulacaktır. Fotovoltaik (PV) paneller iklim ve enerji perspektifinde önemli kazançlar sağlarken yangın güvenliğine karşı tehditler de içermektedir. Binalarda ısınma ve barınma amaçlı olarak kullanılan fosil yakıtlar yerine yenilebilir kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi mevcuttaki yangın riski değerini yükseltmese bile riskin oluşumu değiştiğinden yeni zararlar söz konusudur. Özellikle çatılara kurulan PV panellerin, panelsiz bir çatıya göre yangın dinamiğini değiştirip, yangının yayılmasına ciddi oranda katkı verebildiği birçok vakanın sonucunda anlaşılmıştır. Dolayısıyla, problemi değerlendirmek üzere PV paneller ile çatı bileşenlerinin etkileşimini sorgulayan analiz, çatı yapısına yönelik bir standartlar, itfaiye personeline yönelik can güvenliğini tehdit edebilecek yeni riskler ve bina bileşenlerinin böyle bir yangın ile ilişkisini irdeleyen araştırmalar incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Fotovoltaik paneller, çatı yangınları, itfaiyeci güvenliği

FIRE RISKS RELATED TO PHOTOVOLTAIC PANELS

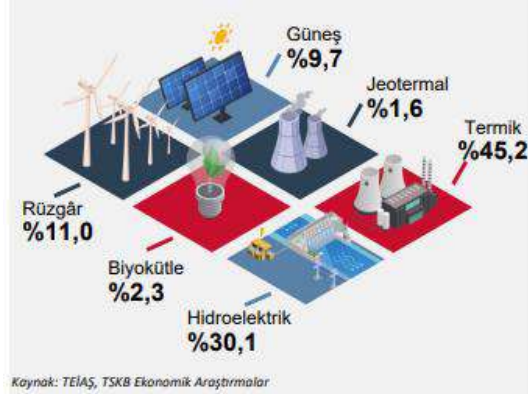
ABSTRACT

As a result of the fluctuations in the geopolitical and energy market in the time we live in, it is aimed to increase the clean energy production opportunities and diversify the energy supply, as well as to increase energy savings, in line with a plan called REPowerEU, which was submitted to the European Commission. Depending on the goal of clean energy production, solar energy will be installed in all European Union member countries by the end of 2026, in all existing public and commercial buildings with a floor area of more than 250 m² until the end of 2027, and in all new residential buildings to be built by the end of 2029. While photovoltaic panels provide significant gains in climate and energy perspective, they also contain threats against fire safety. Even if the electrical energy produced from renewable sources instead of fossil fuels used in buildings does not increase the current fire risk value, there are new hazards as the formation of the risk has changed. It has been understood that PV panels installed on roofs can change the fire dynamics and contribute significantly to the spread of fire. Therefore, an analysis that questions the interaction between PV panels and roof components to evaluate the issue has been conducted. Research on standards for roof structures, new risks that may pose a threat to the safety of firefighters, and studies examining the relationship between building components and such a fire has been reviewed.

Keywords: Photovoltaic panels, roof fires, firefighter safety

GİRİŞ

2023 yılı Haziran ayı sonu itibariyle, devrede olan santrallerin %54,8'ini yenilenebilir kaynaklardan elektrik üreten santraller oluşturdu. Böylece yenilenebilir kaynakların oranı artmaya ve önceki yıllarda olduğu gibi %54 seviyesinin üzerinde kalmaya devam etti. Hidroelektrik santraller, Türkiye toplam elektrik kurulu gücünün %30,1'ini oluştururken, rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinin toplam kurulu güçteki payı %20,7 seviyesinde gerçekleşti. Şekil.1'de gösterildiği üzere, güneş ışınları ile elektrik üretiminde kurulu güç toplam kurulu güç içinde %9,7 oranındadır.



Şekil. 1 Haziran 2023 Kurulu Güç Dağılımının Gösterimi

Yenilenebilir kaynaklar içinde hidroelektrik santrallerin üçte birine denk gelen bir oran da olsa bile 2022 yılı Aralık ayı sonunda 103.809 megavat (MW) seviyesinde olan Türkiye toplam kurulu gücü, 2023 yılı ilk yarısı sonunda 104.903 MW seviyesine ulaştı. Haziran ayında toplam net 211,9 MW kurulu güç devreye alınırken, bu kurulu gücün %58 oranındaki karşılığı 124,6 MW'si güneş enerjisi santrallerinden sağlandı. Yürürlükteki teşviklerin yanı sıra lisansız üretimin yaygınlaşmasıyla birim sistem kurulum maliyetindeki azalma ve amortisman süresine yansıyan azalmaya bağlı olarak güneş enerjisinden elektrik üretimi artış trendi içinde olduğu değerlendirilebilir. Ülkemizde ekonomik nedenlere bağlı bu gelişme yaşadığımız zaman diliminde değişen jeopolitik ve enerji piyasasındaki dalgalanmalar sonucunda dünyada ve yakın coğrafyamızda yer alan Avrupa ülkelerinde de gözlenmektedir. Avrupa Komisyonuna sunulan REPowerEU isimli bir plan doğrultusunda enerji tasarrufunu artırmanın yanı sıra, temiz enerji üretim imkanlarını artırmak ve enerji tedarikini çeşitlendirmek amaçlanmıştır. Temiz enerji üretimi hedefine bağlı olarak, Avrupa Birliği'ne üye tüm ülkelerde, 2026 yılı sonuna kadar yeni kurulacak, 2027 yılı sonuna kadar mevcuttaki ve taban alanı 250 m²'yi aşan tüm kamu ve ticari binalarında, 2029 yılının sonuna kadar yeni yapılacak tüm konut binalarında güneş enerji sistemleri kurulması önerisi oylamaya sunulacaktır.

Fotovoltaik (PV) paneller iklim ve enerji perspektifinde önemli kazançlar sağlarken yangın güvenliğine karşı tehditler de içermektedir. Binalarda ısınma ve barınma amaçlı olarak kullanılan fosil yakıtlar yerine yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi mevcuttaki yangın riski değerini yükseltmese bile riskin oluşumu değiştiğinden yeni zararlar söz konusudur. Özellikle çatılara kurulan PV panellerin, panelsiz bir çatıya göre yangın dinamiğini değiştirip, yangının yayılmasına ciddi oranda katkı verebildiği birçok vakanın sonucunda anlaşılmıştır.

YANGIN GÜVENLİĞİ ve İTFAİYE PERSONELİNİN CAN GÜVENLİĞİ

PV modülleri genellikle cam ve alüminyum çerçevelerden oluşur ve ek yakıt yükü ekleyen polimer malzemeler içerir. Bu artan yakıt yüküne ek olarak, çatıda bir yangın gelişirse, modüllerin varlığı ısıyı çatıya daha yakın tutabilir ve çatıya sıcaklık ve ısı akımlarını artırabilir.

PV sistemlerinin potansiyel olarak farklı arıza yapma durumları (kısa devre, su hasarı, kablo bağlantı hatası, kontrol / bakım eksikliği, çatıdaki çöp ve atık birikimi, hayvan yuvaları, fiziki hasar, panelin aşırı ısınması) vardır ve bunlara bağlı olarak tutuşabilir. PV panel dizilerini birbirine bağlayan kablolar ve bağlantılarındaki elektriksel arızalar yangınlara sebep olmuştur.

Düz çatısı olan endüstriyel yapılarda yaşanan yangın olaylarına dair bulgular ve akademik araştırmalar incelendiğinde;

- Panel sıralarının 0,5 metreden daha yakın olduğu uygulamalarda yangının hem panelin üst yüzeyinde hem alt yüzeyinde yayılmıştır.
- Panel ile çatı kaplaması arasındaki mesafe 12 cm'nin altında ise, tahliye edilemeyen dumanın sıcaklığı arttıkça yanmanın şiddeti artmaktadır.
- Panel ile çatı kaplaması arasındaki eğim 15 °'yi aştığında yukarı yönde alev ilerlemesi artmakta, yayılma hızı artmaktadır.
- Yanmaz malzeme şeklinde sınıflandırılmayan çatı kaplama malzemeler panellerle birlikte yanmıştır. Zor yanıcı malzeme haricinde malzemenin tutuştuğu yangınlarda panellerin uygulandığı alanın ötesine yayılmıştır.
- Doğal ışık panelleri, havalandırma kapakları, fenerlik gibi açıklıklar yangınların binanın iç kısmına yayılmasına imkan vermiştir.
- Panellere uygulanan kablolar boyunca yangınlar ilerleyebilmektedir.
- Yangına dayanımlı bariyer uygulanan çatılarda yayılma engellenebilmiştir.
- Panel altına çakıl taşı veya beton panel gibi uygulamalar yangın kaynaklı ısı transferinin çatı kaplama malzemesine sirayet etmesi engellenebilmiştir.

Binaların çatı kaplama malzemeleri ile ilgili mevcut standartlar, ASTM E108/UL 790, Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings ve CEN/TS 1187 T1-T4, Test methods for external fire exposure to roofs. Bu standartlar sadece çatı kaplamasının tutuşmasını ve alevin ilerlemesini değerlendiren düzenlemeler olması rağmen fotovoltaik panellerin varlığı standardın kapsamında değildir. Bu eksikliği tamamlamak üzere, TSE CLC/TR 50670 Fotovoltaik (PV) dizilerle birlikte çatılara dıştan yangına maruz kalma - Test yöntemi (leri) standardı, çatılara fotovoltaik (PV) dizilerle dışsal yangın maruziyeti değerlendirmek için tasarlanmıştır ve bu, mevcut bir çatının dışsal yangın maruziyetinden kaynaklanan yangın dayanımını potansiyel olarak etkileyen PV dizilerinin etkilerini tanımlar. Bu standardın sadece çatıya sonradan eklenen kurulumlar için uygun olduğunu belirtmek gerekir. Panelin üst yüzeyinden tutuşması halinde veya alt yüzeyinden tutuşması halinde panelin yüzeyindeki alev ilerlemesi, panelde açılan boşluklar ve çatı yüzey kaplamasına damlayan malzemenin durumu, 10 dakikalık test süresinin ardından alevlenmenin durumu test edilmekte ve ürün hakkında rapor üretilmektedir.

ASTM E108 Class A Spread of Flame Test testinde çatılardaki yüzey kaplama malzemesi yerine fotovoltaik panel kullanılarak FM Approval Standard 4478 düzenlemesi (gönüllü) üreticiler için piyasaya sunulmuştur. 19 km/saat hızda rüzgar koşulunda 760 °C sıcaklıkta gaz yakıcıdan çıkan alev malzemenin bir kenarına tatbik edilir, test sonunda 150 mm'den fazla alev ilerlememesi durumunda ürünün alevi iletmediği ve panel altındaki çatı kaplamasına alevi yaymayacağı kabulü ile onaylanır.

Sadece panelin test edilmesi ve onay alması çatı ortamında yangın güvenliğini sağlamaya yetmeyecektir. Yaşanan olaylar ve mevzuattan bilinmektedir ki, onaylı bir PV paneli/çatı sistemi metal çatı yüzeyi veya yanmaz yalıtım gibi diğer risk azaltma önlemleri kullanıldığında sınırlı hasar oluşacaktır. Deneyimlere göre, plastik destekli panellerin ve yanıcı çok katmanlı çatı kaplamalarının, örneğin EPS yalıtımıyla birleştiği durumda bina tekrar kullanılmaz hale gelecek şekilde yangın hasarı görülebilir. Bu nedenle, mevcut testleri karşılayan montaj, yangının erken algılanması ve itfaiye ile acil durum müdahalesi birlikte değerlendirilmelidir, çok katmanlı önlemler ile yangın güvenliği sağlanabilir.

Yangın sonucu kullanılamayacak şekilde hasar gören PV panelleri elektrik çarpmasına yol açabilir. Panel dizisine verilen zarar, yeni ve beklenmeyen devre yollarının oluşturulmasına yol açabilir. Bu yollar, panelin metal bileşenlerinin (modül çerçevesi, montaj rafları, borular vb.) ve bina metal bileşenlerinin (metal çatılar, civatalar ve oluklar) teması ile yeni iletken yollar meydana gelebilir. Dolayısıyla binaya dahil müdahale aynı zamanda hariçten müdahaleyi içeren tüm operasyonlarda dikkatli olunmalıdır. Acil durum planlamasında yer alıyorsa ve önceden tatbikatı yapılmışsa potansiyel elektrik kaynaklı tehlikeleri en aza indirmek için yerel bir profesyonel fotovoltaik panel kurulum şirketi ile iletişime geçilerek müdahale safhası değerlendirilebilir.

İtfaiye personelinin panellere müdahalesi sırasında kullanabileceği kesici / delici el aletleri tarafından modüllere ve kablo bağlantılarına verilen hasar, hem elektrik çarpmasına hem de yangına yol açabilir.

Eğimli çatılara monte edilmiş modülün tamamı veya belli bölümleri çatıdan kayabilir, aşağıdan müdahale eden personelin çatı kenarından uzak durması gerekmektedir.

Daha önce belirtildiği üzere, panellerin altında ancak çatı üstünde meydana gelen yangınlar, çatı kaplamalarını ve döşemeyi delebilir, böylece yangının çatı aralığına yayılmasına neden olabilir, müdahale sırasında bu alanın tekrar kontrol edilmesi güvenli olacaktır.

Müdahale sırasında kullanılan suyun üzerinden iletilen enerji ile elektrik çarpma tehlikesi, sistemdeki voltaj değerinin yanı sıra suyun iletkenliği, uygulama mesafesi ve püskürtme şekline bağlıdır. Jet (düz) akış yerine hafifçe sis (10 derece koni açısı) oluşturacak bir ayarlama, ölçülen akımın değerini düşürecektir. Böyle bir operasyonda tuzlu üzerinde enerji olan elektrikli ekipmanlarda kullanılmamalıdır. 1000 V kaynaktan gelen potansiyel çarpma tehlikesini 2 mA' in altında bir seviyeye düşürmek için en az 5 metre uzaktan sis uygulanması faydalı olabileceği görülmüştür ve bu seviye güvenli kabul edilir, ancak su ile müdahale edilen alanda zeminde birikmiş su veya köpüğün, PV sistemindeki zarar nedeniyle enerjilendirilmiş olabilir ve çarpmaya yol açabilecektir.

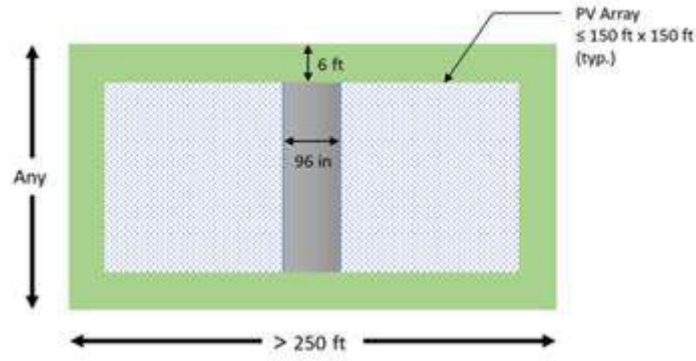
Bahsi geçen elektrik çarpması riskini ortadan kaldırmak için müdahale başlamadan evvel panel sisteminin düğmesini kapalı konuma almak gibi basit bir çözüm yoktur. Sistemin kurulumuna bağlı olarak, birleştirme kutusu gibi ortak bir noktaya bağlanmış birden fazla devre olabilir. Bu noktaya güç sağlayan tüm devreler kesildiğinde sistemin enerjisi kısmen kesilmiştir. Çünkü paneller güneş ışığı hatta gece vakti müdahale aracının projektörü gibi bir ışık kaynağından aydınlatıldığı sürece sistemin bazı kısımları enerjili kalmaya devam eder. Tipik bir elektrik veya gaz hizmetinin aksine, bir PV dizisinde tek bir kesme noktası bulunmaz.

UL 1741 ve EN 62109-2 standardı ile sistem üzerindeki enerji inverterden hızlıca kesilerek müdahaleye gelen itfaiye personelinin elektrik tehlikelerine maruziyeti azaltılması hedeflenmektedir.

IEC 62109-2 (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems. Particular requirements for inverters) IEC Artık Akım Dedektörü (RCD) gereksinimlerini kullanarak şok tehlikesine karşı korumayı sağlar. Bu standarda uygun ekipmanın, kaçak akım değeri eşik sınırı aştığında, invertörün PV dizisini AC şebeke bağlantısından ve toprağa olan bağlantısında ayırması(izole etmesi) gerekmektedir.

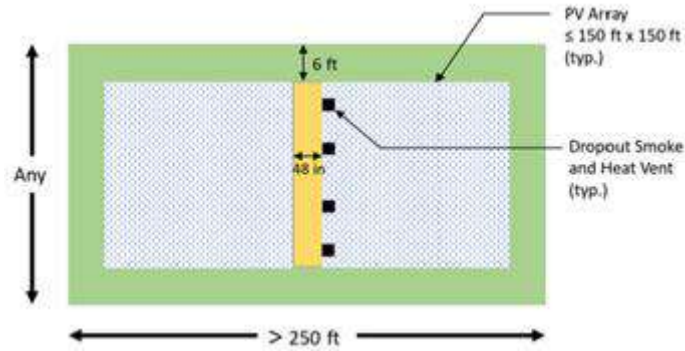
Bu konu ile ilgili olarak NFPA bünyesinde aşağıda sıralanan düzenlemeler yer almaktadır.

- NFPA 1 (Fire Code) Bölüm 11'de fotovoltaik panellerin olası bir müdahale personelinin yangında çatıya erişimi veya çatı kaplamasından bina içine müdahalesini engellememesi başta itfaiye personeli olmak üzere müdahale edenlerin elektrik şokuna maruz kalmaması için gerekli tanımlamaları yapar. Benzer tanımlamalar düz araziye kurulu enerji sistemleri, bu sistemlerin çevresindeki mesafeleri, bitki örtüsünün temizlenmesini ve alanın güvenliğini tanımlar.
- NFPA 70 (National Electric Code) madde 690-691 hem bina üstlerine kurulu, hem zemine kurulu sistemlerin elektrik enerjisini güvenli iletimi ve işletilmesi ile ilgili tanımları içerir.
- NFPA 70B (Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance) 33. Bölüm endüstriyel tip ekipmanın kullanımında bozulan veya kusurlu çalışan fotovoltaik panel, bağlantı kabloları, inverter ve diğer ekipmanın kontrol ve bakım programları hakkındaki önerileri sunmaktadır.
- NFPA 855 (Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems) fotovoltaik sistemin ürettiği enerjinin depolanması halinde oluşabilecek tehlikeleri tanımlamaktadır.
- NFPA 5000 (Building Construction and Safety Code) bina çatılarına kurulacak panelleri monteleme ve rüzgar yüklerine direnç hesapları, sismik sarsıntıda binaya olan etkilerine yönelik hesap ve değerlendirmeleri tanımlamaktadır.
- NFPA 1 Fire Code içeriğinde bahsedildiği üzere, itfaiyecinin enerjiyi kestikten sonra çatıda duman tahliyesi için açıklık oluşturmak ve panellerin etrafına güvenli erişim (yürüme) güzergahı ile düzenlemeler vardır. Panellerin yan yana en fazla 46 metre monte edilebilir. Çatıda duman tahliye tertibatı yoksa Şekil.2'de gösterildiği biçimde iki panel sırası arasında 2,5 metre boşluk bırakılması gerekir.



Şekil.2 Panel dizileri arasındaki boşluğun gösterimi

Eğer, çatıda duman tahliye kapakları mevcutsa, Şekil.3'de gösterildiği biçimde iki panel sırası arasında 1,25 metre boşluk bırakılması gerekir.



Şekil.3 Panel dizileri arasında yer alan duman tahliye menfezlerinin ve yürüme yolunun gösterimi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkelerin hemen hepsi söz konusu teknolojiye yatırım yapmaktadır. Çalışmada bahsi geçen standartlar incelendiğinde, günümüzün teknolojik birikimi, hesaplama gücü ve iletişim hızına rağmen verimlilik ve güvenli işletme konularında tüm paydaşlar tarafından uluslararası kabul gören bir düzenleme henüz yürürlükte değildir.

Tam ölçekli deneyler ile sistemin genel tepkisi ve dayanımının araştırılmasına ihtiyaç vardır. Panel dizileri arasında bırakılacak boşluk, yanmaz malzemeden bariyer oluşturma, çatı kaplamasının yanmaz malzeme ile izole edilmesi veya çakıl taşı ile kaplanması gibi zarar azaltıcı önlemlerin yanı sıra, yanmaz arka yüzey panelleri, panel ile çatı yüzeyi arasındaki boşluğun artırılması konularında araştırmalara ihtiyaç vardır. Çünkü yanmaz arka yüzey panel malzemesi ile polimer esaslı malzeme arasındaki maliyet farkı vardır. Güneş enerjisi teknolojisinin gelecekte erişeceği ölçek düşünüldüğünde sistem maliyetine önemli derecede etki eden bir faktördür, bu konuda yeni malzemeler araştırılmaktadır. Panellerin yükseltilmesi durumunda rüzgar kaynaklı kuvvetlere karşı daha dayanıklı bağlantıların uygulanması ihtiyacı doğmaktadır, sistem maliyetine etkisi olacaktır. Dolayısıyla, maliyet artırıcı düzenlemelerin ülkeler tarafından kabul görmesi zaman alacaktır.

Birbiri ile ilişkili çok katmanlı güvenlik kültürü sürecin daha güvenli geçirilmesine yardım edecektir. Hükümetler yapı çevresinde yangın güvenliğini etkileyebilecek bir değişikliği zorunlu kıldığında, riskleri azaltacak araçların bulunmasını sağlamakla sorumludur. Halihazırda bazı bilgiler mevcuttur, bilgi sahiplerinin güvenlik sürecine rehberlik geliştirenlerle bağlantı kurması hükümetler tarafından teşvik edilmelidir. Güncel yönetmeliklerin geliştirilmesi ve kullanılması sağlanmalıdır. Araştırmaları yürütmek için fon ve kaynaklara ihtiyaç vardır, büyük ölçekte tarafsız finansman sağlanarak birden fazla grup ve kuruluşun iş birliği yapmasına olanak tanınabilir. Şu an için bir düzenleme olmadığından, PV montajcılarının sertifikalandırılması büyük bir ihtiyaçtır. Sistemin kullanımında geniş bir yayılma söz

konusu olduğunda, mevcut montajcılarının ve pazarda yer alacak yeni montajcılarının eğitim alması ve sertifikalandırılması gerekmektedir. Küçük ölçekli lisanssız kurulum geliştiren mülk sahiplerinin, PV kurulumunun getirdiği riskler konusunda eğitilmeleri ve bu riskleri mümkün olduğunca nasıl azaltacaklarını öğrenmeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 19.12.2007 tarihli, 26735 sayılı Resmî Gazete
- [2] İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, 18.06.2013 tarihli, 28681 sayılı Resmî Gazete
- [3] İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 25.04.2013 tarihli, 28628 sayılı Resmî Gazete
- [4] Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) 03.03.2009 tarihli, 27158 sayılı Resmî Gazete
- [5] Guidance Document for Incorporating Risk Concepts into NFPA Codes and Standards, National Fire Protection Association, USA, 2007
- [6] NFPA 1, Fire Code, National Fire Protection Association, USA, 2021
- [7] NFPA 70, National Electric Code, National Fire Protection Association, USA, 2023
- [8] NFPA 70B, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance, National Fire Protection Association, 2023
- [9] NFPA 855, Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems, National Fire Protection Association, 2023
- [10] NFPA 5000, Building Construction and Safety Code, National Fire Protection Association, 2021
- [11] Aylık Enerji Bülteni, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası – Ekonomik Araştırmalar Birimi, Haziran 2023
- [12] REPowerEU Plan, European Commission, Mayıs 2022
- [13] ASTM E108/UL 790, Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings, ASTM International, 2020
- [14] TSE CEN/TS 1187, (Dış Yangına Maruz kalan çatılar için deney yöntemleri) Test methods for external fire exposure to roofs, Türk Standartları Enstitüsü, 2015
- [15] TSE CLC/TR 50670 Fotovoltaik (PV) dizilerle birlikte çatılara dıştan yangına maruz kalma - Test yöntemi (Ieri), Türk Standartları Enstitüsü, 2017
- [16] ANSI/FM Approval Standard 4478, FM Approvals LLC, 2021
- [17] ANSI/CAN/UL Photovoltaic Hazard Control 3741, Underwriters Laboratories, 2020
- [18] UL 1741, Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use With Distributed Energy Resources, Underwriters Laboratories, 2021
- [19] TS EN 62109-2, Fotovoltaik güç sistemlerinde kullanım için güç çeviricilerinin güvenliği- Bölüm 2: Dönüştürücüler için belirli kurallar, Türk Standartları Enstitüsü, 2012
- [20] Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project Report, R. BACKSTROM, D. DINI, Underwriters Laboratories, 2011
- [21] Commercial Roof-Mounted Photovoltaic System Installation Best Practices Review and All Hazard Assessment , R. WILLS, J. MILKE, S. ROYLE, K. STERANKA, Fire Protection Research Foundation an affiliate of NFPA, 2014
- [22] Development of Fire Mitigation Solutions for Photovoltaic (PV) Systems Installed on Building Roofs Ph. 1, J. SIPE, Fire Protection Research Foundation an affiliate of NFPA, 2016
- [23] Technical Report: Hazard Analysis of Firefighter Interactions with Photovoltaic Arrays, Sandia National Laboratories and UL LLC, 2018
- [24] Mapping the Codes for Solar Photovoltaic (PV) Systems, B. CHASE, National Fire Protection Association, 2019
- [25] Many Factors to Consider When Providing Access to Roofs with a Photovoltaic System Installed, V. ZIAVRAS, National Fire Protection Association, 2020
- [26] Fire Safety and Photovoltaic Panels on Building Roofs Workshop (Held in Brussels) Report, A. KIMBALL, Fire Protection Research Foundation an affiliate of NFPA, 2023

ÖZGEÇMİŞ

A. Serdar GÜLTEK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Amerika Birleşik Devletleri, Worcester Polytechnic Institute okulundan Yangın Güvenlik Mühendisliği Yüksek Lisans derecesini aldı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden Doktora derecesini aldı. A Sınıfı iş güvenliği uzmanı, NEBOSH-IGC sertifikası sahibidir. Özel sektörde yaptığı çalışmalardan sonra halen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu "Sivil Savunma ve İtfaiyecilik" ile "Özel Güvenlik ve Koruma" programlarında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE (GES) YANGIN RİSK ANALİZİ, YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMELERİ VE MÜDAHALE EĞİTİMLERİ

Fırat SALMANOĞLU
Serkan KORKMAZ

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, fotovoltaik güneş enerjisi santrallerinde (GES) yangın risk analizi, yangın güvenlik önlemleri ve müdahale eğitimleri değerlendirilmiş ve önlemler sıralanmıştır. Fotovoltaik güneş enerjisi santralleri bileşenleri tanımlaması yapılmıştır. Ayrıca hâlihazırda işletmede olan bir fotovoltaik güneş enerjisi santrallerinde incelemeler gerçekleştirilmiş ve örnek olay olarak ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, Ege bölgesinde bir fotovoltaik güneş enerjisi santrali sahasına ziyaret gerçekleştirilmiş, ve mevcut durum gözlemi ile ışınımın en yüksek olduğu zaman diliminde termal ısınmalar tetkik edilmiş ve olası yangın riskine karşı değerlendirilmiştir. Ayrıca saha genelindeki yangın güvenlik önlemleri incelenmiş ve sorumlu teknik görevlilerin saha ile ilgili yangın bilgisi yeterlilikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, santral genelinde GES bazlı yangın risk durumu, önleyici tedbir önerileri ve müdahale eğitimlerinin önemi ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik Güç Enerjisi Santralleri, GES Yangın Risk Analizi, GES Yangın Güvenlik Önlemleri, GES Yangın Güvenlik Eğitimleri

FIRE RISK ANALYSIS, FIRE SAFETY PREVENTIONS AND RESPONSE TRAININGS IN PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER PLANTS

ABSTRACT

Within the scope of this study, fire risk analysis, fire safety precautions and response trainings in photovoltaic solar power plants were evaluated and the precautions were listed. Components of photovoltaic solar power plants have been defined. In addition, investigations were carried out in a photovoltaic solar power plant that is currently in operation and it is considered as a case study. Within the scope of the study, a visit was made to a photovoltaic solar power plant site in the Aegean region, and thermal heating in the time period when the radiation was highest was examined and evaluated against possible fire risk with the current situation observation. In addition, fire safety measures throughout the site were examined and the fire knowledge competencies of the responsible technical officers were evaluated. As a result, the importance of SPP-based fire risk status, preventive measures and intervention trainings throughout the power plant has been revealed.

Keywords: Photovoltaic Power Plants, Fire Risk Analysis on PV, Fire Safety Precautions, Fire Safety Trainings

1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacının sürekli arttığı günümüz dünyasında, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarına olan talep her zamankinden daha fazla önem kazanmıştır. Fosil yakıtların neden olduğu çevresel sorunlar ve iklim değişikliği riski, alternatif enerji kaynaklarının arayışını hızlandırmıştır. Bu bağlamda, güneş enerjisi en dikkat çekici ve çözüm odaklı seçeneklerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Güneş enerjisi, sınırsız bir kaynağa sahip olması ve çevreye zarar vermeden elektrik üretme potansiyeli nedeniyle enerji sektörünün vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Fotovoltaik (FV) teknolojisi, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. FV güç santralleri, büyük miktarda güneş ışığını yakalayıp elektrik üretme kapasitesine sahip olması sebebiyle elektrik ihtiyacını sürdürülebilir bir şekilde karşılamada kritik bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, fotovoltaik güç santrallerinin işleyişini, bileşenlerini ve çalışması sırasında meydana gelebilecek yangın risk potansiyeli ele alınmış ve incelenmiştir. Ayrıca, örnek bir santralin çalışma, işleyiş ve yangın riskleri ele alınmış ve incelemelerde bulunulmuştur.

2. FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ (GES) BİLEŞENLERİ

Bir fotovoltaik güç sistemi genel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur.

Güneş Panelleri (Fotovoltaik Modüller): Güneş panelleri, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren temel bileşenlerdir. Fotovoltaik hücrelerin seri bağlanarak bir araya gelmesiyle oluşurlar. Güneş ışığı panellerin üzerine düştüğünde, bu hücrelerdeki yarıiletken malzemeler aracılığıyla elektronlar harekete geçer ve elektrik üretilir. Paneller seri ve paralel kombinasyonlarla bağlanarak istenilen gerilim ve akım elde edilir [1-2-3-5].



Şekil 1. Fotovoltaik Panel

Montaj Yapısı (Çatı veya Zemin Montajı): Güneş panelleri, binaların çatılarına veya özel olarak tasarlanmış zemin montaj sistemleri üzerine kurulabilir. Montaj yapıları, panelleri doğru açı ve yönde tutarak maksimum güneş ışığı alımını sağlar. Bu yapılar aynı zamanda panelleri çevresel etkilere ve rüzgara karşı da korur [1-2-3-5].



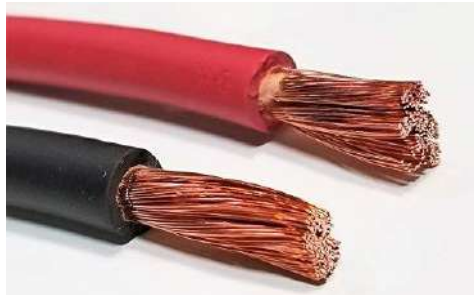
Şekil 2. Fotovoltaik Panel Montaj Bileşenleri

Eviriciler: Güneş panellerinden üretilen doğru akım (DC) elektriği, evlerde ve iş yerlerinde kullanılan alternatif akım (AC) elektriğe çevirir. Eviriciler, panellerin ürettikleri enerjinin şehir şebekesine uygun hale getirilmesini sağlar [1-2-3-5].



Şekil 3. Evirici

DC ve AC Kabloları: Fotovoltaik panellerden gelen DC elektriği eviricilere taşıyan kablolar DC kablolarıdır. Eviricilerden çıkan AC elektriği ise toplama panolarına veya tüketim noktalarına taşıyan kablolar ise AC kablolarıdır. DC ve AC kablolar, taşıyacağı akım kapasitesine göre farklı kesit ve boyutlarda olabilirler [1-2-3-5].



Şekil 4. DC Kablo

Trafo Merkezi (Eğer Gerekirse): Büyük ölçekli fotovoltaik güç santrallerinde, üretilen elektriğin gerilim seviyelerini düzenlemek ve uygun gerilim seviyelerinde şebekeye bağlanmak için trafo merkezleri kullanılır [1-2-3-5].



Şekil 5. GES Trafosu

Dağıtım Panoları: Eviricilerden gelen enerji, dağıtım panolarında tüketim noktalarına veya şebekeye yönlendirilir. Bu panolar, farklı devre kesicilerle enerjinin tüketim yerlerine dağıtılmasını sağlar [1-2-3-5].



Şekil 6. GES Dağıtım Panosu

Üretim Kontrol ve İzleme Sistemleri: Fotovoltaik sistemden üretilen enerjinin takibi ve olası herhangi bir arıza durumunun kullanıcı tarafından anlık olarak izlenmesi için tasarlanmıştır. Günümüzde mobil uygulama ve Wi-Fi teknolojisi sayesinde cep telefonlarından bile anlık izleme yapılabilmektedir [1-2-3-5].

Topraklama ve Güvenlik Ekipmanları: Fotovoltaik güç santrallerinde, güvenlik için gerekli topraklama sistemleri ve aşırı gerilim koruma ekipmanlarıdır [1-2-3-5].

Yangın Söndürme Ekipmanları: Fotovoltaik güç sistemlerinin kurulduğu alanlarda yangın algılama ve ihbar sistemleri kullanmak önemlidir. Isı algılama cihazları, duman dedektörleri ve yangın ihbar

panelleri, erken uyarı ve müdahale için kullanılır. Ayrıca yangın durumunda enerjiyi hızla kesmek için acil durum düğmeleri ve anahtarlar bulunur. Fotovoltaik güç santralleri yakınında yangın söndürme ekipmanları bulundurmak gereklidir. CO₂ veya köpük içerikli uygun yangın söndürme tüpleri, yangının kontrol altına alınmasına yardımcı olur [1-2-3-5].

3. FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDE YANGIN RİSKLERİ, GÜVENLİK ÖNLEMLERİ ve MÜDAHALE EĞİTİMLERİ

3.1. GES'lerde Yangın Riskleri

Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji kaynağı olarak giderek daha fazla ilgi görmekte ve fotovoltaik güç santralleri, enerji üretimindeki bu dönüşümün önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ancak, her enerji üretim sistemi gibi, fotovoltaik güç santralleri de potansiyel riskleri içinde barındırabilir. Bu bölümde, fotovoltaik güç santrallerindeki yangın risklerini ele alarak, bu risklerin nedenleri, etkileri ve önlenmesi için alınabilecek önlemler incelenmiştir [6-7].

Fotovoltaik güç santrallerinin yangın riskleri, çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. En temel risk kaynağı, güneş panelleri ve sistemde kullanılan elektrik bileşenlerinde meydana gelebilecek arızalar veya kusurlardır. Güneş panelleri, yarıiletken malzemelerin kullanılması nedeniyle yüksek sıcaklıklarda zarar görebilir. Bunun yanı sıra, düşük kaliteli veya yanlış bağlanmış bileşenler, kısa devreler ve aşırı ısınma gibi elektriksel sorunlara yol açabilir. Ayrıca, çevresel etmenler, hava koşulları ve doğal afetler de yangın risklerini artırabilir.

Fotovoltaik güç santrallerinde meydana gelebilecek yangınlar, ciddi sonuçlara yol açabilir. Yangınlar, güneş panellerinin yanı sıra eviriciler, kablolar, montaj yapıları ve diğer bileşenleri de etkileyebilir. Yangınlar, enerji üretiminin durmasına, ekipman kayıplarına ve hatta çevresel kirliliğe neden olabilir. Ayrıca, yangınlar insan güvenliği için de büyük bir tehlike oluşturabilir.

Fotovoltaik güç santrallerindeki yangın risklerini azaltmak ve önlemek için alınabilecek bir dizi önlem bulunmaktadır. İlk olarak, yüksek kaliteli ve güvenilir bileşenlerin kullanılması gerekmektedir. Panellerin montajı, kablo bağlantıları ve diğer elektriksel işlemler uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir. Elektriksel güvenlik önlemleri, düzenli bakım ve kontroller, yangın algılama ve ihbar sistemleri ile yangın söndürme ekipmanlarının düzenli olarak kontrol edilmesi gibi yöntemler kullanılarak yangın riskleri azaltılabilir [8]. Ayrıca, yangın durumunda hızlı müdahale için personel eğitimi ve acil durum planlarının oluşturulması da kritik öneme sahiptir.

3.2. GES'lerde Yangın Güvenlik Önlemleri

GES'lerde yangın güvenlik önlemleri kısaca aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Bileşen Seçimi ve Montaj: GES'lerde yangın riskini azaltmak için kullanılan bileşenlerin kalitesi ve dayanıklılığı sistemin uzun yıllar sorunsuz çalışabilmesinin yanı sıra yangın risklerini minimize etmek açısından da oldukça önemlidir. Güneş panelleri, kablolar, eviriciler ve diğer sistem bileşenlerinin yangına dayanıklı malzemelerden yapılmış ve yüksek standartlara uygun olması sağlanmalıdır. Ayrıca, doğru montaj teknikleri kullanarak yangın riskini en aza indirecek montaj yapıları tercih edilmelidir.

Elektriksel Tasarım ve Kurulum: GES'lerin elektriksel tasarımı ve kurulumu, yangın riskini etkileyen kritik faktörler arasındadır. Doğru kablo kesiti ve uzunluğunun seçimi, döşeme teknikleri, yeterli izolasyon ve topraklama ile yangın riski azaltılabilir. Elektriksel bağlantıların profesyonelce ve standartlara uygun şekilde gerçekleştirilmesi, kısa devre durumlarının ve aşırı ısınmanın önüne geçebilir.

Yangın Algılama ve İhbar Sistemleri: GES'lerde erken yangın tespiti ve uyarı sistemi kullanılması, hızlı müdahalenin sağlanmasına yardımcı olur. Isı algılama cihazları, duman dedektörleri ve yangın ihbar panelleri gibi teknolojiler, yangın tehlikesini tespit ederek zamanında müdahale şansı sunar.

3.3. GES'lerde Yangınla Müdahale Eğitimleri:

Personel Eğitimi: GES operasyon ve bakım personeli, yangınla mücadele eğitimi almalıdır. Eğitimler, yangın risklerini anlama, yangın tespiti, yangın söndürme cihazlarının nasıl kullanılacağı ve acil durum planlaması gibi konuları içermelidir. Personelin yangın durumunda nasıl tepki vereceği ve güvenli bir şekilde müdahale edeceği öğretilmelidir.

Acil Durum Planları: GES'lerde acil durum planlarının oluşturulması ve düzenli olarak güncellenmesi hayati önem taşır. Bu planlar, yangın durumunda yapılması gereken adımları, iletişim yönergelerini ve acil durum ekiplerinin rollerini içermelidir.

Yangın Tatbikatları: Düzenli olarak yangın tatbikatları yapmak, personelin öğrendiklerini uygulamada denemesini sağlar. Bu tatbikatlar, ekipmanların nasıl kullanılacağını ve acil durum planlarının ne kadar etkili olduğunu test etmek için değerli fırsatlar sunar.

4. ÖRNEK OLAY İNCELEMESİ

Bu bölümde, Ege Bölgesi konumunda bulunan 4,9MW gücündeki çatı uygulamalı bir GES'in yangın riskleri ve yangın güvenlik önlemleri açısından incelemesini içeren örnek olay sunulmaktadır. Santral 8 982 adet 550Wp gücünde mono kristal fotovoltaik panel ve her biri 100 kW gücündeki 49 adet eviriciden oluşmaktadır. Mayıs 2023 döneminde devreye alınan GES'ten yılda yaklaşık 7Milyon kWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu enerji yaklaşık 1.000 evin elektrik enerjisine eşdeğerdir.



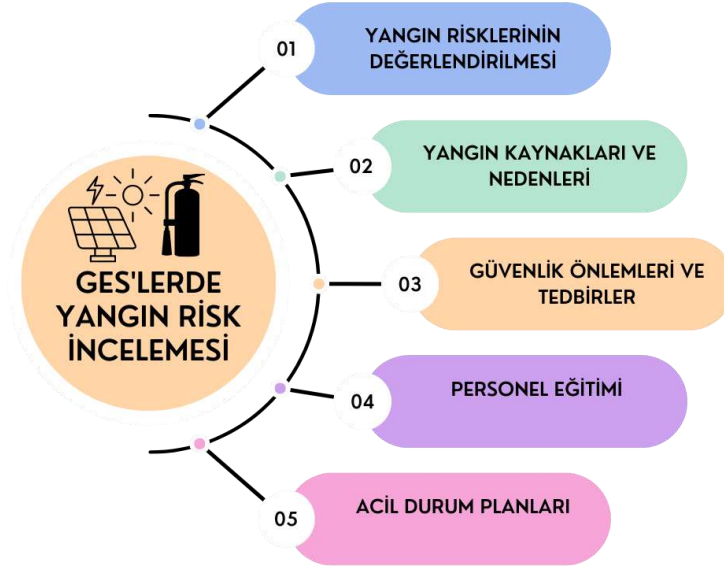
Şekil 7. İncelenen Santralin Panel Yerleşimi



Şekil 8. İncelenen Santralin Eviricileri

Yapılan inceleme sırasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

5 Adımda GES'lerde Yangın Risk İncelemesi



Şekil 9. GES'lerde Yangın Risk İnceleme Adımları

Yangın Risklerinin Değerlendirilmesi:

Yangın riskleri, fotovoltaik santrallerde ciddi sonuçlara yol açabilir. Santralin konumu, çevresel koşullar, bileşen seçimi ve teknik özellikleri, yangın risklerini etkileyen faktörler arasındadır. Bu çalışmada, incelenen fotovoltaik santralde yangın risklerinin nasıl değerlendirildiği ve belirlendiği ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Yangın risk analizi, senaryo analizi ve olası yangın sebepleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

Yangın Kaynakları ve Nedenleri:

Fotovoltaik santrallerde yangın risklerinin ana kaynakları, güneş panelleri, inverterler, kablolar, montaj yapıları ve doğal afetlerdir. Güneş panelleri, yarıiletken malzemelerin yüksek sıcaklıklara dayanıksızlığı nedeniyle aşırı ısınma riski taşır. İnverterlerdeki elektriksel arızalar ve aşırı ısınma, yangın riskini artırabilir. Ayrıca, kablo döşemesi sırasında yapılan hatalar, kısa devre ve yangın riskini oluşturabilir. Yangınların doğal afetler, yıldırım çarpmaları veya yangınla mücadele ekipmanının yetersizliği gibi faktörlerle tetiklenebileceği de göz önünde bulundurulmuştur.

Güvenlik Önlemleri ve Tedbirler:

İncelenen fotovoltaik santralde yangın risklerini azaltmak ve kontrol altına almak amacıyla çeşitli güvenlik önlemleri ve tedbirler alınmıştır. Bileşen seçiminde yangına dayanıklı malzemeler tercih edilmiş, montaj ve elektriksel bağlantılar profesyonelce gerçekleştirilmiştir. Yangın algılama ve ihbar sistemleri kullanılarak erken uyarı sağlanmış, inverterlerde termal kameralarla sıcaklık kontrolü yapılmıştır. Ayrıca, düzenli bakım ve denetimlerle olası riskler önceden tespit edilerek önlem alınmıştır.

Personel Eğitimi ve Acil Durum Planları:

Fotovoltaik santralde çalışan personelin yangınla mücadele eğitimleri alması büyük önem taşımaktadır. Personelin yangın durumunda nasıl tepki vereceği, yangın söndürme ekipmanlarını nasıl kullanacağı ve acil durum planlarına nasıl uyacağı öğretilmiştir. Acil durum planları, yangınla mücadele stratejilerini içermekte ve personelin koordinasyonunu sağlamaktadır.

Yangın riskleri ve güvenlik önlemleri, fotovoltaik güneş enerjisi santrallerinin işleyişini ve sürdürülebilirliğini etkileyen kritik faktörlerdir. İncelenen fotovoltaik santral örneği, yangın risklerinin titizlikle değerlendirilerek, uygun güvenlik önlemleri ve müdahale eğitimleri ile minimize edilebileceğini göstermiştir. Bu çalışma, fotovoltaik santrallerin güvenliğinin sağlanması için alınabilecek önlemleri ve risk analizini ele almış ve gelecekteki çalışmalara temel oluşturacak önemli bulgular sunmuştur

5. SONUÇ

Bu çalışma, fotovoltaik güneş enerjisi santrallerinde (GES) yangın risk analizi, yangın güvenlik önlemleri ve müdahale eğitimleri konularına odaklanmıştır. GES'ler, temiz ve sürdürülebilir enerji üretiminin en önemli araçlarından biri olarak yükselen bir trende sahiptir. Ancak, bu santrallerdeki yangın riskleri, operasyonel güvenliğin ve çevre korumasının sağlanması açısından ciddi bir endişe kaynağıdır.

Yangın risk analizi, GES'lerin yangın risklerini anlamak ve değerlendirmek için etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu analizler, olası risk kaynaklarını belirlemek, olası senaryoları tahmin etmek ve risklerin olasılığını ve etkisini ölçmek amacıyla kullanılır. Bu çalışmada öne sürülen yangın risk analizi yöntemleri, GES işleticilerine ve sahiplerine, yangın risklerini daha iyi anlamalarına yardımcı olacak bir yol haritası sunmaktadır.

Yangın güvenlik önlemleri, GES'lerde yangın risklerini minimize etmek ve kontrol altına almak için hayati öneme sahiptir. Bileşen seçimi, montaj teknikleri, elektriksel tasarım, yangın algılama ve ihbar sistemleri gibi önlemler, yangın risklerini azaltmak için alınan adımlar arasında yer almaktadır. Bu önlemler, GES'lerin daha güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışmasına katkı sağlayacaktır.

Müdahale eğitimleri, GES personelinin yangın durumlarında etkili bir şekilde tepki vermesini sağlar. Personelin yangınla mücadele becerilerini geliştirmesi, yangının hızla kontrol altına alınmasını sağlayabilir. Acil durum planlaması, yangınla müdahale yönergeleri ve düzenli tatbikatlar, personelin hazırlıklı olmasını ve yangın durumunda koordineli bir şekilde hareket etmelerini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, fotovoltaik güneş enerjisi santralleri, enerji sektöründe geleceğin belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu santrallerdeki yangın riskleri ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu çalışma, yangın risk

analizi, yangın güvenlik önlemleri ve müdahale eğitimlerinin, GES operasyonlarını daha güvenli ve sürdürülebilir hale getirmek için nasıl birleştirilebileceğini incelemiştir. İyi tasarlanmış bir risk analizi, etkili güvenlik önlemleri ve eğitim programları, GES'lerin yangın risklerini minimize ederek güvenli bir enerji üretimi sağlamasına yardımcı olabilir.

Bu çalışma, gelecekteki araştırmaların, pratik uygulamaların ve düzenleyici yaklaşımların daha da geliştirilmesi için bir temel sağlamıştır. GES'lerin yangın güvenliği, sürdürülebilir enerji üretiminin başarısı için önemli bir unsur olmaya devam edecektir.

6. KAYNAKLAR

- [1] IRENA-International Renewable Energy Agency. "Planning for the Renewable Future: Long-Term Modelling and Tools to Expand Variable Renewable Power in Emerging Economies". Abu Dhabi, ISBN 978-92-95111-06-6, 2017
- [2] IRENA-International Renewable Energy Agency. "Renewable Energy Statistics 2021". Abu Dhabi, ISBN: 978-92-9260-356-4, 2021
- [3] IRENA-International Renewable Energy Agency. "Country Rankings". <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings> (20.08.2023)
- [4] Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/> (15.08.2023)
- [5] Salmanoğlu F, Çetin NS. "The Software Package for Design Optimization of the Wind/Photovoltaic Autonomous Hybrid Power System: A Case Study for Ankara City", Energy Sources Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 35:20, 1946-1955, 2013.
- [6] TÜYAK, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Yangın Güvenliği", İstanbul, 2022.
- [7] TÜYAK, "Acil Durum Tatbikat Planlama Adımları: Yüksek Yapılarda, Acil Durum Tatbikat ve Tahliye Senaryolarının Oluşturulması ve Acil Durum Ekiplerinin Eğitimi", İstanbul, 2022.
- [8] GES Yangınları- <https://www.energy.gov/eere/solar/consumers-guide-fire-safety-solar-systems> (12.08.2023)

ÖZGEÇMİŞLER

Fırat SALMANOĞLU (Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü)

1983 yılında Antakya'da doğdu. 2001 - 2006 yılları arasında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Bilgisayar Bilimleri Ağırlıklı Matematik Bölümü'nü tamamladıktan sonra, özel sektörde Yazılım ve Veritabanı Geliştirme Uzmanı olarak çalıştı. 2008 yılında Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı ve aynı dönemde TÜBİTAK projelerinde araştırmacı olarak görev aldı. 2011 yılından bu yana Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde fotovoltaik ve rüzgâr enerjisi teknolojileri alanında Araştırmacı olarak çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fotovoltaik ve rüzgâr güç sistemlerinin optimum tasarımı ve modellenmesi, Fotovoltaik sistemler üzerine mesleki eğitim ve uygulamaları konularında ulusal ve uluslararası yayınları vardır. Çeşitli bilimsel projelerde araştırmacı görevleri ve bununla birlikte sektör kuruluşlarına danışmanlık faaliyetleri bulunmaktadır.

Serkan KORKMAZ, (İzmir Büyükşehir Belediyesi, İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü)

1982 yılında Çine'de doğdu. 2008 yılında Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı ve aynı dönemde TÜBİTAK projelerinde araştırmacı olarak görev aldı. İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında 2009 yılında göreve başladı, İtfaiye Yangın ve Acil Müdahale Şube Müdürlüğü bünyesinde 2011 yılına kadar meydana gelen her türlü yangın ve acil müdahale gerektiren olaylara müdahale etme, 2011 yılından sonra İtfaiye Denetim ve Önleme Şube Müdürlüğü bünyesinde denetim faaliyetlerini yapma, aynı zamanda 2012 yılından itibaren İtfaiye Uygunluk Takip Sistemi projesini yürütücülüğünü gerçekleştirerek, denetimlerde kullanımının gerçekleştirilmesi, 2016 yılından sonra İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü bünyesinde eğitim faaliyetlerini

gerçekleştirme ve eğitim tesislerinin modern teknolojiye ve çağın gerekliliklerine uyumunun gerçekleştirilmesi için farklı tip eğitim simülasyon projelerinin yapılması, 2020 yılı Ağustos ayından itibaren İtfaiye Eğitim Şube Müdürlüğü görevini yürütmektedir. Aynı zamanda Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Bölümünde, Yangın Güvenliği, Yanma ve Yangın Bilgisi, İtfaiyecilik Mevzuat ve Standartlar ile Yapılarda Yangın Güvenliği ve Proje Bilgisi derslerinde, öğretim çalışmalarında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları yangın güvenlik önlemleri, fotovoltaik ve rüzgâr güç sistemlerinde yangın güvenlik önlemleri, yüksek yapılarda yangın güvenliği ve acil durum tatbikatları ve yönetimi üzerine mesleki eğitim ve uygulamaları konularında ulusal yayınları vardır.

FOTOVOLTAİK PANELLERDE YANGIN RİSKİ VE ÖNLEMLERİ

Bilal İĞDIR
Toros AĞABEYOĞLU

ÖZET

Gün geçtikçe Fotovoltaik panellerin kullanımı gerek ülkemizde gerekse de dünyada yaygınlaşmaktadır. Ancak; ilgili panellerde oluşabilecek yangın riski ve önlemleri konusunda ülkemizde bir belirsizlik mevcuttur. Öncelikle yetkili mercilerin konu hakkında referans alabilecekleri bir Türk standardı bulunmamasıyla birlikte fotovoltaik panel üretici firmaların anlaşmalı olduğu sigorta firmalarının bu kapsamda kuralları bulunmaktadır. Ancak; fotovoltaik panellerde alınması gereken can & yangın güvenliği önlemleri tasarım sürecini oldukça etkilemektedir. Bu sebeple NFPA, FM, VdS gibi uluslararası standartlar ve başlıca sigorta firmalarının raporları referans alınarak, fotovoltaik panellerde alınması gereken Can & Yangın Güvenliği önlemleri ele alınmalıdır.

Bu çalışmada, Fotovoltaik panellerin çalışma biçimi, ilgili panellerde oluşabilecek yangın riski, yapıya etkisi, tasarım aşamasında dikkate alınması önem arz eden panel gruplarının birbiri ile ilişkisi, kaçış ve müdahale olanakları, yangın oluşması durumunda yapıya etkisi ve önlemleri, yangın senaryosunda ele alınış biçimi anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik panellerde yangın riski, kaçış olanakları, müdahale olanakları, çatı tasarımı

FIRE RISK AND PRECAUTION AT PHOTOVOLTAIC PANELS

ABSTRACT

Day by day, the use of photovoltaic panels is becoming widespread both in our country and in the world. However; There is uncertainty situation in our country regarding the risk of fire and precautions that may occur in the relevant panels. Although insurance companies of the photovoltaic panel manufacturers have requirements about this context, there is no Turkish standard that the authorities can refer. However; The life & fire safety requirements for photovoltaic panels affect the design process considerably. For this reason, the Life & Fire Safety precautions to be taken in photovoltaic panels should be considered with reference to international standards such as NFPA and Vds.

In this study, how the photovoltaic panels work, the risk of fire that may occur at the related panels, the fire effect to the building, the relationship of the panel groups that are important to consider during the design phase, the escape and intervention possibilities, the way it is handled in the fire scenario are explained.

Keywords: Fire risk in photovoltaic panels, escape possibilities, intervention possibilities, roof design

GİRİŞ

2010 yılından itibaren dünya çapında Fotovoltaik panellerin kullanımı ciddi bir artış göstermiş ve daha sık rastlanır olmuştur. Ancak; ilgili gelişmeler yaşanırken panellerde oluşabilecek yangın riski ve önlemleri konusunda ülkemizde bir belirsizlik mevcuttur. Öncelikle yetkili mercilerin konu hakkında referans alabilecekleri bir Türk standardı bulunmamakla birlikte gerek NFPA, FM, VdS gibi uluslararası standartların gerekse fotovoltaik panel üretici firmaların anlaşmalı olduğu sigorta firmalarının bu kapsamda kural, önlem ve çözüm önerileri bulunmaktadır. İlgili kurallar mimari, elektrik ve mekanik disiplinleri özellikle Can & Yangın Güvenliği yönünden oldukça etkilemektedir. Projenin tasarım sürecinden itibaren düzenlenmesi gereken önlemler bulunmasına karşın fotovoltaik panel üretici firmaları veya itfaiye yetkilileri ile görüşmeler projenin bitimine doğru gerçekleşmektedir. Bu noktada bir çelişki oluşmakta ve gerekli önlemlerin projenin sonuna doğru ele alınması ile birçok zorluk veya uygunsuz uygulamalar ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu sebepler ile ilgili makalede NFPA, FM, VdS, başlıca sigorta firmalarının raporları ve önlem talepleri referans alınarak, özellikle projenin başlangıç aşamasında bilinmesi gereken kurallar, fotovoltaik sistemlerdeki yangın riski ve temel sebepleri ve çözüm önerileri ele alınmıştır.

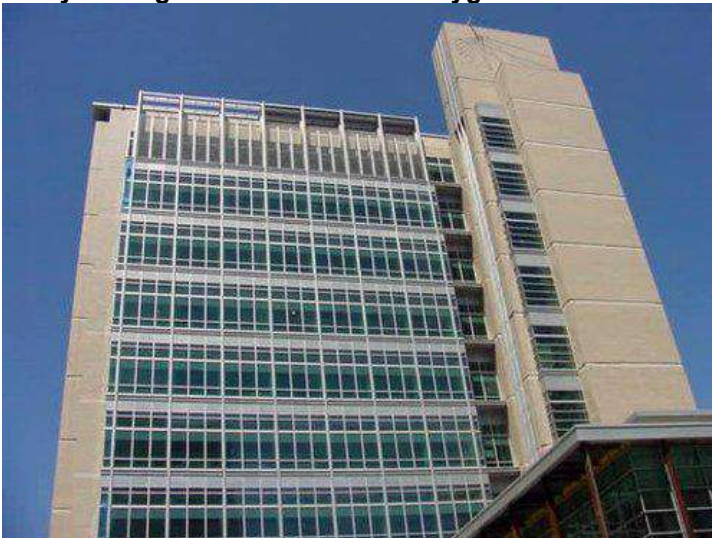
FOTOVOLTAİK PANEL UYGULAMA ALANLARI

Öncelikle Fotovoltaik sistem uygulamaları denize açık alanlarda veya ilgili paneller için ayrılmış arazilerde, çatıya entegre ve binaya entegre olarak, 3 farklı metot ile uygulanmaktadır.

Uzak Alanlarda Fotovoltaik Panel Uygulamaları



Binaya Entegre Fotovoltaik Panel Uygulamaları



Bina Çatılarında Fotovoltaik Panel Uygulamaları

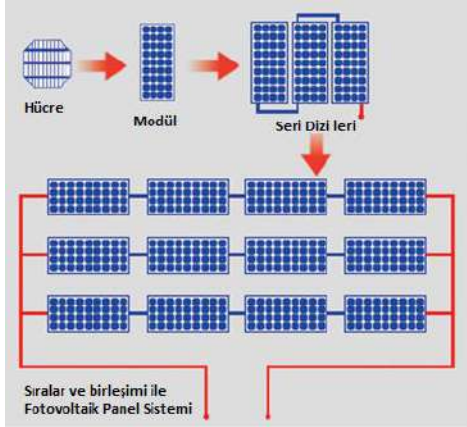


Geçmişte yaşanan kazalara, gerekliliklerin uygulanabilirliğine ve özellikle tasarım aşamasında bilinmesi gerekliliğine bakıldığında en kritik uygulama çatılarda fotovoltaik panel uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple ilgili makalede çatılarda Fotovoltaik Panel uygulamaları ele alınmaktadır. Bu uygulamalar bina çatısına doğrudan entegre olacak biçimde veya çatıya sonradan eklenecek biçimde yapılabilmektedir.

FOTOVOLTAİK PANEL SİSTEM VE ELEMANLARI

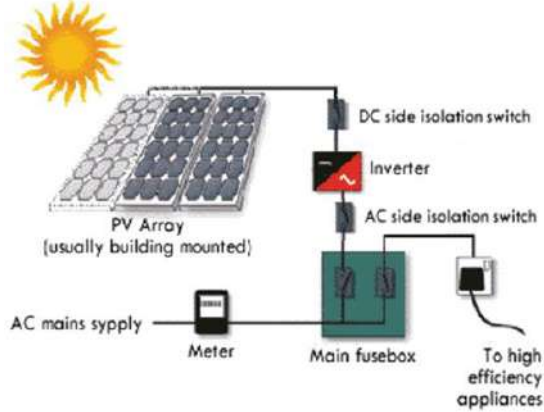
Fotovoltaik panel sistemi hücre, modül, seri dizileri ve sıra biçiminde oluşmaktadır. Hücre sistemin en küçük parçası olup, hücrelerin birleşmesi ile modül, modüllerin birbirine bağlanması ile seri dizeleri, seri dize bloklarının birbirine bağlanması ile de sıra oluşmaktadır. (Görsel 1)

Görsel 1. Fotovoltaik Panel Sistem Elemanları



Fotovoltaik Panel Sistemi uygulanmasının devamında ise panelden gelen doğru akımı alternatif akıma çeviren inverter bulunmaktadır. Invertör çevirdiği alternatif akımı elektrik sigorta panosuna aktarmakta, buradan da alternatif akım ihtiyaç duyulan alanlara aktarılmaktadır. Invertör ile Fotovoltaik panel arasındaki doğru akım üzerinde ve invertör ile elektrik sigorta kutu arasındaki alternatif akım üzerinde anahtar bulunması büyük önem arz etmektedir. (Görsel 2)

Görsel 2. Fotovoltaik Panel Sistemi



FOTOVOLTAİK PANEL SİSTEM UYGULAMA KURALLARI

NFPA, FM, VdS, TÜV-Süd gibi uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen uygulama kuralları içerisinde karar aşamasını etkileyen en önemli kural Fotovoltaik sistemlerin çatı uygulamalarında maksimum voltaj sınırı kuralıdır.

NFPA 70 içerisinde devrelerin topraklama gerilimini belirlemek için maksimum gerilim kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemlerde doğru akım devrelerinin maksimum voltajı, bir devrenin herhangi iki iletkeni veya herhangi bir iletken ile toprak arasındaki en yüksek voltaj olacak ve aşağıdakilere uygun olmalıdır.

- Bina çatısında veya bina içerisinde Fotovoltaik panel devreleri 1000 volttan daha fazla olmamalıdır.
- Müstakil konutlarda (One-two dwelling) Fotovoltaik panel devreleri 600 volttan daha fazla olmamalıdır.

Eğer Fotovoltaik Panel uygulaması 1000 volttan daha fazla ise aşağıdaki kurallar dikkate alınmalıdır.

- Müstakil konutlarda (One-two dwelling) izin verilmemektedir.
- Yaşanabilir odaların bulunduğu binalarda izin verilmemektedir.
- Binaların dışına kurulduğunda yerden 3 m'den (10 ft) daha az yüksekte bulunmalıdır. Bu ekipmana bağlanan Fotovoltaik sistem doğru akım devrelerini içeren kablolama yöntemlerinin, bina yüzeyi boyunca ekipmandan 10 m'den (33 ft) daha fazla binaya bağlanmasına izin verilmemektedir.

Ayrıca fotovoltaik panel üzerinde bulunması gereken maksimum akım hesabı için NFPA 70 içerisinde hesaplama metodu bulunmaktadır. Özel şebeke kontrolü altında olmayan büyük ölçekli PV elektrik tedarik istasyonlarının kurulumu gereklilikleri için NFPA 70 başlık 705 ve 5000 kW ve üzeri invertör üretim kapasitesine sahip büyük ölçekli sistemler NFPA 70 başlık 691 dikkate alınmalıdır. İlgili maddeler özellikle elektrik disiplini için gerilim hesaplama yöntemi ve devre tasarımı açısından büyük önem arz etmektedir.

Fotovoltaik panel sisteminin çatılarda kurulması durumunda kaçış, müdahale ve yangının yayılımı açısından gereklilikler çatılarda fotovoltaik panel tasarım parametreleri, yanıcılık sınıfı ve yangın yükü ve dilatasyon detayı başlıkları altında aşağıda ele alınmıştır.

Çatılarda Fotovoltaik Panel Tasarım Parametreleri

Çatılarda Fotovoltaik panel uygulaması panel sırası maksimum uzunluğu, sıralar arasında olması gereken koridor genişliği, çatı sınırından uzaklık mesafesi, var ise duman atım kapakçığı veya ışıklık ile ilişkisi gereklilikleri ile özellikle projenin çatı tasarımı aşamasını oldukça etkilemektedir. İlgili gerekliliklerin etkileri aşağıda belirtilmektedir.

- Çatının fotovoltaik panel kullanım alanı sınırlanmakta ve bu sebeple üretilebilecek enerjiyi
- Mimari çatı projesini, var ise ışıklık veya duman atım kapakçığı tasarımını
- Çatı yükünü ve statik hesabını etkilemektedir.

Çatılarda Fotovoltaik Panel Tasarım parametreleri NFPA, VdS, Tüyak ve başlıca sigorta firmaları raporları içerisinde benzer ölçülere sahip olup, yalnızca NFPA 1 içerisinde müstakil konutlar (one-two dwelling) ve diğer binalar biçimde ikiye ayrılmış ve detaylandırılmıştır. İlgili gereklilikler aşağıda belirtilmektedir.

Müstakil konutlar (one-two dwelling) için

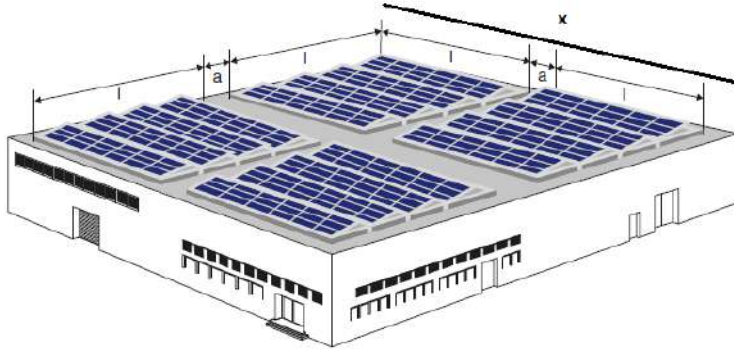
- En az iki adet 914 mm genişliğinde geçiş yolu oluklardan mahyaya kadar ve ayrı çatı düzleminde sağlanmalıdır. İki erişim yolundan en az bir tanesi caddeye veya araç yoluna bakmalıdır.
- Fotovoltaik panel çatının kuş bakışı alanının %33'ünden az ise, çatı mahyasından 457 mm uzakta, %33'ünden fazla ise çatı mahyasından 914 mm uzakta olmalıdır. Kıırma çatılarda eğim doğrultusunda en az 2 adet geçiş yolu sağlanmalıdır. Eğer müstakil konutta (one-two dwelling) otomatik sprinkler sistemi var ise %33'lük limit %66 ya arttırılabilir.

Müstakil konutlar haricindeki tüm yapılarda

- Fotovoltaik paneller çatı kenarından, yapının herhangi bir yönde uzunluğu 76.2 m'den daha az ise en az 1219 mm, 76.2 m'den daha fazla ise 1829 mm uzaklıkta olmalıdır.
- Tüm havalandırma kapaklarına ve çatı dikme borularına 1219 mm veya daha geniş geçiş yolu sağlanmalıdır.
- Çatı kenarına giden en az bir tane 1219 mm veya daha geniş genişlikte geçiş yolu sağlanmalı ve çatı erişim kapaklarının çevresinde 1219 mm veya daha geniş genişlikte geçiş yolu bırakılmalıdır.
- Fotovoltaik panel sıra gruplarının bir kenar uzunluğu 46 m'yi aşmamalıdır. İlgili ölçü VdS 2234 belgesine göre 40 m'dir.
- Minimum 1219 mm genişliğinde bir geçiş yolu duman ve ısı havalandırma deliklerinin en az bir tarafından geçmelidir.

Görsel 3. Çatılardaki Fotovoltaik Panel Parametreleri

$$\begin{array}{lll} x \leq 76.2 \text{ m} & x > 76.2 \text{ m} & l \leq 46 \text{ m} \\ \underline{a} \geq 1219 \text{ mm} & a \geq 1829 \text{ mm} & \end{array}$$



Fotovoltaik Panel sıraları arasında havalandırma yapılması için aşağıdakilerden en az birinin sağlanması gerekmektedir:

- Genişliği 2438 mm veya daha büyük olan bir yol
- Genişliği 1219 mm veya daha büyük olan ve çatının uzunluğu ve genişliği boyunca 46 m'den daha büyük olmayan aralıklarla mevcut çatı tavan pencerelerini çevreleyen bir yol
- Genişliği 1219 mm veya daha büyük olan ve her 6096 mm'de havalandırma kesikleri seçenekleriyle 1219 mm x 2438 mm sınırında bir yol

Yere Montajlanmış Fotovoltaik Panel Tasarım Parametreleri

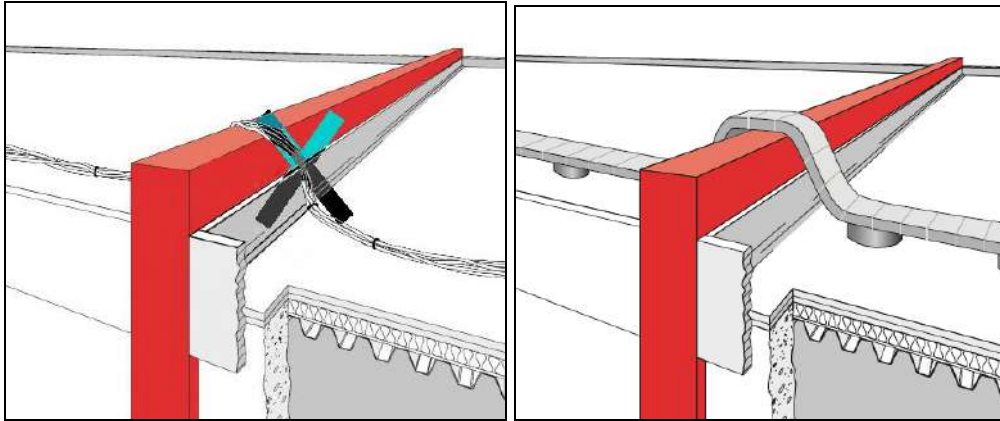
- Yere monteli fotovoltaik tesislerin çevresinde 3048 mm net boş alan bırakılmalıdır.

Yanıcılık Sınıfı ve Yangın Yükü

BYKHY gereği çatı kaplama malzemeleri en az EN 13501 standardına uygun B_{roof} yanıcılık sınıfına sahip olmalıdır. FM 01-15 standardı ise fotovoltaik panel uygulaması yapılan bir çatıda kaplama malzemesinin yanmaz malzeme (A_{2-s1-d0}) olmasını istemektedir. Diğer yandan sigorta firmaları içerisinde ASTM E108 veya UL 790'a göre en az Class-1 malzeme kullanılmasını öneren firmalar mevcuttur. Bu sebeple ilgili konuyu garanti altına almak için proje başlangıç aşamasında en az A_{2-s1-d0} yanıcılık sınıfına sahip malzeme kullanılması önerilmektedir. Çatı arası ve çatı taşıyıcı malzemelerin de yanmaz kullanılması gerekmektedir.

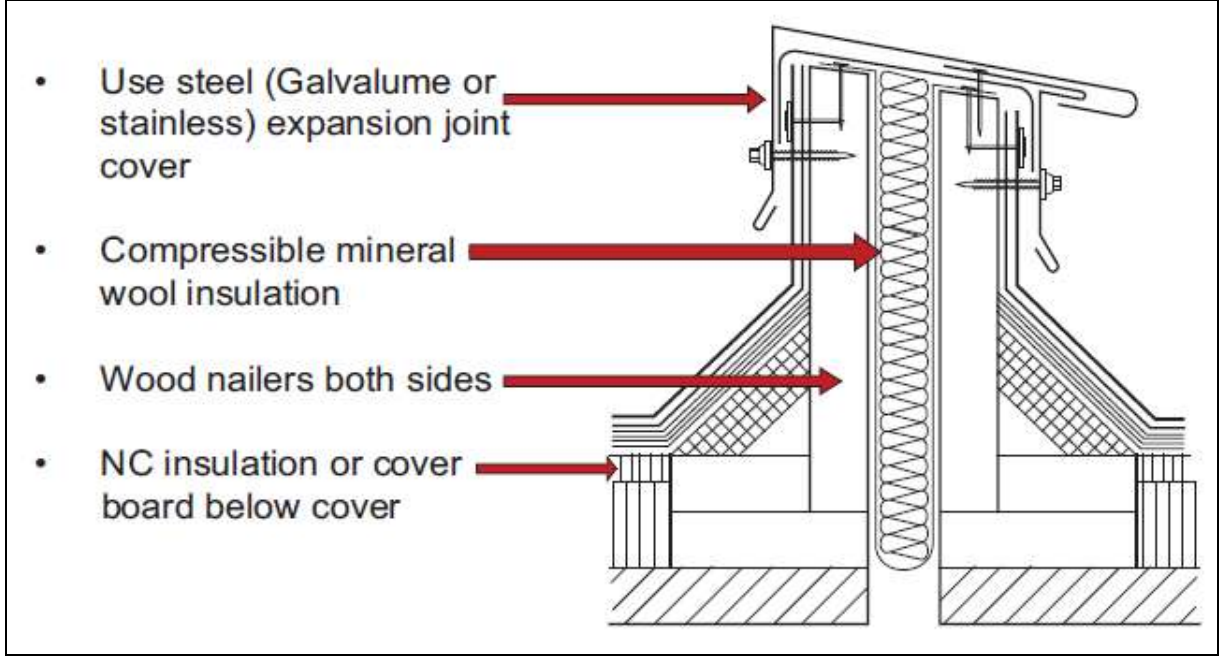
Fotovoltaik paneller performansı gereği plastik, iletken malzemeler vb. yanıcı malzemelere sahiptir. Bu sebeple fotovoltaik panellerde yangın test raporu büyük önem arz etmektedir. İlgili noktada kritik konu fotovoltaik panelin yalnızca kendi ekipmanı ile değil çatı uygulaması ile test edilmesidir. Bu sebeple en sağlıklı yöntem ASTM E108 Standard 4476 for flexible PV module veya standard 4478 for rigid PV module standartlarına göre test edilmiş ve onaylanmış ürünlerin kullanılmasıdır.

Yangın yükünü arttıran, yangının yayılmasına sebebiyet verebilecek diğer bir konu kablo ve kablolamadır. Öncelikle kabloların dağınık bir biçimde bulunmamasına dikkat edilmelidir. İlgili kabloların UV ve nem yalıtımına sahip olması gerekmektedir.



Çatılarda Fotovoltaik Panel Dilatasyon Detayı

Çatı dilatasyon detayında bir yüzeyde oluşabilecek yangının dilatasyonun diğer tarafına veya bina içerisine sirayet etmemesi esas alınmaktadır. İlgili detay aşağıdaki görselde belirtilmektedir.



İTFAİYE TALEPLERİ, ARK ATLAMASI SORUNU VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Fotovoltaik panel sisteminde 1000 volta kadar çıkabilecek yüksek gerilim bulunmaktadır. İtfaiye kontrolörlerinin endişelerinden biri de yüksek gerilime yakalanmaktır. Aynı noktada arc atlaması sorunu da mevcuttur. Yangın anında binanın elektriğinin kesilmesi ile invertörde enerji bulunmasa dahi fotovoltaik panel doğru akım iletmeye devam etmektedir. Bu durumda bir tarafta 1000 volta kadar yüksek doğru akım gelirken diğer tarafta 0 enerji olması arc atlamasına sebebiyet verebilmektedir. Akabinde ise ikinci bir noktada yangın başlangıcı gerçekleşmiş olur. İlgili senaryo yanlış zamanda hatalı enerji kesilmesi ile de gerçekleşme ihtimaline sahiptir. Çözüm önerisi olarak ilk önerilen çözüm fotovoltaik sıralar arasına da doğru akım anahtarları yerleştirmek ve invertörü bina dışına almaktır. Anahtarların kontrolünü ise bina dışında uzak bir alanda kontrol etmektir. Fotovoltaik panel prosesi gereği sıralar arasına anahtar yerleştirmek ekonomik ve projelendirme açısından uygulanabilir değildir. Ancak; invertörlerin bina dışına alınması oldukça faydalı bir önlem olacaktır. İntertörlerin bina içerisinde tutulmaması şiddetle tavsiye edilmektedir. Doğru akım kablolarının da bina içerisinde gezdirilmemesi gerekmektedir.

Diğer yandan itfaiye kontrolörleri genel olarak fotovoltaik panel bulunan çatılarda en az iki adet kaçış 120 dakika yangına dayanıklı veya dış kaçış merdiveni talep etmektedir. Merdivenlerin çatıya çıkışında itfaiye su alma ağız istenmekte olup, çatı yapısına göre kemerlerini takabilecekleri korkuluk da talep edilmektedir.

KAZALAR

La Farge, Wisconsin, US Mayıs 2013

Organik gıda üreten bir tarım kooperatifinin şirket ofisinde yangın çıktı. Binanın içinde başlayan yangın, gizli çatı katına sıçradı. Yapıda bulunan sprinkler sistemi yangının söndürülmesinde etkisiz kaldı. Yangının ilerlemesi sırasında bir noktada, PV sistemi metal çatıya güç vererek itfaiye teşkilatının söndürme çalışmalarını engelledi.



Delanco, New Jersey, US Eylül 2013

Çatının çoğunluğunu kaplayan 7.000'den fazla PV modülüne sahip, tahmini 300.000 ft² (28.000 m²) soğuk hava deposu gıda deposu alev aldı. Raporlara göre yanıcı çatı izolasyonu alev aldı ve yangının yayılmasına katkıda bulundu. İtfaiyecilerin yangını kontrol altına alma yeteneği, devasa PV modülü dizisi tarafından engellendi. Yapı ve içindekiler tamamen yok oldu ve yangının söndürülmesi 24 saatten fazla sürdü.



Prince George's Co. Maryland depo tesisi 2021/Haziran

2020 yılında Fresno deposunda yaşananlar da dahil olmak üzere, bir dizi yangın ve patlamanın ardından 2021 yılının haziran ayında Prince George's Co. Maryland'de de benzer bir GES yangını gerçekleşmiştir. Yangın teknik sorunlar nedeniyle meydana gelmiş ve çatılardaki fotovoltaik tasarımın önemini göstermek için örnek verilmiştir. Fotovoltaik panel tasarımı ulusal mevzuatlara uygun olarak sağlandığı için itfaiyeci kaza büyümeden müdahale edebildi ve çatıdaki 220 panel yandı..



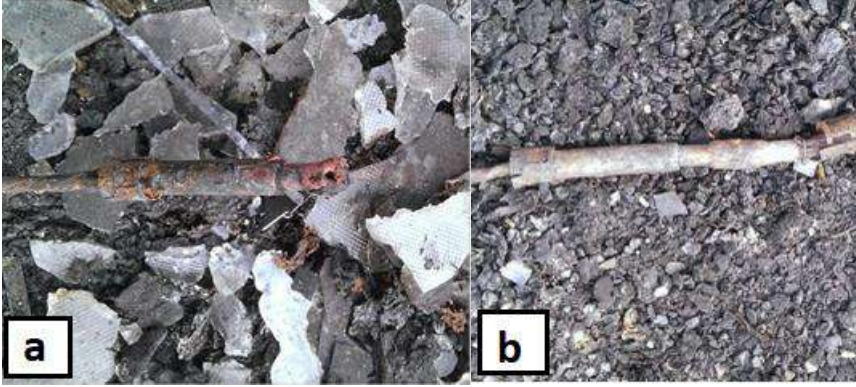
Yangın Sonrası Görüntüler



PV sisteminin parçalarının sağlam olduğu yanmış çatı örneği



Laboratuvarda sökülüp incelenen bir DC izolatörünün kalıntıları



Ark nedeniyle aşınmış bir DC konektörünün kalıntıları (a) ve bunun tersine, kontakları hala sağlam ve devrede olan, yalnızca çevredeki yangından zarar görmüş bir konektör (b). Her iki durumda da konektörün yalıtım gövdesi yanmıştır



Sol taraftaki DC izolatörünün tamamen eksik olduğu, yangın nedeniyle yok olduğu ve yukarıdaki bitişik izolatör ve invertörün ikincil hasara uğradığı yerel yangın

SONUÇ

Yenilenebilir enerji sektöründe yaşanan gelişmeler ile yaygınlaşan fotovoltaik panel sistemi kullanımı, can & yangın güvenliği yönünden de ele alınmalı ve aynı gelişmeyi sağlamalıdır. Zira yangın bir kere çıkmakta hem maddi hem de manevi ağır zararlar vermektedir. Çatılarda kullanılan Fotovoltaik paneller için de aynı durum söz konusudur. Her ne kadar ilgili sistem için herhangi bir Türkiye standardı mevcut olmasa da uluslararası standartlarda fotovoltaik sistemler için gereklilikler belirtilmiş olup gelişmeler devam etmektedir.

İlgili makalede fotovoltaik panel sistemleri ele alınmış, özellikle çatılarda kullanılan fotovoltaik panellere odaklanılmıştır. Çatılardaki fotovoltaik sistemin can & yangın güvenliği yönünden riskleri, gereklilikleri, çözüm önerileri, ilgili standartları ve yaşanmış kazalar belirtilmiştir. Özetle; çatılarda kullanılan fotovoltaik paneller ile ilgili;

Fotovoltaik sistem elemanları ve çalışma prensibi,

Üretilebilecek enerji miktarı,

Erişim yolları ve ölçüleri,

Çatıda kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfı ve detay uygulamaları,

Yangın test standartları,

Çatıdaki fotovoltaik panellerin bina sistemine entegrasyonu ve tüm bu konularda risk ve önlemlerin bina tasarımına etkisine dikkat edilmelidir.

Yaşanabilecek kazaların önüne geçebilmek için en önemli adımın, projenin başlangıç aşamasında tüm disiplinleri etkileyebilecek risk ve önlemlerin dikkate alınarak tasarım yapılması olduğu ortaya çıkmaktadır.

REFERANSLAR

NFPA 70 - National Electrical Code

NFPA 70B - Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance

NFPA 1 - Fire Code

NFPA 5000 - Building Construction and Safety Code

FM DC 01-15 - Roof-Mounted Solar Photovoltaic Panels

VdS 2234-EN - Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und Ausführung

VdS 3145 – Photovoltaikanlagen

FM DS 7-106 – Ground mounted solar photovoltaic panels

ARC Tech Talk Volume 8_Fire Hazards of Photovoltaic systems_EN

P100874-1004 D4 Fires and solar PV systems - Investigations Evidence Issue 2.5

TÜV - Photovoltaic Rooftop Panels - Understanding the Risk of Fire

CFPA-E Guideline No 37:2018 F - Photovoltaic systems: Recommendations on loss prevention

NFPA Photovoltaic System European Perspective - RFVandeVelde.ashx

CNBC - <https://www.cnbc.com/2022/09/01/amazon-took-solar-rooftops-offline-last-year-after-fires-explosions.html>

ÖZGEÇMİŞLER

Bilal İĞDIR

1994'te İzmir, Konak'ta doğdu. 2012 yılında Samiha Ayverdi Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2018 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık bölümünden "mimar" unvanını alarak mezun oldu. 2020 yılına kadar proje mimarı olarak özel sektörde çalıştı. 2020 yılında İstanbul'da ETHOS Yangın Danışmanlık şirketinde proje mimarı olarak yangın danışmanlık sektörüne adım attı. NFPA 101: Life Safety Code, Essential Online Training Series (6 months) ve NFPA 101: Life Safety Code, Occupancy Online Training Series (6 months) eğitimlerini tamamlayarak 2022 yılında ETHOS Yangın Danışmanlık şirketinde kıdemli proje mimarı oldu. Kıdemli proje mimarı olarak can ve yangın güvenliği konularında danışmanlık hizmeti vermeye devam etmektedir.

Toros AĞABEYOĞLU

1983'te Balıkesir, Edremit'te doğdu. 2001 yılında Edremit Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği bölümünden "mühendis" unvanını alarak mezun oldu. 2008 yılında Ankara'da Karina Tasarım'da yangından korunma mühendisi olarak yangın danışmanlık sektörüne adım attı. Aynı firmada 2015 yılına değin çalışmalarını sürdürdükten sonra ayrılarak 2015 yılında İstanbul'da Adal Yangın Güvenliği'nin kurucu ortağı oldu. 2019 yılında ise ortaklığını sonlandırarak yine İstanbul'da Ethos Yangın Danışmanlık şirketini kurdu. İlgili tarihten itibaren can ve yangın güvenliği konularında mühendislik ve danışmanlık hizmetleri üretmektedir. NFPA, SFPE ve MMO üyesidir. NFPA tarafından verilen CFPS belgesine sahiptir.

MUHTEMEL ELEKTRİK KAYNAKLI YANGINLARIN ÖNLENMESİNDE ELEKTRİKSEL GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN ETKİLERİ

Nurcan Pekeroğlu HAYTA
Mehmet Ferit PEKEROĞLU

ÖZET

Kimyasal bir oksidasyon reaksiyonu olan yanma; oksijen, yanıcı madde ve tutuşturma kaynağının belirli oranlarda buluşması sonucu endüstriyel tesisler için en önemli tehdit unsurudur. Büyük endüstriyel tesisler başta olmak üzere, çalışma hayatının bilumum her alanında yangından korunma kapsamında oldukça detaylı önleyici aksiyon planları hazırlanarak süreç kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Ancak, itfai olay tutanaklarından edinilen veriler paralelinde yangınların meydana gelme nedenleri konusunda tam anlamıyla istenilen/beklenen yeterli farkındalığın sağlanamadığı görülmektedir. Bu bağlamda bilhassa tutuşturma kaynaklarının yanma üçgeninin dışında tutulamaması sonucu; sadece ülkemizde değil dünya genelinde çok sayıda büyük endüstriyel yangınların meydana geldiği bilinmektedir. Proses koşulları gereğince ilgili yanıcı maddenin alternatifinin kullanımının söz konusu olmadığı endüstriyel işletmelerde muhtemel yangınların önlenmesi hususunda tetikleme unsurlarının yanıcı malzemelerden uzak tutulması sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Elektriksel yangın güvenliği yönetimi, elektriksel risk analizi

EFFECTS OF ELECTRICAL SAFETY CULTURE ON PREVENTING POSSIBLE ELECTRICAL FIRES

ABSTRACT

Combustion, which is a chemical oxidation reaction; It is the most important threat to industrial facilities as a result of the combination of oxygen, flammable material and ignition source in certain proportions. The process is tried to be kept under control by preparing very detailed preventive action plans within the scope of fire protection in all areas of working life, especially in large industrial facilities. However, in parallel with the data obtained from the fire incident reports, it is seen that the desired/expected sufficient awareness about the reasons for the fires has not been achieved. In this context, especially as a result of ignition sources not being excluded from the combustion triangle; It is known that many large industrial fires occur not only in our country but also around the world. In order to prevent possible fires in industrial enterprises where the use of an alternative to the relevant flammable material is not possible due to the process conditions, trigger elements should be kept away from flammable materials.

1.GİRİŞ

Parlama ve patlama potansiyeli yüksek kimyasallar başta olmak üzere, endüstriyel tesislerde farklı niteliklerde ve değişken miktarlarda kullanılan malzemelerin üretiminden, işlenmesine, depolanmasına, transferine ve tüm kullanım alanlarında özel güvenlik önlemlerinin alınması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Yanma üçgeninde yer alan tetikleme kaynakları arasında ilk sıralarda şüphesiz işletme içindeki elektriksel riskler ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda da elektrik tesisat ve bileşenlerinin tesisin bütününe yönelik ne kadar büyük bir tehdit olduğu iyi analiz edilmelidir. Yanmanın başlaması ile kontrol altına alınmasına kadar geçen süreçte can güvenliği açısından özellikle tahliye hususunda işletmenin bilinen ve önceden hazırlanan acil durum planlarının yanı sıra çalışanların sürece olan özverili katkıları en önemli güvenlik kalkanıdır. İddialı ve ideal bir güvenlik kültürünün tesis edildiği işletmede gerek yangın gerekse de afet, acil durum, kaza vb gibi muhtemel olaylarda personelin süreç boyunca üstleneceği roller işletmenin en kıymetli risk yönetimidir. Riski riske maruz kalanların yönetebilmesi için güvenlik kültürü bilincinin azami seviyelere erişimine gayret gösterilmelidir.

2. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN ÖNEMİ

Büyük endüstriyel tesislerde gerçekleştirilen geniş kapsamlı faaliyetlerin çeşitliliği sebebiyle iş güvenliği konusunda risk dağılımı işletme içinde değişkenlik göstermektedir. İşletme dahilinde majör riskler ile minör tehlike kaynaklarının bütüncül değerlendirilmesi neticesinde risk analizi mertebelerinde büyük farklılıklar gözlenmektedir. Bu bağlamda bilhassa tehlike kaynaklarının birbirlerinin potansiyel tehditlerinden ne derece etkilenebildikleri hakkında geniş perspektiften bakılarak değerlendirme yapılmalıdır. Endüstriyel işletmeler ana faaliyet konularının yanı sıra proses şartları gereğince değişken tehlike kaynaklarına da sıkça ev sahipliği yapmaktadır.

Üretim süreçlerindeki zaman zaman rutin çalışma koşulları dışında farklı hammadde kullanımı işletmelerin risk değişkenliği açısından büyük önem arz eder. Bu tip uygulamaların sık yaşandığı bilhassa kimyasallı çalışma ortamlarında muhtemel yangınlardan korunma adına güvenlik seviyelerinin ve metodlarının da hızlı reaksiyon alınarak emniyetli çalışmaların devamlılığı sağlanmalıdır. Ancak bu durum, işletmelerde yaşanan genel iş kazalarının ardından sahada detaylı yapılan incelemeler neticesinde farklı kök sebeplerle illiyet bağının bulunduğunu maalesef kanıtlamaktadır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği gereğince tehlike sınıflarına göre çok tehlikeli işyerlerinde en geç iki yılda ve tehlikeli işyerlerinde en geç dört yılda bir mevcut risk değerlendirmesinin yenilenmesi ihtiyacı belirtilmiş olsa da değişen proses koşulları bu süreci yakın periyotlara çekmektedir. [1] Nitekim proses kaynaklı zaruri olarak kullanılan tehlikeli bir kimyasalın yerini daha yüksek tehlikelere neden olabilecek farklı bir kimyasalın alması durumu, risk değerlendirmesinin ilgili kimyasalın üretim sürecindeki yerini henüz almadan detaylı bir tehlike analizi yapılma ihtiyacını doğurur. Aksi halde güncellenmeyen risk değerlendirme kayıtları işletmeyi güvenlik açısından destekler nitelikte olmaktan uzaklaşır. Bu vesile ile özellikle sanayi tesislerinde güvenlik mevsiminin kontrol dışına çıkması ve/veya risk şiddeti ve olasılık hesaplamalarının matematik yanılığına düşmesinin önüne geçilmelidir.

Günümüzde neredeyse tüm endüstriyel tesislerde özellikle de parlama ve patlama riski yoğun kimyasal ürünler kullanılmakta ve kısmen de olsa depolanmaktadır. Bu süreç sadece kimya sanayi işletmeleri için değil, muhtemel yanma olayları ile karşılaşma potansiyeli olan tüm endüstriyel tesislerde aynı kapsamda incelenmelidir. Muhtemel yangınlarda rol üstlenebilecek bir litre tiner ya da bir litre solventin ilgili işletmenin bütününe ne kadar büyük olumsuz etkiler yaratabileceğinin farkındalığı bu sebeple çok önemlidir. Başlangıçta küçük gibi görünebilen tüm tehlike kaynakları bütüncül bir yaklaşımla güvenlik çerçevesi dışına atılmadan büyük özveri ile analiz edilmelidir. Bu anlamda güvenlik kültürü hakimiyeti, işletmelerin en etkin iş sürekliliği dayanağıdır.

3. GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN İŞ SÜREKLİLİĞİNE ETKİSİ

İşstgal konuları kapsamında yangın ve patlama gibi olaylarla daha yoğun karşılaşma potansiyeli yüksek işletmelerde sıradan güvenlik kontrol listelerinin kullanılması bütüncül güvenliğin işletmede tam anlamıyla tesis edilmesine fayda sağlamaz. Her büyük endüstriyel işletmede kendi potansiyel riskleri açısından özgün risk değerlendirmeleri gerçekleştirilmelidir. Değişen koşullar değişen güvenlik zincirlerine ihtiyaç duyar. Ancak hangi üretim koşulu söz konusu olursa olsun güvenliğin işletmenin bütününde aynı frekansla hissedilebilmesi adına güvenlik kültürünün tesis edilmiş olması başlıca bir gerekliliktir. Akabinde, ideal güvenlik kültürünün işletme içindeki görev alan tüm personel tarafından riayeti esastır. Bireylerin işletme içindeki pozisyonları, birimi, bölümü, meslek disiplini, çalışma şartları, vardiyası, iş deneyimi ve/veya yaka rengi her ne olursa olsun güvenlik halkasının bir parçası olduğu farkındalığı yaratılarak güvenlik kültürünün verimliliğine ulaşılabilir.

İşletme içinde yangın ve patlama olmaması adına yapılacaklar, muhtemel bir yangına müdahale bilgisi vb teknik farkındalıklar sadece söndürme, kurtarma, koruma ve ilkyardım birimlerinin görev ve sorumluluğuna terk edilemez. Güvenlik kültürü işletmenin ve iş sürekliliğinin temelini teşkil eder. Acil durum ve afet yönetiminde de durum çalışanlar tarafından emsal kapsamda sahiplenilmelidir. İş güvenliği eğitimlerinin yanı sıra spesifik yangın güvenliği ve risk yönetimi eğitimleri düzenlenerek, acil durum tatbikatlarının içeriği/senaryoları her uygulamada değişik alan ve muhteviyatta hazırlanmalıdır. Yangın güvenliği eğitimleri kapsamında standart yangın söndürme tüpleri ile tesis bahçelerinde gerçekleştirilen söndürme tatbikatlarının ötesine geçerek, çok daha gerçekçi kaza senaryoları üzerinden tatbikatlar yapılmalıdır. Böylelikle çalışanların muhtemel yangınlara karşı panik havası içinde değil, bilinç esaslı müdahalesi sağlanmış olur. Acil durumlardaki soğukkanlı davranışlar, risk yönetiminin en sağlıklı ve etkili başarı adımıdır.

İş sürekliliği açısından genel risk kategorileri, harici ve dahili olmak üzere gruplandırılrsa da risk faktörleri arasında öncelik elektriksel kaynaklı durumlardır. Nitekim, çok çeşitli ve sayıda unsur iş sürekliliğine yönelik riskleri meydana getirmektedir. Harici riskler kategorisinde yer almakta olan tedarikçi faaliyetlerinin durdurulması, güvenlik zincirinin doğrudan ve dolaylı etkilerine örnek gösterilebilir. Bu hususta bir işletmenin üretim faaliyetlerinin aksaması domino etkisi ile diğer paydaşlarına ve pazara olumsuz etkiler yansıtmaktadır. Sonuç olarak, büyük endüstriyel işletmeler bir zincir üretim ve/veya dağıtım esasına dayalı faaliyet göstermektedirler. Zincirin her halkası global pazar etkisinin bir domino taşıını oluşturur. Üretim sanayinde iş sürekliliğinin herhangi bir zincirinde yaşanacak aksaklık tüm işleyişin dengesine zarar vermektedir. Güvenlik kültürü yaklaşımı ile sektörel güvenlik de sağlanmış olur. Endüstriyel bir işletmenin performans ve iş sürekliliğini daha verimli hale getirebilmesi ve diğer sektörel iş ortaklarının işletmelerinde uygulanan güvenlik işleyişini incelemesi durumlarında kazanacakları güvenlik kültürü bilgi birikimine benchmarking modeli gibi önem ve öncelik verilmelidir. Daha önce uygulanarak başarıyı yakalamış olan güvenlik kültürü disiplinlerinden/projelerinden yararlanmak, işletmelere farklı bir bakış açısı daha kazandırır.

4. ACİL DURUMLARDA GÜVENLİK KÜLTÜRÜNÜN ETKİSİ

Endüstriyel işletmelerde doğal risklerin (deprem, sel, kasırga, toprak kayması, salgın vb gibi) yanı sıra acil durumların meydana geldiği süreçlerde tesis güvenlik yönetimi tarafından vaka öncesi hazırlanan provalı acil müdahale aksiyonları devreye alınmaktadır. Ancak tıpkı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde olduğu gibi İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik kapsamında da tehlike sınıflarına göre çok tehlikeli işyerlerinde en geç iki yılda ve tehlikeli işyerlerinde en geç dört yılda bir hazırlanmış olan mevcut acil durum planlarının yenilenmesi ihtiyacı belirtilmiş olsa da değişen proses koşulları bu süreci daha yakın periyotlara indirmelidir. [2] Bu hususta yönetmelik, işyerinde veya yakın çevresinde daha önceden belirlenen acil durumları etkileyebilecek ya da yeni acil durumların vuku bulmasına sebep olan muhtemel değişiklikler söz konusu olduğunda planların kısmen veya tamamen yenilenmesi konusunda net çözüm üretilmesi gerekliliğini yansıtır. Nitekim, büyük endüstriyel tesislerde genel risklerin değerlendirilmesi, acil durum planlarının hazırlanması konularında ve acil durum tatbikatlarının gerçekleştirilmesi konularında geniş ilgi, hassasiyet, zaman ve bütçe ayrılması da önemli bir ilkedir.

Yangın kapsamındaki bir acil durum karşısında işletme ve işletme yönetiminin konuyla ilgili iyi yetişmiş, eğitilmiş ve farkındalığı yüksek insan gücüne ihtiyacı bulunmaktadır. Bu amaçla, acil durum ve

afetlerle etkin mücadele eğitimi büyük önem taşır. Afet kavramı, akıllarda öncelikli olarak depremi çağrıştırırsa da endüstriyel işletmelerde gerçekleşmesi olası bir yangın boyutları itibariyle çok daha fazla alanı ve canlılığı etkisi altına alabilecek bir afeti yaratabilir.

Güvenlik kültürü tesis edilmiş işletmelerde güvenli çalışmaların devamlılığı için bilgi paylaşımı, eğitim, tatbikat, bütçe ve performans gibi gerekliliklerden taviz verilemez. Güvenlik kültürü ile tanışmamış ya da adaptasyon sağlayamamış işletmelerde ise durum tersine bir süreç yaratır. Bu durum mevcut güvenlik önlemlerine da olumsuz etki yaratır. Güvenlik zafiyetleri sonucu taksir ve/veya kast kapsamında olumsuz süreç başlamış olur. Yasal gereklilikleri yerine getiremeyen işletmeler yine yasal yaptırımlarla maddi ve manevi kayıplar yaşamak durumunda kalırlar.

5. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE ELEKTRİKSEL AÇIDAN YANGIN GÜVENLİĞİ

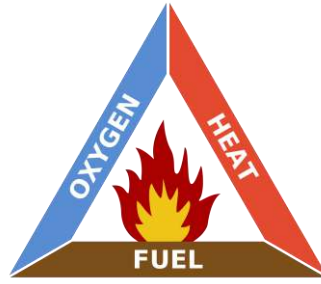
Endüstriyel tesislerdeki itfai olayların sebepleri arasında ilk sırada yer almakta olan elektriksel tehlike kaynakları iş güvenliği ve acil durum yönetimindeki ehemmiyetin yetersizliği hususunda da işletme yönetimlerine uyarı niteliği taşımaktadır. Yangınların yanı sıra patlama olaylarında da elektriksel tehlike kaynaklarının rolü oldukça büyüktür. Bu bağlamda özellikle IEC 60079 kapsamında patlayıcı ortamlardaki elektriksel exproof ekipman seçimleri, uygulama ve kullanım kriterleri ile fenni denetimleri detaylı olarak yer almaktadır. Yangın riski taşıyan ortamlar ile patlayıcı ortamlar arasındaki genel farklar da ilgili standart içeriğinde zone sınıflarına kadar açıklanmaktadır. Elektrik tesisatı ve bileşenlerinin ilgili mevzuatlar gereğince uygunluklarının değerlendirilmesi kapsamında bilhassa elektriksel ısı risk potansiyellerinin analizi amacıyla termografik görüntüleme işlemlerinde yararlanılmalıdır.

Elektrik tesisatı kaynaklı çalışma koşullarının güvenliğinin sağlanması için genel yanığı olan sadece akıma kapılma risklerine karşı önlem alınması yeterli değildir. Elektrik tesisatları, akım ya da gerilim maruziyeti kaynaklı değerlendirildiği sürece alınacak tedbirler de yangından korunmaya yönelik tam anlamıyla bir çözüm üretmez. Bu vesile ile elektrik iç tesisatlarının genel denetimi için TS 60364-6 standardından yararlanmak oldukça büyük katkı sağlar.

Endüstriyel işletmelerde kuvvetli akım tesislerinin de bulunması sebebiyle Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği hükümlerinden de denetimler süresince kesinlikle yararlanılmalıdır. Elektriksel tüm yönetmeliklerde öncelik can ve mal güvenliğidir. Bu bağlamda, can güvenliği açısından öncelikle elektrik çarpmasının ve bağlı etkilerinin önlenmesi adına izolasyon ve hata akımlarına karşı koruma üzerinde çok sayıda madde yer almaktadır. Genel mal-tesis güvenliği açısından incelendiğinde ise yangından korunma ilkeleri ya da elektriksel ısı risklerle beraber ark hataları, darbe gerilimleri, statik elektrik vb gibi daha çok bir tetikleme kaynağı üzerinde durulmaktadır. Nitekim, yürürlükteki ulusal tüm elektriksel yönetmeliklerimiz ve bilhassa IEC Uluslararası Elektroteknik Komisyonu önderliğinde yayımlanan standartlarda elektrik tesisatları ve bileşenlerinin yangın güvenliği konusunda büyük hassasiyet göstererek oldukça çok detaylı dokümantasyon içeriği barındırdığı bilinmektedir. Bu bağlamda sadece kimya sanayi değil, tüm endüstriyel işletmelerde elektrik kaynaklı yangınların önlenmesi amacıyla yanma olayının ve temel unsurlarının iyi analiz edilmesi gereklidir.

5.1. YANMA OLAYI VE ELEKTRİKSEL ETKİLER

İş güvenliği açısından işletmelerin en fazla hassasiyet gösterdikleri konular arasında şüphesiz yangın ve yangından korunma konuları gelmektedir. Yanabilen maddelerin, çevrelerine değişik oranlarda ısı ve ışık yayarak kontrol dışı yanması olayı sanayide kesinlikle karşılaşılmak istenmeyen bir olaydır. Endüstriyel tesisler, yüksek tehlike sınıflarında yer alan çok sayıda yanıcı özellikler taşıyan yangın riski yoğun malzemelerin bulunduğu proseslerdir.



Şekil 1. Yanma üçgeni

En basit ifade ile üç ana başlık halinde başlıca yanıcı (yakıt), yakıcı (oksijen) ve tutuşturma (ateşleme) kaynağının uygun koşullarda bir araya gelmesi sonucu yanma üçgeni tamamlanır. Şekil 1'de görüldüğü üzere; yanma üçgeni, tesisin kendi proses değişkenleri arasında bir araya gelmeye oldukça müsait bir tehdit unsurudur. Yanma üçgeni bileşenlerinden sadece bir tanesinin potansiyel reaksiyondan uzak tutulmasının sağlanması sürecin kontrol altına alınması anlamına gelir.

Ulusal anlamda yangın sebepleri incelendiğinde sadece İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan 2016-2020 beş yıllık dönemin ortalaması göz önüne alındığında ilk üç sırada

- %37,7'sinin sigara,
- %23,3'ünün elektrik,
- %8,0'inin kasıt kaynaklı olduğu gözlenmiştir. [3]

İlgili istatistiksel veriler diğer illerde de benzerlik göstermektedir. Yangın nedenleri arasındaki elektriksel sebepler listede sigara kaynaklı olanların ardından daima ilk sıradadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan dikkat çeken bir diğer itfai olay istatistiksel verisi de 2017-2021 yıllarına ait fabrika yangını kayıtlarıdır. Bu bağlamda sadece beş yılda 977 fabrika yangınına müdahale gerçekleşmiştir. [4] Çizelge 1'de yer alan istatistiklerin yıllara göre dağılımındaki hızlı artış kaynaklı değişimin sebebi, 2021 yılı itibarıyla üretim-endüstriyel amaçlı faaliyet gösteren yapıların da nihayet fabrika grubuna dahil edilmesidir.

Tablo 1. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı İtfai Olaylar (2017-2021)

1.	Yapısal Yangınlar	2017	2018	2019	2020	2021
1.1	Konut Yangını	5.762	4.875	4.966	4.440	6.340
1.2	Fabrika Yangını	166	164	179	182	286
1.3	Diğer Bina Yangını	9.224	7.377	6.895	6.874	3.467
1.4	Araç Yangını	1.781	1.558	1.630	1.584	1.370
2.	Yapısal Olmayan Yangınlar	8.140	6.442	8.876	7.504	9.297
	Yangınların Toplamı	25.073	20.416	22.546	20.584	20.760

Çizelge 1'de yer aldığı üzere, sadece 2021 yılında İstanbul il sınırları içinde endüstriyel üretim faaliyetleri gösteren tesislerde 286 yangın meydana gelmiştir. Bir önceki yıla oranla 2021 yılına gelindiğinde yaklaşık yüzde altmış gibi oldukça büyük bir artışın kayıt altına alınması, durumun önemine bir kez daha dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, endüstriyel işletmelerde yaşanan yangınların giderek çok daha fazla artış gösterdiği bilinmektedir.

Genel anlamda endüstriyel tesislerdeki yangın güvenliği yetersizliklerinin yanı sıra iş güvenliği zafiyetlerinin de ilgili çizelgede geniş perspektifle yorumlanması gereklidir. İş güvenliği başlığı altında incelendiğinde, yangından korunma hususunda etkin çözüm ve farkındalıkların başarıya ulaşmadığı kesindir. Bu bağlamda öncelikle yangın bilgisi ve korunma önlemlerine işaret eden bir durum söz konusudur. Geleneksel güvenlik tedbirlerinin teknolojinin getirdikleri ile uyumu hususunda adaptasyon sağlayamayan işletmelerde yangınlar artış göstermeyi sürdürecektir.

Sürekli gelişen proses koşullarına yine geliştirilen çözümlerle donatılmış yangın mühendisliği manevraları ile uyum sağlanmalıdır. Üretim tesislerinde giderek daha hızlı şekilde yerini almaya devam eden yüksek teknolojik makine ve ekipmanlar için tesisin tamamında yangın risk analizi uygulamaları yeniden güncellenmelidir. Teknolojik katkılar sayesinde geleneksel üretimlerden uzaklaşma eğiliminde olan endüstriyel işletmelerde kullanılan eski sistemler ve eski proses girdisi olan hammaddelerde de revizyonlar gözlenmektedir. Yeni üretim disiplinine adaptasyon için yeni güvenlik kalkanlarının ihmal edilmemesi gerekir. İşletme körlüğünden de uzak durmak adına ancak güçlü bir güvenlik kültürü yaklaşımı ve proaktif bakış açısı ile kapsamlı güvenlik adımları atılmalıdır.

Büyük sanayi kuruluşlarında yangın sebepleri genel olarak şöyle sıralanabilir;

- Yangın bilgisi ve farkındalık yetersizliği,
- Yangından korunma önlemlerinin yetersizliği,
- Genel güvenlik ve yangın güvenliği ihmalleri,
- Güvensiz çalışma ortamları ve güvensiz hareketler, dikkatsizlik,
- Çeşitli endüstriyel kazalar,
- Sıçrama kaynaklı yangın sirayeti,
- Terör, sabotaj ve olası kast, doğrudan kast,
- Tabiat olayları (deprem, yıldırım, sel, vb gibi)

Yangınların meydana gelmesinde doğrudan ve dolaylı elektrik kaynaklı olayların gerek geniş kapsamlı potansiyel varlığı, gerekse de dolaylı kök sebepleri analiz edildiğinde konuya çok daha fazla hassasiyet gösterilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

5.2. ELEKTRİK KAYNAKLI YANGINLAR VE TESİSAT GÜVENLİĞİ

Özellikle geleneksel üretim şartlarını ısrarla muhafaza eden endüstriyel tesislerde elektrik kaynaklı yangınlarla karşılaşma olasılığı her geçen süre zarfı içinde sürekli artış eğilimindedir. İzolasyon hataları, metal yorgunluğu gibi nedenler başta olmak üzere, iletken kesitlerindeki yıpranmalar, elektriksel koruma ve kontrol elemanlarının verimli çalışma ömrünü tamamlamış olması, elektriksel periyodik kontrollerin ve elektriksel planlı bakım aksaklıkları gibi çok sayıda sebeple elektrik tesisat ve bileşenleri zamanla çok daha aktif birer yangın tetikleme unsuruna dönüşmektedir.

Endüstriyel tesislerdeki elektrik tesisat ve bileşenleri bütünüyle incelendiğinde sıradan bir tesis genelinde kilometrelerce potansiyel elektriksel risk unsuru olduğu görülmektedir. Tesislerin yüzölçümü ve proses koşullarına paralel olarak artış gösteren elektrik tesisat ve bileşenleri risk potansiyellerini de beraberinde getirmektedir. Bu vesile ile elektriksel ekipmanlar ve enerji hattı dahilindeki kablo taşıma sistemleri de dahil edilerek elektriksel güvenliğin yeterliliği analizine önem verilmelidir. Elektrik bulunduğu her noktada endüstriyel işletmelerde ilk sıralarda yer alan risk etmenlerindedir. Nitekim, elektriksel risk kaynakları kaza ve/veya yangınlara oldukça yoğun sebebiyet verebilir. Kimyasallı çalışma ortamları başta olmak üzere, parlama ve patlama riski yoğun olan proseslerde elektrik tesisatları başlıca yangın aktörüdür.



Şekil 2. Sigorta tablosu içinde meydana gelen yangın [5]

Yangın tehlikesi olan yerler, tehlikeli olabilecek orandaki kolay tutuşabilen maddelerin, elektrik işletme araçlarına bunlarda meydana gelen yüksek sıcaklık ya da arklar nedeniyle tutuşabilecek kadar yakın bulunma tehlikesi olan alanlar şeklinde ifade edilmektedir. Örneğin kağıt, tekstil ve kereste fabrikalarının işletme ve kurutma daireleri, ambarları ya da bunların bazı bölümleri ve açıkta bulunan bu şekildeki yerler, kuru ot, saman, keten ve kenevir ambarları bu gruba girer. Ayrıca motorları karbüratörlü olan araçların garajları ve bunların ek bölmeleri ile kalorifer tesislerindeki yağ yakma tesisleri de yangın tehlikesi olan yerlere girer. [6] Bu bağlamda bilhassa kolay tutuşma potansiyeline sahip maddelerin olduğu alanlarda ark kaynaklarının yanma üçgeni dışında kalacak şekilde konumlandırılmaları en kolay anlaşılabilen ve en pratik çözüm üretilebilen durumdur. Yanma üçgeninin başlıca tehlike unsuru, tetikleme kaynağı olan elektriksel riskler endüstriyel işletmelerde izolasyon başta olmak üzere yüksek hassasiyetle güvenlik kalkanı içine alınması gereken noktadır.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nin üçüncü bölümü doğrudan topraklamalar, koruma yöntemleri, sigorta, minyatür kesici ve kesicilere yönelik hazırlanmıştır. Bu bağlamda aşırı akım etkilerine karşı alınacak önlemler kapsamında tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anı da dahil olmak üzere, en büyük kısa devre akımının etkisiyle insanlar için herhangi bir tehlike oluşmasına, yangın çıkmasına ya da tesislerin zarara uğramasına engel olacak biçimde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır ifadesi yer almaktadır. [7] Elektrik iç tesisleri ile kuvvetli akım tesisleri genelinde öncelik elektriksel güvenlidir. Muhtemel elektrik kaynaklı arızaların meydana gelme sıklığı ve etkilerinin maliyetleri ancak ilgili elektriksel yasal düzenlemeleri etkin algılanması ve uygulanması ile mümkündür.

Topraklama tesisatı kaynaklı elektriksel potansiyel kuşaklama ve muhtemel kısa devre akımları kapsamında tesisin bütüncül bir güvenlik hakimiyeti oluşturulmak zorundadır. Topraklamaların yetersizliği ve/veya eksikliği durumlarında faz temasları tesis genelinde aşırı akım kaynaklı ısı riskleri ve hatalı açmalara sebep olabilir. Bu vesile ile topraklama tesisatlarının statik elektrik etkilerine karşı da endüstriyel işletmelerde bir güvenlik kalkanı yarattığı açıktır. Ancak büyük endüstriyel işletmelerde topraklama tesisatları kapsamında genel uygulama ve kontrol sorunları maalesef devamlılık göstermektedir. Topraklama iletkenlerinin ya da baralarının genel kesit yetersizlikleri başta olmak üzere, eşpotansiyel dengeleme ideal seviyelere eriştilmemektedir. Bir diğer husus ise mevcut topraklama tesisat denetimlerinin yetersizliğidir.

Binlerce metre kare yüzölçümüne ve yüzlerce makine, enerji dağıtım panosu, elektriksel ekipmana sahip çok sayıda endüstriyel tesisin topraklama tesisatı elektriksel periyodik kontrol raporlarında ölçüm yapılan nokta sayılarının neredeyse beş-on adetle sınırlı kalması konunun hassasiyeti açısından oldukça vahim bir risk taşımaktadır. Her fenni denetim sisteminin baştan sona ilgili fen adamı tarafından analiz edilmesi olarak değerlendirilmelidir. Bu noktada denetçi elektrik fen adamlarının mesleki tecrübelerinin yanı sıra özellikle ağır sanayi proses deneyimleri de dikkate alınmalıdır. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'nin Ek-P bölümü topraklama tesisatlarına yönelik genel Topraklama Sistemlerinin Dokümantasyonu ve Denetim Ayrıntıları hakkında gerek ve yeter koşullara yer vermektedir. [8]

Elektriksel fenni periyodik kontroller bünyesindeki bu muayene sayısı yetersizliği durumu elektrik tesisatlarının diğer kapsamlarında yapılan test ve ölçümlerde de neredeyse farklılık göstermemektedir. Bu konuda özellikle Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yetkililerinin (iş müfettişleri gibi) elektriksel güvenlik cephesinden işletmelerin teknik dokümanlarının kifayeti açısından uyarılarda bulunması önem teşkil etmektedir.

Elektriksel planlama hataları, elektrik tesisatı proje eksiklikleri, yalıtım yetersizlikleri, IP sınıfı hatası vb kaynaklı hatalı malzeme tercihlerinin yapılması, malzeme montaj hataları (özellikle de exproof ekipmanlarda oldukça sık rastlanan ve büyük tehlike yaratan durumlar), uygulama ve genel kullanıcı hatalarının bulunması durumları yangın üçgeni için gerekli olanı hazırlamış olur.

Nitekim endüstriyel tesislerde başlıca yangın tetikleme kaynağı olan elektrik tesisatı, ilgili proses koşullarında yangın üçgeni dışında tutulmalıdır. Mümkün olmadığı durumlarda ya da etkin önlemlerin alınmaması durumunda, kontrolsüz bu süreç büyük kaza boyutlarına doğru bir haritayı karşımıza çıkarabilir. Yanmanın başlaması ardından büyük bir endüstriyel işletmedeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin tahminini yapmak giderek zayıflayan bir olasılık hesabının haline dönüşür. Bu bağlamda

endüstriyel tesisler için özellikle tüm elektriksel tehlike kaynaklarından haberdar olabilmek adına elektriksel risk analizi faaliyetlerinin başlatılması gerekir.

Endüstriyel tesislerde yangın güvenliği açısından elektrik tesisatlarının risk değerlendirmesinin hassasiyetle yapılmasının faydası oldukça iyi bilinmektedir. Sanayi kuruluşlarında yangınlarla mücadele konusunda giderek daha teknolojik önlemlerin uygulandığı da ayrıca bilinmektedir. Bu hususta elektrik tesisatlarının güvenlik kültürü çatısı altındaki yeri iyi analiz edilmelidir.

6. ELEKTRİKSEL RİSK ANALİZİ VE ELEKTRİKSEL GÜVENLİK KÜLTÜRÜ

Risk analizi kapsamında şiddet ve olasılık puanlamaları ilgili işletmelerin proses koşullarıyla uyumlu olacak şekilde değerlendirilmelidir. Bu bağlamda elektriksel bir tehlike kaynağı farklı proses koşullarında şiddet değişkenliği gösterme eğilimindedir. Büyük endüstriyel tesislerdeki risk değerlendirmeleri sadece iş güvenliği uzmanları tarafından değil, işin uzmanları ile birlikte yapılmalıdır. İş güvenliği yönetimine katkılarından yararlanmak için işin ehli meslek uzmanları ile iş güvenliği profesyonelleri ortak çatı altında buluşarak iş sürekliliğine destek sağlayabilirler.

Elektriksel tehlike kaynaklarından haberdar işletmeler, tesis geneline hakim bir risk yönetimi politikasına sahip duruma gelirler. Nitekim, tüm risklerinden haberi olmayan ya da muhtemel sonuçlarına dair yeterli bilgiye sahip olmayan iş güvenliği sorumluları, sorumluluklarını asla verimli şekilde yerine getiremezler. Söz konusu durum yangından korunma ve genel güvenlik yönetimi olduğu sürece, sorumluktan uzak durmak hiçbir işletme için çözüm olamaz. Potansiyel tehditler mutlak suretle gerçekleşecekleri ana kadar müdahale ve önleme imkanını ilgili birim ve yetkililerine sunar. Ancak araştırılmayan, tespiti yapılmayan, ertelenen, üzerinde düşünülmemen, zaman ve ihtiyaç durumunda bütçe ayrılmayan her risk işletmelerin gizli düşmanı olarak ifade edilebilir. Yangın konusunda bu kapsamda işletme içi tehdit unsurlarının analizi hususunda elektriksel risk analizi, vaka öncesi bir güvenlik rehberi niteliği taşımaktadır.

İş güvenliği başta olmak üzere yürürlükteki çok sayıda yasal düzenlemeler kapsamında kaza, yangın vb istenmeyen durumların önlenmesi konusunda gerekli bütçenin ayrılması ve eylemin gerçekleştirilmesi adına işverenler görevlendirilmiştir. Sanayi tesislerinde işverenlerin yangın güvenliğine yönelik alacakları tüm tedbirlere yönelik hazırlanan düzenlemeler kapsamında başlı başına elektriksel güvenlik konusunda da oldukça detaylı açıklamalar yer almaktadır. Standart ve ilgili yönetmeliklerin yanı sıra ehil elektrik mühendisleri, yangın güvenliği uzmanları, risk mühendisleri, iş güvenliği uzmanları ve teknik bilgi birikimi yüksek yetkililerle endüstriyel işletmelerde elektrik kaynaklı yangın güvenliği en etkin şekilde tesis edilebilir.

İşletmelerde konuyla ilgili mevcut bir ekip ve/veya personelin bulunmaması durumunda yasal düzenlemelerde de ifade edildiği üzere, işveren konuyla ilgili hizmet alarak işletme için genel güvenliği tesis etmek zorundadır. Tüm yasal düzenlemeler emniyetli çalışma koşullarının tesis edilmesi ve devamlılığının sağlanması adına hazırlanmaktadır. Can güvenliğinin sağlanamaması hiçbir bahane ve/veya yetersizlikle savunulamaz. Bu vesile ile işletmelerde alınacak her tedbir iş güvenliği ve iş sürekliliği için olduğu kadar toplumsal anlamda da katma değer üreten çözümler sunmaktadır.

Güvenlik kültürü açısından bir işletmenin devamlılığı yerel, sektörel, ulusal ve global açıdan herkesi ilgilendiren bir konudur. Ekonomik katkılarının ötesinde, toplumsal güvenlik açısından farkındalıkların da yaratılmasında güvenlik kültürü başlı başına bir kalkınma modelidir. Model, bir işletmeden diğer işletmeye, bir çalışandan tüm topluma sirayet edebilen bir kelebek etkisi taşımaktadır.

Endüstriyel işletmelerde muhtemel kazaların ardından yapılan hesaplamalarda maddi ve manevi kayıpların kazadan önce bazı aksiyonların alınmasıyla çok daha az maliyet doğurduğu geçmişte yaşanan olaylardan bilinmektedir. Önleyici aksiyon maliyetlerinin toplam tutarının kaza sonrası karşı karşıya kalınan maliyetlerle mukayese edilmesi durumunda işletmeler adına en büyük kazancın farkındalık olduğu gözlenmektedir. Farkındalık esaslı güvenlik maliyetlerine yaklaşım işletmelerin güvenlik kültürü çatısı altında emniyetli çalışma ortamlarının uzun yıllar süreceği anlamına gelir. Kazaların ardından işletmelerin karşılaştıkları zararların toplam tutarı sadece ilgili işletmelere, tedarik zincirlerine, paydaşlarına, çalışanlarına vb yönelik değil, dolaylı olarak tüm topluma da sirayet

etmektedir. Basit bir kıvılcım kaynaklı meydana gelebilen muhtemel yangınların ulusal anlamdaki kayıpları değerlendirildiğinde bu sürecin sorumluluğunun sadece işverene ait olmadığını anlamak zor değildir. Güvenlik kültürü yaklaşımı bütünüyle toplumsal bir farkındalık gerektirir.

7. ELEKTRİK KAYNAKLI YANGINLAR VE GÜVENLİK KÜLTÜRÜ

Elektriksel risk analizi başlığı altında tesis genelinde muhtemel elektrik kaynaklı başlayan buna müteakip domino etkisiyle devam eden tüm tehlikeler önlenir. Elektrik kaynaklı yangınları önleme adına elektrik tesisatlarında tesis kurulum aşamasında başlayan güvenlik yönetimi, tesis tüm iş akış süreçlerinde aynı yerini koruyarak devam etmelidir.

Elektrik tesisat ve bileşenlerinin yangına sebep olmasını önleyebilmek için Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, başlıca “Elektrik Tesisatı ve Sistemleri” ve “Yıldırımdan Korunma Tesisatı, Transformatör ve Jeneratör” başlıklarının yanı sıra çok sayıda teknik detaya yer vermektedir. Adından mütevellit yönetmelik, kamu kurum ve kuruluşları, özel kuruluşlar ve gerçek kişilerce kullanılan her türlü yapı, bina, tesis ve işletmenin, tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı safhalarında çıkabilecek yangınların en aza indirilmesini ve herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak üzere, yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirlerin, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını belirlemek amacıyla hazırlanarak yürürlüğe girmiştir. Binaları yangından korunması için alınan tedbirler doğrudan ve dolaylı etkisi ile can ve mal güvenliğinin tam anlamıyla güvence altında tutulmasını sağlamaktadır. Ulusal anlamda en etkin yangından korunma güvenlik rehberi şüphesiz mezkur yönetmeliktir. [9]

Endüstriyel tesislerde başlıca elektrik kaynaklı yangın nedenlerinden korunmak için elektriksel ekipman ve tesisatın sürekli takip, denetim, muayene, test ve fenni kontrollerinin sağlanması esastır. Elektrik kaynaklı yangınların başlıca sebepleri şöyle sıralanabilir,

- Tesisatın hatalı tasarlanması, projelendirme hataları, malzeme seçimi hataları,
- Elektrik tesisat ve bileşenlerinin hatalı montajları,
- İlk devreye alma sırasında karşılaşılan denetim ve kabul eksiklikleri-hataları,
- Tesisatın devreye alındıktan sonra hatalı kullanımları,
- İzolasyon hataları, korozyon vb yalıtım sorunları,
- Doğrudan sıvı temasları, nem ve aşınma sorunları,
- Fenni kontrol eksiklikleri ve/veya hatalı yetersiz denetim,
- Planlı bakım ve tip test uygulama hataları,
- Yetkisiz müdahale kaynaklı manevra hataları,
- Doğa olayları (doğrudan ve dolaylı etkilerle yıldırım, sel, deprem)
- Statik elektrik etkileri ve iyonizasyon sorunları,
- Manyetik alan etkileri, yüksek frekans kaynaklı hatalar,
- Artık akımlar (doğrudan ve dolaylı akıma kapılma ile birlikte)
- Aşırı gerilimler ve darbe koruma ekipmanları yetersizliği,
- Aşırı akımlar ve kablo ısı tahkiki hesaplama hataları (kesit yetersizliği)
- Ark hataları, katodik korozyon, elektromanyetik dalgalar,
- Elektrik tesisat ve bileşenlerinin ergonomik tasarım hataları,
- Elektrik tesisat ve bileşenlerinin çevresel güvenlik yetersizlikleri,
- Elektrik tesisat ve bileşenlerinin mekanik dayanım yetersizlikleri,
- Otomatik kontrol (algı, ihbar, koruma vb) yetersizlikleri,
- Personele yönelik elektriksel güvenlik eğitimleri yetersizliği,
- Diğer ekipman ve/veya makinelerle emniyetsiz senkronizasyon,
- Doğrudan ve dolaylı temas, kısa devre sorunları,
- Topraklama ve/veya ekranlama hataları,

Elektrik kaynaklı yangınların sebepleri her proses için değişkenlik gösterebileceği gibi, tesiste risk araştırması eylemini gerçekleştiren yetkili açısından da şiddet ve olasılık değerlendirmesi mesleki bilgi birikimine göre değişkenlik gösterebilir. Bu hususta elektriksel tehlike kaynakları, elektrik fen adamları tarafından çok daha verimli ve iddialı şekilde değerlendirilebilir.

8. SONUÇ

Elektrik fen adamları kapsamında elektriksel tüm değerler ve yük büyüklüklerinin hesaplamaları da dahil olmak üzere, elektriksel açıdan güvenli kullanım detayları, planlı bakım ve periyodik kontrollerine kadar devam eden süreç ancak elektrik mühendisleri tarafından takip ve denetim altında tutulmalıdır. Elektrik mühendisliği meslek disiplini itibarıyla alınan eğitim içerikleri kapsamında da elektrik tesisat ve bileşenlerinin can ve mal güvenliğini korumaya yönelik genel güvenlik yönetiminin en etkin uygulayıcısı olmayı işaret etmektedir. Bu minvalde büyük sanayi tesislerinde elektrik mühendisinin görev ve sorumlukları dahilinde iş güvenliğinde olduğu gibi, genel yangın güvenliği konusunda da büyük önem taşımaktadır.

Elektrik tesisat ve bileşenlerinin risklerini bütünüyle tanıyan deneyimli bir elektrik mühendisi, endüstriyel tesislerde muhtemel elektrik kaynaklı yangınların önlenmesi konusunda canlı destek alınabilecek ilk rehberdir. Güvenlik kültürünün aktif tesis edildiği işletmelerde elektrik kaynaklı yangınların önlenmesi mümkün kılınabilir. Güvenlik kültürünün bu anlamda doğrudan etkisi ve diğer tüm işletme paydaşlarının da konuyla ilgili farkındalığı ile nihai olarak dolaylı etkilerin de devreye girmesiyle iş sürekliliğinin devamlılığı sağlanır.

KAYNAKLAR

- [1] İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 28512, 29 Aralık 2012.
- [2] İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, 28681, 18 Haziran 2013.
- [3] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/_151561722022_.pdf (Ziyaret tarihi: 06 Haziran 2022).
- [4] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, <http://itfaiye.ibb.gov.tr/tr/istatistikler.html> (Ziyaret tarihi: 09 Haziran 2022).
- [5] <https://www.thelocalelectrician.com.au/electrical-fires-everything-you-need-to-know/> (Ziyaret tarihi: 10 Haziran 2022).
- [6] **Pekeroğlu Y.**, İş Sağlığı ve Güvenliği Sözlüğü, Mavi Bilge Yayınları, Kocaeli, 2015.
- [7] Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 24246, 30 Kasım 2000.
- [8] Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, Ek-P Topraklama Sistemlerinin Dokümantasyonu ve Denetim Ayrıntıları, T.C. Resmi Gazete, 24500, 21 Ağustos 2001.
- [9] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, 26735, 19 Aralık 2007.

ÖZGEÇMİŞLER

Nurcan PEKEROĞLU HAYTA

2003 Dumlupınar Üniversitesi Endüstri Mühendisliği mezunu olup, SARKUYSAN, GEA KLİMA, TÜRK HENKEL, ABB ELEKTRİK, DUBAİ PORT, BOSAL firmalarında endüstri mühendisliği, üretim planlama, verimlilik yönetimi ve sürdürülebilirlik uygulamaları alanında çok sayıda başarılı çalışmalara imza atmış, ulusal ve uluslararası kongrelerde, sempozyumlarda proje, makale, bildiriler sunmuş, hâlihazırda MAVİ BİLGE Mühendislik Eğitim Danışmanlık Ltd. Şti. bünyesinde eğitim koordinatörü olarak görev yapmaktadır.

Mehmet Ferit PEKEROĞLU

Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Kurucu ortağı olduğu MAVİ BİLGE Mühendislik Eğitim Danışmanlık Ltd. Şti. ve ELPEK Mühendislik Elektriksel Periyodik Kontroller işletmelerinde risk mühendisliği, proses güvenliği yönetimi danışmanlığı, kamusal birliktelik, elektriksel denetimler ve yüksek gerilim enerji danışmanlığı yapmaktadır. Uzun yıllardır Elektrik Mühendisleri Odası EMO Kocaeli Şubesi Eğitim ve İş Güvenliği komisyonlarında aktif üyeliği bulunan PEKEROĞLU, İş Güvenliği Uzmanlığı sertifikasına sahip olup bu bağlamda, Türkiye'de ilk kez 2010

yılında hayata geçirdiği ERA Elektriksel Risk Analizi özgün modeli ile endüstriyel tesislerde elektriksel güvenlik kültürünün yaygınlaşması adına öncülük etmektedir. EPG Elektriksel Proses Güvenliği başlığı altında da, bilhassa kimya tesislerinde elektrik kaynaklı yangın risklerinin analizi ve emniyetli çalışma ortamlarının tesis edilmesi üzerine yenilikçi katkılarını sürdürmektedir. Elektrik fenni denetim, elektriksel iş güvenliği ve risk yönetimi konularında yurt çapında sekiz yüzü aşkın endüstriyel sanayi tesisinde kontrol ve danışmanlık faaliyetlerinde aktif rol üstlenmiştir. Çok sayıda büyük endüstriyel tesiste, kamu kurum ve kuruluşlarında, sivil toplum kuruluşlarında güvenlik kültürü başta olmak üzere çeşitli teknik konularda eğitimler vermeye devam etmektedir. Yurt çapında gerçekleştirilen çeşitli sempozyumlarda yayımlanan teknik makaleleri ve ulusal dergilerdeki akademik yazıları ile bilgi paylaşımını sürdürmektedir.

ENDÜSTRİYEL TESİSLER ÇEVRESİNDE MEYDANA GELEBİLECEK ORMAN YANGINLARININ ERKEN TESPİTİ İÇİN OPTİK SENSÖRLÜ SİSTEMLER

Semih KUMAŞ

ÖZET

2021 Ve 2022 yılında ülkemizde meydana gelen orman yangınları bir kere daha ormanlarımızın sürdürülebilirliğine zarar veren en önemli abiyotik faktörlerden birisi olduğunu hatırlatmıştır. Bu konuda her sene ülkemizde çıkan orman yangınlarıyla mücadelede birinci derecede yetkili ve sorumlu olan Orman Genel Müdürlüğü tarafından yangın önleme ve söndürme faaliyetleri için çok ciddi miktarlarda insan kaynağı ve bütçe ayrılmaktadır. Fakat 2021 yılı ile ülkemiz topraklarının yaklaşık %29,6 sını kaplayan 23.110.000 hektarlık orman alanının varlığının korunmasının oldukça maliyetli ve emek zaman isteyen bir çalışma olduğu gibi tam anlamıyla önlemenin sağlanamadığı bilinen bir gerçektir. Özellikle ormanlık alanların çevrelerinde kurulmuş olan endüstriyel tesislerin orman yangınlarından zarar görmesi can ve mal kaybının ortaya çıkması dışında, üretim arzının sekteye uğratarak milli kaynakları tükenmesine ve ülke ekonomisinin zarar görmesine sebep olmaktadır. Bu konuda son yıllarda orman yangınlarının erken tespiti ve önlenmesi hususunda dijital teknolojiler ve yazılımlar alanında önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü tarafından kimi yerlerde kullanılan mevcut dijital orman izleme sistemlerinin (CCTV) yerine, karar verme yeteneği yüksek otonom optik sensör sistemleri (OOSS) müdahil teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Otonom olarak çalışan OOSS'leri insan etkenini ortadan kaldırarak 24 saat süresince çalışması, gerekmesi halinde kendi enerjisini sağlayabilmesi, karar verebilmesi ve bildirimde bulunabilmesi bakımından yatırım maliyeti nispeten yüksek fakat işletme maliyeti olarak düşük bir yapıda sürdürülebilir olarak görülmektedir.

Bu çalışmada yeni otonom optik tespit sistemi teknolojisinin, özel veri analizi algoritmalarını kullanarak, görüntü analizini gerçekleştirme ve özellikle Nükleer tesisler gibi endüstriyel tesisler ile diğer erişimi uzak bölgelerde insan hatası unsurunun minimize edilmesinin sağlayabileceği avantajlar vurgulanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yangın, Orman Yangınları, Yangın Algılama Sistemleri, Optik izleme Sistemleri

OPTICAL SENSOR SYSTEMS FOR EARLY DETECTION OF FOREST FIRES AROUND INDUSTRIAL FACILITIES

SUMMARY

The forest fires that occurred in our country in 2021 and 2022 once again reminded us that it is one of the most important abiotic factors that damage the sustainability of our forests. In this regard, every year, the General Directorate of Forestry, which is primarily authorised and responsible for combating forest fires in our country, allocates very serious amounts of human resources and budget for fire prevention and extinguishing activities. However, it is a known fact that the protection of the existence of 23,110,000 hectares of forest area, which covers approximately 29.6% of our country's territory by 2021, is a very costly and labour-intensive work and cannot be fully prevented. In addition to the loss of life and property, especially the damage of industrial facilities established in the vicinity of forest areas by forest fires causes the national resources to be depleted and the national economy to be damaged by disrupting the production supply. In recent years, there have been significant developments in the field of digital technologies and software for early detection and prevention of

forest fires. Instead of the existing digital forest monitoring systems (CCTV) used by the General Directorate of Forestry in some places, autonomous optical sensor systems (OOSS) with high decision-making capability stand out as an intervention technology.

In this study, the advantages that the new optical detection system technology can provide by performing image analysis using special data analysis algorithms and minimising the human error factor, especially in industrial facilities such as nuclear facilities and other remote areas are emphasised.

Key words: Fire, Forest Fires, Fire Detection Systems, Optical Monitoring Systems

1. GİRİŞ

Son yüz yılda özellikle hızlı nüfus artışı ve tüketici talepleri yenilenebilir doğal kaynaklardan biri olan ormanlar üzerindeki baskıyı önemli oranda artırmıştır. Bu baskının orman kaynakları üzerindeki en belirgin yansımaları açmacılık, usulsüz kesimler ve orman yangınları olarak kendini göstermektedir [1]. Yaklaşık %95'inin insan kaynaklı olduğu tahmin edilen orman yangınları, ormanları ciddi boyutta tahrip etmekte, orman kaynaklarının sürdürülebilirliğine etki etmekte ve vejetasyon üzerinde önemli biyolojik ve ekolojik zararlara yol açmaktadır. [2]

Ülkemizde özellikle Marmara bölgesi ile Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan sahil şeridi boyunca yangına birinci dereceden hassas orman alanları olmakta ve bu alanlar çevresinde birçok endüstriyel tesis bulunmaktadır. Doğal afetler içerisinde çevresel ve toksik olarak en büyük çevre felaketlerinden biri olan orman yangınları sonucunda Orman Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılı istatistiklerine göre ülkemizde 2021 yılında yaklaşık 139503 hektar orman alanı orman yangınları sonucu zarar görmüş ve buna bağlı olarak orman alanlarının çevrelerine konuşlandırılmış Endüstriyel tesislerde bu yangınlardan gerek maddi olarak doğrudan veya gerekse iş akışının kesintiye uğraması ile dolaylı olarak olumsuz etkilere maruz kalmışlardır.

Orman yangınları ile etkin mücadele edilebilmesi için yangına mümkün olan en kısa sürede müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, orman yangınlarının başladığı anda tespit edilerek yerinin belirlenmesi ve ilk müdahale ekiplerine zaman kaybetmeden bildirilmesi büyük önem taşımaktadır [3]. Yangınların erken tespit edilebilmesi için özellikle yangınlara hassas bölgelerde ormanların gözetlenmesi ve haberleşmenin sağlanması amacıyla yangın gözetleme kuleleri inşa edilmesi veya orman alanlarının CCTV'ler ile izlenmesi, Orman Genel Müdürlüğü'nün yapısal alt birimleri aracılığı ile genel olarak uyguladığı bir önlem çalışması biçimidir. Gözetleme kulelerinde yangın sezonu boyunca görev yapan yangın gözetleme işçileri dürbünlerle 24 saat aralıksız olarak orman alanlarını gözetlediği gibi, Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı teknik alt yapısı tamamlanmış alanlarda CCTV'ler aracılığı ile de doğrudan gözlemlerinin gerçekleştirilmesi sonucu yangın olaylarının erken tespitleri gerçekleştirilmektedir.

2. ORMAN YANGINLARI

Orman alanlarında yaşama birliği içinde bulunan canlı ve cansız bütün yanıcı maddeleri (Yaş, kuru dikili ve yatık ağaçlar, ölü örtü, ot ve çalı türü diğer bitkiler vb.) kısmen veya tamamen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbestçe yayılma eğilimi gösteren yangınlara orman yangınları denir. Yanma olayı, oksijen, sıcaklık ve yanıcı maddenin uygun miktarlarda bir araya gelmesiyle gerçekleşmektedir. Orman yangınlarıyla mücadelenin önemli unsurlarından biri erken tespit ve hızlı müdahaledir. Bunu sağlayabilmek için öncelikle yangına hassas alanların belirlenmesi ve bu alanlar göz önüne alınarak yangın gözetleme kulesi ve ilk müdahale ekiplerinin doğru konuşlandırılması büyük önem arz etmektedir. [4]

2.1. Orman Yangını Türleri

Orman yangınları; örtü, tepe ve toprak yangını olarak üç türde görülmektedir. Ülkemizde yaygın olarak örtü ve tepe yangını yoğun olarak görülmekte olan türlerdir. Orman yangınları genel bir davranış olarak öncelikle örtü yangını olarak başlar daha sonra tepe yangını olarak devam ederek geniş alanlara yayılarak devam eder. [5]

2.2. 1988-2022 Yılları Arasında Orman Yangınları Hakkında Bilgiler

(Tablo 1)

12.1 Orman yangınları, 1988-2022

Forest fires, 1988-2022

Yıl Year	Yanan alan miktarı Amount of burnt area Hektar Hectare	Yangın sayısı Numbers of forest fires Adet Number	Yangın çıkış nedeni Causes of forest fires							
			Kasıt Intentional		İhmal-Kaza Negligence-Accident		Doğal Natural (Lighting)		Sebebi Bilinmeyen Unknown	
			Adet Number	Hektar Hectare	Adet Number	Hektar Hectare	Adet Number	Hektar Hectare	Adet Number	Hektar Hectare
1988	18 210	1 372	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	13 099	1 633	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	13 742	1 750	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	8 081	1 481	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	12 232	2 117	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	15 393	2 545	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	30 828	3 239	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	7 676	1 770	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	14 922	1 645	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	6 317	1 339	193	923	696	3 389	78	37	372	1 968
1998	6 764	1 932	249	1 655	1 163	3 713	53	20	467	1 376
1999	5 804	2 075	279	1 926	1 151	2 808	203	126	442	944
2000	26 353	2 353	410	4 417	1 384	19 017	132	167	427	2 752
2001	7 394	2 631	251	651	1 629	4 247	188	735	563	1 761
2002	8 514	1 471	218	509	809	7 287	181	261	263	457
2003	6 644	2 177	258	665	1 317	4 520	120	694	482	765
2004	4 876	1 762	242	748	1 033	3 093	128	233	359	802
2005	2 821	1 530	272	402	867	2 084	140	48	251	288
2006	7 762	2 227	166	206	1 315	5 873	330	543	416	1 139
2007	11 664	2 829	292	1 705	1 642	7 994	407	243	488	1 722
2008	29 749	2 135	377	797	1 018	26 283	330	699	410	1 970
2009	4 679	1 793	231	792	884	3 082	333	105	345	700
2010	3 317	1 861	146	526	861	1 851	281	69	573	871
2011	3 612	1 954	153	283	1 067	2 368	130	39	604	922
2012	10 454	2 450	197	1 615	936	5 780	373	334	944	2 725
2013	11 456	3 755	260	1 478	1 419	4 051	258	138	1 818	5 789
2014	3 117	2 149	127	85	801	1 682	328	77	893	1 273
2015	3 219	2 150	138	167	794	1 198	257	95	961	1 759
2016	9 156	3 188	157	240	990	5 222	310	170	1 731	3 524
2017	11 993	2 411	151	619	721	7 146	259	84	1 280	4 144
2018	5 644	2 167	92	148	693	2 216	413	141	969	3 139
2019	11 332	2 688	124	686	883	6 529	372	373	1 309	3 744
2020	20 971	3 399	72	718	1 156	8 285	312	197	1 859	11 771
2021	139 503	2 793	110	46 147	1 001	46 879	353	208	1 329	46 269
2022	12 799	2 160	86	4 722	830	5 428	358	517	886	2 132

Tablo 1'de görüldüğü üzere, Türkiye Orman Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre özellikle 2021 yılında toplamda 2793 adet yangın çıkmış, 139503 hektar alan yangına maruz kalarak Türkiye Cumhuriyeti tarihinin orman yangınlarından kaynaklanan en yüksek zararına uğradığı dönem olarak kayıt altına alınmıştır.

2.3. Orman Yangınları Tespit Yöntemleri

Orman yangınlarının söndürülmesi için alınan bütün önlemlerin mücadeleye başlayabilmesi, öncelikle orman yangınının görülmesi ve yerinin tespit edilmesiyle olur. Yangının görülebilmesi için yangın sezonu boyunca bütün ormanların devamlı olarak gözetlenmesi mutlaka sağlanır. [6] Orman yangınlarının erken tespiti ve etkili yangınla mücadele tedbirlerinin alınması, ormanların daha hızlı toparlanmasını, orman yangınlarının uzun vadeli olumsuz etkilerinin önlenmesi ile insan hayatının korunması yanında, ekonomik kaynakların korunmasını da sağlayarak aynı zamanda ülke ekonomisinin de korunmasını sağlar.

Bu bağlamda yangınların tespiti günümüzde insan kaynaklı (yangın gözetleme kuleleri vb.) yangın tespit sistemleri ve dijital bazlı yangın tespit yöntemleri olmak üzere 2 ye ayrılabilir. Her halükarda yangın tespit sistemleri, orman yangınlarının erken bir şekilde tespit edilmesine yardımcı olur, böylece insanlar güvende kalırken, doğal yaşama zarar veren yangınların kontrolü büyük oranda sağlanır. Sistem çalışmalarının bir sonucu olarak orman yangınları başlangıç evresinde tespit edilerek, yangının yayılması önlenir. Bu sayede, yangından kaynaklanan hasar minimize edilerek doğal kaynakların korunması, ekosistem istikrarı, hava kalitesinin artışı ve iklim değişikliğinin engellenmesi gibi hususlarda dâhil olmak üzere, sistemler, orman yangınlarını önemli bir hasara yol açmadan erken bir aşamada tespit ederek doğal kaynakların korunmasına büyük katkı sağlar. Özellikle bu sistemlerin ülkemizde konuşlandırılma yoğunluğu Türkiye Cumhuriyeti Yangın Risk Haritasında (Şekil 1) bulunan risk skorlarının yoğunluğu ile orantılı olarak artmakta ve çeşitlenmektedir.



(Şekil 1)

2.3.1 İnsan Merkezli Yangın Tespit Yöntemleri

Orman yangınlarının söndürülmesi için alınan bütün önlemlerin mücadeleye başlayabilmesi için, öncelikle orman yangınının görülmesi ve yangın yerinin tespit edilmesiyle olur. Yangının görülebilmesi için yangın sezonu boyunca bütün ormanların devamlı olarak gözetlenmesi mutlaka sağlanmalıdır.[7] (285 sayılı tebliğ) Bu hususta insan gözlemine dayalı olan aşağıdaki tespit yöntemleri uygulanmaktadır.

Bu gözlem aşağıdaki hususlar ile gerçekleştirilir,

- Sabit gözetleme kuleleri
- Gezici postalar
- Yerel halkın ve diğer kaynakların yardımıyla yapılacaktır.,

En sık kullanılan yöntem olan yangın gözetleme kulelerinden gözlem gerçekleştirilmesi yangın tespiti için kulede bulundurulmuş personel tarafından gerçekleştirilir. Personel yangını tespit eder etmez, alarmı manuel olarak etkinleştirir.

Yangın gözetleme kuleleri, bölgedeki ormanlık alanların büyük bir bölümünün gözetlenmesine imkân sağlayacak şekilde ve çevresine oranla yüksek tepelerde kurulmalıdır. Yangın gözetleme kuleleri görüş alanı içinde bulunan orman alanlarının düz arazide %100'ünü ve engebeli arazide ise %70'ini görebilecek şekilde inşa edilmelidir. Yangın gözetleme kulelerinin lokasyonları bütün alanın doğrudan ve birden fazla kuleden görülecek şekilde planlanmalıdır. Ayrıca, kulelerdeki gözetleme odası 360°lik alanı görebilmeli ve kuleler arasındaki mesafe en fazla 25 km olmalıdır [8] Fakat bu konudaki hassasiyete dair etkin verimlilik gözetim gerçekleştiren personelin kişisel olarak göreve bağımlılığı, dikkati ile aynı oranda gerçekleşmekte ve bu sonuca göre yöntemin başarıya ulaşma sonucu olumlu veya olumsuz şekilde değişiklik gösterebilmelidir.

2.3.2 Dijital Bazlı Yangın Tespit Yöntemleri

Dijital bazlı yangın tespit sistemlerinin orman yangınlarının erken tespiti ve önlenmesinde önemli bir rol oynadığı doğrudan gözetleyici insan faktörünü büyük alanda ortadan kaldırdığı, daha fazla gözlem alanının tek bir noktadan izlenmesi ile daha verimli olduğu bilinen bir gerçektir. Fakat günümüzde dijital olarak orman yangınlarının tespitini gerçekleştiren bir çok farklı sistem bulunmakla birlikte, sistemlerin kurulacağı alanın coğrafi ve iklim yapısı, sistemin yatırım ve işletme maliyetleri, kullanım imkanları olmak üzere farklı seçim kriterlerinin bulunması sistem tercihi için çeşitlilik sunmaktadır.

Tablo 2'de görüldüğü üzere dijital bazlı yangın tespit yöntemleri gerek mesafe, gerek kullanım, gerek sistemsel özellikler bakımından kendi aralarında birbirlerine karşı olumlu veya olumsuz özellikler bulundurmaktadır. Bu konuda özellikle endüstriyel tesislerin çevresine kurulacak olan yangın tespit sistemlerinin seçiminde tesisin yangın güvenliğinin sağlanması için mümkün olan en uzak noktadan yangını algılayabilecek sistemlerin kullanılması uygun olacaktır.

(Tablo 2)

CCTV Kameraları	<ul style="list-style-type: none">• Yangın algılama mesafesi maksimum 8 km'dir.• Kalite seviyesi düşük sıkıştırılmış resim paylaşabilirler.• Sadece belirli hava koşullarında güvenli çalışabilirler.
Termal Kızılötesi (IR)sistemleri	<ul style="list-style-type: none">• Yangın algılama mesafesi maksimum 5 km'dir.• Yangına doğrudan bakması gerekmektedir.(Taç yangınları)• Çok geç uyarı verir
Kablosuz Sensör Ağları	<ul style="list-style-type: none">• Yangın/ duman algılama mesafeleri maksimum 500 m'dir• Kapsamlı ve pahalı bir alt yapı gerektirir,• Pillerin dayanım süresi çok azdır ve yenileme imkanları sınırlıdır.
Uydular	<ul style="list-style-type: none">• Uydu, sadece bölgenin üstünde olduğu sürece veri alınabilir (günde birkaç kez)• Düşük çözünürlük ve son derece pahalı bir işlemdir.
LIDAR/ Lazer Sistemleri	<ul style="list-style-type: none">• Sadece belirli hava koşullarında güvenilir şekilde çalışmaktadır,• Son derece yüksek yatırım ve işletme maliyetleri gerektirmektedir.
Spektroskopi	<ul style="list-style-type: none">• Gün ışığına karşı duman algılama neredeyse imkânsızdır,• Gece uygulanmasına uygun değildir.(Karanlıkta göremez)
Otonom Optik Sensör Sistemleri	<ul style="list-style-type: none">• Optimum koşullarda 60 km'ye kadar görüş menziline sahiptir,• Gün ışığında 8 dakikada, gece karanlığında 12 dakikada 360 derece gözetleme turu gerçekleştirebilir.

Endüstriyel tesisler lojistik açıdan büyük oranda ulaşım altyapısı oluşturulmuş veya gelişmiş noktalarda kurulması neticesinde, gerek düz alanlarda bulunmaları ve gerekse de insan kaynağının doğrudan ihbarda bulunacağı düşüncesiyle Orman Bölge Müdürlükleri tarafından yangın tespit riskinin düşük olarak planlandığı alanlardır. Bu sebepten dolayı özellikle insan kaynaklı yangın tespit sistemlerinin yani yangın gözetleme kulelerinin ulaşımı zor olan vadilere ve tepe noktalarına kurulmuş olması yatırımlarının verimliliği açısından önceliklidir.

Endüstriyel tesisler için tercih edilecek olan dijital bazlı yangın tespit sistemlerinin gerek yatırım maliyetleri ve gerekse de kablolu enerji ve iletişim hatlarının tesise yakın olması sebebi ile CCTV'ler ucuz ve kullanılabilir sistemler olarak öne çıkmaktadır. Yalnız bu konudaki en büyük engel bu kullanılan sistemlerin aynı zamanda tesislerin ekonomik ve sosyal güvenliğini sağlamak amacıyla kurulmalarından dolayı yangın olayı hususlarının ikinci planda kalması ve buna bağlı olarak canlı izlemelerin gerçekleştirilmemesidir. Bu sebepten dolayı bu çalışmada özellikle OOSS'ler ile CCTV'ler mukayese edilerek, her ne kadar iki sistem benzer yapıda olsa da aralarındaki farkların üzerinde durulmaktadır.

Genel olarak dijital bazlı tüm yangın tespit sistemleri, alt yapısının kurulumunda, yer seçimi, hava koşulları, hava akımı, kameraların sayısı, yangın tespit edilen bölgenin büyüklüğü gibi etkenler dikkate alınmalıdır. Kurulum, doğru yapılmadığı takdirde sistemin verimliliğinin olamayacağı gibi kurulmuş bir sistemin zamanla verimliliğinin azalması da istenmeyen bir sonuç olarak ortaya çıkacaktır. Bu konuda aşağıdaki hususlar seçim öncesi ciddiyle dikkate alınmalıdır.

Bakım

- Kamera ve diğer sistemler gerektiğinde test edilmeli ve düzenli olarak kalibrasyonları gerçekleştirilmelidir.
- Kameralar ve sistem bileşenleri (algılayıcılar, sensörler vb.) düzenli olarak temizlenmeli bununla birlikte bağlantı noktaları düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- Merkezdən uzak ve kendi enerjisini sağlayan sistemler için özellikle bataryalar kontrol edilmeli ve gücünü yitiren bataryaların batarya üreticisinin ön gördüğü sürelerde değişimleri sağlanmalıdır.

Onarım

- Teknik ekipmanlara ait tüm onarımlar uzman teknisyenler tarafından gerçekleştirilmeli ve onarım sonrası yetkili firmalar tarafından süre garantisi sağlanmalıdır.
- Sistemler ile ilgili olarak bakım ve onarım planı oluşturulmalı, tüm bakım ve onarım işlemleri bu plana göre kayıt altına alınarak gerçekleştirilmelidir.
- Bakım ve onarım durumlarında çalışmayacak olan sistemlerin yedeklemesi gerçekleştirilmeli veya bu atıl zaman süresince insan gözetimine dayalı gerçek zamanlı izleme çalışmaları devam ettirilmelidir.

Teknik imkanlar bünyesinde tüm dijital bazlı yangın tespit yöntemlerinin yangınla mücadele kurumları arasındaki daha yakın işbirliği sağlanması, yangına müdahale sürelerinin iyileştirilmesine, risklerin belirlenmesine ve önleyici, proaktif yangın yönetimi stratejilerinin uygulanarak, hızlı tepki, müdahale sürelerinin sağlanmasına, ve buna bağlı olarak yangınların yayılmadan önce kontrol altına alınması şansının büyük ölçüde artırılmasına sebep olacaktır.

Günümüz teknolojisinde hızlı ve öngörülemez gelişmelerin yaşanması ve yeni teknolojilerin orman yangınlarının tespitinde kullanılması son derece doğal bir gelişme olduğu kadar gerekli bir sonuçtur. Bu hususta yakın tarihimizde yoğun şekilde kullanılmaya başlayan CCTV'ler kullanıldığı gibi, son dönemlerde yazılım teknolojisinde yaşanan gelişmeler ile algı ilişkisi kurabilen ve otonom olarak hareket edebilen OOSS'lerde insan kaynaklı hataları ortadan kaldırarak tespit teknolojilerinde ön plana çıkmaktadır.

Genel olarak dijital izleme gerçekleştiren bir orman yangın komuta merkezi dışardan gelen verilerin değerlendirilmesi ve ihbarın sağlanması ile ilgili konularda çalışmakta ve temel olarak Şekil 2'de görülen ofis bileşenlerini içermektedir.



Sistemdeki Kilit Faktör; İnsanlar

(Şekil 2)

2.3.2.1 Dijital Orman İzleme Sistemleri (CCTV)

Dijital Orman İzleme Sistemleri (CCTV) Ülkemizde Orman Genel Müdürlüğü tarafından en fazla kullanılan, optik yakınlaştırma özelliğine sahip kameralar aracılığıyla alınan görüntünün belirli bir konuma iletilerek komuta merkezinden yangın başlangıçlarının veya yangınların takip edildiği sisteme verilen isimdir.

CCTV açılımı, "Kapalı Devre Televizyon" anlamına gelen "Close Circuit TeleVision" kavramından türetilmiştir. Televizyon sisteminden farklı olarak CCTV, bir merkezden geniş kullanıcı kitlesine yayın yapmak yerine belli bir alandaki görüntüyü izleme sistemi olarak tanımlanabilir. Günümüzde CCTV, genellikle güvenlik amaçlı kullanılmasının yanında trafik kontrolü, tehlikeli bölgelerin izlenmesinde de kullanılabilir. CCTV sistemi, kameranın kablo aracılığıyla televizyona ya da monitöre bağlanması ile oluşmaktadır. Gelişmiş bir CCTV sisteminde kamera ve monitörün yanı sıra lens, switch ve kayıt cihazı(DVR, NVR vb.) gibi parçalar da bulunabilir. [9]

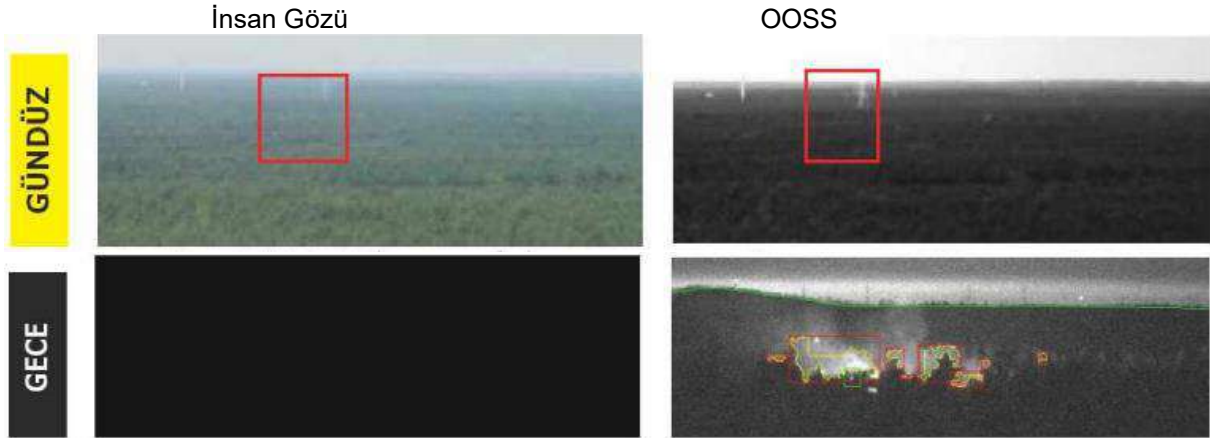
Bu bağlamda orman yangınlarının erken tespiti için gerçekleştirilen sistem orman alanlarının genel ağaç satıh yüzeylerini görece şekilde kameraların konumlandırılmaları ve gerek kablo aracılığı ile gerek diğer uydu veya GSM teknolojileri ile komuta merkezine görüntüyü aktaracak şekilde gerçekleştirilmektedir. Komuta merkezlerinde genel olarak bir gözetim personelinin takip edeceği en fazla 5 noktada tarama gerçekleştirilmektedir, bu yöntemde kameraların kendi yatay eksenlerinde tur atarak gerçek zamanlı izleme ile gerçekleştirilir. Her ne kadar dijital bir sistem olmuş olsa da tespit sonucu son karar verici olan gözetim personeline aittir. Bu konuda personelin doğrudan görmüş olduğu alan için yapılan yorumda, bir yangının veya bir yükselici bulut hareketinin olup olmadığını anlamak kişinin bilgi ve tecrübesi ile sınırlıdır.

Ortalama olarak 36 kat yakınlaştırma özelliğine sahip CCTV'ler gözetim personelinin herhangi bir noktayı inceleme gerçekleştirilmesi üzerine vukuu bulan olayın aydınlatması için, risk düzeyine bağlı olarak kolayca büyütülebilir veya küçültülebilir yapıdadır. Bu esneklik, CCTV'leri hem yerel tespit hem de yaygın yangın algılama çalışmaları için ideal bir çözüm haline getirmektedir.

2.3.2.2 Otonom Optik Sensör Sistemleri (OOSS)

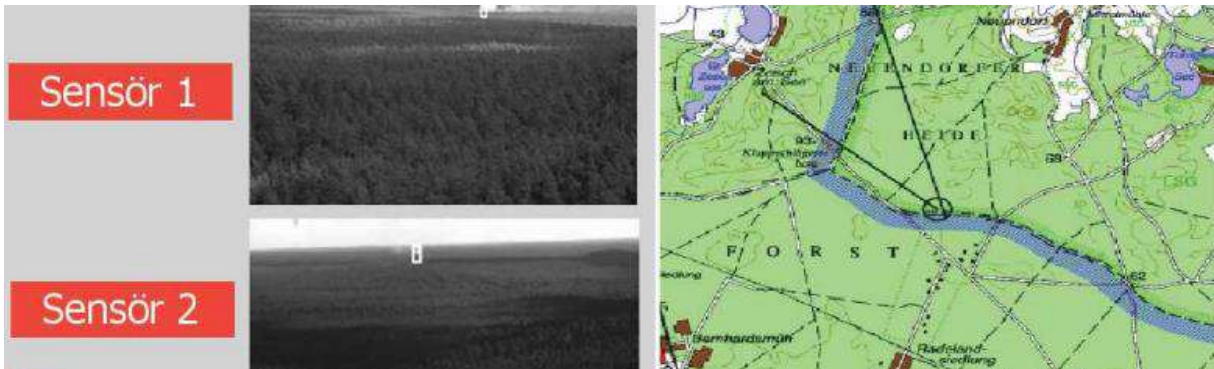
Temel çalışma metodolojisi CCTV'ler ile yakın mantığa dayanan OOSS'ler optik, mekanik teknolojilerin yazılım sistemi ile uygun bileşenler kullanılarak kendi kendine yorum, analiz gerçekleştiren ve gerekmesi halinde insan kaynağını ortadan kaldırarak yangınla mücadele birimlerine doğrudan haber verebilen gelişmiş sistemlerdir.

OOSS'ler operasyon modları, sensör teknolojisi, görüş ve algılama menzilleri, tespit zamanları bakımından CCTV'lerden önemli oranda ayrılır. CCTV'ler tek sensör ile gözetleyicinin dijital olarak anlamlandıracağı ışığın tek düze boylarını kullanırlar. Özellikle gece gözlemlerinde yangının yayılması sonrası ortaya çıkacak ışımı algıladıkları sürece bilgi aktarma imkânına sahipken, dumanlanma aşamasında herhangi bir bilgi sunmaz. Bununla birlikte en yüksek görme olanağına sahip olan gözetleme kulelerinde görevlendirilmiş personeller dahi bu teknik sorunun çözümüne çıplak göz ile erişememektedir. Şekil 3'te görüldüğü (13 Km uzaklıktan İnsan gözü ve OOSS karşılaştırması) üzere bu eksikliğe karşı OOSS'ler gerekli konfigürasyona sahip olmaları halinde karanlık ortamlarda dahi orman yangınlarının başlangıç aşamasında ayırım gerçekleştirebilecek gerekli yeteneklere ve karar alma yetisine sahiptir.



(Şekil 3)

OOSS'ler orman yangınları sırasında meydana gelen ani sıcaklık artışlarını taşıdıkları konfigürasyona çeşitli farklı donanımlar ile algılar. Algılamak için kullanmış olduğu sensörler, sıcaklık artışını tespit ederek yangın alarmı zannını belirlenmiş sayısal yangın tespit modellerine göre anlamlandırarak ihbar veya tespit alarmı verir. Orman yangını algılamak için, ışığın emilim özelliğini, yangın esnasında yayılan kızılötesi ışınlar aracılığı ve diğer seçici parametreleri Şekil 4'te görüldüğü üzere kullanılır. Aynı anda bir veya birden fazla sensörü kullanarak elde ettiği bilgileri daha önceden modellenmiş olan yaklaşık 50000 senaryo içerisinde en anlamlı olan ile ilişkilendirerek harekete geçer.



(Şekil 4)

3. OTONOM OPTİK SENSÖR SİSTEMLERİNİN (OOSS) TEMEL BİLEŞENLERİ

Orman yangınları erken tespit sistemi teknolojisi, özel veri analizi algoritmalarını kullanan özel optik sensörler ve otomatik görüntü analizi vasıtasıyla orman alanlarının optik olarak gözlemlenmesine dayanır. Yangının yeri, dönen bir optik sensör tarafından elde edilen görüntünün analiz edilmesiyle belirlenir. Her bir tur gündüz en az 8 ve karanlık ortamlarda en az 12 dakikada tamamlanmalıdır. Hızlı seyreden bir hareketin algı ilişkisini kurabilmesinin zor olması kadar, yavaş seyreden bir hareketinde olası tespit için geç kalacağı ön görülmelidir.

Algılama sonrası tipik duman özellikleri tespit edildikten sonra merkezi bilgisayara bir sinyal gönderilir ve bu bilgi, operatör tarafından değerlendirilir. Sistem tarafından verilen uyarılara yalnızca operatör müdahale etmelidir. Sistem, diğer iletişim ekipmanının müdahalesi veya önlemesi olmadan güvenli veri iletimini sağlamak için standart kablolu iletim teknolojilerini veya radyo frekanslarını kullanır.

3.1 Optik Sensörler

Optik sensörler, alınan görüntüleri analiz eden, duman emarelerini tespit eden bu durumlar ile ilgili tüm verilerle merkezi kontrol ofisine sinyal gönderen kontrol ve bilgi işlem birimidir. Şekil 5'te görüldüğü üzere bir optik sensör sistemi üzerinde farklı durum ve koşullar için değişik özellikte sensörler ve iletişim için bağlantı noktaları bulundurulur. Yüksek hassasiyete ve dumanın çevresel kontrastını arttırmak için gerekli spesifikasyonlara göre hazırlanmış özel filtrelerle gri renkli çok geniş aralığa sahip olmalıdır.



(Şekil 5)

- Kameraların dönme mekanizması ve optik sensör, genel sathı görecekte, bir gözetleme kulesi veya yükseltilmiş alanların üzerine monte edilmelidir.
- Sensör döndürme mekanizması, sensörü olumsuz hava koşullarından (nem, kir, yağmur, doğrudan güneş ışığı vb.) koruyacak yapıda olmalıdır.

3.2 Gözetleme Kuleleri

Gözetleme kulesi, endüstriyel tesislerin çevrelerinde bulunan özellikle bitişik orman alanlarını kapsayacak şekilde inşa edilmelidir. Yangınların erken tespiti için gerekli tüm dış etkenlere karşı uygun şekilde tasarlanmalıdır. Kuleler metalden veya kameranın rijit konumunu bozmayacak nitelikteki malzemelerden Şekil 6'da bulunan örneklere göre imal edilmelidir. Gözetleme kulelerinin platformları ağaçların üst sathları üzerinde çevreyi geniş şekilde görecekte pozisyonda yaklaşık olarak 15 m yüksekliğe sahip olmalıdır. Gözlem kuleleri tepeler veya dağ zirveleri gibi yüksek noktalarda inşa edilmesi kullanım ve elde edilecek bilginin saflığı açısından büyük önem taşımaktadır. Sistemden en yüksek verimin alınması amacıyla en fazla 1.0°'lik sapmaya sahip sabit bir kule hazırlanması uygun olacaktır. Kuleler orman yangınları için gözlem noktaları olarak kullanılmalıdır bu sebepten dolayı CCTV sistem kamerası olarak kullanımda bulundurmamak ve bu gerekçe ile izleme gerçekleştirmek sistemin ana kullanım amacından sapmasına sebep olabilmektedir. Asıl amacı otomatik erken yangın uyarı gerçekleştirilmesi olan OOSS'lerin gözlem kuleleri üzerine kurulması öncelikli olarak planlanmalıdır.



(Şekil 6)

3.3 İletişim Ekipmanları

İletişim sisteminde kablolu veya kablosuz sistemlerin kullanılması gerekmektedir. Sensörlerin bulunmuş olduğu yerde herhangi bir IP teknolojisi mevcut değilse, bir Radyo bağlantısı kurula bilinir. Telsiz bağlantısının komuta merkezinden 50 km'den fazla menzile dışında olmamasına özen gösterilmelidir. Bu bağlamda dikkat edilmesi gereken önemli bir husus bağlantıların telsiz bağlantısı ile kurulması halinde başlık ünitesinin, diğer antenler tarafından parazite olmayacak şekilde konumlandırılması olmalıdır.

3.4 Merkezi Kontrol Ofisi

Merkezi kontrol ofisi noktası, her halükarda yangın potansiyeli bulunan sahalardan uzakta güvenli alanlarda yer almalıdır. Bu alanda sistem operatörü için tüm optik sensörlerden sinyal alan ve alınan verileri (alarmlar, görüntüler, bilgi yönetimi) görüntüleyen kontrol panelli bir merkezi bilgisayar sistemi bulunur. Merkezi ofis kontrol bilgisayarı, denetlenen alanın bir haritasını, sensörlerin konumunu ve sensör tarafından iletilen panoramik görüntülerin analizi sonucunda tespit edilen olayların koordinatlarını gösterir. Her ne kadar sistem belirlenmiş senaryolar dâhilinde bir uyarı sunmuş olsa dahi operatör, tanımlanan bir dizi görüntüyü görsel olarak değerlendirerek (yakınlaştırmak veya genişletmek yoluyla) alarmı onaylamalı veya reddetmelidir. Ayrıca operatör, belirli bir yön hakkında daha fazla optik bilgi almak için yangın noktasını ortak olarak gören diğer gözetleme kulelerini seçerek daha nitelikli bir bilgi elde edebilir.. Yangın sinyali gönderen ilk sensörün tam konumuna daha yakın olan bir ek sensöre öncelikli olarak sağlanmalıdır. Kontrol bilgisayarı ve Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS) ayrı bir kabine kurulmalıdır. Bu bilgisayar, görüntüyü (analiz, veri sıkıştırma, görüntü aktarımı ve depolama) işleyebilmeli ve otomatik çalışmayı sağlamak için kendi kendini test etme ve uzaktan erişim imkânına sahip olmalıdır.

3.5 Kamera İş İstasyonu

Her kule, tamamen faal bir bağımsız video izleme bloğuna sahip olmalıdır. Eğer iletişim sistemi veya operatörün bilgisayarı zarar görürse, yangın durumunun izlenmesi (orman yangınlarının erken tespiti) zaman ve saha sınırlaması olmadan devam etmelidir. Sistemde, ilgili görüntüler de dahil olmak üzere yangın mesajları yer alarak ikincil bir izleme kaynağına nakledilebilir nitelikte olmalıdır.

3.6 Sistem Mimarisine İlişkin Gereklilikler

Gözetleme sisteminin optik sensörleri, her gözlem noktasındaki mevcut ormanlık alan arazisi için maksimum aralık mümkün olacak şekilde kulelere monte edilmelidir. Elde edilen veriler (uyarı mesajları, görüntüler) kulelerden merkezi sevk noktasındaki (kontrol merkezi) operatörlerin ofisine

iletilmelidir. İzleme merkezi, Endüstriyel tesis ve çevresindeki orman arazisindeki tüm gözlem noktalarını tek bir sistemde birleştirebilme özelliğine sahip tek dağıtım noktasıyla donatılmalıdır. Bu bağlamda enformasyonun devamlı ve sağlıklı sağlanabilmesi için her gözlem kulesi, aynı zamanda tamamen faal bir bağımsız video izleme bloğuna sahip olmalıdır.

Olasılıklar dâhilinde iletişim sistemi veya kontrol operatörünün bilgisayarının zarar görmesi halinde, yangın durumunun izlenmesi (orman yangınlarının erken tespiti) zaman ve saha sınırlaması olmadan devam edecek şekilde sistem tasarlanmalıdır. Sistemdeki bir optik sensör sisteminin veya gözetleme kulesinin iletişim sisteminin işlevlerinin zarar görmesi halinde sistemin yeniden sağlanmasından sonra merkezi kontrol noktası, personel tarafından herhangi bir ek işlem olmaksızın doğrudan devreye girecek şekilde yapılandırılmalıdır. Bu esnada görüntü veri aktarımının sekteye uğraması halinde dahi daha önce kaydedilen tüm olaylar ve bununla ilgili görüntüler, merkezi kontrol noktasına iletilebilmelidir.

4. SONUÇ

Özellikle çevresinde büyük orman alanları bulduran endüstriyel tesisler, herhangi bir orman yangını karşısında, gerek personel ve gerekse de tesis mülkü tarafından ciddi tehlike altındadır. Tesislerin yangından korunması her ne kadar kamunun asli bir görevi olmuş olsa da ülkemizde hem kamu yatırımlarının sınırlı olması hem de endüstriyel tesislerin yangından korunması hakkında teknik önlemlerin alınması hususunda bir kamu zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu bağlamda endüstriyel tesislerin orman yangınlarını erken tespiti ve ihbarı gerek milli menfaatlerin korunması kadar önemli bir görev olduğu gibi, aynı zamanda tesis çevresinde gerçekleşecek müdahalenin desteklenmesi ve erken önlemler alınması anlamında büyük bir önem arz etmektedir.

OOSS sistemlerinin geleceği günümüz teknolojisinin gittikçe artan bir ihtiyacı haline gelen yapay zekâ tabanlı teknolojinin optik algılama sistemleri ile entegre olması, potansiyel yangın riski faktörlerini belirlemek ve yangınları daha doğru bir şekilde tespit etmek için verileri analiz edebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte Bulut bilişim tabanlı optik algılama sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması, büyük miktarda veriyi depolayıp işleyerek yangın algılamanın verimliliğini ve doğruluğunu artıracaktır. Yangın başlangıç noktalarının Optik algılama sistemleri ile yüksek riskli alanlara karşı uzaktan izlenmesinin sağlanması, yangın riskini yönetmek ve manuel müdahale ihtiyacını azaltmak için teknolojik entegrasyonun artması gerekmektedir.

Orman yangınlarının erken tespiti, izlenmesi ve kontrolü için optik algılama sistemleri büyük önem taşımaktadır. Bu sistemlerin doğal kaynakların korunmasına, can ve mal kayıplarının önlenmesine ve iklim değişikliğinin azaltılmasına yardımcı olması kabul edilebilir bir gerçekliktir. Günümüz teknoloji ilerlemeye devam ettikçe optik algılama sistemleri yangın önleme ve yönetiminde daha önemli bir rol oynamaya devam edecektir.

5. KAYNAKLAR

- [1] (Ertuğrul, M. (2005).Orman Yangınlarının Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu. ZKÜ Bartın Ormın Fakültesi Dergisi.
- [2] Bilici, E. (2009). Orman Yangın Emniyet Yolları ve Şeritleri ile Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu, Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma (Gelibolu Milli Parkı Örneği), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,
- [3] (Çanakçıoğlu, H. (1993). Orman Koruma. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları
- [4] Eroğlu, E. (2009). Orman Yangınları Konusunda Bilinçlendirme Faaliyetleri. 1. Orman Yangınları Sempozyumu, 7-10 Ocak, Antalya. (2009)
- [5] OGM (1995). Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları. Orman Genel Müdürlüğü. Tebliğ no: 285, Ankara. (1995)

- [6] OGM (1995). Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları. Orman Genel Müdürlüğü. Tebliğ no: 285, Ankara. (1995)
- [7] OGM (1995). Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları. Orman Genel Müdürlüğü. Tebliğ no: 285, Ankara. (1995)
- [8] Çanakçıoğlu, H. (1993). Orman Koruma. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları
- [9] <https://www.karel.com.tr/bilgi/cctv-nedir-cctv-acilimi-nedir> Erişim tarihi 05/05/2023 14:21

ÖZGEÇMİŞ

Semih KUMAŞ Sırasıyla Eğitimlerini,

- Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği (Üniversite)
- Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği (Üniversite)
- Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi (MBA-Yüksek Lisans)
- Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi (Yüksek Lisans)
- Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği (Yüksek Lisans)
- Anadolu Üniversitesi, Acil Durum ve Afet Yönetimi Bölümü (Ön Lisans)

Bölümlerinde tamamlamıştır. Şu anda İstanbul Aydın Üniversitesinde İş güvenliği Doktora programına devam etmekte olup aynı zamanda 2014 yılından itibaren A sınıfı iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahiptir.

Yangın ve yangın güvenliği konusunda olan iş yaşantısına 2005 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı'nda başlamış olup, sırasıyla itfaiye eri, arama kurtarma personeli, vardiya amiri olarak devam etmiş bu dönem içerisinde 3500 civarı Ev ve Endüstriyel yapıda yangın, İnsan ve hayvan kurtarma, yangın önleme çalışmaları vb. operasyonel itfai olaylara müdahale etmiştir. 34 Adet büyük kurumsal yapının (Alışveriş Merkezleri, Gökdelenler, Kamu Hastaneleri, Üniversiteler vb.) yangın müdahale planlarını hazırlamıştır. 2014 yılından itibaren İ.B.B. Sağlık Daire Başkanlığı, İş güvenliği Müdürlüğünde iş güvenliği uzmanı olarak görev alarak bu dönemde 14 İtfaiye grubunun iş güvenliği uzmanı ve bağlı diğer iş güvenliği uzmanlarının koordinatörlüğünü yapmıştır. 2018 yılı itibari ile memuriyetinden çekilerek Akkuyu Nükleer A.Ş' Yangın Güvenliği Bölümünde Yangın Güvenliği Kıdemli Uzmanı olarak göreve başlamıştır. Devamında Yangın Güvenliği Birim Eksperti olarak çalışmış, son olarak da hali hazırda Yangın Önleme ve Söndürme Grubu Organizasyon Eksperti olarak görevine devam etmektedir.

VIDEO FIRE DETECTION – EVOLUTION TO A MATURE DETECTION TECHNOLOGY FOR HIGH-RISK ENVIRONMENTS

Maggy BAETENS
Maarten CALLENS

ABSTRACT

Video Fire Detection is not an entirely recent technology, but it used to have limited acceptance in the field due to several reasons. The technology was unknown, first server-based systems were hard to integrate into a fire detection system, and lack of regulation made it hard for the technology to find a full-fledged place. However, a lot of these factors have evolved in recent year: cameras have evolved to “edge-devices” making it possible to analyze the video on the camera itself, making the server obsolete, and transforming the camera into a detector; camera quality has drastically improved, especially in low light environments; detection algorithms have improved; normalization is fully established in some European countries and on a wider international level (ISO, FM) or in active development; ...

Combined, all these evolutions bring the technology to a level where Video Fire Detection is reliable and mature enough to be integrated in fire detection systems.

This paper will address the technology, the advantages, and disadvantages, sketch the main evolutions in technology and normalization that make this currently a mature technology that can be applied in an existing fire detection system. Finally, some use cases will be presented where Video Fire Detection is an added value in typical high-risk environments where conventional detection cannot be applied.

Keywords: Video Fire Detection, CNN, Deep learning, High risk environments, Normalization.

1 INTRODUCTION

Before a technology can be universally adopted in fire safety, a combination of several base conditions needs to be fulfilled simultaneously. Not all these requirements are purely technical or product related.

First, there must be a **need**: there are environments where current detection technology is not a viable solution and Video Fire Detection is an alternative.

Secondly, the **technology** should be mature enough to answer that need. For Video Fire Detection, this means that there should be performant algorithms, analyzing video from high quality cameras and that the hardware can be integrated into a fire safety system.

Thirdly, though it is possible to make exceptions and performance-based designs, it is a general rule that the fire safety industry prefers to deploy **certified products**. This was one of the hardest hurdles: a product cannot be certified according to a standard if there is no standard yet. This shows the importance of standardization for fire safety products.

And finally, **regulation**. The technology should be allowed to be deployed: it should be integrated into the installation standards. These installation standards are often locally defined.

This paper will address an overview of challenging environments where Video Fire Detection is a valuable solution, evolution of algorithms, evolution in cameras, imaging sensors, CPU, and hardware. And finally, the evolution of normalization and regulation worldwide.

Though Video Fire Detection is not a new technology, the evolutions in all these fields ensure that only recently all the base conditions are close to being fulfilled to create a breakthrough for this technology.

2 THE NEED - HIGH RISK ENVIRONMENTS

There is already a wide range of different field proven fire detection technologies available. Ideally, after performing a risk analysis on the possible sources of fire, an optimal fire detection technology is selected adapted to the type of risk. However, in some environments the optimal solution is not available in the toolkit of the fire safety engineer.

In large spaces with high ceilings, traditional fire detection must wait for the smoke or heat to rise to the ceiling, causing large delays in detection of a fire [1]. Especially the effect of stratification stops the upward movement of smoke. In atrium halls or in large spaces where the roof heated by the sun is poorly insulated, a layer of hot air will form under the ceiling. On the other hand, the more smoke rises, the more its temperature will decrease. So, when the smoke plume's average temperature is less than the upper hot air layer, this layer will prevent the smoke from reaching the ceiling [2].

Another challenge for traditional fire detection is to operate in harsh and contaminated airborne environments. Following harsh environments can be considered: chemicals and dust. Smoke detectors can react to strong chemicals like ammonia, paint, fumes or volatile spray, or other chemicals that are part of the production process. Both dust and chemicals will also degrade the quality of the detector leading to a shorter lifetime and faster need for replacement. Dust can also trigger unwanted alarms.

However, due to the nature of these environments and production processes, they are often confronted with a higher risk of fire ignition, and with the lack of adapted fire detectors they present a higher vulnerability to fire and fire propagation leading to severe incidents with high impact.

The essential problem of late detection in large areas and false detection in harsh environments is that conventional smoke detection needs physical contact with the products of combustion. Video fire detection does not need this contact – it “sees” the fire – and hence is robust to these conditions.

As a result, ideal environments for Video Fire Detection to show its added value will be high risk environments combined with large spaces or contaminated environments where early detection is crucial. This leads us to a vast number of applications: atria, tunnels, historical buildings, chemical plants, waste recycling, ...

3 EVOLUTION IN TECHNOLOGY

Video Fire Detection is not new. In the early days of computer vision, researchers were already searching for methods to extract information from the video stream to indicate the presence of smoke or flame. To date, fire detection is still an active research topic, especially since the remarkable progress in computer vision using deep learning. Turning this technology into a practical fire detector brings many constraints and new requirements for both the video analytics and the camera. For example, it is required to have the analysis run in real-time. This implies a limitation on the computational load of the analytics, especially when facing limited processing power on an edge device such as a camera.

Besides the evolutions in computer vision algorithms, improvements in camera technology play an equally significant role in the evolution of VFD towards mature technology. In the days of analogue cameras, an external processing device, or a server was required to run the analytics. This poses constraints on the reliability of integration of VFD in an existing fire safety system. The advent of IP-cameras with processing capacity on the camera itself, make it possible to transform the camera into a stand-alone detector that can be integrated into a fire safety system. Secondly, over the past decades the quality of the images produced by the sensor has dramatically improved. Current sensors can create high quality images under challenging light conditions. Sensors can operate under low light conditions, this is especially important for Video Smoke Detection, because for smoke detection, there is always a minimum of light required. Current sensors require far less lux to produce a processable image than older sensors, thus requiring less additional light to be installed on the site. Sensors have also improved

on scenes that contain both very dark and very bright areas, scenes with wide dynamic range (WDR), allowing to better visualize bright flames in spaces with low to normal light levels.

The following paragraphs elaborate on the advances made in detection algorithms and visual cameras that contributed to making VFD a mature detection technology.

3.1 Algorithms

Fire detection algorithms take a (visual) image (or sequence of images) as input and return whether there is fire in the image, and if so, also the location of the fire. Most algorithms either detect flames or smoke, some detect both. Before the rise of deep learning, fire detection algorithms were based on manually engineered features that are characteristic for flame and/or smoke. The past decade, object detection is dominated by on deep learning with convolutional neural networks (CNN's) or vision transformers (ViT's) which no longer require manual feature engineering.

3.1.1 Algorithms based on manually engineered features

Before 2014, fire detection algorithms were based on handcrafted features. Feature engineering relied on the physical properties of smoke and flames to design low-complexity features that were characteristic for flame and smoke, and not too computationally expensive to calculate. Because of the limited computational power of edge devices at that time, there was a strong focus on computational efficiency [3]. Based on these handcrafted features, a classifier decided if the image contained fire or not. This classifier could be a handcrafted rule-based model, or a traditional machine learning classifier. For an extensive overview of video fire detection techniques using handcrafted features, we refer to the work by Çetin et al. [4]. This paper will elaborate on the basic and most used handcrafted features for flame and for smoke detection.

3.1.1.1 Basic flame detection

Traditional flame detection algorithms often involve three steps. Figure 1 shows the components of a basic flame detection algorithm. The first step is the pixel classification step. Pixels are highlighted as potential flame pixels based on the color and variation in intensity (flickering). The flickering analysis will highlight pixels that are varying in intensity, the color analysis will highlight pixels with a flame-like color. Flame detection algorithms take low resolutions frames as input, e.g., 320x180, which is typically much lower than the maximum resolution a camera can offer. This is done to reduce the computational load. The low-resolution image still contains enough detail to guarantee good flame detection performance. The second step creates regions of moving objects based on the pixel classification step. Each region is a potential flame candidate, Figure 1 shows three candidates, the two persons with safety clothing, and the fire itself. Each of these regions is further analyzed to deduce the shape, the contours, the eccentricity, etc. Also, the temporal variation of the region properties is typically measured since changes in shape are characteristic to flames. The third step is the candidate classification step, wherein the most descriptive features of a candidate region (the features) are given as input to a classification model. This model decides if the candidate is truly a flame or not. The classification model can be a manually engineered decision logic, or a data-driven trained machine learning model.

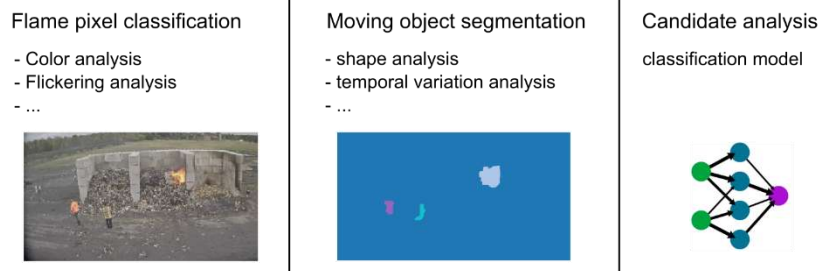


Figure 1. Basic steps of a traditional flame detection algorithm.

The better the features capture the physical properties of a flame, the easier the classifier can discriminate true flames from flame-like objects. Researchers have been investigating how to optimize each of these components towards a generic flame detection algorithm with low false alarm rate.

Different methods for color selection have been proposed. For example, Chen et al. proposed a rule-based algorithm in RGB space [5]. Töreyn et al. used a mix of Gaussians to predefine flame colors in RGB space [6]. Çelik and Demirel proposed to use YCbCr color space to separate the luminance from the chrominance more effectively than color spaces such as RGB [7].

Likewise, many methods for flickering analysis have been put forward. The variation in intensity is one of the most discriminative features of a flame. Flame frequencies vary from 0,5 – 20 Hz, with a maximum peak of 10 Hz. Flame detection algorithms therefore often require framerates greater than 20 frames per second. Many methods to optimally select flame-like flickering pixels have been put forward, for an extensive comparison, we refer to the work by Stadler et al. [8].

The candidate analysis step is a classic example of a classification problem. Based on the manually engineered features of the candidate the classification model predicts if the candidate is a flame.

3.1.1.2 Basic smoke detection

Smoke detection models come in different flavors. The following gives an overview of the two most dominant approaches.

3.1.1.2.1 Smoke plume as a moving object

In a first step moving “blobs” or regions in the image where motion is detected are identified via foreground / background segmentation. In a second step, the motion regions are further analyzed via (pre-defined) feature extraction. Some algorithms analyze properties of the edge of the blob, others analyze the area of the plume, or both. In this phase, smoke candidates are identified. These candidates or seeds are further tracked for their growth and the direction of the growth. The assumption is that smoke rises, and that the net vertical speed vector should be upwards.

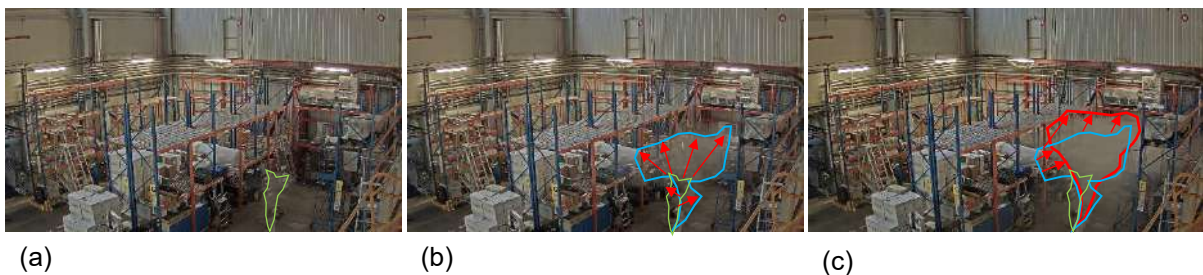


Figure 2. Principle of detecting smoke as a moving object. Frames (a), (b) and (c) show the progression of the smoke cloud. The smoke region is detected based on motion. The shape of the candidate region is tracked over time.

The advantage of this approach is that detection is very fast, smoke can be detected at its initial stage, when the plume is still small. The disadvantage, however, is that the source of the smoke needs to be clearly visible in the field of view. Secondly, in areas with strong air flow, smoke plumes do not always rise vertically as a well-defined cloud. Also, in environments with a lot of air turbulence, smoke is immediately dispersed and widespread in the field of view.

Another disadvantage is that objects moving upwards can be misclassified as smoke, if they have features that resemble a smoke signature.



(a)

(b)

Figure 3. Example of how smoke appears in areas with turbulent air flow. (a) shows the scene before the smoke event, and (b) shortly after. Diffuse smoke almost immediately covers the entire field of view.

3.1.1.2.2 Smoke creates loss in scene detail

In this approach, features are defined that describe the scene detail in the image. The features can be edge detectors, wavelets, contrast, local binary patterns, or combinations... the common property is that they quantify a certain “energy” or visibility in the field of view. For these local features, background values are calculated. The effect of presence of smoke is that it reduces the visibility or the energy in the image. The current scene detail is compared to the scene detail in the background, and when the drop is higher than a certain threshold, the feature can be classified as a smoke candidate. All smoke candidates are then grouped into a blob. This blob is further analyzed for size, shape, eccentricity etc. and as soon as the blob size is large enough and the other constraints are fulfilled, a smoke alarm is raised. This principle is illustrated in Figure 4, where frames with smoke are converted to edge-images. The edges become less pronounced as the smoke cloud grows, the principle is similar for other scene-detail descriptors.

The advantage of this method is that it does not require the source of smoke to be visible in the field of view. Consequently, dispersed smoke and stratification can be detected. A disadvantage is that detection can be later compared to the moving object approach because the volume of smoke must be large enough to create a smoke blob that is large enough.

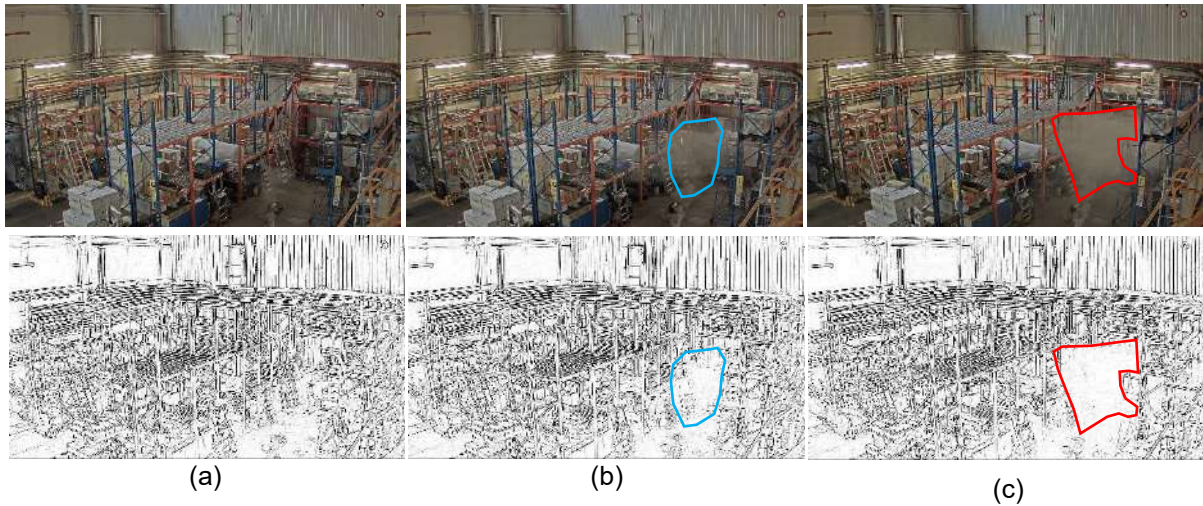


Figure 4. Principle of smoke detection based on a change in scene detail. Sections (a), (b) and (c) show the progression of the smoke cloud. The top row shows a sequence of frames. The bottom row shows the corresponding edge images using a 5x5 Laplacian edge detector. As the smoke cloud grows, the local detail decreases.

3.1.2 Deep learning

The availability of vast amounts of data, in combination with advances in hardware (GPU's) and efficient training methods have made it possible to make huge steps in computer vision tasks such as object detection using Deep Learning (DL). DL models outperform traditional approaches in many different tasks.

In contrast to traditional object detection models, DL models no longer require manual feature engineering. This means that no expert knowledge or notion of the physical models is required during the design phase of the model. A DL model “designs” the features itself during a training phase.

DL object detection models are trained with vast amounts of labeled images, using a method called supervised learning. To train an object detector the label for a given image must contain the coordinates and the class of every target object in the image. The model must learn to reproduce the label, given only the image as an input. The first step in this process is to split the dataset of labeled images into a training and test set, both sets contain both positive and negative samples. Positive samples are images of scenes where there is flame or smoke, negative samples are images of any other scene. During training, the model makes a prediction for every image in the training dataset and updates its internal parameters (weights and biases) such that its prediction matches the label. After a few updates, the DL model is challenged to make predictions on the test dataset. The test set contains images that the model has not seen during training. Evaluating the performance on the test dataset is a control mechanism to check if the model has learned general properties of the target objects, instead of learning the training dataset by heart. Training continues as long as the performance on the test and train dataset improve. Once the performance stabilizes, training is stopped, the model and its internal parameters are frozen, and ready for deployment. This training phase takes a lot of computational effort and is typically performed on a dedicated server or computer cluster. Fortunately, making predictions with the frozen model (inference) is less computationally expensive and can be done on an edge device.

In literature many examples of DL models for flame and smoke detection can be found [9]. Most DL models can detect both flame and smoke, we do not discriminate between the two as we did for traditional model. The most used model architecture for object detection is a Convolutional Neural Network (CNN) [10]. This architecture consists of subsequent convolutional layers, each layer extracting more complex features. As such a CNN can generate an abstract representation that allows to localize and classify objects, even from different angles, different light condition, different scales, etc. Recent years, the transformer architecture, which is widely used in natural language processing, has been applied for computer vision tasks. These types of models are called Vision Transformers (ViT) and have been found to outperform CNN's, moreover, requiring less computational effort [11].

The training dataset of a regular DL object detector typically uses still images which do not contain temporal information that is present in a video. However, temporal information is crucial to develop a reliable detector with high recall and high precision [12]. Model architectures are therefore adapted, or the input is preprocessed to introduce temporal information into the network. There is a trend to utilize both handcraft features and deep learning to boost the accuracy of the model and reduce false alarm rate [9, 13].

3.1.3 Challenges

Smoke and flame detection model using deep learning is a popular research topic. However, there are a lot of challenges involved in using a DL model in a reliable and robust fire detector.

Small fires. A challenge common to traditional and DL methods is detecting the fire while it is still small. Small objects are generally more difficult to detect than large objects because they require high-resolution input image which comes at a high computational cost and is not always feasible on an edge device. Typically, the false alarm rate increases as the minimum target size decreases. ViT models tend to perform better at detecting small objects with high precision than CNN and are a promising novel approach to address this problem [14].

Lightweight. Deep learning models typically require more memory and computational power than traditional models. To run a DL model on a resource constrained edge device a trade-off must be made between fire detection accuracy and efficiency [15].

Qualitative data. The performance of the model is strongly dependent on the quality of the dataset. The detector is performant only for inputs that are similar to the samples in the training dataset. This implies that your training dataset must contain remarkably diverse and relevant samples to develop a general fire detector that is typically installed in a variety of environments. This shifts the development work from feature engineering to data engineering, composing an appropriate dataset. Deep learning performs best at tasks that are clearly defined. Tasks in specific context. Therefore, it is important to narrow the application domain. There is a trend in literature to narrow the scope of the developed fire detector, e.g., focusing on indoor building fires with CCTV [16], or ship fires [17]. Practical fire detection algorithms can be developed when the training dataset is representative of the application domain.

3.2 Camera sensor

In this section, we discuss several factors that have a substantial impact on the performance of a Video Fire Detection system, not related to the algorithms, but intrinsic to the camera sensor.

3.2.1 Sensitivity to low light

Smoke detection requires light. Light comes with a cost: To guarantee 24/7 smoke detection, the field of view should be illuminated 24/7 at least to the minimum required light level. The more this minimum light level can be reduced, the less permanent illumination should be foreseen, and the smaller the installation and electricity cost. Combined with the fact that Video Fire Detection is often applied in low- to non-illuminated areas, makes the light sensitivity of the camera a key factor.

Surveillance cameras usually have a CMOS-sensor inside. The quality of CMOS-sensors regarding low light sensitivity and wide dynamic range are improving at a fast pace [18]. Surveillance camera manufacturers are competing to have the best camera in low light level conditions. This facilitates operation in lower light conditions. Where the minimum light levels used to be 15 lux a few years ago,

sensor sensitivities of current surveillance cameras can now already create a good image at 1-3 lux and some even lower, see Figure 5.

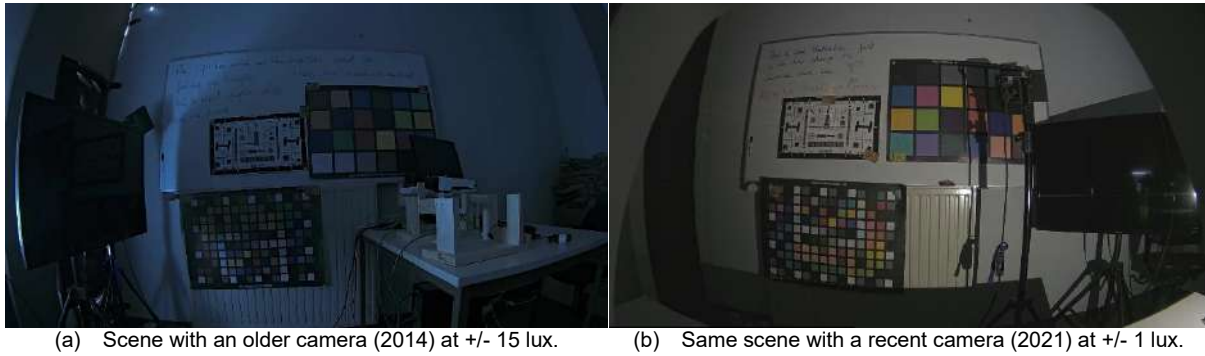


Figure 5. Comparison of the light sensitivity of cameras.

3.2.2 Dynamic range and variations in light changes

A real scene is not uniformly illuminated. And there are always parts in the image that are brighter than other areas. In a scene with windows or a light street at the roof, direct sunlight can enter the field of view and cast hard light spots on the scene. The camera will compensate for this and darken the overall light level to keep good visibility in the over-illuminated areas. However, if the overall light level is low, the dark parts will get darker as well. This is what happens in Figure 6. The maximum ratio between a substantial area with the highest light level in the field of view and a substantial area with the lowest light level is called the dynamic range. This is referred to as the WDR, or the Wide Dynamic Range of a camera. This is also a competitive property for all surveillance camera manufacturers and remarkable progress has been made the last few years. WDR is especially important for indoor flame detection. Flames are much brighter than indoor lighting. Without WDR, flames appear as overexposed pixels impairing the detection.

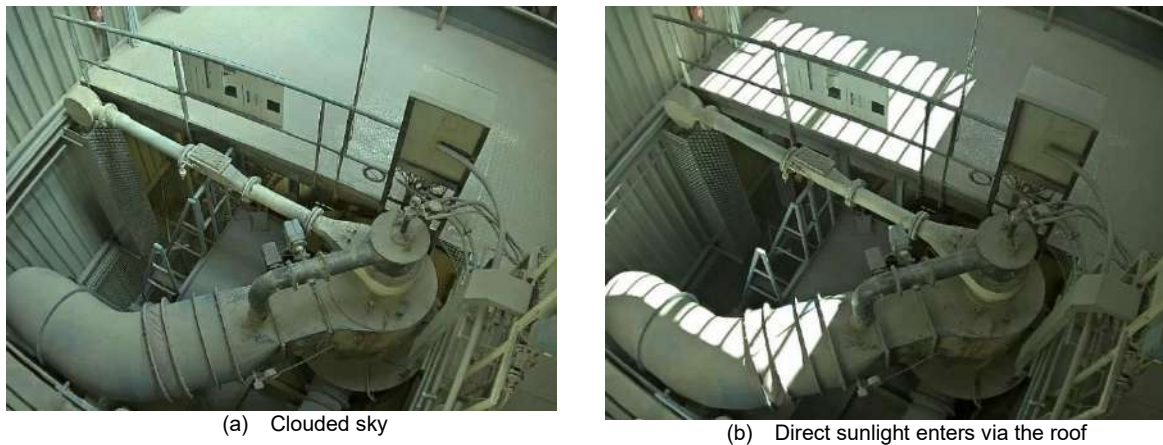


Figure 6. Direct sunlight incident from an opening in the roof.

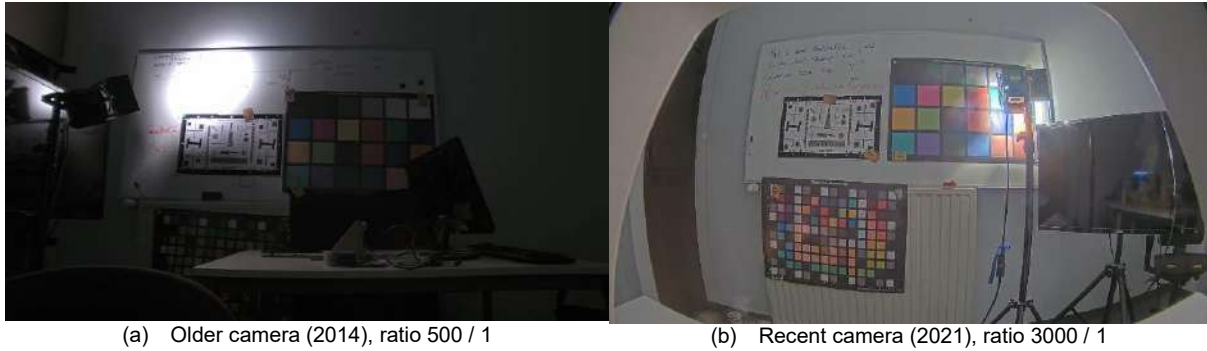


Figure 7. Evolution of performance of WDR in scenes with non-uniform illumination.

3.2.3 Resolution

Another competing camera property for surveillance camera manufacturers nowadays are the megapixel sensors. This is an important property for face recognition in intrusion detection systems, but for Video Fire Detection, it is a less important property. Most algorithms do not operate at full resolution, but subsample the image at a lower resolution, to be able to run in real-time.

And it can also have an inverse aspect: a higher resolution implies a smaller surface per pixel, which makes the camera less sensitive to low light. Therefore using the highest available megapixel resolution camera does not add value for Video Fire Detection, on the contrary.

3.3 Processor capacity

This section will describe the evolution of the available processing capacity. This is an important evolution, because it influences both the complexity and accuracy of the algorithms, and the architecture of the total system. The architecture of the system further defines if the installation standards for a fire detection system can be fulfilled or not.

3.3.1 Server-based + impact on fire safety integration

3.3.1.1 Server-based

The first Video Fire Detection systems used **analog** cameras and were connected to a server system by coax cables. Digitization of the image was done via “frame grabbers,” a specific ADC-converter that converted an analog video stream into digital frames that were then analyzed by the video analytics. All the cameras were connected to the server using a coax cable, so it was not an easy system to install, especially if the cameras were far from the server. The analytics itself were performed either on one VCA-board per camera, and the ensemble of VCA-boards for cameras were integrated in racks in a server room. Another set-up was that the analytics were integrated on the DVR (Digital Video Recorder), with a pre-defined number of channels.

In both cases, the cameras were distributed, but the video was transported over a long distance to a server room. To keep the signal strong enough over the whole distance, the video signal often needed to be reinforced by repeaters, adding noise to the signal.

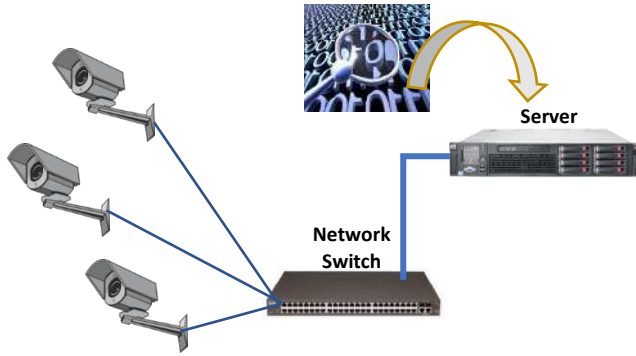


Figure 8. Server based analytics.

In the next phase, the first IP-camera systems entered the market, which could be powered by PoE, which made installation a lot easier. The overall image quality improved, but the video still needed to be transported to an analytics server. This transportation of video over a long distance combined with centralized server analytics is still a weak point when trying to fit a server-based Video Fire Detection system into a fire safety system. The processor capacity has already increased at server level, which made more advanced analytics possible.

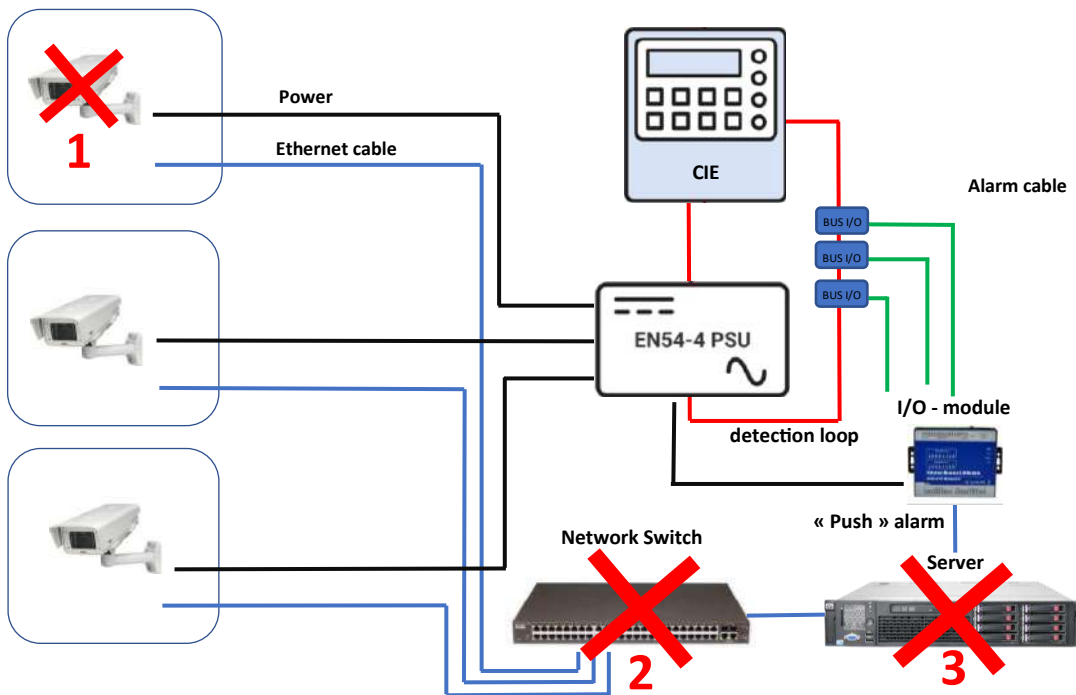


Figure 9. Impact of a single point of failure on the loss of monitored area in a server-based system.

Impact of a single point of failure on the loss of monitored area

1. Single failure at camera level or ethernet cable
 - Unmonitored area limited to the field of view of one camera.
 - Server should generate fault signal on CIE.
2. Single failure at network switch
 - Sum of all monitored areas of cameras connected to that switch.
 - Can be solved by installing redundant switches.
3. Single fault at server
 - Sum of all monitored areas of cameras analyzed by that server.
 - Redundant server? Expensive solution.

It is clear that this architecture is hard to fit in a system that should be installed according to fire safety installation guidelines.

3.3.2 Edge-based / Embedded + impact on fire safety

More and more IP-cameras are released with a video processing unit embedded in the camera, so the video does not need to be transported anymore to a centralized server, but the analysis is performed on the camera itself, which is the edge part of an integrated system. This is called analytics “on the edge,” or edge-based analytics. This has a lot of advantages compared to server-based solutions. First of all, the video does not need to be transported at high quality for video analytics, so compression can be higher, framerate and resolution lower. This saves bandwidth over the network. The analytics can capture directly from the sensor, making it able to capture a raw image without compression. But the biggest advantage for fire safety is the integration architecture. The fact that the camera can do analysis on the edge, makes transport of video obsolete, and only the alarm signals need to be transported. This makes it possible to transform the camera into a fire detector that can be integrated into a regular fire safety system, just as any conventional detector. This also has a significant impact on the reliability of the system and reduces the complexity of integration. See Figure 80 for a typical architecture.

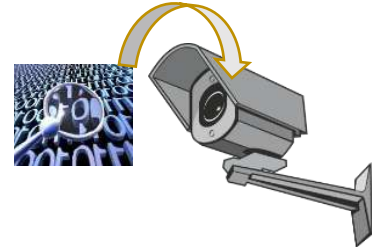


Figure 8. Edge-based analytics.

Impact of a single point of failure on the loss of monitored area

1. Single failure at camera level:
 - Unmonitored area limited to the field of view of one camera.
 - Should result in fault signal on the CIE.
 - Single failure on ethernet cable has no impact because the ethernet cable is not essential for the fire safety integration since analytics are at camera level.
2. Single failure on alarm cable:
 - Unmonitored area limited to the field of view of one camera.
 - Should result in fault signal on the CIE.

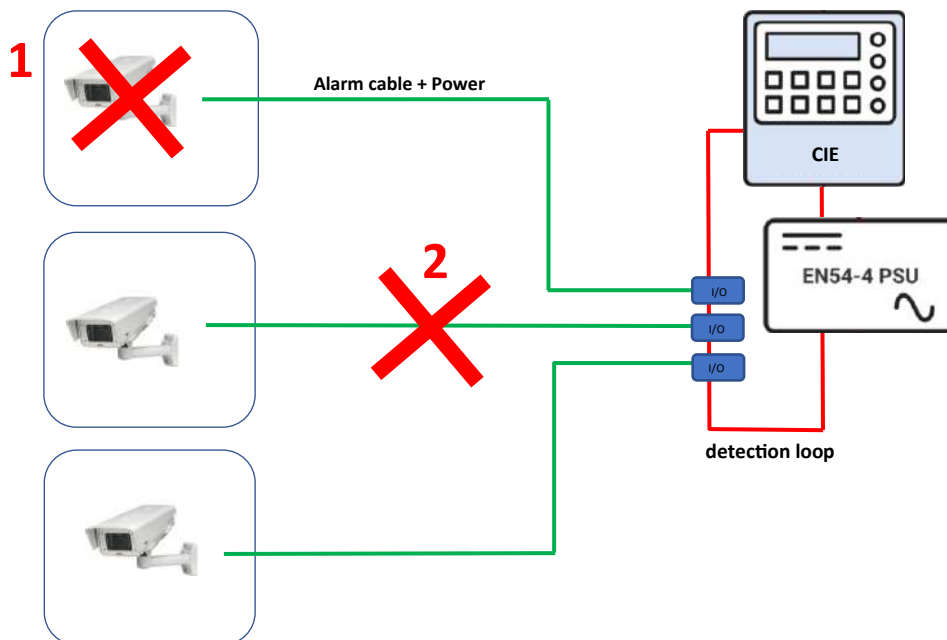


Figure 91. Impact of a single point of failure on the loss of monitored area in an edge-based system.

4 EVOLUTION IN REGULATION

Technology always precedes standardization and regulation. Fire safety requires certified products, the products were there, but there were no of only few certification standards to certify against. Another hurdle is that product standards and especially installation standards are often defined locally per country or region. This makes it hard to know what requirements should be fulfilled to get an installation certified. It could happen that a Video Fire Detection solution was refused, even though it came out as the best solution for a specific site after a monthlong performance comparison, just because of lack of standards. Fortunately, this piece of the puzzle is also being slotted into place. The last years, a lot of progress was made in standardization worldwide, and several countries allow Video Fire Detection already as primary detection, with both Product Standards and Installation Standards in place.

Table 1. Overview of current (September 2023) state of product and installation standards.

Country	Product standard	Installation standard
US	FM 3232 – January 2023 Video Image Fire Detectors for Automatic Fire Alarm Signaling	NFPA 72 National Fire Alarm and Signalling Code
	UL 268B - April 2009 Outline of Investigation for Video Image Smoke Detectors	Allows VFD products that are listed FM3232 or UL268b
US + Canada	<i>UL 2684 – In process Standard for Video and Thermal Image Detectors for Fire Alarm Systems. Will replace UL 268B</i>	
ISO	<ul style="list-style-type: none"> ISO/TS 7240-29:2017 Fire detection and alarm systems — Part 29: Video fire detectors <i>ISO/TS 7240-29 Approved in DIS ballot. Expected publication February 2023</i> 	ISO/TS 7240-30:2022 Fire detection and alarm systems — Part 30: Design, installation, commissioning, and service of video fire detector systems
France	TECHNICAL SPECIFICATION ST LPMES – DEC.18.005 B – 20/07/2022 – FIRE – Smoke and/or flame detection system using image analysis	Video Fire Detection is integrated in APSAD R7 – French installation guidelines for automatic fire detection.
Belgium	BOSEC Product certification possible according to ISO/TS 7240-29:2017 + ANPI technical note NTN 177-L: Video Fire Detectors – Additional requirements to ISO/TS 7240-29 – Prescriptions and laboratory tests	<ul style="list-style-type: none"> BOSEC installation and site certification according to Technical Note NTN 177-I Video Fire Detectors – Additional installation requirements to NBN S 21-100-1 (= Belgian installation guidelines for automatic fire detection) <i>In process: revision of NBN S 21-100-1 with addition of Video Fire Detection installation rules.</i>
Germany	VdS 3847en: 2019-07 (01) Video camera devices for visual fire monitoring, Requirements and test methods. But not allowed as primary detector, only as surveillance function.	<i>Installation guidelines in development.</i>

5 TYPICAL USE CASES AND CHALLENGES

5.1 Typical use cases

As discussed in section 2, the added value of Video Fire Detection will be at its best where it solves problems of late detection due to stratification and false alarms due to airborne contaminated environments. This brings us to 3 examples that have to deal with such issues: Atria, Waste recycling and Process Industry.

5.1.1 Stratification in atria and high buildings

As discussed in section 2, stratification can be a major challenge. Figure 12 (a) shows that a stratification layer can already occur at 5 m height dependent on the temperature conditions. Here, a TF2 test was performed in a small warehouse facility during a hot summer day.

Figure 10 (b) shows the smoke propagation in a basilica.



(a) Stratification of a TF2 test during a summer day in a warehouse facility



(b) Smoke propagation in a basilica

Figure 10. Examples of stratification.

Video Smoke Detection is shown to be an adequate solution. The same phenom appear in airport halls, shopping malls, large production halls, turbine halls... and any high buildings.

5.1.2 Waste recycling

Waste recycling facilities are known to have an elevated risk of fire. In Sweden, a study [19] states that approximately 60 to 70 waste fires occur every year. According to the UK's National Fire Chiefs Council (NFCC), fire and rescue services attend around 300 significant fires in waste sites each year [20]. In the US and Canada, at least 390 fire incidents at waste and recycling facilities were reported [21].

The major causes of these fires are self-combustion of organic material, the presence of lithium-ion batteries, and the presence of chemicals and flammable materials. These fires come with a high environmental and economic impact.

Traditional fire detection is not applicable due to the harsh environment. Normal operation creates a lot of dust, while a still pile can show chemical reactions in the substances. Both are a source of false alarms. Furthermore, these airborne contaminants deposit film on traditional fire detectors. This leads to early degradation of the detectors.

In Figure 11, a real fire incident caused by self-combustion is described in a site with SRF waste storage (Solid Recovered Fuels). In the first stage, the substances are burning down below the bottom of the pile and the fire is invisible. The only sign of fire is the growing smoke plume released from within the pile. It is only hours later that the heat and fire transported to the surface and the first flames are visible. If the flames are already visible at the outside of the pile, most of the inside is already burned. The flame

will be detected, but it is too late. This is visible in the real incident: 4 minutes after the appearance of the first flames, the fire was already escalated, and the site was lost.



Figure 11. Example of a real incident with self-combustion in SRF waste storage.

5.1.3 Process industry

Other challenging environments are chemical process plants and power plants. Part of the production facilities can be in open space or roofed open areas. The combination of dust, chemicals, wind, and open air make it impossible to protect the production site with traditional detectors.

Figure 14 shows a real incident in a half open area of a power plant where the smoke was detected in an early stage by Video Smoke Detection.



Figure 12. Example of a real incident in machine hall.

5.2 Typical challenges

Just as any technology, Video Fire Detection has its strengths, but also its challenges. Since this is a visual system, most challenges will occur with visual phenomena. Sudden light changes can drastically disrupt the background, causing false positives.

Another disturbing factor which is already discussed in section 3.2.2 is non-uniform illumination. If the dynamic range of the incident light source to the darkest area is higher than the WDR that the camera can manage, then the minimum illumination in the darker areas should be increased to keep a good scene detail in both the darkest and brightest areas.

Since Video Flame Detection triggers on the orange color combined with a flicker-frequency, rotating beacons on machinery can cause false positives.

Greyish upward moving objects can falsely be classified as a smoke plume in moving object-based smoke algorithms.

More advanced solutions have taken this into account in the development process or have implemented countermeasures to deal with these disturbances. This is what discriminates the high-quality solutions from the standard solutions.

For applications in outside environments, the visual conditions can be harder. A visual detection system needs a qualitative, clear, and visible overview of the environment it is monitoring. Direct incident sunlight can blind the camera, but this should be considered when choosing a camera position. Heavy rain can add speckle noise to the image. This can temporarily impair detection. And when the field of view is completely dark, or covered in fog, there is not any video analytics algorithm that can function properly.

6 CONCLUSION

The field of Video Fire Detection has undergone significant advancements, and it has successfully navigated through its initial challenges to emerge as a robust and dependable technology. Today, we find ourselves at a juncture where all the essential components have seamlessly come together to create a comprehensive solution.

One of the driving forces behind this progress is the ever-increasing processing power embedded in modern IP cameras, coupled with high-performance WDR (Wide Dynamic Range) sensors. These powerful cameras now have the capability to host sophisticated and reliable fire detection algorithms directly at the edge of the network. This transformation turns a standard camera into a fire detector, capable of seamless integration into a fire safety system.

Furthermore, the development of product standardization and installation guidelines has gained considerable momentum, with many of these standards either already established or on the verge of release in major global markets. This standardization not only ensures consistent performance but also simplifies the implementation of Video Fire Detection systems, making them more accessible and reliable.

The synergy of these ongoing developments across various facets of the technology ecosystem eliminates barriers that once hindered the widespread adoption of Video Fire Detection. This breakthrough technology now stands ready to make its most significant impact in environments where its value is most pronounced. High-rise buildings, where fire stratification can be a critical concern, stand to benefit greatly from the capabilities of Video Fire Detection. Additionally, environments with airborne contaminants, where traditional fire detection methods may falter, can now rely on this advanced technology to enhance safety and security.

Video Fire Detection has not only matured but has also become a transformative force in fire safety, offering innovative solutions to complex challenges in diverse settings. As this technology continues to evolve and expand its reach, its potential to save lives and protect valuable assets becomes increasingly evident and compelling.

7 REFERENCES

- [1] Wong, A. K., & Fong, N. K. (2014). Experimental study of video fire detection and its applications. *Procedia engineering*, 71, 316-327.
- [2] Fang, J., Jie, J., Hong-Yong, Y., & Yong-Ming, Z. (2006). Early fire smoke movements and detection in high large volume spaces. *Building and Environment*, 41(11), 1482-1493.
- [3] Verstockt, S. (2011). *Multi-modal video analysis for early fire detection* (Doctoral dissertation, Ghent University).
- [4] Çetin, A. E., Dimitropoulos, K., Gouverneur, B., Grammalidis, N., Günay, O., Habiboğlu, Y. H., ... & Verstockt, S. (2013). Video fire detection—review. *Digital Signal Processing*, 23(6), 1827-1843.
- [5] Chen, T. H., Wu, P. H., & Chiou, Y. C. (2004, October). An early fire-detection method based on image processing. In *2004 International Conference on Image Processing, 2004. I'IP'04.* (Vol. 3, pp. 1707-1710). IEEE.
- [6] Töreyn, B. U., Dedeoğlu, Y., Güdükbay, U., & Cetin, A. E. (2006). Computer vision based method for real-time fire and flame detection. *Pattern recognition letters*, 27(1), 49-58.

- [7] Celik, T., & Demirel, H. (2009). Fire detection in video sequences using a generic color model. *Fire safety journal*, 44(2), 147-158.
- [8] Stadler, A., Windisch, T., & Diepold, K. (2014). Comparison of intensity flickering features for video based flame detection algorithms. *Fire safety journal*, 66, 1-7.
- [9] Gaur, A., Singh, A., Kumar, A., Kumar, A., & Kapoor, K. (2020). Video flame and smoke based fire detection algorithms: A literature review. *Fire technology*, 56, 1943-1980.
- [10] Li, P., & Zhao, W. (2020). Image fire detection algorithms based on convolutional neural networks. *Case Studies in Thermal Engineering*, 19, 100625.
- [11] Khudayberdiev, O., Zhang, J., Elkhailil, A., & Balde, L. (2022, July). Fire detection approach based on vision transformer. In *International Conference on Adaptive and Intelligent Systems* (pp. 41-53). Cham: Springer International Publishing.
- [12] Kim, B., & Lee, J. (2019). A video-based fire detection using deep learning models. *Applied Sciences*, 9(14), 2862.
- [13] Taspinar, Y. S., Koklu, M., & Altin, M. (2021). Fire Detection in Images Using Framework Based on Image Processing, Motion Detection and Convolutional Neural Network. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 9(4), 171-177.
- [14] Wang, J., Zhang, T., Cheng, Y., & Al-Nabhan, N. (2021). Deep Learning for Object Detection: A Survey. *Computer Systems Science & Engineering*, 38(2).
- [15] Muhammad, K., Ahmad, J., Lv, Z., Bellavista, P., Yang, P., & Baik, S. W. (2018). Efficient deep CNN-based fire detection and localization in video surveillance applications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 49(7), 1419-1434.
- [16] Ahn, Y., Choi, H., & Kim, B. S. (2023). Development of early fire detection model for buildings using computer vision-based CCTV. *Journal of Building Engineering*, 65, 105647.
- [17] Wu, H., Hu, Y., Wang, W., Mei, X., & Xian, J. (2022). Ship fire detection based on an improved YOLO algorithm with a lightweight convolutional neural network model. *Sensors*, 22(19), 7420.
- [18] Fossum, E. R. (2023, June). CMOS image sensors just keep getting better. In *Advanced Photon Counting Techniques XVII* (p. PC1251201). SPIE.
- [19] Mikalsen, R. F., Lönnermark, A., Glansberg, K., McNamee, M., & Storesund, K. (2021). Fires in waste facilities: Challenges and solutions from a Scandinavian perspective. *Fire Safety Journal*, 120, 103023.
- [20] National Fire Chiefs Council (NFCC), 2022, web article: <https://www.ukfrs.com/guidance/fires-waste-sites>, visited on September 1, 2023.
- [21] Quinn, M. (2023), High number of facility fires in 2022 prompts renewed look at battery recycling efforts, web article: <https://www.wastedive.com/news/high-number-of-facility-fires-in-2022-prompts-renewed-look-at-battery-recyc/645682>, visited on September 1, 2023.

8 ABOUT THE AUTHORS

Maggy BAETENS

Received a Master degree in Applied Science – Physics from the University of Ghent, Belgium in 1998. She has over 12 years of experience as R&D Engineer, developing real-time video analytics for traffic analysis. In 2014, she specialized in Video Fire Detection as a fire safety product. Maggy is also active member in normalization commissions for VFD worldwide.

Maarten CALLENS

Receive a Ph.D. degree in Nuclear Physics at KU Leuven, Belgium in 2017. In 2017, he started as R&D Engineer Video Fire Detection. In his role, Maarten specialized in AI, Machine Learning and Deep learning techniques for video analytics. Maarten is also research coordinator and takes the lead in innovation and research projects in collaboration with universities.

PNÖMATİK TAŞIMA HATLARINDA KIVILCIM ALGILAMA VE SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Hayri Mutluoğlu

ÖZET

Endüstriyel tesislerde proses sonucu oluşan tozların bir sistem ile toplanarak bir kapalı hacimde biriktirilmesi gerekmektedir. Bu tozların pnömatik yolla kanallara taşınması sektörde en çok tercih edilen yöntemdir. Pnömatik olarak taşınan bu tozlarla birlikte oluşabilecek bir kıvılcım tesiste yangına veya patlamaya neden olabilir. Kıvılcım oluşumu genel olarak kullanılan ekipmanlar veya malzemelerde oluşan kirlilikten veya mekanik aksamaların sürtünmesinden meydana gelmektedir.

Üretimin durması, yüksek maliyetli maddi hasarlar ve en önemlisi insan hayatı riski yukarıda bahsi geçen yangın ve patlamaların sonuçlarındandır. Bu riskleri ortadan kaldırmak için pnömatik sistemlerde yangından korunma sistemi olarak uygulanabilecek en uygun yöntem uçan kıvılcımları izlemek ve gerektiğinde doğru yöntem ile söndürmektir. Yanıcı tozun ya da parçacığın içeriğine göre doğru algılama teknolojisi belirlenmeli ve risk oluşmadan bertaraf edilmelidir. Algılanan kıvılcımların tehlike boyutuna ulaşmadan uygun söndürme teknolojisi ile söndürülmesi riski ortadan kaldıracaktır. Kıvılcım söndürme yöntemlerinin en yaygın olarak kullanılanı su damlacık boyutlarının küçültülerek hacme uygulandığı su sisi yöntemidir. Söndürücü madde olarak suyun uygun olmadığı proseslerde ise temiz gazlı söndürme sistemi uygulanabilir.

Tüm bu yangın söndürme sistemleri uygulanırken aynı zamanda hava emişi sağlayan fanların da sistem tarafından otomatik olarak durdurulması ve gerekli uyarı cihazlarının aktif edilmesi gerekir.

Belirtilen sistemlerin komple uluslararası bir sistem sertifikasyonuna sahip olması, üretici tarafından gerekli eğitimleri almış ve sertifikalandırılmış yetkili kişiler tarafından kurulum, servis, bakım yapılması konuları da oldukça önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kıvılcım Algılama, Kıvılcım Söndürme, Erken Yangın Algılama, Yangından Korunma

SPARK DETECTION AND EXTINGUISHING SYSTEMS IN PNEUMATIC TRANSPORT LINES

ABSTRACT

In pneumatic transport facilities and mechanical conveying systems transporting combustible materials, flying sparks are time and again causing fires and explosions. As a rule, flying sparks are caused by the machines used or by material impurities. Production down times, extensive damage to property and hazards for human life are the result. To rule out this risk, it is necessary to monitor extraction systems for flying sparks and to safeguard them by spark extinguishing systems.

Highly sensitive electronic spark detectors constantly monitor the pneumatic conveyors and report any detected spark immediately to the spark detector control unit, which automatically and with minimal delay time activates the automatic extinguisher unit. Due to the high applied pressure, a fine water spray is produced in the pneumatic conveyor. As sparks must cross this spray, they are quickly and safely extinguished.

The water spray is maintained until the last detected spark has crossed the extinguishing area. After a safety period of 5 seconds, the extinguisher unit automatically returns to standby mode. Any subsequent spark emission can therefore be extinguished effectively and without delay.

Besides water, argon can be used as extinguishing agents. In special cases, throttle slide or spark separators may be required. However, the spark extinguishing system does not constitute a substitute for the necessary explosion protection on site.

Keywords: Spark Detection, Spark Extinguishing, Early Fire Detection, Fire Protection

1. GİRİŞ

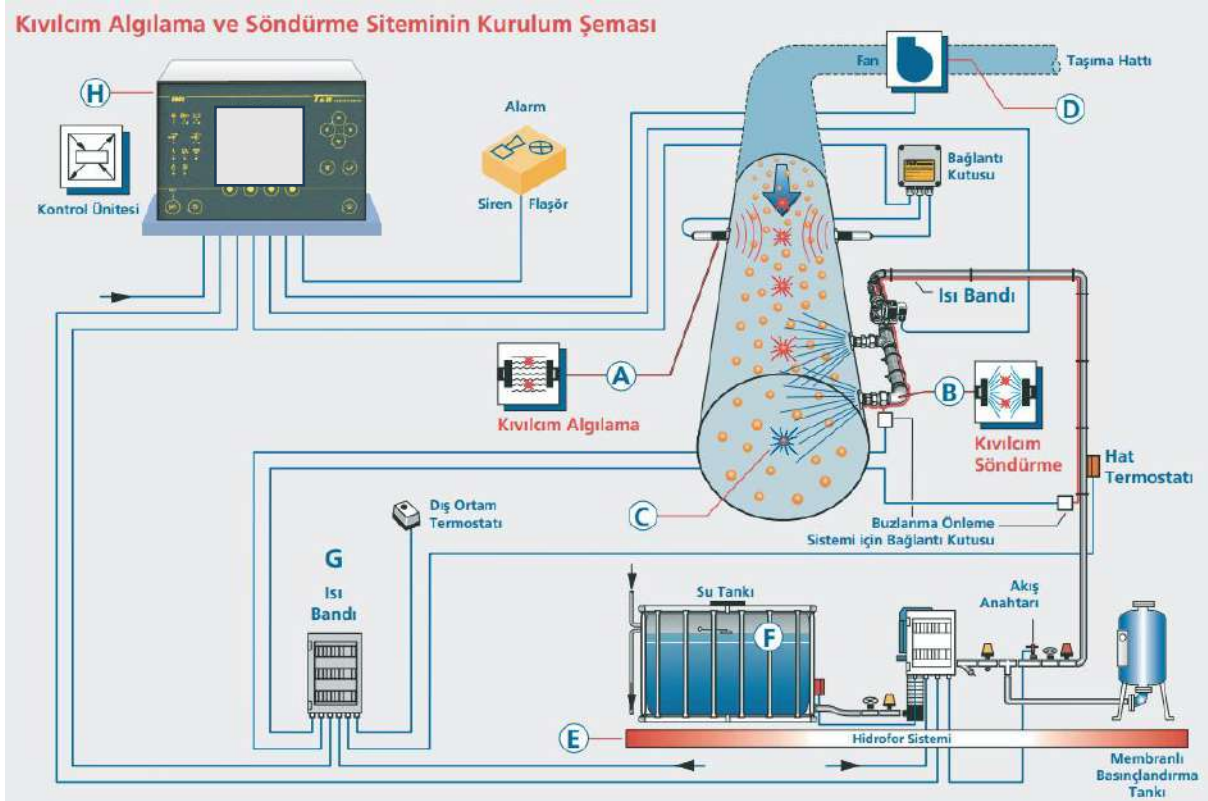
Taşıma hatlarındaki yangınlar çoğunlukla işletme ekipmanları tarafından üretilen kıvılcımlardan kaynaklanır. Kıvılcımlar, pnömatik konveyörler tarafından filtre ve silolara taşınarak yangın ve/veya patlamalara neden olabilirler. Bu durumların sonuçları olarak mevcut varlıklarda hasarlar ve personeller için riskler ortaya çıkmaktadır. Kıvılcım algılama ve söndürme sistemleri bu tür riskleri ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır.

İlgili proses şartlarına uygun olarak seçilmiş son derece hassas kıvılcım dedektörleri sürekli olarak taşıma hatlarını izler. Tespit edilen kıvılcımları minimum gecikme süresi ile birlikte otomatik söndürme ünitesini etkinleştiren kontrol ünitesine derhal rapor eder. Özel nozullar vasıtası ile uygulanan yüksek basınç pnömatik konveyörde ince bir su perdesi üretir. Kıvılcımlar bu su perdesi hattından geçerken hızlı ve güvenli bir şekilde söndürülürler. Su spreyi (su sisi), son algılanan kıvılcımın söndürme bölgesini geçene kadar devam eder. 5 saniyelik bir güvenlik süresinden sonra yangın söndürme ünitesi otomatik olarak bekleme moduna döner. Bundan sonraki herhangi bir kıvılcım algılanması durumunda sistem tekrardan devreye girer ve etkin bir şekilde gecikme olmadan söndürme işlemi başlar.[1]

Kıvılcım algılama ve söndürme sistemleri son yıllarda hızlı bir şekilde gelişimini sürdürmektedir. Bu teknolojik gelişimin sayesinde çeşitli alanlarda kullanım oranı da artmakta ve birçok endüstride karşımıza çıkmaktadır. Yangın algılama ve söndürme sistemlerinde kıvılcım algılama teknolojisinin kullanılması da NFPA ve VdS gibi uluslararası standartlarda yerini çok uzun süre önce almıştır. Özellikle orman endüstrisi, geri dönüşüm ve atık endüstrisi, yanıcı ve parlayıcı maddelerin pnömatik veya mekanik olarak taşındığı her endüstride bu teknoloji kullanılmakta ve kendini kanıtlamış başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır.

2. TEKNOLOJİ

Tam otomatik kıvılcım söndürme sistemleri kıvılcım dedektörleri, kontrol paneli ve otomatik söndürme ünitelerinden oluşur. Taşıma sisteminin kanallarında oluşan ve yol alan kıvılcımlar, kanalın çeperine monte edilen kızılötesi kıvılcım dedektörleri tarafından anında tespit edilir. Kıvılcım dedektörü kontrol paneline bir sinyal gönderir ve bu sinyal daha sonra otomatik söndürme ünitesinin selenoid valfini tetikler ve aynı anda sesli bir alarmı etkinleştirir. Söndürme suyu milisaniyeler sonra salınır ve stratejik olarak yerleştirilmiş ve düz püskürtme nozulları aracılığıyla kanala enjekte edilerek kanalın tüm kesitini kaplayan bir su perdesi oluşturulur. Mekanik kıvılcımlar, korlar ve parlayan köz parçacıkları su perdesine takılır ve sönmülenir. Daha fazla kıvılcım tespit edilmemesi durumunda bu işlemin hemen ardından selenoid valf otomatik olarak kapanır ve çevrim tamamlanmış olur. Pahalı duruş sürelerini ortadan kaldırmak adına kıvılcım algılama ve söndürme süreçlerinin tamamı üretimin devam ettiği esnada aktif olarak çalışabilmektedir. Potansiyel ateşleme kaynaklarının yoğunluğuna ve kıvılcım sayılarına bağlı olarak korunan ekipmanın ya da hatların otomatik olarak kapatılması da mümkündür. [2]



Şekil 1: Kıvılcım Algılama ve Söndürme Sisteminin Temel Mimarisi

3. SİSTEMİN ÖNEMLİ BİLEŞENLERİ

3.1 KIVILCIM DEDEKTÖRÜ / KIVILCIM ALGILAMA

Kıvılcım dedektörleri kızılötesi radyasyona tepki verirler ve kontrol paneline bir sinyal gönderirler. Gün ışığına duyarlı ve gün ışığına duyarsız olmak üzere iki çeşit kıvılcım dedektörü mevcuttur.

Dedektörlerin sınıflandırılması:

- Gün ışığına duyarlı dedektör (algılama aralığı 1,3 μm 'nin altında)
- Gün ışığına duyarsız (gün ışığından etkilenmeyen) dedektör (algılama aralığı 1,3 μm 'nin üzerinde)

Ortam koşulları dikkate alınarak kıvılcım tespitinin en güvenilir seviyede olması için mümkün olan en yüksek hassasiyete sahip kıvılcım dedektörleri seçilmelidir.

Gün ışığına duyarlı dedektörler yalnızca karanlık ve kapalı konveyör hatlarında kullanılabilir. Gün ışığına duyarlı olmayan dedektörler için bu gerekli değildir çünkü hassasiyetlerinin ortam koşullarına uyarlanması gerekir. Taşınan malzemenin dedektör optiklerini kabul edilemez derecede kirlenmesi halinde, otomatik temizleme, otomatik hava püskürtme, kirlilik izleme gibi uygun teknik veya organizasyonel önlemler sağlanmalıdır.

3.2 DEDEKTÖRLERN KONUMLANDIRILMASI

Kıvılcım dedektörleri potansiyel kıvılcım üretim noktalarının akışı doğrultusunda konumlandırılmalıdır (örneğin fanların arkasına).

Kıvılcım dedektörleri, konveyör hattının/ekipmanının geometrisine bağlı olarak tüm kesiti denetleyecek şekilde, ancak kendileri mümkün olduğunca az kirlenmeye neden olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Bu aynı zamanda konveyör hattının/ekipmanının alt tarafında yoğun bir birikme

meydana geleceğinden bu alanlara dedektör montajı yapılamayacağı anlamına da gelmektedir. İzlenecek her kesite kıvılcım tespiti için en az iki sensör elemanı takılmalıdır. Kıvılcım dedektörleri güvenli ve kolay erişilebilir konumlarda olmalıdır.

3.3 SÖNDÜRME TERTİBATI

Söndürme tertibatları asgari olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşmalıdır.

- küresel vana
- pislik tutucu
- selenoid valf
- borular ve bağlantı parçaları
- püskürtme nozulları
- akış ve basınç izleme anahtarı
- su kaçağı dedektörü

tüm bu bileşenlere kolayca ve güvenli bir şekilde erişilebilir olmalı ve yetkisiz erişime karşı emniyete alınmalıdır.[3]

4. KIVILCIM ALGILAMA VE SÖNDÜRME SİSTEMİNİN ULUSLARARASI STANDARTLARDAKİ YERİ

Kıvılcım algılama ve söndürme sistemlerinin geçmişi, 1974 tarihli Federal Kirlilik Önleme Yasasının (BlmSchG) ahşap bazlı malzeme endüstrisinde egzoz ve toz giderme sistemlerinin kullanılmasını zorunlu kıldığı yetmişli yılların başlarına kadar uzanır.[4]

Kıvılcım algılama ve söndürme sistemleri yangın veya patlamaları önlemenin yöntemlerinden biridir. Bu sistemin direkt bir patlama ile baş etmesi amaçlanmamıştır; daha ziyade kıvılcımları ve yanan közleri ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. Ancak patlamaların beklenebileceği durumlarda kıvılcım söndürme sistemleri, ürün saptırma, patlama tahliyesi, patlamayı bastırma ve yağmurlama koruması gibi diğer koruyucu sistemlerle birlikte kullanılmalıdır. Kıvılcım söndürme sistemleri ve patlamayı bastırma, NFPA 68 ve NFPA 69'da ele alınmaktadır.[5][6]

FM kısaltmasıyla bilinen Factory Mutual kuruluşu kıvılcım algılama ve söndürme sistemlerini "FM3265 – American National Standard for Spark Detection and Extinguishing Systems" adındaki standart ile değerlendirmektedir. Yine aynı standart altında kıvılcım algılama ve söndürme sistemleri için test ve sertifikasyon gereklilikleri belirtilir.[7]

Alman standardı olan VdS ise bu konuyu "VdS 2106en:2021-05 / Spark Detection, Spark Separation and Spark Extinguishing Systems, Planning and Installation" adlı standart içinde detaylıca ele almaktadır.[8]

5. UYGULAMA ALANLARI

Yanıcı maddelerin işlendiği veya kullanıldığı, taşındığı, filtrelendiği veya kurutulduğu her yerde kıvılcım veya sıcak parçacıkların neden olduğu yangın ve patlama tehlikesi mevcuttur. Kıvılcım algılama ve söndürme sistemi yangınları ve toz patlamalarını önleyebilir.

Başlangıçta MDF üretimi, sunta üretimi, OSB üretimi, kontrplak üretimi başta olmak üzere ahşap endüstrisi için geliştirilen güvenlik konsepti günümüzde tüm üretici endüstrilere aktarılabilen ve yaygın olarak kullanılabilir. [9]

Geri Dönüşüm Endüstrisi, Pelet Yakıt Üretimi, Gıda Endüstrisi, Kimyasal Endüstri, Tekstil Endüstrisi, Metal Endüstrisi, Mobilya Endüstrisi, Enerji İstasyonları, Kağıt Hamuru ve Kağıt Endüstrisi, Hayvan Yemi, Tütün Endüstrisi, Hijyen Endüstrisi, Otomotiv Endüstrisi, Frezeleme (taşlama), Lastik Geri Dönüşümü, Un Üretimi, Şeker Endüstrisi, Kahve Endüstrisi, Kakao Endüstrisi, vb.

6. SONUÇ

Kıvılcım algılama ve söndürme sistemleri ile yangın ve patlamalardan korunma teknolojisi çok eskiye dayanmamakla birlikte son yıllarda hızlı bir gelişim göstermektedir. Çok erken fazda algılama ihtiyacı kıvılcım algılama sistemlerinin yangın sistemleri içerisinde de hızlıca ilerleyeceğini ortaya koymaktadır. Kızılötesi algılama teknolojisini kullanan dedektörler vasıtası ile tespit edilen kor, köz ve kıvılcımların farklı algoritmalar ile değerlendirilmesi sonucu yangın kararının verilmesi prensibine dayanan teknoloji uluslararası standartlarda uzun süredir mevcut. Kullanım alanlarının yaygınlığı ve erken algılama sistemlerine iyi bir alternatif olması nedeniyle önümüzdeki süreçte ülkemizde daha yaygın kullanım oluşturacağı aşikardır. Avrupa standartlarında da yer bulması sebebi ile sistem daha hızlı bir yayılım göstererek taşıma ve malzeme nakil hatlarındaki en önemli algılama çözümlerinden biri olarak klasik sistemler arasında yerini alacaktır.

KAYNAKLAR

1. "VdS 2106: Richtlinie über Anforderungen, Empfehlungen für Planung und Einbau von Funkenlöschanlagen". Archived from the original on 12 April 2016.
2. NFPA 654–2006 AMD 2010 Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids".
3. VdS 2106en: 2021-05: Richtlinie über Anforderungen, Empfehlungen für Planung und Einbau von Funkenlöschanlagen".
4. BGI 560 Vorbeugender Brandschutz
5. NFPA 68, Guide for Venting of Deflagrations
6. NFPA 69, Standard on Explosion Prevention Systems
7. FM3265 – American National Standard for Spark Detection and Extinguishing Systems
8. "VdS 2106:en: 2021-05 Spark Detection, Spark Separation and Spark Extinguishing Systems
9. BGI 739 Holzstaub. Archived from the original on 21 February 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Hayri MUTLUOĞLU

2008 yılında Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünden mezun olmuş, 2017 yılında da İstanbul Bilgi Üniversitesinde İşletme Yüksek Lisans Programını bitirmiştir. 2008 yılında Akbil Endüstriyel Kontrol Sistemleri A.Ş. 'de Proje Uygulama Mühendisliği, 2010-2012 yıllarında Botek Otomasyon Ltd.'de Proje Mühendisliği, 2012-2014 yıllarında ABB Elektrik A.Ş. 'de Servis Mühendisi, 2014-2015 yıllarında ABB Elektrik A.Ş. 'de Servis Koordinatörü, 2015-2017 yıllarında ABB Elektrik A.Ş. 'de Kağıt ve Demir Çelik Sektörlerinden Sorumlu Satış Müdürlüğü, 2017-2019 yıllarında Fike Terkiye Ltd. firmasında Bölge Satış Müdürlüğü görevlerini yapmıştır. 2019 yılından itibaren Elva Mühendislik Ltd. Şti. firmasında Yangından ve Patlamadan Korunma Sistemleri Satış Müdürü olarak görevini sürdürmektedir.

FİBER OPTİK DOĞRUSAL YANGIN ALGILAMA (FO-LFD)

Richard Kluth
Ahmet Levent Ceylan

ÖZET

Fiber Optik Doğrusal Yangın Algılama Teknolojisinin endüstriyel yangın algılama uygulamalarındaki kullanımı hızla artmaktadır. Bu başlık altında hazırlanan makale aşağıdaki konuları kapsayacaktır: Kısaca DTS olarak adlandırılan Dağıtılmış Sıcaklık Algılama teknolojisi, fiber optik sensor kablo üzerinde oluşan harmonik ışık dalgalarının Raman frekanslarını analiz eder, >10km'lik menzil boyunca her bir metrede sıcaklık bilgisi sağlar. DTS'in ölçülediği sıcaklık verilerinin çözünürlüğü 0,1°C kadar doğrudur, böylelikle DTS' in akıllı alarm algoritmalarını kullanarak yangın algılamada çok yüksek düzeyde güven ile erken algılama yapabilmesine olanak sağlar. Ayrıca DTS, bu değerli sıcaklık verilerini Modbus protokolünü kullanarak İşletmedeki diğer ElektroMekanik Sistemlerle (havalandırma, jetfan, giriş/çıkış kontrolleri, endüstriyel otomasyon kontrolleri,) entegre etmek için kullanır. DTS, her bir metrede veri noktasına sahip olması sayesinde tüneller, yüksek tavanlı geniş üretim alanları, depolar, enerji altyapı kablo galerileri vb. endüstriyel tesislerde geniş koruma alanı sağlamaktadır.

DTS' in kullanımı sırasında işletmelere sağladığı başka pratik avantajları da vardır. Bunlar içinde en önemlileri EMI'ye karşı bağımsızlığı olan, aşındırıcı olmayan, sahada herhangi bir elektrik veya elektronik cihaz kullanılmasına ihtiyaç olmadan ve herhangi bir ilave güç kaynağı, elektriksel devre ve elektronik sinyal kullanmayan, çok uzun kullanım süresine sahip, düşük yatırım ve işletme maliyeti ile sahada montajı basit olan sadece tek bir pasif fiber optik kabloya ihtiyaç gösterir. Sistemde bozulma ihtimali olan hareketli veya mekanik parçalar kullanılmaz. Bu nedenle diğer yangın algılama teknolojilerinin sorun yaşadığı mesela toz partikülleri, nemli ortam ve daha bir çok zor çalışma şartları altında bile sorunsuz çalışır. Bahse konu teknoloji Uluslararası standartlara (EN54, NFPA, UL, ISO) da uygundur. 3. Parti Uluslararası laboratuvarlardan alınmış onay sertifikası (VdS, UL) vardır.

Anahtar Kelimeler; Fiber Optik Algılama, Doğrusal Sıcaklık Algılama, Yangın Algılama, Raman harmonik ışık dalgaları, DTS, Dijital Teknoloji, Akıllı Alarm

FIBER OPTIC LINEAR FIRE DETECTION (FO-LFD)

ABSTRACT

Fiber Optic Linear Fire detection technology is rapidly growing within industrial fire detection applications. This paper will cover the following topics:

The technology is called Distributed Temperature Sensing (DTS) and the DTS analyses the Raman frequencies of the back scattered light using fiber optic sensor cable and provides temperature information every 1m along the length to distances >10km. The temperature data is accurate (resolution 0.1°C) and enables the DTS to use smart alarm algorithms to provide early detection with a high level of confidence for fire detection. Also, the systems are able to integrate the temperature data using

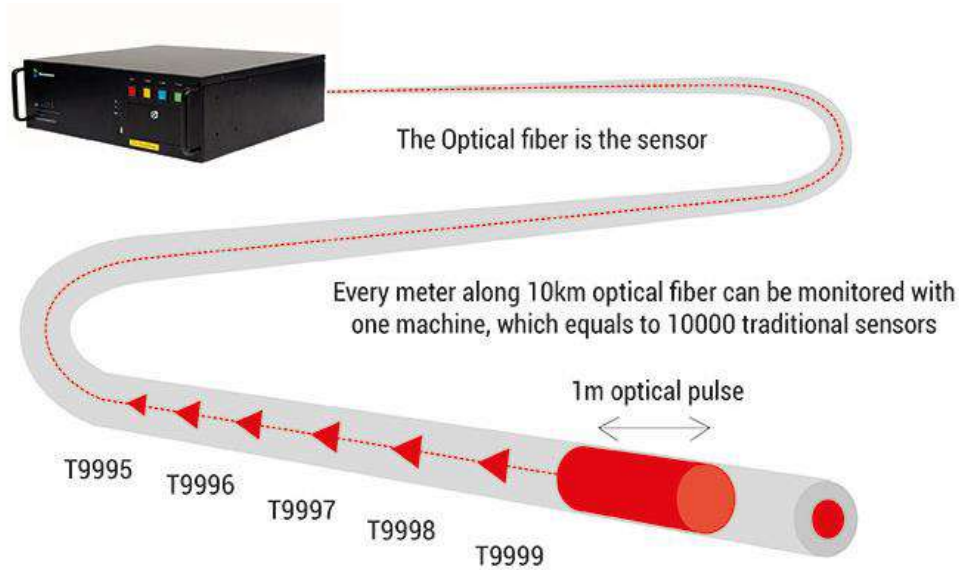
standard industrial protocols (Modbus) to integrate this valuable temperature data with other systems (ventilation, access controls, industrial controls, lighting). As the DTS has data points every 1m this provides large volumetric coverage making it suitable for large industrial applications (tunnels, manufacturing, warehouses, power infrastructure etc.)

DTS has other practical advantages. It is based on a single passive cable that is immune to EMI, non-corrosive, requires no in-field power or communications and is simple to install with long lifetime and low cost of ownership. It has no moving parts or orifices and so functions in harsh environments, where other technologies have issues with particulates and humidity. The technology conforms with international standards (EN54, UL, ISO)

Key Words Fiber Optic Sensing, Linear Heat Detection, Raman backscatter, DTS, digital technology, smart alarms

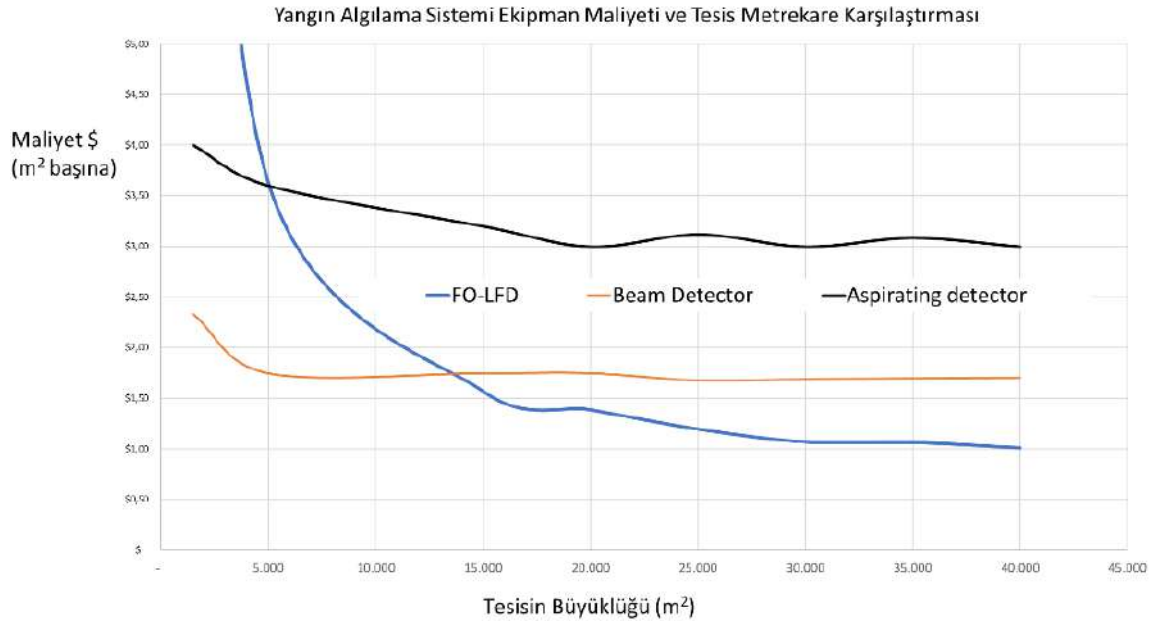
GİRİŞ

FO-LFD, aşağıdaki bölümlerden birinde açıklanan Raman Optik Zaman Alanı Reflektometrisini (OTDR) kullanan Dağıtılmış Sıcaklık Algılama (DTS) adı verilen bir teknolojiye dayanmaktadır. Özetle DTS sistemi fiber optik kabloları tüm fiber kablo uzunluğu boyunca sıcaklığa duyarlı hale getirme özelliğine sahiptir. Bireysel algılama noktaları gerekmediği ve çok basit bir kurulum olduğu için, özellikle geniş alana sahip binalar ve tesislerdeki uygulamalar için son derece uygun maliyetli bir kurulum çözümü sağlar.



Şekil 1 - DTS sistemlerine genel bakış

Farklı yangın algılama teknolojilerinin tesis metrekare alan boyutuna göre maliyetlerini gösteren grafik eğrileri aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 2 - FO-LFD'nin maliyeti, ışın dedektörü (Beam detector) ve Aktif Hava Emmeli Duman Algılama dedektör (Aspirating detector) ile tesis büyüklüğü karşılaştırması

Bu ticari avantajlara ek olarak, fiber optik DTS sistemlerinin diğer faydaları genel olarak 3 kategoriye ayrılabilir: 1) fiziksel sağlamlık, 2) kurulum kolaylığı ve 3) gelişmiş bilgi.

1. Fiziksel Sağlamlık: Yukarıda belirtildiği gibi algılama kablosu MM (multimode) fiber optik kablodan yapılmış olup tamamen pasif bir sensördür. Herhangi bir delik ve hareketli parça içermediğinden çevresel faktörlerden etkilenmez. Buna toz ve partiküller dahildir ve aynı zamanda korozyona ve Elektromanyetik Girişime (EMI) ve EMI girişimine karşı dayanıklıdır. Bu sağlamlık, onu geleneksel sistemlerin yukarıdaki faktörlerden etkilendiği endüstriyel yangın algılama uygulamaları için ideal bir çözüm haline getirmiştir. FO-LFD kablolarının tasarım ömrü tipik olarak 30 yılı aşmaktadır ve 50 yıldan daha önce kurulmuş olan ve halen çalışmakta olan fiber optik kablolarının örnekleri bulunmaktadır.

2. Kurulumun Basitliği: FO-LFD tipik olarak tek bir sorgulayıcı denetim ünitesi ve algılama kablosu içerdiğinden kurulumu çok kolaydır. Algılama kablosu, saha içi lokal güç kaynağı ve ek iletişim kablolarına, bağlantılarına (veya sahada bireysel adresleme kullanılmasına) ihtiyaç duymaz. Ayrıca kablo uzunluğu boyunca her yeri 1m aralıklarla algıladığı için sistem tasarımı daha basittir. Fiber algılama kablosu hafiftir, esnektir ve kullanımı ve kurulumu kolaydır. Fiberin ek yapılması ihtiyacında genellikle yerel bir telekom yüklenicisi bulmak veya dahili personeli eğiterek bu ek işlemi yapmak kolaydır. Algılama kablosu tipik olarak -40°C ila 85°C arasında ölçüm yapar ve bu nedenle çoğu ortamda herhangi bir bozulma olmadan çevre sıcaklığından etkilenmeden çalışmaya devam eder.

3. Gelişmiş Bilgi: DTS, fiber kablonun tüm uzunluğu boyunca tüm noktalarda hassas sıcaklık bilgisi elde eder ve bu da kullanıcının sistemden tipik bir yangın algılama sistemine göre çok daha fazla bilgi almasına olanak tanır. İlk olarak sistem, yangınların daha erken tespit edilmesine olanak tanıyan akıllı alarmları (maksimum sıcaklık, sıcaklık artış hızı ve sıcaklık ortalamasından sapmaya dayalı olarak) programlama yapılmasına olanak tanır. Sistem, yazılım ile tanımlanan ve yapılandırılan bölgelere (zonlara) bölünebilir. Her bölge, o bölümün ortamına göre yönetilebilir; bu özellik, DTS üzerinde tanımlanan her bölgeyi hem erken tespit edecek hem de birkaç farklı parametre kullanılarak yanlış alarmları önleyecek şekilde özelleştirilebileceği anlamına gelir. DTS'in ölçtüğü ortamdaki tüm sıcaklık bilgileri aynı zamanda diğer 3. Parti sistemlere de aktarılabilir (örn. havalandırma sistemleri, jet-fan üniteleri, üst bina yönetim sistemleri-Scada). Daha sonraki bir bölümde bu konuda daha fazla ayrıntı verilmektedir.

Fiber Optik Doğrusal Yangın Algılama Uygulamaları

FO-LFD ilk olarak 1980'lerin sonlarında yangın algılama uygulamaları için kullanıldı. O zamanlar teknoloji maliyetliydi ve bu nedenle karayolu ve demiryolu tünelleri gibi büyük ölçekli altyapı projeleriyle sınırlıydı.

Evolution of Fiber Optic LFD



Şekil 3 - Fiber Optik Doğrusal Yangın Algılamanın Gelişimi

Teknoloji olgunlaştıkça ve hem telekomünikasyon teknolojisi devrimindeki hem de bilgi işlem gücündeki ilerlemelerden faydalandıkça, FO-LFD sistemlerinin gelişmesine çeşitli şekillerde fayda sağladı. Maliyetlerdeki düşüşün yanı sıra BT ve telekomünikasyon trendlerini takip ettiler ve sistemler daha güvenilir hale geldi ve denetim ünitelerinin (DTS) boyutları daha küçük hale geldi. Ayrıca, bilgi işlem gücü arttıkça, ileri düzeydeki kullanıcılar verileri çok daha etkili bir şekilde yönetebilir ve görselleştirebilir hale geldi. Sistemler geliştikçe diğer uygulamalara da yayıldılar. Bu yazının yazıldığı sırada FO-LFD, aşağıdakileri içeren ancak bunlarla sınırlı olmayan çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır:

- Yol (tüneller, kablo galerileri)
- Demiryolu (tüneller, yürüyen merdivenler, istasyonlar, kablo galerileri)
- Depo ve ambar (tavan seviyesi, raf, soğuk hava deposu, güç kablolarının izlenmesi)
- Üretim tesisleri (tavan seviyesi, güç kabloları, enerji altyapısı, taşıma bantları, Ex bölgeler, diğer özel yerler)
- Yiyecek hazırlama tesisleri (fırın, kazan, soğuk hava deposu, boş asma tavan içi, yükseltilmiş döşeme altı)
- İlaç fabrikaları (boş asma tavan içi, yükseltilmiş döşeme altı, depo rafları, tavan seviyesi, soğuk hava deposu, güç kabloları, enerji altyapısının izlenmesi)
- Madencilik (taşıma bantları, enerji altyapısının izlenmesi)
- İnşaat sektörü (konveyör bantları, enerji altyapısının izlenmesi, elektrik ve mekanik tesisat izleme)
- Rafineriler (tank izleme, güç kabloları, elektrik ve mekanik tesisat izleme)
- Enerji tesisleri (GES, RES, BiyoEnerji, HidroElektrik, Baraj)
- Otoparklar (tavan seviyesi, kablo galerileri, elektrikli araç şarj altyapısı..)



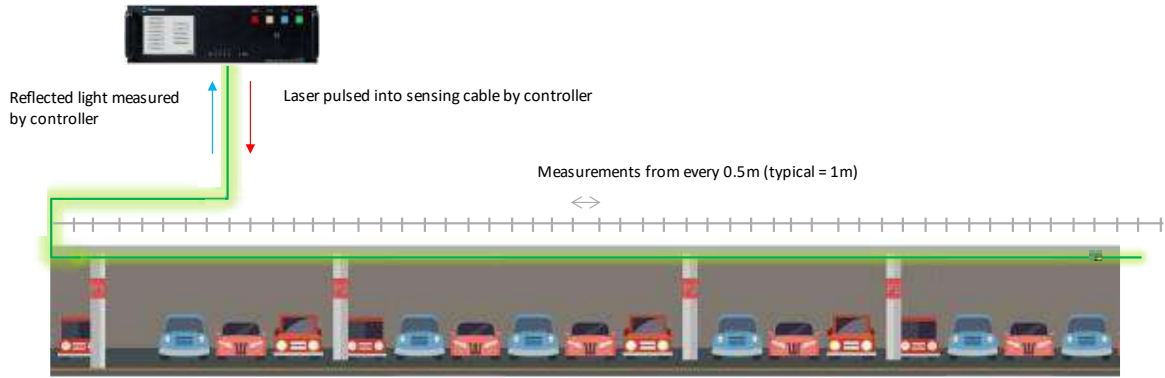
Şekil 4 - Endüstriyel uygulamalara örnek

Tipik olarak, belirli bir yangın algılama uygulamasına dahil edilen FO-LFD'ye giden yol, performans gösteremeyen mevcut başka bir teknolojinin değiştirilmesini takip eder. Bu genellikle yüksek seviyede partikül, toz veya nem bulunan ortamlarda meydana gelir. Toz/partiküller/nem genellikle delikleri ve portları, koruma noktası dedektörlerini, ışınları veya algılama elemanlarını tıkar veya elektronik aksama müdahale eder. Sahadaki FO-LFD elemanı (fiber kablo) tamamen pasif olduğundan bu çevresel faktörlerden etkilenmez.

Sensörleri yani fiber kabloyu sahada yerleştirdikten ve montajını tamamladıktan sonra kullanıcı genellikle FO-LFD'nin aşağıdakiler de dahil olmak üzere ek avantajlarını keşfeder:

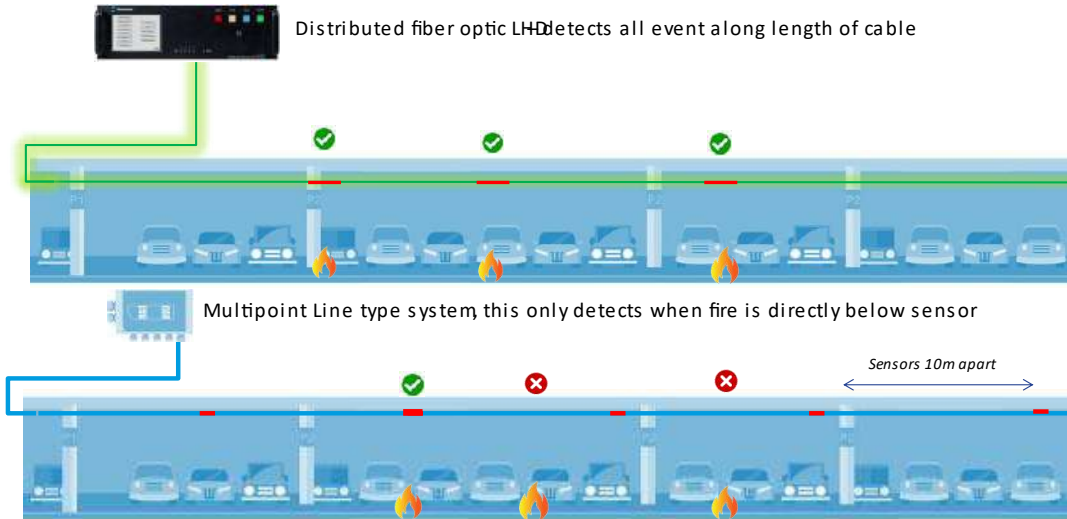
- Kapsama alanını artırır (tüm fiber kablo boyunca hassas algılama yapar)
- Daha erken algılama yapar (akıllı alarmlar sistemin daha erken alarm tetiklemesini sağlar)
- Daha düşük seviyelerde yanlış alarm verir (her bölge sanal programlama ile kullanıldığı ortama uygun olarak özelleştirilebilir)
- İleri bilgiler sunar (havalandırma, soğutma vb. için kullanılacak anlık ve gerçek sıcaklık verilerini sağlar)
- Gelişmiş grafiksel görsel sunar (yazılım ile tüm noktaların bir harita veya şema üzerinde temsil edilmesine olanak tanır)

Tespit edilmiştir ki birden fazla tesise sahip son kullanıcılar daha sonra sırasıyla diğer tesislerine de FO-LFD sistemini yaymaktadırlar. Komşu tesislerin de bu sistemin faydalarını duymasıyla bölgelerde FO-LFD kullanımında hızla artış görülmektedir. Bölgesel yangın ve proje danışmanları da teknolojiye aşina hale geldilçe ve geleneksel sistemlerin (örn. Noktasal yangın dedektörleri, Hava emmeli dedektörler, Bakır doğrusal ısı kabloları ve Işın tipi duman dedektörleri) yerine FO-LFD teknolojisini tavsiye etmeye başlamışlardır.



- » System works on time of flight principle – similar to radar
- » The fiber is the cable – no dedicated sensors required
 - » Complete coverage along the ENTIRE cable length
 - » Simple installation and planning

Şekil 5 - Otoparkta FO-LFD prensibi örneği



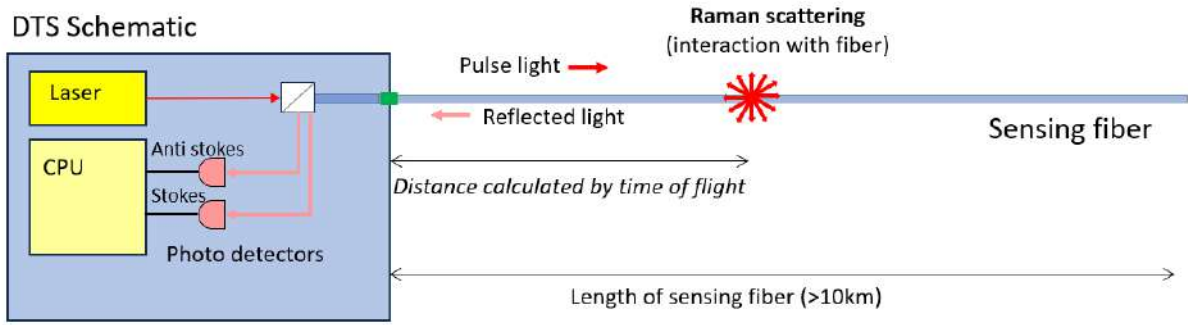
Şekil 6 - Dağıtılmış sensörlerin nokta sensörlere karşı prensibi

DTS Teknoloji Prensibi

Raman Optik Zaman Alanı Reflektometrisi (OTDR), DTS teknolojisinin ve fiber optik doğrusal ısı algılamanın merkezinde yer alır. Stokes ve anti-Stokes saçılımını temel alan Raman saçılımı ilkelerini kullanan bu olaylar, bir optik fiber boyunca sıcaklık değişikliklerinin nasıl doğru bir şekilde ölçülebileceğini anlamak için temeldir.

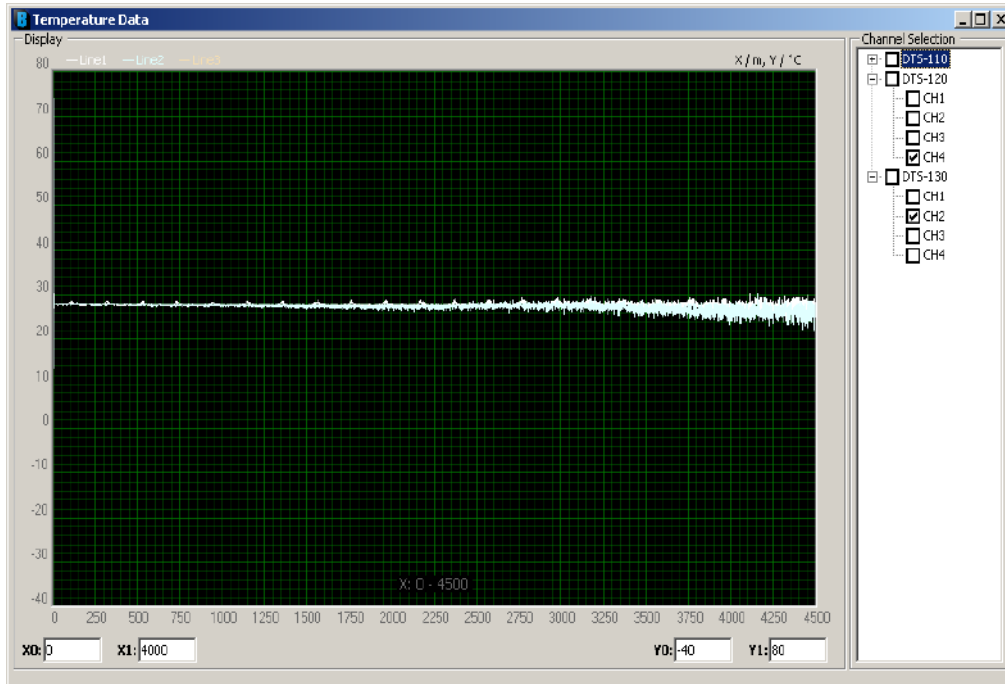
Fiberin içine DTS ünitesi tarafından bir lazer atımı gönderilir ve bu lazer ışığı ışık hızında yayıldıkça, Raman etkisi nedeniyle atımın enerjisinin küçük bir kısmı dağılır. Saçılma, fiber uzunluğu boyunca meydana gelir ve yansıyan ışık, fiber uzunluğu boyunca DTS ünitesine geri döner.

Saçılan bu fotonların yoğunluğu ölçülür ve analiz edilir; böylece fiber boyunca farklı noktadaki sıcaklık değişimlerinin belirlenmesi sağlanır. Stokes ve Stokes karşıtı sinyallerin frekans kaymaları, sıcaklıkla ilgili önemli bilgiler sağlar. Raman ve OTDR sistemleri, saçılan ışığın yoğunluğunu ve frekansını karşılaştırarak sıcaklık değişikliklerini yüksek çözünürlükle hassas bir şekilde hesaplayabilir.



Şekil 7 – DTS'deki Raman ve OTDR ilkeleri

Stokes ve anti-Stokes saçılımı arasındaki karmaşık etkileşim, Raman ve OTDR'nin fiber uzunluğu boyunca ayrıntılı bir sıcaklık profili oluşturmasına olanak tanır. Ortaya çıkan bir yangın veya diğer ısı kaynakları nedeniyle sıcaklık değiştiğinde, bu saçılma süreçleri, olayın gerçekleştiği yer ve zamanda sıcaklık değişiminin tam yerini ve yoğunluğunu belirlemek için yorumlanabilecek farklı sinyaller üretir.



Şekil 8 - DTS sistemindeki sıcaklık takibi örneği

Akıllı Bölge (Zon) ve Akıllı Alarmlar

Daha önce de belirtildiği gibi, bu teknolojinin en önemli avantajlarından biri hem akıllı bölgeler hem de akıllı alarmlar oluşturabilme yeteneğidir. Bu bölüm, bu yazılım tabanlı algoritmaların yapılandırılması ve yetenekleri hakkında daha özel ayrıntılar vermektedir.

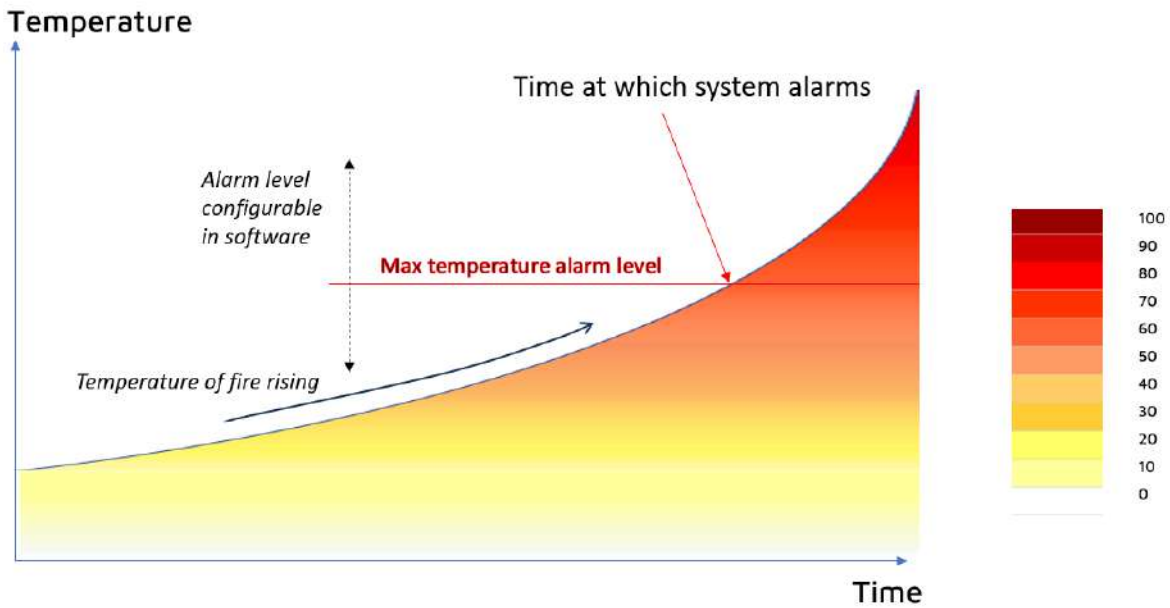
Akıllı Bölge (Zon): FO-LFD ile bölgeler tamamen yazılımda tanımlanır ve yapılandırılır ve sahadaki donanımdan bağımsızdır. Akıllı bölgeler genellikle aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- **Bölgenin başlangıcı ve bitişi:** Bu, bölgelerin aralığını ayarlar. Bu, en küçük aralıktan (örneğin 1m) kablunun tüm uzunluğuna kadar (10.000m) olabilir. Ancak bunlar genellikle kurulumdaki fiziksel bir bölüme eşleşecek şekilde yapılandırılır (örneğin, bir oda veya bir dizi raf olabilir). Yazılım genellikle bunu sezgisel bir şekilde adlandırmanıza olanak tanır. Sisteme bağlı olarak tipik olarak birim başına 50 ila 1.000 bölge tanımlanabilir. Tipik olarak bölgeler birbirinden bağımsız olabilir veya gerekirse üst üste gelebilir (bu, sonraki bölümde görülebileceği gibi gelişmiş entegrasyon için yararlı olabilir).

- *Bölge içindeki alarm türleri:* Bölgeler tanımlandıktan sonra, her bölge içinde hangi alarmların yapılandırıldığına da tanımlanması gerekir. Bunlar alarm veya ön alarm olarak atanabilir ve denetim ünitesinde mevcut olan Akıllı Alarmlar arasından seçim yapılabilir.

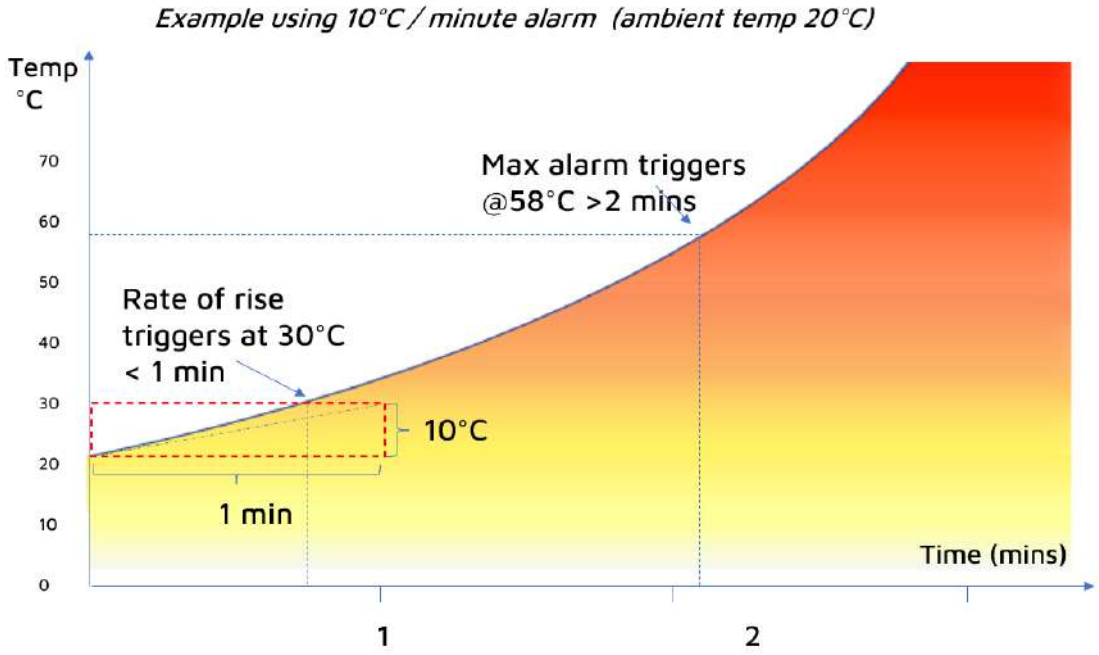
Akıllı Alarmlar: Mümkün olduğu kadar erken alarm vermek ve aynı zamanda yanlış alarm olasılığını en aza indirmek amacıyla her bölge için optimize edilebilecek çok sayıda farklı programlanabilir alarm vardır. Bu akıllı alarmlar genel olarak 3 farklı tipten oluşmaktadır.

1. **Maksimum Sıcaklık:** Bu, geleneksel alarm türlerine en çok benzer ve yangının sıcaklığı tetikleme değerini aştığında tetiklenir. Bununla birlikte, her bölge için tamamen programlanabilir ve böylece kullanıcı o özel bölgeye uygun olan seviyeyi ayarlayabilir (örn. daha sıcak ortamlar için daha yüksek bir seviyeye veya tam tersi). Genellikle tek bir bölge için birden fazla seviye ayarlanabilir, böylece aynı bölge için de ön alarmlara sahip olabilirsiniz. Tipik olarak bu, ortam sıcaklığının yaklaşık 30°C üzerine ayarlanır (örneğin, EN54-22 için +29°C üzerine gerekliliktir).



Şekil 9 - Programlanabilir maksimum alarm prensibi

2. **Artış hızı:** Artış hızı genellikle maksimum sıcaklıktan daha erken tetiklenir ve böylece en hızlı tepkiyi sağlar. Artış hızı ile belirli bir zaman diliminde meydana gelen sıcaklık değişiminin miktarı programlanabilmektedir. Çoğunlukla bu, 10°C/dakika aralığına ayarlanır (aralık çoğunlukla 7 ila 13°C/dakikadır). Bu, alarmın, maksimum sıcaklık alarmından çok daha düşük olan ortamın yaklaşık 10°C üzerinde tetiklenebileceği anlamına gelir. Bununla birlikte, bu artış oranı, sıcaklıktaki doğal dalgalanmalar nedeniyle meydana gelen tipik oranlardan daha yüksektir ve bu nedenle yanlış alarmlara neden olmaz.

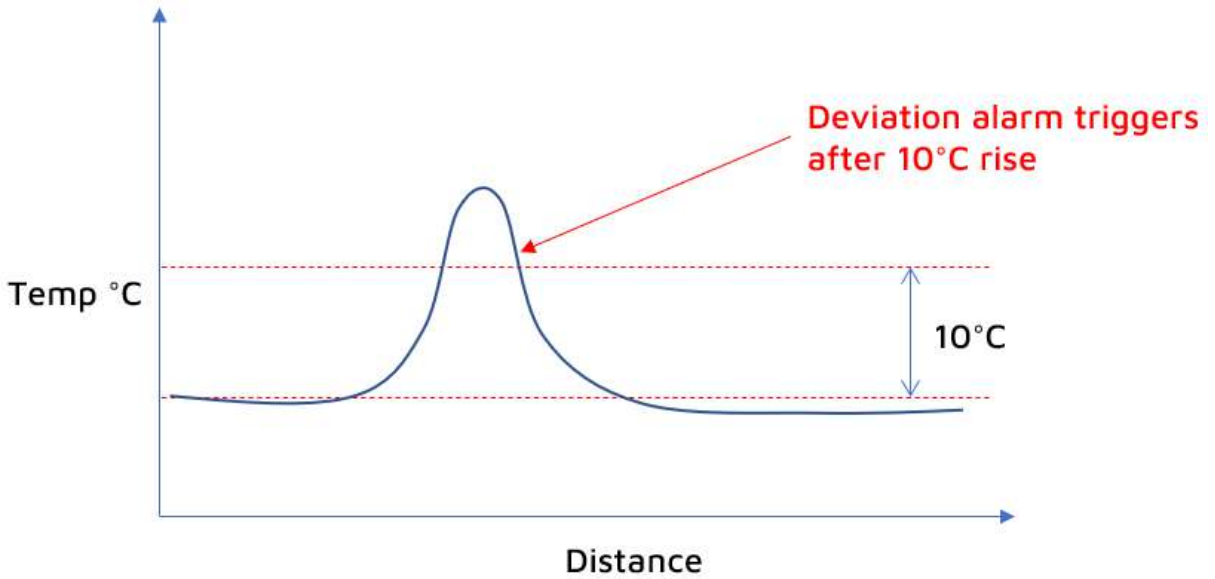


Şekil 10 - Artış oranı örneği

3. **Ortalamadan sapma:** Üçüncü akıllı alarm, bir bölge içindeki en az bir nokta, ilgili her bölge için programlanan miktarda ortalama sıcaklığın üzerine çıktığında tetiklenir. Tipik artış hızına benzer olan sapma alarmı için tipik olarak 10°C'lik bir değer kullanılır.

Ortalamadan sapma alarmı, sıcaklığın artış alarm oranından daha düşük bir oranda arttığı küçük, yavaş yanan yangınlar için çok etkili olabilir. Yani bu, artış hızı alarmı tetiklenmese bile alarmın maksimum sıcaklık alarmından önemli ölçüde daha düşük bir sıcaklıkta tetiklenebileceği anlamına gelir.

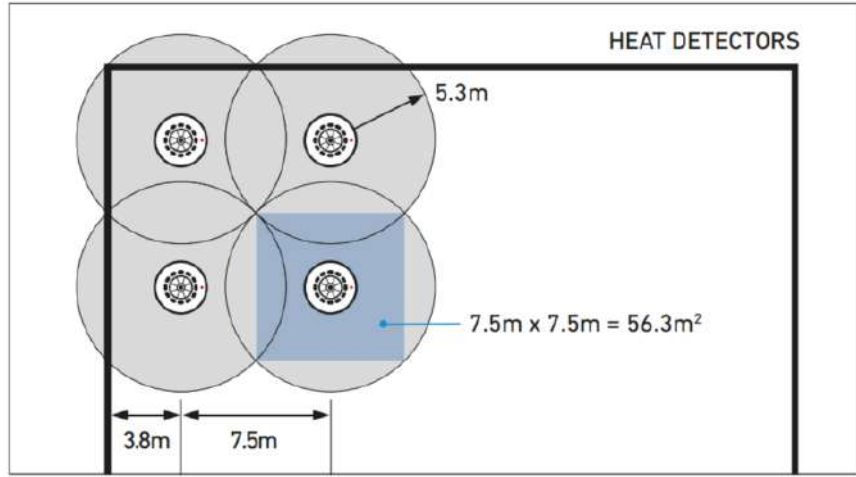
Deviation from mean alarm



Şekil 11 - Sapma alarmı örneği

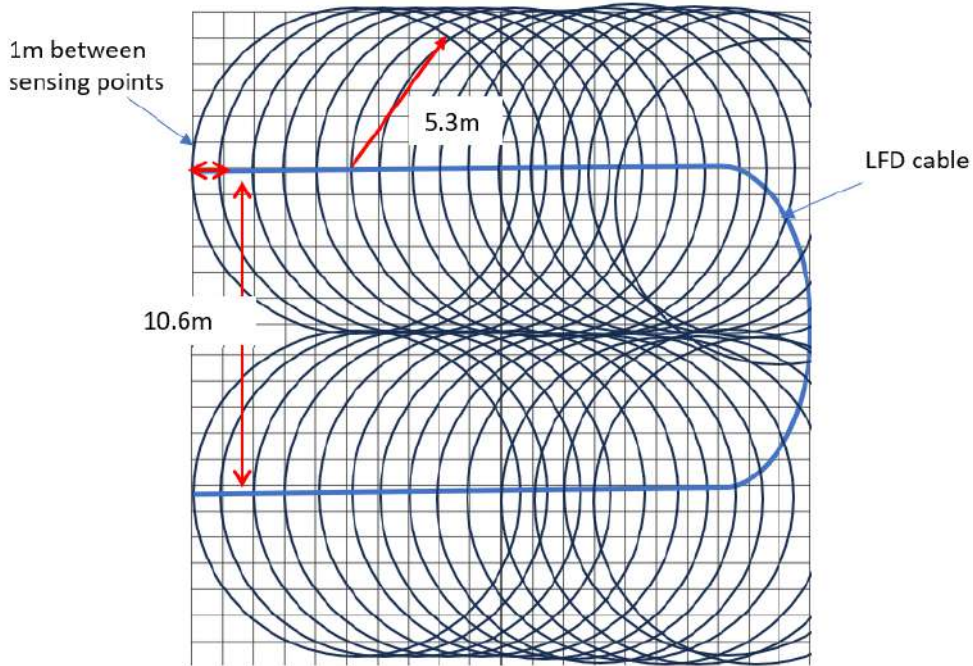
Endüstri İçinde Kabulü

FO-LFD, yangın endüstrisinde iyi bir kabul görmüştür ve yavaş ama istikrarlı bir şekilde standartlara dahil edilmiştir. Örneğin, Avrupa'da başlangıçta EN54 bölüm 5 (noktasal sıcaklık dedektörleri) şemsiyesine dahil edilmişti ancak artık EN54 bölüm 22'ye (doğrusal sıcaklık dedektörleri) dahil edilmiştir. Ancak tasarım standartlarına bakıldığında (örneğin EN54-14), kriterlerin hala büyük ölçüde noktasal sıcaklık dedektörlerine dayandığı ve hala FO-LFD'nin faydalarını tam olarak yansıtmadığı görülebilir. BS 5839-1 Standartını dikkate alarak noktasal sıcaklık dedektörlerinin aralıklarını örnek alırsak, her sıcaklık dedektörünün 5,3 m yarı çapında bir kapsama alanına sahip olduğu tanımlanır. 'Kör nokta' olmadığından emin olmak için bu yarı çapların bazı bölümlerinin üst üste gelmesi gerekir. Bu nedenle, bireysel kapsama alanı 7,5 m'lik bir kare ile temsil edilebilir.



Şekil 12 - Nokta sensörlerinin aralık gereksinimleri

Bu nedenle, FO-LFD kablo için aralık gereksiniminin genellikle 7,5 m olması öngörülmektedir. Bununla birlikte, kablonun uzunluğu boyunca 1m aralıklı sürekli noktalar bulunduğundan aslında aralık gereksiniminin 10,6 m'lik daha büyük bir aralık olarak ayarlanması gerekir (aşağıdaki şemaya bakın).



Şekil 13 - FO-LFD kablosu için aralık gereksinimleri

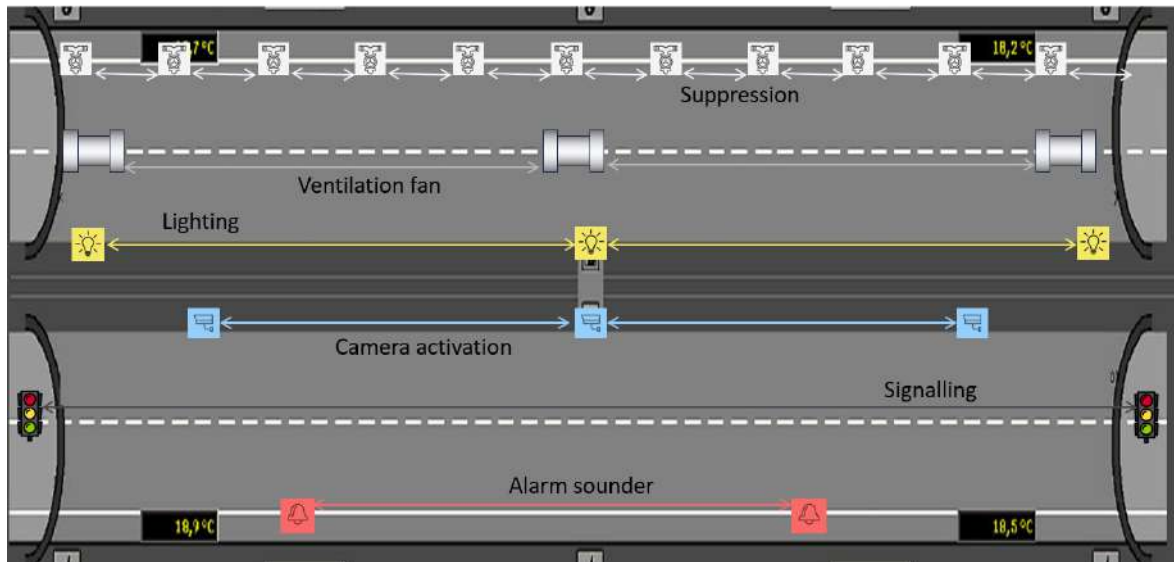
Bu yazıda açıklanan FO-LFD kabiliyetleri daha iyi anlaşıldıkça standartların da buna göre güncellenmesi beklenmektedir. Bölgesel standartların daha fazla esnekliğe sahip olduğu bazı bölgelerde, FO-LFD'nin prensibini anlayan yangın danışmanları ve projeciler fiber kablo aralıkları arasında daha geniş aralıklara uygunluk vermektedirler veya FO-LFD kablosunun, noktasal yangın dedektörleri için standartlarda belirtilen seviyelerin üzerindeki tavan yüksekliklerine döşenmesine izin vermektedirler. BS 5839-1 standardında sıcaklık artış dedektörü için maksimum tavan yüksekliği tipik olarak 9 m'dir. Bununla birlikte, deneyime sahip bazı bölgesel yangın danışmanları, FO-LFD'nin ilave hacimsel kapsama alanının faydalarını fark etmiş ve FO-LFD'nin bazı alanlarda 11 m yüksekliğe kadar kullanılmasına uygunluk vermiştir.

Gelişmiş Sistem Entegrasyonu ve Görselleştirme

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, FO-LFD sistemleri büyük miktarlarda veri, bazı durumlarda birim başına 40.000 veri noktası oluşturma kapasitesine sahiptir ve her veri noktası doğru (gerçek) bir sıcaklık değerine sahiptir. Bu özelliği, bu gerçek verilerden değerli bilgilerin çıkarılması için mükemmel bir fırsat sunmaktadır ancak aynı zamanda bu verilerin nasıl yönetileceği ve görselleştirileceği konusunda da çeşitli imkanlar verebilmektedir. Bunu mümkün kılan birkaç önemli faktör vardır; bunlar akıllı alarmlar ve Modbus protokolüdür.

Akıllı alarmların verimliliği, her bir bölgeden en önemli bilgilerin çıkarılmasına olanak tanır. Bu nedenle, tüm sıcaklık bilgilerinin iletilmesi (ve mevcut bant genişliğinin tamamının kullanılması) yerine, her bir bölgeden yalnızca anahtar noktalar (yani alarm bilgileri) gönderilir. Yaygın benimsenmeyi sağlayan ikinci önemli faktör, verilerin iletileceği standart bir protokole sahip olmaktır. FO-LFD genellikle Modbus TCP/IP protokolü kullanılarak SCADA veya BMS sistemlerine bağlanır. Modbus çıkışı, çoğu FO-LFD sisteminde standart olarak bulunan, yaygın olarak kabul edilen bir protokoldür. Modbus, tüm alarm ve bölge verilerinin yangın algılama sistemi dışındaki havalandırma, aydınlatma, konveyör bant hızı ve diğer kontrol sistemleri gibi sistemlere iletilmesine olanak sağlar. Diğer sistemlere karşılık gelen bölgeler tipik olarak yangın algılama sisteminden farklı konumlarda ve aralıklardadır (aşağıdaki şemaya bakınız)

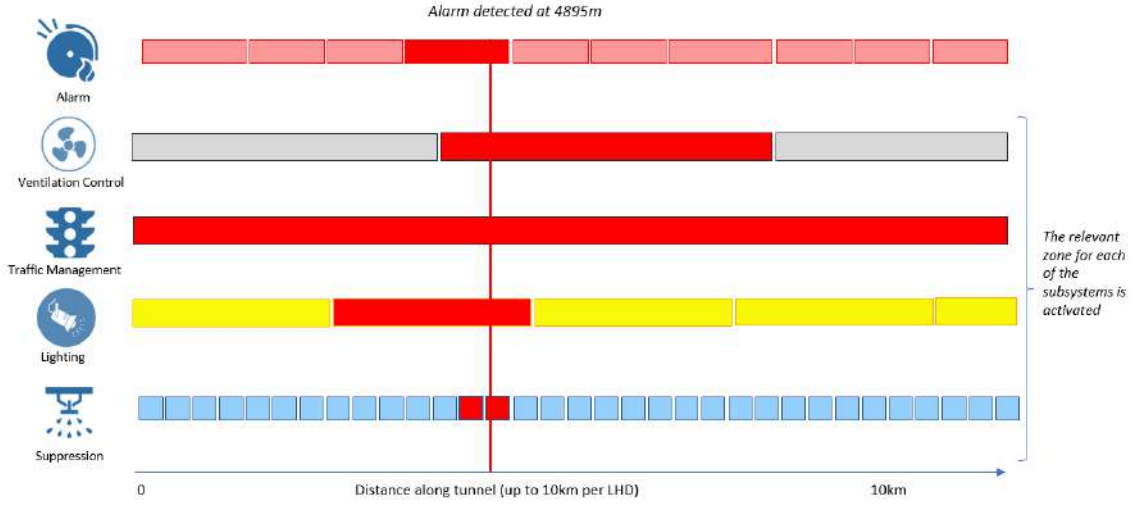
Schematic Detailing Different Zones Within Road Tunnel



Şekil 14 - Karayolu tünelineki farklı sistem bölgeleri

FO-LFD olayın (alarm) tam yerini bildiğinden (1 metreye kadar), hangi alt bölgenin etkinleştirileceği ilgili sistemlerin her biriyle iletişim kurabilir. Aşağıdaki şema, tespit edilen tek bir olayın bir SCADA sistemi içindeki 5 farklı bölgeyi ve alt sistemi nasıl tetikleyebileceğinin bir örneğini detaylandırmaktadır.

Example of Multi Zone Alarming



Şekil 15 - SCADA sistemi ile çoklu bölge aktivasyonu

Özet

Fiber Optik Doğrusal Yangın Algılama (FO-LFD), fiber optik sensör kablo boyunca gerçek ve hassas sıcaklık ölçümü yaparak endüstriyel yangın algılama uygulamalarında devrim yaratmaktadır. 1 m aralıklı yüksek çözünürlüğe sahip FO-LFD sistemi, 10 km'nin üzerinde menzile sahip bir alanı kapsayacak akıllı izleme için 40.000'den fazla veri noktası sağlar. Raman tabanlı Optik Zaman Alanı Reflektometrisi (OTDR) kullanan Dağıtılmış Sıcaklık Algılamaya (DTS) dayanan FO-LFD, saçılma etkileri yoluyla sıcaklık değişikliklerini hassas bir şekilde izler.

FO-LFD'nin üç önemli avantajı vardır:

1. **Fiziksel Sağlamlık:** MM (multimode) fiber optik kabloyu pasif bir sensör olarak kullanan FO-LFD, toz, korozyon ve EMI gibi çevresel faktörlere karşı dayanıklıdır. Tasarım ömrü 30 yılı aşmaktadır.
2. **Kurulum Basitliği:** Hafif, esnek bir kablo ve sahada güç gereksinimi olmaması nedeniyle kurulum kolaydır. Fiber kabloların kaynatılması ve birleştirilmesi basittir ve yerel yüklenicilerin veya dahili personel tarafından kurulumu kolaylıkla yapılır.
3. **Gelişmiş Bilgi:** FO-LFD'nin sıcaklık verileri, programlanabilir akıllı alarmları ve diğer 3. Parti sistemlere entegrasyonu destekleyerek özelleştirmeye ve erken yangın algılamaya olanak tanır.

FO-LFD'nin sektördeki kabulü, EN54 bölüm 22 gibi standartlara uyumuyla birlikte artmaktadır. Fiber optik sensör kablonun her 1 metresinin algılama yapabilme özelliği, geleneksel standartlara meydan okuyarak bu standartların güncellenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca akıllı alarmlar ve Modbus protokolü yardımıyla, SCADA, BMS ve kontrol sistemlerine veri entegrasyonunu kolaylaştırarak görünürlüğü ve verimliliği artırmaktadır.

Fiber Optik Doğrusal Yangın Algılama özünde, çeşitli sektörlerde endüstriyel yangın güvenliğini yeniden tanımlamak için hassasiyet, esneklik ve veriye dayalı öngörülerini birleştiren dönüştürücü bir çözüm sunar.

SONUÇ

FO-LFD, endüstriyel yangın algılama alanında yaygın bir şekilde kabul görmüştür. Bu durum özellikle son yıllarda IT maliyetlerin düşmeye devam etmesiyle FO-LFD sisteminin işlevsellik ve güvenilirliğini arttırmaya devam ettirmektedir. Tahminen bu eğilimin 3 temel alanda devam edeceği yönündedir. Bunlar:

1. **Daha küçük uygulamalara genişleme:** Şu anda FO-LFD'nin daha uygun maliyetli hale geldiği noktalar, Hava emmeli duman dedektörler dikkate alınır 5.000 m², Işın tipi duman dedektörleri dikkate alınır 13.000m² nin üzerindeki alana sahip tesislerdir. Daha düşük maliyetli FO-LFD üniteleri piyasaya çıktıkça, daha küçük ünitelere doğru genişleyecek ve ışın tipi duman dedektörleri, hava emmeli dedektörler, noktasal sıcaklık dedektörleri ve geleneksel bakır bazlı LHD sistemleri gibi teknolojilerin yerini almaya devam edecekler.
2. **Daha Gelişmiş Görselleştirme:** Bu yazıdaki örnekler, standart sensörler için mükemmel olan SCADA tabanlı yazılım paketlerine dayanmaktadır. Ancak dağıtılmış verilerle başa çıkmak için yeterli donanıma sahip değildir. Özel FO-LFD yazılım çözümleri daha yaygın hale geldikçe, daha çok uygulamaya konulacaktır.
3. **Standartlar ve onaylar:** Teknolojideki gelişmelere ayak uydurmak için uyum sağlamaya devam edecek ve Dağıtılmış Sıcaklık Algılama teknolojisinin faydaları daha iyi anlaşıldıkça kablo aralığı ve tavan yüksekliği sınırlamaları yukarı doğru artacaktır.

REFERANSLAR

Bandweaver FireLaser DTS Datasheet 2023 & End User Manual

Bandweaver FireFiber AT Datasheet 2023

Bandweaver Fiber Optic LFD Design Guidance

BS 5839-1

EN 54-14

ÖZGEÇMİŞLER

Richard KLUTH – Bandweaver

Richard, petrol ve gaz, elektrik gücü ve yangın ve güvenlik dahil olmak üzere çok çeşitli endüstrilerde izleme ve enstrümantasyon teknolojilerinin uygulanmasında 20 yıldan fazla deneyime sahiptir. Richard, 1994 yılında ABD'deki bir petrol kuyusuna ilk fiber optik DTS ölçümünü kurdu.

Richard daha önce Schlumberger, Shell Technology Ventures, Sensonet ve Acteon ile çalıştı. Bir dizi yeni algılama teknolojisinin tanıtılmasından sorumlu olmuştur. Bunlar arasında petrol ve gaz endüstrisine yönelik ilk kuyu içi fiber optik algılama sistemi de bulunmaktadır.

Richard, Bandweaver Technology Ltd'nin Genel Müdürüdür ve Bandweaver İngiltere ofisinde görev yapmaktadır.

Ahmet Levent CEYLAN – BTS

Levent Ceylan, ODTÜ EE'81 Elektrik/Elektronik Mühendisi mezunudur. Yangın algılama ve alarm sistemleri ile pasif yangın koruma sistemlerinde 33 yıldan fazla deneyime sahiptir. 1998 yılında BTS'yi kurana kadar ALARKO, AEG, EEC firmalarında çalışmıştır.

Levent Ceylan, İstanbul Şişli'de yüksek binalara yangın durdurma sistemini KBS markası ile 1995 yılında ilk kez uygulama yapan kişilerden biridir. Ayrıca Levent Ceylan, Türkiye de 1998 yılında ZETTLER'in ilk yetkili ve tek Distribütörü olmuştur. Yangın ve güvenlik sistemi çözümlerinde teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek mühendislik çözümleri geliştirmekte, endüstriyel tesislerde algılama teknolojileri ile birlikte yangın ve güvenlik amaçlı fiber optik (DTS ve DAS) kurulumlarına öncülük etmektedir.

TMMOB/EMO, ODTÜ Eymir Vakfı, TÜYAK Vakfı ve Derneği, ETMD üyesidir. Ayrıca 2014 yılından bu yana Ataköy Rotary Kulübü üyesidir.

Levent Ceylan, BTS Yangın Güvenlik Yapı Teknolojileri Ltd.'nin Genel Müdürü ve Kurucusudur. BTS, İstanbul'da bulunmaktadır.

TS EN 54-20 STANDARDINA UYGUN ÜRETİLEN HAVA ÇEKME Lİ HASSAS DUMAN DEDEKTÖRLERİ VE UYGULAMALARI

Özcan UĞURLU

ÖZET

Risk değerlendirmeleri, olası yangınlar sonucunda tesislerin sahip oldukları değerli ekipmanların zarar görmesinin peşi sıra üretim süreçlerinin durmasını ve veri kaybına karşı savunmasızlığını giderek daha fazla vurgulamaktadır. Bu değerlendirmeler daha hızlı ve güvenilir bir algılama talebinin artmasına neden olmaktadır. Geleneksel tavan tipi duman dedektörleri ile bu talebin tam olarak karşılanması mümkün olamamaktadır. Diğer taraftan özellikle endüstriyel tesislerde üretim süreçlerinden kaynaklı olarak geleneksel tavan tipi duman dedektörlerini yanıltıcı etkenler sıklıkla ortaya çıkabilmektedir. Hava çekmeli hassas duman algılama cihazları sayesinde; bir taraftan hızlı bir duman algılaması sağlanırken diğer taraftan duman ile yanıltıcı etkenler arasında ayırım yapan çok hassas ve güvenilir duman algılama olanağı sunulmaktadır. Bu çalışmada TS EN 54-20 standardına uygun üretilen hava çekmeli hassas duman dedektörleri ile yangın alarm sistemi tasarımı ve uygulaması hakkında bilgiler ile bu alandaki teknolojik gelişmeler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hava çekmeli hassas duman algılama, TS EN 54-20

SENSITIVE SMOKE DETECTORS WITH ASPIRATION IN ACCORDANCE WITH TS EN 54-20 STANDARD AND THEIR APPLICATIONS

ABSTRACT

Risk assessments are increasingly highlighting the vulnerability of plants to production downtime and data loss, as a result of possible fires, as valuable equipment is damaged. These evaluations lead to an increase in the demand for a faster and more reliable detection. It is not possible to fully meet this demand with traditional ceiling smoke detectors. On the other hand, especially in industrial facilities, due to the production processes, traditional ceiling type smoke detectors can often be misleading. Thanks to air-inspired sensitive smoke detection devices; On the one hand, a fast smoke detection is provided, on the other hand, it offers very sensitive and reliable smoke detection that distinguishes between smoke and deceptive factors. In this study, information about the design and application of air-drawing sensitive smoke detection devices and fire alarm system produced in accordance with TS EN 54-20 standard and technological developments in this field have been compiled.

Keywords: Sensitive air-aspration smoke detection, TS EN 54-20

1. GİRİŞ

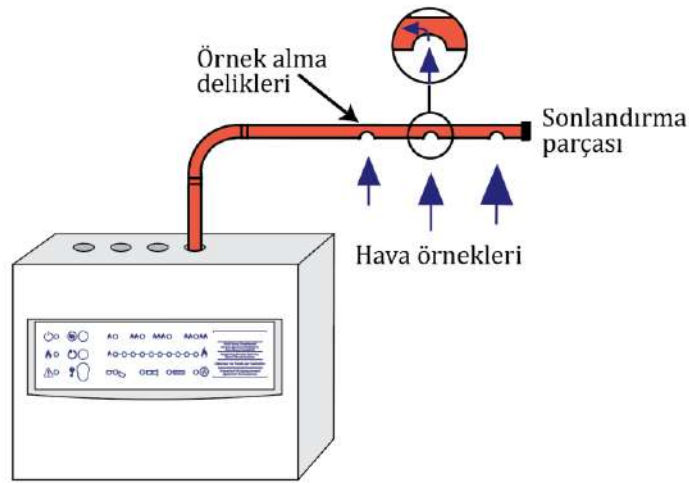
Duman parçacıkları 0,001 μ m ile 1 μ m aralığındadır. Tozların ise 1 μ m'den büyük olduğu bilinmektedir. Tavan tipi duman dedektörleri içine giren tozların etkisi ile yanılabilirler. Diğer taraftan yangın dumanının tavan tipi duman dedektörlerine erişmesinde geçen sürenin beklentilerin üzerinde olduğu durumlarda oluşabilmektedir (Dumanın ortamın hava akımından dolayı yayılması, soğuması ve yükselmemesi vb.). Hava çekmeli hassas duman dedektörlerinin en önemli özelliklerinden birincisi gerçek duman parçacıklarının miktarının belirlenmesidir. Matematiksel modellerle yardımcı duman ve yanıtıcı etkenler arasında ayırım yaparak çok hassas ve güvenilir algılama olanağı sunabilmektedir. Diğer taraftan ortamdaki havayı uygun ölçülerdeki delikleri olan borular ile ortamlardan çekerek hızlı bir şekilde filtreleme, ölçme ve değerlendirme ünitesine taşıyabildikleri için yangın dumanı tespit süresini geleneksel tavan tipi duman dedektörlerine göre daha hızlı ve kararlı bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

2. HAVA ÇEKME YÖNTEMLERİ

Genelleme yapacak olursak; delikli boru ile hava çekme, kılcak esnek elemanlar ve dal boru ile hava çekme yöntemleri ile hassas duman algılaması dedektörlerine numuneler taşınmaktadır. Estetik kaygılar ve teknik çözümler ile üretici tavsiyeleri dikkate alınarak uygun yöntem karar verilmektedir.

2.1. DELİKLİ BORU İLE HAVA ÇEKME

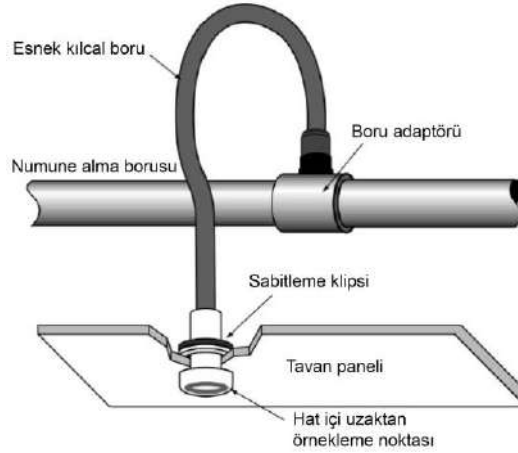
Standartların ve üretici tavsiyelerinin doğrultusunda özel borular kullanılmaktadır. Hava çekme boruları üzerindeki her bir delik bir duman dedektörü olarak kabul edilir ve ona göre boru ve delik yerleşimleri yapılır. Boru malzemesi olarak kırmızı renkte ABS ve hava akışı sürtünmesi az olan EN 61386-1'e uygun olarak, en az Sınıf 1131'de sınıflandırılmış özel borular kullanılır. Bir sistemin korunan bir alandan numune taşınması için örnekleme borusu uzunluğu, tek borulu ise 150 m, 2 yollu boru kullanılıyorsa her yolda 125 m ve 4 yollu boru kullanılıyorsa her yolda 100 m hava örnekleme borusu kullanılmalıdır. Boru iç çapı 21 mm, dış çapı ise 25 mm olan hava örnekleme boruları kullanılmalıdır. Boru sonu ucu kapalı olmalıdır, taşıma süresini kısaltmak için kapalı boru ucuna 4-8 mm delik açılabilir. Class A, B ve C için hava örnekleme borusunda maksimum 60 delik olabilir ve her delik 2 mm ile 8 mm çapında, ayrıca çapaksız olmalıdır. Boru hatlarındaki keskin dönüşler hava akış hızını düşürür. Tozların örnek alma deliklerini tıkamasını engellemek için delikler boruların alt kısımlarında yer almalıdır. Basınç farkı etkisini azaltmak için çekilen hava, gerekli işlemlerden sonra ortama geri verilmelidir.



Şekil 1. Delikli boru ile hava çekme yöntemi

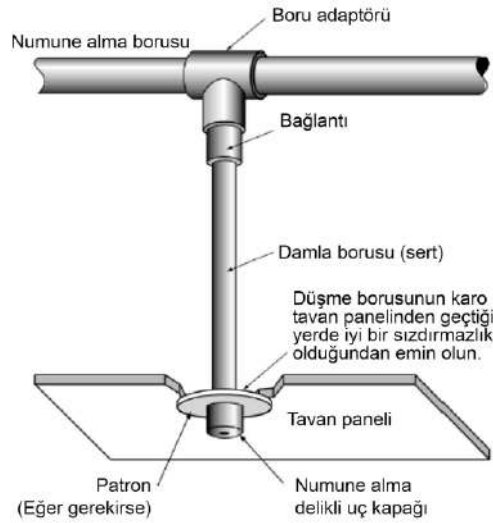
2.2. KILCAL ESNEK ELEMANLAR VE DAL BORU İLE HAVA ÇEKME

Ana örnek alma boru rotasının teknik ve estetik nedenlerle değiştirilemediği durumlarda esnek numune alma elemanları kullanılır. İstenen hava akışının sağlanabilmesi için esnek ve kılcal numune alma tertibatının 10 mm'lik esnek borular ile en fazla 6m'ye kadar olması tavsiye edilir.



Şekil 2. Kılcal boru ile hava çekme yöntemi

Ana numune alma borusundan bir T veya Y dalı oluşturularak ve uygun çapta bir örnekleme deliği ile delinmiş bir uç kapağı ile de örnek alma yapılabilir. Bu teknik daha çok tavan bölmelerinin korunmasında, kabin içi numune almada ve dumanın tabakalaşma problemlerinin üstesinden gelmek için kullanılır.



Şekil 3. Dal boru ile hava çekme yöntemi

3. TASARIM ÖLÇÜTLERİ

Tasarıma başlamadan önce korunacak yer ile ilgili bilgiler toplanmalıdır. Korunacak alanın kullanım amacı, muhtemel yangın oluşma nedenleri, alanın ölçüleri, doğal ve mekanik havalandırma olanakları, inşaat ve mimari özellikler (kolonlar, kirişler, bölmeler, dekorasyon unsurları, asma tavanlar, yükseltilmiş döşemeler, elektrik panoları, kabinetler vb.) öncelikle göz önünde bulundurularak tasarım yapılmalıdır.

Karartma terimi (Obscuration), duman dedektörünün hassasiyeti için ölçüm birimi olarak kullanılır. Karartma (Obscuration) değeri ne kadar yüksek olursa, duman konsantrasyon seviyeleri de o kadar yüksek olur ve görünürlük azalır. Değeri düşürün, duman konsantrasyonu azalır ve görünürlük artar.

Duman dedektörlerinin farklı türleri vardır. Farklı karartma derecelerinde algılama yeteneğine sahiptirler. Bu değere, diğer faktörlere ve yangından korunacak alana dayalı olarak belirli bir uygulama için uygun duman dedektörünün seçilmesi gerekir.

Aşağıdaki tablo, günümüzde kullanımda olan başlıca duman dedektörlerinin karartma hassasiyet derecelerinden bahsetmektedir.

Tablo 1: Duman dedektörleri için karartma dereceleri

Duman dedektörü tipi	Karartma derecesi / Hassasiyet
Optik duman dedektörü	%3-5 obs/m
Işın tipi duman dedektörü	% 0.02-3obs/m
Hava çekmeli hassas duman dedektörü	% 0.0001-20 obs/m

Tablodan da anlaşıldığı üzere hava çekmeli hassas duman dedektörleri ile çok daha geniş karartma hassasiyet derecelerinde duman algılaması yapılabilmektedir. Düşük seviyelerde de algılama yapabildikleri için daha hassastırlar.

TASARIMA VE MALZEME SEÇİMİNE REHBERLİK EDEN STANDARTLAR

TS EN 54-20: Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 20: Duman çekmeli dedektörler

Bu standart binalarda tesis edilen yangın dedektörleri ve yangın alarm sistemlerinde kullanılan duman çekişli dedektörlerin kurallarını, deney yöntemlerini ve performans kriterlerini kapsar. Özel karakteristikleri (bu standart bir deney ya da değerlendirme yöntemi tanımlamadığı için ek özellikler veya gelişmiş işlevler de dahil olmak üzere) içeren belirli risklere karşı koruma için geliştirilen duman çekişli dedektörler bu standart kapsamında değildir. Tüm özel karakteristikler için performans kuralları bu standardın dışındadır.

TSE CEN/TS 54-14: Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri - Bölüm 14: Planlama, tasarım, montaj, işletmeye alma, kullanım ve bakım için kılavuz bilgiler

Bu standart bina içlerinde ve çevresinde otomatik yangın algılama ve yangın alarm sistemlerinin uygulanmasıyla ilgili kılavuzluk bilgilerini kapsar. Teknik şartname sistemlerin planlama, tasarım, montaj, hizmete alma, kullanım ve bakımını kapsar.

EN 61386-1: Sınıf 1131'e uygun ABS boru ve ek parçaları için kullanılır.

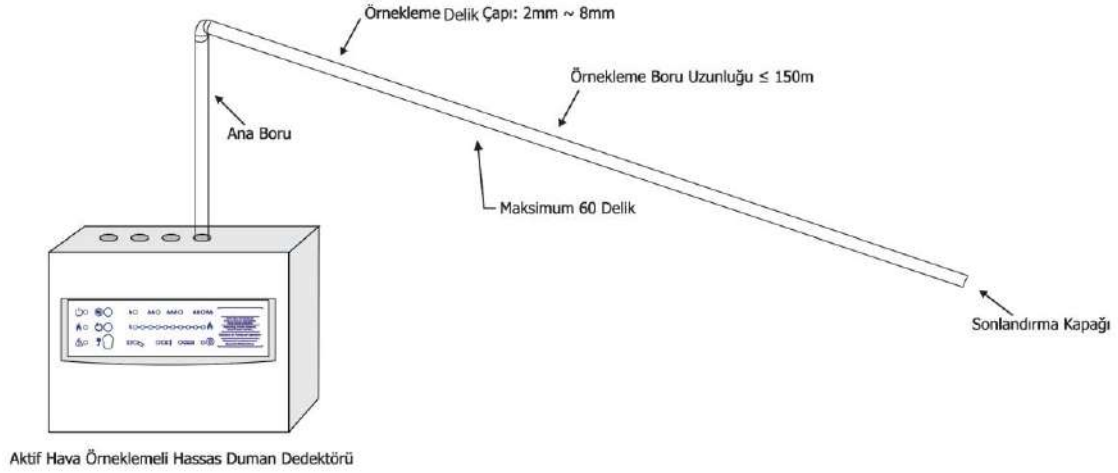
Bu standarda uygun üretilmiş olan kırmızı renkte ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren) boru ve ek parçaları bu iş için en uygun fiziksel özelliklere sahip sağlam bir polimerdir.



Şekil 4. ABS boru ve bağlantı parçaları

3.1. TEK BORULU HAVA ÇEKME

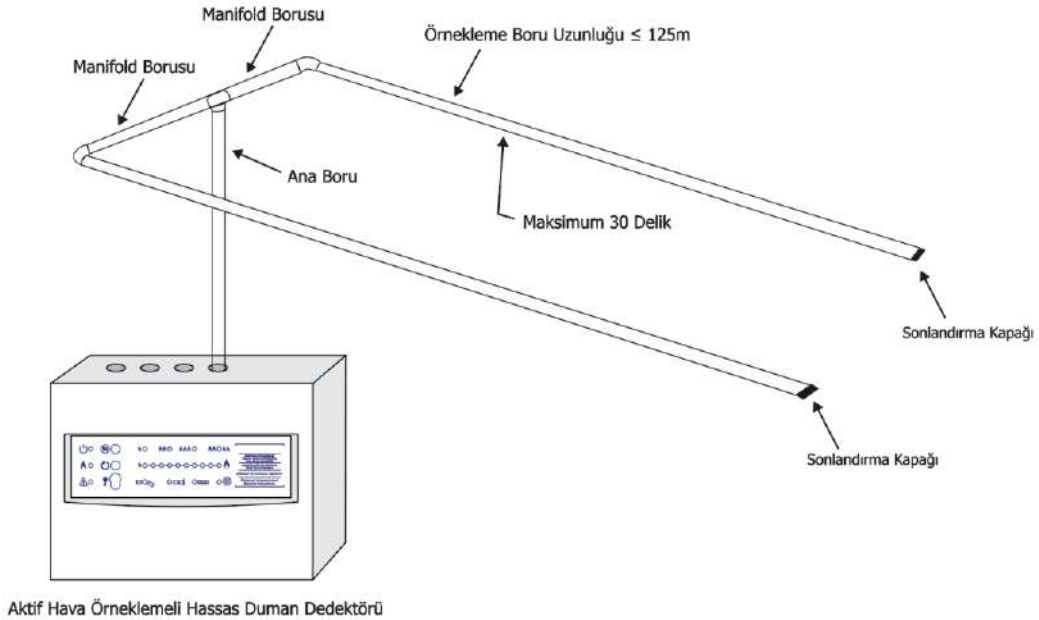
Tek boru ile hava çekme yapıldığında boru uzunluğu en fazla 150 metre olabilir. Boru üzerinde en fazla 60 adet delik olabilir. Borunun sonunda mutlaka sonlandırma kapağı olmalıdır. Delik çapları 2 mm ile 8 mm aralığında olmalıdır.



Şekil 5. Tek borulu hava çekme

3.2. İKİ BORULU HAVA ÇEKME

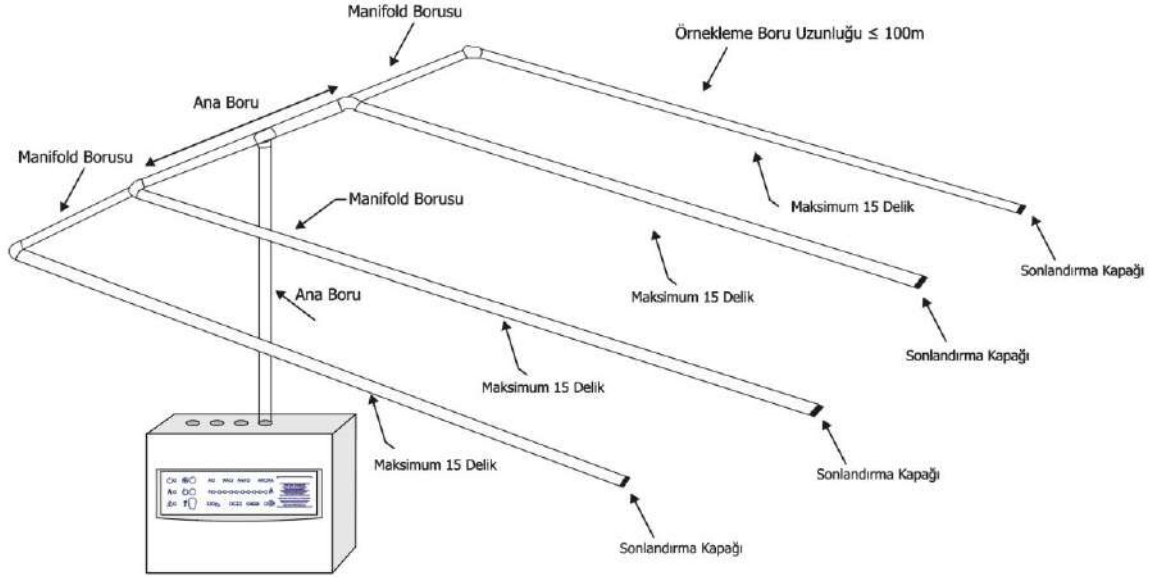
İki boru ile hava çekme yapıldığında her borunun uzunluğu en fazla 125 metre olabilir. Her boru üzerinde en fazla 30 adet delik olabilir. Her iki borunun sonunda mutlaka sonlandırma kapağı olmalıdır.



Şekil 6. İki borulu hava çekme

3.3. DÖRT BORULU ÇEKME

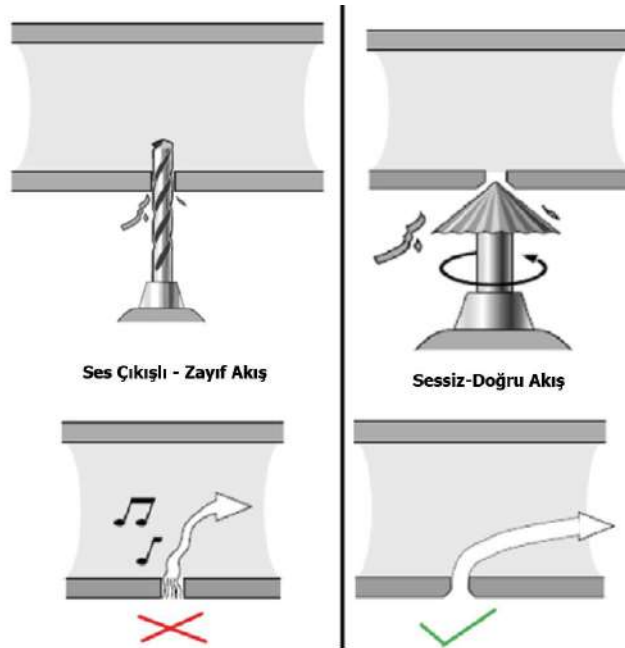
Dört boru ile hava çekme yapıldığında her borunun uzunluğu en fazla 100 metre olabilir. Her boru üzerinde en fazla 15 adet delik olabilir. Her borunun sonunda mutlaka sonlandırma kapağı olmalıdır.



Şekil 7. Dört borulu hava çekme

3.4. BORU ARALIKLARI İLE DELİK ÇAPLARININ VE DELİK ARALIKLARININ KURALLARI

Borulara açılacak delikler uygun çaptaki havşa uçlu matkap ile şekilde gösterildiği gibi delinmelidir. Delik çapları ile ilgili olarak üreticilerin tavsiyeleri doğrultusunda işlem yapılmalıdır. Delikler delindikten sonra boru içerisinde olması muhtemel çapaklar basınçlı hava vb. yöntemler ile temizlenmelidir.



Şekil 8. Boru delikleri

Yangın dumanı numunesinin boruya ulaşması için geçen süreyi değil, yalnızca boru boyunca taşıma süresini hesaplayabiliriz. Borunun sonundaki delikten çekilen havanın en fazla 120 saniyede dedektöre ulaşması istenir. Üretici yazılımları bir kılavuz olarak tasarlanmıştır, örnekleme delikleri üzerine etki eden negatif basınç gibi, örneklenen havanın akışı üzerindeki tüm etkileri telafi edemeyiz. Tahmini taşıma sürelerinin doğruluğu, sağlanan boru uzunluğu verilerinin doğruluğuna ve numune alma deliği çapının doğruluğuna bağlı olacaktır. Class A, B ve C için hava örnekleme borusunda maksimum 60 delik olabilir ve her delik 2 mm ile 8 mm çapında, ayrıca çapaksız olmalıdır.

Örnekleme deliklerinin sayısı sistemin hassasiyetini etkiler. Örneğin; %0,05 obs/m hassasiyetle ayarlanmış dedektöre tek boru bağlanmış ve boruda 10 delik olduğunu varsayalım. Her bir deliğin hassasiyeti $\%0,05 \times 10 = \%0,5$ obs/m olacaktır. İkinci bir eşlenik boru yani iki borulu sistem olduğunu düşünelim bu durumda her bir deliğin hassasiyeti $\%0,5$ obs/m $\times 2 = \%1$ obs/m olacaktır. Bu örnekte dumanın sadece bir deliğe gireceği varsayılarak hesaplama yapılmıştır. Pratikte duman aynı anda komşu birkaç deliğe gireceğinden hassasiyet daha iyi olacaktır (Karartma yani obs/m değeri arttıkça hassasiyet düşer).

4. UYGULAMA ALANLARI

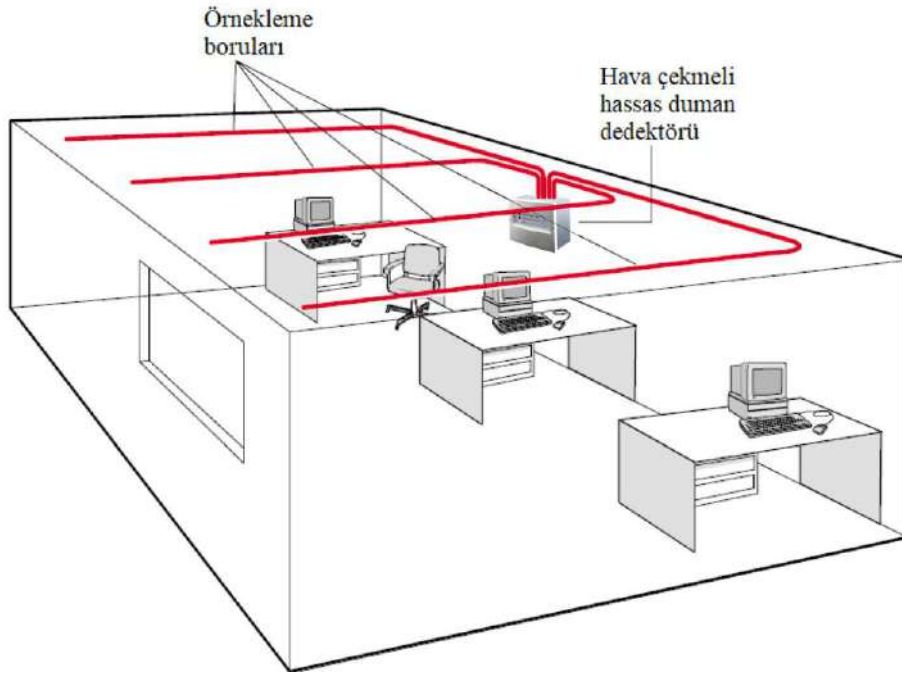
Hava çekmeli hassas duman dedektörlerinin yangın dumanının hızlı ve doğru algılanması için kullanıldığı yerleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Veri merkezleri
- Telekomünikasyon odaları
- Kontrol ve kumanda odaları
- Temiz odalar
- Cezaevleri
- Endüstriyel tesisler
- Trenler ve metro taşıtları
- Asansör kuyuları
- Hava akımı yüksek yerler
- Havalandırma dönüş kanalları
- Tarihi ve kültürel yapılar
- Trafo merkezleri ve elektrik odaları
- Atriumlar
- Asma tavan ve yükseltilmiş döşeme altları gibi kapalı alanlar
- Tiyatrolar
- Kütüphaneler
- Arşivler
- Soğuk hava depoları
- Kablo galerileri
- Hangarlar
- Depolar
- Çeşitli ekipman kabinleri

4.1. ALAN KORUMASI

TSE CEN / TS 54-14 Standardına göre duman dedektörlerinin algılama yarıçapı en fazla 6,2 metre olarak tasarım yapılması gerekmektedir. Hava çekmeli hassas duman dedektörlerinin tavan altı örnek alma uygulamalarında da en fazla aynı değer alınarak tasarım yapılmalıdır. Dolayısıyla her bir örnek alma deliğini bir duman dedektörü gibi düşünersek, iki paralel boru arasındaki mesafenin en fazla 8,8 metre olması, delikler arası mesafenin en fazla 8,8 metre olması, duvar ya da bölme ile boru arası mesafenin de en fazla 4,4 metre olması esasına göre tasarım yapılmalıdır. İhtiyaca göre daha sık örnek alma delikleri oluşturulabilir ancak bu değerlerden daha fazla aralıkta örnek alma delikleri olmamalıdır.

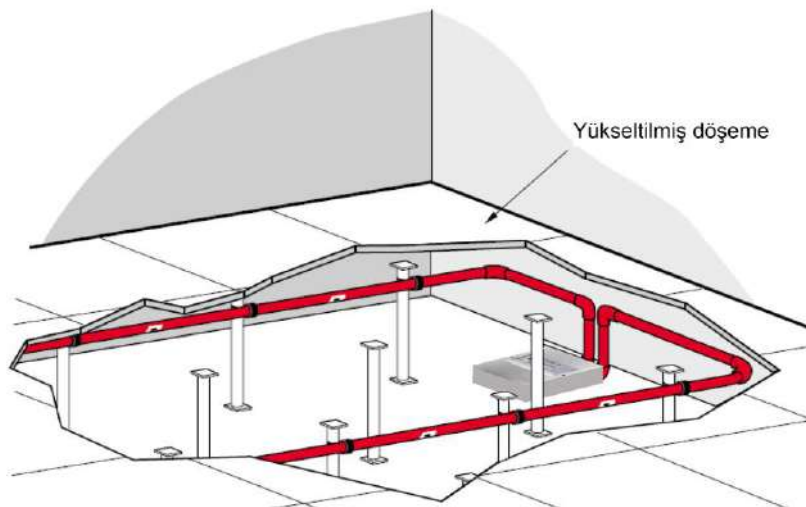
Yangının en erken aşamada algılanması kaygısının estetik kaygıların önüne geçtiği durumlarda tavanlarda da hava çekme boru tesisatı yapılarak hassas duman dedektörü kullanılır.



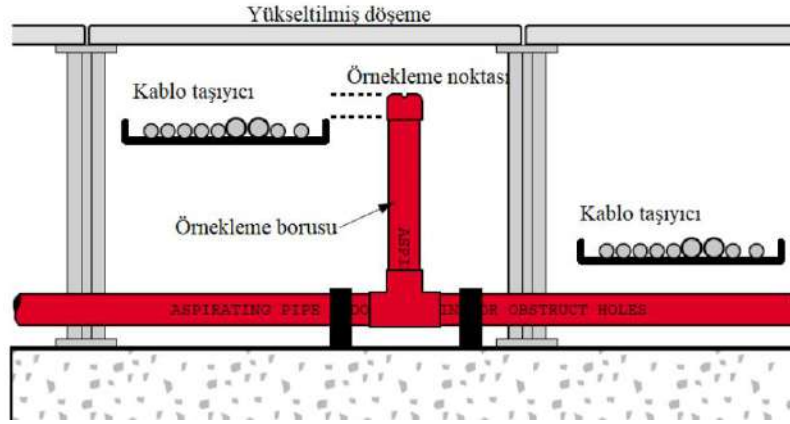
Şekil 9. Alan koruması

4.1.1. Zemin altı ve tavan üstü örnekleme yöntemi

Yükseltilmiş döşemeler ve asma tavanlar elektrik ve mekanik tesisatların gizlenmesi için estetik ve teknik kaygılar ile yapılırlar. Elektrik kaynaklı yangınların bu gizli bölmelerde oluşması durumunda kullanım alanlarındaki dedektörlerin bu yangınların dumanını algılaması çok geç olabilir. Bu gizli bölmelerde hızlı ve güvenilir bir algılama yapılmak istendiğinde en uygun çözüm hava çekmeli hassas duman dedektörleridir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi değişik çözümlerde hassas duman algılaması yapılabilmektedir.

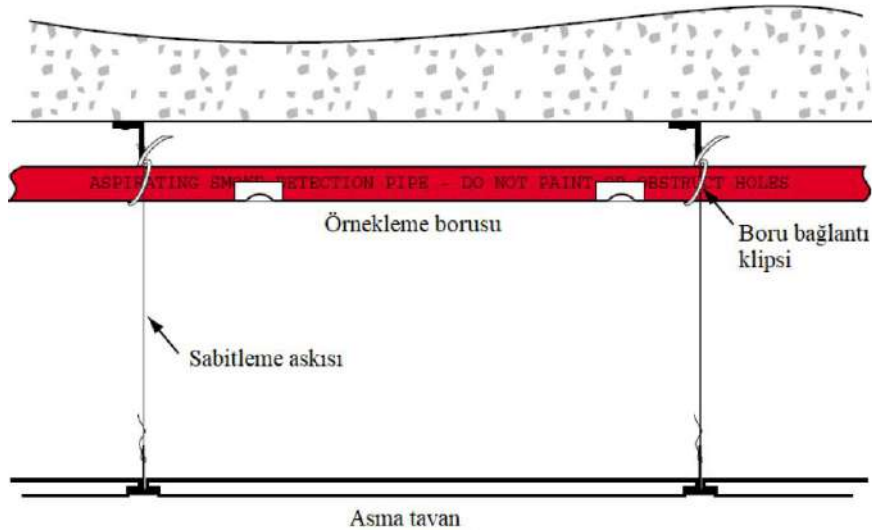


Şekil 10. Yükseltilmiş döşeme altı duman algılama



Şekil 11. Döşeme altı kablo taşıyıcılarda duman algılaması

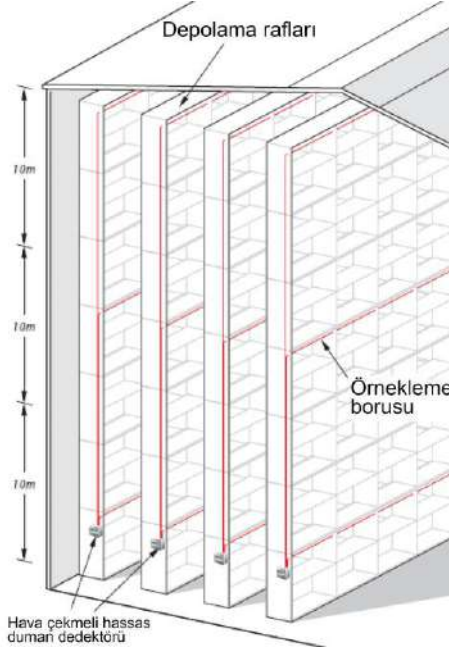
TSE CEN/TS 54-14 Standardına göre 1 metreden derin olan asma tavan içlerinde her koşulda dedektör kullanmak gerekir. Asma tavan içinde bulunan kabloların en yoğun olarak bulunduğu 1 metre karelik bölümde kabloların yanıcılık değeri; kablolar yangına dayanıklı değil ise 15 MJ'yi geçtiği durumlarda, kablolar yangına dayanıklı ise 25 MJ'yi geçtiği durumlarda dedektör kullanılır. Asma tavan içlerinde en etkin duman algılama için hava çekmeli hassas duman dedektörleri önerilir.



Şekil 12. Asma tavan içinde duman algılaması

4.1.2. Yüksek tavanlı depolama alanlarında örnekleme yöntemi

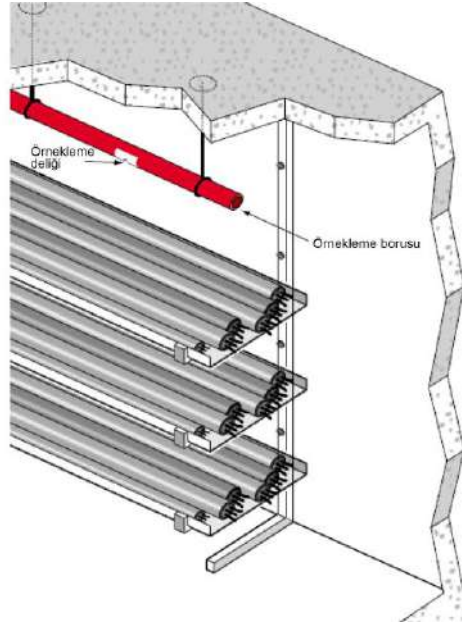
Yüksek tavanlı yapılarda yangın değişik kotlarda oluşabilir. Zemin kotunda oluşan bir yangının soğuyarak yükselmesi ve özellikle yaz aylarında çatı yüzeyinin güneş ışınları ile ısınmasından kaynaklı olarak belirli bir yükseklikten sonra yükselmeme eğilimi göstermesi söz konusudur. Bu gibi durumlarda tavan tipi ya da ışın tipi duman dedektörleri duman algılamasında başarılı olamamaktadır. Bu gibi durumlarda şekilde görüldüğü gibi birkaç katmanda ve düşeyde de örnek alma boruları tesis edilerek en erken ve doğru algılama yapılabilir.



Şekil 13. Yüksek tavanlı yapılarda duman algılaması

4.1.3. Kablo galerinde ve kablo taşıyıcılarında örnekleme yöntemi

Kablo galerileri çoğunlukla tozlu ve cebri hava akımlarına sahip alanlardır. Bunun yanı sıra yağmur suyu sızmaları ya da birikmeleri gibi durumlarda oluşabilmektedir. Bu durumlardan dolayı nokta tipi duman dedektörlerinin kullanılması uygun değildir. Kablo galerilerinde olası yangın dumanının en erken asılsız alarm etkenlerini bertaraf ederek algılayabilmek için hava çekmeli hassas duman dedektörleri kullanılır.



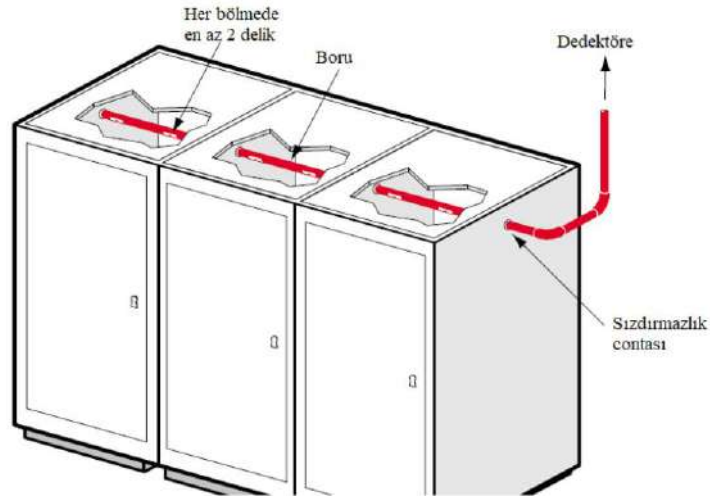
Şekil 14. Kablo galerilerinde duman algılaması

4.2. NESNE KORUMASI

Özellikle yakın kontrollü klimalı ısıtma-soğutma ve yüksek hava değişimli ortamlarda tavan tipi dedektörler ile yangının ilk oluşma anındaki dumanın tespit edilmesi oldukça zordur. Bu gibi durumlarda tavan tipi algılama yöntemi ikincil yöntem olarak düşünülmelidir. Öncelikli olarak yangın oluşan kaynak hacimlerde örnekleme yöntemi ile yangın dumanının algılanması ideal çözümdür. Özellikle; elektrik panoları, bilgi işlem cihazlarının kabinetleri gibi bina içindeki nesnelerin içlerinde yangın dumanını hava çekme yöntemi ile çok hızlı ve düşük seviyelerde algılamak mümkündür.

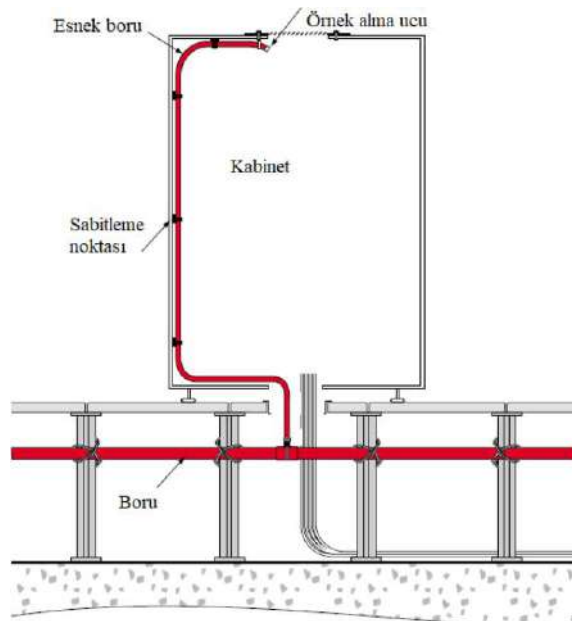
4.2.1. Kabin içi örnekleme yöntemi

Kabin içinden geçirilen boru yardımı ile kabin içindeki bölmelerde oluşan yangın dumanı algılanır. Her bölmede en az 2 delik olması istenir.



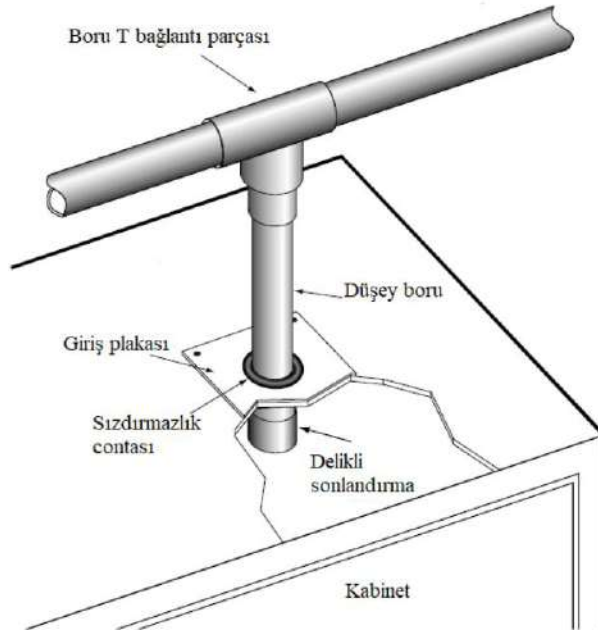
Şekil 15. Kabin içi yangın algılaması

Yükseltilmiş döşemeler üzerinde yer alan kabinlerin alttaki yükseltilmiş döşeme bölümünde yer alan hava çekme borularından esnek kılcal borular ile kabin içlerinden numune alınarak da hassas bir duman algılaması yapmak mümkündür.



Şekil 16. Esnek boru ile kabin içi hava çekme

Aynı şekilde tavandan yapılan hava çekme boru tesisatlarından şekilde görüldüğü gibi kabin içlerine saplama ile de numune almak mümkündür.

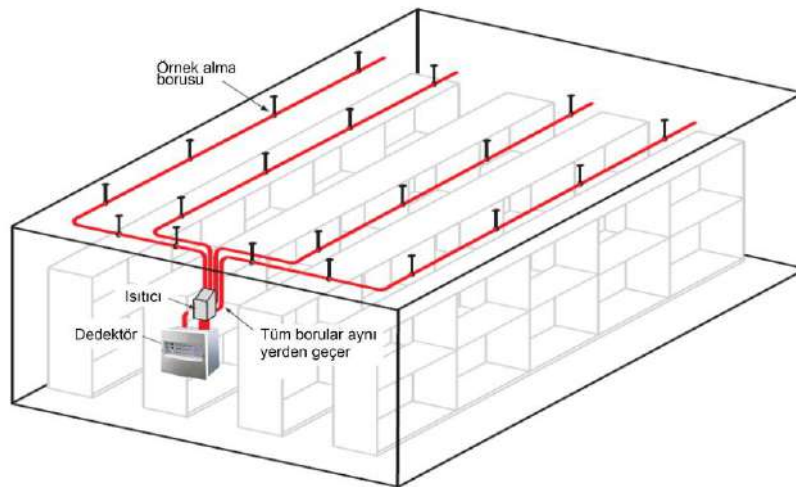


Şekil 17. Kabin içi saplama ile duman algılaması

4.3. SOĞUK HACİMLERİN KORUMASI

Soğuk depolar geleneksel yangın dedektörlerinin çalışma sıcaklıklarının altında olurlar. Soğuk depolarda oluşan yangın dumanı normal ortamlara göre çok daha hızlı soğuduğu için hızlı yükselmemektedir ya da bulutlanmaktadır. Yangının daha ilerlemesi safhasında duman yeterli ısıya ulaşır, ancak tavana yükselebilmektedir. Bu da algılamada geç kalınması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla soğuk depolarda tavanlar yüksek ise rafları kullanarak üç boyutlu bir boru tesisatı ile hava çekme tertibatı tasarlamak elverişli olmaktadır.

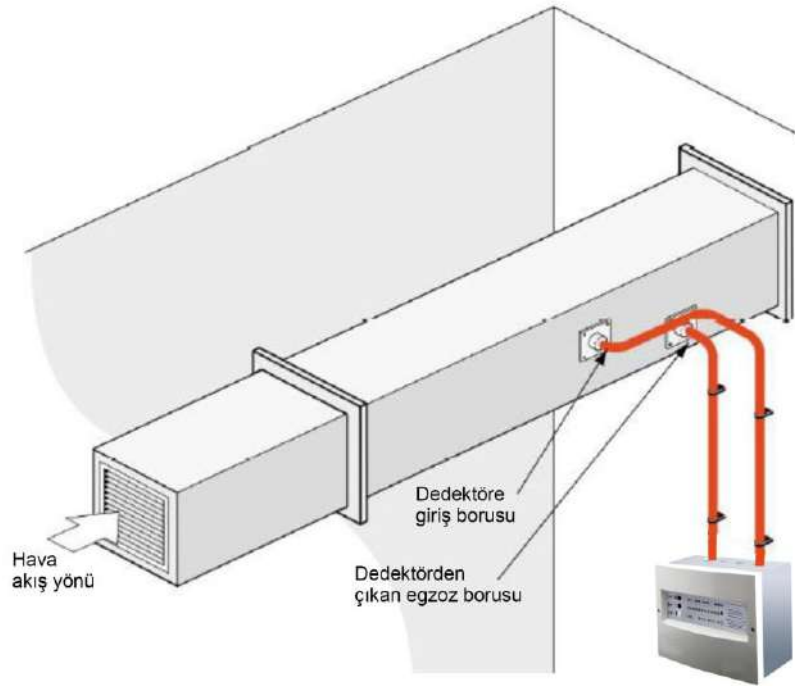
Hava çekmeli hassas duman dedektörü mutlaka soğuk hacmin dışına monte edilmelidir. Boru tesisatı tavandan en az 50 cm aşağıda tesis edilmeli ve borular soğuk hava çıkış noktalarının yakınından geçirilmemelidir. Çekilen havanın soğuk şoku yaratmaması ve neminin dedektöre olumsuz etki etmemesi için mutlaka ısıtıcı ünitesinden geçirildikten sonra havanın dedektöre girişi sağlanmalıdır.



Şekil 18. Soğuk hava depolarında duman algılaması

4.4. YÜKSEK HAVA DEĞİŞİMLİ ALANLARDA DUMAN ALGILAMASI

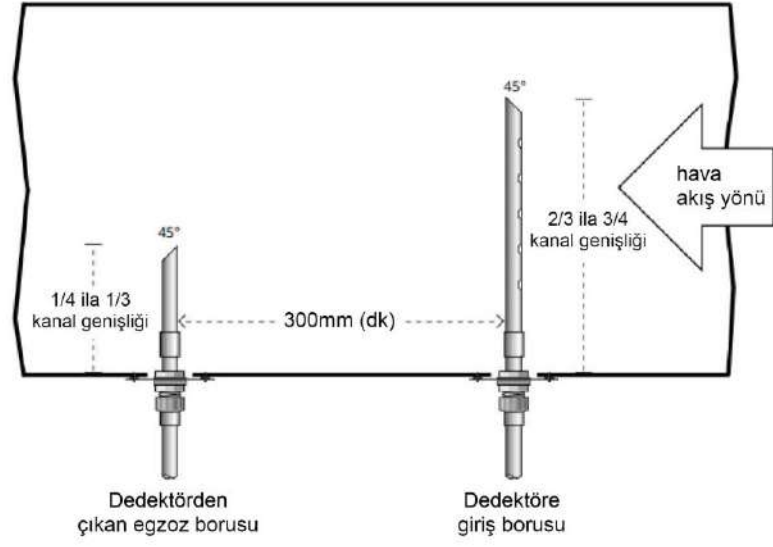
Günümüzde özellikle metropol kentlerde tasarlanan bir çok binada gelişmiş ısıtma, soğutma ve havalandırma tesisatları yer almaktadır. Klima santralleri ve taze hava kanalları ile şartlandırılmış havanın bina içindeki hacimlere taşınması, hava dönüş kanalları ve aspiratörler ile hacimlerdeki havanın geri kazanımı ve atılmasının yanı sıra, acil durum asansör kuyusu ve yangın merdivenleri basınçlandırması gibi sistemler tesis edilmektedir. Bina içinde oluşan yavaş gelişen bir yangının dumanının tavanlardaki noktasal dedektörlere erişmesinden önce özellikle hava dönüş kanalları içerisinde ilerlediği görülmektedir. Dolayısıyla hava dönüş kanallarında numune alarak hava çekmeli hassas duman dedektörleri ile yangın dumanını erken safhalarda tespit etmek mümkündür. Diğer taraftan klima santralleri ve basınçlandırma sistemleri bina dışındaki havayı içeri alırken her ne kadar filtre edilmiş olsa dahi beraberinde çevredeki yangın dumanını bina içine taşımaları mümkündür. Bu anlamda klima santrallerinin taze hava giriş kanallarında ve basınçlandırma sistemi hava giriş kanallarında numune alarak hava çekmeli hassas duman dedektörleri ile duman yoğunluğunu erken safhalarda tespit etmek mümkündür.



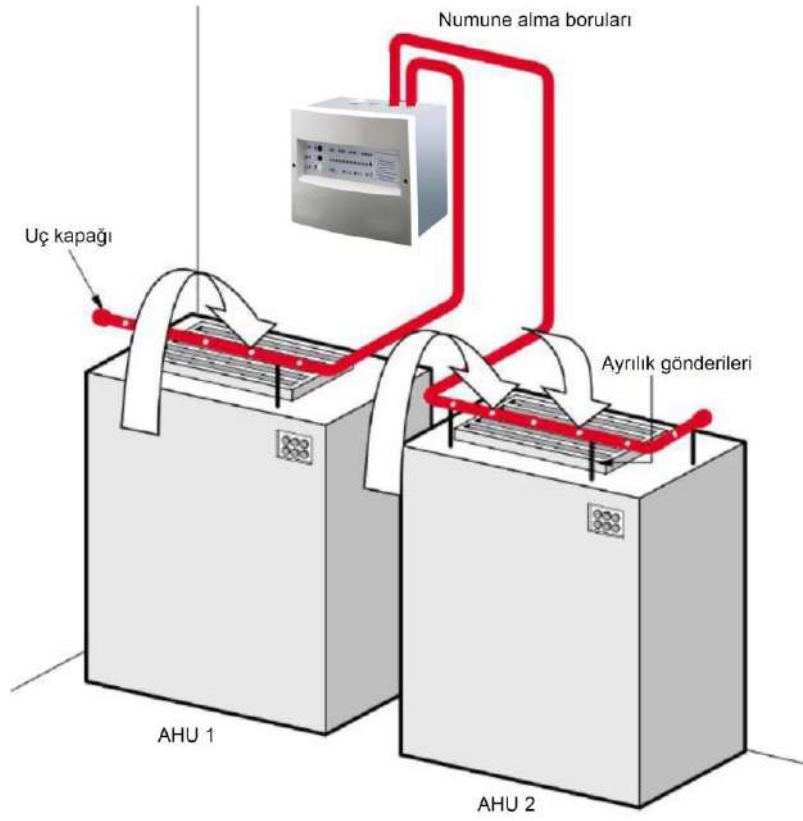
Şekil 19. Hava dönüş kanalı içinde duman algılama

Gelişmiş mimari, mekanik, elektrik ve elektronik sistemler ile donatılmış binalarda hava çekmeli hassas duman dedektörleri yangının başlangıç aşasında tespiti ve ilk müdahale için birincil sistem olarak tasarlanmaktadır. Tavan tipi duman ve sıcaklı dedektörlerinden oluşan yangın algılama cihazları ise özellikle tahliye amacıyla ikincil öncelik sistem olarak tasarlanmaktadır.

Kanal içinde havanın geliş yönünde delikleri olan bir örnek alma borusu ile numune hava çekilip gerekli filtreleme, analiz ve matematiksel modelleme sonrası işlemlerden sonra hava tekrar kanala geri verilmektedir.



Şekil 20. Kanal içi hava çekiş detayı








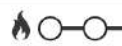

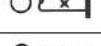





Şekil 21. Klima ünitesi hava örnekleme

5. ÖRNEK BİR HAVA ÇEKME Lİ HASSAS DUMAN DEDEKTÖRÜ GÖRÜNÜMÜ VE FONKSİYONLARI



Şekil 22. Örnek bir hava çekmeli hassas duman dedektörün görünümü

	Hata Led: Sistemde hata durumu olup/olmadığını gösterir.
	Buzzer İptal Butonu: Dedektörde bulunan buzzerni susturulması için kullanılır.
	Reset Butonu: Sisteme reset atmak için kullanılır.
	Fonksiyon Kilidi: Tuş kilidi anahtarı olarak kullanılır.
	Uyarı Led: Uyarı seviyesinde duman yoğunluğu uyarı ledidir.
	Ön Alarm Led: Ön alarm seviyesinde duman yoğunluğu uyarı ledidir.
	Alarm 1 Led: Alarm 1 seviyesinde duman yoğunluğu uyarı ledidir.
	Alarm 2 Led: Alarm 2 seviyesinde duman yoğunluğu uyarı ledidir.
	Alarm Seviyesi Led: Anlık alarm seviyesi bilgisinin yanan ledler ile gösterildiği ledler dizisidir.
	Boru Kırık Led: Yüksek akış seviyesi uyarısının verildiği ledidir.
	Boru Tıkanık Led: Düşük akış seviyesi uyarısının verildiği ledidir.
	Kirli boru Led: Boruda veya ortamda toz miktarının yüksek olduğu bilgisinin verildiği ledidir.
	Hücre Hata Led: Filtre hatası ya da ölçüm hücresine ilişkin hata bilgisinin verildiği ledidir.

6. GÜÇ KAYNAKLARI

Hava çekmeli hassas duman dedektörleri TS EN 54-20 standardı gereği 24 V DC besleme gerilimine sahip, TS EN 54-4 onaylı, TSE CEN/TS 54-14 Standardında belirtilen sürelerde yedek kapasiteye sahip özel güç kaynakları ile beslenmelidir. Gerek güç kaynaklarının ve gerekse de hava çekmeli hassas duman dedektörlerinin arıza çıkışları binadaki genel yangın alarm sistemi kontak izleme modülleri ile supervize bir şekilde bağlantılı olarak denetlenmelidir.

7. SONUÇ

Endüstriyel tesisler başta olmak üzere, gelişmiş mimari, mekanik, elektrik ve elektronik çözümler ile donatılmış kompleks kent binalarında yangın dumanını en erken ve yanıtıcı etkilerden arındırılmış olarak algılamak için öncelikli olarak hava çekmeli hassas duman dedektörleri kullanılmalıdır. Bu dedektörler ile tasarlanmış birincil duman algılamasını sağlayan sistemler yangınların en erken aşamada algılanarak can ve kaybını önlememizi sağlar.

KAYNAKLAR

1. TS CEN/TS 54-14 Standardı
2. TS EN 54-20 Standardı
3. Mavili Elektronik Tic. ve San. A.Ş. araştırma-geliştirme ve uygulama notları

ÖZGEÇMİŞ

Özcan UĞURLU

1973 yılında İzmir'in Bergama İlçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bergama'da tamamladı. 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 22, 24, 26 ve 27. Dönemlerde Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şube Yönetim Kurulu üyeliği, 29. Dönemde EMO İzmir Şube Başkanlığı görevini üstlendi. 42. Dönem EMO Onur Kurulu üyeliği görevini üstlendi. VI.'sı düzenlenecek olan Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi Yürütme Kurulu Üyeliği görevini sürdürmektedir. Elektrik Mühendisleri Odası Meslek İçi Sürekli Eğitim Merkezi (MİSEM) Yangın Algılama ve Alarm Sistemleri Eğitmeni olarak görev almaktadır. Sektörel kongrelerde ve sempozyumlarda bildiriler sunmanın yanı sıra panel ve forumlarda konuşmacı olarak da görev aldı. Mezun olduğu yıldan günümüze elektronik güvenlik sistemleri sektöründe çalıştı. 2007 Yılından beri Mavili Elektronik Tic. ve San. A.Ş. firmasında Ege Bölge Müdürlüğü görevini sürdürmektedir.

TÜRKİYE İTFAİYE TEŞKİLATLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ENDİŞESİ

Ayşe ÜTÜK, Hayri BARAÇLI

ÖZET

Güvenlik düzeyi, çalışanların sağlığına ve çalışma kapasitesine dolayısıyla kurumdaki üretkenliğe ve aynı zamanda tüm vatandaşların ulusal gelirini etkileyen çalışan nüfusun yeteneğine bağlıdır. İtfaiyeciler acil durumlarda vatandaşın hayatını kurtarmak gibi kritik bir görevi üstlenmişken müdahale sırasında kendi güvenliklerini sağlamaları, işlerini verimli ve etkili bir şekilde yapabilmelerini sağlar. İtfaiyeciler, kriz zamanlarında topluluğa ilk müdahale eden kişiler olarak hareket eder. Sonuç olarak, itfaiyeciler çok sayıda mesleki riske maruz kalmaktadır. Mevcut araştırmalar, bir acil durum alarmına yanıt verme sürecinin, itfaiye personeli için iş sağlığı ve güvenliği (İSG) adına büyük risk oluşturduğunu göstermektedir. İtfaiyecilik şüphesiz yüksek riskli bir iştir, ancak bunun ötesinde benzersizdir. Yüksek riskli çalışma durumlarının çoğunda amaç, tehlikeden kaçınmaktır. Buna karşılık, yangınla mücadele için, temel çalışma faaliyeti, genellikle aşırı zaman baskısı nedeniyle daha da karmaşık hale gelen tehlike müdahaleleridir. 2016-2020 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D) itfaiyecileri içinde yangın olaylarına müdahale esnasında tahmini ortalama 23.610 yaralanma meydana gelmiştir. 2021 yılında A.B.D itfaiyecilerinden 135 kişi görev başında hayatlarını kaybetmiştir. Bunun dışında itfaiyeciler, tehlikeli çalışma koşullarına bağlı olarak birçok meslek hastalığına (kalp hastalıkları, işitme kayıpları, solunum yolları hastalıkları, kanser vb.) yakalanmaktadır. Ülkemizde itfaiye teşkilatlarında yeterli İSG verilerinin tutulmaması; yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları hakkında verilere ulaşmamızda büyük bir engel teşkil etmekle birlikte bu çalışmada; itfaiye teşkilatlarında meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları konusunda araştırmalar yapılarak, itfaiye teşkilatlarının yararlanması ve buna bağlı olarak proaktif önlemlerin alınması konusunda farkındalık sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: İş Sağlığı ve Güvenliği, İtfaiye teşkilatları, Proaktif Önlem, Meslek Hastalıkları

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY CONCERNS IN TURKISH FIRE AGENCIES

ABSTRACT

The level of security depends on the health and working capacity of the workers, hence the productivity in the organisation, as well as the ability of the working population, which affects the national income of all citizens. While firefighters undertake the critical task of saving the life of citizens in emergency situations, ensuring their own safety during the response allows them to do their job efficiently and effectively. As a result, firefighters are exposed to numerous occupational risks. Existing research shows that the process of responding to an emergency alarm poses a major occupational health and safety (OHS) risk for firefighters. In most high-risk work situations, the goal is to avoid danger. In contrast, for firefighting, the main work activity is hazard response, which is often further complicated by excessive time pressure. Between 2016 and 2020, an estimated average of 23,610 injuries occurred during fire incident response among United States (U.S.) firefighters. In 2021, 135 US firefighters lost their lives in the line of duty. In addition, firefighters suffer from many occupational diseases (heart diseases, hearing loss, respiratory diseases, cancer, etc.) due to dangerous working conditions. Not keeping sufficient OHS data in fire departments in our country; Although it is a major obstacle for us to reach data on occupational accidents and occupational diseases, in this study; It is aimed to raise awareness about the benefit of fire brigades and taking proactive measures accordingly by conducting research on work accidents and occupational diseases that occur in fire brigades.

Key words: Occupational Health and Safety, Fire Brigades, Proactive Prevention, Occupational Diseases

1. GİRİŞ

Yangın, insan güvenliği ve ekonomisi açısından toplumda önemli bir rol oynamaktadır ve insan uygarlığının önemli bir yönü haline gelmiştir (Xin & Huang, 2014). Gerçekleşen yangın olayları sonucunda birçok can kaybı ve ekonomik hasar oluşmaktadır.

Türkiye’de meydana gelen yangınlara yerel halka en yakın kuruluş olan belediyelerin itfaiye teşkilatları müdahale etmektedir.

İtfaiye personelleri, kriz durumlarında topluluğa ilk yardım sağlayan bireyler olarak faaliyet gösterir ve bu nedenle, itfaiye personelleri çok sayıda mesleki riskle karşı karşıya kalmaktadır. Yapılan mevcut araştırmalar, acil durum alarmına yanıt verme sürecinin, itfaiye görevlilerinin sağlık ve güvenliği için önemli bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir (Paterson vd., 2016).

İtfaiye teşkilatları için görev tanımları 26326 Sayılı Resmi Gazete ’de 21.10.2006 tarihinde yayınlanan ‘Belediye İtfaiye Yönetmeliği’ nin 6. Maddesinde belirtilmiştir. Bu yönetmeliğe göre İtfaiye teşkilatlarına; acil durum ve afetlerde (yangın, sel, patlama, çökme, kaza, KBRN olayları vb.) denetim, arama kurtarma, müdahale, eğitim verme, görüş bildirme gibi birçok görev verilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), itfaiyeciler için yaşamsal bir husustur çünkü işlerinde çok sayıda risk ve tehlikeyle karşı karşıyadırlar. Bu nedenle, itfaiyecilerin kendilerini bu tehlikelerden korumak için koruyucu giysiler giymek, güvenli çalışma uygulamalarını uygulamak ve fiziksel sağlıklarını korumak gibi önlemler almaları gerekir. İtfaiyecilerin iş başında hastalanmadan veya yaralanmadan görevlerini yapabilmeleri için iş sağlığı ve güvenliği esastır.

Türkiye’de itfaiye hizmetleri çok tehlikeli işler sınıfına girmesine rağmen; itfaiye personellerine yönelik iş sağlığı ve güvenliğine (İSG) yönelik herhangi bir standart ve İSG mevzuatı yoktur. Bu da yüksek fiziksel talep ve sayısız tehlike içeren itfaiye teşkilatında endişe kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır ve itfaiye personelleri için güvenli bir çalışma ortamından yoksun olma durumu ortaya çıkarmaktadır.

İtfaiyecilik şüphesiz yüksek riskli bir iştir, ancak bunun ötesinde benzersizdir. Yüksek riskli çalışma durumlarının çoğunda amaç, tehlikeden kaçınmaktır. Buna karşılık, yangınla mücadele için, temel çalışma faaliyeti, genellikle aşırı zaman baskısı nedeniyle daha da karmaşık hale gelen tehlikeli durum müdahalesidir (Rasmussen, 1997).

İnsanların can, beden ve mallarının korunmasında öncü rol oynayan itfaiyecilerin çoğu kötü çalışma koşullarında görevlerini yerine getirmektedir (Chae & Yim, 2020).

Bu çalışmada, itfaiye personellerinin yaptıkları görevler nedeniyle maruz kaldıkları iş kazaları ve meslek hastalıklarını açıklayarak itfaiye teşkilatlarının ve yasa yapıcıların proaktif önlemler almasına yönelik farkındalık sağlamak amaçlanmıştır.

2. İTFAİYE PERSONELLERİNİN YAŞADIĞI İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI

İtfaiyecilik, yangınla mücadele, kurtarma işlemi, acil duruma müdahale ve eğitim sürecinde riskli bir meslek olup, itfaiye personelleri için potansiyel riskler doğurmaktadır.

İtfaiye personeli, günlük olarak son derece tehlikeli koşullarda çalışmakta ve karşılaştıkları tehlikenin şiddeti hızla değişebilmektedir. Ölüm oranları açısından, itfaiyeciler genel çalışan nüfusa kıyasla üç kat daha yüksek risk altındadır. 1970’ler ve 1980’lerde teknoloji, kişisel koruyucu ekipmanlar, mühendislik kontrolleri, çevre yönetimi, tıbbi bakım ve güvenlik mevzuatındaki gelişmeler, ölüm oranlarında önemli düşüşler sağlamıştır. Ancak, son 25 yılda bu düşüş sürmemiş ve son on yılda artış eğilimi göstermiştir (Kunadharaju vd., 2011).

İtfaiye personelleri, ellerindeki kaynakları en hızlı şekilde kullanarak olaya müdahale etmeye çalışırlar, fakat bu müdahaleler sırasında birçok akut tehlikeli durum ortaya çıkabilir, örneğin çökme tehlikesi, elektrik tehlikesi, zehirli gazlar ve yanma tehlikesi gibi. Ayrıca itfaiyeciler için akut olarak yaşayabildiği tehlikeli olaylar dışında, sağlıklarına yönelik tehditlerle de karşı karşıyadırlar, örneğin kanser, kardiyovasküler sağlık sorunları gibi. Bu nedenle, itfaiyecilerin kendilerini korumak için özel önlemler almaları gerekmektedir. Koruyucu giysiler giymek, güvenli çalışma uygulamalarını yerine getirmek ve fiziksel sağlıklarını korumak gibi önlemler almak önemlidir.

2.1 İtfaiye Personellerinde İş Kazaları

Dünyada itfaiye personellerinin ölüm istatistikleri incelendiğinde; gelişmiş itfaiye teşkilatlarına sahip olan ülkelerde (bkn. Amerika Birleşik Devletleri) merkezi bir birliğin altında faaliyet gösteren yangından korunma kurumları tarafından yangın istatistikleri, raporlar aracılığıyla yayınlanır.

Ancak Türkiye’de yangın istatistiklerinin bütüncül olarak yayınlandığı bir platform yoktur (bazı büyükşehir belediyeleri yangın istatistiklerini yayınlamakta; bkn. İstanbul Büyükşehir Belediyesi) buda yangın istatistiklerinden yararlanılarak oluşturulabilecek proaktif önlemlerin önünde engel teşkil etmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Yangından Korunma Kurumu (National Fire Protection Association: NFPA) her yıl ABD’de görevdeyken meydana gelen yaralanmalar veya hastalıklardan kaynaklanan tüm itfaiyeci ölümleri hakkında veri toplar.

NFPA 2023 yılında yayınlamış olduğu rapora göre kariyer ve gönüllü itfaiyecilerin görev sırasındaki ölüm istatistikleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. 2022 yıllarında ABD İtfaiye Personeli Ölüm İstatistikleri (Campbell & Petrillo, 2023)

	Kariyer İtfaiyecisi		Gönüllü İtfaiyecisi	
	Ölüm Sayısı	Oran	Ölüm Sayısı	Oran
Görev Türü				
Yangın yerinde çalışma	13	%34	14	%27
Alarmlara yanıt verme veya alarmlardan geri dönüş	5	%13	16	%31
Yangın dışı acil durumlarda çalışma	3	%8	6	%12
Eğitim	4	%11	6	%12
Normal istasyon etkinliği	11	%29	3	%6
Acil tıbbi hizmet	1	%3	3	%6
Diğer görev başındaki faaliyetler	1	%3	3	%6
TOPLAM	38	%100	51	%100
Ölümcül Yaralanma Nedeni				
Aşırı efor/stres/diğer ilgili	22	%58	26	%51
Hızlı yangın ilerlemesi	2	%5	4	%8
Araç çarpması	4	%11	4	%8
Motorlu taşıt kazası	2	%5	6	%12
Düşme	1	%3	1	%2
Yapısal çöküş	5	%13	0	%0
Devrilme	0	%2	3	%6
Saldırı	1	%3	1	%2
Ekipmanın çarpması	1	%3	0	%0
Düşen nesnenin çarpması	0	%0	1	%2
Su altında mahsur kalma	0	%0	2	%4
Patlama nedeniyle hapsolmuş	0	%0	1	%2
Yangınla temas	0	%0	1	%2
Belirlenmemiş	0	%0	1	%2
TOPLAM	38	%100	51	%100

Tablodan anlaşıldığı üzere; itfaiye personelleri (kariyer, gönüllü) için en çok ölüm oranı yangın yerinde gerçekleşmiştir ve ölümcül yaralanma nedeni olarak aşırı efor, stres olarak belirlenmiştir.

Uluslararası Yangın Önleme ve Söndürme Derneği (CTİF: Comité Technique International de prevention et d'extinction de Feu) tarafından yıllık olarak dünya yangın istatistikleri yayınlanmaktadır. Yayınlanan 27 numaralı (2022) raporunda 33 farklı ülkedeki itfaiyeci ölüm ve yaralanma istatistikleri bulunmakta olup bu ülkeler arasında Türkiye bulunmamaktadır.

İtfaiyeciler birçok mesleki tehlikeye maruz kalmalarına rağmen bu risklerle ilgili çalışmalar halen yetersizdir (Kolena vd., 2020). Özellikle Türkiye itfaiye teşkilatı için kısıtlı bir literatür mevcuttur. Bunlardan bazıları;

Yılmaz ve Motorcunun (2020) yapmış oldukları çalışmada; Çanakkale merkezinde bulunan itfaiye ve AFAD kurumlarında sahadaki ekiplerde görevli personellerin İG kültürü düzeylerini belirlemek üzere 2 ölçekli, likert tipi, 44 maddelik bir anket hazırlanmış ve personellere yüz yüze uygulanmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre itfaiye ve AFAD ekiplerinin İG faaliyetlerine katılımı, İG farkındalık ve yetkinlikleri ile çalışanların demografik özelliklerinden olan isg eğitimi alma durumu ve eğitimleri faydalı bulma gibi değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu görülmüştür.

Öztürk ve El (2020) yapmış olduğu çalışmada; itfaiye personelinin almış olduğu tehlike ve risklerden, afet ve acil durumlarda almış oldukları tehlike/risklerin yoğunluğunu, bunların iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kapsamının dışında bırakıldığının ve mevzuattaki eksikliğin bir an önce yapılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Demir ve ark. (2020) yapmış oldukları çalışmada; uygulanmaya başlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun gereklilikleri, yükümlülükleri ve İstanbul İtfaiye Teşkilatında uygulanması ile ilgili detaylar incelenmiştir.

Şahin (2021) yapmış olduğu yüksek lisans tezinde; Mersin ili Tarsus ilçesi itfaiyesinde çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği konusundaki bilinç düzeylerinin ölçülmesi, farkındalıklarının belirlenmesi ve mevcut durum analizinin yapılması amaçlanmıştır ve 58 itfaiyeciye anket çalışması yapılmıştır. Anket sonucunda yazar; İş sağlığı ve güvenliği ve çalışma yerlerini ilgilendiren problemler tespit edilip bunlar için birtakım çözüm yöntemleri geliştirilmenin ve itfaiye personelinin kullandığı araçların periyodik kontrol muayenesi yapılmasının önemini vurgulamıştır.

Demiralp ve Ütük (2023) yapmış olduğu çalışmada; itfaiyecilerin iş sağlığı ve güvenliği için yangına müdahale sırasında en uygun soğutma stratejilerini belirlemek için çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Ütük ve Demiralp (2023) yapmış olduğu çalışmada; etkili ve verimli risk yönetim çerçevelerinin oluşturulması ve standartlaşmaya gidilerek itfaiye teşkilatında uygulanması için çalışmalar yapılmasının itfaiyeciler için yol gösterici ve riske dayalı karar almaları için teşvik edici bir yöntem olacağı belirtilmiştir.

Uluslararası literatür incelendiğinde; Türkiye'ye kıyasla daha fazla çalışmanın olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında merkezi yangınla mücadele kuruluşlar yangın istatistikleri ve verileri yayınlanmıştır. Bunların başlıcaları;

- NFPA (National Fire Protection Association): Ulusal Yangından Korunma Kurumu,
- CTIF (Comité Technique International de prevention et d'extinction de Feu): Uluslararası Yangın Önleme ve Söndürme Derneği,
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration): İş güvenliği ve Sağlık İdaresi,
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü,
- FEMA (Federal Emergency Management Agency): Federal Acil Durum Yönetim Kurumudur.

ABD itfaiyecilerinin 2021 yılı iş sağlığı ve güvenliği verilerine bakılacak olursa;

- 2016-2020'de, ABD itfaiyecileri tarafından her yıl yaşanan tahmini ortalama 23.610 yangında yaralanma olayı meydana gelmiştir.
- İtfaiyeci yaralanmalarının çoğu profesyonel itfaiyecilerde (toplamın %83'ü) meydana gelmiştir. Kadın itfaiyeciler yaralanmaların sadece %4'ünü oluşturmuştur.
- Tehlikelere maruz kalma ve aşırı zorlama, yaralanmaların başlıca iki nedeni olarak belirlenmiştir,
- Yapı yangınları, itfaiyeci yaralanmalarında en büyük paya sahiptir (% 83) (Campbell, 2021).
- 2021'de 135 görev başında itfaiyeci ölümü gerçekleşti. Bunların 65'i COVID nedeniyleydi.
- COVID olmayan 70 ölümden: 35'i gönüllü itfaiyeci olarak, 27'si profesyonel itfaiyeci olarak belirlenmiştir,
- Ölümlerin en büyük kısmı, itfaiyeciler yangın veya patlamalarda çalışırken meydana gelmiştir (28 ölüm).
- Aşırı efor, stres ve tıbbi sorunlar, 29 ani kardiyak ölüm de dahil olmak üzere ölümlerin yarısından fazlasına (40 ölüm) neden olmuştur.
- Araç kazalarında ölen 10 itfaiyeci ve araçların çarptığı altı itfaiyeci de dahil olmak üzere, araçla ilgili olaylarda 16 itfaiyeci ölmüştür (Fahy & Petrillo, 2021).

İtfaiyecilerin karşılaştığı sağlık riskleri akut veya kronik olabilir ve bunların her ikisi de hastalık ve ölüm oranlarını artırabilir. Akut tehditler, ağırlıklı olarak yangın yeri (yani, yangın söndürme faaliyetlerinin yürütüldüğü alan) operasyonları sırasında, itfaiyeci görevlerinin doğrudan sonucu olarak meydana

gelen yaralanmaları içerir. Kronik tehditler arasında ise kardiyovasküler hastalıklar, kronik akciğer hastalıkları ve bazı kanser türleri bulunmaktadır (Maloney vd., 2021).

İtfaiyecilerin tehlikeli maddelere maruz kalma düzeyleri, yangının özelliklerine, yanan yapıya ve önlemlere bağlıdır. Her istasyonda rotasyon ve personel transferi yapıldığı için, itfaiyecilerin tehlikeli maddelere maruz kalma profilleri benzer hale gelme eğilimindedir (Tee, L., 1992).

2.2 İtfaiye Personellerinde Meslek hastalıkları

İtfaiye personelleri, mesleki faaliyetleri nedeniyle çeşitli risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu riskler, fiziksel çaba gerektiren yoğun çalışma şartlarından ve maruziyetlerden kaynaklanan belirli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. İtfaiye personellerinde en sık görülen meslek hastalıkları, kanser, kardiyovasküler rahatsızlıklar, kardiyak sorunlar, solunum yolları rahatsızlıkları, psikolojik rahatsızlıklar, kalp damar rahatsızlıkları ve kısırlık olarak sıralanabilir.

Kanser, itfaiye teşkilatında önemli bir risk olarak kabul edilmektedir. İtfaiyecilerin kanser riski, yangınla mücadele sürecinde maruz kaldıkları kirlenici maddelerden kaynaklanmaktadır. Yangınlar sırasında açığa çıkan duman ve toz, kanserojen maddelerin solunmasına ve cilt temasına yol açabilir. Bu maddeler zaman içinde birikerek kanser riskini artırır. İtfaiyeciler ayrıca, yangınla mücadele ekipmanları ve araç gereçlerinde kullanılan kimyasallarla da temas edebilirler. Araştırma, eğitim, davranış değişiklikleri ve kirlenici maddelere maruz kalmayı en aza indirmek için çeşitli kontroller yoluyla itfaiye teşkilatında kanser risklerine ve kanserin önlenmesine giderek daha fazla dikkat çekilmektedir. IAFF (International Association of Fire Fighters: Uluslararası İtfaiyeciler Birliği) web sitesinde 2021 yılında 81 itfaiyecinin kanserden öldüğünü belirtmiş ve 2022'de A.B.D' de 348 itfaiyecinin kanserden öldüğü belirlenmiştir (Campbell & Petrillo, 2023).

Birçok çalışma, kanser ve itfaiyecilik arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), itfaiyeci kanserine odaklanan iki büyük çalışma yapmış ve itfaiyecilerin ABD'deki genel nüfusa kıyasla kanser teşhislerinde %9 ve kansere bağlı ölümlerde %14 artışla karşı karşıya olduğunu bulmuştur. İlk çalışma, üç büyük şehir itfaiyesinden yaklaşık 30.000 mevcut ve emekli itfaiyeci sağlık kayıtlarını kullanarak itfaiyecilerdeki kanser riskini incelemek için uzun bir projeydi. İkinci çalışma, aynı itfaiye departmanlarından 20.000 itfaiyeci arasında maruz kalma tepkisine baktı. İtfaiye ile kanser arasındaki ilişkinin kanıtlarını gösteren ilk aşama sonuçları Ekim 2013'te yayınlandı. İkinci çalışma ise 2015'te yayınlanan sonuçlarında, itfaiye ile akciğer kanseri ve lösemi arasında bir ilişki olduğunu gösterdi. Şu anda itfaiye teşkilatında kanser üzerine 30 yıllık ileriye dönük bir araştırma projesi devam etmektedir. Bu proje, önceki geriye dönük çalışmalardan farklı olarak, kanserojenlere maruz kalmanın neden olabileceği zaman içindeki değişiklikleri inceleyecektir (Fahy & Petrillo, 2021).

Bunun dışında yapılan çalışmalarda itfaiyecilerin genel nüfusa göre daha genç yaşlarda kansere yakalandığı bulunmuştur (D. J. Lee vd., 2020).

İtfaiye personelleri sürekli olarak aşırı fiziksel aktiviteye maruz kaldıklarından, kardiyovasküler rahatsızlıklarla (Kales & Smith, 2017) karşı karşıya olabirler. 2009 ve 2018 arasında NFPA'ya göre, özellikle kardiyovasküler hastalıklar, itfaiyecilerin görevleri sırasında sık rastlanan ölüm sebeplerinden biriydi. 10 yıllık süre boyunca, aşırı zorlama, stres ve tıbbi ilaçlar, ölüm nedenlerinin yarısından fazlasını oluşturmuştur (IFSJLM, 2021).

Barnard ve Duncan (1975), yorucu yangın söndürme faaliyetlerinin, uzun süreler boyunca yüksek kalabilen maksimuma yakın kalp atış hızlarına nasıl yol açtığını belgeleyen ilk kişiler arasında yer alır (Poplin vd., 2016).

İtfaiye personelleri yüksek stres durumlarında çalıştıkları için, kalp damar sistemleri üzerinde aşırı yük oluşabilir (Jahnke vd., 2021). Bu da çeşitli kardiyak sorunlara, özellikle de hipertansiyona veya koroner arter hastalığına yol açabilir. Ayrıca, itfaiye personelleri meslekleri gereği sürekli olarak yüksek sıcaklık, duman, zehirli kimyasallar gibi faktörlere maruz kalır. Bu faktörler, kalp damar

rahatsızlıklarına neden olabilir. Özellikle yüksek sıcaklık nedeniyle vücut ısısının yükselmesi, kan pıhtılaşma sürecini etkileyebilir ve böylece tromboz riskini artırabilir.

Solunum yolları rahatsızlıkları da itfaiye personellerinin meslek hastalıkları arasında önemli bir yer tutar. Yangınlar sırasında yoğun duman ve yanıcı gazlar ortaya çıkar ve bu durum solunum yollarına zarar verebilir. Dumana maruz kalmak, kronik bronşit, astım ve solunum yolu enfeksiyonları (Jahnke vd., 2021) gibi rahatsızlıklara yol açabilir.

Bunların yanı sıra, itfaiye personelleri işlerinde sık sık travmatik olaylarla karşılaşır ve bu durum da psikolojik rahatsızlıklara neden olabilir. Yangınlar, kazalar ve acil durumlar, travmatik stres olaylarıdır ve post travmatik stres bozukluğuna, depresyona veya anksiyete bozukluğuna yol açabilir (NIOSH,2023).

Son olarak, itfaiye personelleri meslekleri gereği bazı kimyasal maddelerle de temas edebilirler. Bu kimyasal maddelerin bazıları, itfaiye personellerinin üreme sistemine zarar verebilir (Jahnke vd., 2018; Petersen vd., 2019) ve kısırılığa yol açabilir.

Bu veriler ışığında itfaiye teşkilatlarının çalışanlarının sağlığı ve güvenliği için çeşitli riskleri göz önünde bulundurması gerekmektedir. Özellikle, kanser ve kardiyak sorunlar gibi konulara özel önem verilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, itfaiyecilerin sağlığı korunabilir ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanabilir (Fahy & Petrillo, 2021).

3. İTFAİYE PERSONELLERİNİN YAŞADIĞI İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARINDAN KORUNMA YOLLARI

İtfaiye teşkilatlarının çalışması ile itfaiye personelinin karşılaştığı sağlık ve güvenlik riskleri sıklıkla örtüşür. Bu riskler, itfaiye personellerinin yaptıkları işle ve çalışma ortamlarıyla doğrudan ilişkilidir. İtfaiye teşkilatları bir yangın mahallinde dört önceliği ele alır (IFSJLM, 2021);

- Bina sakinlerinin can güvenliği,
- Yangının sınırlandırılması ve söndürülmesi,
- Mülkün korunması,
- Olumsuz çevresel etkilerin azaltılması.

Bu öncelikleri yerine getiren itfaiye personelleri karşı karşıya kaldıkları tehlikelerden korunmak ve olası tehlikeli madde maruziyetlerinden kaçınmak amacıyla koruyucu, proaktif önlemler almalıdır.

İtfaiyecileri korumaya yönelik çoğu çaba iki genel kategoriye ayrılır: hazırlık önlemleri ve operasyonel önlemler. Hazırlayıcı önlemler, itfaiyecileri işlerini mümkün olduğunca güvenli bir şekilde yapmaya hazırlayan eylemleri kapsar. Bu, personel seçimi ve yerleştirme, eğitim, profesyonel sosyalleşme ve kişisel koruyucu ekipman ve diğer güvenlik cihazlarının sağlanmasını içerecektir. Operasyonel önlemler, gerçek yangınla mücadele faaliyetleri sırasında yeterli bir güvenlik marjını korumaya odaklanır. Bu, çeşitli standart işletim prosedürlerine bağlı kalmayı, risk-fayda oranlarının sürekli izlenmesini, iletişimlerini, personel alımını ve diğer komuta ve kontrol faaliyetlerini içerir (Kunadharaju vd., 2011).

İtfaiye personelleri için mesleki riskleri yönetmek veya kabul edilebilir bir düzeye indirmek için kontrol önlemleri stratejileri mevcuttur. Bu stratejiler, belirtilen sırayla düzenlenmiş dört eylem seviyesi içerir; (yukarıdan aşağıya) kontrol önlemleri öncelik sırasına göre alınmalıdır.

1. Kaynak önlemleri (maddeden kaçınmak veya maddeye maruz kalmaktan kaçınmak),
2. Kolektif önlemler (maddeyi korumak veya işi farklı şekilde organize etmek),
3. Bireysel önlemler (maruziyet süresinin veya çalışan sayısının sınırlandırılması),
4. Kişisel koruyucu önlemler (kişisel koruyucu ekipman kullanımı).

Yalnızca belirli bir düzeyde makul olarak hiçbir (ileri) önlem alınamıyorsa bir sonraki (daha düşük) önlem düzeyine geçiş yapılmalıdır (IFSJLM, 2021).

İtfaiyecilerin tehlikeli maddeler tarafından ne zaman ve ne şekilde maruz kaldığı belli olmadığından itfaiye esas olarak en düşük düzeyde mesleki hijyene odaklanır. Sonuçta, kişisel koruyucu ekipman

kullanımı itfaiye teşkilatlarında en sık kullanılan koruyucu önlem olarak karşımıza çıkmaktadır (Brandweer Nederland, 2015).

Gözetim sistemlerinde hem yaralanma hem de ramak kala verilerinin toplanması önemlidir. Yaralanma verileri, bir yaralanmanın görülme sıklığı ve doğrudan nedeni hakkında bilgi verirken, ramak kala verileri bir kuruluş veya sektördeki çeşitli tehlikelerin tanımlanmasını sağlar. Ayrıca ramak kala verileri, gözetim ve risk azaltma için bir fırsat sağlar (Taylor vd., 2014).

İtfaiye teşkilatlarında koruyucu tıp sayesinde hastalıkların önlenmesi ve yönetiminin yanı sıra, sağlık açısından sosyal destek ve sosyal reçeteler gibi yönetim programlarına da ihtiyaç vardır. Böyle bir yönetim programının itfaiyeciler arasında meslek hastalıkları oluşumunu ve bu tür hastalıkların neden olduğu sakatlık ve ölüm sayılarını azaltacağı düşünülmektedir (W.-R. Lee vd., 2023).

İtfaiye teşkilatında sağlık, güvenlik ve yaralanma önleme müdahalelerinin ekonomik değerlendirmesi yaygın değildir, ancak mevcut kanıtlar, sağlık ve zindelik programlarının uygulanmasının ardından departmanların maliyet tasarrufu sağlayabileceğini göstermektedir (Poplin vd., 2018).

Bu hususlara göre Türkiye İtfaiye teşkilatlarının; hayat kurtarmak için çalışan personellerini, iş kazalarından ve meslek hastalıklarından koruması için bazı aksiyonları yerine getirilmesi önerilmektedir. Bu aksiyonlardan bazıları;

- İtfaiye teşkilatlarında; personelinin yaşamış olduğu iş kazaları detaylı bir şekilde kayıt altına alınmalı ve değerlendirilmeli, buna uygun olarak önlem ve eğitim çalışması yapılmalı,
- İtfaiye personellerinin düzenli olarak sağlık taramasından geçirilmesi ve bu taramaların detaylı bir şekilde değerlendirilmesi (olası meslek hastalığı için erken teşhis) yapılmalı,
- Yangın alanında; tehlikeli buhar ve gazlara maruz kalan personeller için düzenli akciğer fonksiyon taraması yapılmalı (Fire Brigades Union, 2022),
- Sağlık taraması sonucunda acil durum ve afet müdahaleleri için uygun olmayan personel başka bir görevde hak kaybı yaşamadan çalıştırılmalı,
- İtfaiye personellerinin meslek hastalıkları ve iş kazaları hakkında eğitim almaları sağlanmalı,
- Kişisel koruyucu donanım (KKD) seçimi ve bakımı hakkında uygulamalı eğitimler verilmeli,
- KKD'lar teknolojik gelişmelere uyum sağlayacak şekilde güncellenmeli,
- İtfaiye personellerinin karşılaştıkları tehlike ve riskler hakkında detaylı eğitim almaları sağlanmalı,
- İtfaiye personelleri için sağlık ve zindelik programları oluşturulmalı,
- İtfaiye teşkilatları herhangi bir acil durumda ekip halinde çalışır ve bir iş kazası yaşadığında ilk önce yanında olan kişi ekip arkadaşlarıdır. Bu yüzden bütün itfaiye personeline düzenli olarak ilk yardım eğitimi verilmeli,
- İtfaiye teşkilatlarında ramak kala olay kayıtları tutulmalı ve değerlendirilmeli,
- İtfaiye teşkilatları içerisindeki personel düzenli olarak toplanarak yaşadıkları ramak kala kazaları tartışmalıdır.
- İtfaiye amiri başkanlığında oluşturulacak ve düzenli olarak personellerin katılımıyla toplantılar düzenlenmeli. Bu toplantılarda yangın senaryoları oluşturulmalı ve bu senaryolar sayesinde müdahale ve iş sağlığı ve güvenliği koşulları beyin fırtınası yöntemi kullanılarak tartışılmalıdır,
- Düzenli olarak yangın risk analizleri oluşturulmalı ve analiz edilmelidir.

4. SONUÇ

İtfaiye teşkilatları üstlendikleri görevler nedeniyle her gün birçok tehlikeyle karşı karşıyadır. Çalışmanın 'İtfaiye personellerinin yaşadığı iş kazaları ve meslek hastalıklarından korunma yolları' bölümünde itfaiye teşkilatlarının bünyesinde dâhilinde bu tehlikelerden korunma yolları belirtilmiştir. Bu korunma yolları dışında geniş çaplı olarak iş kazaları ve meslek hastalıkları için merkezi destekli olarak;

- İtfaiye mevzuatı toparlanıp güncellenerek 'İtfaiye Kanunu' oluşturulmalı,
- İtfaiye eğitimi, ekipmanı, KKD vb. hususlar hakkında standartlar çıkarılmalı,
- Sağlık ve zindelik programları oluşturulmalı,
- İtfaiye personelleri için yeterlilik kriterleri oluşturulmalı,
- İtfaiye personellerinin iş sağlığı ve güvenliği kanunu oluşturulmalı,

- Türkiye itfaiye personeli profili çıkartılmalı ve değerlendirilmeli,
- İtfaiye akademileri kurularak sürekli eğitim sağlanmalı,
- İtfaiye teşkilatları aralarında işbirliği protokolleri oluşturmalı,
- İtfaiye personelleri için psikolojik destek merkezleri kurulmalıdır.

Belirtilen aksiyonların yerine getirilmesi sonucunda Türkiye itfaiye personellerinin çalışma ortamlarında güvenli ve sağlıklı olarak üstlendikleri görevleri daha fazla verimle yerine getirecekleri düşünülmektedir. Bu çalışmanın itfaiye teşkilatları ve yasa yapıcılar için rehber olacağı öngörülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Brandweer Nederland. (2015). *Schoon Werken Bij Brand*.
- Campbell, R. (2021). *Firefighter Injuries on the Fireground (NFPA®) Key Findings. September*, 461–477.
- Campbell, R., Petrillo, J. T. (2023). Fatal Firefighter Injuries in the US in 2022. National Fire Protection Association. Research, Data and Analytics Division.
- Chae, J., & Yim, D.-K. (2020). A Study on the Rehabilitation Room of Firefighters at Disaster Spot. *Fire Science and Engineering*, 34(3), 116–125. <https://doi.org/10.7731/kifse.ec8802ee>
- Demiralp, N., ve Ütük, A., (2023). İtfaiyecilikte Termal Risk, 5. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi, Türkiye.
- Fahy, R. F., & Petrillo, J. T. (2021). Firefighter Fatalities in the US in 2021. *NFPA Research, August*, 22. [nfpa.org/research](https://www.nfpa.org/research)
- IFSJLM. (2021). Journal of Leadership And Management. *Building*, 15.
- Jahnke, S. A., Jitnarin, N., Kaipust, C. M., Hollerbach, B. S., Naylor, B. M., & Crisp, C. (2021). *Fireground Exposure of Firefighters : A Literature Review. May*.
- Jahnke, S. A., Poston, W. S. C., Jitnarin, N., & Haddock, C. K. (2018). Maternal and Child Health Among Female Firefighters in the U.S. *Maternal and Child Health Journal*, 22(6), 922–931. <https://doi.org/10.1007/s10995-018-2468-3>
- Kales, S. N., & Smith, D. L. (2017). Firefighting and the heart: implications for prevention. *Circulation*, 135(14), 1296-1299.
- Kunadharaju, K., Smith, T. D., & Dejoy, D. M. (2011). Line-of-duty deaths among U . S . firefighters : An analysis of fatality investigations. *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 1171–1180. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.12.030>
- Kolena, B., Petrovičová, I., Šidlovská, M., Hliseníková, H., Bystričanová, L., Wimmerová, S., & Trnovec, T. (2020). Occupational hazards and risks associated with phthalates among Slovakian firefighters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2483.
- Lee, D. J., Koru-Sengul, T., Hernandez, M. N., Caban-Martinez, A. J., McClure, L. A., Mackinnon, J. A., & Kobetz, E. N. (2020). Cancer risk among career male and female Florida firefighters: Evidence from the Florida Firefighter Cancer Registry (1981-2014). *American Journal of Industrial Medicine*, 63(4), 285–299. <https://doi.org/10.1002/ajim.23086>
- Lee, W.-R., Lee, H., Nam, E. W., Noh, J.-W., Yoon, J.-H., & Yoo, K.-B. (2023). Comparison of the risks of occupational diseases, avoidable hospitalization, and all-cause deaths between firefighters and non-firefighters: A cohort study using national health insurance claims data. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1070023>
- Maloney, S. R., Udasin, I. G., Black, T. M., Shah, N. N., Steinberg, M. B., Pratt, M. E., & Graber, J. M. (2021). Perceived health risks among firefighters; the New Jersey firefighter health survey. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 63(4), 317-321.
- NIOSH, 2023, <https://www.cdc.gov/niosh/topics/traumaticincident/default.html#print>, Erişim tarihi: 10.08.2023
- Öztürk, C., & Gökhan, E. L. (2020). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunundaki Kapsam Kısıtlılığının Niksar İtfaiyesi Özelinde İncelenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, (2020 Sonbahar Özel Sayı I/II), 101-109.
- Paterson, J. L., Aisbett, B., & Ferguson, S. A. (2016). Sound the alarm: Health and safety risks associated with alarm response for salaried and retained metropolitan firefighters. *Safety Science*, 82, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.09.024>
- Petersen, K. U., Hansen, J., Ebbhoej, N. E., & Bonde, J. P. (2019). Infertility in a Cohort of Male Danish Firefighters: A Register-Based Study. *American Journal of Epidemiology*, 188(2), 339–

346. <https://doi.org/10.1093/aje/kwy235>
- Poplin, G. S., Griffin, S., Porter, K. P., Mallett, J., Hu, C., Day-nash, V., & Burgess, J. L. (2018). *Efficacy of a proactive health and safety risk management system in the fire service*.
- Poplin, G. S., Roe, D. J., Burgess, J. L., Peate, W. F., & Harris, R. B. (2016). Fire fit : assessing comprehensive fitness and injury risk in the fire service. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 89(2), 251–259. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1068-4>
- Rasmussen, J. (1997). Risk Management In A Dynamic Society: A Modelling Problem. *Chinese Journal of Schistosomiasis Control*, 30(2), 183–213. <https://doi.org/10.16250/j.32.1374.2016270>
- Taylor, J. A., Lacovara, A. V., Smith, G. S., Pandian, R., & Lehto, M. (2014). Near-miss narratives from the fire service: A Bayesian analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 62(2014), 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.09.012>
- Tee, L., G. and V. M. C. (1992). *Occupational Health Concerns of Firefighting*. 3.
- Yılmaz, K., & Motorcu, A. R. (2020) İtfaiye ve Afad Çalışanlarının Güvenlik Kültürü: İş Güvenliği Farkındalık ve Yetkinlikleri İle İş Güvenliği Faaliyetlerine Katılmalarının Demografik Faktörlere Göre Değerlendirilmesi. 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi.
- Xin, J., & Huang, C. (2014). Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management. *Fire Safety Journal*, 62(PART A), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.09.022>

ÖZGEÇMİŞLER

Hayri BARAÇLI

Dr. Hayri Baraçlı, İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1989 yılında Yıldız Teknik Üniversitesinden Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Yüksek lisans ve doktora öğrenimini aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamladı. 1989 yılında Yıldız Teknik Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak akademik çalışmalarına başladı. Kalite Yönetimi, Finansman, Yatırım Planlaması ve Mühendislik Ekonomisi, Bilişim Sistemleri derslerini Yıldız Teknik Üniversitesi ve Hava Harp Okulunda verdi. 1999 yılından bu yana aynı Üniversitenin Endüstri Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Ayrıca; Yıldız Teknik Üniversitesi Rektör Danışmanı, Halkla İlişkiler Koordinatörü ve İnsan Kaynaklarını Geliştirme Merkezi Başkanlığı görevlerinde de bulundu. Kamu ve özel sektörde; makine imalat, madeni eşya, plastik enjeksiyon, ayakkabı, tekstil, perakende ticaret ve gıda sanayi alanlarında çalışmaları oldu. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yönetim Kurulu Üyeliği, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Proje Koordinatörlüğü, Milli Prodüktivite Merkezi Yönetim Danışmanlığı ve Türkiye Güreş Federasyonu Denetim Kurulu Üyeliği görevlerinde bulundu. Çeşitli sivil toplum kuruluşlarında üyelikleri bulunan Dr. Baraçlı'nın kamu ve özel sektörde Stratejik Yönetim ve Planlama, İşletme Yönetimi, Yeniden Yapılandırma, Reorganizasyon ve İnsan Kaynakları Yönetimi, Yatırımların Fizibilitesi ve Etütleri, Yalın Yönetim, Verimlilik Yönetimi gibi konularda çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca Yerel Yönetimlerde; Akıllı Şehircilik Uygulamaları, Dayanıklı Şehirler, Ulaşım Yönetimi ve Raylı Sistemler, Atık Yönetimi ve Yenilenebilir Enerji konularında da çalışmalar yürüttü. Temmuz 2009'da İETT İşletmeleri Genel Müdürü, Mayıs 2014'te İstanbul Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreteri oldu. Ekim 2018'de Cumhurbaşkanlığı Yerel Yönetim Politikaları Kurulu Üyesi olarak atandı. Mayıs 2022'de Türkiye Belediyeler Birliği Genel Sekreterliği görevine başladı.

Ayşe ÜTÜK

1991'de Ankara'da doğdu. 2009 yılında Leyla Turgut Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında Kırıkkale Üniversitesinde Makina Mühendisliği bölümünden "mühendis" ünvanını aldı. 2015 yılında ise Yıldırım Beyazıt Üniversitesinde, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programını tamamladı. 2020 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsüne bağlı olan İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı doktora programına başlamış olup şuan tez savunma aşamasındadır. B sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği uzmanı olup, 2015-2022 yılları arasında Kastamonu Üniversitesi, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programında 'öğretim görevlisi' olarak; 2022 yılından itibaren ise Ankara Üniversitesi Beypazarı Meslek Yüksekokulu'nda Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programında görev yapmaya devam etmektedir. Kalite, iş sağlığı ve güvenliği, yangın güvenliği ve İtfaiye teşkilatlarının geliştirilmesi üzerine çalışmaktadır.

İTFAİYECİLERİN KARSİNOJEN MADDELERE MESLEKİ MARUZİYETİ VE KANSER RİSKİ

Şemsettin PARLAK
Ramazan AKTEPE

ÖZET

İtfaiyecilik yüksek riskli meslekler arasında görülmekte olup, itfaiyeciler çalışma ortamlarında birçok risk ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu risklerden birisi de itfaiyecilerin çalışma ortamlarında bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), uçucu organik bileşikler, hidrojen siyanür (HCN) ve diğer bazı organik ve inorganik bileşikler gibi toksin maddelere birçok kez maruz kalmaları sonucu kanser gibi ölümcül hastalıklara yakanmalarınıdır.

Geçmişten günümüze kadar farklı ülkelerde yapılan bilimsel araştırmalar ve 2022 yılının Temmuz ayında 8 ülkeden 25 bilim insanının Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı'nda yayımlanan çalışmaları neticesinde itfaiyeciliğin belirli kanser gruplarıyla doğrudan ve dolaylı olarak ilişkileri olduğu tespit edilmiş, itfaiyeciliğin Grup 2B'den (Karsinojen olma ihtimali var) Grup 1 (İnsanlar için karsinojen) seviyesine yükseltilmiştir.

Bu çalışmada, itfaiyecilerin çalışma ortamlarında maruz kaldıkları karsinojen maddeler, teknolojik gelişmelerin karşılaşılan yangınlarda maruz kalınan karsinojen maddelere etkileri, kişisel koruyucu ekipmanların toksinlere karşı koruyucu etkileri, risk azaltma davranışlarının önündeki engeller, dekontaminasyon uygulamaları ve sonuçları incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: dekontaminasyon, itfaiyecilik, kanser, mesleki maruziyet, toksin maddeler

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF FIREFIGHTERS TO CARCINOGENS AND CANCER RISK

ABSTRACT

Firefighting is one of the high-risk professions and firefighters face many risks in their working environment. One of these risks is that firefighters are exposed to toxins such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), volatile organic compounds, hydrogen cyanide (HCN) and some other organic and inorganic compounds in their working environment, which can lead to fatal diseases such as cancer. As a result of scientific research conducted in different countries from the past to the present and the work of 25 scientists from 8 countries published in July 2022 in the World Health Organization International Agency for Research on Cancer, it was determined that firefighting has direct and indirect relations with certain cancer groups, and firefighting was upgraded from Group 2B (Possible carcinogenic) to Group 1 (Carcinogenic to humans).

In this work, the carcinogens to which firefighters are exposed in their work environment, the effects of technological developments on carcinogens exposed in fires, the protective effects of personal protective equipment against toxins, barriers to risk reduction behaviors, decontamination practices and results were examined.

Key words: decontamination, firefighting, cancer, occupational exposure, toxins

1- GİRİŞ

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) Çalışma Grubu, mevcut bilimsel literatürü kapsamlı bir şekilde inceledikten sonra, itfaiyecilik mesleğini en yüksek karsinojen tehlike sınıflandırması olan "insanlar için karsinojen (Grup 1)" olarak sınıflandırmıştır. [1] Bu inceleme, epidemiyolojik çalışmalar ve mekanistik kanıtlarla desteklenmektedir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı daha önce itfaiyecilerin mesleki maruziyetini Grup 2B, yani "insanlar için muhtemelen karsinojen" olarak sınıflandırmıştı. Grup 1 olarak değiştirilen sınıflandırma, itfaiyeciliği insanlar için karsinojen olarak bütün ve benzer ile aynı seviyeye getirmektedir.

8 ülkeden katılan 25 bilim insanının oluşturduğu Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı Çalışma Grubu, itfaiyecilikte toksinlere mesleki maruziyetin kansere neden olduğunu tespit etmiştir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı, mezotelyoma ve mesane kanseri için itfaiyecilerde kansere ilişkin yeterli kanıt bulurken, kolon ve prostat kanseri de dahil olmak üzere diğer bazı kanserler için sınırlı kanıt buldu. Fransa'nın Lyon kentinde 1 Temmuz 2022 tarihinde açıklanan sınıflandırma, itfaiyecilerin mesleki kanseri konusundaki tutumunda dramatik bir değişime işaret etmektedir. Bu tanımlamanın, devam eden tıbbi araştırmalardan varsayımsal yasalara kadar, itfaiye hizmetlerinde kanserle mücadele üzerinde büyük bir etkisi olacağına inanılmaktadır.

Bu çalışmada, itfaiyecilerin toksinlere mesleki maruziyeti ve kansere yakalanma riskine karşı tutum ve davranışları incelenmiş, maruz kalınan karsinojen madde türleri ve bu karsinojen maddelerin sebep olabileceği hastalıklar araştırılmış olup, yangın esnasında ve sonrasında bu karsinojen maddelere karşı korunma ve temizlenmenin önemi ve yöntemi belirtilmiştir. Bununla birlikte geçmişten günümüze itfaiyeciler üzerinde yapılan kanser çalışmaları incelenmiş olup, itfaiyecilerin mesleki maruziyet olarak hangi kanser türlerine ne oranda yakalandığı belirlenmiş ve bu kanser oranlarının verileri bulunan ülkeler farklı başlıklar altında ele alınmıştır.

2- İTFAİYECİLERİN TUTUM VE DAVRANIŞLARI

Tüm dünyada itfaiyeciler kansere yakalanma riski taşır. İtfaiyecilerin yangın sonrasında dekontaminasyon konusunda norm, tutum ve davranışları istasyondan istasyona hatta kişiden kişiye değişmektedir. Yapılan araştırmalarda birçok itfaiyecinin kanser konusunda kaderci bir tavır sergilediği görülmüş, bazı itfaiyeciler de kanser riskinin arttığını düşündüklerini söylemişlerdir. Günümüzde halen kirli halde giyilen kişisel koruyucu donanımlar birçok yerde onur duyulan davranış olarak öne çıkmaktadır. [2] Bu tutum ve davranışların değişmesi ve itfaiyecilerin yangınlarda kullandığı kirli halde bulunan kişisel koruyucu donanımların temizlenmesinin öneminin algılanması, yeni bir kültür oluşumunun sağlanmasında ve itfaiyeye katılacak olan gelecek nesillerin mesleki maruziyetinin en aza indirilmesinde etkili olacaktır.

İtfaiyecilerin kanser riski azaltma davranışlarının önündeki engeller hakkında yapılan araştırmaya katılan bazı itfaiyecilerin [3] yangınlardan sonra KKD'lerini temizleyen itfaiyecilere saygı duyduğunu ve bazı itfaiyecilerin de kendi istasyonlarındaki personellerin yangın sonrasında teçhizatlarını temiz bırakmasıyla övüldüğü görülmüştür.

İngiltere'de yapılan çalışmaya göre itfaiyelerde dekontaminasyonu önemsemeyen itfaiyecilerin kanser ihtimal oranı, dekontaminasyonu ciddiye alan iş arkadaşlarına kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.[4]

İtfaiyecilerin kanser farkındalığı Amerika'da ve Avrupa'nın birçok ülkesindeki itfaiye teşkilatlarında ve itfaiyeciler arasında kesinlikle yaygınlaşmış olsa da, Türkiye'de bazı bireysel farkındalıklar haricinde kurumsal anlamda farkındalık oluştuğu söylenemez. Amerika'da birçok itfaiye departmanı karsinojen maddelere maruziyeti azaltma politikalarını benimsemiş olmasına rağmen, sahada görev yapan itfaiyeciler genellikle bu önlemleri almamakta ve itfaiye yönetimleri de bunu uygulamamaktadır. Bunun da çeşitli sebepleri vardır. Bunların başında epidemiyolojik istatistiklerin "anonimliği" gelmektedir; itfaiyeciler yüksek kanser insidansının farkındadır ancak bunun hiçbir zaman kendi başına geleceğini

düşünmemektedir. Ayrıca kansere maruziyeti azaltıcı tedbirlerin pratik olmadığı ve acil durum müdahale öncelikleriyle uyumsuz olduğu algısı da mevcuttur. [5]

3- TOKSİNLERE MARUZİYET

Yıllardır yapılan araştırmaların sonucunda, itfaiyeciler arasında mesleki maruziyetten kaynaklanan yüksek kanser risklerine dair ortaya çıkan bilgilerin ardından, 2022 yılında Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı, itfaiyeciliği Grup 2B'den (muhtemelen karsinojen) Grup 1 (karsinojen) statüsüne taşımıştır; bu da itfaiyecilikten kaynaklanan mesleki maruziyetler ile kanser arasında bir bağlantı kurulduğu anlamına gelmektedir. İtfaiyeciler, meslek hayatları boyunca zararlı toksinlere maruz kalmakta ve bu mesleki maruziyetin sonucunda kronik hastalıklara yakalanmaktadır.[6] Toksin maruziyeti sadece olay mahali ile sınırlı kalmayıp itfaiye istasyonlarında da devam etmektedir. Yapılan araştırmalar toksinlerin kontamine olan kişisel koruyucu ekipmanlarla birlikte itfaiye istasyonlarında da kirlenmeye sebep olduğunu göstermektedir. [7] İtfaiyeciler solunum, yutma ve dermal emilim olmak üzere üç yolla toksinlere maruz kalmaktadırlar. Yangın mahallinde, itfaiyeciler polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), uçucu organik bileşikler, hidrojen siyanür (HCN) ve diğer bazı organik ve inorganik bileşikler gibi birçok toksin maddeye maruz kalmaktadırlar. [8-9] Bu bileşiklerin çoğu karsinojen olarak kabul edilmektedir.

Gelişen teknoloji sebebiyle meydana gelen yangın olaylarının sayısında istatistiksel olarak azalma görülmesine rağmen, olay mahallerinde karıştırdıkları toksin maddelerde artış görülmektedir. Modern binalarda ve evlerde kullanılan eşyalarda doğal malzemelerin yanında giderek daha fazla sentetik malzeme kullanılması meydana gelen yangınlarda daha fazla toksik yanma ürününün ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. [10-11]

Toksinler akciğere girip, pulmoner kılcal damarlar yoluyla doğrudan kan dolaşımına dahil olmaktadır. İtfaiyeciler yangılara müdahale esnasında, solunum yolu ile yanma ürünlerine maruz kalmamak için temiz hava solunum cihazları kullanılmaktadır. Modern solunum cihazları bu kirlenmelerin solunmasını büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır fakat itfaiyeciler yangınların kontrol altına alınıp söndürme ve aktarma çalışmalarının yapıldığı sırada solunum cihazlarını çıkarabilmektedir. Bu durum fark edilmeden toksin maruziyetine sebep olmaktadır. [12-13] Ayrıca solunum cihazının erken çıkarılması sebebiyle kontamine olan cihazlardan toksinlerin cilde geçmesi de mümkün olmaktadır. [14-15] İtfaiyecilerden alınan deri örneklerinde önemli ölçüde yüksek polisiklik aromatik hidrokarbon seviyelerine rastlanmaktadır. Solunum cihazı kullanılmalarına rağmen böylesine yüksek toksin seviyelerinin tespit edilmesi dermal emilimin itfaiyecilerin toksinlere maruziyetlerine katkıda bulunduğu sonucu ortaya çıkarmaktadır. [15-16] Solunum yolları solunum cihazı kullanılarak korunuyor olsa bile, itfaiyeciler için dermal emilim ile toksin maruziyeti potansiyeli de mevcuttur. Solunum yolunun korunması itfaiyeciler için en kritik önlemlerden biri olsa da, yapılan araştırmalar dermal emilimin önemini gittikçe açığa çıkarmaktadır. Yanma sonucunda ortaya çıkan birçok toksin madde dermal emilim ile vücuda geçebilmektedir. [17] Yapısal yangınlara müdahale kıyafetinin (koruyucu kıyafet) dermal emilime karşı sağladıkları koruyuculuk seviyesi ile ilgili elde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalarda itfaiyecilerin koruyucu giysilerinde polisiklik aromatik hidrokarbonlara [18], istasyon kıyafetlerinde ise aromatik hidrokarbonlara [19-20] rastlanmaktadır. Tespit edilen bu toksinler dermal emilim ile itfaiyecilerin vücutlarına geçebilmektedir.[21]

3.1. İtfaiyecilerin Toksinlere Maruziyetinde Mekanistik Kanıtlar

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansının yayınladığı "Occupational Exposure as a Firefighter" adlı 132. Monografda itfaiyecilerin kansere mesleki maruziyetiyle ilgili mekanistik kanıtlar da ele alınmıştır.

Bu çalışmada, itfaiyeci olarak mesleki maruziyetin karsinojenlerin beş temel özelliğini sergilediğine dair tutarlı ve uyumlu kanıtlar vardır:

- 1- genotoksiktir
- 2- epigenetik değişikliklere neden olur
- 3- oksidatif strese neden olur
- 4- kronik iltihaplanmaya neden olur

5- reseptör aracılı etkileri modüle eder.

Hem şehir itfaiyecileri hem de orman itfaiyecileri için kan hücrelerinde DNA hasarının arttığı tespit edilmiştir.

Şehir itfaiyecilerinde, DNA hasarı seviyesinin idrar 1-hidroksipiren, deri piren ve deri toplam polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) konsantrasyonları ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Yapı yangınlarına ve orman yangınlarına maruz kalan itfaiyecilerde idrar mutajenitesinde artış gözlenmiş, orman yangınları ile mücadele çalışmasında idrar mutajenitesinin dumana maruz kalma süresi ve yangınla mücadele görevi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Bir çalışmada, şehir itfaiyecilerinin kanında PAH-DNA eklentilerinin sıklığında, karıştırıcılar kontrol edildikten sonra önemli bir artış bulunmuştur.[22]

4- DEKONTAMİNASYON

Dezenfeksiyon, belirli istenmeyen mikroorganizmaların başka yerlere bulaşmasını önlemek için selektif olarak elimine edilmeleridir. Sterilizasyon ise mikrobiyal yaşamın tamamen yok edilmesidir. Kontaminasyon mikroorganizmaların dokular veya steril materyaller içerisine girmesidir. Dekontaminasyon, etyolojik ajan bulunan eşyaların kullanılacak kadar temiz olacak şekilde ya da tamamen imha edilmek üzere sterilize ve dezenfekte edilmesidir. Dekontaminasyon süreci, “maddelerin yaralılar tarafından emilimini azaltmak, kontaminasyonun yayılmasını durdurmak ve kurtarıcıların ikincil kontaminasyonunu önlemek amacıyla gerçekleştirilen bir dizi eylem” olarak tanımlanmaktadır. Dekontaminasyon işlemi mekanik, kimyasal, fiziksel ve karışık olmak üzere dört şekilde gerçekleştirilebilir. Dekontaminasyon seçenekleri, ıslak dekontaminasyon, hava dekontaminasyonu ve kuru dekontaminasyonu içerir.

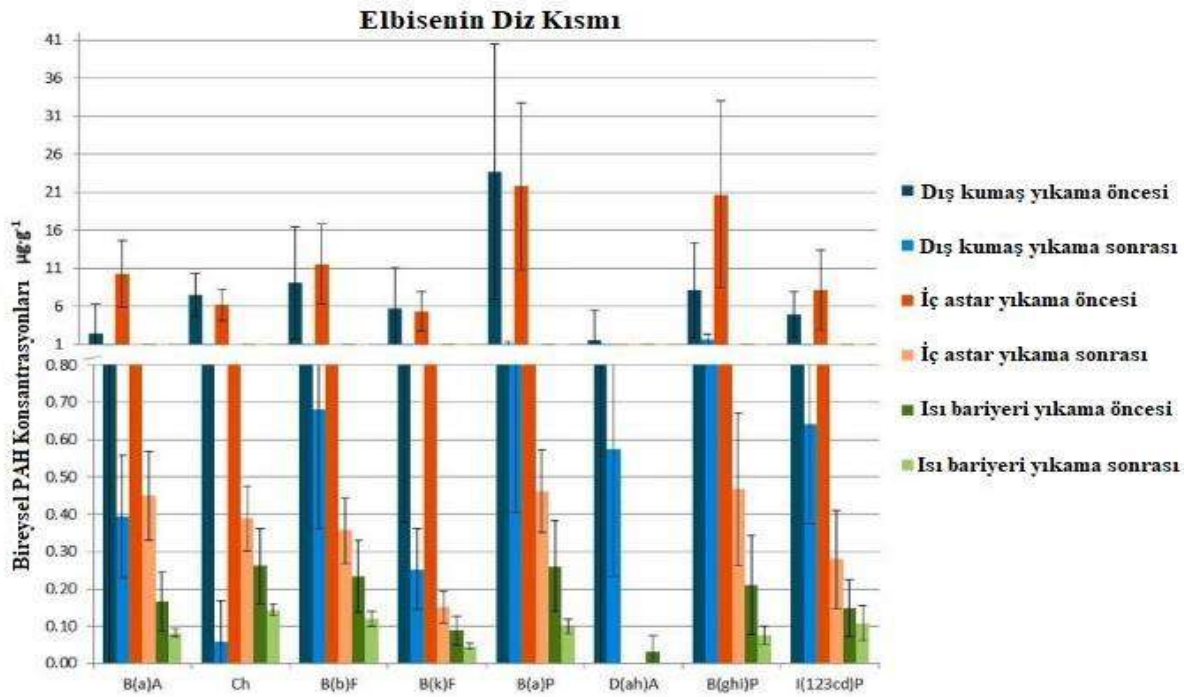
Araştırmalar, itfaiyecilerin tehlikeli kimyasal maddelere maruz kalması ile kanser arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir.[23] Toksinlere maruziyet, itfaiyecileri çeşitli hastalıklar veya kanserler için yüksek risk altına sokmaktadır. İtfaiyecilerin solunum yolu temiz hava solunum cihazı ile korunurken cilt, tipik olarak yanma emisyonlarına maruz kalır ve yangın söndürme sırasında karşılaşılan yüksek sıcaklıklar cilt geçirgenliğini artırmaktadır. [24-25-26] İtfaiyecilerin yapısal yangınlara müdahale kıyafetleri dış kumaş, nem bariyeri ve ısı bariyeri tabakalarından oluşmaktadır. Yapısal yangınlara müdahale kıyafetinin itfaiyecileri yüksek ısılarla ve tehlikeli yanma ürünlerine karşı koruduğu düşünülmektedir fakat yangınla mücadele sırasında, itfaiyecinin derisi, ceket ve pantolonun arayüz bölgeleri arasında veya teçhizat üzerindeki kirlenmenin cilde çapraz aktarımı yoluyla kontaminasyona maruz kalmaktadır. [27] Yanma sırasında meydana çıkan tehlikeli yanma ürünleri, itfaiyecilerin koruyucu kıyafetlerinin dış kumaşında birikir [28], kirleticiler koruyucu kıyafetlerin iç tabakalarına kadar sirayet edebilmektedir. [29]

Son yıllarda yapılan çalışmaların ardından rutin dekontaminasyon uygulaması, kişisel koruyucu donanımların ve itfaiyecilerin olay yerinde birincil temizliği, olaydan dönüşte itfaiyecinin duş alması ve istasyonda başka bir ekipman temizliği şeklinde tavsiye edilmektedir. Dekontaminasyon uygulamasının yapılmaması durumunda itfaiye istasyonuna kirli şekilde getirilen malzemeler istasyonda da çapraz kontaminasyona sebep olabilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için olay yerinde kirlenmiş olan malzemelerin mümkün olduğunca olay yerinde temizliğinin yapılması ve istasyona dönüldüğünde de detaylı dekontaminasyon sürecinin başlatılıp tamamlanması gerekmektedir. İtfaiye istasyonlarında kirli bölge – temiz bölge anlayışının hakim olması ve istasyona dönüldüğünde dekontaminasyon süreci tamamlanmayan malzemelerin kirli bölgeden temiz bölgeye geçirilmemesi önem arz etmektedir.

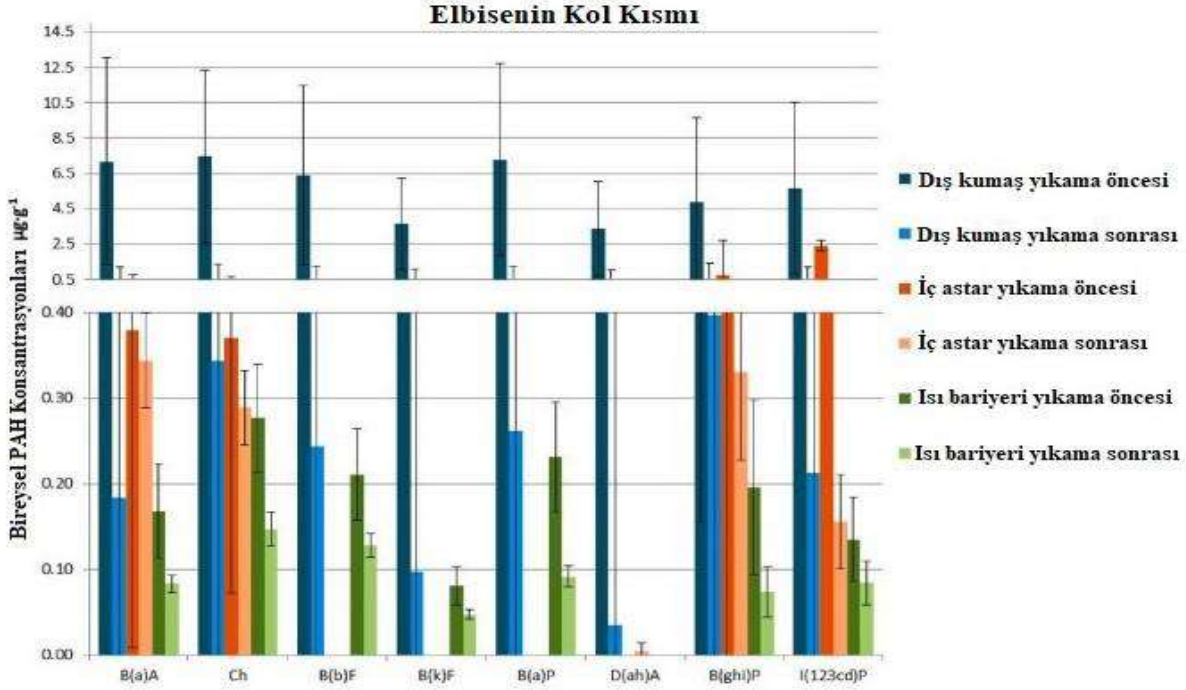
Yanma kaynaklı toksinlerin itfaiyecilerin derisinden uzaklaştırılmasının maruziyeti azaltabileceği öne sürülmesi üzerine yapılan çalışmalarda olay yerinde yangın sonrasında temizlik deterjanı, su ya da ıslak mendiller ile boyun ve eklem yerlerinin silinmesi şeklinde yapılan birincil temizliğin PAH seviyelerini ortalama %54 oranında azaltabildiği tespit edilmiştir. Maruziyetin ve dahili dozun azaltılması için tavsiye edilen birincil dermal temizliğin etkinliği konusunda çalışmalar hala devam etmektedir. [30] Ayrıca yerinde dekontaminasyon için yapılan çalışmalarda deterjan-su ile yapılan dermal temizliğin ıslak mendillere oranla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Olay yerinde yapılan birincil temizliğin PAH seviyelerini büyük oranda düşürmesine rağmen itfaiyecilerden alınan idrar örneklerinde dahili dozun azalmadığı görülmüştür ve PAH'ların birincil temizlik öncesinde deriyi geçmiş

olabileceği düşüncesi kuvvetlenmiştir. [31] Bu durum koruyucu kıyafetlerin dermal maruziyeti engelleyecek şekilde yeniden tasarlanması gerektiğini göstermektedir.

Yapısal yangınlara müdahale kıyafetleri özel olarak tasarlanmış, yüksek güvenlik standartlarına sahip donanımlardır. Bu nedenle, kıyafetlerin doğru şekilde temizlenmesi ve bakımı itfaiyecilerin güvenliği ve performansı için hayati önem taşımaktadır. Yapısal yangınlara müdahale kıyafetlerinin temizlenmesi ile ilgili Ulusal Yangından Korunma Derneği (NFPA) tarafından NFPA 1581 standardı yayınlanmıştır. NFPA 1581 yapısal yangınlara müdahale kıyafetlerinin temizlenmesi, bakımı ve onarımıyla ilgili yönergeleri belirlemektedir. NFPA 1581'e göre koruyucu kıyafetlerin yıkanması için belirli bir prosedür izlenmelidir. Koruyucu kıyafetlerin özelliklerini etkilemeyecek şekilde formüle edilmiş 6,0 – 10,5 pH aralığında, parfüm ve boya içermeyen deterjanlar tercih edilmeli, yıkama yapılacak makinaların kıyafetlere zarar verecek seviyede yüksek devirde ve yüksek su basıncı kullanan makinalar olmamalı, ayrıca kullanılan suyun 40 dereceyi geçmemesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar koruyucu kıyafetlerin uygun şartlarda temizlenmesi sonucunda üzerlerindeki PAH seviyelerinde büyük oranlarda düşüş olduğunu göstermektedir. Kıyafetlerin temizlenmesi hem kullanım ömrünü uzatmakta hem de itfaiyecilerin maruziyet seviyelerini düşürmektedir.



*Yangın söndürme operasyonları sırasında giyilen üç katmanlı itfaiyeci koruyucu kıyafetinden yıkama öncesi ve sonrası alınan diz örneklerindeki bireysel PAH konsantrasyonları (hata çubukları standart sapmaları temsil etmektedir). [32]



*Yangın söndürme operasyonları sırasında giyilen üç katmanlı itfaiyeci koruyucu kıyafetinden yıkama öncesi ve sonrası alınan kol örneklerindeki bireysel PAH konsantrasyonları (hata çubukları standart sapmaları temsil etmektedir). [33]

Solunum cihazları, yangın mahallerinde itfaiyecilere temiz hava sağlayan kişisel koruyucu aparatlardan biridir. İtfaiyecilerin sağlığı için, solunum cihazlarının temizlik ve bakımlarına önem verilmesi gerekmektedir.[34-35] Yangınların ardından olay yerinde solunum cihazlarına acil durum dekontaminasyonu yapıp, istasyona döndüğünde tekrar ayrıntılı olarak ikinci dekontaminasyon uygulanması gerekmektedir. Solunum cihazlarının dekontamine edilmesi itfaiyecilerin maruziyet seviyelerinin düşmesi açısından önem göstermektedir. Acil durum dekontaminasyonu uygulamasının kullanıldığı durumlarda itfaiyecilerden alınan idrar örneklerinde PAH seviyelerinin %36.2 oranında azaldığı görülmüştür [36]. Kullanılan malzemelere olay yerinden ayrılmadan yapılan acil durum dekontaminasyonu toksinlere maruz kalma riskinin azaltılması için etkili bir yol olarak görülmektedir. Eğitim amaçlı kullanılan yangın simülasyonlarında da kişilerin toksinlere maruz kaldığı göz önünde bulundurularak kontrollü yangın eğitimlerinin ardından da dekontaminasyon uygulamalarına başvurulması gerektiği unutulmamalıdır. İtfaiyecilerin temiz hava solunum cihazlarıyla ilgili dekontaminasyon davranışlarının incelendiği çalışmalarda, temiz hava solunum cihazlarının dekontamine edilmesi konusunda önceden alınan eğitimlerin belirleyici olduğu görülmüştür. [37]

5- KANSER RİSKİ

İtfaiyeciler yangına müdahale esnasında veya koruyucu ekipmanlarını değiştirdikten sonra is, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), uçucu organik bileşikler, asit gazları ve partikül maddeler gibi çeşitli maddelere maruz kalmaktadır. Bu maruziyetler itfaiyeciler arasında kanserin arttığına dair endişeleri arttırmış ve bunun sonucunda birçok epidemiyolojik araştırmalar gerçekleştirilmiştir.

İtfaiyecilerin kansere mesleki maruziyetiyle ilgili ilk bilimsel çalışmanın [38] 1990 yılında yayınlanmasından bu yana bu konuda birçok çalışma yapılmış olup, halen devam eden çalışmalar bulunmaktadır. Bu bölümde farklı ülkelerin itfaiyecileri üzerinde geçmişten günümüze yapılmış olan kanser çalışmalarını inceleyip, itfaiyecilerde kanser riskine ilişkin mevcut çalışmalardaki sonuçları göstermeyi amaçlıyoruz.

5.1. Amerika

Amerika'da Chicago ve Philadelphia eyaletlerinde 1950-2009 yılları arasında görev yapmış itfaiyecilerin kanser insidansını inceleyen geniş kapsamlı bir çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmada toplam %97'si erkek, %3ü kadın olmak üzere 29.993 itfaiyeci incelenmiştir.

Bu çalışmaya göre malign mezotelyomada ABD nüfusuna kıyasla itfaiyecilerde 2 kat artış olduğu gözlemlenmiştir. Malign mezotelyoma büyük ölçüde asbeste maruziyetle ilişkilendirilmiştir ve itfaiyecilerin yangın yerinde asbeste sürekli maruz kaldığı gözlemlenmiştir.

Bir diğer tanı da sindirim sistemi kanserleriyle ilgili olmuştur. ABD nüfusuna kıyasla itfaiyecilerde ağız, yutak ve gırtlak kanserinde artış olduğu tespit edilmiştir. Sindirim sistemi kanserlerinde, bu bölgeler için önemli risk faktörleri tütün ve alkol tüketimidir; odun tozları, duman, asbest, PAH'lar vb. maddelere maruz kalmanın da riski artırabileceğine dair daha az kanıt bulunmaktadır. Bu nedenle sindirim sistemi kanserleriyle ilgili mesleki nedenlere ilişkin yeterli kanıt olduğu söylenememektedir.

Yine bu çalışmaya göre, kadın itfaiyecilerde mesane ve meme kanserlerinin görülmesinin fazla olduğuna dair kanıtlar olmasına rağmen sadece mesane kanserinin mesleki açıdan mortalitesi ve oranının istatistiksel bir anlam taşıdığı görülmüştür. Kadın meme kanserini mesleki maruziyetlere bağlayan çok az kanıt vardır ancak uzun süreli vardiyalı çalışma kadınlarda meme kanseri için bir risk faktörü sayılabilir. Bilinen veya şüphelenilen mesane karsinojenlerine (örneğin, PAH'lar ve dizel egzoz) maruz kalınan bazı mesleklerde mesane kanserinde mütevazı bir artış gözlenmiştir, ancak bulguların aksine, mesleğe göre risk modelleri cinsiyete göre farklılık gösterme eğiliminde değildir. [39]

Farklı araştırmalarda yayınlanan kanser oranlarının analizi, rektum kanseri, prostat kanseri, mesane kanseri, testis kanseri, mezotelyoma ve malign melanom oranlarının itfaiyecilerde genel nüfusa kıyasla sürekli olarak daha yüksek olarak rapor edildiğini göstermiştir. Araştırmaların sonuçları ayrıca rektum kanseri ve non-Hodgkin lenfomadan ölüm oranlarının itfaiyeciler arasında daha yüksek olduğunu göstermiştir. [40]

5.2. Avrupa

2014 yılında yayınlanan ve Avrupa ülkeleri olan Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç ve İsveç'te 16.422 itfaiyeci üzerine gerçekleştirilen kanser araştırması çalışmasında, kanser insidansı incelenmiştir.

Bu çalışmada, özellikle yaşlı itfaiyecilerde mezotelyoma dahil olmak üzere cilt, prostat ve akciğer kanseri vakalarının daha yüksek olması dikkat çekicidir.

Aktif olarak görev yapan İskoç itfaiyecilerden oluşan bir çalışma 1984 ve 2005 yılları arasında takip edilmiştir. Bu dönemde görev yapan itfaiyeci sayısı 2.213'tür. Çalışmada 38 kanser vakası rapor edilmiş, böbrek kanseri ve melanom dışında, İskoçya veya Batı İskoçya'dan benzer yaştaki erkeklerden oluşan referans popülasyona kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük vakalar bildirilmiştir.

Bu 5 ülkede gerçekleştirilen çalışma sonucunda, itfaiyecilerle ilgili kanser araştırmasında herhangi bir kanser türünde önemli bir aşırılık bulunmamıştır. [41]

5.3. Avustralya

Avustralya'da 8 itfaiye teşkilatından 17.394 tam zamanlı, 12.663 yarı zamanlı itfaiyeciyle kanserler ve mesleki maruziyetle ilgili araştırma gerçekleştirilmiştir.

Avustralya'da itfaiyecilerin genel ölüm oranı genel nüfusa göre daha düşüktür. Dolaşım ve solunum hastalıklarında itfaiyecilerin çok düşük bir yüzdesi olduğu ve "sağlıklı çalışan" bilincinin çok yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

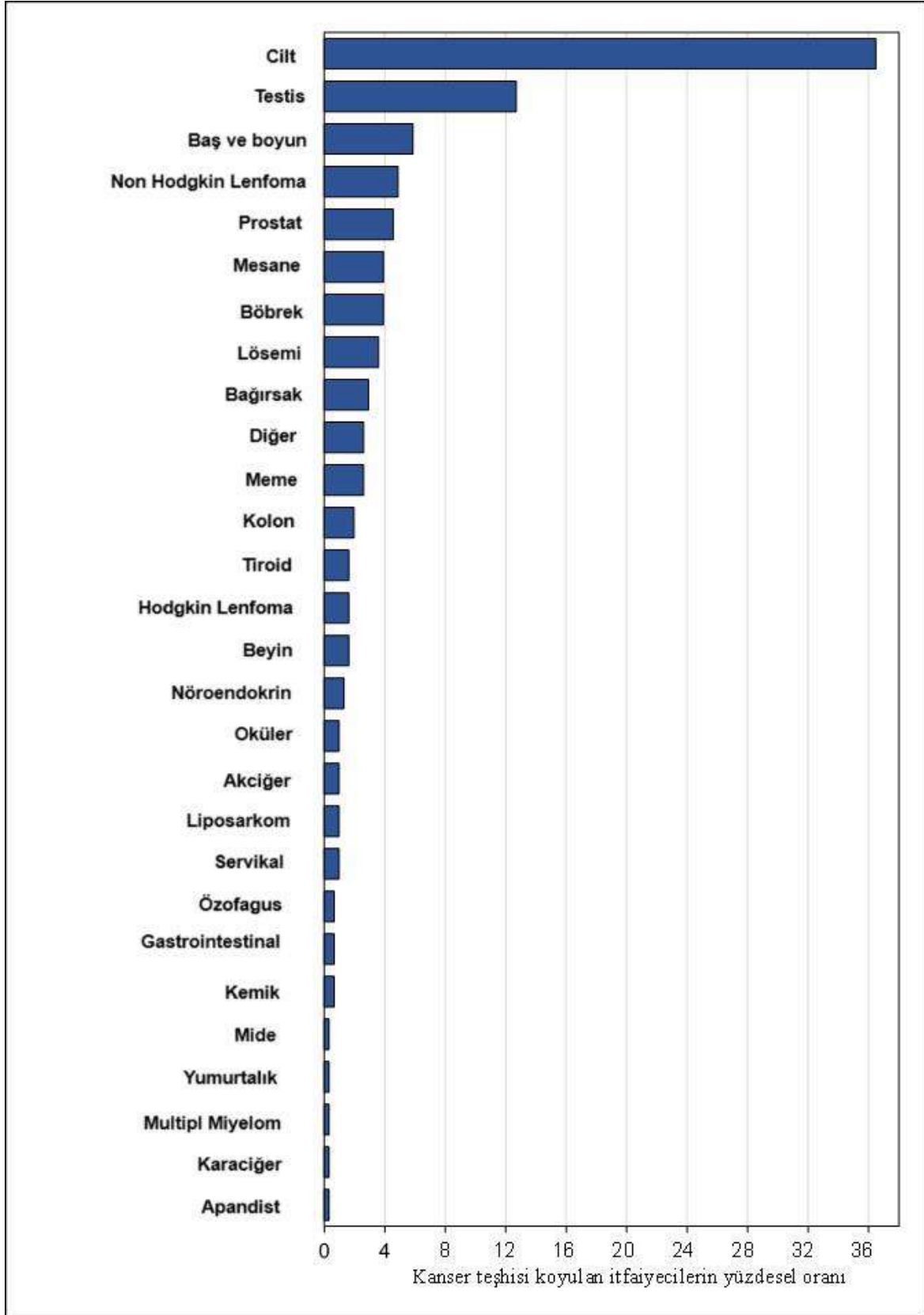
Kanser oranları tüm itfaiyeciler için genel nüfustan biraz daha yüksek olup, sadece melanom ve prostat kanseri önemli bir fazlalık göstermektedir. İdrar yolu ve hematolojik kanser için 10 yıldan fazla hizmeti olan tam zamanlı itfaiyecilerde insidans oranları artmıştır. Bu oran, 20 yıldan fazla hizmeti olan tam zamanlı itfaiyeciler için böbrek kanseri ve non-Hodgkin Lenfoma için de artmıştır. Yarı zamanlı itfaiyeciler de böbrek ve idrar yolu kanserleri için aynı artışları göstermiştir. [42]

5.4. İngiltere

2022 yılında İngiltere'de yayınlanan çalışmada, İngiltere'de görev yapan 10.649 itfaiyeciyle kanserler ve mesleki maruziyet üzerine araştırma gerçekleştirilmiştir.

İngiltere'de görev yapan itfaiyecilerde kanser görülme oranının aynı yaştaki genel nüfusa kıyasla çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kirlenmiş KKD'ler, kanser gelişme riskini artıran potansiyel olarak önemli bir dermal maruziyet kaynağı olarak tespit edilmiştir.

Çapraz kontaminasyonu ve itfaiyecilerin kişisel kontaminasyonunu kontrol eden prosedürlerin uygulanmaması da kansere yakalanma olasılığının önemli ölçüde artmasıyla ilişkilendirilmiştir.[43]



*Birleşik Krallık İtfaiye ve Kurtarma Hizmetlerinde tanı konulan kişilerde görülen kanserlerin aralığı ve sıklığı [44]

6- SONUÇ

Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı'nın (IARC) 2023 yılında yayınladığı "Occupational Exposure as a Firefighter" isimli çalışmanın sonucunda itfaiyeci olarak mesleki maruziyetin kanser yapıcı olduğuna dair yeterli kanıt vardır. İtfaiyecilerde mesleki maruziyet, mezotelyoma ve mesane kanserine neden olmaktadır. İtfaiyeci olarak mesleki maruziyet ile kolon, prostat ve testis kanserleri ve deride malign melanom ve non-Hodgkin Lenfoma arasında pozitif ilişkiler gözlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanarak Dünya Sağlık Örgütüne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı, meslek olarak itfaiyeciliğin kansere yakalanma seviyesini Grup 2B'den (muhtemelen karsinojen) Grup 1 seviyesine yani en yüksek kesinlik değeri belirten seviyeye yükseltmiştir. Dünya Sağlık Örgütü bu çalışma sonucunda itfaiyecilerin mesleki maruziyetleri sonucunda bazı kanser türleriyle doğrudan ilişkisi olduğunu kabul etmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansının itfaiyeciliğin mesleki maruziyeti için Grup 1 olarak belirlemesi, kanser için yeterli kanıtı dayanmaktadır. Bu yeterli kanıt mezotelyoma ve mesane kanseri için Asya, Avrupa, Kuzey Amerika ve Okyanusya'daki birçok ülkede itfaiyecilerin kanser insidansı veya mortalite deneyimini genel nüfusla karşılaştıran iyi yürütülmüş birçok kohort çalışmasından elde edilen bulgulara dayanarak gözlemlenmiştir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansına bağlı olan Çalışma Grubu, maruziyet değerlendirme kalitesi, takip süresi ve diğer çalışma özelliklerinin dikkate alınmasına dayanan en bilgilendirici çalışmalar da dahil olmak üzere, epidemiyolojik kanıtlarda bu kanserler için tutarlı pozitif ilişkilere dikkat çekmiştir. Ayrıca, pozitif bulgular itfaiyecilerin mezotelyoma ve mesane kanserine neden olduğu bilinen ajanlara (örneğin sırasıyla asbest ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve diğer yanma ürünleri) maruz kalmalarının makul olmasıyla desteklenmiştir. Kolon, prostat ve testis kanserleri ile melanom ve non-Hodgkin lenfoma için Çalışma Grubu, kanıtların sınırlı olduğu sonucuna varmıştır. Bu türlerde itfaiyeciler için kanıtlar bütününde pozitif ilişkiler gözlenmiştir ancak tutarsız ilişkiler ve gözetim yanlılığına ilişkin endişeler (itfaiyecilerin genel nüfusa göre daha sık tarama veya tıbbi muayeneye tabi olması) sebebiyle kanıtların sınırlı olduğu sonucunda karar kılınmıştır. Diğer kanser türleri için kanıtlar yetersizdir.

Birçok ülkede ve özellikle Türkiye'de itfaiyecilerin mesleki maruziyet konusunda tutum ve davranışlarının karsinojen maddelerle mücadelede yeterli olgunluğa ulaşmadığı hatta bazı kişiler için kirli bulunan KKD'lerin onur verici olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda itfaiyecilerin kansere mesleki maruziyet konusunda tutum ve davranışlarının da kansere yakalanma oranlarında etkili olduğu görülmüştür. Türkiye'de henüz itfaiyecilerin kansere mesleki maruziyetiyle ilgili gerekli bilinç oluşmadığı bilinmektedir. Bazı bireysel çabaların haricinde birçok kişinin ve hatta kurumların bu konuya duyarsız kalmış olduğu görülmüştür.

İtfaiyeciler, yangın yerinde birçoğu karsinojen madde olarak kabul edilen yanma sonucu ortaya çıkan toksinlere maruz kalmaktadır. Birçok itfaiyeci toksinlere sadece yangın esnasında maruz kalılabileceğini düşünmektedir fakat yangın sonrasında itfaiye istasyonlarına döndüğünde kontamine olan kişisel koruyucu donanımların çıkarılması esnasında da toksinlere maruz kalılabilmektedir. Ayrıca kontamine olan kişisel koruyucu donanımlara ilk önce olay yerinde acil durum dekontaminasyonu uygulanması gerekmektedir. İtfaiye istasyonlarına acil durum dekontaminasyonu uygulanmadan getirilen kişisel koruyucu donanımların istasyonları kontamine etmesi sonucu itfaiye istasyonlarında bekleyip yangına gitmeyen personellerin de toksinlere maruz kaldığı görülmüştür.

Yangında meydana gelen yanma ürünlerinin bir kısmı itfaiyecilerin kişisel koruyucu donanımları üzerinde birikir. Bu yanma ürünleri erken dekontamine edildiği takdirde itfaiyecilerin karsinojen maddelere maruz kalma oranlarında da düşüş görülmüştür. Ülkemizde dekontaminasyon konusunda herhangi bir prosedür bulunmamaktadır. Dekontaminasyon konusunda herhangi bir prosedürün bulunmamasından dolayı ülkemizde görev yapan itfaiyeciler yangın sonrasında ve itfaiye istasyonlarına döndüklerinde nasıl ve neden dekontaminasyon yapmaları gerektiği konusunda herhangi bir bilgiye sahip değildirler. Dekontaminasyon konusunda eğitilmiş olan itfaiye personellerinin bu konuda eğitimi ve bilgisi olmayan personellere göre kansere yakalanma oranlarında da ciddi farklar

olduğu görülmüştür. Bu sebeple ülkemizde dekontaminasyon konusunda bir prosedürün oluşturulması, itfaiyecilik mesleğine girişte ve mesleğe başladıktan sonra belirli aralıklarla bu prosedürün eğitimlerinin verilmesi hayati önem taşımaktadır.

Geçmişten günümüze birçok ülkede itfaiyecilerin kansere yakalanma oranlarıyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, itfaiyecilerin bazı kanserlere yakalanma oranlarının benzerlik gösterdiği görülmektedir. Mevcut veriler itfaiyecilik mesleği ile kanser türleri arasında bir bağlantı olduğunu doğrular niteliktedir. Ülkemizde itfaiyecilik mesleği ile kanser türleri arasındaki ilişkiyi inceleyen yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. İtfaiyeciler arasında kanser riskine dair gerekli farkındalığın oluşturulabilmesi için konu hakkında çok daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde itfaiyecilerin karsinogen maddelere mesleki maruziyeti, dekontaminasyon süreci ve kansere yakalanma oranları hakkında yeterli bilgi sahibi olmadığı saptanmıştır. Bu konuda gerekli önlemlerin alınmaması ülkemizde çalışan itfaiyecilerin diğer ülkelerin itfaiyecilerine kıyasla daha fazla oranda kansere yakalanma ihtimalini doğurmaktadır. İtfaiyecilik ve kanser riski konusunda ülke çapında bir seferberlik başlatılarak konuya dair daha fazla tıbbi çalışmanın yapılması sağlanmalı, dekontaminasyon konusunda bir prosedür oluşturulmalı, mesleğe girişte ve sonrasında düzenli aralıklarla bilinçlendirme eğitimleri verilerek gerekli farkındalık sağlanmalıdır.

7- KAYNAKLAR

- [1] DEMERS, P. A., DEMARINI, D. M., FENT, W. K., GLASS, C. D., HANSEN, J., ADETONA, O., "Carcinogenicity of occupational exposure as a firefighter", *The Lancet Oncology*, Sf. 1-2, 2022
- [2] HARRISON, T., MUHAMMAD J. W., YANG, F. "Firefighter attitudes, norms, beliefs, barriers, and behaviors toward post-fire decontamination processes in an era of increased cancer risk", *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, Sf. 3, 2017
- [3] HARRISON, T., MUHAMMAD J. W., YANG, F. "Firefighter attitudes, norms, beliefs, barriers, and behaviors toward post-fire decontamination processes in an era of increased cancer risk", *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, Sf. 7, 2017
- [4] WOLFFE, T. A. M., ROBINSON, A., DICKENS, K., TURRELL, L., CLINTON, A., MARITAN, D., JOSHI, M., STEC, A. A., Cancer incidence amongst UK firefighters, *Nature Journal*, Sf. 7, 2022
- [5] "Challenges and Solutions to Implementing Cancer Prevention Tactics and Change", *Firescope*, Sf. 2, 2023
- [6] International Agency for Research on Cancer IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, "Painting, Firefighting and Shiftwork", Sayı 98
- [7] STEC, A. A., "Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and elevated cancer incidence in firefighters.", *Scientific Reports*, 2018
- [8] GOLDEN A.L., MARKOWITZ S.B., LANDRIGAN P.J., "The risk of cancer in firefighters", *Occup Med*, 1995
- [9] BRANDT-RAUF, P. W., FALLON L. F., T. Tarantini, C. Idema, and L. Andrews: Health hazards of fire fighters: exposure assessment. *Br, J, Ind, Med.* 45(9):606–612 (1988)
- [10] FABIAN, T., BORGERSON, J., GANDHI P., Characterization of firefighter smoke exposure, *Fire Technology*, 2014
- [11] FENT K. W., EVANS D. E., BABIK K., STRILEY C., BERTKE S., KERBER S., Airborne contaminants during controlled residential fires, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2018
- [12] EDELMAN P., OSTERLOH J., PIRKLE J., Biomonitoring of chemical exposure among New York City firefighters responding to the World Trade Center fire and collapse, *Environ Health Perspect*, 2003
- [13] AUSTIN C. C., DUSSAULT G., ECOBICHON D. J., Municipal firefighter exposure groups, time spent at fires and use of self-contained breathing-apparatus, *American Journal of Industrial Medicine*, 2001

- [14] CAUX C., O'BRIEN C., VIAU C., Determination of firefighter exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and benzene during fire fighting using measurement of biological indicators, *Applied Occupational Environmental Hygiene*; 2002
- [15] LAITINEN J., MAKELA M., MIKKOLA J., Fire fighting trainers' exposure to carcinogenic agents in smoke diving simulators, *Toxicology Letters*, 2010
- [16] FENT, K. W., J. EISENBERG, J., Systemic exposure to PAHs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires, *Annals Occupational Hygiene*, 2014
- [17] FERNANDO, S., SHAW, L., Evaluation of firefighter exposure to wood smoke during training exercises at burn houses, *Environmental Science & Technology*, 2016
- [18] FENT, K. W., MAYER, A. C., TOENNIS, C., SAMMONS, D., ROBERTSON S., Firefighters' urinary concentrations of VOC metabolites after controlled-residential and training fire responses, *International Journal Hygiene and Environmental Health*, 2022
- [19] WINGFORS, H., NYHOLM, J. R., MAGNUSSON, R., WIJCKMARK, C. H., Impact of fire suit ensembles on firefighter PAH exposures as assessed by skin deposition and urinary biomarkers, *Annals of Work Exposures and Health Performance*, 2018
- [20] KIRK, K.M., RIGWAY, M., SPLAWINSKI, Z., LOGAN, M. B., QFRS (2011a) Firefighter exposures to airborne contaminants during extinguishment of simulated office room fires, QFRS Scientific Branch, 2011
- [21] KIRK, K.M., RIGWAY, M., SPLAWINSKI, Z., LOGAN, M. B., QFRS (2011b) Firefighter exposures to airborne contaminants during extinguishment of simulated office room fires, QFRS Scientific Branch, 2011
- [22] INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, Occupational Exposure As A Firefighter, Sf. 712-715, 2023
- [23] VANROOIJ, J. G., BODELIER-BADE, M. M., HOPMANS, P. M., JONGENELEN, F. J., Reduction of urinary 1-hydroxypyrene excretion in coke-oven workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons due to improved hygienic skin protective measures. *Annals Occupational Hygiene*, 1994
- [24] KIRK, K.M., LOGAN, M.B., Firefighting instructors' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons during live fire training scenarios, *Journal of Occupational Environmental and Hygiene*, 2015
- [25] FENT, K. W., EISENBERG, J., SNAWDER, J., SAMMONS, D., PIEIL, J. D., STIEGEL, M. A., MUELLER, C., HORN, G. P., DALTON, J., Systemic Exposure to PAHs and Benzene in Firefighters Suppressing Controlled Structure Fires, *Annals Occupational Hygiene*, 2014
- [26] PARK, J. H., LEE J. W., KIM Y. C., PRAUSNITZ, M. R., The effect of heat on skin permeability, *International Journal of Pharmaceutics*, 2008
- [27] LACEY, S., ALEXANDER, B. M., BAXTER, C. S., Plasticizer contamination of firefighter personal protective clothing—a potential factor in increased health risks in firefighters, *Journal of Occupational Environmental and Hygiene*, 2014
- [28] BURGESS, J. L., HOPPE-JONES, C., GRIFFIN, S. C., ZHOU, J. J., GULOTTA, J. J., WALLENTINE, D. D., MOORE, P. K., VALLIERE, E. A., WELLER, S. R., BEITEL, S. C., Evaluation of Interventions to Reduce Firefighter Exposures. *Journal of Occupational Environmental and Hygiene*, 2020
- [29] LEE, Y., KIM, J., KIM, U., CHOI, W. J., LEE, W., KANG, S. K., LEE SO, Y., HAM, S., Characteristics of Hazardous Substances Generated from Combustible Compressed Wood Used during Live Fire Training for Firefighters. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 2020
- [30] KESLER, R. M., DEETJEN, G. S., BRADLEY, F. F., ANGELINI, M. J., PETRUCCINI, M. N., ROSEGREN, K. S., HORN, G. P., HSIAO-WECKSLER, E. T., Impact of SCBA size and firefighting work cycle on firefighter functional balance, *Applied Ergonomics*, 2018
- [31] KRZEMINSKA, S., SZEWCYNSKA, M., PAH contamination of firefighter protective clothing and cleaning effectiveness, *Fire Safety Journal*, Sf. 5, 2022
- [32] KRZEMINSKA, S., SZEWCYNSKA, M., PAH contamination of firefighter protective clothing and cleaning effectiveness, *Fire Safety Journal*, Sf. 6, 2022
- [33] FENT, K.W., ALEXANDER, B., ROBERTS, J., ROBERTSON, S., TOENNIS, C., SAMMONS, D., BERTKE, S., KERBER, S., SMITH, D., HORN, G., Contamination of firefighter personal protective equipment and skin and the effectiveness of decontamination procedures, *Journal of Occupational Environmental and Hygiene*, 2017

- [34] JAKOBSEN, J., BABIGUMIRA, R., DANIELSEN, M., GRIMSRUD, T. K., OLSEN, R., ROSTING, C., VEIERØD, M. B., KJÆRHEIM, K., Work Conditions and Practices in Norwegian Fire Departments from 1950 until Today: A survey on factors potentially influencing carcinogen exposure, *Safety and Health at Work*, 2020
- [35] SHEN, B., WHITEHEAD, T. P., MCNEEL, S., BROWN, F. R., DHALIWAN, J., DAS, R., ISRAEL, L., PARK, J. S., PETREAS, M., High levels of polybrominated diphenyl ethers in vacuum cleaner dust from California fire stations. *Environmental Science & Technology*, 2015
- [36] JENNIFER, L. A., TRACY, L., Effectiveness of dermal cleaning interventions for reducing firefighters' exposures to PAHs and genotoxins, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2023
- [37] FENT, K.W., ALEXANDER, B., ROBERTS, J., ROBERTSON, S., TOENNIS, C., SAMMONS, D., BERTKE, S., KERBER, S., SMITH, D., HORN, G., Contamination of firefighter personal protective equipment and skin and the effectiveness of decontamination procedures, *Journal of Occupational Environmental and Hygiene*, 2017
- [38] PARK, H. S., HAM, S., JEONG, J. H., KIM, S. J., WOO, H., Examination of Factors Influencing SCBA Washing Behavior among Firefighters in Metropolitan, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022
- [39] HOWE, G. R., BURCH, J.D., Firefighters and risk of cancer: an assesment and overview of the epidemiologic evidence, 1990
- [40] DANIELS, R.D., KUBALE, T.L., PINKERTON, L., Mortality and cancer incidence in a pooled kohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009), 2013
- [41] LAROCHE, E., L'ESPERANCE, S., Cancer Incidence and Mortality among Firefighters: An Overview of Epidemiologic Systematic Reviews, Sf. 9-15, 2021
- [42] BRANTOM, P. G., BROWN, I., BARIL, M., MCNAMEE, R., Epidemiological Literature Review on the Risk of Cancer among Firefighters, Sf. 20, 2021
- [43] BRANTOM, P. G., BROWN, I., BARIL, M., MCNAMEE, R., Epidemiological Literature Review on the Risk of Cancer among Firefighters, Sf. 21, 2021
- [44] ROBINSON A., Cancer incidence amongst UK firefighters, Sf. 3, 2022

ÖZGEÇMİŞLER

Şemsettin PARLAK

1987 yılında İzmir'de doğdu. 2012 yılında İzmir İtfaiye Dairesi Başkanlığında itfaiye eri olarak görevine başlamış olup, halen görevine devam etmektedir. İzmir Demokrasi Üniversitesinde Afet Yönetimi alanında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır.

Ramazan AKTEPE

1996 yılında Denizli'de doğdu. 2016 yılında Bursa İtfaiye Dairesi Başkanlığında itfaiye eri olarak göreve başlamış olup, 2018 yılından itibaren İzmir İtfaiye Dairesi Başkanlığında görevine devam etmektedir. Sakarya Üniversitesi Yangın ve Yangın Güvenliği alanında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır.

YANGINDA İNSAN DAVRANIŞLARI VE İTFAİYECİLER

Latif ERDOĞAN
Rıdvan ÖZGÜN

ÖZET

Yangın, insanların büyük kayıplar vermesine sebep olan gerekli önlemler alındığında bu kayıpların azaltılabildiği bir olaydır. Yangın için gerekli tedbir ve önlemlerin alınabilmesi için ise insanların yangın konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Yangın esnasında tahliyenin mümkün olduğunca kısa sürede yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu hususta yangın içinde kalan insanların vereceği tepkiler önemli ölçüde tahliye süresini etkilemektedir.

Olası bir yangında yangına maruz kalan insanların göstereceği davranışlar ve olay yerine ulaşan itfaiye ekiplerinin yangına zamanında müdahale ve doğru yapılan müdahale biçimi olay yerindeki insanların güvenliği için oldukça önemlidir.

Bildiri kapsamında yangına maruz kalan insanların ve yangın söndürülünceye kadar geçen sürede itfaiye ekiplerinin davranışları incelenecektir.

Anahtar sözcükler: Yangın, Tahliye, Davranış, İtfaiye

ABSTRACT

Fire is an event where these losses can be reduced if necessary precautions are taken that cause great losses to people. In order to take the necessary precautions and precautions for fire, people should be informed about the fire.

It is of great importance that evacuation is carried out as soon as possible during a fire. In this regard, the reactions of the people in the fire significantly affect the evacuation time.

The behavior of the people exposed to the fire in a possible fire and the timely response of the firefighters arriving at the scene and the correct response to the fire are very important for the safety of the people at the scene.

Within the scope of the paper, the behavior of the people exposed to the fire and the firefighters during the period until the fire is extinguished will be examined.

Key words: Fire, Evacuation, Behavior, Fire Brigade

1.GİRİŞ

Yanıcı maddenin oksijen ve ısı ile birleşmesi ve tutuşma sıcaklığına ulaşması sonucu meydana gelen olaya yanma denilmektedir. Yanma olayının geniş bir alana yayılması ve kontrolden çıkmasıyla ise yangın oluşur. Yangının sebepleri genellikle; doğa olayları, bilgisizlik, ihmal, kazalar vb. olmaktadır. Yangınlarda can kayıplarını en aza indirmek için insanların kısa sürede binayı terk etmeleri gerekir. Bu hususta insanların yangın anındaki davranış ve yönelimlerini belirleyebilmek tahliye sürelerinin azaltılabilmesi açısından önemlidir.

Yangınlarda insan davranışı konusunda Amerika Birleşik Devletleri'nde 1940 ve 1950'li yıllarda yapılan araştırmalara ilgi eksikliği vardı. Yangınlarda büyük can kayıpları olmasına rağmen yangında insan davranışı konusuna gereken önem verilemedi. Bu konunun Amerika Birleşik Devletleri'nde, yapılan araştırma ve yayınlar için en verimli dönem 1970'li yıllardan sonra başlamıştır.

İnsanların yangın anında vereceği tepki; yaş, cinsiyet, eğitim, kişilik ve meslek ile alakalıdır. Yangın anında, öncesinde ve sonrasında gerekli tedbir ve önlemler alınırken insanların yangın konusundaki eğitim düzeyi de göz önünde bulundurulmalıdır.

2.YANGIN ANINDA İNSAN DAVRANIŞLARI

2.1 Yangın Anında İnsan Davranışları ve Eğilimleri

Yangında insan davranışını modellemek için dikkate alınan faktörler şunlardır:

- Yangınlarda panik sebebi ölümlerin, çoğunlukla insanların yangından geç haberdar olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- İnsanlar hemen hemen bütün yangın alarmlarının yanlış alarm veya tatbikat olduğunu varsaymaktadır. Bu durum yangın alarm sistemlerinin her zaman güvenilir olmadığını göstermektedir.
- Yangının öğrenildiği ilk durumda yapılan hareketlerin çoğu; kaçma eğiliminde değil, sorgulama eğilimindedir.
- Acil durum işaretleri kaçış esnasında her zaman fark edilmeyebilir.
- İnsanlar, özellikle görüş mesafesi 10 metrenin üzerinde ise dumandan geçmeye hazırdır.
- İnsanlar kaçış esnasında tanıdık çıkışlara yönelme eğilimindedir.
- Afetlerde insanlar genellikle duygusal bağ kurdukları arkadaşlarına doğru ve onlarla birlikte hareket ederler.
- İnsanların çoğunlukla yangını nasıl önleyeceği ve yangın anında nasıl davranacağı konusunda eğitim almadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2 Yangın Anında İtfaiye Personeli

Yangında itfaiye personelinin görevi, ihbarın alınması ile başlar; yangına müdahale edilmesi, söndürülmesi, gereken koruma tedbirlerinin alınması ile devam eder ve itfaiye binasına dönüp olay ile alakalı tutanağın tutulmasıyla sona erer.

2.2.1 Yangın Anında Müdahale Ekiplerinin Görevleri

Yangına müdahale için giden ekiplerin görevlerini şöyle sıralayabiliriz:

- Yangına müdahale edilmesi ve yangının söndürülmesi
- Olay yerinde yangına ve dumana maruz kalan kişilerin kurtarılarak güvenli bölgeye alınması
- Ambulans ekipleri gelinceye kadar yaralılara gereken ilk yardımın yapılması
- Yangından çıkarılan önemli evrak ve değerli eşyaların korunması ve olay yerindeki kriz durumunun kontrol altına alınması (Kırtaş, 2019).

2.2.2 Kurtarma Faaliyetleri

Yangın anında itfaiye ekiplerinin öncelikli görevi yangın içerisinde kalan kişileri kurtararak can kayıplarını önlemektir. Bunun devamında önem sırasına göre eşyalar kurtarılır. Yangının merkezinden başlanarak kurtarma yapılmaktadır (Altundağ, 2020).

2.2.3 İlk Yardım Faaliyetleri

Olay yerinde yangına maruz kalan ve kurtarılarak güvenli bölgeye alınan kişilere sağlık ekipleri gelinceye kadar gereken ilk yardım faaliyetlerinin yapılması itfaiye ekipleri tarafından gerçekleştirilir. Yangın anında olay yerinde yaralanan kişilere yapılan ilk yardım, bireyin hayati fonksiyonlara kavuşmasında oldukça önemlidir. Olay yerine gelen sağlık ekiplerine, ilk yardım yapılan kişi hakkında gereken bilgilerin verilmesi, yaralıya hızlı müdahale edilebilmesi açısından büyük önem arz etmektedir(Altundağ, 2020).

2.2.4 Söndürme Faaliyetleri

İtfaiye ekipleri herkesin kaçtığı, bir an önce terk etmek istediği yangın mahalline, yangını kontrol altına almak, söndürmek, can ve mal kayıplarını azaltabilmek için girerler. Olay yerine vardıklarında kısa bir çözümleme yapıldıktan sonra yangına müdahale için gereken hortum, fikrasyon (dağıtıcı), lans, yangın söndürme tüpü gibi ekipmanlar hazırlandıktan sonra müdahaleye başlanır. Genellikle badi sistemi ile çalışılır. Yangın söndürüldükten sonra soğutma işlemi yapılır. Olay yerinde güvenlik tedbirleri alındıktan sonra geri dönülür (Altundağ, 2020).

2.2.5 Koruma Faaliyetleri

Yangın anında kaosun önlenmesi ve olayda dışarıya çıkartılan eşyaların kolluk kuvvetlerine teslim edinceye kadar geçen sürede tedbirler alınarak korunması gibi çalışmalar koruma faaliyetlerini kapsamaktadır. Olay yerinde yaşanan krizde değerli evrak, kıymetli eşya, özel ve gizli dosyaların korunması zarar görenler ile tahliye edilenlerin bulundurulacağı emniyetli bölgeler oluşturulması koruma faaliyetlerinin parçasıdır (Altundağ, 2020).

2.3 Yangın Anında İnsan Davranışları Araştırma ve Anket Sonuçları

Yangında insan davranışları ile ilgili Portekiz'de yapılan araştırmalara ait sonuçlar daire grafiği ile gösterilmiştir (Cordeiro, 2011).

Grafik incelendiğinde insanların %53'ünün yangın anında buldukları binaya göre farklı davranış sergileyeceği görülmektedir. %44'lük bir kesim ise aynı davranışı göstereceğini belirtmektedir (**Grafik 1**).

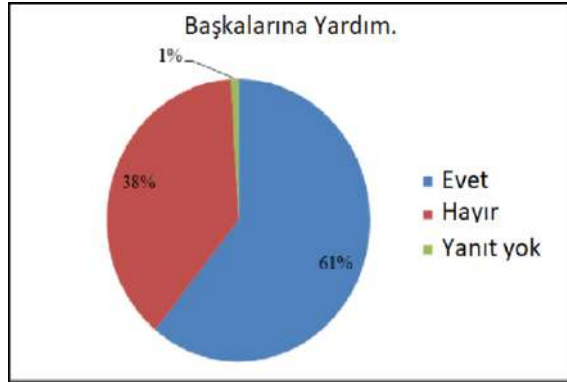


Grafik 1: Yaşadığınız ve çalıştığınız binada yangın anında davranışlarınız aynı mı olur?



Grafik 2: Kaçış planınızı biliyor musunuz?

Kaçış planının bilinmesi yangında tahliye süresini kısaltması açısından önemlidir. Fakat ilgili grafiğe bakıldığında katılımcıların %63'ünün kaçış planını bilmediği görülmektedir. Bu durumun yangın anında panik ve kargaşaya yol açacağı düşünüldüğünde; %63'lük oranın ne kadar büyük bir kesimi kapsadığı anlaşılmaktadır (**Grafik 2**).



Grafik 3: Başkalarına yardım eder misiniz?



Grafik 4: Yangının olduğunu nasıl anlarsınız?

Yangın anında başkalarına yardım etmek özellikle küçük yaş grupları ve engelli kişiler düşünüldüğünde büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple sorulan soruya yanıt veren kişilerin %61'inin "başkalarına yardım ederiz" dediği görülmektedir (**Grafik 3**). Bu oranı cinsiyet, yangın güvenlik eğitimi ve eğitim seviyesinin de etkileyebileceği düşünülerek yapılan araştırma sonucu, yangın güvenliği eğitimi alan kadınların %67'sinin, erkeklerin ise %50'sinin başkalarına yardım etme eğiliminde olduğu görülmüştür (Cordeiro, 2011).

Yangın olduğunun bina sakinleri tarafından anlaşılması harekete geçme ve binayı kısa sürede tahliye etme açısından büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla sorulan sorular incelendiğinde insanların %51'inin yangını bizzat görerek veya duman kokusundan anladığı görülmektedir (**Grafik 4**).



Grafik 5: Alarm durumunda ne yaparsınız?



Grafik 6: Yangın anında tepkiniz ne olur?

Bir binada yangın olduğunu insanlara bildirmenin yollarından birisi ise alarm sistemleridir. Alarm sistemleri yangın başladığında devreye girer. Bu durum insanların tahliye olabilmesi için gereken zamanı teorik olarak kazandırır. Ancak pratikte alarm durumunda insan davranışlarının nasıl olacağı ile ilgili yapılan anket çalışmasında alarmı duyunca olay yerini terk eden kesimin %33 ile sınırlı kaldığı gözükmektedir. Çalışmaya katılan insanların %36'sının "alarmı duyunca ne olduğunu araştırırım" ve %27'sinin ise "başkalarını uyarırım" dediği görülmektedir (**Grafik 5**).

Yangın anında insanların ne gibi tepkiler vereceğini belirlemek için yapılan çalışmada ise %57 oranında "bir çıkış yolu bulurum" diyenler ve bu cevabı takiben %22 oranında "yardım isterim" diyenler olduğu görülmektedir (**Grafik 6**).

3.TAHLİYE

3.1 Ön Tahliye

Ön tahliye aşaması, bina sakinlerinin uyarılmasıyla (ör. Alarm sinyalinin tanınması) başlar ve güvenli bir yere doğru hareket etmeye başladıklarında sona erer (Serteser, 2022).

Ön tahliye süreleri ile alakalı genel itibari ile batı ülkelerinde yapılan araştırma sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde yapılan tatbikatların haberli veya habersiz olmasının ön tahliye sürelerini etkilediği görülmektedir. Ayrıca gerçek olaylar ile tatbikatlar arasında ön tahliye sürelerinde belirgin farklar olduğu açıktır. Bu durum insanların tatbikatlarda gösterdiği soğukkanlılığın gerçek olaylarda yerini panik ve korkuya bırakmasıyla yorumlanabilir. Panik ve korku ise insanın davranışları üzerinde karar verme yetisini ortadan kaldırarak yangına geç tepki vermesine ve tahliye süresinin artmasına yol açmıştır.

Ayrıca tabloya bakıldığında ön tahliye sürelerinin fazla olduğu görülmektedir. Bu durum tahliye üzerinde negatif bir etkiye sebep olmaktadır (**Tablo 1**).

	Ülke	Binanın İşlevi	Tatbikat Şekli	Alarm Durumu	Kat Sayısı	Kişi Sayısı	Ön tahliye Süresi (s)		
1	ABD	Ofis	Kısmen Habersiz	Anons	11	72	141,30		
2					12	132	73,98		
3			Gerçek Olay	Yok	110	86	2091		
4					110	46	2156,7		
5			Kanada	Habersiz	Siren	4	348	101,58	
6	13	458				83,88			
7	6	92				34,38			
8	7	161				71,76			
9	İngiltere	6				19	28,02		
10	Avustralya	Yok				14	106	324,9	
11	Danimarka	Anons				12	70	57,55	
12	Finlandiya	Haberli				Siren	7	33	163,32
13							4	9	121
14	İsviçre	Habersiz				Anons	5	133	30
15			4	70	35				
16	Çin	Gerçek Olay	Yok	Yüksek Bina	650	<300			
17	İrlanda	Anaokulu-Çocuk	Habersiz	Anons	2	194-218	18,5		
18	Kanada			Anons	-	-	21,8		
19	Polonya	Kütüphane	Habersiz	Anons		192	69,9		
20	Türkiye			Anons		51	56,1		
21	İngiltere			Anons		247	91,6		
22	Brezilya			Anons		34	46,7		

Tablo 1: Ön tahliye verileri gösterim tablosu (Serteser, 2022)

3.2 Tahliye

Tahliye, insanların yangın anında kaçış yolları ve yangın merdivenlerini kullanarak en yakın çıkışa ulaşması amacıyla taşımaktadır. Tahliyeyi etkileyen birçok parametre vardır. Bu parametreleri cinsiyet, yaş grubu, kişilerin eğitim seviyesi, karakteristik özellikleri ve yangın anındaki psikolojileri olarak sıralayabiliriz.

Cinsiyet ve yaş grubunun yürüme hızına etkisi ile alakalı yapılan çalışmada erkeklerin yürüme hızının (1,50 km/h) kadınların yürüme hızından (1,40 km/h) ortalama 0,10 km/h daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bu fark genç ve yaşlılar arasında 0,20 km/h olmaktadır. Çocukların yürüme hızı ise yaklaşık 1,00 km/h olarak ölçülmüştür.

Tahliye anında özellikle çocukların ve yaşlıların yavaş hareket etmesi, düşmesi ve kaçış yönünde engel oluşturması gibi durumlar düşünülürken tahliye süresinin uzaması kaçınılmaz olacaktır.

3.2.1 Tahliye Anında İnsan Psikolojisi

İnsan psikolojisi bir tehlike ile karşılaştığında akut stres tepkisi olarak “savaş” ya da “kaç” tepkisi gösterir. Bu durum beynimizde sempatik sistemin devreye girişi ile harekete geçer. Bu tepki, nefes alma sıklığını, kalp atış sayısını ve kaslardaki gerginlik düzeyini artırma gibi fiziksel reaksiyonları harekete geçiren ve canlı için aslında koruyucu bir tepkidir. Herkesin bu gibi durumlara gösterdiği stres tepkisi birbirinden farklıdır. Bunun sebebi başta bireysel farklılıklar ve geçmiş öğrenmeler olabilir. Örneğin yangın anında küçük bir kız çocuğu dolaba girip kapağını kapatarak yangından korunmayı beklerken, yaşlı birisi direkt çıkışa yönelmek yerine etrafında kendine yardım edecek birilerini arayabilmektedir (Karslı 2018).

İnsan zihni bilinmezliği kabul etmez o sebeple bildiği daha önceden tecrübe ettiği yolları kullanmak her zaman daha risksiz ve güvenlidir. İnsanları stres altına alan kendini dünyada güvende hissetme duygusunun zedelenmesidir. Bu süreçte verilen tepkiler zorlayıcı yaşam olaylarına karşı verilen normal tepkilerdir (Carlson, 2022).

4. YANGIN ANINDA DOĞRU DAVRANIŞLAR

4.1 Yangın Anında Olay Yerinde Bulunan İnsanların Sergilemesi Gereken Davranışlar

İnsanların yangını fark ettiğindeki durumu, yangının büyüklüğü, kaçış yollarına olan uzaklığı gibi birçok parametre yangın anında gösterilecek doğru davranışı etkilemektedir. Bu konuyu genel olarak değerlendirecek olursak yangında yapılması gerekenleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Öncelikle yangın veya yangının belirtilerini görüldüğünde alarm veya anons sistemi ile diğer kişilere bilgi verilmeli ve 112 aranmalıdır.
- Yangın müdahale edilebilecek boyutta ise ve kişinin yangına müdahale eğitimi varsa, doğru yangın söndürme cihazı ile yangına müdahale edilir.
- Yangın sırasında dumanlı bir yerde kalındıysa emekleyerek en yakın çıkışa gidilir.
- Yangından dolayı çıkışa gidilemiyorsa bina içerisinde yangına en uzak olan yere gidilerek kapı kapatılır, kapı etrafında duman sızıntısı varsa boşluklar ıslak bez veya kıyafet yardımıyla kapatılır, pencereler açılır ve yardım istenir.
- Tahliye anında asansörler kullanılmamalıdır.
- Kaçış koridorları ve yangın merdivenlerinde koşulmamalı fakat seri hareket edilmelidir.
- Kıyafetlerin tutuşması durumunda mümkünse battaniye veya büyük bir bez parçasıyla yere yatıp yuvarlanmalıdır. Kesinlikle koşulmamalıdır çünkü tutuşan bir kıyafetle koşulduğunda havadaki oksijen yangına daha hızlı etki eder ve alevlerin iyice artmasına sebep olur.
- Bina tahliye edildikten sonra itfaiye ekiplerinin rahat çalışabilmesi için yangın bölgesi boşaltılmalıdır (İnal, 2018).

4.2 Yangına Müdahalede İtfaiye Ekiplerinin Sergilemesi Gereken Davranışlar

- 112 acil çağrı merkezine yangın ihbarı geldiğinde, çağrıyı alan itfaiye görevlisi ihbarın doğruluğunu teyit eder.
- Gelen ihbar, müdahale ekiplerinin sorumluluk alanlarına göre ilgili müdahale ekibine iletilir.
- İtfaiye ekiplerinin yangın mahalline varış süresi ortalama 6 ile 8 dakika arasındadır.
- Olay yerine seyir halinde iken itfaiye personellerinin araç içerisinde kişisel koruyucu donanımlarını tam olarak kuşanmaları gerekir.
- Olay yerine varan itfaiye araçları uygun bir pozisyonda konumlanır.
- Ekip Amiri olay yerinde durum değerlendirmesi yaparak ekibini organize eder.
- İtfaiye ekipleri öncelikli olarak kurtarılmayı bekleyen canlılar varsa tahliye işlemini yapar. Daha sonra yangına müdahale ederek yangın söndürülür ve soğutma işlemi yapılır.
- Yangın söndürüldükten sonra olay yeri incelemesi yapılarak yangın çıkış sebebi bulunur.
- Ekipler olaydan döndükten sonra Ekip Amiri yangın rapor tutanağı tutarak olayı sonlandırır.

5. SONUÇ

Yangında insan davranışlarının bilinmesi ve bu konuda yapılan çalışmaların analiz edilmesi, olası can ve mal kayıplarını önlemek için tedbirler alınması açısından önemlidir. Yapılan çalışmalarda anketler ve tatbikatlar incelendiğinde insanların yangın anındaki tutumunun tahliye sürelerini uzattığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca farklı yaş gruplarının yangın anındaki psikoloji ve davranışlarının da farklı olabileceği görülmüştür. Bu konuda insanların bilinçlendirilmesinin ve gerekli eğitimlerin verilmesinin, can ve mal kayıplarını önlemede ne kadar önemli olduğu bir kez daha ortaya çıkmıştır. Unutulmamalıdır ki, gerekli tedbir ve önlemler alınır; insanlar, yangında doğru davranışlar konusunda bilgilendirilirse, yangının tahrip edici etkisi azaltılabilir.

KAYNAKLAR

- Altundağ H., Kırtaş H. A. 2020. Yangın ve Tahliye Eğitim Modeli Araştırması, *İSG Akademik*, Cilt:2 Sayı:1, 73-81
- Carlson N. R. 2022. Fizyolojik Psikoloji Davranışın Nörolojik Temelleri, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara
- Cordeiro E., Leça A., Rossetti R. J. F., Almeida J., 2011. Human Behavior Under Fire Situations – Portuguese Population, Proceedings, Fire and Evacuation Modeling Technical Conference, August 15-16
- İpekçi A. G., Serteser N., 2022. Yangın Anında İnsan Davranışlarının Analizi, Uluslararası Katılımlı Yangın Sempozyumu, 29-30 Eylül, 64-73
- İnal E. 2018. Yangın Durumunda Yapılması Gerekenler İş Sağlığı ve Güvenliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi
- Karslı T.A. 2018. Bilişsel ve Motivasyonel Uzanımları Bağlamında Temel Bir Heyecan Olarak Korku, Çeşmi Cihan: Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları E-dergisi, Cilt:5 Sayı:1, 63-81
- Kırtaş H. A. 2019. Yangınlar ile Mücadelede İtfaiyecilerin Organizasyon Yapılanması ve Müdahale Biçimlerinin Araştırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

ÖZGEÇMİŞLER

Latif ERDOĞAN

1982 yılında Konya'da doğdu. Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümünden mezun oldu. 5 yıl özel sektörde çalıştıktan sonra 2009 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığında memur olarak göreve başladı. 2010-2015 tarihleri arasında Büyükşehir Belediyesi Sivil Savunma Amirliği, Önleme, Ruhsat Öncesi Kontrol ve Eğitim Amirliği görevlerini yürüttü. 2015 yılında İtfaiye Dairesi Başkanlığı Önleme ve Eğitim Şube Müdürü olarak görevlendirildi. Birçok sivil toplum kuruluşunda görevi bulunan Latif ERDOĞAN, Bem-Bir-Sen Konya Şubesi Başkan Yardımcılığı görevinde bulundu. Tüm Gönüllü İtfaiyeciler Derneği Başkan Yardımcısı, Kızılay Meram Şubesi Başkan Yardımcılığı ve Tüm İtfaiyeciler Birliği Derneği Genel Başkan Yardımcılığı görevlerini halen yürütmektedir. İtfaiye Dairesi Başkanlığı Ulusal ve Uluslararası projelerinin koordinatörlüğünü yürütmekte olup itfaiyecilik alanında akademik çalışmaları bulunmaktadır. Yerel Yönetim ve Siyaset bölümünde yüksek lisansı bulunmakta olup Ankara Üniversitesi Afet ve Acil Durum Yönetimi üzerine yüksek lisansı devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Rıdvan ÖZGÜN

1995 yılında Erzurum'da doğmuştur. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2017 yılında mezun olmuştur. Üniversitedeyken Work and Travel programı aracılığı ile Amerika'da 4 ay Food Lion Company'de çalışmıştır. Mezun olduktan sonra 2 yıl Erzurum'da yapı denetim şirketinde çalışmıştır. 2019 yılında Konya'ya gelmiştir. 2 yıl alt yapı inşaatlarında şantiye şefi olarak çalışmıştır. 2023 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, Ruhsat Öncesi Kontrol ve Denetim birimde görev almıştır ve halen bu birimde çalışmaktadır. Yüksek lisans öğrenimine Konya Teknik Üniversitesi'nde yapı malzemeleri alanında devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

TESİSLERDE YANGIN GÜVENLİĞİ VE MÜDAHALE

Kenan GÖRGÜLÜ
Ahmet Murat ARSLAN

ÖZET

Günümüzde, tesislerde yapılan üretim süreçlerinin en önemli tehlikelerinin başında yangınlar gelmektedir. Tesislerde önemli sayıda yangın ve patlamalar meydana gelmektedir. Bu yangın ve patlamalar; ölüm ve yaralanmalara, çevresel zararlara ve maddi kayıplara sebebiyet vermektedir.

Tesislerde yangın ve patlamanın her an olabileceği varsayımıyla, oluşturulan acil durum eylem planlarının dinamik ve güncel tutulması, tesislerin mimari ve tesisat projeleri, personelin zorunlu eğitimini üç ayda bir yenilenmesi, prosese uygun ekipmanların kullanılması vb. tüm önleyici tedbirleri, yasal gereklilikler yönünden yürürlükte bulunan İSG kanunu, B.Y.K.H Yönetmeliği, İ. E.K. S. VE G. Şartları Yönetmeliği gibi mevzuatlar çerçevesinde analizlerin yapılması gerekmektedir.

Kimya Mühendisleri Odası verilerine göre; 2022 yılında, Türkiye’de 587 endüstriyel yangın ve patlama gerçekleşmiştir. Bu olayların 551’i endüstriyel yangın, 36 tanesi ise endüstriyel patlamadır. Endüstriyel yangın ve patlamalarda 22 kişi hayatını kaybetmiş, 139 kişi yaralanmıştır. Yüzlerce kişi yangından sonra ortaya çıkan boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenmiştir.

Bunlardan sebep endüstriyel yangınlara acilen müdahale edilmesi, planlanmış hazırlıklara bağlıdır. Yangınlarda kullanılacak ekipman ve malzemelerin yedekli ve yeterli seviyede bulunması önem arz etmektedir.

Unutulmaması gereken en önemli husus hiçbir yangın birbirinin aynısı olamayacağı bu bilinç ve hassasiyetle tüm paydaşların sürekli eğitim ve tatbikatlara katılımı olmalı, bu eğitim ve tatbikatları reel ve rasyonel senaryolar ile desteklenmelidir. Böylece yapacağımız müdahalelere stratejik olarak hazır ve melekelerimizi geliştirmiş olabiliriz.

Olası yaşanacak felaketlere karşın; tesislerde alınacak güvenlik önlemleri, eğitilmiş personel, erken ve etkin müdahale ile maddi ve manevi kayıplar en aza indirebilmenin en kolay yöntemi olacaktır.

Anahtar sözcükler: Yangın, eğitim, önlem ve tedbir, müdahale, yönetmelikler

FIRE SAFETY AND RESPONSE IN FACILITIES

ABSTRACT

Today, fires are one of the most important dangers of the production processes in the facilities. A significant number of fires and explosions occur in industrial industrial facilities in Turkey. These fires and explosions; It causes death and injury, great environmental damage and material losses.

Assuming that fire and explosion can occur at any time in the facilities, keeping the emergency action plans dynamic and up-to-date, architectural and installation projects of the facilities, compulsory training of the personnel is carried out not once a year but three times a year. Renewal once a month, use of equipment suitable for the process, etc., all preventive measures, OHS law in force in terms of

legal requirements, BYKH Regulation, İ. EKS AND G. It is necessary to make analyzes within the framework of legislation such as the Regulation on Terms and Conditions.

According to the data of the Chamber of Chemical Engineers; In 2022, there were at least 587 industrial fires and explosions in Turkey. Of these events, 551 are industrial fires and 36 are industrial explosions. In these industrial fires and explosions, 22 people lost their lives and 139 were injured. The reason for all of this is that the immediate response to industrial fires depends on planned preparations. It is important that the equipment and materials to be used in fires are redundant and at a sufficient level.

Keywords: Fire, education, precaution and precaution, intervention, regulations



GİRİŞ

Endüstriyel tesisler denilince akla ilk gelen kuşkusuz organize sanayi bölgeleridir. Osbük verilerine göre ülkemizde 273 faaliyette 120 planlama aşamasında toplamda 393 tane organize sanayi bölgemiz bulunmaktadır.

Endüstriyel yapılar; “her çeşit ürünün yapıldığı işleme, montaj, karıştırma, temizleme, yıkama, paketlenme, depolama, dağıtım ve onarım gibi işlemlere mahsus bina ve yapılarıdır.”

Yangınlar; insanlar, çevre ve diğer canlılar için büyük tehlikeler yaratan fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar meydana getiren doğal ve insan kaynaklı olaylar olup; sadece insanlar için değil tüm ekosistem için tehlike oluşturan bir afettir. Bunların yanı sıra yangınlar turizm, otomotiv, ulaşım gibi birçok sektörü de olumsuz etkilemektedir.

Endüstriyel üretim süreçlerinin neredeyse tamamında bulunan kimyasal maddelerin kullanımı, depolanması, taşınması sırasında yaşanabilecek herhangi bir olumsuz durum yangınlara, patlamalara ve yayılıma neden olabilmektedir.

Yangının olumsuz etkilerinin minimal düzeye indirgenmesi için, endüstri tesislerinde yangına müdahale edecek birimlerin kurulması, gerekli eğitimlerin ve tatbikatların yapılması ve acil durum müdahale eylem planlarının, standart operasyon planlarının hazırlanması oldukça önemlidir.

Etkisi ve sıklığı giderek artan afetler ve özellikle endüstri tesisleri gibi riskli alanlarda meydana gelebilecek müdahalesi, söndürülmesi ve soğutulması oldukça zor olan yangınlar için önceden yapılacak risk analizleri hayati önem taşımaktadır.

Yangın gibi insan sağlığı ve çevre bütünlüğü için tehlike oluşturan afetlerde, afet risk yönetimi içerisinde yer alan zarar azaltma ve hazırlık aşamalarında yapılacak çalışmalar afetlere karşı olan savunmasızlığı azaltmada başrol oynamaktadır.

Bu aşamalarda yangın afeti için yapılacak en temel çalışma; müdahale edecek personelin bulunması, bu personelin eğitimi, müdahale araç-gereçlerinin yeterli sayıda olması ve ilgili birimlerin bulunması, denetlenmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE YANGIN GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASI

Yeni yapılmakta olan sistemlerle mevcut işletmelerde alınacak yangın güvenlik önlemleri farklıdır. Tamamlanmış yapılarda önlem almak oldukça zordur. Yeni yapılan işletmelerde kolay ve ucuz olarak uygulanan sistemler, tamamlanmış tesislerde çok maliyetli olduğu gibi bazen mümkün bile olamamaktadır.

Planlama aşamasında çevre riskleri göz önüne alınarak mimari projede gerekli değişikliklerin yapılması ve inşaat aşamasında yangından korunma sistemlerinin yapılması maliyet açısından oldukça önemli farklılık gösterir. Bir kuruluşun yangın önlemleri proje aşamasında düşünülmeli, yapım aşamasında tamamlanmalı ve işletme aşamasında kontrol ve bakımı yapılmalıdır.

Yangının erken haber alınması ve söndürülmesi için günümüz teknolojisinin kullanılması, insanların olmadığı zamanlarda oluşan yangınların haber alınması ve söndürülmesi için söndürme, algılama sistemlerinin mutlaka yapılması şarttır. Yangın çok kısa sürede büyük bir afete dönüşme ve karşısına çıkan her şeyi yok edip küle çevirme gücüne sahipken bunun en etkili çözümü yerinde ve etkin önlemler almak ve aldırmaaktır. Yangınlar, alınan tedbirlerle önlenir ve yapılan tasarımlarla söndürülür.

Endüstriyel işletmeler için olması gereken yangın güvenlik önlemlerini kalıp halinde sıralamak mümkün değildir. Her fabrika için alınacak algılama ve söndürme sistemleri farklıdır ve parlayıcı maddelerin niteliklerine, ham madde ve mamul madde miktarlarına, kullanılan enerji türüne, bölgedeki itfaiyenin uzaklığına ve gücüne, çevrede bulunan risklere vb. çok sayıda faktöre bağlı olarak belirlenmelidir.

1) YANGIN ÖNLEME: PROAKTİF ÖNLEMLER

a) Yangın Riski Değerlendirme

- Yangın güvenliği yönünden Tehlike Belirleme, Risk Değerlendirme çalışmaları yapmak,
- Yangın risk değerlendirmelerini tesisteki her birimden yetkililerle birlikte yapmak,
- Yangın tehlikelerini belirlemek, özellikle yanıcı ve parlayıcı maddelerin risklerini belirlemek,
- Yangın risklerine göre gerekli önlemleri belirlemek,



b) Endüstriyel Tesisteki Tehlikeli Maddelerin Tüm Personelce Bilinmesi

- Tesiste hammadde, ara madde, ürün olarak bulunan ve kullanılan tehlikeli maddelerin Güvenlik Bilgi Formlarının (MSDS) bilinmesi.
- Tehlikeli maddeleri yangın ve patlama tehlikesine karşı alınacak önlemler konusunda personele eğitim verilmesi.
- Yanıcı ve parlayıcı tehlikeli maddelerin, yangın önlemleri alınmış özel depolarda depolanması bilgisinin verilmesi.
- Ham madde ve mamul madde depoları çok yüksek ve çok geniş olarak istiflendiğinden herhangi bir yangında dışarıdan müdahale ile yangının söndürülmesi çok zor olur. Gerek duman gerekse yangının hızlı yayılması sebebiyle yangına müdahalede etmekte zorluk yaşanacağı bilgisi verilmeli.
- Tüm bu olaylar sonucunda işletmenin müşterilerini kaybetmesi, işçilerin işsiz kalması ve kuruluşun prestijini yitirmesinin elzem olacağını personellerin bilmesi gerekmektedir.

c) Acil Durum Planı

- Acil Durum Planını güncellemek,
- İşyerindeki tüm personele Acil Durum Planı hakkında eğitim vermek,
- Acil durum ekiplerinin oluşturulması, özellikle yangınla mücadele ekipleri uygun ve çok elemandan oluşmasını sağlamak,
- Yangınla mücadele ekiplerine eğitim verdirmek,
- Haberleşme ve enerji ekibinin görevlerinin önemini aşılılamak.

d) Yangın Tatbikatları

- Yangınla Mücadele (söndürme) ekibine tesisteki tüm yangınla mücadele cihaz ve ekipmanlarını kullanarak, detaylı, alevli, pratik eğitim verilmesi, periyodik olarak tekrarlanması,
- Yangın tatbikatların yılda birden fazla tesisteki tüm personelin katılımıyla daha sık yapılması,
- Tatbikat senaryosu hazırlanması, bu senaryonun tüm personele duyurulması, sesli tatbikat videosu çekilmesi,
- Tatbikat sonu değerlendirme toplantısında tatbikat videosunun tatbikata katılan tüm personele gösterilmesi,

- Tatbikat sonu değerlendirme raporu hazırlanması,
- İyileştirilmesi gereken hususlar için aksiyon planı yapılması,
- Türkiye'de genel olarak şehir itfaiyeleri endüstri tesislerine uzak olduğundan veya yangın organize itfaiyelere geç haber verildiğinden, itfaiye olay yerine geldiğinde yangın çoktan kontrolden çıkmış olmakta ve endüstriyel tesisin kurtarılması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle personel eğitimi ve organizasyonu öncelikli olarak ele alınmalıdır.
- İşletmedeki personele mutlaka eğitim aldırılmalı ve bu eğitim; işletmedeki mevcut yangın güvenlik önlemlerine, söndürme sistemlerine, söndürme malzemelerine, üretim teknolojisine uygun olmalıdır. Teoriden ziyade pratik eğitimlere önem verilmelidir.
- İtfaiye olay yerine geldiğinde, özellikle de gece saatlerinde nerede ne olduğunu bilemez. Her vardiyada en az bir kişinin itfaiye geldiğinde yol göstermesi ve fabrikadaki söndürme imkânlarını anlatması gerekir.

Tesislerin olası yangın afetlerine karşı korunabilmesi adına, yukarıda bahsedilen iş ve işlemlere ait konuların yine; B.Y.K.H. Yönetmelik Kapsamında "9.Kısım MADDE 124-131 Yangın Güvenliği Sorumluluğu, Ekipler, Eğitim, Denetim, İşbirliği, Ödenek ve İç Düzenlemeler" esaslarına bağlı olarak işletilmesi can ve mal güvenliğinin ayrılmaz bütünüdür.



2) DAİMA FAAL DURUMDA OLMASI GEREKEN VE PERSONELİN KULLANMASINI BİLMESİ GEREKEN YANGINLA MÜCADELE SİSTEMLERİ

- Yangın suyu tesisatı, yangın suyu depo, pompalar (Jokey, elektrikli, dizel), hortum dolapları, hidrantlar, tozlu, karbondioksitli, köpüklü yangın söndürme cihazları,
- Yangın anında ısı ve duman yayılmasını engelleyecek önlemler,
- Yangına dayanıklı kapılar, duvar, tavan ve zeminler, kaçış yolları,
- Acil çıkış kapıları, acil aydınlatmalar,
- Yangın algılama ve uyarı sistemleri,
- Dalgalı siren sistemi, yangın ihbar butonları, anons sistemleri,
- Otomatik söndürme sistemleri: Gazlı, sulu, köpüklü,
- Bunların periyodik kontrolleri, testleri, eğitimleri.

Tesislerin olası yangın afetlerine karşı korunabilmesi adına, yukarıda bahsedilen iş ve işlemlere ait konuların yine; B.Y.K.H. Yönetmelik Kapsamında "MADDE 84 Periyodik Testler, Bakım ve Denetim" esaslarına bağlı olarak işletilmesi can ve mal güvenliğinin ayrılmaz bütünüdür.

3) OSB İTFAİYELERİN GÖREVLERİ

Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği' madde 69 'a göre "İtfaiye teşkilatı kurulmuş olan OSB'lerde işletmeler, itfaiye grubu tarafından istenen yangın ve patlamalara karşı alınacak tedbirleri uygulamak ve 02.02.2019 tarihli ve 26735 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanan B.Y.K.H. Yönetmeliği ile hükümleri diğer ilgili mevzuatları yerine getirmek zorundadır ibaresi bulunmakta ve her işletmenin, kendi bünyesinde her türlü ilk müdahaleyi yapabilecek şekilde önlemlerini alarak OSB'den Yangın ve Patlamalara Karşı İtfaiye Raporu almak zorundadır" bentleri bulunmaktadır.

KAYSERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İTFAİYE MÜDÜRLÜĞÜ 2022 YILI İTİBARI İLE YAPILAN HİZMET İSTATİSTİĞİ

7126 sayılı Sivil Savunma Kanununa (Acil Durum ve Afet İşleri Müdürlüğü) esas olarak hazırlanan "Daire ve Müesseseler için Sivil Savunma İşleri Kılavuzu" nun 52. ve 61.maddesi ile "4562 Sayılı Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu"na istinaden hazırlanan "Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliğinin 69. Maddesi" gereğince; Kayseri OSB İtfaiye Müdürlüğü Kuruluş ve Kurallar Yönergesi Ek 11' e göre hazırlanan yıllık istatistik bilgileri faaliyet raporudur.

2022 yılı işletme tip yangınlarımızın sayısı 33 adettir. 7 işletmemizde kısmi yangınlar meydana gelmiş olup yapılan müdahaleler sonucu işletmelerimizin tamamında bir hasar oluşmamıştır. 8 adet işletme tip yangınımız düşük maddi hasarlı yangınlardır. Toplam 33 işletme tip yangınımızda 2.180 m³ su kullanımı ve 3.480 litre köpük kullanımı olmuştur. Bu yıl müdahale edilen atık yangın sayımız 47 adet olup bu yangınlarda kullanılan su miktarımız 240 m³ tür. Ayrıca bu yangınlara harcanılan süre ise 33 saattir. Müdahale edilen çöp konteyneri yangın sayımız ise 128 adettir. **(EK1)**

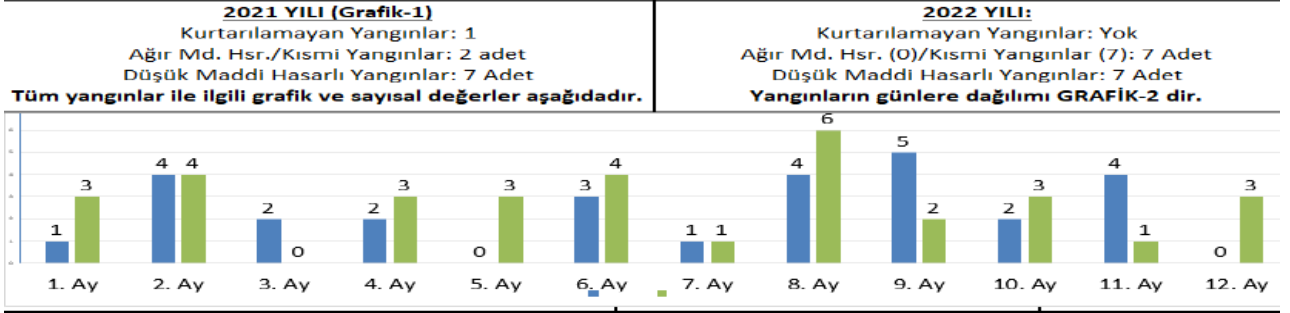
Organize sınırlarımız dâhilinde oluşan yangınlara müdahalenin yanında sınırlarımız dışında da yangınlara müdahalemiz söz konusu olup bölge dışı müdahale sayımız ise 17 adettir. **Yangınların kısa sürede önlenmesi amacıyla firmalarımızda yürüttüğümüz ilk müdahale eğitimlerimiz sayesinde 2022 yılında 24 yangın büyümeden kontrol altına alınmıştır.**

2022 yılı için trafik kazalarına müdahale sayımız 10, iş kazası müdahale sayımız 5 adettir. **Kayseri OSB İtfaiyesi 2022'de toplam 382 ihbar ve olaylara müdahale etmiştir. (EK-1)**

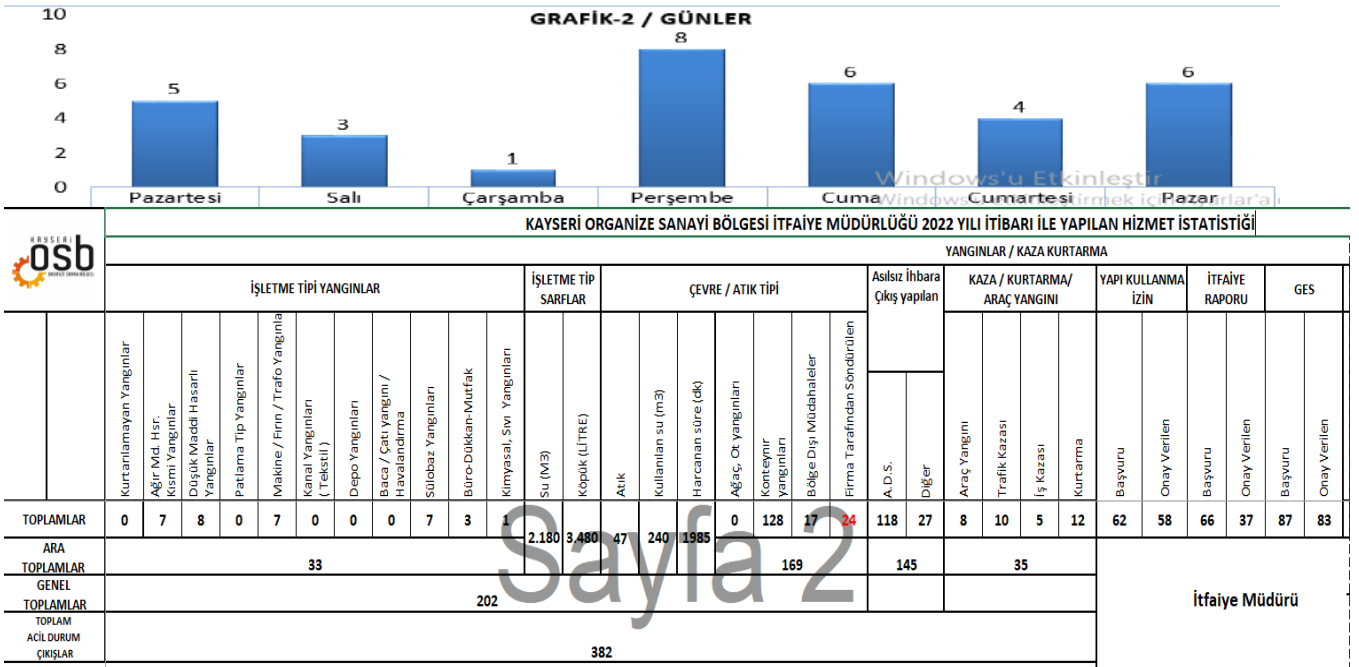
2021 & 2022 YILLARI
İSTATİSTİK ANALİZLERİ



EK-1 / İŞLETME TİPİ HASARLI YANGINLAR



Yangınların günlere göre çıkma istatistikinde en fazla **PERŞEMBE** günleri çıktığı gözlemlenmektedir. İşletme tip yangınlarda **2.180 ton su** ve **3.480 litre köpük** sarfı olmuştur.



NOT: Bu istatistik bilgi tablosu;7126 sayılı Sivil Savunma Kanununa (Acil durum ve afet işleri müdürlüğü) esas olarak hazırlanan " Daire ve Müesseseler için Sivil Savunma İşleri Kılavuzu " nun 52. ve 61.maddesi ile "4562 Sayılı Organize Sanayi Bölgeleri Kanununa" istinaden hazırlanan " Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliğinin 69. Maddesi " gereğince; Kayseri OSB İtfaiye Müdürlüğü Kuruluş ve Kurallar Yönergesi Ek 11' e göre, Mülki Dairelerin talep etmesi halinde ibraz edilmek üzere hazırlanmıştır.

Sonuç:

Endüstriyel tesislerde yangın güvenliği ve müdahale açısından meydana gelebilecek yangınların olası tehlikelerini azaltmak ve yangının olumsuz etkilerinin en alt düzeye indirgenmesi için, tesislerde yangın güvenliği mevzuatlarına uyulması gerekir.

Yangın güvenliğini en üst seviyelere çıkartmak için mücavir alanlarda ve tüzel kişilik alanlarda kontrol yine bu mevzuatlara göre yapılmalı. Sanayicilerimizden işletme yetkililerine, firmaya gelen misafirlere kadar yangın güvenliği kültürünü benimsemeli. Protokoller oluşumunda hassasiyet gösterilmesi gerektiği gibi risk yönetim kavramını genel kültür kabul edip afet öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılması gereken tüm adımları uygulanabilir hale getirmek ve bu doğrultuda müdahale edecek birimleri kurmak, gerekli eğitimleri vermek, tatbikatları yapmak ve acil durum müdahale eylem planlarının güncel ve dinamik hazırlanması konusunda tüm paydaşlara önemli görev düşmektedir.

İnsanımızın can güvenliği, sanayicimizin yatırım güvenliği ve ülkemizin katma değer güvenliği bu kültürün ayrılmaz bir parçasıdır.

KAYNAKÇA

1. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
2. Endüstride Yangınlar ve Patlamalar 2022 Yılı Raporu KMO
3. Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ
4. Kayseri Organize İtfaiye Müdürü Hüsamettin KAZI
5. Kayseri Organize İtfaiye Arşivi

ÖZGEÇMİŞLER

Kenan GÖRGÜLÜ

1981'de Aksaray'da doğdu. 2012 yılında Kayseri Organize Sanayi İtfaiye Müdürlüğü'nde göreve başladı. OSB İtfaiyede, itfaiyeci olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Ahmet Murat ARSLAN

1989'da Kayseri'de doğdu 2006 yılında Tomarza Lisesi'nden mezun oldu. 2017 yılında Kayseri Organize Sanayi İtfaiye Müdürlüğü'nde göreve başladı. OSB İtfaiyede, itfaiyeci olarak görev yapmaktadır. Evli ve üç çocuk babasıdır.

YANGININ ÇIKIŞ YERİ VE NEDENİ ARAŞTIRMALARINDA METOT

Eser TEMİZ

ÖZET

Yangının çıkış yeri ve çıkış nedeni araştırmasında temel metodoloji, elde edilen veri ve bilgilerin sistematik değerlendirmesi üzerine dayanmalıdır ve bilimsel metot üzerine kurgulanmalıdır. Tecrübenin yanında teorik bilgi ile donanmış, uzmanlıkları bağımsız, yetkin otoritelerce kabul görmüş kişilerin yangın araştırmalarında görev almaları, bu alanda yapılan hatalı yaklaşımların, hak kayıplarının önüne geçecektir ve adli süreçlerin kısılmasında fayda sağlayacaktır. Diğer yandan yangın araştırmalarının çıktıları, yangın güvenliği alanındaki standart ve kuralların yazılmasında en önemli girdilerden biridir, bu nedenle yangın çıkış yeri ve çıkış nedeni araştırmasında uzmanın yetkinliği kural koyucu otoritelere ve bilimsel araştırma yapanlara güvenilir ve doğru veriler sunabilecektir.

Bu çalışmada yangının çıkış yeri ve çıkış nedeni araştırmasında bilimsel metodun adımlarının neler olduğu, bu araştırmanın hangi niteliklere sahip uzman tarafından yapılabileceği ve hatalı bir yaklaşım olan negative corpus metodu anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yangının çıkış yeri, yangının çıkış nedeni, yangın araştırması, bilimsel metot, negative corpus,

METHOD IN FIRE ORIGIN AND CAUSE INVESTIGATIONS

ABSTRACT

Fundamental methodology of fire's origin and cause investigation should be based on systematical assessment of collecting data and information, and built via scientific approach. Assigning experts to fire investigations having sufficient knowledge, experience, and those recognized by impartial, competent institutions brings about to prevent false deductions, loss of right and shorten judicial processes. On the other hand, outputs of fire investigations are amongst the most important inputs for writing rules and technical standards in fire safety field, that's why those can provide reliable and right data to regulatory authorities and scientific researchers.

In this study, steps of scientific method in fire origin and cause investigations, qualification of experts conducting fire investigations, and negative corpus which is a faulty methodology are explained.

Keywords: Origin of fire, cause of fire, fire investigation, scientific method, negative corpus.

1. GİRİŞ

Yangın çıkış yeri ve nedeni araştırmasında temel metodoloji elde edilen veri ve bilgilerin sistematik bir yaklaşımı üzerine dayanmalıdır. Öncelikle yangının çıkış yeri ardından neden çıktığı araştırılmalıdır. Bu sorunun cevabına yönelik çeşitli yöntemler geliştirilmiştir ve ilgili tarafların kabul edebileceği sistematik bir yaklaşım ancak bilimsel metot kullanılarak sağlanabilmektedir. Bu metot nedir, hangi aşamaları içerir, hangi niteliklere sahip uzman bu süreci yürütebilir. Yangının çıkmasında özellikle bir ihmâl veya kasıt var mıdır, tüm bu soruların cevapları için elde sağlıklı verilerin olması gerekmektedir. Spekülatif yaklaşımlar ile somutun zenginliğinde bir soyutlama yapılamamaktadır. Bu çalışmada yangın yeri incelemeleri için günümüzde uluslararası kabul görmüş sistematik metot ve sıkça karşılaşılan hatalı bir yaklaşım olan negative corpus anlatılmaktadır.

2. YANGIN YERİ İNCELEMESİNDE BİLİMSEL METOT

Bilimsel metot kullanılarak yapılan bir yangın araştırmasında; İlk olarak ihtiyaç ortaya konur; bu aşama için bizim ihtiyacımız yangın çıkış yeri ve sebebinin ortaya çıkarılmasıdır.

İkinci olarak problemin nasıl çözüleceğine yönelik adımların tanımlanmasıdır: bu aşamada yangın yeri incelenir, veriler toplanır. Veri toplama sürecinde,

- Yangına müdahale ekipleri ile görüşülür
- Yapı içinde ve dışında gözlemler yapılır
- Görgü tanıkları ile mülakatlar yapılır.
- Dokümanlar ve fiziksel kanıtlar toplanır.
- Yangın yeri ile ilgili diyagramlar oluşturulur.
- Görsel kayıtlar alınır. (fotoğraf, video)
- Yerinde yapılan araştırmalar esnasında notlar tutulur.

Tüm veriler toplanana kadar herhangi bir ön yargıda bulunulmamalıdır ve bir hipoteze varılmamalıdır.

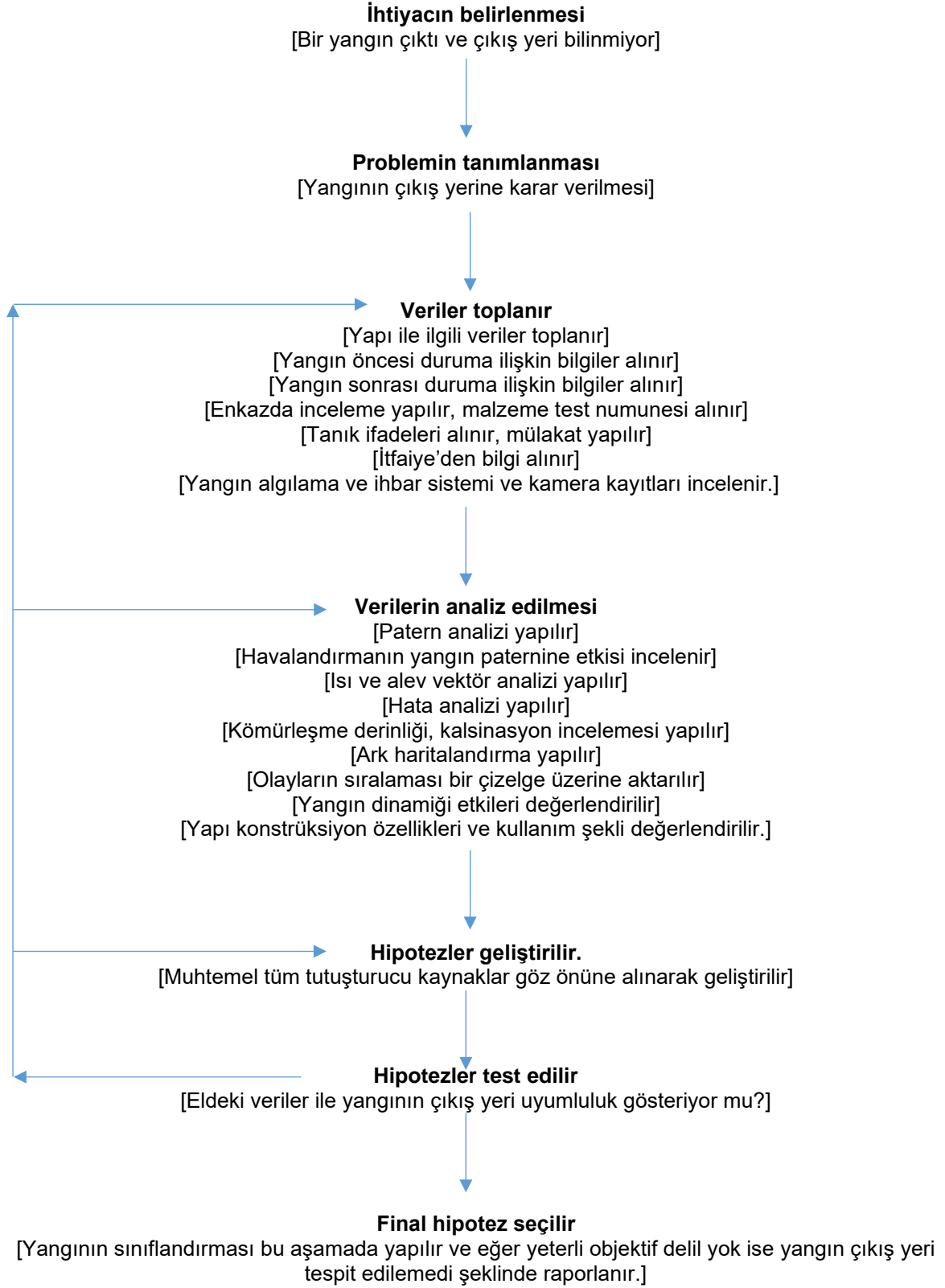
Üçüncü aşamada veriler tüme varım yaklaşımı ile analiz edilir. Analiz için deneyim, bilgi ve eğitimli olmak gerekmektedir.

- Yangın yerindeki kalıntılardan mahalin ve içindekilerin eski durumu anlamaya çalışılır.
- Fiziksel kanıtlar incelenir, test edilir.
- Yangın etkileri ve paternler yorumlanır.
- Görgü tanıklarının beyanları ile kanıtlar ilişkilendirilir.
- Olay akışı zaman çizelgesine oturtulur.
- Dokümanlar incelenir.

Dördüncü aşamada analiz sonuçlarına dayanarak yangının çıkış yeri ve nedeninin açıklanmasına yönelik hipotez veya hipotezler oluşturulur. Hipotezler objektif verilere göre oluşturulur, ön yargılar olmamalıdır.

Beşinci aşamada hipotezler test edilir. Eldeki veri ve bilgiler ile örtüşmeyen hipotezler elimine edilir. Yangının çıkış yeri ve nedeni ile nihai bir hipoteze erişilemez ise yangının çıkış nedeni "Tespit edilemedi" şeklinde raporlanmalıdır.

Bilimsel metodun yangın çıkış yeri araştırmasına uygulanması



Yangının çıkış nedeni ile ilgili sınıflandırma 4 kategoriye ayrılır;

1. Kaza sonucu yangın
2. Doğal nedenlerle yangın
3. Kasıtlı yangın
4. Tespit edilemeyen sebepler

Kaza sonucu yangınlar: İnsanların dikkatsizliği, bilgi eksikliği, özensizliği, yangın güvenlik önlemlerinin dikkate alınmaması nedeni ile oluşan yangınlardır. Evin bahçesinde çalıların yakılması esnasında kontrolden çıkan yangınlar ve ayrıca küçük çocukların (2-6 yaş) meydana getirdiği yangınlar da bu sınıfta tanımlanırlar.

Doğal nedenlerle yangınlar: Yıldırım, rüzgar ve depremler nedeni ile oluşan yangınları kapsamaktadır.

Kasıtlı yangınlar: Kişinin bilerek ve isteyerek zarar verme amacı ile çıkarttığı yangınlardır.

Tespit edilemeyen sebepler: yangının çıkış nedeninin kesin olarak objektif delile dayandırılmaması durumudur. Yangının çıkış nedeni ile ilgili ağır bir kuşku oluşsa dahi eğer objektif bir delile dayandırılmaz ise bu tip yangınların çıkış nedeni tespit edilemedi şeklinde raporlanmalıdır.

Örneğin bir sigara izmaritinin bir koltukta yangına sebebiyet verdiği düşünülüyor ise bu durum deneysel yolla ispat edilmelidir ya da daha önceki bilimsel çalışmalarda/makalelerde/kaynaklarda konu malzemenin sigara izmariti ile tutuştuğu kanıtlanmalıdır.

Bilimsel metot yangın araştırmalarına daha dikkatli bakılmasını sağlamaktadır. Deneyim, verileri analiz etmede bir filtredir ancak tümüyle deneyimlere ağırlık verilmemelidir, bilimsel metot objektif sonuca ulaşmada güvenilir bir metottur.

3. YANGIN YERİNİN DOKÜMANTE EDİLMESİ

Yangın yerinin dokümante edilmesi, iç içe girmiş karmaşık bir mahalın analiz edilmesinde ve uzmanın görüşlerini ilgili taraflara aktarabilmesi için son derece önemli bir safhadır. Tek bir fotoğraf, basit bir diyagram yangın yerinin tarif edilmesinde yeterli olmamaktadır. Yangın dinamiği, yapı konstrüksiyonu, yangın izleri, kanıtların toplanması çok sayıda fotoğraf ile kayıt altına alınmalıdır. Bunun yanı sıra yangın mahalinde yapılan ölçümlerin kayıt edilmesi, inceleme uzmanı tarafından yangın ile ilgili mahalın kroki çizimlerinin oluşturulması, yapının ve yangın güvenlik sistemlerinin projelerinin edinilmesi, görgü tanıklarının ifadelerinin kayıt altına alınması gerekmektedir. Dokümante etme süreci ayrıca video kaydı, total station, mahalın lazerli taranması, tahribatsız muayene (röntgen filmi) kayıtlarını da içermektedir.

Temel olarak yangın yerinin dokümante edilmesi 4 adımdan oluşmaktadır: dış kayıtlar, iç kayıtlar, araştırma süreci kayıtları, panoramik kayıtlar.

Adım	Kılavuzlar	Amaçlar
Dış kayıtlar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yangın yeri etrafının fotoğraflanması ▪ Yangın yeri etrafının krokisinin oluşturulması ▪ Lokasyonun gps kayıtlarının alınması 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yangın yerinin çevre ile ilişkisinin kayıt altına alınması ▪ Yangını çevreye olan etkisinin kayıt altına alınması ▪ Yapısal hasarların ve zayıflıkların/kusurların kayıt altına alınması ▪ Yapı tahliye kapılarının ve pencerelerin durumlarının kayıt altına alınması ▪ Yangın yeri dışındaki olası bir etkenin kayıt altına alınması.
İç kayıtlar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yapının mimari ve tesisat projeleri ▪ Yangın sonucu oluşan hasarın fotoğraflanması ▪ Yangın yerine ait krokilerin çizilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yangının ilerlemesine yönelik izlerin kayıt altına alınması ▪ Isı transferi ile oluşan hasarların kayıt altına alınması ▪ Yapı içindeki ısı kaynaklarının (kazan, fırın, elektrikli ısıtıcı vb.) kayıt altına alınması ▪ Pencere, kapı, merdiven gibi kaçış rotası üzerindeki hasarın kayıt altına alınması. ▪ Yangından korunma sistemlerinin (sprinkler, dedektörler, portatif söndürücüler vb.) durumunun kayıt altına alınması. ▪ Yapı içerisindeki sayaç, gösterge vb. ölçüm veren cihaz ve ekipmanların kayıt altına alınması. ▪ Alarm sistemi ve ark hatalarının kayıt altına alınması.
Araştırma süreci kayıtları	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yangın sonucu oluşan kalıntıların dokümante edilmesi ▪ Test edilecek numunenin paketlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yangın paternlerinin, duman etkisi ile oluşan hasarların ve kömürleşmenin kayıt altına alınması ▪ Laboratuvara götürülecek olan numune alım sürecinin dokümante edilmesi
Panoramik kayıtlar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Çok boyutlu krokilerin hazırlanması ▪ Özel kameralar ile görüntü alınması ▪ Total station ile tarama veya lazerli görüntü almaya yönelik tarama 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yapının iç ve dış görünüşlerinin daha net ortaya konması ▪ Kritik kanıtların yerlerinin kayıt altına alınması ve çevre ile ilişkisinin daha net bir şekilde kayıt altına alınması.

4. YANGIN YERİ İNCELEME UZMANI

Yangın çıkış yeri ve çıkış nedeni incelemesi bu alanda uzman kişilerce yapılmalıdır. Uzmanlığın kriterleri ve yeterliliği NFPA 1033 standardında tanımlıdır. Buna göre bir yangın yeri araştırma uzmanının bilgi sahibi olması gereken konular aşağıda belirtilmiştir;

(1) Yangın Bilimi:

- a Yangın kimyası
- b Termodinamik
- c Yangın dinamiği
- d Patlama dinamiği

(2) Yangın yeri incelemesi:

- a Yangın analizi
- b Yangın yeri inceleme metodolojisi
- c Yangın yeri inceleme teknolojisi
- d Bulguların dokümantasyonu, bilgilerin toplanması ve korunması
- e Hata analizi ve analiz yöntemleri

(3) Yangın yeri güvenliği

- a Tehlikenin tanımlanması, değerlendirmesi, temel korunma yöntemleri
- b Tehlikeli maddeler
- c Güvenlik ile ilgili düzenlemeler

(4) Yapı sistemleri

- a Yapı konstrüksiyonları
- b Yangından korunma sistemleri
- c Elektrik ve elektriksel sistemler
- d Yakıt sistemleri

Bu ana konuların alt başlıkları ise;

(1).a Yangın kimyası;

- Maddenin katı, sıvı, gaz halleri
- Yangında kimyasal reaksiyonlar
- Stokiyometri
- Sıkça rastlanan yanıcı malzemelerin kimyasal kompozisyonları
- Ekzometrik ve endotermik reaksiyonlar
- Malzeme özellikleri: yoğunluk, iletkenlik, özgül ısı, ergime, buharlaşma, buhar basıncı
- Sıcaklığın malzemeler üzerindeki etkisi
- Min. alevlenme enerjisi, alevlenme sıcaklığı, tutuşma sıcaklıkları, yanma enerjisi, parlama noktası, yanma noktası
- Yakıtlar
- Yanma verimliliği, yakıt/hava karışımının yanmaya etkisi
- Isı karşısında malzemelerin tepkisi (ergime, dehidrasyon, piroliz, kömürleşme, kütle kaybı, deformasyon, buharlaşma ve kalsiyonasyon)

(1).b Termodinamik;

- Enerji ve güç tanımı
- İdeal gaz kanunu
- Enerjinin korunumu
- Faz değişimi ve bunun için enerji gerekliliği
- Buhar basıncı
- Isıl kapasite

(1).c Yangın dinamiği;

- Sıcaklık ölçümleri ve sıcaklık kontrol ekipmanları

- Katıların bir anda tutuşması
- İçin için yanma ve piroliz, kendi kendine ısınma
- Isı transferi (tanımlar, birimler, iletim, taşınım, ışıınım)
- Isıl atalet, ısıl iletkenlik, yoğunluk, ve özgül ısı
- Doğal ve zorlanmış akış
- Alevin ilerlemesi ve yanıcı malzemelerin oryantasyonunun bu ilerlemeye olan etkisi
- Alev yüksekliği, alevin yatması, alev sıcaklığı, hızı, genişliği, ve ısı yayılım oranı ile ilişkisi
- Difüzyon alevi ve ön karışımli alev, laminer ve türbülanslı alev
- Yakıtların ısıl salınım oranı
- Dumanın yükselişi, tavandaki hareketi, baca etkisi
- Kompartıman içindeki yangının gelişimi, yanan madde konumunun yangının gelişimine etkisi
- Duman ve sıcak gazların oluşumu, havalandırma etkisi
- Flashover
- Yangın paternlerinin oluşumunda dumanın, sıcak gazların etkisi
- Yangın söndürme amaçlı müdahalenin yangın yerindeki etkileri

(1).d Patlama dinamiği;

- Kimyanın, fiziğin, yangın biliminin, mühendislik uygulamalarının ısı transferinin patlama davranışına olan etkileri
- Deflagrasyon ve detonasyon
- Kimyasal, mekanik, elektriksel, toz ve BLEVE patlamaları
- Yakıt/hava karışımlarının patlama etkileri
- Zayıf patlayıcıların etkileri
- Güçlü patlayıcıların etkileri
- Pozitif ve negatif basınç dalgaları
- Ardarda olan patlamalar
- Yanıcı gaz patlamalarında alev cephesi ve basınç dalgası

(2).a Yangın analizi;

- Yangının çıkış yerinin tespiti
- Yangının çıkış nedeninin tespiti
- Yangında sorumluluklar
- Hata analizinin yapılması
- Diğer disiplinlerin yangın yeri incelemesi ile ilişkisi

(2).b Yangın yeri inceleme metodolojisi

- Hukuki süreçler
- Yangın yeri incelemesinde sistematik incelemenin önemi
- Yangın yeri incelemesinde bilimsel metod kullanımı
- Mantıksal muhakeme, hatalı muhakeme
- Olası yangın nedenlerinin eliminasyonu
- Negative corpus metodu
- Verilerin toplanması, analizi, hipotezlerin oluşturulması ve test edilmesi
- Peşin hükümlerin yönetimi
- Mülakat teknikleri
- Yangın yerinde hareket tarzı

(2).c Yangın yeri inceleme teknolojisi

- Yangın yeri incelemesinde kullanılabilecek ekipmanlar

(2).d Bulguların dokümantasyonu, bilgilerin toplanması ve korunması

- Kanıtların karartılması
- Yangın yeri incelemesi çalışmalarının hangi durumlarda askıya alınacağı
- Kanıtlar nasıl tanımlanır
- Kanıtların dokümantasyonu
- Kanıtların toplanma şekli, korunması, depolanması ve bertarafı

(2).e Hata analizi ve analiz yöntemleri

- Zaman çizelgesinin oluşturulması
- Yangın modelleri (el hesapları, zon modeli, alan modeli)
- Her bir model için veri girişi ve kullanımı (yapısal ölçüler, yangından korunma komponentleri, kaplamalar, havalandırma, yakıtlar)
- Modellerin analiz sonuçlarının yorumlanması
- Modellerin sınırları ve belirsizlikleri

(3).a Tehlikenin tanımlanması, değerlendirmesi, temel korunma yöntemleri

- Yangın yeri incelemesin teknik emniyet kuralları
- Tehlikelerin farkına varılması ve değerlendirilmesi (yapısal, mekanik, elektrik, kimyasal, biyolojik, kapalı alan ve fiziksel)
- Tehlikelerin azaltılmasına yönelik prosedürler
- Kilitleme, etiketleme (loto uygulaması)
- Güvenlik sorumlusunun atanması
- Uygun KKD seçimi ve kullanımı ve temizliği

(3).b Tehlikeli maddeler

- Güvenlik bilgi formlarının değerlendirilmesi
- Tehlikeli maddelere uygun KKD seçimi
- Tehlikeli madde içeren alanlarda çalışma şekli
- Tehlikeli madde tanımlama etiketleri
- Tehlikeli maddelerin toplanması, taşınması, depolanması
- Bertaraf metotları

(3).c Güvenlik ile ilgili düzenlemeler

- Çalışma alanı güvenliğinde hukuksal boyut
- Tehlikeli madde özelliğinde kanıtın taşınması
- Çevresel düzenlemelerde hukuksal boyut

(4).a Yapı konstrüksiyonları

- Yapıların sınıflandırılması
- Yangın yayılımında yapıların etkisi

(4).b Yangından korunma sistemleri

- Pasif ve aktive yangın güvenlik önlemlerinin yapılarda yangın dinamiğine etkisi
- Yangından korunma sistemlerinden edinilecek veriler
- Başlatma ve uyarma sistemlerinin farkları
- Duman kontrol sistemleri
- Sistemlerin ve çalışma şekillerinin dokümantasyonu
- Sistemlerin çalışmaması durumlarının yorumlanması

(4).c Elektrik ve elektriksel sistemleri

- Elektriksel sistemlerin tasarımı, fonksiyonları ve komponentler
- Yangın esnasında elektriksel sistemlerin çalışıp çalışmadığı
- Elektrik kaynaklı yangınların tespitine yönelik metotlar
- İleri düzeyde elektrik bilgisine sahip bir uzmanın hangi durumlarda incelemeye dahil edilmesi gerektiği
- Ark oluşumu araştırması
- Elektrik enejisinin yangına sebebiyet verdiği durumlar

(4).d Yakıt sistemleri

- Gas sistemleri tasarımı ve komponentleri
- Propan ve doğal gaz arasındaki farklar
- Gaz ekimanlarının çalışma prensipleri
- Gaz yakan ekipmanlar ve ekzost gazlarının tahliyesi
- Bina içindeki gaz devrelerinin dağılımı

- Gaz kaçaqlarının tespiti

4.1. Yangının çıkış yeri ve nedeni araştırması yapan uzmandan istenenler ve görevleri;

Genel istekler	<ul style="list-style-type: none">-Yangın yerinin incelenmesi-Yangın yerinin dokümente edilmesi-Kanıtların toplanması ve korunması-Mülakat yapması-Yangın yeri dışındaki bilgileri ve kayıtları toplamak ve incelemek-Raporlama ve sunum-Çalışmalarında bilimsel metodu kullanacak-Yangın yerinin korunması, emniyete alınması-Diğer profesyonel taraflar ile işbirliği yapmak(İtfaiye, sigorta şirketi vb.)-Yasal ilgili tüm mevzuatlara uyum sağlaması-Eğer bir grup halinde inceleme yapıyor ise grubun yapısı, çalışma şekli, raporlama şeklini uyum sağlaması.
Yangın yeri incelemesi	<ul style="list-style-type: none">-Yangın yerinin emniyete alınması-Dış incelemenin yapılması-İç incelemenin yapılması-Yapıdaki malzemelerin yanıcılık özelliklerinin tespit edilmesi-Yangın paternlerinin analiz edilmesi, yorumlanması-Yangın sonrası oluşan birikinti, kül vb kalıntıların incelenmesi-Yangın yerinde malzeme ve eşyaların yangın öncesi yerleşim planının ortaya çıkarılması-Yapının tesisatlarının incelenmesi (Elektrik, mekanik)-Patlama oluştu ise patlama sonucu oluşan etkilerin ortaya çıkarılması
Yangın yerinin dokümantasyonu	<ul style="list-style-type: none">-Yangın yerinin diyagramının çizilmesi-Fotoğraf çekilmesi-İnceleme notlarının tutulması
Kanıtların toplanması ve korunması	<ul style="list-style-type: none">-Yangın yerinde can kaybı olması durumunda maktul ile ilgili yangın etkilerinin değerlendirilmesine yönelik ilgili prosedürlerin izlenmesi-Uygun bir şekilde numune alınması, paketlenmesi ve laboratuvara iletilmesi-Numunenin alınacağı yerlerin tespit edilmesi-İş akış zincirinin organize edilmesi-Test sonucu numune parçalarının uygun bir şekilde bertarafı
Mülakat yapılması	<ul style="list-style-type: none">-Mülakat planı oluşturmalı-Mülakatı gerçekleştirmeli-Mülakat verilerini değerlendirmeli
Yangın yeri dışındaki bilgileri ve kayıtları toplamak ve incelemek	<ul style="list-style-type: none">-Yangın ile ilgili rapor ve kayıtların edinilmesi-Yangınla ilgili oluşturulan tüm dosyanın gözden geçirilmesi-Dışarıdan uzman desteği gerekiyor ise gerekli koordinasyonun sağlanması-Yangının oluşmasına neden olan motivasyonun ortaya çıkarılması-Yangının çıkış yeri ve nedeni ve sorumluluklara yönelik görüşün formüle edilmesi
Sunum	<ul style="list-style-type: none">-Yazılı bir rapor oluşturulması-Gerektiğinde inceleme bulgularının sözlü olarak ilgili taraflara adli makamlar dahil sözlü olarak aktarılması

5. NEGATIVE CORPUS

Latince kökenli bir deyimdir ve yangının çıkış nedenine ilişkin fiziksel bir kanıtı dayanmadan verilen kanaati ifade eder.

Negatif corpus metodolojisi NFPA 921: 2011 versiyonuna kadar belli durumlarda kabul edilmekte idi ancak 2011 versiyonu ile birlikte bu metod uygulamadan kaldırılmıştır.

Negatif corpus metodolojisi bir yangının kasıtlı olduğuna kanaat getirilmesinde daha çok kullanılmıştır. Örneğin yangının çıkış yeri ve nedeni incelemesine ait bir raporun sonuç kısmında; “yapılan tüm incelemeler neticesinde yangının doğal yollarla veya kaza sonucu oluştuğuna dair bir emare görülmemiştir bu nedenle bu yangının kasıtlı olduğu kanaatine varılmıştır.” şeklinde bir görüş negative corpus yapıldığını ifade eder ve bu yaklaşım NFPA 921: 2011 versiyonu ile bu yaklaşım uygulamadan kaldırılmıştır.

Bir diğer örnek olarak tamir bakım için atölyede bulunan ve yangın sonucu tamamen yanan yatın incelemesine dair değerlendirmelerde; “yatta en fazla hasarın, yanma sonucu malzeme kaybının yatın sancak tarafında olması nedeni ile yangının çıkış yerinin yatın sancak tarafı olduğu ve bu bölgede yatın kendine ait elektrik kablolarının yoğun bir şekilde olması nedeni ile yangının elektrik kaynaklı olduğu kanaatine varılmıştır.” görüşü yangının çıkış nedeninin objektif bir delile dayandırılmadan oluşturulması nedeni ile negatif corpus olarak adlandırılır. Yangının, yatın elektrik tesisatından kaynaklanması hipotezi yerinde detaylı incelemeler ile doğrulanmalıdır, test edilmelidir. Eğer elektrik kaynaklı yangın ise buna dair somut deliller ortaya çıkarılmalıdır. Örneğin kabloların aşırı ısınması sonucu izolasyonun yanması veya iletkenlerin birbiri ile teması ile ark oluşması veya bağlantı noktalarında korozyon sonucu direnç artışı nedeni ile aşırı ısınma, bağlantı noktalarında gevşeme sonucu ark oluşumu vb.

SONUÇ

Bu çalışmada, sayısı azımsanmayacak seviyede meydana gelen yangın vakalarının aydınlatılmasında çok önemli bir göreve sahip olan yangın yeri inceleme uzmanlarının yeterliliğinin sağlanmasına yönelik alınması gereken eğitimlerin konuları, uzmanın yapması gerekenler, yangın yeri incelemelerinde bilimsel metodun kullanılması ve sıkça karşılaşılan hatalı bir yaklaşım olan negative corpus anlatılmaktadır ve uluslararası kabul görmüş sistematığın ana unsurları sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] ICOVE, D.J. & HAYNES G.A., “Kirk’s Fire Investigation“, Pearson, 2018
- [2] SMITH, D.W., “The Death of Negative Corpus“, ISFI, 2012
- [3] NFPA 921 Guide for Fire and Explosion Investigations, 2021
- [4] NFPA 1033 Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator, 2022
- [5] ASTM E1188 Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator, 2005
- [6] ASTM E678 Standard Practice for Evaluation of Scientific or Technical Data, 2013

ÖZGEÇMİŞ

Eser TEMİZ

2000 yılında İTÜ Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Yangından korunma sistemleri ile ilgili çalışmalarına 2007 yılında Türk Loydu'nda başladı ve eş zamanlı olarak proses emniyeti konularında çalışmalar yürüttü, basınçlı ekipmanlar, borulama sistemleri, tehlikeli maddelerin depolanması ve transferi alanında tasarım, kontrol, uygunluk değerlendirme ve belgelendirme faaliyetleri gerçekleştirdi. 2017 yılında kurumdan ayrılarak kendi firmasını kurdu, yangın güvenliği alanında danışmanlık, tasarım, kontrol faaliyetleri üzerine çalışmaktadır. IAAI(International Association of Arson Investigators) tarafından sertifikalı olarak Türkiye'de ilk ve tek yangın yeri inceleme uzmanıdır. NFPA(National Fire Protection Association) CFPS uzmanlık belgesine sahiptir. Bunların haricinde SFPE(Society of Fire Protection Engineers) Profesyonel Üyesidir, IAAI(International Association of Arson Investigators) üyeliği bulunmaktadır.

KENT ÖLÇEĞİNDE YANGIN RİSKİ PARAMETRELERİNİN BİNA ÖLÇEĞİNDE YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNE ETKİSİ VE YANGIN RİSKİ PUANLAMA SİSTEMİ

Kübra DEMİR, Mustafa ÖZGÜNLER

ÖZET

Yangın riski kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar değerlendirilmesi gereken bir faktördür. Yangın güvenliğinin sürdürülebildiği yaşam alanlarının sağlanabilmesi ve risk faktörlerinin tekil olarak değil bütünlük bir senaryonun içerisinde ele alınabilmesi adına kent ölçeğinde bina ölçeğini etkileyen yangın riski faktörleri önem arz etmektedir. Bu parametrelerin parsel ölçeğinden kent ölçeğine kadar analiz edilmesi ve bir risk haritasının oluşturulması problem tespiti ve bu problemlere yönelik ortaya konulacak çözüm önerileri açısından oldukça kritiktir.

İhtiyaçlar ve kullanıcıların beklentileri doğrultusunda sürekli değişen kentlerde mevcut risk durumu da değişkenlik göstermektedir. Kent ölçeğinde yangın riskini oluşturan parametrelerin oldukça çeşitli olduğu söylenebilir. Değişen dış etkenler kadar kente dair coğrafik özellikler, deprem gibi faktörler de bu çeşitliliğe neden olabilir. Tüm risk faktörleri bir araya getirildiğinde ve mevcut yapı stokları düşünülüğünde riski tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmayacaktır ancak muhtemel yangın senaryolarına yönelik oluşturulacak ilke ve stratejiler önem kazanacaktır.

Dijitalleşen dünya problem tespiti ve buna yönelik oluşturulacak çözüm önerilerinin bir algoritma temininde analiz edilmesini gerektirmektedir. Kent ve yapı tasarımının yangın güvenliği açısından bütüncül ele alınması gerektiğini ortaya koymak adına hazırlanan bu çalışma, parsel bazında yangın riskini etkileyen kentsel ölçekteki parametrelerin oluşturacağı yangın yükünü azaltmak için alınacak yangın güvenlik önlemlerinin belirlenmesi aşamasında bir algoritma oluşturmanın önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar sözcükler: Kent, yangın güvenliği, risk haritası, algoritma

FIRE RISK PARAMETERS AT THE CITY SCALE EFFECT OF FIRE SAFETY MEASURES TO BE TAKEN ON BUILDING SCALE

ABSTRACT

Fire risk is a factor that should be evaluated from the city system to the building measurement. It is important that the fire risk, which includes the building scale in the city structure, is important in order to ensure a life where fire safety can be sustained and to deal with risk factors not individually but in an integrated scenario. Analyzing these parameters from parcel size to urban usage and publishing a risk map is very critical in terms of the results of the problem and the solution proposals to be put forward for these problems.

The current risk situation also varies in cities that continue to meet the needs and expectations of users. Urban research finds that the characteristics of fire risk are quite diverse. Various factors such as geographical features of the city, earthquakes, and changing external examinations can cause various causes. When you surround and combine all the risk, and considering the existing building stocks, it will not be possible to completely eliminate the risk, but the principles and strategies to be created for possible fire scenarios will win big.

In order to limit and direct the problem of the digitalized world, solution proposals that will be created accordingly need to focus on analysis at a focal point. This study aims to demonstrate the importance of creating an algorithm that reveals the fire risk situation on a parcel basis while determining the fire safety measures in order to reduce the fire load caused by urban-scale parameters that affect the fire risk on a parcel basis.

Key words: Steel load bearing elements, fire resistance, fire insulation, minimum insulation thickness

1. GİRİŞ

İnsanın mekânsal ihtiyaçlarını karşılamak üzere oluşturduğu yapıları çevreden beklenen en önemli özellik güvenli yaşam alanlarıdır. Bu mekanların beklenen ihtiyacı karşılayacak performansı gösterebilmesi için tasarıma ait projelendirme aşamasından uygulama ve işletme aşamasına kadar pek çok disiplinin koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Hem bina hem de kent ölçeğinde bu yaşam alanlarını sağlamak günümüzde mekanik, elektrik yüklerin artmasıyla daha da zorlaşmaktadır. Teknolojinin artması, kullanıcı ihtiyaçlarının gelişen teknolojiye paralel olarak çeşitlenmesiyle birlikte yeni fonksiyonlar ortaya çıkmış, farklı fonksiyonlar bir arada çözümlenmeye başlamış, kullanıcı yükleri artmış, mevcut binalar farklı fonksiyonlarla kullanılmaya başlamış, yeni risk faktörleri ve senaryoları ortaya çıkmıştır. Bu risklerin yönetilmesi ve risk optimizasyonu için güvenlik kavramı büyük önem taşımaktadır ve güvenliği tehdit eden risk faktörlerinden biri de yangındır.

Kent ölçeğinde yangın riskini kentsel tasarım kararları doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra kenti oluşturan her bir parçaya ait tasarım ve kurgu kararlarına dair risk faktörleri de kent ile oluşturduğu arakesitte kent ölçeği açısından önem arz etmektedir. Mimari ölçekte ele alınan yangın riski senaryoları sadece bina ölçeği için değil kent ölçeği için de değerlendirilmelidir. Kent ölçeğinde alınan kimi tasarım ve uygulama kararlarının bina ölçeğini etkilediğini, bina ölçeğinde alınan kimi tasarım ve uygulama kararlarının da kent ölçeğini etkilediğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla kent ölçeği ve bina ölçeğinin arakesitindeki tasarım kriterleri ve risk senaryoları her iki ölçek için de yangın riski optimizasyonu açısından kritiktir.

Okul, konut, ofis, hastane gibi her bir fonksiyon yangın güvenliği adına kendine özel tasarım kriterlerine sahiptir. Ancak aynı fonksiyona ait farklı parsellerde yapılaşmış binalar da o parselin kentsel parametrelere göre barındırdığı risklere bağlı olarak değerlendirilmelidir. Bu sebeple parsel ölçeğinde yangın güvenliğini sağlayabilmek için kent ölçeğindeki risk faktörlerinin doğru tanımlanması ve bina ölçeğinde tasarım girdisi olarak ele alınması gerekmektedir.

Kente dair parametreler çok çeşitli ve değişken olduğu düşünüldüğünde, kentsel ölçekte yangın riskini ele alırken tek bir yaklaşımı benimsemek her zaman doğru olmayabilir. Bu sebeple kent ölçeğinde risk parametreleriyle beraber bu parametrelerin de değişkenliğini ortaya koymak sağlıklı sonuca yaklaştıracaktır. Örneğin itfaiye merkezine yakın olan bir binanın ilk etapta yangın riskinin daha az olacağı düşünülse de itfaiye aracının kent ölçeğinde başka bir tasarım kararına bağımlı olarak o binaya ulaşamaması urumu yangın söndürme aşamasında risk teşkil edecektir. Bu çalışma, kente dair tüm risk faktörlerinin bütüncül bir sistem içinde ele alınmasının önemini ortaya koymayı hedeflemektedir.

2. KENTLERDE YANGIN GÜVENLİĞİ ÜZERİNE YAPILAN ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Yangın güvenliği anlayışı ilk çağlarda yangının söndürülmesi ile kısıtlı iken kentlerin gelişmesiyle daha majör önlemler alınmaya başlamış, yanmaz bina yapımı şeklinde dönüşen yangın güvenliği yaklaşımı 20. yy.' in başlarından itibaren yangına dayanımlı bina yapımı şekline değişmiştir. (Arpacioğlu, 2010) Günümüzde ise bu kavram çoğu zaman hala yangına dayanımlı binaların yapılması, güvenli tahliyenin sağlanması ve söndürme sistemleri olarak algılanmaktadır. Bina ölçeğinde alınacak bu tedbirler yangın güvenliği açısından oldukça önemli olsa da kent ölçeğindeki yetersizlikler de yangın açısından risk oluşturabilmekte ve alınan diğer tedbirleri geçersiz kılabilir. Dünyada kent ölçeğinde yangın

güvenlik önlemlerini içeren bazı yasal düzenlemeler ve uygulamaların olduğu görülmektedir. Bu bölümde kentlerde yangın güvenliğini sağlamak adına yapılmış üç adet uluslararası çalışma incelenecek ve bu çalışmalarda ortaya konulan kent ölçeğinde yangın güvenlik parametreleri irdelenecektir. Bu çalışmalardan ikisi (1995 Kobe Yangını ve 2017 Grenfell Tower yangını) büyük yangınlar sonrasında alınan kararları içermektedir.

2.1. 1995 Kobe Yangını

1995 yılında Japonya' nın Kobe kentinde 7.2 şiddetinde depremle birlikte çöken yollar, altyapı sistemleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan yangın, yangının her zaman birincil bir tehlike değil afetler sonucu ortaya çıkabilecek ikincil bir tehlike olduğunun örneğidir. Deprem bölgesi olan Türkiye için de bu risk dikkate alınmalı, gerekli önlem ve müdahale stratejilerinin oluşturulması gerekmektedir.



Şekil 1. 1995 Kobe Depremi (Shiozaki, Nishikawa, Deguchi, & Watanabe, 2006)

Sık sık şiddetli depremlere maruz kalan Kobe' de depremde can kayıplarını minimuma indirmek için ahşap yapılar tercih edilmiştir. Deprem sonrası ortaya çıkan yangın ise ahşap yapı yoğunluğundan dolayı hızla artmış ve ahşabın kolay tutuşabilen bir malzeme olmasından kaynaklı geniş alanlara yayılmıştır. Depremden dolayı ulaşım hatları, altyapı sistemleri, haberleşme sistemleri hasar gördüğü için yangına müdahale ciddi boyutlarda sekteye uğtamıştır. Yangına dair geniş planlama ve güvenlik önlemlerinin olmadığı kentte 6.433 can kaybı ve 10 trilyon Yen değerinde maddi kayıp meydana gelmiş, kent 10 yılı aşkın bir sürede yeniden inşa edilebilmiştir. Bu deprem ve yangın afetlerinden sonra Kobe kentleşme stratejileri, müdahale sistemleri ve ekiplerinin geliştirilmesi gibi tedbirlerle hem kent yangın riskine karşı daha güvenli bir noktaya getirilmiş hem de buradan çıkarılan dersler ve alınan kararlar tüm Japonya için bir kılavuz olmuştur.



Şekil 2. 1995 Kobe Yangını (Shiozaki, Nishikawa, Deguchi, & Watanabe, 2006)

Kobe Depreminden sonra kentin yeniden inşası sürecinde yangın güvenliği adına alınan yeni kararlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 1. Japonya Kobe Örneği

Japonya Kobe Örneği	1	İtfaiye ekiplerinin eğitimi
	2	İtfaiye ekipmanlarının yeterliliği
	3	Depreme ve yangına dayanıklı altyapı sistemleri
	4	Bina strüktür ve cephe malzemesi seçimi
	5	Su kaynaklarına erişim, deniz suyunun söndürme sistemlerine entegrasyonu
	6	Kent yangınının lokalize edilebilmesi, bariyer niteliğindeki söndürme sistemleri, yeşil alan ve su kaynağı planlaması
	7	Toplum bilinci ve eğitim programları
	8	Aktif kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi, risk analiz ve yönetimi

2.2. Toronto Yangın Master Plan Örneği

Kanada' da yangın söndürme faaliyetleri için belirli periyotlarla kapsayıcı raporlar hazırlanmakta ve sürekli geliştirilerek geleceğe yönelik planlar yapılmaktadır. Master planlar mevcut durumda yapılan uygulamaları, o günün bilgi birikimi ve teknolojik imkanlarını kayıt altına alarak geleceğe ışık tutması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı kenti, yaşamı yangın, afet ve kaza gibi tehditlerden korumak, güvenli yaşam alanı sağlamak, bu süreçte halkın bilinçlendirilmesini ön planda tutmak, güvenliğini sağlamak adına her türlü bilgi, deneyim ve teknolojiden faydalanmak olarak tanımlanmıştır. Toronto Yangın Master Planı beş yıllık hedefler koyan stratejik bir yönlendirme çalışması olarak ele alınmıştır. Bu beş yıllık süreç boyunca teknolojik iyileşmeler, CFAI ile akreditasyon ve süreli hizmet öncelikleri temel iş kalemleri olarak belirlenmiştir. Master planda teknolojik iyileşmelerden kasıt mevcut teknolojilerin gelecekte işlevsel olup olmayacağını değerlendirilerek çözüm odaklı yaklaşımların ele alınmasıdır. Eskiye ve pratikliğini yitiren yaklaşımların yerini daha etkin yöntemlerin almasını, buna sadece donanım olarak değil yazılım olarak da bakılmasını hedeflemektedir. CFAI ile akreditasyon da teknolojik iyileşmelerde olduğu gibi itfaiye hizmetlerine yönelik olarak ele alınmış ve belirli standartlara erişmeyi hedeflemiştir. (Oduncu, 2018)

Toronto Yangın Master Planında yangın güvenliği adına alınan kararlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2. Toronto Yangın Master Plan Örneği

Toronto Yangın Master Plan Örneği	1	Mevcut yaklaşımların 5 yıllık periyotlarda geleceğe cevap verip vermeyeceğinin tespiti
	2	İtfaiye hizmetlerinin iyileştirilmesi
	3	Toplum bilinci ve eğitim programları
	4	Kentsel doku ve büyümenin izlenmesi, önlem ve müdahale sistemlerinin bunu takip etmesi
	5	mevzuatlar gibi noktalarla birlikte risk teşkil edebilecek faktörlerin analizi

2.3. 2017 Londra Grenfell Tower Örneği

2017 yılına Londra Grenfell Tower' da bir dairede başlayıp, cephe boyunca yayılan yangın büyük can kayıplarına neden olmuştur ve bu yangından sonra kentte yangının bu denli büyümesine neden olan malzeme kullanımının yaygınlığı ve yangın güvenliği açısından kentte büyük bir risk teşkil ettiği ortaya çıkmıştır. Yangının ana çıkış nedeni elektrik altyapısı, cephe boyunca yayılmasının nedeni kullanılan alüminyum kompozit malzeme olsa da yayılan kamu soruşturma raporunda belirtildiği gibi bazı iletişim, yönetim ve müdahale eksiklikleri ve hatalarıdır. (Grenfell Tower Inquiry, 2019)



Şekil 3. Grenfell Tower Yangını (2)



Şekil 4. Grenfell Tower Yangını (2)

2017 de meydana gelen bu yangından sonra bir rapor hazırlanmıştır. Hazırlanan bu rapor 2 fazdan oluşmakta, ilk fazında olaya dair bilgiler verilmekte ikinci fazına ise yangının neden çıktığına ve alınabilecek önlemlere dair 8 modül yer almaktadır. Kent ölçeğinde yangın güvenliğini de kapsayan bu modüller itfaiye hizmetleri, yangın risk değerlendirmeleri, merkezi yönetimler, cephe malzemeleri, test ve sertifikasyon sistemleri, yangın esnasındaki müdahalelerde organizasyon ve iletişim eksikliklerine dair konuları içermektedir. Yangından sonra geniş bir araştırma komisyonu kurularak bu risk faktörlerini açığa kavuşturacak çalışmalar yapılmış, yangından kurtulan ve olayı birebir yaşamış insanlardan olaya dair veriler temin edilmiştir. (Grenfell Tower Inquiry, 2019)

2017 Grenfell Tower Yangınından sonra yangın güvenliği adına alınan kararlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3. 2017 Grenfell Tower Yangını Sonrası Alınan Kararlar

2017 Yangını Sonrası Londra Örneği	1	İtfaiye ekiplerinin eğitimi, iletişim ve koordinasyonun güçlendirilmesi
	2	Cephe malzeme kullanımının yangın güvenliği açısından emniyetli limitler
	3	Kentte risk oluşturan faktörlerin belirlenip değerlendirilmesi
	4	Yaşanılan büyük yangının detaylı bir şekilde komisyon kurularak incelenmesi, kentteki benzer durumların tespit edilerek iyileştirilmesi

2.4. Kentlerde Yangın Güvenliği Üzerine Yapılan Çalışmalara Ait Özet Tablo

İncelenen örnekler ve kentlerde yangın riski yönetimi için atılan adımlar doğrultusunda kentte yangın riskine dair aşağıdaki parametreler oluşturulmuştur. Bu parametreler bir yerleşim alanına dair yangın riskini değerlendirmek ve analiz etmek adına önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında önce bu parametreler şematize edilecek daha sonra kentte yangın güvenliği sağlamak adına bu parametrelerin nasıl yönetilmesi gerektiğine dair değerlendirme yapılacaktır.

Tablo 4. Kentlerde Yangın Risk Parametreleri

Yangın Öncesi Kentsel Tasarım Yaklaşımları	Kent dokusu
	Ulaşım arterleri
	Fonksiyon ilişkisi
	Parsel üzerindeki bina yerleşimi
Yangın Öncesi Kentsel Altyapı Yetersizlikleri	Elektrik altyapısı
	Gaz altyapısı
İnsana ve Çevreye Bağlı Etkiler	Coğrafik özellikler
	Demografik özellikler
	İklim şartları
	Bütçe
	Güvenlik, kasten çıkan yangınlar
	Eğitim ve farkındalık
Yangın Esnasında Teknik Yetersizlikler	İtfaiye ekibi bilgi ve tecrübe eksikliği
	İtfaiye aracı teknik yetersizlik
	Su kaynakları ve hidrantlarda yetersizlik
	Kentsel tasarıma bağlı müdahalede kısıtlılık
	Yangının lokalize edilebilirliği

3. Kent Ölçeğinde Yangın Riski Yönetiminde Algoritmanın Önemi

Hayatımızın her alanında var olan algoritmaların önemi teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha da artmaktadır. Dijital dünyada büyük önem arz eden ve temelde problem çözümünü hedefleyen algoritmalar günlük hayatımızda karşılaştığımız problemlerin çözümünde de yer edinmeye başlamıştır. Algoritmaları benimsemek, günlük hayattaki yerinin farkında olmak sadece teknolojinin var olduğu yerlerde değil her alanda problem çözümü konusunda fayda sağlayacaktır. (Aytekin, Sönmez Çakır, Yücel, & Kulaöz, 2018)

Algoritma bir problemi çözmeyi hedefler ve bunun için gerekli adımların sistematik bir şekilde sıralanması şeklinde tanımlanabilir fakat algoritma yalnızca çözüme ulaşmayı hedeflememeli aynı zamanda sade ve hızlı da olmalıdır. Teknolojinin gelişmesi ve dijital dünyanın çağımızın bir parçası olmasıyla birlikte algoritma kavramının hayatımızdaki yeri artmış olsa da bu kavram günlük hayatımızda basit eylemlerimizi bile etkilemektedir. Bu sebeple algoritma kavramını benimsemek özgün problemleri hızlı ve sistematik bir şekilde çözüme kavuşturmak adına önem taşımaktadır. (Aytekin, Sönmez Çakır, Yücel, & Kulaöz, 2018)

Risk yönetimi sürecinde algoritma ve risk optimizasyonu birbirini tamamlayan iki kavramdır. Risk optimizasyonu mevcut bir tehlikenin ortaya koyduğu potansiyel riskleri minimize etmeye yönelik çözüm önerileri ve aksiyonları gerektirir. Risk faktörlerini analiz ederek çözüm önerileri bulmak üzere hazırlanan algoritmalar risk optimizasyonuna rehberlik eden yaklaşımlardır.

Kentin barındırdığı dinamiklerle beraber canlı bir mekanizma olduğu düşünüldüğünde, kente dair her planlama sürecinde olması gerektiği gibi risk yönetim sürecinin de sistematik bir yöneme dayanması gerekmektedir. Dijitalleşen dünyanın temelini oluşturan algoritmik düşünce yapısı da yangın riski yönetim sürecini kent ölçeğinde ele alırken riski en aza indirme hedefine yaklaşmayı sağlamaktadır. Aksi halde salt parsel bazında yapılan değerlendirmeler ve alınan güvenlik önlemleri yetersiz kalacak ve alınan diğer önlemleri geçersiz kılacaktır.

Yangın riskini optimize etmek üzere hazırlanan bu çalışmada risk faktörlerini, sınırlamaları ve çözüm önerilerini ortaya koymak adına algoritmik yaklaşımın önemini ortaya koymak hedeflenmiş, bu doğrultuda bu düşünce sistemine dahil edilmesi gereken parametreler ortaya konulmuştur. Geçmiş bilgi birikiminden yararlanarak yukarıda oluşturulan kent ölçeğinde yangın güvenliğini etkileyen parametrelerden kent ölçeğinden bina ölçeğine tasarım girdisi olarak ele alınması gerekenler kullanılarak bir puanlama sistemi oluşturulması tasarım sürecinde yangın güvenliğine dair karar alma aşaması için önem taşımaktadır. Algoritmik yaklaşıma sahip bir değerlendirme sisteminin bina tasarımında alınacak yangın güvenlik önlemlerini etkileyebilecek kentsel tasarım kararlarının tespit etmesi ve aynı fonksiyona sahip farklı parsellerdeki binaların farklı yangın risklerini barındırabileceğini göstermesi, hem problem tespiti hem de probleme yönelik çözüm üretilmesi yönüyle yangın riski yönetim sürecine katkı sağlayacaktır.

3.1. Yangın Riski Puanlama Sistemi

Kent ölçeğinde yangın riskini minimize etmek adına değişkenler üzerinden bir ölçüm sistemi oluşturulması risk yönetim süreci için önemlidir. Tasarımcının minimum yönetmeliğin gerektirdiği şartları sağlamanın yanı sıra kent ölçeğinde yangın riskini arttıran faktörlerin fazla olması durumunda söndürme sistemleri gibi yeni öneriler geliştirilmelidir. Bu puanlama sistemi yapılaşmış bir parsel üzerinde uygulandığında ise iyileştirilmesi gereken noktaların tespit edilmesi hedeflenmektedir.

Bu hedef doğrultusunda geçmiş yangınlar incelenerek yukarıda oluşturulan kent ölçeğinde yangın güvenliğini etkileyen parametrelerden kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar tasarım girdisi olarak ele alınması gerekenler kullanılarak bir puanlama sistemi oluşturulmasının önem arz etmektedir. Bu kapsamda puanlama sistemini etkileyen faktörler 4 ana başlık ve 15 alt başlıktan oluşmaktadır. Her bir alt başlık -1, 0, +1 puanlarıyla mevcut durumdaki analize göre toplam yangın riski puanına etki edecektir. -1 en az riski +1 en çok riski ifade edecek olup toplam puan en az -15, en çok +15 olacaktır.

Bu puanlama sistemi farklı lokasyonda bulunan aynı fonksiyona sahip binaya uygulandığında, bina bazında aynı yangın güvenlik önlemleri alınmış olsa dahi farklı risk puanı sonucunu verebilecektir. Bu yöntemle aynı fonksiyona sahip binaların farklı risk parametrelerine sahip olabileceğini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu puanlama sisteminde ele alınan parametreler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 5. Yangın Riski Puanlama Sistemi Başlıkları

YOLLAR VE ULAŞIM SİSTEMİ	1	2	3	4	5	6		7		8		KENT ÖLÇ. TAHLİYE KARARLARI	9	10	11	12	13	14	15
Yol genişlikleri													İtfaiye merkezinin mesafesi						
Çıkma sokaklar													Hidrantlar						
Yol eğimi													Yangın söndürme sistemleri						
Yol dönüş açıları													Yangın algılama ve ihbar sist.						
Yol sistemi (zgara, organik)													Yangın merdivenleri						
Araç trafiğini engelleyici fak.													Acil çıkış işaretleri						
													Aydınlatmalar						
AÇIK ALANLAR																			
Sürdürülebilir yeşil alanlar																			
PARSELE YERLEŞİM																			
Bina mesafeleri ve yerleşimi																			

4. SONUÇ

Yangın riski günümüzde teknolojinin gelişmesi, yapılardaki mekanik elektrik yüklerin artması, fonksiyonların çeşitlenmesi, kullanıcı yükünün artması, karma kullanımlı projelerin daha fazla yapılmasıyla beraber sistematik bir şekilde tasarım aşamasında değerlendirilmesi gereken bir risk haline gelmiştir. Bu çalışma aynı fonksiyona sahip iki binanın bulunduğu parsellerin yapılaşma koşullarına ve kentsel parametrelere bağlı olarak farklı risk parametrelerine sahip olabileceğini ortaya koymak adına ele alınmış, bu doğrultuda oluşturulabilecek bir puanlama sistemine ilişkin parametreler belirlenmiştir.

Geçmiş kent yangınları incelendiğinde eğitim ve farkındalığın yangın riski açısından en önemli ve ortak kriterlerden biri olduğu ortaya çıkmıştır ve bir yangına sebep olan faktörün iyileştirilmesi ya da ortadan kaldırılması için bir takım kararlar ve aksiyonlar alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. İncelenen çalışmalarda sadece tasarım kararları değil idari kararlar, organizasyon, yönetim, eğitim, altyapı gibi faktörlerin bütüncül ele alınması gerektiği ortaya konulmuştur. Geçmiş yangınlara dair yapılan araştırmada tasarım kararlarının da ölçek bazında çok yönlü ve bütüncül ele alınması gerektiği ortaya konulmaktadır. Tasarımcının bina ölçeğinde ele aldığı tasarım kriterlerinde kent ölçeğindeki parametreleri de girdi olarak ele alması ve disiplinler arası bir çalışma yürütmesi oldukça önemlidir. Bu sebeple geçmiş yangınların incelenmesi sonucu ortaya konulan kentsel tasarıma dair risk parametreleri oluşturulan risk puanlama sisteminde kullanılmıştır.

Puanlama sisteminde kullanılmak üzere 4 ana başlık altında toplam 15 madde önerilmektedir. +1, 0 ve -1 puanları belirlenmiş ve her bir maddenin puanlamasında dikkate alınacak kriterler açıklanmıştır. +15 puan en riskli bölgeyi, -15 puan ise riskin en az olduğu bölgeyi ifade etmektedir. Puanlama sisteminin hem mevcut yapılaşmanın olduğu parsellerde hem de tasarım aşamasında olan parsellerde uygulanması amaçlanmaktadır. Mevcut yapılaşmanın olduğu parsellerde uygulandığında var olan risk parametreleri ortaya konularak bunlara yönelik iyileştirmelerin yapılması hedeflenmektedir. Tasarım aşamasında uygulandığında ise tasarımcıya rehber olması hedeflenmektedir.

Yangın güvenliğinin tam anlamıyla sağlanabilmesi için yangın riski yönetimi ve güvenlik önlemleri geniş ölçekte başlayıp bina ölçeğine kadar inmelidir. Bu doğrultuda kent ölçeğinde alınacak kararlar büyük önem arz etmektedir. Kentsel tasarım ve yerleşim aşamasında araziye yerleşim, kullanım ve erişim prensipleri yangının daha büyük alanlara yayılmaması ve yangın sırasında kolay müdahalenin sağlanabilmesi açısından oldukça kritiktir. Yolların genişliği, dönüş açıları, eğimi, ağaçların yol ile ilişkisi acil durum araçlarının geçişini ve müdahalesini kısıtlamayacak şekilde planlanmalıdır. Yangın riskinin daha fazla olduğu sanayi alanları, yanıcı maddelerin yoğun bulunduğu binaların bulunduğu alanlar, ormanlık alanların diğer yerleşim alanlarıyla olan ilişkisi yangın riski açısından değerlendirilerek bir planlama yapılmalıdır. Elektrik, doğalgaz gibi altyapı sistemleri yangının çıkış nedeni olabileceği gibi ortaya çıkan bir yangının daha da şiddetlenmesine neden olabilmektedir. Deprem gibi doğal afetlerden sonra da bu sistemlere bağlı olarak büyük yangınların çıkabileceği

görülmüştür. Depremden sonra ortaya çıkarak günlerce kontrol altına alınamayıp büyük can ve mal kayıplarına neden olan 1995 Kobe yangını buna örnek olarak verilebilir. Bu gibi risklerin her zaman var olduğu düşünülerek altyapı sistemlerinin emniyet limitleri içinde planlanıp uygulanması gerekmektedir. İtfaiyenin yer seçimi, destek sistemlerinin konumları gibi faktörlere kentsel planlama aşamasında ilgili standartlara dikkat edilmelidir. İtfaiye yer seçiminde yangın riskinin daha fazla olabileceği sanayi alanları, ormanlık alanlar, tarihi yapıların bulunduğu alanlar dikkate alınmalıdır.

Parsel ölçeğinde uygulanabilen bu puanlama sisteminin bir alan analizinde kullanılması da mümkündür. Her bir parsel için yapılacak değerlendirme ile bir bölgenin yangın risk haritalarının oluşturulmasının modern ve bütünleşik afet riski yönetim sürecine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] 2, L. (tarih yok). <https://www.evrensel.net/haber/323460/fotograflarla-londra-yangini>.
- [2] Arpacioğlu, Ü. (2010). Yangın Merdiveni Tasarımının Kent Dokusu İçinde Korunması Gerekli Kültür Varlıklarına Etkisi. *Tasarım Kuram Dergisi*.
- [3] Aytakin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, B., & Kulaöz, İ. (2018). Algoritmaların Hayatımızdaki Yeri ve Önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*.
- [4] Grenfell Tower Inquiry. (2019). *GRENFELL KULESİNDE 14 HAZİRAN 2017' DE YAŞANAN YANGINLA İLGİLİ KAMU SORUŞTURMA RAPORU*.
- [5] Oduncu, O. (2018). Şehir Ölçeğinde Yangın Master Planının Hazırlanması: Skarya Örneği. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- [6] SHIOZAKI, Y., NISHIKAWA, E., DEGUCHI, T., & WATANABE, R. (2006). Büyük Hanshin Depremi' nden Alınan Dersler. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Basımevi*.

ÖZGEÇMİŞLER

Kübra DEMİR

1992 yılında Karabük' te doğdu. İlk ve orta öğretimini burada tamamladıktan sonra 2010 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mimarlık veTasarım Fakültesi Mimarlık bölümünden 2014 yılında mezun oldu. 2014 – 2022 yılları arasında tasarım, projelendirme ve şantiye safhalarında çeşitli firmalarda mimar olarak görev yaptı. 2022 yılından bu yana Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında mimarlık görevine devam etmekte olup, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yapı Fiziği ve Malzemesi Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine devam ediyor.

Mustafa ÖZGÜNLER

1978 yılında başladığı İstanbul Galatasaray Lisesi'nden 1986 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde lisans eğitimine başladı. Mustafa Özgünler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden sırasıyla, Lisans (1990) ve Yüksek Lisans Derecesini (1994) almıştır. Aynı üniversitenin Mimarlık Anabilim Dalı-Yapı Bilgisi Programında doktora yapmış ve 2005 yılında da doktor ünvanı almıştır. Yüksek Lisans tez başlığı; "Pasif Yangın Güvenlik Önlemlerinde Etkili Olan Tasarım Değişkenleri ve İlgili Mevzuatın İrdelenmesi" olup danışmanı Prof. Dr. Zerrin YILMAZ'dır. Aynı danışman ile "Yangın Kaçış Yollarında Kullanılan Duman Perdelerinin Duman Hareketine Etkisinin Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi" başlıklı doktorasını yapmıştır. Mustafa Özgünler, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde sırasıyla,1991-2005 Ar. Gör, 2005-2009 Dr. Ar. Gör. olarak görev yapmıştır. 2009 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesinde Yrd. Doç. kadrosunda çalışmaya başlayan Mustafa Özgünler 2012 yılında Doçent ünvanı almış ve halen aynı bölümde Prof. Dr. Ünvanı ile yangın güvenliği, fiziksel çevre kontrolü ve enerji etkin sürdürülebilir yapı tasarımı konularında yaptığı çalışmalar ile akademik hayatına devam etmektedir.

FMEA TEKNİĞİ İLE YANGIN RİSK ANALİZİ İSTANBUL HAVALİMANI ÖRNEĞİ

Hüseyin YAŞAR
Rüzgâr Özkan BİLDİK
İbrahim ALTINTAŞ
Ömer ŞAİR

ÖZET

FMEA tekniği kullanılarak ilk defa bir yangın risk analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı bu tekniğin kullanılabilir ve entegre edilebilir olduğunu göstermektir. Yapılan çalışmada tespit edilen bulgular göz önüne alınarak değerlendirme yapılarak puanlanmıştır. Puanlama kısmında farklı disiplinlerden uzmanların görüşleri alınarak ortak bir puan oylaması yapılmıştır. Bunun sonucunda ortaya çıkan veriler ile örnek olarak seçilen İstanbul Havalimanı için çalışma yapılmıştır. İstanbul Havalimanının yangın risk analizi proses FMEA yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışma İstanbul Havalimanı özelinde yapılmasına rağmen kullanılan yöntem ve oluşturulan FMEA tabloları diğer havalimanlarında yapılacak olan yangın risk analizi çalışmaları için de bir kontrol listesi olma niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada literatür taraması kısmında ilk olarak havalimanlarındaki bölümler ve bu bölümlerde gerçekleştirilen fonksiyonlar yangın riski ön plana çıkartılarak açıklanmıştır. Sonrasında havalimanlarındaki yangın riskleri ve nedenlerini, yangın koruma önlemlerini ve yangınla mücadele ekiplerinin çalışma prensipleri aktarılmıştır. Son olarak da FMEA yönteminin nasıl uygulandığı konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Çalışma kapsamında, İstanbul Havalimanındaki tüm bölümler için yangın riskleri tek tek tespit edilmiştir. Sonrasında FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) yöntemi kapsamında bu risklere ciddiyet, sıklık ve fark edilebilirlik skorları atanmıştır. Bu skorların çarpımlarıyla her bir yangın riskine ait RÖS değerleri ortaya çıkarılmıştır. Her bir bölüme ait yangın riskleri ayrı FMEA tabloları kullanılarak dökümanite edilmiştir. Sadece risklere ait RÖS skorları hesaplamakla kalmayıp risk seviyesini düşürecek çözümler de önerilmiştir. Değerlendirilen risklerin RÖS değerleri dikkate alındığında ve sonuç olarak İstanbul Havalimanı için yangın riski haritalanmasına ulaşılmıştır. Mevcut önlemlerle yeterli olmakla beraber önerilen bazı ek önlemlerin riskleri daha da azaltacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, havalimanlarındaki yangın risklerinin analizi için proses FMEA yönteminin kullanılabilirliğini ortaya koymakla kalmamış, aynı zamanda havalimanlarındaki yangın risk analizi için bir çerçeve de ortaya çıkarmıştır.

Anahtar sözcükler: Hata Türü ve Etkileri Analizi, Havalimanı, Yangın Riski, Risk Analizi

FIRE RISK ANALYSIS WITH FMEA TECHNIQUE ISTANBUL AIRPORT EXAMPLE

ABSTRACT

For the first time, a fire risk analysis has been conducted utilizing the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) technique. The primary objective of this study is to demonstrate the applicability and integrability of this method. In the research, findings were critically assessed and subsequently scored. During the scoring phase, insights from experts across various disciplines were harnessed to achieve a consensus-based scoring. As a result, an in-depth analysis was conducted specifically for Istanbul Airport based on the derived data. The fire risk analysis process for Istanbul Airport was executed using the FMEA method. Despite the study being centered around Istanbul Airport, the methods employed and the FMEA tables generated are inherently versatile, serving as potential checklists for future fire risk analyses at other airports. In the literature review section of this study, an initial emphasis was placed on delineating the various sections within airports, highlighting the functions susceptible to fire risks. Subsequent discussions shed light on fire risks inherent to airports, their underlying causes, measures adopted for fire protection, and the modus operandi of fire-fighting units. The latter part of the study elucidates the practical application of the FMEA method. Within this study's scope, each section of Istanbul Airport was scrupulously analyzed, and individual fire risks were identified. These risks were then categorized under the FMEA framework, wherein attributes like severity, occurrence, and detectability were quantified. The resultant scores, when multiplied, provided the Risk Priority Numbers (RPN) for each identified fire risk. Documenting these risks was achieved using distinct FMEA tables for every section. Beyond mere RPN score computation, the study also proffers solutions that could potentially attenuate these risk levels. Taking into account the RPN values of the assessed risks, a comprehensive fire risk mapping for Istanbul Airport was developed. While the extant measures are deemed satisfactory, it is hypothesized that the proposed supplementary precautions could further mitigate these risks. In conclusion, this research not only establishes the viability of the process FMEA method for analyzing fire risks in airports but also provides a robust framework for analogous fire risk analyses in similar infrastructures.

Keywords: Failure Mode and Effects Analysis, Airport, Fire Risk, Risk Analysis.

1. GİRİŞ

İstanbul Havalimanı gibi birçok paydaş hizmetlerini bir arada bulunduran işletmeler farklı iş kollarına ait tesisler bulundurmaktadırlar. Bu işletmelerde yangın esaslı meydana gelebilecek felaketlerin önüne geçebilmek için yangın risk analizi yapılması oldukça önemlidir. Yapılan bu risk analizi sonucunda alınması planlanan önlemler ileride ortaya çıkabilecek olan yangın risklerini önemli ölçüde azaltacaktır.

Bu çalışmanın amacı; İstanbul Havalimanı örneği üzerinden Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) metodu ile havalimanları için olası yangın risklerini ve bu risklere karşı alınabilecek önlemleri tespit etmek ve gerekli aksiyonların alınmasına yardımcı olmaktır.

Bu çalışma kapsamında bütüncül bir bakış açısı ile İstanbul Havalimanının tüm bölümleri için yangın risk haritası ortaya konacaktır. Yapılan çalışma İstanbul Havalimanı özelinde olmasına rağmen oluşturulan analiz formları diğer havaalanlarındaki yangın risk analizleri için de bir kaynak vazifesi görecektir.

1.1. İstanbul Havalimanı

IGA (İstanbul Grand Airport), İstanbul Havalimanı'nı inşa etmek ve 25 yıl boyunca işletmek amacıyla 7 Ekim 2013 tarihinde kurulmuş bir havalimanı altyapı yüklenici şirkettir.

IGA İstanbul Havalimanı, şehir merkezine 35 kilometre mesafededir. Havalimanı inşaatı, dört fazda tamamlanacak şekilde planlanmıştır. Birinci faz kapsamında, üç pist ve yıllık 90 milyon yolcu kapasiteli terminal binası hizmet vermektedir. Tüm fazları tamamlandığında ise İGA İstanbul Havalimanı, yıllık 200 milyon yolcu kapasitesiyle 300'den fazla destinasyona uçuş imkânı sunacaktır. (igairport, 2023)

Havalimanında üçü ana ve ikisi yedek olmak üzere toplam 5 pist bulunmaktadır. (igairport, 2023)

Havalimanı 18.000 araç kapasiteli katlı ve 22.000 araç kapasiteli açık otoparka sahiptir. (igairport, 2020)

1.1.1. İstanbul Havalimanı Yangınla Mücadele Operasyonu

İstanbul Havalimanının Yangın Güvenliği tasarım aşamasında başlamaktadır. Tamamlanmış Bina, yapı, tesis, alanların yangın güvenliği açısından yeterli olduğuna dair Periyodik Yangın Güvenliği denetimi gerçekleştirilmektedir. Yangın Güvenliği yeterli olduğunun belgelendirilmesi İtfaiye Raporu ile kayıt altına alınmaktadır.

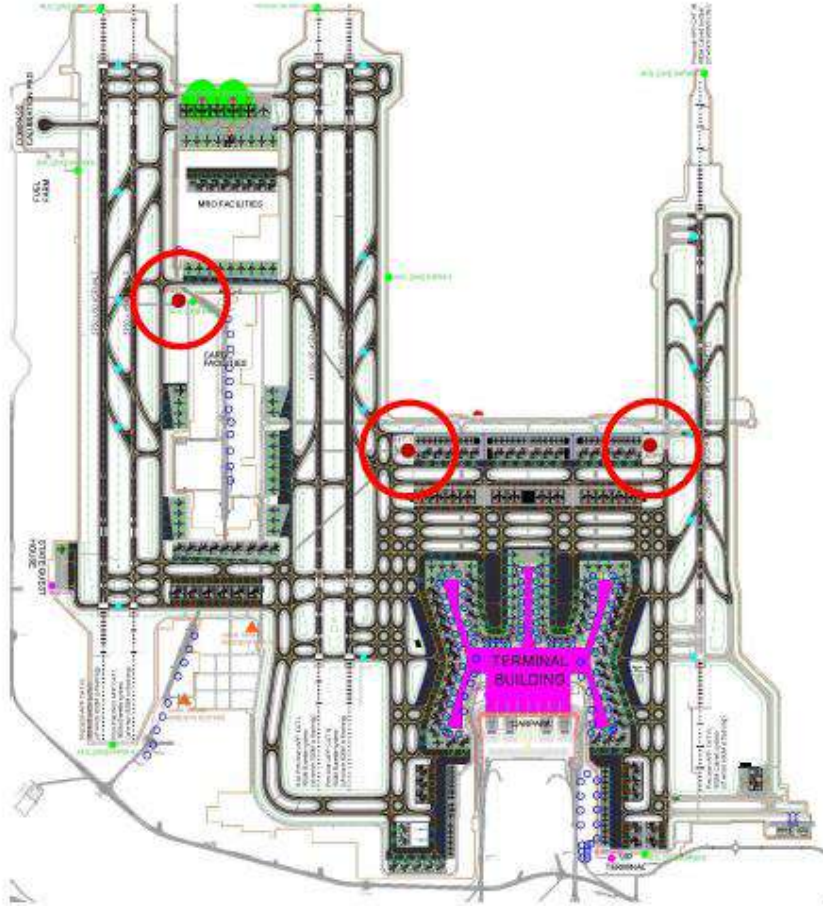
İtfaiye Raporu, Havalimanı içerisinde bulunan her türlü yapı, bina, tesis ve işletmenin, tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı safhalarında çıkabilecek yangınların en aza indirilmesini ve herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak üzere, yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirlerin, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını gerçekleştirmek üzere verilen belgedir.

Bu rapor İtfaiye Rapor Heyeti tarafından denetimler ve ARFF Yangın Önlem Biriminin takibi sonucunda İGA ARFF Müdürlüğü tarafından verilir.

Güvenlik, emniyet dahil tüm önemli havalimanı işlevlerine ek olarak havalimanı kaynak planlaması ve acil durum hizmetleri ile hava trafik kontrolü ve uçak pist trafiği operasyonları farklı departmanlardan ve hissedarlardan en az 120 personel ile tek merkezden koordineli olarak bu kontrol odasında gözlemlenmektedir. Bu sayede ARFF Terminal birimi, Terminal operasyon birimi, Hava Tarafı Operasyon birimi, Teknik Hizmetler ve IT birimleri tam entegrasyon ile çalışmaktadır.

Buna ek olarak Kırmızı Hat Telefonu, Acil durumlarda APOC, ARFF, SAĞLIK, ATC (Air Traffic Control) ve Polis Haber Merkezi birimleri arasında tuşlama yapmadan direkt konferans şeklinde iletişim kurmaya yarar. Kriz anında ilgili birimler arası anlık iletişim sağlanması zaman açısından oldukça önem arz etmektedir.

İstanbul Havalimanında her pistin yanında Şekil 2'de havalimanı içerisindeki konumları gösterilen 3 ARFF İstasyonu bulunur. Terminal içerisinde ikili nöbet sisteminde 4 vardiya olarak 7/24, 241 personel ve 38 araç ile ARFF hizmeti verilmektedir. Uçak yangınları dışında sadece bina yangınlarına müdahale etmek amacıyla her istasyonda 1 adet P tipi (bina tipi) itfaiye aracı ve yüksek binalardan kurtarma yapabilmek için 1 adet 44 metrelik merdiven aracı bulunmaktadır.



Şekil 1. İstanbul Havalimanı ARFF istasyonlarının konumları

Terminal bölgesinde ARFF Terminal ekipleri hizmet vermekte olup bu ekipler APOC içerisinde yangın alarmlarını takip eden dispatch operatörleri ve müdahale ekiplerinden oluşur. Dispatcher (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından lisanslandırılan bu kişiler, uçuşun güvenli ve verimli bir şekilde ilerlemesini sağlamak adına bir dizi önemli görevi yerine getiren personeldir) tarafından alınan alarm önce alarm bölgesi aranarak doğrulanmaktadır (Devlet Hava Meydanları İşletmesi, 2011). Gerçek bir yangın olduğu teyit edildikten sonra müdahale ekipleri bölgeye yönlendirilmektedir.

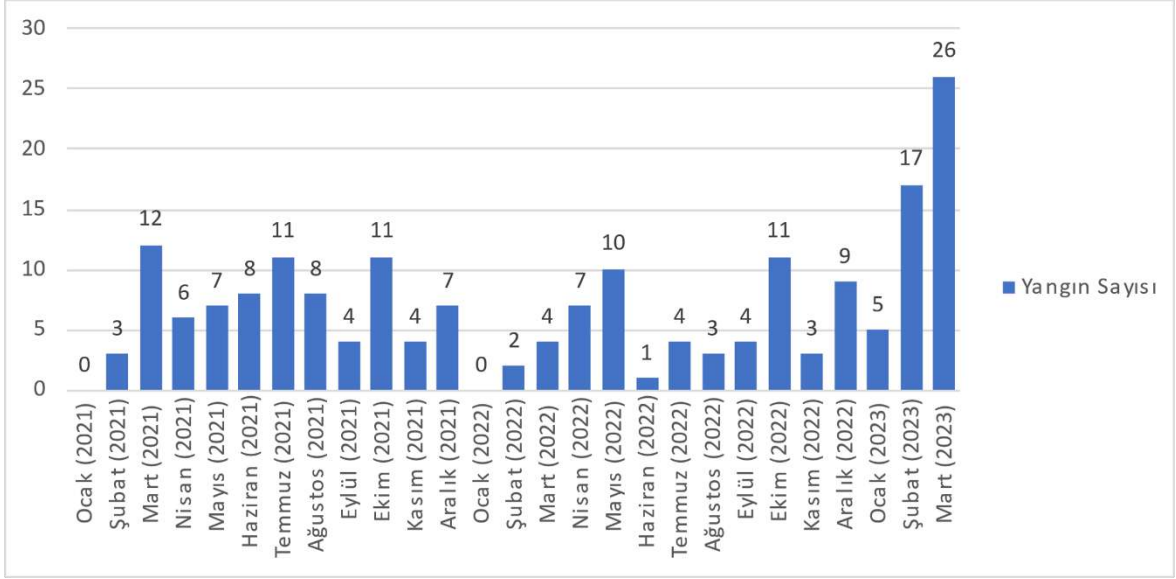
Profesyonel ekipler dışında işyerlerinde yangın ve acil durumlara karşı Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik ve BYKHY kapsamında acil durum ekiplerinin IGA İstanbul Havalimanı Bünyesinde de kurulması sağlanmış olup bu ekiplerde yer alan personelin yönetmeliklerce tanımlanan eğitimleri alması sağlanmıştır (Resmi Gazete, 2007; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2021) Böylece bir acil durum anında bünyesinde eğitilmiş acil durum ekip üyeleri sayesinde risklerin hızlıca belirlenerek daha büyümeden bertaraf edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda personelin görevlerine olan aidiyet duygusunu arttırmak ve diğer personellerin ihtiyaç anında bu personelleri kolayca ayırt edebilmesi için ekiplere özel kart askılık ve yoyo tasarımı yapılmıştır. Tasarımlar Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Acil durum ekipleri yoyo ve askılık çalışması

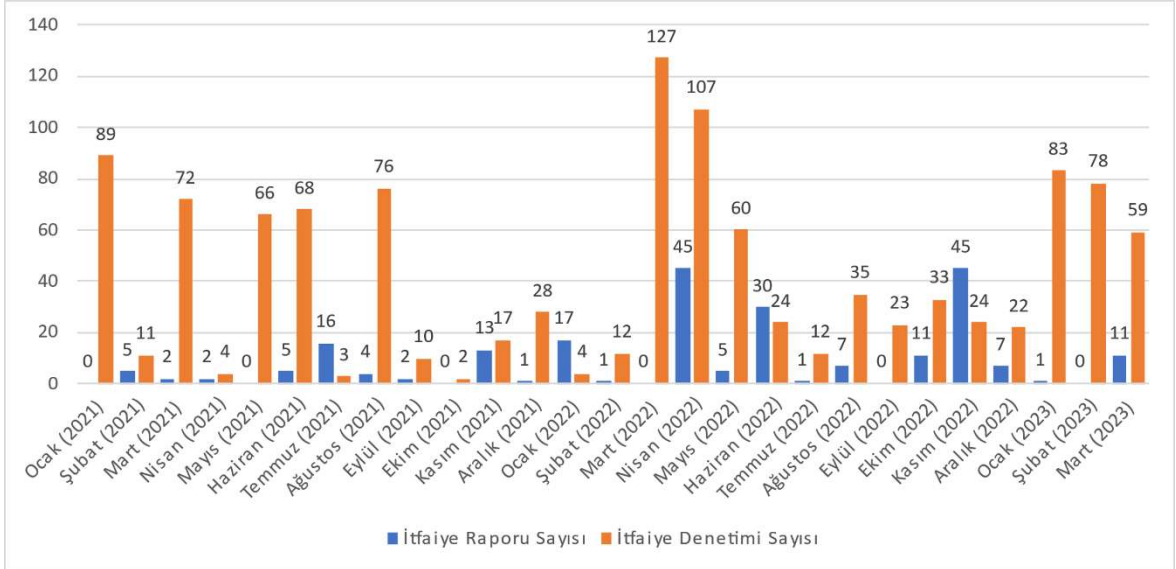
1.1.2. İstanbul Havalimanı Yangınla Mücadele İstatistikleri

Şekil 4' te İstanbul Havalimanı hava tarafı 2021 Ocak ve 2023 Mart ayları arasındaki yangın istatistik verileri paylaşılmıştır. Bu veriler incelendiğinde bu aylar arasında toplamda 175 adet yangın çıktığı görülmektedir. Ancak bu yangınların tamamı otomatik söndürme sistemi, olay yerinde bulunan personelin portatif yangın söndürücü ile yaptığı müdahale ya da ARFF ekiplerinin hızlı müdahalesi ile can kaybına veya havalimanı operasyonlarına zarar vermeden kontrol altına alınmıştır.



Şekil 3. İstanbul Havalimanı 2021(Ocak)-2023(Mart) yangın istatistikleri

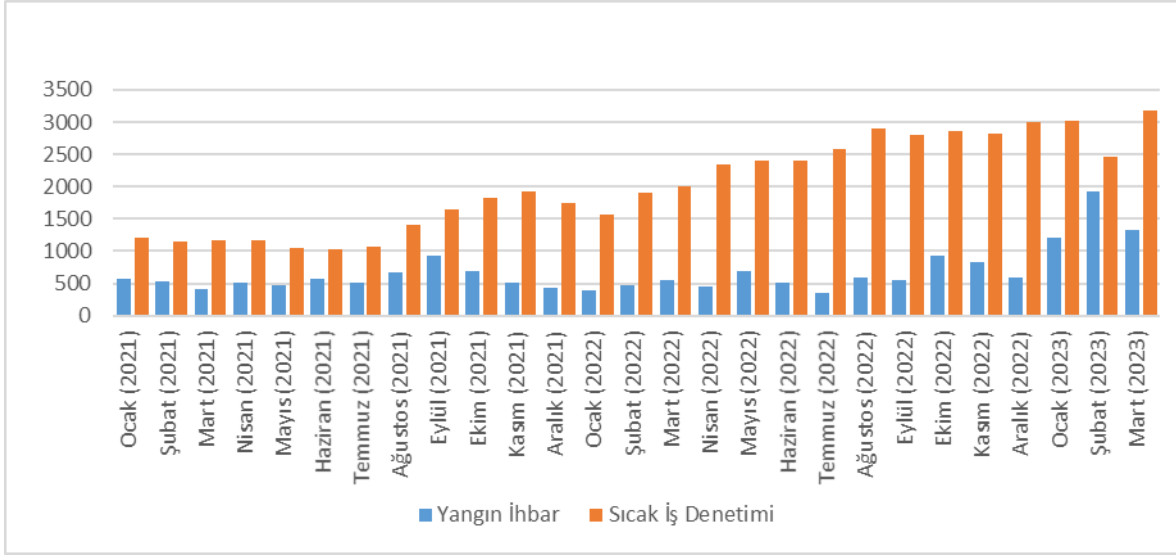
Şekil 5'te paylaşılan İtfaiye Raporu ve İtfaiye Yangın Denetimi istatistiklerine göre, Ocak 2021 ve Mart 2023 tarihleri arasında ARFF Terminal ve ARFF Yangın Önlem Birimleri tarafından toplamda 1034 adet yangın denetimi yapıldığı görülmektedir. Yapılan bu denetimler ile havalimanının yangın güvenliğinin sürekliliği sağlanmaktadır.



Şekil 4. İstanbul Havalimanı 2021(Ocak)-2023(Mart) itfaiye raporu ve itfaiye yangın denetimi istatistikleri

Şekil 6'da yangın ihbar ve sıcak iş denetimi istatistikleri paylaşılmıştır. Yangın ihbar istatistikleri incelendiğinde Ocak 2021 ve Mart 2023 tarihleri arasında 17552 adet yangın ihbarı geldiği ancak

bu veriler Şekil 4'teki veriler ile karşılaştırıldığında bu ihbarların sadece 175 tanesinin yangın olarak sınıflandırılabilir olacak olay olduğu görülmektedir.



Şekil 5. İstanbul Havalimanı 2021(Ocak)-2023(Mart) yangın ihbar ve sıcak iş denetimi istatistikleri

1.2. Yöntem

İstanbul havalimanı için yangın risk analizinin yapılması ve risk bölgelerinin haritalandırılmasında Proses FMEA yöntemi kullanılmıştır. Havalimanı yangınla mücadele operasyonları birer süreç olarak ele alınarak bu süreçlerdeki hataların havalimanı üzerindeki etkileri, ne kadar sık olarak meydana geldikleri ve bu hataların veya etkilerinin tespit edilmesinin ne kadar zor veya kolay olduğu üzerinden değerlendirilmiştir.

1.2.1. FMEA Uygulama Adımları

Proses FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), bir sürecin veya sistemin olası hatalarını ve bunların sonuçlarını analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, potansiyel hataları ve bu hataların risk seviyesini belirleyerek, risklerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

Havalimanları, yoğun insan trafiği ve birçok farklı tesisin bir arada bulunması nedeniyle yangın riski yüksek alanlardır. Havalimanı yangın risk analizi için Proses FMEA yönteminin kullanılması, havalimanında potansiyel olarak meydana gelebilecek birçok farklı hata modunu belirleyerek, yangın riskinin en aza indirilmesini sağlayabilir.

Örneğin havalimanındaki elektrik sistemi, yakıt depolama ve taşıma sistemleri, yangın söndürme sistemleri ve diğer tesisler Proses FMEA yöntemiyle analiz edilebilmektedir. Bu analiz, olası hata modları ve bunların etkileri hakkında detaylı bir bilgi sağlayarak, bu hataların oluşmasını engelleyecek önleyici tedbirlerin alınmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede havalimanındaki yangın riski en aza indirilebilir ve yolcuların ve personelin güvenliği sağlanabilir.

Bu çalışmada FMEA yöntemi aşağıdaki adımlar kullanılarak uygulandı:

- Proses belirlendi ve çalışma ekibi kuruldu.

- Proses FMEA'nın uygulanacağı mahaller belirlendi
- Uygulanmaya başlandı.
- Risk analizi yapılacak mahallerle ilgili veri toplandı.
- Sonraki bölümde detayları açıklanan İstanbul Havalimanı yangın risk analiz heyeti oluşturuldu. Heyet lideri tarafından, heyet üyelerine analizin yapılacağı mahal ile ilgili bilgiler verildi (fiziki koşullar, verilen hizmet, yangın güvenlik raporları, istatistikler, olay raporları vb.).
- Elde edilen veriler baz alınarak hata modları ve hata etkileri belirlendi.
- İstatistik ve kaza raporları incelenerek hata modlarına ait şiddet ve olasılık değerleri hakkında ön değerlendirme yapıldı.
- Ekip üyeleri ile toplantılar yapılarak hata modlarına ait şiddet ve olasılık skorları konsensüs ile belirlendi.
- Olası bir yangın durumuna karşı ilgili mahallerde alınan kontrol mekanizmaları tespit edildi.
- Tespit edilen kontrol mekanizmaları ve olay raporları göz önüne alınarak fark edilebilirlik skorları belirlendi.
- Şiddet, Olasılık ve Fark edilebilirlik skorları kullanılarak Risk Önem Sayısı hesaplandı.
- Hesaplanan RÖS değeri dikkate alınarak hakkında aksiyon alınması gereken riskler ve alınması gereken aksiyonlar belirlendi.

1.2.2. İstanbul Havalimanı Yangın Risk Analiz Heyeti Oluşturulması

Havalimanlarında yangınla mücadele için oluşturulan heyetler genellikle Teknik Birimlerden yani Elektrik, Elektronik, Makina ve ARFF vb. birimlerinden oluşturulmaktadır.

Yangın önleme, içerisinde pek çok disiplini barındıran bir faaliyet olduğu için bir risk analizi heyeti oluşturulması için farklı uzmanlık alanlarına sahip bir ekibin kurulması gerekmektedir. Bu çalışma çerçevesinde İGA İstanbul Havalimanının Yangın Risk Analizinin yapılması için bir yangın risk analiz heyeti kurulmuştur. Bu heyetin oluşturulması ve çalışması sırasında ARFF Yangın Önleme Biriminden, İtfaiye Rapor Heyetinden ve yangın danışmanından destek alınmıştır. İstanbul Havalimanına ait yangın riskleri (hata modları) kurulmuş olan yangın risk analizi heyeti tarafından belirlenmiştir. Bu risklere ait yangın risk analizinde kullanılacak olan şiddet (severity), olasılık (occurrence) ve fark edilebilirlik (detection) skorlarının değerlendirilmesi ise Yangın Önleme Birimi ve İtfaiye Rapor Heyetinden oluşturulan yangın risk analiz heyeti ile yapılan toplantılar sonucunda yapılmıştır. Ayrıca tespit edilen risklere karşı alınacak aksiyonlar da bu heyet ile tespit edilmiştir. Heyet tüm kararlarını konsensus ile almıştır.

Yangın risk analizi heyeti aşağıdaki üyelerden oluşmaktadır:

- Yangın Önleme Şefi (ARFF)
- Dış Saha & Y. Bina Mekanik Sistemler Şefi (Makine Mühendisi)
- Terminal Pier Otopark Elektrik Sistemler Şefi (Elektrik Elektronik Mühendisi)
- Yangın Önleme Sorumlusu (Makine Yüksek Mühendisi)
- Yangın Önleme Uzmanı (Elektrik-Elektronik Mühendisi)

- Yangın Önleme Uzmanı (Elektrik-Elektronik Mühendisi)
- Yangın Önleme Uzmanı (İnşaat Mühendisi)
- Yangın Algılama ve Ses Yayın Uzmanı (Elektronik Mühendisi)

Terminal binalarında olası yangın sebepleri:

Periyodik bakım ve muayenelerin ihmal edilmesi sonucunda ortaya çıkabilecek riskler:

Tüm tesislerde periyodik bakım ve muayeneler İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğince belirtilen kıstaslar çerçevesinde yapılır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

Sıcak Çalışmayla ilgili riskler: "Sıcak çalışma" terimi ile kaynak, metal kesme gibi kıvılcım, yangın veya patlama riski taşıyan operasyonlar ifade edilmektedir.

Tehlikeli madde depolanması kaynaklı riskler: Havalandırmanın düzgün çalışmaması, depolama alanında kullanılan elektrik ve aydınlatma tesisatında kullanılan malzemelerin ex-proof (explosion proof, patlamaya dayanıklı) olmaması, bu materyallerin depolanmasında standartlara uyulmaması yangına sebebiyet verebilmektedir.

Tehlikeli atıkların depolanması ile ilgili riskler: Tehlikeli atıkların depolanması ve tehlikeli maddelerin depolanması aynı riskleri taşırlar ancak atıklar kullanılmış veya içinde buldukları kutunun yapısal bütünlüğü bozulmuş olmasından dolayı bulunduğu ortamda bir dış etki olmaksızın tehlikeli gazların birikimine sebep olacaktır bu nedenle tehlikeli atık depolama alanlarında havalandırma bulunması zorunludur.

Risk Değerlendirmesi: Yukarıda havalimanı terminaline yönelik belirtilen yangın riskleri FMEA yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve Tablo 5' de belgelenmiştir. Terminal Binası için hazırlanan FMEA tablolarını incelediğimizde, şiddet değerinin genel terminal alanında fark edilebilirlik ölçütüne dayalı olarak, sıcak işle ilgili riskler dışında (oksijen tüpünün patlaması durumu hariç) nokta hariç en fazla 4 değerine ulaştığı gözlemlenmektedir. Bu durum terminal bölgesinde oksijen tüpünün patlaması ve bu patlamaya bağlı olarak etkilerinin anlık olarak gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır.

Fark edilebilirlik skorunun bu kadar düşük olmasının sebebi terminal içerisinde kapalı tüm mahallerin adresli yangın algılama dedektörleri ile korunmasıdır. Dedektörler arızalandığında dahi devreye girecek şekilde tasarlanmış olan otomatik yangın söndürme sistemi, yüksek sıcaklık durumunda aktive olacaktır. Bu sistemin içerisinde bulunan flow switchleri, su veya diğer söndürme maddelerinin düzgün bir şekilde akmaya başladığında aktif hale gelerek algılama sistemi aracılığıyla alarm verilmesini sağlayacaktır. Bu detektörlerden gelen bilgiler, APOC birimi içerisinde bulunan ARFF terminal dispatcherleri tarafından 7/24 izlenmektedir. Yine Terminal ARFF ekipleri bir yangın ihtimaline karşı sahada rutin kontroller yapmaktadır.

RÖS değerleri incelendiğinde ise Terminal Binaları için en yüksek RÖS değerinin 80 olduğu ve risk sınır değeri olan 100'ün altında olduğu görülmektedir. Yangın algılama sisteminin arızalanması durumu için RÖS değerine göre bir önlem alınması gerekmez de şiddet skoru 10 olduğu için RÖS değerine bakılmaksızın ek önlemler alınması gerekmektedir. Havalimanı içerisinde bu sorun 25 metrede bir yerleştirilen yangın söndürme cihazları ve dolapları, ARFF terminal ekiplerinin

kullandığı terminal içi ulaşım araçlarına monte yangın söndürme cihazları ve personellerden söndürme ekipleri oluşturup bu ekiplerin yangın söndürme cihazlarının kullanımı konusunda eğitimiyle çözülmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Terminal binası FMEA tablosu

Süreç Adımı	Potansiyel Hata Modu	Potansiyel Hata Etkisi	Ş	Potansiyel Sebep	O	Şuan kullanılan İşlem Kontrolü	F	RÖS	Önerilen Aksiyon
Adım ne?	Neler yanlışı gidebilir	Düzeltilmez ise nasıl bir hata ortaya çıkar?	Havalimanına etkisi ne kadar büyük	Süreçte neler yanlışı gidebilir	Ne kadar sık bu hata meydana gelir	Hatanın engellenmesi ya da oluştuğunda fark edilmesi için hangi önlemler alınmış?	Meydana gelen hatanın ya da kaynağının tespit edilmesi ne kadar mümkün?	$RÖS = \text{Ş} * \text{O} * \text{F}$	Hatanın meydana gelme sıklığını azaltmak ya da fark edilebilirliğini arttırmak için nasıl bir önlem alınabilir. Ciddiyet skoru 9 ve üstü ise RÖS sayısına bakılmaksızın aksiyon alınmalıdır.
Periyodik bakım ve muayene	Elektrik panosunda gerilim düşümü veya ark oluşumu	Yangın, parlama veya patlama	3	Periyodik bakım ve muayeneler zamanında veya düzgün yapılmamış	3	ARFF yangın önleme birimince periyodik muayene ve bakımların durumu takip edilir. İstanbul havalimanı sınırları içerisinde bulunan tüm kapalı mahaller yangın algılama sistemi ve otomatik söndürme sistemleri ile 24 saat korunmaktadır.	1	9	Takip edilebilirlik ve güvenilirlik açısından periyodik muayene hizmeti akredite bir kuruluşa yaptırılabilir
	Elektrik tesisatında uygun kablo kesiti kullanılmaması.		2		1		2		
	Elektrik tesisatında uygun IP sınıfının kullanılmaması		2		1		2		
	Elektrik kablolarının izolasyonlarının doğru yapılmaması		4		2		32		
	Elektrik tesisatlarında (pano, makine, priz vb.) topraklama hattının olmaması		4		2		24		

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında İstanbul Havalimanının tüm bölümlerinin yangın risk analizleri FMEA yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Her bir bölüme ait riskler ayrı ayrı tespit edilmiş ve ayrı FMEA tablolarında özetlenmiştir. Böylece RÖS değerlerini baz alan havalimanının yangın risk haritası ortaya çıkmıştır. Sadece risklere ait RÖS skorları hesaplanmakla kalmayıp risk seviyesini düşürecek çözümler de önerilmiştir. Bu çalışma için kullanılan veriler İstanbul Havalimanı işletici firması olan İGA Havalimanı İşletmesi A.Ş. tarafından sağlanmıştır.

Bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran önemli bir özelliği yangın risk analizinin bir heyetin konsensusu ile yapılmış olmasıdır. Bu heyet farklı disiplinlerden gelen Yangın Uzmanlarından oluşmuştur. Dolayısı ile yapılan yangın risk analizi multi disiplinli bir heyet tarafından geniş bir perspektif ile yapılmıştır.

Bu neden ile bu çalışma hem FMEA yönteminin Havalimanı Yangın Risk analizi için uygun bir yöntem olduğunu göstermiş hem de bu yönü ile özgün bir çalışma olmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde İstanbul Havalimanının birçok farklı yangın riskini taşıdığı anlaşılmaktadır. Ancak bu riskler ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde en yüksek yangın riskinin RÖS sayısının 100 ün altında olduğu görülmektedir. Dolayısı ile bu risklerin hiçbirinin yüksek seviyede tehlike arz etmediği görülmektedir. Bunun en önemli nedeni havalimanında kullanılan etkin yangın güvenlik sistemleri ile risklerin büyümeden tespit edilerek kontrol altına alınmasıdır.

Risk seviyelerinin özellikle Terminal binasında daha da düşük olmasının nedeni ise; zorunlu olmamasına rağmen İstanbul Havalimanı Terminal binasına ait ARFF Terminal biriminin kurulmuş olmasıdır. Bu birim bina içi yangın olaylarına müdahale ve önleme için yetkilendirilmiş profesyonel kişilerden oluşmaktadır.

Havalimanında bulunan her bir tesisin açılış aşamasında Yangın Güvenlik önlemlerinin alınması oldukça önemlidir. Bununla beraber bu çalışma, bu önlemlerin periyodik olarak testlere tabii tutularak devamlılığının sağlanmasının en az bu önlemlerin kuruluş aşaması kadar önemli olduğunu göstermiştir.

Yapılan bu çalışma İstanbul Havalimanı özelinde yapılmıştır. Ancak birçok farklı havalimanında benzer risklerin olduğu düşünülmektedir. Dolayısı ile İstanbul Havalimanının her bir bölümü için listelenen Yangın Risklerinin ve bu risklere ait FMEA tablolarının farklı havalimanları için yapılan yangın risk analizleri için de bir başlangıç noktası ve bir kontrol listesi olarak kullanılması mümkündür. Bu yapılırken dikkat edilmesi gereken husus her bir havalimanının her bir riskine ait kendine özgü Şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik skorunun bulunmasıdır. Dolayısı ile alınan yangın güvenlik önlemlerinin farklılaşması nedeni ile her bir havalimanının yangın risk seviyesi aynı olmayacaktır.

Bu çalışma büyük bir havalimanı olan İstanbul Havalimanı için yangın risklerini ve önlemlerini ortaya koymuştur. Sonraki çalışmalarda Havalimanlarındaki yangın önleme ve müdahale sistemlerinin yapay zekâ ile desteklenmesi ve daha hızlı ve etkin müdahale edilebilir hale getirilmesi konularında çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Akın, H. B. (2005). Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama. *Öneri Dergisi*, 6(24), 271-278. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/946745>
- Bezgin, N. Ö. (2004) Trafik Kazaları Sonucu Oluşan Yangınların Karayolu Tünelleri Üzerindeki Etkileri ve Yangına Karşı Süreli Koruma Sağlayan Edilgen (Pasif) Yangın Koruma Yöntemleri, Erişim adresi: https://www.imo.org.tr/Eklenti/2168,174353753bnbnbpdf.pdf?0&_tag1=7DE601FB17C20BB03C82BE0181C625861C910578
- Bingül İldeş, S. (2021) İstanbul Havalimanı Katı Atık Tesisinde İş Güvenliği, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, İstanbul, (Tez Numarası: 683327)
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2013). İş Ekipmanlarının Kullanımında Güvenlik Şartları Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı: 28628
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2021). İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete, Sayı: 31615
- Çeber, Y. (2010). Hata türü ve etkileri analizi yönteminin (FMEA) üretim sektöründe uygulanması (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2015), Atık Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayı: 29314.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi (2011). Havacılık Terimleri Sözlüğü. DHMİ Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Eskandani, A. H. (2020). Eksenel Yüklü Betonarme Kolonların Yüksek Sıcaklık Etkisindeki Davranışlarının Deneysel ve Sayısal Olarak İncelenmesi (Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 619733).
- FAA (t.y.), Airport Categories, https://www.faa.gov/airports/planning_capacity/categories#:~:text=An%20airport%20is%20defined%20in,with%20the%20buildings%20and%20facilities.
- ICAO Annex 14. (2018). Annex 14—Aerodromes—Volume I—Aerodromes Design and Operations. ICAO, Doc 7300/9 (2006), “Convention on International Civil Aviation. Ninth Edition”, Chicago, 2006, Erişim adresi; https://www.icao.int/publications/documents/7300_9ed.pdf
- Igairport (t.y.), Hakkımızda/Biz kimiz, <https://www.igairport.aero/iga-dunyasi/hakkimizda/biz-kimiz/>
- Igairport (t.y.), Otopark, Erişim Tarihi 07.08.2020, <https://web.archive.org/web/20200807183929/https://www.igairport.com/tr/istanbul-havalimani/hizmetler/otopark>
- Kuvvetli, Ü. (2008). Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) in Statistical Models (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (1996). The basics of FMEA. New York: Quality Resources.
- Miller, B., Johnson, D., Thompson, T., Rosenberg, F. L., Driver, J., Biscardi, G. P., & Aviation, M. (2014). R&D control study: plan for future jet fuel distribution quality control and description of fuel properties catalog (No. DOT-VNTSC-FAA-14-11). United States. Federal Aviation Administration. Office of Environment and Energy.
- National Aeronautics and Space Administration. (1966), Procedure for Failure Mode, Effects and

- Criticality Analysis (FMECA), RA-006-013-1A. <http://hdl.handle.net/2060/19700076494>.
- National Fire Protection Association. (1987). NFPA 70B: Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance. National Fire Protection Association, Incorporated.
- National Fire Protection Association. (2007). NFPA 70: National electrical code. NationalFireProtectionAssoc.
- National Fire Protection Association. (2009). NFPA 51B: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work.
- NFPA 70E. (2004). Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces.
- Nuchpho, P., Nansaang, S., & Pongpullponsak, A. (2014, November). Risk Assessment in the Organization by Using FMEA Innovation: A Literature Review. In Proceedings of the 7th International Conference on Educational Reform (ICER 2014). Innovations and Good Practices in Education: Global Perspectives (pp. 781-789).
- Re, Selena Lidya, (2017). Hizmet Sektöründe Müşteri Tatminini Arttırmak İçin Servis Hata Türleri ve Etkileri Analizi: Tıbbi Cihaz Teknik Servis Uygulaması, Basılmamış tez (Tez Numarası: 470473), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir,
- Resmî Gazete (1997). Limanlar ve Sınır Kapılarında Güvenliğin Sağlanması. Görev ve Hizmetlerin Yürütülmesi Hakkında Yönetmelik, 14 Ağustos 1997. Sayı:23080
- Resmî Gazete (2007), Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 19 Aralık 2007. Sayı: 26735.
- Sadeghi, B., Sodagari, M., Nematollahi, H., & Alikhani, H. (2021). FMEA and AHP Methods in Managing Environmental Risks in Landfills: A Case Study of Kahrizak, Iran. *Environmental Energy and Economic Research*, 5(2), 1-15.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2016). Havaalanlarında Kurtarma ve Yangınla Mücadele Hizmetleri. ("Airport Services Manual (Doc 9137), Part 1 Rescue and Fire Fighting, 2015 "dökümanından çev.). Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, 2-153.
- Şengür, F. K. (2017). Havaalanı İşletmeciliğinde Yeni Eğilimler: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(4), 751-766.
- Umut, A. L., and Soydal, İ. (2014). "Kütüphane Türkiye Projesi: Halk kütüphanesi kullanım araştırması." *Türk Kütüphaneciliği* 28.3 (2014): 288-307
- USA Military Standard (1949). MIL-P 1629., Procedure for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (MIL-P 1629, USA).
- Yalçın, A. H. (2018). Havalimanı İşletmeciliği Kamu-Özel Sektör Karşılaştırması (Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).
- Yıldırım, R. N., & Demirel, F. (2019). Analysis of Airport Terminals in The Context of Fire Hazards. *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 7(4), 479-487.

ÖZGEÇMİŞLER

Hüseyin YAŞAR

1978 yılında Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde doğdu. Elbistan Mükrimin Lisesi'nden mezun olduktan sonra 1999 yılında Akdeniz Üniversitesi İtfaiyecilik ve Yangın Güvenliği bölümünü bitirdi. 2006 yılında Anadolu Üniversitesi'nin Kamu Yönetimi bölümünden mezun oldu. 2023'te "İstanbul Havalimanı Yangın Risk Analizinin Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Yöntemiyle Yapılması" başlıklı tezi ile İstanbul Rumeli Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2005-2010 yılları arasında İstanbul İtfaiyesi'nde, 2010-2018 yılları arasında Atatürk Havalimanı'nda görev aldı. Nisan 2018'den bu yana İGA İstanbul Havalimanı'nda Yangın Önleme Şefi olarak çalışmaktadır.

Rüzgâr Özkan BİLDİK

1988 Yılında Kayseri'de doğdu. 2009 Yılında KTÜ Enerji bölümünden mezun olduktan sonra 2013 İstanbul Aydın Üniversitesinde Makine Mühendisliğinden ve 2019 yılında Makine Mühendisliği Alanında Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 2008 Yılından 2018 Yılına kadar İnşaat, Isıl İşlem, Proje Yönetimi, Periyodik Muayene, Yangın Danışmanlığı, Deney Laboratuvarı ve Denetim alanlarında çalışmıştır. 2018 Yılında İstanbul Havalimanında ARFF bünyesinde Yangın Önleme Mühendisi/Sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

İbrahim ALTINTAŞ

1991 yılında Ağrı'da doğdu. 2009'da Etimesgut Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra, 2018 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünü "mühendis" ünvanıyla tamamladı. Aralık 2020'den bu yana İGA İstanbul Havalimanı'nda Yangın Önleme Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

Ömer ŞAİR

1990'da İstanbul'da doğdu. 2009 yılında Plevne Lisesi'nden mezun oldu. 2014 yılında Tunceli Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünden "mühendis" ünvanını aldı. 2015 yılından itibaren periyodik kontroller, 2022 yılında Türkak Akreditasyon Kurumunda Teknik Uzman, 2023 yılından itibaren İstanbul Hava Limanında "Yangın Önleme Uzmanı" olarak görev yapan Ömer ŞAİR, tesislerde elektrik proje inceleme, ölçümler, danışmanlık, raporlama ve binalarda yangın güvenliği ile ilgili konularda çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

ENDÜSTRİYEL TESİSLERE YÖNELİK YANGIN RİSK DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ ÇALIŞMASI

Hüseyin Caner YILDIRIM

ÖZET

Endüstriyel tesisler, farklı yangın yüklerini içerisinde barındırabilen ve üretim süreçlerine özgü yangın riskleri bulunduran işletmelerdir. Üretim süreçleri çeşitlendikçe ve kapsamı genişledikçe sahip olduğu yangın riskleri de artmakta ve farklılaşmaktadır. Bu durum endüstriyel tesislerde, yangınla mücadelenin yönetimi konusunda riskler doğurmaktadır. Yangın güvenlik sistemleri, yangının önlenmesi ve etkisinin kontrolü üzerine oluşturulmalıdır. Hedef ve stratejilerin belirlenmesi, sistemlerin tasarımı ve uygulanması, periyodik kontrol ve bakım, acil durum senaryoları ve eylem planları ile bir bütün olarak ele alınmalıdır. Bu bütünlüklü yaklaşım ile işletmeye özgü tehlikeler ve riskler yerinde uzmanları ile belirlenmeli, tesisin tamamı ile ilişkisi kurulabilmeli, benzer risklere karşı alınan önlemler ile ilgili deneyim aktarımı yapılabilmelidir. Böyle bir yaklaşım ile yangın güvenliği izlenebilir, iyileştirilebilir ve sürekli hale getirilebilecektir.

Bu çalışmada endüstriyel tesislerin yangın tehlike ve risklerinin senaryo bazlı olarak ayrıntılı bir şekilde analizi, yangın güvenlik sistemlerinin analizi ve bütünlüklü bir yangın risk değerlendirmesine yönelik yöntem ile ilgili çalışmalar aktarılacaktır.

Anahtar sözcükler: Yangın, Risk, Yönetim, Güvenlik, Endüstri

FIRE RISK ASSESSMENT METHOD STUDY FOR INDUSTRIAL FACILITIES

ABSTRACT

Industrial facilities are businesses that can accommodate different fire loads and have fire risks specific to production processes. As its production processes diversify and its scope expands, its fire risks also increase and differentiate. This situation creates risks in the management of firefighting in industrial facilities. Fire safety systems should be built on the prevention of fire and the control of its impact. Determination of targets and strategies, design and implementation of systems, periodic control and maintenance, emergency scenarios and action plans should be considered as a whole. With this holistic approach, the hazards and risks specific to the enterprise should be determined by on-site experts, a relationship should be established with the entire facility, and experience transfer should be made regarding the measures taken against similar risks. With such an approach, fire safety can be monitored, improved and sustained.

In this study, detailed scenario-based analysis of fire hazards and risks of industrial facilities, analysis of fire safety systems and a method for an integrated fire risk assessment will be presented.

Keywords: Fire, Risk, Management, Security, Industry

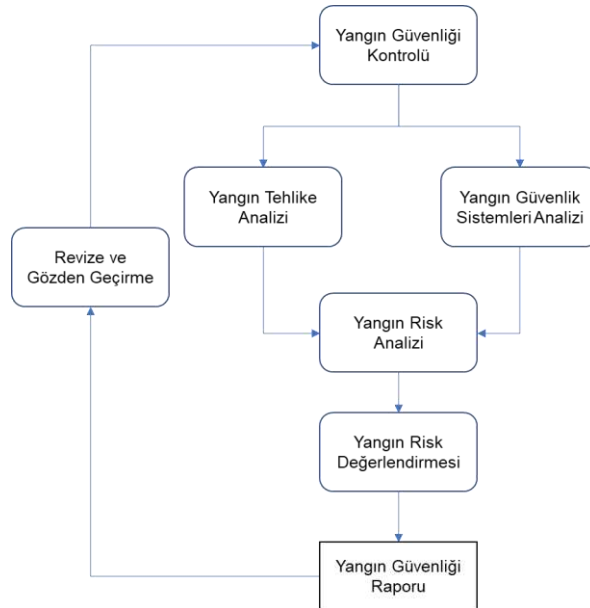
1. GİRİŞ

Yangın güvenliği, yangın meydana gelmesinin engellenmesi ve yangın olduğu taktirde etkisinin kontrol altına alınması olmak üzere iki kısımda ele alabiliriz. Yangının meydana gelmesini proaktif önlemler ile engel olunabilirken yangının etkisinin kontrolü ise reaktif önlemler ile sağlanabilmektedir. Proaktif önlemler daha çok tehlike kaynaklarının kontrolü üzerine çalışmaları kapsamaktadır. Reaktif önlemler ise yangın algılama ve söndürme sistemleri ile acil durum kaçış sistemleri gibi yangının şiddetini kontrol edecek ve azaltacak çalışmaları kapsamaktadır. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in büyük bir kısmı reaktif önlemler üzerine kurulmuştur. Yangın tehlikesine karşı belirlenen hedefler doğrultusunda proaktif ve reaktif önlemler ayrı veya birlikte belirlenebilir.

Önlemleri sağlıklı bir şekilde belirleyebilmek için öncelikle yangın tehlike ve risklerini doğru bir şekilde tespit edebilmek gerekmektedir. Buda kapsamlı bir yangın risk değerlendirmesi çalışması ile gerçekleştirilebilir. Kapsamlı bir yangın risk değerlendirmesi ile yangın güvenlik önlemleri tasarım, uygulama, işletme ve bakım süreçleri ile birlikte bir bütün olarak ele alınmalıdır. Bu doğrultuda bir yangın güvenliği yaşam çevrimi kurularak yangın odaklı bir güvenlik yönetimi oluşturulabilecektir.

2. YANGIN RİSK DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ

Endüstriyel tesislerin barındırdığı yangın tehlikesi ve risklerin doğru tespit edilerek uygun bir yangın güvenlik sisteminin oluşturulabilmesi için oluşturulacak kapsamlı yangın risk değerlendirmesi üzerine bir yöntem bu bildiri kapsamında çalışılacaktır. Bu yöntem kapsamında kantitatif ve kalitatif analizler bir arada kullanılarak hem azami öngörülebilir kayıplar hem de azami olası kayıplar birlikte değerlendirilecektir. Değerlendirme öncelikle yangına sebebiyet verebilecek kaynakların tespiti ve yangın güvenlik sistemlerinin durumlarının belirlenmesi ile başlamaktadır. Yangına sebebiyet verebilecek unsurlar üzerinden tehlike kaynakları tespit edilerek senaryolar oluşturulup yangın tehlike analizi gerçekleştirilecek ve maksimum öngörülebilir kayıplar belirlenecektir. Yangın güvenlik sistemlerinin durumları ise yasal mevzuatlar kapsamında değerlendirilecektir. Yangın güvenlik sistemlerinin mevzuat uyum analiz sonuçlarının yangın tehlike analizi ile belirlenen risklere yönelik yeterlilikleri değerlendirilerek maksimum olası kayıplar belirlenecektir. Ortaya çıkan tablo sonrası mevcut yangın risklerinin kabul edilebilir seviyelere çekilmesine yönelik öneriler ile değerlendirme tamamlanacaktır.



Şekil 1. Yangın risk değerlendirme akış şeması

2.1. Yangın Güvenliği Kontrol Listesi

Tesisin mevcut durum kontrolünün amacı yangın risk değerlendirmesi sürecine sahadan veri sağlamaktır. Bu veriler, tehlike kaynakları bileşenlerinin tespiti, yangın güvenlik sistemlerinin durumu ve yangın güvenliğini etkileyebilecek diğer unsurların tespiti işlemlerinin çıktılarında oluşmaktadır. Bu işlemler yangın güvenliği kontrol listesi ile gerçekleştirilecektir.

Yangın güvenliği kontrol listesini üç kısımda sınıflandırılmıştır. Birinci kısım tehlike kaynaklarının bileşenleri olarak tutuşturma kaynakları, yakıt kaynakları ve oksijen kaynaklarından oluşmaktadır. İkinci kısım yangın güvenlik sistemlerinin aktif ve pasif bileşenleri, acil durum müdahale sistemleri, periyodik kontrol, test ve bakım süreçleri arıza yönetim süreçleri ile yangın güvenlik tasarım, uygulama ve işletme prosedürlerinden oluşmaktadır. Üçüncü kısım ise tehlike kaynakları ve yangın güvenlik önlemleri dışındaki uygulama ve durumları kapsamaktadır.

Tutuşturma Kaynakları: Tutuşturma kaynakları ortamdaki yakıt kaynakları ile etkileşime girdiğinde tutuşma başlatıp yangın meydana getirebilecek ısı enerjisi üreten unsurlardır. Elektrikli ekipmanlar, sıcak yüzeyler, açık alevler, sigara ve kendiliğinden ısınabilen kimyasallar bu kapsamda değerlendirilebilir. Tutuşturma kaynaklarının tespiti yapılırken fiziksel hasarlar, yanlış kullanım durumu, konumu, ateşleme enerjisi gibi kaynağın tutuşturma etki ve olasılığını etkileyebilecek unsurlarda gözlemlenmelidir.

Yakıt Kaynakları: Yakıt kaynakları, tutuşturma kaynakları ile etkileşimi sonucu yangın ve patlamaya sebep olabilecek malzemelerdir. Katı, sıvı, gaz, metal ve yağ yangınları olarak sınıflandırılacaktır. Yakıt kaynaklarının tespiti gerçekleştirilirken ısı kaynaklarını yakınlık, kendiliğinden tutuşma ve parlama sıcaklıkları, yangın yükü, malzeme miktarı gibi yangının oluşmasına ve büyümesi katkı sağlayacak unsurlarda göz önüne alınmalıdır.

Oksijen Kaynakları: Yangın ve patlamanın oluşması için gerekli bir diğer unsur ise ortamdaki oksijen miktarıdır. Ortamın oksijen açısından zenginliği ve havalandırmanın emre amadelik durumu belirlenmesi gerekmektedir.

Yangın Güvenlik Sistemleri: Yangın güvenlik sistemleri; yangının etkisini yönetmeye yönelik tasarlanan ve uygulanan sistemlerdir. Bu kapsamdaki arıza yönetim süreçleri, periyodik test ve kontrol süreçleri, planlı ve önleyici bakım süreçleri ile prosedür, proje ve teknik dokümanlarda içeriğe dahildir.

Diğer Hususlar: Yangın güvenliğini ilgilendiren ve süreçle doğrudan veya dolaylı ilişkide bulunan diğer hususların belirlenmesi yapılmalıdır. Kayıp önleme ve kontrol yönetimi, proses emniyeti yönetimi, mekanik bütünlük programları, güvenlik açıkları ve sabotaj ihtimali, sıcak çalışma izin süreçleri, bakım uygulamaları ve dış ortamların oluşturabileceği yangın tehlikeleri gibi durumlar bu kapsamda incelenmelidir.

2.2. Yangın Tehlike Analizi

Yangın güvenliği kontrol listesinin tutuşturma kaynakları, yakıt kaynakları, oksijen kaynakları ve diğer hususlar ile ilgili tespitler ile tehlike kaynakları ve bileşenleri belirlenecek, tehlikenin tanımlanması ve senaryolar oluşturulması süreçleri gerçekleştirilecektir. Maksimum öngörülebilir kaybın belirleneceği bu aşamada tesisin mevcut yangın güvenlik sistemlerinin çalışmadığı durumdaki analizi gerçekleştirilerek tehlike seviyesi belirlenecektir.

2.2.1. Yangın Tehlike Kaynağı

Sahadan elde edilen yangın bileşenleri verileri ile yangın tehlikesine sebep olacak tehlike kaynağı belirlenecektir. Tehlike kaynağının tespiti ile barındırdığı potansiyel tehlike tanımlanabilecektir. Tehlikelerin tanımlanması hususunda tesisin büyüklüğü ve üretim süreçlerinin kapsamlılığı doğrultusunda analizin iş yükünü arttıracak kalabalıkta veri ortaya çıkabilir. Bunu optimize edebilmek

adına tehlikeler tanımlanırken yangını doğrudan başlatabilecekleri birincil derece ve yangının büyümesine katkı sağlayabilecekleri ise ikincil derece olarak sınıflandırmakta fayda olacaktır.

Tehlike kaynağının belirlenmesi ve tehlikenin tanımlanması süreçlerinde sahadan kontrol listesi ile alınan veriler dışında ilgili kaynaklardan da yararlanmak gerekmektedir. Geçmiş yangın olaylarının gözden geçirilmesi, ramak kala verileri, proses olaylarının incelenmesi, proses tehlike ve risk analizlerinin incelenmesi, malzeme güvenlik bilgi formları ve laboratuvar verilerinin incelenmesi gibi süreçler daha doğru tespitlere yakınsamamıza yardımcı olacaktır.

2.2.2. Yangın Senaryosu

Yangın senaryosu, tanımlanan tehlikenin yangına dönüşme sürecinin senaryolaştırılarak adım adım incelenmesidir. Hedef azami öngörülebilir kaybı belirlemek olup senaryolaştırma süreci hiçbir söndürme ve algılama sisteminin olmadığı ve itfaiyenin müdahalesinin gerçekleşmediği varsayılacaktır. Sadece yangın güvenlik sistemleri dışındaki proaktif önlemler dikkate alınacaktır. İlk adımda tehlikenin yangına dönüşmesindeki başlatıcı olay ortaya konulacaktır. Devamında olayın gerçekleşmesine engel olabilecek mevcut önlemler var ise tespit edilecektir. Diğer adımda yangına sebebiyet verecek başlatıcı olayın tutuşmaya dönüşürecek olay belirlenecektir. Aynı zamanda bu tutuşmaya engel olabilecek, koruma sağlayabilecek veya azaltabilecek önlemler var ise tespit edilecektir. Son olarak her şeye rağmen yangının oluştuğu ve ne kadar yayılabileceği hasar boyutu adımı belirlenerek senaryo sonlandırılacaktır. Bu çalışma, sağlıklı sonuçlar alabilmek için yangın güvenliği uzmanının liderliğinde işletmenin süreçlerle ilgili olabilecek yetkin personellerinin katılımı ile

Başlatıcı Olay → Önleyici Olay → Tutuşma Olayı → Koruma ve Azaltma Olayı → Hasar Olayı

Şekil 2. Yangın senaryosu olay adımları

yapılması gerekmektedir.

2.3. Yangın Güvenlik Sistemleri Analizi

Yangın güvenlik sistemlerinin mevcut durumlarını ve/veya tasarımlarını, sahanın öznel koşulları ile yasal yükümlülükler, ulusal ve uluslararası standartlar doğrultusunda analiz edilecektir. Bu analiz ile mevcut durumun yasal yükümlülükler karşısındaki yeri tespit edilecek, mevcut tehlikelere ve risklere karşı etkisi değerlendirilecek ve yeni tasarımlarda da görüş bildirimine katkı sağlanacaktır. Bu analizdeki temel amaç yangının etkilerinin ne kadar azaltılabileceğinin tespitine gerçekleştirebilmektir.

Yangın Güvenliği Kontrol Listesinde tespit edilen yangın güvenlik sistem bileşenleri, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik gereklilikleri ile değerlendirilir. Değerlendirmede aynı zamanda yönetmelikte referans verilen standartlardan da yararlanılması gerekmektedir. Yönetmeliğin yetmediği yerde veya tesise tehlikelerine özel tasarlanan sistemler ile ilgili uluslararası standartlar da göz önüne alınmalıdır.

Analiz gerçekleştirilirken dikkat edilmesi gereken diğer girdi ise yangın güvenlik sistemlerinin güvenilirlik, etkinlik ve kullanılabilirlik durumlarıdır. Bu durumların olması gereken şekilde olmaması yangın güvenlik sistemlerinin riski azaltma stratejilerini olumsuz yönde etkileyecektir. Periyodik kontrol, test ve bakım süreçleri, arıza yönetim süreçleri, acil durum tatbikatları ve eğitimler yangın güvenlik sistemlerinin güvenilirliği, etkinliği ve kullanıma hazırlığı konusunda tespitlere katkı sağlayacaktır.

Yangın güvenlik sistemlerinin analizi sonucu riski azaltıcı etkisini belirleyebilmek adına yangın güvenlik hiyerarşisi kapsamında her bir önlemin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması gerekmektedir. Bu hiyerarşi önleme, azaltma ve sonuçların kontrolü basamaklarından oluşmaktadır. Olayın meydana gelme olasılığı azaltacak proaktif önlemler önleme basamağında, olayın etkisini azaltacak reaktif önlemler azaltma basamağında, pasif yangın güvenlik önlemleri ile acil durum tahliye sistemleri gibi önlemler ise sonuçların kontrolü basamağında sınıflandırılacaktır.

2.4. Yangın Risk Analizi

Yangın risk analizi ile tehlike kaynaklarının sebep olabileceği yangın senaryolarının sonuçları ile yangın güvenlik önlemlerinin risk azaltmaya etkilerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilecektir. Bu analizde temel olarak risk etkenleri olarak senaryonun olasılığı, tespit edilebilirliği ile şiddeti ölçülecek ve yangın güvenlik sistemlerinin bu etkenlerdeki indirgeyici etkisi analiz edilecektir. Hedef olarak azami olası kayıplar ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır.

Olasılık: Yangın tehlikesinin senaryo aşamasındaki başlangıç ve tutuşma olaylarının meydana gelme olasılıkları ile analiz gerçekleştirilecektir. Olasılık için istatistik verileri ve güvenilirlik verileri kullanılabilir. Yılda gerçekleşen yangın ve yangından kaynaklı ölümler veri olarak alınabilir (burada istatistikler incelenmeli). Özellikle olay özelindeki istatistikler tehlikenin değerlendirilmesinde daha gerçekçi veri sağlayacaktır.

Tespit Edilebilirlik: Yangın tehlikesinin senaryo aşamasındaki başlatma ve tutuşma olaylarının fark edilebilirliğinin analizi gerçekleştirilecektir.

Şiddet: Yangın tehlikesinin senaryo aşamasındaki; önleyici olay, koruma ve azaltma olayı ile hasar boyutu kısmının analizi ile meydana gelebilecek şiddet ölçülecektir. Ölçüm esnasında yaşanmış olaylara dair bilgi ve istatistiklerden yararlanılmalıdır. Şiddetin kapsamı yangından etkilenebilecek unsurlar ile belirlenebilir. Bu unsurlar yangın güvenliği hedefleri doğrultusunda insan, mülk, çevre, iş sürekliliği ve itibar başlıklarından oluşabilir.

2.5. Yangın Risk Değerlendirmesi

Yangın risk değerlendirme aşaması, yangın risk analizi sonucu olarak azami olası kayıpların ilave güvenlik önlemleri ile kabul edilebilir risk seviyesine indirilmesinin çalışılacağı kısımdır. Yangın risk analizi sonucu tesisin mevcut yangın güvenlik risk seviyesi ortaya konulduktan sonra risklerin öncelik değeri belirlenebilecektir. Ardından mevzuat ve ilgili standartlar doğrultusunda hem normatif hem performansa dayalı öneriler ve kontrol süreçleri ile risk seviyesinin azaltılabileceği ilave kontrol önlemlerinin tespiti gerçekleştirilecektir. İlave kontrol önlemleri yalnızca kısa vadeli düzeltmeleri tanımlamamalıdır. Eylem planında yer alan herhangi bir tavsiyenin önceliklendirilmesinin, yalnızca risk düzeyini değil, aynı zamanda öngörülen işyeri önlemlerini ve risk kontrol sistemlerini uygulamanın fizibilitesini de yansıtması gerekecektir. Öncelik derecelendirmeleri göz önüne alındığında, önerilen hareket hızının sayısal bir göstergesini verecek bir anahtarın belirlenmesi yararlı olacaktır. İlave önlemlerin gerçekleştirilmesine yönelik sorumluluklar adreslenerek aksiyon planı oluşturulmalıdır.

2.6. Gözden Geçirme ve Revize Etme

Yangın risk değerlendirmesinin geçerlilik koşulları ile bu koşullardaki değişiklik türlerinin sınırları belirlenerek gözden geçirme ve revize etme süreçleri işletilmelidir. Yaşanan yangın olayları, değerlendirme kapsamındaki süreç ve sistemlerdeki değişiklikleri, mevzuat değişiklikleri gibi durumlarda değerlendirmenin sınır koşulları göz önüne alınarak tekrar gözden geçirme ve revize etme işlemleri gerçekleştirilebilir.

2.7. Dokümantasyon

Yangın risk değerlendirme, yangın güvenlik raporu ile dokümantasyon haline getirilmelidir. Değerlendirme süresince yapılan çalışmalar ile birlikte kullanılan belge ve dokümanlar raporun içeriğinde bulunmalıdır. Çalışmanın hangi koşullar ile sınırlandırıldığı ve ne tür değişikliklerin yeni bir değerlendirme gerektireceği belirtilmelidir. Değerlendirmenin amacı, kapsamı ve kullanılan yöntem tanımlanmalıdır.

3.SONUÇ

Yangın güvenliği ile ilgili yönetmelik ve standartlar, yaşanmış olan olaylar ve deneyimler doğrultusunda tekrar gerçekleşmemesine veya etkisinin kontrol altına alınmasına yönelik çalışmaların normatif hale gelmesi oluşturulmuştur. Günümüzde de bu süreç gelişen teknoloji ve farklılaşan üretim metodolojileri ile yeni tehlike ve risklere yönelik performans bazlı tasarım ve yaklaşımlar geliştirilerek devam etmektedir. Endüstriyel tesislerde bu süreçlerde önemli bir yer teşkil etmektedir.

Endüstriyel tesislerin yangın güvenlik süreçlerinde ihtiyacın doğru tespit edilebilmesi ve kapsamlı bir yangın güvenlik korunumu sağlanabilmesi için ayrıntılı bir risk değerlendirmesi çalışması yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ile izlenecek yola bütünlüklü bir içerik oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmayı güçlendirecek olan uygun matematiksel önermeler ile analiz ve değerlendirmeyi gerçekleştirmektedir. Senaryo adımlarındaki her bir adımın olma olasılığı, tespit edilme durumu ve şiddetin artışı veya azalışını matematiksel olarak ifade etmek bu çalışma için gerekmektedir. Aynı zamanda senaryo sonucunu indirgeyecek olan yangın güvenlik sistemlerinin yeterliliği de matematiksel olarak ifade edilebilmelidir. Bu kapsamda bir risk değerlendirmesi yöntemi ile olası hasar ve yangın güvenlik sistemleri işletiminin maliyetlerini doğru bir şekilde ortaya koyarak sağladığı faydaları da tespit edilebilir. Aynı zamanda ortaya çıkacak tesise ait bir yangın risk haritası ile risklerin kabul edilebilirlik seviyeleri, riskten kaçınabilme durumları ve riskin sigortaya devri gibi riskin yönetimine rehberlik edilebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2021
2. TSE ISO Guide 73, " Risk Yönetimi – Terimler ve Tarifler", 2012
3. SFPE, "Engineering Guide - Fire Risk Assessment", 2006
4. FURNESS, A., MUCKETT, M., "Introduction to Fire Safety Management" First Edition, 2007
5. NFPA, "Fire Protection Handbook - Industrial Fire Loss Prevention" , 2008
6. NFPA, "Fire Protection Handbook - Fire Hazard Analysis Techniques", 2008
7. NFPA 101, "Life Safety Code", 2018
8. NFPA 101A, "Alternative Approaches to Life Safety", 2016
9. NFPA 550, "Guide to the Fire Safety Concepts Tree", 2017
10. NFPA 551, "Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments", 2016
11. RAMACHANDRAN, G., CHARTERS, D., "Quantitative Risk Assessment in Fire Safety", 2011
12. AIChE, "Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide", Seventh Edition, 1994

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin Caner YILDIRIM

1988 İzmir doğumludur. 2012 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü, 2017 yılında ise Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü bitirmiştir. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans bölümünü "Yüksek Tehlike Sınıfındaki Bir Akaryakıt Dolu Tesisinde Yangın ve Patlama Risklerine Karşı Yangın Algılama ve Söndürme Sisteminin Tasarlanması" başlıklı tez çalışması ile 2022 yılında bitirmiştir. 2014- 2020 yılları arası yangın güvenliği konusunda özel sektörde çeşitli firmalarda çalışmıştır. 2020 yılından beri Ordu Yardımlaşma Kurumu'nda Yangın Güvenliği Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

LPG DOLUM VE BOŞALTIM TESİSLERİNDE YANGINLA MÜCADELE

Muhammed Bilgehan ŞAHİN

ÖZET

Yüksek riskli yangın zonlarında yangın tesisatı dizaynı yaparken, o alanda bulundan maddelere, ekipmanlara ve istenilen prosese göre dizaynınızı şekillendirmemiz gerekir. Oil and Gas sektöründe en özel işlemlerden biri olan LPG depolama ve LPG boşaltım tesislerinde dikkat edilmesi gereken hususların ve bazı dizayn parametrelerinin irdelenmesi amacıyla bu çalışma oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yangın, Yüksek riskli Yangın zonu, LPG, Oil and Gas

ABSTRACT

In high hazard fire zones, we need to design a firefighting system according to the materials, equipment and the desired process in the projected area and we have to shape our design accordingly. This study prepared for to examine design parameters and major design points In LPG loading and LPG unloading facilities, which are one of the most special operations in the Oil and Gas sector

Keywords: Fire, High hazard fire zone, LPG, Oil and Gas

1. GİRİŞ

LPG, sıvılaştırılmış petrol gazı anlamına gelir ve hafif hidrokarbonların bir karışımıdır. Bütan (C₄H₁₀) ve Propan (C₃H₈) dediğimiz iki gazın karışımından oluşmaktadır. Bu oran ülke şartlarına göre değişmekle birlikte ülkemizde %30 propan %70 bütandır . LPG, petrolden veya doğal gazdan doğrudan karışım hâlinde elde edilebileceği gibi, ticarî propan (C₃H₈) ve ticari bütanın (C₄H₁₀) belirli oranlarda karıştırılması suretiyle de elde edilebilir. Normal şartlar altında (15°C ve 1 atm basınçta) gaz fazında bulunur, basınç uygulandığında sıvı fazına geçer ve bu basınç kaldırıldığında tekrar gaz haline dönüşür. LPG, sıvı fazında taşınır, ölçülür ve depolanır; gaz fazında tüketime sunulur

Propan, bütan ve mix LPG gazının kimyasal özelliklerini aşağıdaki tablodan inceleyebiliriz:

ÖZELLİKLER	BİRİM	PROPAN	BÜTAN	MIKS LPG
Kapalı Kimyasal Formülü		C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	%30C ₃ H ₈ +%70C ₄ H ₁₀
Molekül Ağırlığı	gr/mol	44,09	58,12	53,91
LİKİT HALİNDE				
Normal Kaynama Noktası	°C	-42	-0,5	-13
Normal Erime Noktası	°C	-190	-138	-154
Normal Parlama Noktası	°C	-105	-60	-74
Normal Donma Noktası	°C	-188	-138	-153
Özgül Kütle (15°C'de)	kg/lt	0,508	0,584	0,560
Özgül Hacim (15°C'de)	lt/kg	1,969	1,712	1,786
1 kg Gazın Tam Yanması İçin Gerekli Özgül Hava Miktarı	Nm ³ /kg	12,15	12,02	12,06
Buharlaşma Gizli Isısı	kcal/kg	90,50	92,00	91,55
Üst Isıl Değeri	kcal/kg	11.945	11.735	11.798
Alt Isıl Değeri	kcal/kg	11.070	10.920	10.965
GAZ HALİNDE				
Özgül Kütle (15°C'de)	kg/Nm ³	2,019	2,703	2,28
Özgül Hacim (15°C'de)	lt/kg	0,538	0,407	0,439
Alev Sıcaklığı (Havada)	°C	1.980	2.008	2.000
Alev Sıcaklığı (Oksijen)	°C	2.850	2.800	2.815
Üst Isıl Değeri	kcal/Nm ³	22.218	28.868	26.899
Alt Isıl Değeri	kcal/Nm ³	20.590	26.863	25.000
1 m ³ Gazın Tam Yanması İçin Gerekli Özgül Hava Miktarı	Nm ³ hava/Nm ³ gaz	23,87	31,03	28,88
Gaz / Sıvı Hacim Oranı		272	238	248
Buharlaşma Basıncı (15°C)	kg/cm ²	6,51	0,82	2,53
Buharlaşma Basıncı (20°C)	kg/cm ²	8,95	1,85	3,98
Buharlaşma Basıncı (38°C)	kg/cm ²	12,30	2,60	5,51
Buharlaşma Basıncı (50°C)	kg/cm ²	17,50	4,10	8,91
DIĞER ÖZELLİKLER				
Patlama Limitleri %	alt limit	2,15	1,55	1,96
Patlama Limitleri %	üst limit	9,60	8,50	9,00
Tutuşma Sıcaklığı (Havada)	°C	510	430	454
Tutuşma Sıcaklığı (Oksijende)	°C	490	400	427
Maksimum Tutuşma Hızı (Hava ile)	m/s	0,32	0,25	0,27
Maksimum Tutuşma Hızı (Oksijen ile)	m/s	0,45	0,37	0,39
Tam Yanmadaki Baca Gazı İçerisindeki CO ₂ Hacimsel Oranı	%	13,8	14,1	14

Tablo 1: LPG Gazının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

LPG, yüksek bir buharlaşma hızına sahip olup aynı zamanda havadan daha ağır bir gazdır. Havadan ağır olması sebebiyle LPG'nin belli bir alanda toplanabileceği ve potansiyel olarak patlayabileceği anlamına gelir.. Bu nedenle, LPG dolum ve boşaltım istasyonlarında yüksek yangın riski daima mevcuttur.

Tablo 1'de yer alan terimleri daha detaylı açıklamak ve bu bilgileri üzerinden LPG gazının sebep olduğu yangın tehlikesini belirlemek gerekirse;

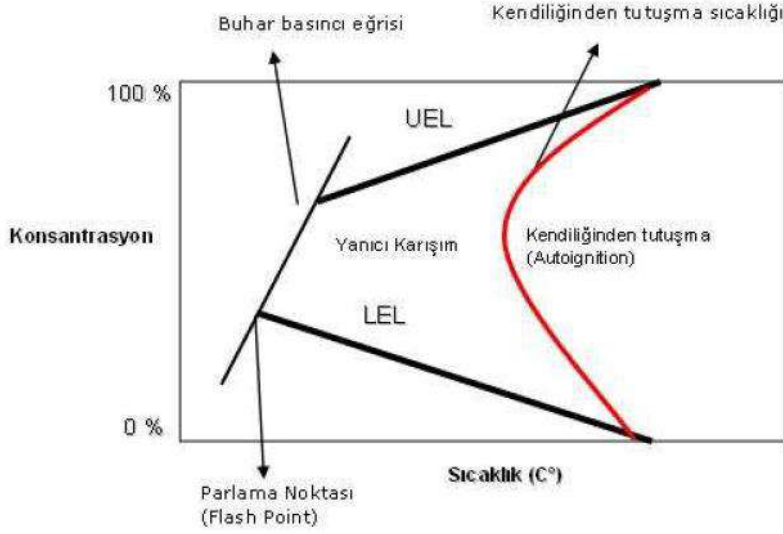
Parlama noktası: Yanıcı ve parlayıcı madde buharlarının, yanmanın başlaması için hava ile oluşturduğu yeterli karışımın, yanma için gerekli eşik değere ulaştığı sıcaklık derecesine Parlama Noktası denir. LPG - 104.4 °C parlama sıcaklığına sahiptir ve bu yüzden kolay alevlenici (Flammable) gaz olarak tanımlanır

Alt patlama sınırı (LEL): Yanıcı bir maddenin, parlamasının oluşması için hava içinde olması gereken minimum oranını ifade eder.

Üst patlama sınırı (UEL): Yanıcı bir maddenin hava içinde yanmasını sürdürebileceği en üst sınırı tanımlamaktadır. Ortamdaki parlayıcı gaz oranı bu değeri aştığında yanma veya patlama oluşmaktadır.

LPG %1,9 alt patlama limiti (LEL) ve %9,5 üst patlama limiti (UEL) ile son derece tehlikeli ve kolay parlayabilen bir gazdır.

Tutuşma sıcaklığı: Yeterli orandaki yakıt ve hava karışımının yanması veya patlaması için gerekli olan en küçük sıcaklık değeridir. Normal koşullarda, hiçbir ateş kaynağı olmadan, yanma bu değerlerde kendiliğinden başlar. Her yakıt ve karışım oranlarına göre değişiklik gösteren bir değerdir.



Şekil 1: LEL, UEL, Parlama Noktası Gibi Değerlerin Konsantrasyon ve Sıcaklık İle Değişimi

2. LPG DEPOLAMA TESİSLERİNDE KULLANILAN YARDIMCI EKİPMANLAR

Oil&Gas tesislerinde LPG kullanımı için gerekli tüm mekanik ve kimyasal hesaplamalar yapıldıktan sonra Bu işlemleri gerçekleştirebilmek için kullanılması gereken ekipmanlara ait özellikler Proses ve Mekanik datasheetler ile belirtilir. LPG dolun ve boşaltım tesislerinde kullanılan temel ekipmanlar şu şekildedir;

LPG Dolun ve Boşaltım Kolu (LPG Loading Arm and Unloading arms), sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) gibi ürünleri bir depodan veya depoya taşımak için kullanılan bir ekipmandır. Dolun kolu, bir bağlantı hortumu ve bir kol sisteminden oluşur. Kol, yatay ve dikey hareket kabiliyetine sahiptir ve dolun işlemini kolaylaştırmak için kullanılır. Bu ekipman, LPG'nin güvenli ve etkili bir şekilde dolun veya boşaltımını sağlar.



LPG Tanker Trenleri (Railcar): LPG tanker trenleri, sıvılaştırılmış petrol gazını (LPG) taşımak için özel olarak tasarlanmış vagonlardan oluşan bir tren sistemidir. Bu trenler, LPG'nin bir üretim tesisi, depo veya terminalden nihai kullanım noktalarına taşınmasında yaygın olarak kullanılır. LPG tanker trenleri genellikle sıkı güvenlik standartlarına tabidir ve patlama veya yangın risklerini en aza indirmek için özel önlemler alınır.



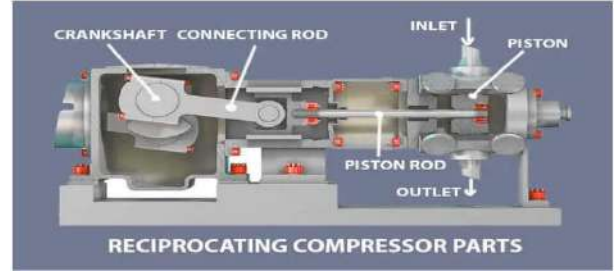
LPG depolama tankları

Normal ortam koşulları altında gaz halinde bulunan LPG'yi sıvı fazında tutmak için sürekli basınç altında tutmak gerekir. Gerekli yüksek iç basınç ihtiyacını karşılamak amacıyla API 620 standardına uygun ve genellikle küresel tip depolama tankları tercih edilir.



LPG transfer pompası ve kompresörü

LPG'nin Depolama tankı ile railcar arasında sıvı fazında transferler için API 610 standardına uygun tasarlanmış pompalar ve Gaz fazında transferler için API 618 standardına uygun kompresörler kullanılır.



2.1 LPG MADDESİNİN SINIFLANDIRILMASI

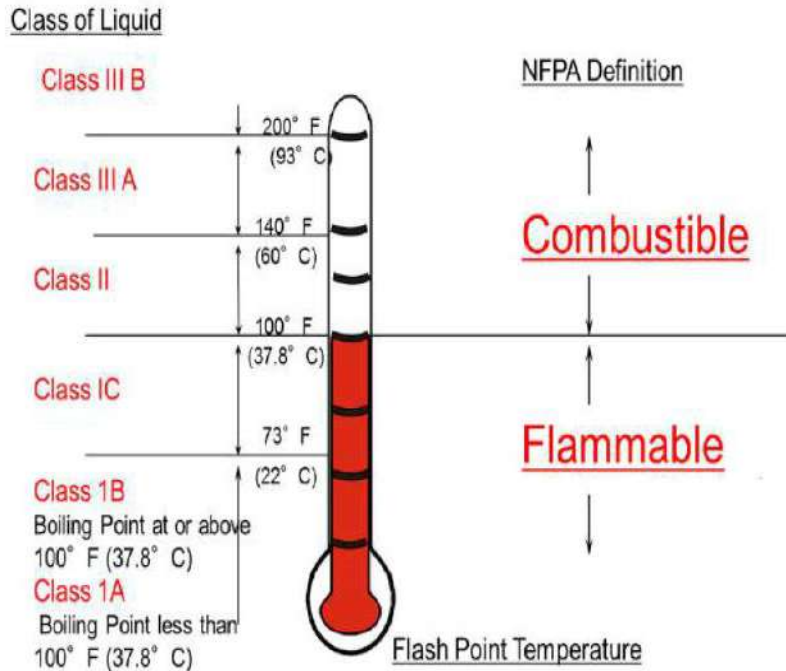
NFPA 30 standardına göre parlama noktasına göre yanıcı ve parlayıcı sıvılar olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır. **Yanıcı sıvılar (Combustible Liquids)** Parlama noktası 37,8°C ve daha yüksek olan sıvılardır. Yanıcı sıvılar üç grupta sınıflandırılır.

1. Sınıf II sıvılar: Parlama noktası 37,8°C ve daha yüksek, 60°C'dan düşük olan sıvılardır.
2. Sınıf III A sıvılar: Parlama noktası 60°C ve daha yüksek, 93°C'dan düşük olan sıvılardır.
3. Sınıf III B sıvılar: Parlama noktası 93°C ve daha yüksek olan sıvılardır.

Parlayıcı sıvılar (Flammable Liquids) Parlama noktası 37,8°C'un altında olan sıvılardır. Parlayıcı sıvılar üç grupta sınıflandırılır.

1. Sınıf I sıvılar: Parlama noktası 37,8 °C'nin altında olan ve 37,8 °C'daki Reid buhar basıncı 276 kPa'ı (2069 mm cıva) aşmayan sıvılar.
2. Sınıf IA sıvılar: Parlama noktası 22,8°C'dan ve kaynama noktası 37,8°C'dan düşük olan sıvılardır.
3. Sınıf IB sıvılarX: Parlama noktası 22,8°C'dan düşük, kaynama noktası 37,8°C ve daha yüksek olan sıvılardır.

NFPA® 30 Flammable & Combustible Liquid Classification by Flash Point



LPG -104.4 °C parlama sıcaklığına sahiptir ve bu yüzden Class 1A kolay alevlenici (Flammable) olarak tanımlanır.

3. LPG DEPOLAMA TESİSLERİNDE YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN TASARLANMASI

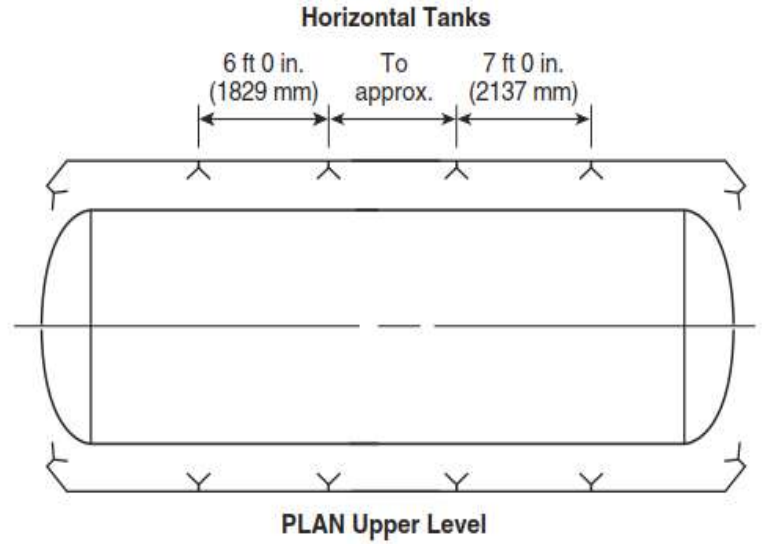
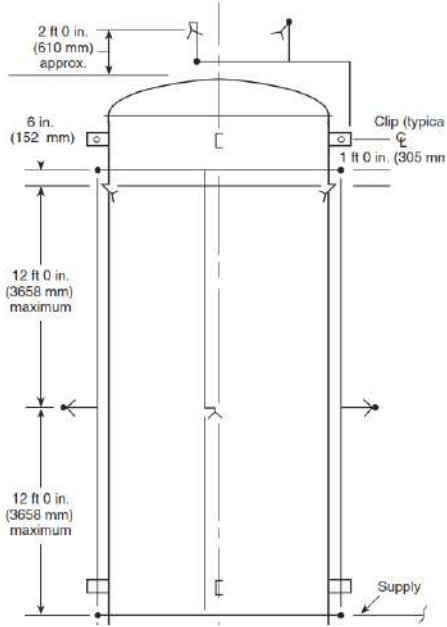
Önceki bölümlerde belirtildiği üzere LPG kolay alevlenici gaz olarak tanımlanır ve kullanıldığı tesiste yüksek yangın tehlikesi ihtiva etmektedir. Bu tehlikeleri bertaraf etmek üzere yangın tasarımı yapılırken kullanılan temel standartlar aşağıdaki gibidir.

- **NFPA 30: Yangınla Mücadele için Sıvılar ve Yanıcı Maddelerin Depolanması Standardı.** Bu standart, yanıcı sıvıların güvenli bir şekilde depolanması, taşınması ve kullanılması için gerekli önlemleri belirler. LPG gibi sıvılaştırılmış petrol gazlarının depolanması ve kullanımıyla ilgili spesifik gereksinimler bu standartta yer almaktadır.
- **NFPA 15: Deluge (Baskın) Yangından Korunma Sistemleri Standardı:** LPG dolum ve boşaltım alanlarında kullanılacak sistemlerin, Tehlike anında hızlı ve etkin bir şekilde devreye girebilmesi için deluge sistemler kullanılır.
- **NFPA 58: LPG Kodu:** Bu kod, LPG'nin depolanması, taşınması, dağıtımı ve kullanımıyla ilgili kapsamlı bir rehberdir. LPG dolum ve boşaltım istasyonları için tasarım, güvenlik önlemleri, yangın koruması ve acil durum planlaması konularında detaylı bilgiler içerir.
- **NFPA 13: Sprey Söndürme Sistemleri Standardı:** Bu standart, yangın söndürme sprinkler sistemlerinin tasarımı, kurulumu, bakımı ve testleriyle ilgili gereksinimleri içerir. LPG dolum ve boşaltım istasyonlarında kullanılan soğutma sistemlerinde NFPA 15 ile beraber en önemli referans koddur.
- **NFPA 72: Yangın Algılama ve İhbar Sistemleri Standardı:** Bu standart, yangın algılama ve ihbar sistemlerinin tasarımı, kurulumu, bakımı ve testleriyle ilgili gereksinimleri belirler. LPG dolum ve boşaltım istasyonlarında yangın algılama ve ihbar sistemlerinin bu standarda uygun olarak tasarlanması ve düzenli olarak test edilmesi önemlidir.
- **IP-19: Institute of Petroleum Fire Precautions At Petroleum Refineries And Bulk Storage Installations:** Petrol Rafinerileri ve Depolama Terminalleri Yangınla Mücadele Önlemlerinin anlatıldığı standarttır.
- **SFPE, "Handbook of Fire Protection Engineering", Society of Fire Protection Engineers**

3.1 Yangın Tesisatı Tasarımı için Temel Parametreler

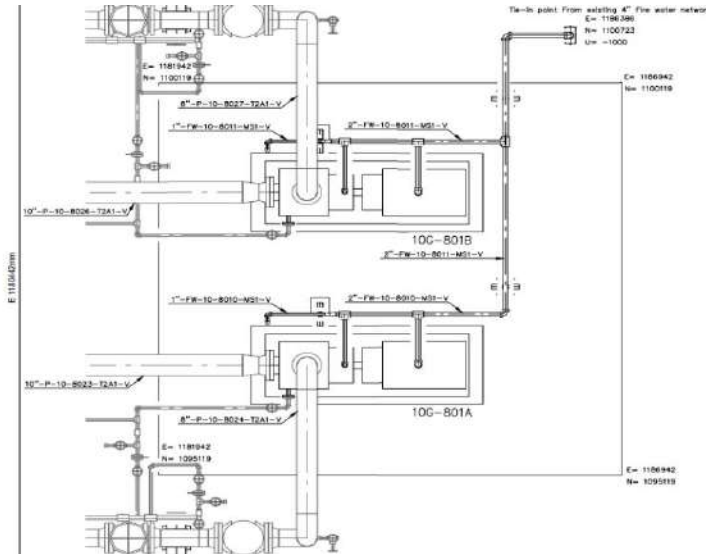
Soğutma Sistemleri tasarım parameteleri:

- Aleve maruz kalan basınçlı depolama tanklarında (LPG küresi, propan drumlar v.b.) uygulama oranı 10.2 litre/dak/m² olacaktır. Tasarımda kullanılacak nozulların sprey alanları birbiri üzerine örtüşmeli ve korunan yüzeyin her noktası mutlak ıslatılmalıdır. (NFPA-15 & IP19 7.4.2)

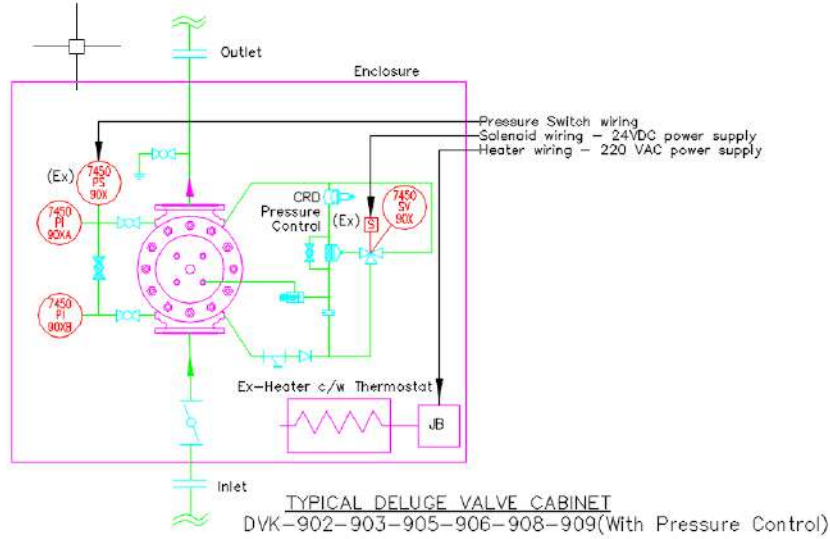


Typical Vertical Tank with skirt protection

- Yanıcı kimyasal veya gaz transferinde kullanılan pompa, kompresör veya benzer ekipmanlarda oluşabilecek sızıntı sonrası alev maruz kalabilen parçalar için uygulama oranı 20 l/dak/m² olacaktır. (NFPA-15 & IP19 7.3.2)



- Alev maruz kalacak LPG depolama tanklarının yüzeyleri ve pompa, kompresör gibi ekipmanlarda meydana gelebilecek sızıntı sonrası alev maruz kalan yüzeyleri korumak için tasarlanacak soğutma sistemleri otomatik aktivasyonlu olmalıdır. (NFPA-15 & IP19 7.3.2 ve 7.4.2)



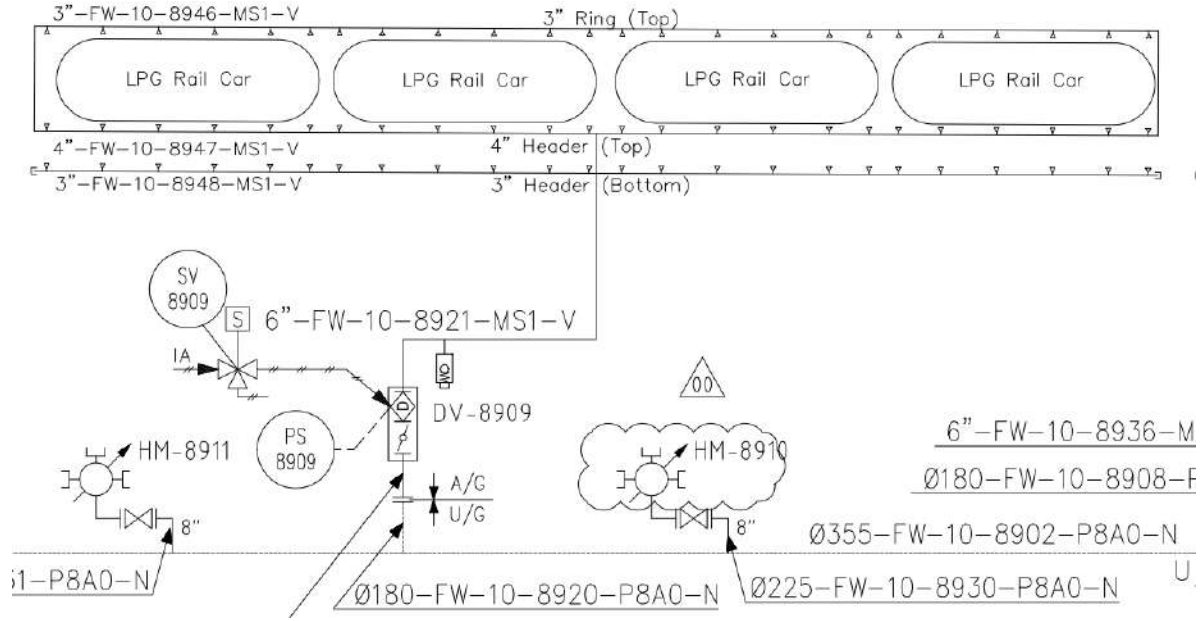
- Oluşturulacak senaryo hesaplamalarında, sabit sistem için gerekli yangın suyu debisine minimum 2,000 l/dak, müdahale ekiplerinin kullanacağı yangın hortumu debisi ilave edilmelidir. (NFPA-15 & IP19 7.2.2.1.4)
- Yanıcı kimyasal veya gaz transferinde kullanılan pompa, kompresör veya benzeri ekipmanların bulunduğu alanlarda minimum 2 adet uygun tipte hortum makarası tesis edilmelidir. Bu sayı alanın büyüklüğüne göre belirlenmelidir. (IP19 7.2.3.1)
- Risk alanın etrafında sabit monitör yerleşimi yapılabilir. Böyle bir durumda seçilecek monitör debisi minimum 1,900 l/dak olmalıdır. Bu monitörler korunacak ekipman veya alana 15 ~ 30 m mesafede konuşlandırılmalıdır. (IP19 7.2.3.2)

Yangın Hidrant Sistemi:

- Yangın senaryolarında, sistemdeki herhangi bir noktadaki suyun hızı 10 m/sn.'yi geçmeyecektir. (EN-12845)
- Yangın hidrant hatlarında, yangın senaryolarında belirtilen debileri karşılayabilecek kapasitede özel tasarım yangın hidrantları konumlandırılacaktır.

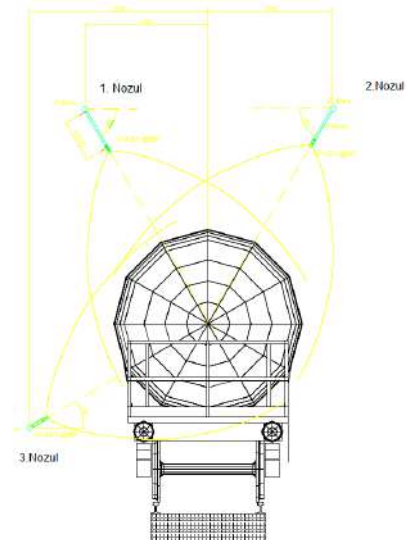
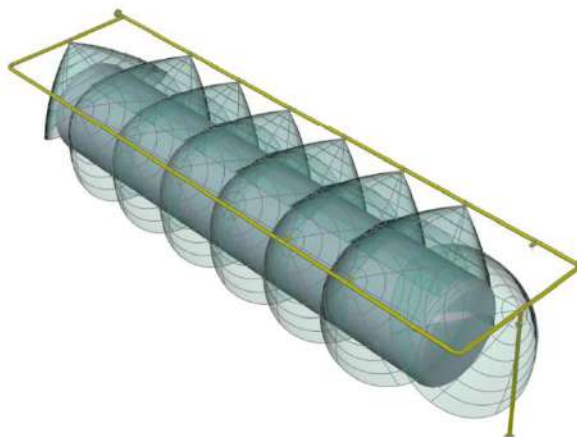
4. ÖRNEK PROJE ÜZERİNDEN TEMEL MÜHENDİSLİK HESAPLARI

Projelendirilen LPG boşaltım istasyonunda 4 adet 4 vagonlu Railcar işleme kapasitesi istenmekte ve bu duruma uygun olarak Kompresör alanı, Ölçüm istasyonu (Metering station) ,Toprak altına gömülü Knock-out drum ekipmanının projelendirilmesi istenmiştir. İlgili alan 1 yangın zonu olarak düşünülmüş ve mevcut yangın hattından bağlantı alınarak 14" çapında yeni yangın ringi projelendirilmiştir.



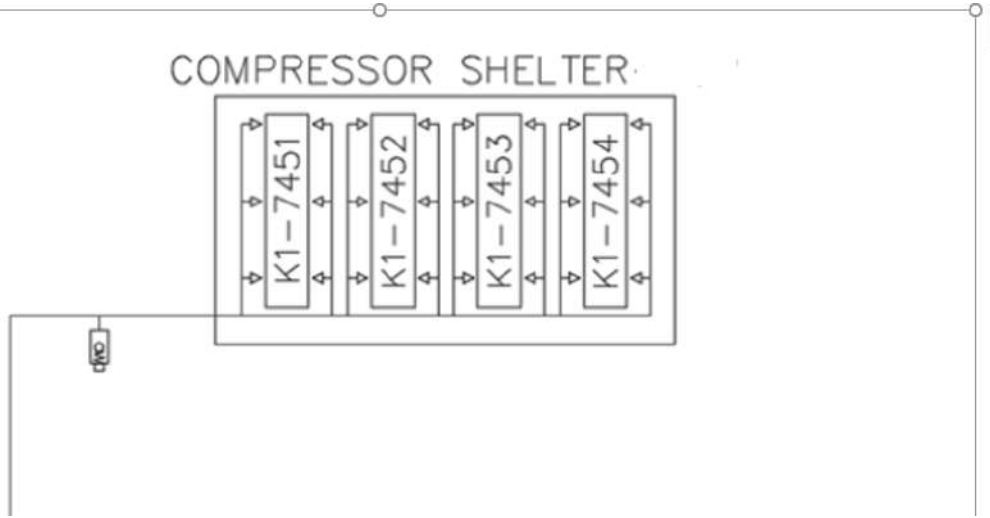
LPG Vagonları Soğutma Sistemi Hesapları:

- Tank Çapı & Uzunluğu: 2.6 m. & 17.5 m.
- Tank Yüzey Alanı: ~150 m²
- Tasarımda art arda 4 adet vagon için soğutma sistemi tek bir deluge vana kontrolü ile yapılacaktır. Oluşturulacak sistem, tavan seviyesinde 24 adet yukarıdan aşağıya yönlü, Zemine Yakın seviyede aşağıdan yukarı doğru 24 adet nozul içermektedir.
- Toplam korunacak Yüzey Alanı: 600 m²
- Uygulama Oranı: 10.2 l/dak/m²
- Min. Soğutma Debisi: 6,120 l/dak.
- Nozullar için kabul edilen dizayn basıncı (P): 3 bar
- Her bir nozul için tasarım debisi (q): 6,120 l/dak ÷ 72 nozul = 85 l/dak
- Nozul için gerekli K faktörü (K): $q \div \sqrt{P} = 85 \text{ l/dak} \div \sqrt{3} = 49$
- Seçilen K faktör: 51
- Muhtemel hidrolik hesap debisi (Q): 72 nozul x 51 x $\sqrt{3} = 6,360 \text{ l/dak}$.



Kompresör Sundurması:

- Alan: 10 m. x 20 m. = 200 m²
- Riskli alan: 6 m. x 20 m. = 120 m²
- Uygulama Oranı: 20.4 l/dak/m²
- Min. Soğutma Debisi: 120 x 20.4 = 2,448 l/dak.
- Tavan seviyesinde 24 adet nozul kullanımı tasarlanmıştır. 8 adet branşman, her bir branşmanda toplam 3 adet nozul.
- Nozullar için kabul edilen dizayn basıncı (P): 3 bar
- Her bir nozul için tasarım debisi (q): 2,448 l/dak ÷ 24 nozul = 102 l/dak
- Nozul için gerekli K faktörü (K): $q \div \sqrt{P} = 102 \text{ l/dak} \div \sqrt{3} = 59$
- Seçilen K faktör: 64
- Muhtemel hidrolik hesap debisi (Q): 24 nozul x 64 x $\sqrt{3} = 2,660 \text{ l/dak}$



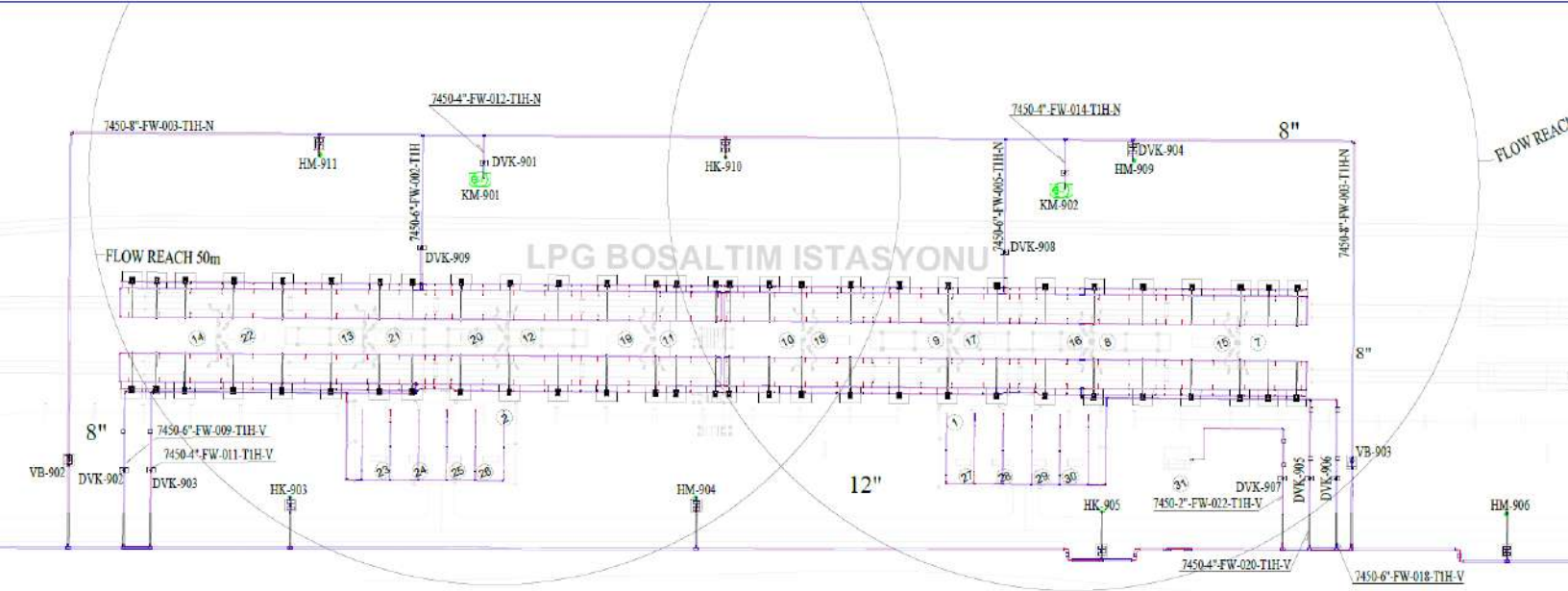
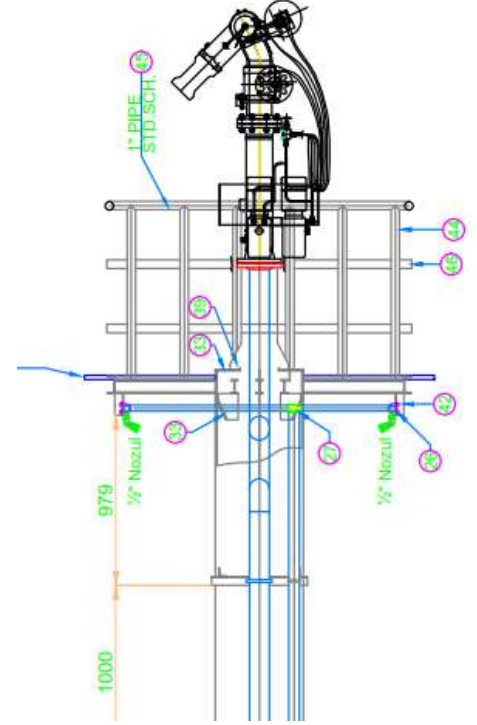
Knock Out Drum yer alan Pit

Çevresinde bulunan sistemlerde meydana gelebilecek gaz kaçağı senaryosunda, gazın pit içerisine dolup risk oluşturmasını engellemek için orta genleşmeli köpük sistemi ile pitin köpükle örtülmesi tasarlanmıştır.

- Tasarım NFPA11, Orta & Yüksek genleşmeli köpükle müdahale yöntemidir.
- Hacim (V): 3 m. x 2.5 m. X 3 m. = 22.5 m³
- Hacim örtme süresi / Uygulama süresi (t): 2 dak
- Köpük hacmi küçülme oranı (Cn): 1.15
- Kayıp köpük oranı (Cl): 1.0
- Min. Genleşmiş köpük uygulama hacmi (R): $V/t \times Cn \times Cl$
- $R = 22.5 / 2 \times 1.15 \times 1.0 = \sim 13 \text{ m}^3/\text{dak}$.
- Orta genleşmeli köpük sistemi, tipik genleşme oranı: 1:40
- Min. köpük solüsyonu uygulama debisi: $13000 / 40 = 325 \text{ l/dak}$
- Tasarım için seçilen köpük dökücü debisi: 450 l/dak.

Uzaktan Kumandalı Su Monitörü Sistemi- RCM

Proje kapsamında ilgili risk alanlarına müdahale edebilmek üzere 4,000 l/dak. kapasiteli uzaktan kumanda edilebilir monitörler kullanılması düşünülmüştür. Bu kapasitede monitörler nozul girişinde 7 bar su basıncı sağlanabildiğinde yaklaşık 65 – 75 metre mesafeye su erdirtirebilmektedir. Atış anında olumsuz rüzgâr koşulları etkili olabileceği varsayımı ile yerleşim planında etki mesafesi %30 eksiltilek ~ 50 metre kabul edilmiştir. Amaç risk alanlarının en az iki farklı monitör ile müdahale edilebilir olmasını sağlamaktır



4.1 YANGIN SENARYOLARI

En kötü durum senaryosunu bulmak için; en çok soğutma & köpük debisi ihtiyacı olan tanklardan senaryolar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

#1: Kompresör binası önündeki vagon yangını (Sabit Sistem)

Yangın senaryosunda, aşağıdaki yangın savunma sistemleri kullanılacaktır:

Vagon soğutma sprinkler sistemi:.....6,360 l/dak.

Kompresör sundurması sprinkler sistemi:.....2,660 l/dak.

Yangın hidrantı:.....4,000 l/dak.

TOPLAM POMPA DEBİSİ:.....13,020 l/dak.

SU İHTİYACI (6 SAAT İLE):.....4,687 m³

#2: Kompresör binası önündeki vagon yangını (RCM Sistem ve İtfaiye ile müdahale)

Yangın senaryosunda, aşağıdaki yangın savunma sistemleri kullanılacaktır:

1 adet RCM (Her biri 4,000 l/dak.):.....4000 l/dak.

İtfaiye araç üzeri monitör:.....6,000 l/dak.

Kompresör sundurması sprinkler sistemi:.....2,660 l/dak.

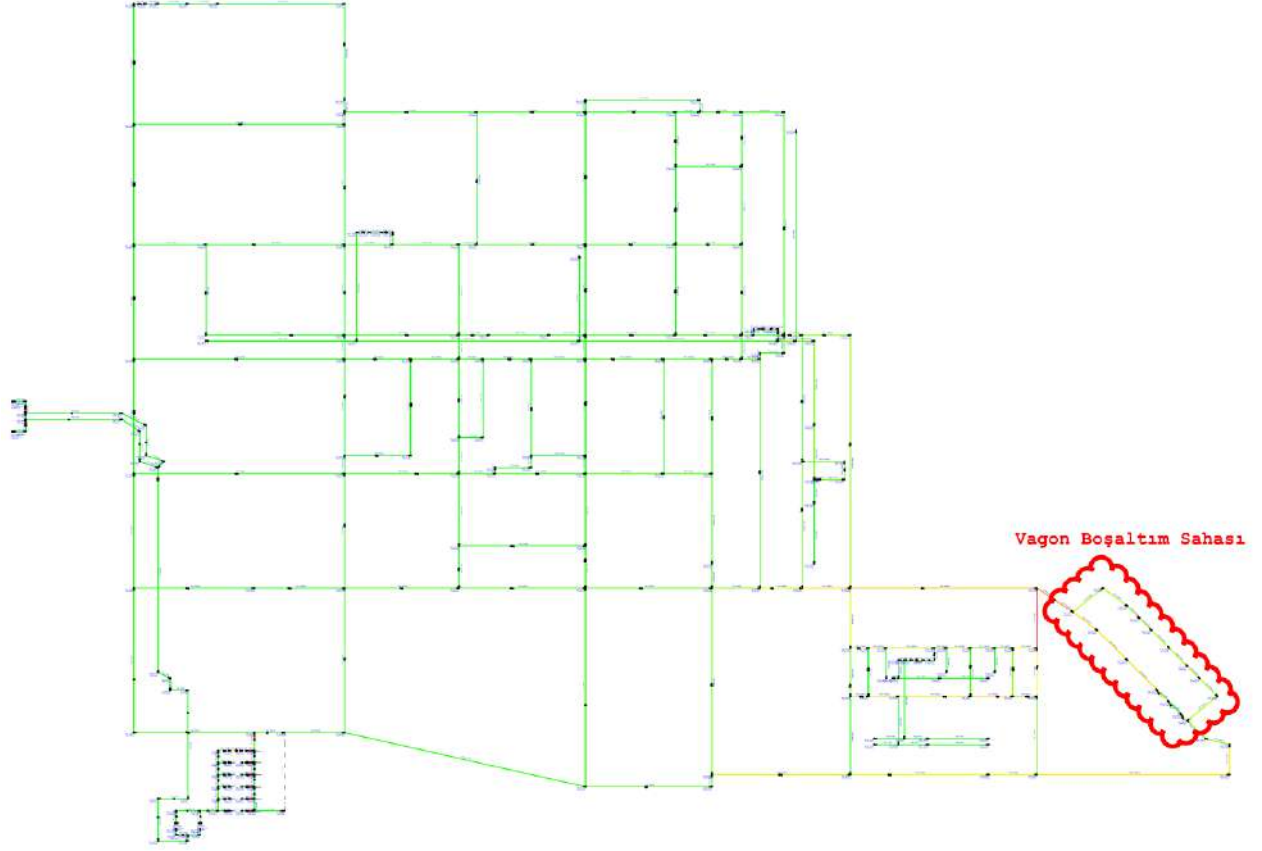
Yangın hidrantı:.....2,000 l/dak.

TOPLAM POMPA DEBİSİ:.....14,660 l/dak.

SU İHTİYACI (6 SAAT İLE):.....5,277 m³

4.2 HİDROLİK ANALİZ

Yukarıda tanımlanan dizayn bilgileri ışığında seçilen yangınla mücadele sistemi, hidrolik modelleme programı yardımıyla yapılmıştır. Rafinerinin hidrolik modelinin görüntüsü aşağıdaki gibidir:



En kötü senaryoda ihtiyacımız olan debi değerleri hidrolik modelleme programına girilerek LPG boşaltım sahası etrafına tasarlanacak yangın hattı çap değeri tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- [1] SFPE, "Handbook of Fire Protection Engineering", Society of Fire Protection Engineers
- [2] NFPA 92B, " Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas", National Fire Protection Association, 2009 Edition
- [3] NFPA 30 :Flammable and Combustible Liquids Code
- [4] NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code
- [5] NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems
- [6] IP-19: Institute of Petroleum Fire Precautions at Petroleum Refineries and Bulk Storage Installations

ÖZGEÇMİŞ

Bilgehan Şahin

1987'de Sakarya'da doğdu. 2012 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2016 Yılında İşletme Yönetimi Yüksek Lisansını tamamladı.12 senedir Proje ve Taahhüt firmalarında yangın tesisatı üzerine çalışmaktadır.

ENDÜSTRİYEL YANGIN SİGORTACILIĞINDA SİGORTA ETTİRENE DÜŞEN GÖREVLER: RİSK MİNİMİZASYONU

Burkay KARADAYI

ÖZET

Yangın sigortacılığı Dünya'da 1666 Büyük Londra Yangını, ülkemizde ise 1870 Büyük Beyoğlu Yangını ile gündeme gelmiştir. Topluların hafızasında yer eden büyük felaketler sonucu kendilerini güvencede hissetme ihtiyacı doğmuş ve farklı sigorta ürünleri ve hizmetleri zamanla gelişmiştir. Gelişen sigorta endüstrisi beraberinde ekonomik büyüme ve risk yönetimi gerekliliklerini de getirmiştir. Yangın sigortacılığı özelinde sektörün temel görevi yaşanabilecek olası bir yangın, yıldırım ve infilaktan kaynaklı maddi kayıpların telafisini karşılamak olarak özetlenebilecek iken sigortalı olarak tabir ettiğimiz sigorta ettirenlerin de bu süreçte bir takım görev sorumlulukları mevcuttur. Bu görev ve sorumluluklar ülkemiz mevzuatında açık bir şekilde belirtilmiş olup bu çalışmada sigortacılığın temel unsurlarından birisi olan iyi niyet kavramı doğrultusunda sigortalının üzerine düşen kendi riskini azaltması sorumluluğu üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yangın sigortacılığı, Risk yönetimi, Risk minimizasyonu, Riziko teftiş

RESPONSIBILITIES OF THE INSURED IN INDUSTRIAL PROPERTY (FIRE) INSURANCE: RISK MINIMIZATION

ABSTRACT

Fire insurance emerged in the world with the Great Fire of London in 1666 and in our country with the Great Fire of Beyoglu in 1870. As a result of major disasters that remain in the memory of communities, the need for insurance products and services has arisen and gradually developed over time. The developing insurance industry has brought economic growth and the necessity for risk management. The main goal of fire insurance can be summarized as being to compensate for the financial losses that may result from a possible fire, lightning, or collapse. There are also certain duties and responsibilities for the insured, also known as the insurance policyholder. These duties and responsibilities are clearly specified in the legislation of our country. And in this study, the responsibility of the policyholder to reduce their own risk, based on the concept of good faith which is one of the fundamental elements of insurance, has been emphasized.

Key Words: Fire insurance, Risk management, Risk minimization, Risk inspection

1. GİRİŞ

Sigorta kavramını en basit ve en temel anlatımla bir riskin belirli bir prim karşılığında sigortacıya devredilmesi olarak tanımlayabiliriz. İnsanlar karşı karşıya oldukları risklerin yönetimi için tarih boyunca çeşitli yöntemler geliştirmişler ve günümüze ulaşan süreçte sigortacılık bunların en yaygın kullanılan hali olagelmıştır. Hem güven duygusunu hissetme hem de ekonomik kayıpların tolere edilebilmesi için önemli bir yere sahip olmuştur. Ticari faaliyetlerin gelişmesiyle birlikte insanlar mal varlıklarındaki kayıpları giderebilme yollarını aramışlar ve günümüzde nakliyat sigortacılığı olarak bilinen bir malın sevkiyatı esnasında başına gelebilecek tehlikelere karşı varlıkların sigortalanmasıyla sigortacılığın temelleri atılmış olarak kabul edilmektedir. Süreç içerisinde insanların ticari faaliyetlerinin yanı sıra karşı karşıya kaldıkları farklı tehlikeler farklı sigortacılık ürünlerinin gelişimini sağlamıştır. 17. yy.'da Londra'daki yangınla [1] başlayan yangın sigortalarının ilk örnekleri ülkemizde de yine benzer çaplı bir felakette 19. yy.'da Büyük Beyoğlu Yangını [2] ile yer etmeye başlamıştır [3].

Sigortacılık insanlara güven telkin etme ve ekonomik kayıpları giderme görevinin yanında ayrıca ekonominin gelişmesinde de doğrudan pay sahibi olmuştur. Riskten kaçınma olgusunun daha geri plana gelmesiyle birlikte ekonomilerde yatırım miktarı artmış, büyük çaplı girişimlerin başarılı bir şekilde büyümesi sağlanabilmiş ve günümüz dünyasına ulaşan yolda insanlığın gelişmesi için fayda sağlayıcı bir role bürünmüştür. Öyle ki yayınlanan istatistiklere [4] göre ülkemizde faaliyet gösteren sigorta şirketlerinin 2023 yılının ilk yarısında yangın ve doğal afetler alanında ürettikleri prim büyüklüğü toplam 25.778.539.873 TL olarak gerçekleşmiş ve sigortanın (özellikle yangın ve doğal afet sigortalarının) ülke ekonomimiz için oldukça önemli bir risk transfer aracı olduğunu ortaya koymuştur.

Sigortacılık sektörünün tüm bu fonksiyon ve görevlerinin yanı sıra temelde sigorta ettiren olarak ifade edilen ve maddi menfaatin kaybından zarar gören taraf olarak nitelendirilebilecek taraflara bir takım görev ve sorumluluk düşmektedir. 5684 sayılı Sigortacılık Kanunu [5] ve Türk Ticaret Kanunu 6. Kitap hükümleri [6] sigortacı ve sigorta ettirenin görev ve sorumluluklarını açık bir şekilde belirtmektedir. Ancak bu çalışmaya konu husus mevzuatta doğrudan yer almasa da sigortacılığın temel prensiplerinden olan sigorta ettirenin iyi niyeti doğrultusunda kendi riskini azaltıcı önlemlerini almasıdır. Her ne kadar mevzuatta sigortacının tespit ettiği risklerle ilgili sigorta ettirenin bilgilendirilmesinin ardından bu hususlar yerine getirilmediğinde sigortacının sözleşmeyi fesih hakkı bulursa da günümüz piyasasında oluşan rekabet koşulları sigorta şirketlerinin risk kabul politikalarında zorlanmasına yol açabilmektedir. Aşağıdaki tablodan da görüleceği üzere, sigorta sektörünün yangın ve doğal afet sigortaları branşında toplamda 25,7 milyar TL dolayındaki ilk 6 aylık üretiminin %85'ine yakını ilk 10 sigorta şirketi tarafından yapılmış olması bu şirketler arasındaki rekabeti ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Prim üretimine göre ilk 20 sigorta şirketlerinin prim üretimleri [4]

No	Sigorta Şirketi	Yangın ve Doğal Afetler Toplam Üretim
1	Türkiye Sigorta AŞ	5.150.408.592,55 ₺
2	Anadolu Anonim Türk Sigorta Şirketi	3.672.241.340,10 ₺
3	Axa Sigorta AŞ	2.377.957.689,74 ₺
4	Aksigorta AŞ	2.176.341.567,23 ₺
5	Eureko Sigorta AŞ	1.745.774.152,32 ₺
6	HDI Sigorta AŞ	1.388.790.778,46 ₺
7	Allianz Sigorta AŞ	1.259.947.543,17 ₺
8	Sompo Sigorta AŞ	1.058.022.724,15 ₺
9	MAPFRE Sigorta AŞ	917.446.696,55 ₺
10	Ray Sigorta AŞ	915.456.688,09 ₺
	İlk 10 Şirket Toplam Üretim	20.662.387.772,36 ₺
11	Doğa Sigorta AŞ	693.006.973,67 ₺
12	Bereket Sigorta AŞ	638.107.865,38 ₺
13	Neova Katılım Sigorta AŞ	608.527.231,45 ₺
14	Zurich Sigorta AŞ	538.797.827,02 ₺
15	Groupama Sigorta AŞ	331.391.208,07 ₺

16	Chubb European Group SE Merkezi Fransa Türkiye İstanbul Şubesi	198.241.907,76 ₺
17	Unico Sigorta AŞ	181.609.932,20 ₺
18	Ethica Sigorta AŞ	130.906.585,32 ₺
19	Generali Sigorta AŞ	119.189.700,16 ₺
20	Orient Sigorta AŞ	71.621.521,00 ₺
	İlk 20 Şirket Toplam Üretim	24.173.788.524,39 ₺

2. POLİÇE SÜRECİ VE KARŞILIKLI SORUMLULUKLAR

Endüstriyel yangın sigortalarında poliçeleşme süreci ilk etapta maddi menfaatini (bina, emtia, makine, demirbaş vb.) teminat altına alma talebinin sigorta ettiren tarafından sigorta şirketine iletilmesiyle başlamaktadır. Bu talep iletimi şirkete doğrudan yapılabildiği gibi bir aracı kurum (acente, broker, banka vs.) vasıtasıyla da gerçekleştirilebilmektedir [7]. Sonrasındaki süreç şirketlerin risk iştahı, risk kabul kriterleri, sigorta ettirenin tesisinin fiziki şartları gibi pek çok kriterli değerlendirme aşamasının ardından teklif süreci ile ilerlemektedir. Bu aşama ile paralel veya sıralı bir şekilde sigorta şirketlerinin risk mühendisliği (riziko teftiş) süreci de yürütülmekte olup işletmelerin yangın riskleri gerçek anlamda bu aşamada değerlendirilebilmektedir. Bu aşama sigortacılık sektörünün ekonomiye kattığı ilave bir değer niteliğinde olup tesislerde dışarıdan bir gözle tespit edilen eksiklikler konusunda işletmeler bilgilendirilmekte ve öz kaynakların korunup geliştirilmesine farklı bir katkı sunmaktadır. Poliçe sürecindeki son aşama ise bir sonraki yenileme dönemine kadar sigorta ettirene bildirilen eksikliklerin giderilme sürecinin takibi şeklinde ilerlemektedir.

2.1. Sigortalanma Talebi

Endüstriyel yangın sigortası talebi sigorta ettirenlerden acente, broker, banka gibi farklı kanallarla sigorta şirketlerine gelebilmektedir. Bu tip poliçeler yaygın olarak sektörde paket poliçe şeklinde yangın ana teminatının yanı sıra ek teminatları da içerebilmektedir [8]. Bu ek teminatlar sel, fırtına, kar ağırlığı, dâhili su gibi yangın, yıldırım ve infilak haricinde tesislerin karşı karşıya kalabildiği bir takım tehlikelere karşı maddi kayıpları telafi etmek için kullanılmaktadır. Bazı endüstriyel işletmeler bu paket poliçedeki yangın ve ek teminatlarının yanı sıra aynı zamanda mühendislik sigortasına konu (makine kırılması, elektronik cihaz vb.) teminatlar ile birlikte yangın ve mühendislik risklerine bağlı kâr kaybı teminatlarını da talep edebilmektedir. Talep edilen her teminat içeriği poliçe için farklı riskleri beraberinde getirmekte olup farklı değerlendirme kriterlerini de ön plana çıkarmaktadır. Bu noktada sigorta şirketinin risk kabul kriterleri ve risk iştahı ön plana çıkmaktadır.

2.2. Teklif Süreci

Sigorta şirketlerinin gelen sigortalanma talebini değerlendirme süreci yukarıda da belirtildiği üzere sigorta şirketinin risk kabul kriterleri, risk iştahı ve işletmenin mevcut fiziki koşulları ve alınması gereken önlemlerin uygunluğuna göre değişkenlik gösterebilmektedir. Sigorta şirketleri bu hususları göz önünde bulundurarak risk primi, genel giderler, komisyon ve kâr marjını göz önünde bulundurarak poliçe prim hesaplaması ve teminat içeriklerini oluşturur [3]. Ortaya koyulan teklif sigorta ettirenin değerlendirmesine sunulmak üzere paylaşılır.

Bu aşama sigorta şirketlerinin sigortalanma talebi aldıkları işletmeyi ilk tanımaya başladıkları aşama olarak düşünülebilir. Genellikle bu aşamada sigorta şirketleri işletmeler hakkında bir takım bilgilere sahip olmak üzere sigorta ettirenden işletmenin fiziki şartları ile ilgili bilgi talebinde bulunurlar. Bunlar genellikle tesisi talep edilen teminat içeriğine yönelik olarak tanıma amacı güdülen sorular şeklinde sigorta ettirene iletilmektedir. Burada Türk Ticaret Kanunu'nun Sigorta Hukuku kısımlarında belirtildiği üzere sigorta ettirenin beyan yükümlülüğü devreye girmektedir [6]. Paket poliçe [9] (yangın, mühendislik, sorumluluk, kâr kaybı vb. teminatların birkaçını veya tamamını tek seferde kapsayan poliçeler) kapsamında bina, makine tesisat, demirbaş, emtia, işveren sorumluluk, diğer sorumluluklar

gibi risklere karşı teminat talep edilen işletmelerden beklenen ön bilgiler ana hatlarıyla aşağıdaki hususları içerebilmektedir:

- Yapısal detaylar
 - Bina metraji
 - Bina yapı tarzı
 - Çatı ve yan duvar kaplamaları
 - Yangın bölümlendirmesi vb.
- Yangın önlemleri
 - Sulu söndürme sistemleri
 - Yangın algılama sistemleri
 - Portatif yangın söndürücüler
 - Özel yangın söndürme sistemleri vb.
- Güvenlik önlemleri
 - Tesis güvenlik ekibi
 - Güvenlik kamerası ve alarm sistemleri
 - Çevre koruma önlemleri
 - Civar güvenlik kuvvetleri bilgileri vb.
- İş sağlığı ve güvenliği programı
 - İş güvenliği ekip bilgisi
 - Acil durum ekipleri
 - Geçmiş kaza bilgileri vb.
- Geçmiş hasar detayları
 - Son dönemdeki hasar detayları
 - Yaşanılan hasarların maddi kayıp bilgileri
 - Hasarlardan sonra alınan önlem bilgileri vb.
- Mekanik, elektriksel ve tesisat bilgileri
 - Makine yaş ve bakımları
 - Enerji (trafo, jeneratör, kazan vb.) tesisat bilgileri vb.

Yukarıda sıralanan başlıklar sigorta şirketlerinin risk değerlendirme prosedürlerine göre içerik olarak detaylandırılıp sadeleştirilebilmekte olup yaygın talep edilen bilgileri içermektedir. Bu aşamada temin edilen sigorta ettirenin beyanına dayalı hususlar olup sigorta şirketinin poliçe ibrazından önceki aşamada teklif sunması için kullandığı ön bilgiler şeklindedir. Teklif çalışmasının ardından kapsam ve teklif priminin sigorta ettiren tarafından uygun bulunması durumunda veya bu süreçle paralel olarak detaylı ve kapsamlı, sigorta şirketi tarafından sahada yürütülen çalışma ise riziko teftiş çalışmasıdır.

2.3. Riziko Teftiş Çalışması

Sigorta şirketlerinin ilgili teknik departmanlarının (underwriting) hazırlayıp sigorta ettiren ile paylaştığı sigorta sözleşmesi teklifinin sigorta ettiren tarafından kabul görmesinin akabinde poliçenin onay süreci başlamaktadır. Bu onay sürecinde şirketlerin kendi bünyelerinde bulunan risk mühendisliği ekipleri veya yetkili sigorta eksperleri tarafından ilgili endüstriyel işletmede risk mühendisliği çalışması yürütülür. Bu yürütülen çalışmada sigorta şirketlerinin tesisin Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğine uygunluğunu denetlemekle yükümlü olduğu anılan yönetmelik hükümlerinde açıkça belirtilmiştir [10]. Bu aşamada sigorta şirketlerinin kamu adına denetim görevi de olduğu ortaya çıkmakta ve kamusal yarara ilave bir katkı sunduğu sonucunu doğurmaktadır.

Her ne kadar sigorta şirketlerinin yürüttüğü denetimler sonucunda sigorta ettirene veya sigortalı adayına yönelik herhangi bir yasal yaptırım gücü olmasa da zaman içinde sektörün yaşamış olduğu büyük çaplı yangın hadiseleri nedeniyle bazı sektörler ve faaliyet kollarına yönelik sigorta sektörünün olumsuz bakış açısı söz konusu olabilmektedir. Bu sektörlerin ve faaliyet kollarının sigorta sektörü tarafından ortaya koyulan standart seviyeye yaklaşması ancak sigorta talepleri pek çok şirket tarafından reddedildiğinde ve teminat bulamama sorunu ortaya çıktığında sağlanabilmektedir. Bu durum sayesinde riskli addedilen bu faaliyet kollarının da belirli bir güvenlik standardına ulaşması gerçekleşmiş ve öz kaynakların korunmasına katkı sağlanabilmektedir.

Risk mühendisliği çalışmaları sigortacılık sektörünün seneler içerisinde ödediği hasarların tecrübesi sonucunda ortaya koyulan uygulamalarla birlikte ulusal ve uluslararası mevzuatta yer alan hükümlerin bir bütünü ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda sigortacılık sektöründe benimsenen önlemlerin yalnızca ülkenin mevzuatından yararlanmaması ve dünya genelinde hâkim farklı mevzuat ve standartlara yönelik beklentileri işletmelerin daha iyiye ulaşmasında efektif bir rol oynamıştır [11].

İşletmelerde gerçekleştirilen risk mühendisliği çalışmaları çok boyutlu çalışmalardır. Sürecin içerisinde hem sigortacılık hem de mühendislik bir arada yürütülmekte olup disiplinler arası bir yaklaşımın benimsenmesi elzemdir. İşletmelerde yürütülen çalışmaların kapsam ve amacı doğrultusunda pek çok teknik ve sosyal detaya hâkim olunması beklenmektedir. Bu durum da risk mühendisliği ekibinin teknik ve sosyal becerilerinin yanı sıra tecrübe seviyesiyle de doru orantılı olarak başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayabilmektedir.

Tesislerde yürütülen risk mühendisliği çalışmaları Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik hükümleri ağırlıklı olmak üzere endüstriyel işletme tarafından talep edilen teminat içeriklerinin kapsamına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bununla birlikte paket poliçelerde sunulan ilave teminatlara (mühendislik, sorumluluk, kâr kaybı vb.) yönelik de yürütülen çalışmalar söz konusu olabilmektedir. Gerek yangın riskinin gerekse de paket poliçelerdeki yangına ilave teminatların gereklilikleri çalışmanın çok boyutlu yürütülmesini ve tecrübeyle ilişkili başarı oranının artmasına vesile olmaktadır.

Risk mühendisliği çalışması temelde 3 aşamalı olarak düşünülebilir:

1. Ön hazırlık safhası ve evrak-bilgi talep süreci
2. Saha ziyareti ve riziko teftiş süreci
3. Evrak, saha bulguları ve doküman inceleme ve raporlama süreci

Risk mühendisliği ekibinin müşterisi şirketlerin ilgili UW departmanları olup bu departmanlar risk mühendisliği raporuna göre ilgili endüstriyel tesise teminat verip vermeme, teminat içerikleri ve şartları ile fiyatlama kararını vermektedir. Ortaya koyulan rapor doğrultusunda hazırlanan riski iyileştirici öneri raporu/mektubu endüstriyel tesis ile paylaşılarak sigortalı adayı işletmesinde mevcut risklerle ilgili 3.bir göz tarafından bilgilendirilmiş olmaktadır.

2.4. Öneri Takip Süreci ve Örnek Aksiyon Planı

Sigorta şirketi tarafından sigortalı adayının işletmesindeki sigorta riskleri hakkında bilgilendirilmesinin akabindeki süreç yönetiminde büyük sorumluluk sigortalı/sigorta ettiren tarafına geçmektedir. Bu süreçte riskleri hakkında bilgi sahibi olan tesisin bu riskleri minimize etmek noktasında aksiyon alması sigorta şirketi tarafından beklenmektedir.

Türk Ticaret Kanunu [6] Madde 1448'e göre sigorta ettirene zararı önleme yükümlülüğü verilmiştir. Bu yükümlülüğe göre sigortacı sigorta ettirene rizikonun gerçekleştirilme ihtimali bulunması durumunda zararı önlemeye yönelik tedbirleri ileterek bu durumla ilgili gerekli aksiyonların alınmasını talep edebilir. Aksi durumda sigorta ettirenin gerçekleşen rizikoda ihmali veya ağır kusuru var ise bu kusur oranında riziko gerçekleşmesi durumunda sigortacı tazminattan indirim hakkına sahiptir.

İlgili mevzuat hükümleri sayesinde sigorta ettirenin aksiyon alması, iyileştirilmesi beklenen konularla ilgili planlanan süreç içerisinde sigortacıya bilgi vermesinin akabinde risk mühendisliği ekipleri alınan bu aksiyonların ve yapılan iyileştirmelerin kontrolünü gerçekleştirerek tesislerde yapılan iyileştirmelerin uygunluğu noktasında da danışmanlık hizmeti verebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı sigorta ettirenin yasal yükümlülüklerinden ziyade öz varlıkların korunması, endüstriyel tesislerin sigortalanabilirlik imkânının artırılması gibi konularda sigorta ettirenin üzerine düşen sosyal görevler olduğunu ifade etmektir. Bu sorumluluk ve görevlerin gerçekleştirilmesi sayesinde ekonomik gelişime sigortanın itici gücüyle katkı sağlanabileceği, sigortacı-sigorta ettiren işbirliği sayesinde ticaretin gelişimine yönelik olumlu adımlar atılabileceğinin anlatılması hedeflenmiştir.

Bu doğrultuda bir sigorta şirketinin halı imalatı yapan sigortalısına yapmış olduğu risk mühendisliği çalışması sonucunda oluşturduğu iyileştirme beklentileri ve bu iyileştirme konularıyla ilgili yürütülen örnek bir aksiyon planı aşağıdaki gibi paylaşılmıştır:

Tablo 2. Örnek bir risk iyileştirme süreci aksiyon planı

ÖNEM	ÖNERİ	VADE	AKSİYON
Yüksek	Tesis genelinde depolama yapılan alanları kapsayacak şekilde uluslararası standartlarla (NFPA 13, TS EN 12845 vb.) uyumlu sprinkler sistemi kurulması önerilir.	6 ay	Teklif ve proje sürecine başlandı. 2 ay içinde projelendirmenin tamamlanması planlanmaktadır.
Yüksek	İşletme genelinde kurulu bulunan yangın algılama sisteminin kontrol panelinin 24 saat takip altında olacak bir noktada (güvenlik kulübesi vb.) konumlandırılması önerilir.	1 ay	Yangın algılama firmasıyla görüşüldü. 3 hafta içinde gerekli alt yapı sağlandıktan sonra işlem gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.
Orta	İşletme genelinde bulunan yangın dolaplarının çevrelerinde bu dolapları kullanımı önleyici şekilde depolama yapılmaması önerilmektedir.	Sürekli	İşletmenin tamamı kontrol edilerek bu tip sorunlar düzeltildi. Bundan sonraki süreçte periyodik olarak takip sağlanacaktır.
Orta	Dokumada kullanılan jüt ipliklerinin üretim esnasında ortama kolay tutuşabilen uçuntu yaymasını önlemek adına bu ipliklerin kabin içine alınarak üretimde kullanılması önerilir.	3 ay	3 aylık plan dâhiline alındı.
Tavsiye	İşletme genelinde bulunan ana ve tali güç besleme panolarında yılda 2 defa termal kamera kontrolü yapılarak sorunlu elektriksel bağlantı ve noktaların tespiti tavsiye edilir.	6 Ayda 1 Defa	İlk çalışma için 2 hafta sonrasına Elektrik Mühendisleri Odası'ndan randevu alındı. Sonraki çalışmalar da 6 aylık bakım programına eklendi.

3. SONUÇLAR

Sigortacılık sektörü tarihsel bir geçmişle birlikte endüstrinin ve ekonominin gelişimiyle ivme kazanmış bir sektör konumundadır. Sektörün hasar ödeyerek tecrübe satın alması, tarihsel hafızayla birleştiğinde önemli noktalarda özellikle endüstrinin korunmasına ve gelişmesine katkı sağlamıştır. Halen sektördeki uygulamaların tek bir ülke mevzuatı ile sınırlı kalmaması, uluslararası mevzuat ve standartları takip ve talep etmesi nedeniyle bütüncül bir bakış açısına sahip olması öz varlıkların korunması ve gelişiminde önemli bir yere sahiptir.

Sigortacılık sektörünün temelde görevi maddi zararın giderilmesi ve maddi kıymetlerin hasardan hemen önceki haline kavuşturulmasını sağlamak olup sigorta ettirene de ülkemiz mevzuatı bir takım sorumluluklar yüklemiştir. Mevzuata konu sorumlulukların ötesinde sigortacılık prensipleri gereği sigorta ettirenin hasarı önleme ve azaltmaya yönelik genel kabul görmüş sorumluluğu üzerinden yola çıkarak endüstriyel tesislerin sigortalanmasında en önemli sorumluluklarından birisi olan riski azaltma sorumluluğu endüstri ve ekonominin ivmeli büyümesinde önemli bir paya sahiptir.

Özellikle son yıllarda ülkece yaşadığımız ekonomik ve politik problemler ülke risk primini yükseltmiş iken son dönemlerde sıkça yaşadığımız orman yangınları, sel hadiseleri, artan endüstriyel yangın olayları sonrasında endüstriyel sigortalara yönelik reasürans piyasasının ülkemize bakış açısını zorlayıcı unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu noktada sigorta ettiren tarafında riski minimize edici

yaklaşımların benimsenmesi ülke genelindeki reasürans ve sigorta bakış açısına önemli katkı sağlayacak unsurların başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] J. A. Carlson, "The Economics of Fire Protection: From the Great Fire of London to Rural/Metro", *Economic Affairs*, c. 25, sy 3, ss. 39-44, Eyl. 2005, doi: 10.1111/J.1468-0270.2005.00570.X.
- [2] M. C. KEYVANOĞLU, "1870 Büyük Beyoğlu Yangını", *OTAM Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, sy 41, ss. 169-190, Ağu. 2017, Erişim: 12 Ağustos 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/otam/issue/68111/1058746>
- [3] M. Çipil, *Risk Yönetimi ve Sigortacılık*. Ankara: Nobel Yayıncılık, 2013.
- [4] "Direkt Endirekt Primler 2023-06", Haz. 2023. Erişim: 12 Ağustos 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.tsb.org.tr/istatistikler>
- [5] "5684 Sayılı Kanun". <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/06/20070614-2.htm> (erişim 12 Ağustos 2023).
- [6] "Türk Ticaret Kanunu", Erişim: 12 Ağustos 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6102.pdf>
- [7] M. Üniversitesi, B. ve Sigortacılık Yüksekokulu, ve S. Bölümü, "Sigorta Sektöründe Pazarlama Süreci: Acentelerin Rolü ve Önemi", *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, c. 1, sy 1, ss. 45-61, Eyl. 2017, Erişim: 12 Ağustos 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jcsci/issue/31487/336643>
- [8] Ö. Akpınar, *Türkiye'de Yangın Sigortaları ve Uygulamaları*. İstanbul: Yalın Yayıncılık, 2018.
- [9] M. Aydın, "Türkiye'de paket sigorta uygulamalarının Schengen ülkeleri ile karşılaştırılması: Otomobil sigortaları örneği", 2021, Erişim: 12 Ağustos 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: <http://acikerisim.ufuk.edu.tr/xmlui/handle/20.500.14065/5087>
- [10] "Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik". <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071219-2.htm> (erişim 12 Ağustos 2023).
- [11] B. Karadayı ve M. Z. Aydoğan, "Sigortacılık Sektöründeki Uygulamaların Yangın Güvenliğine Etkisi: Pamuk İpliği Üretimi Örneği", içinde *TÜYAK 2021 Uluslararası Yangın Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi*, A. Kılıç, K. Beceren, ve G. Balık, Ed., İstanbul, 2022.

ÖZGEÇMİŞ

Burkay KARADAYI

Çukurova Üniversitesi'nden 2013 yılında Endüstri Mühendisliği lisans, 2022 yılında da İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda risk analizi konusunda da doktora derecesini almıştır. Profesyonel meslek hayatına MAPFRE Sigorta A.Ş.'de kıdemli risk mühendisi olarak devam eden Dr. Burkay Karadayı, akademik kariyerini de Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak sürdürmektedir. Risk yönetimi, yapay zeka teknikleri, otonom ve dinamik risk analizi konuları çalışma alanlarıdır.

MODÜLER YAPILARDA YANGIN KOMPARTIMANI OLUŞTURULMASINA YENİLİKÇİ YAPI MALZEMELERİ İLE ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Tolga Aycı, Lukas Rieger

ÖZET

Yapı sektöründeki verimlilik konusundaki gelişime olan ihtiyaç ve artan işçilik maliyetleri sebebiyle modüler yapıların kullanımı yaygınlaşmıştır. Artan nüfus sayıları ve demografik değişimler, yaşam alanlarının yanı sıra sağlık, eğitim ve destekli yaşam tesislerinin hızlı ve yüksek standartlarda oluşturulmasını gerektirmektedir. Bina yönetmeliği gereklilikleri, kompartımanlar, konteynerler ve ayrıca eski deniz taşımacılığı konteynerleri kullanan bu tür inşaatların başarısını sağlamak için onay ve ruhsatlandırma sürecinin temel bileşenleridir. Modüler yapı projelerinde ilgili paydaşlar; yatırımcılar, tasarımcılar, planlamacılar, imalatçılar vb. için önemli bir konu, özellikle yangın güvenliği ile ilgili olarak hangi yapısal mühendislik doğrulamalarının gerekli olduğu konusudur.

Şimdiye kadar, fabrikada prefabrikasyonda pasif yangın korumasının nadiren yer alması ve pasif yangın önlemlerin ağırlıklı olarak şantiyede uygulanması kural olmuştur. Pasif yangın önlemlerinin prefabrikasyonda uygulanmasının temel amacı, hataları en aza indirmek, üretim süreçlerini optimize etmek ve sorumlulukları daha net bir şekilde düzenlemek olmalıdır. Bu, diğer şeylerin yanı sıra, daha önce taşeronlar tarafından sağlanan yangından korunma ile ilgili hizmetlerin büyük ölçüde ortadan kaldırılması ve bu nedenle daha kolay izlenebilmesi sayesinde yapılır.

Bahsedilen amaçlar doğrultusunda, prefabrikasyon yapılarında mekanik ve elektrik tesisat geçişlerinde kullanılan intümesan köpük levha ile kompartımanlama yapılmaktadır. Bu yapı malzemesi patentli bir teknolojiye sahip olup prefabrikasyon üretimlerde ve yapılardaki kompartımanlama uygulamasına inovatif bir çözüm getirmektedir.

Anahtar sözcükler: İntümesan köpük levha, kompartımanlama, modüler yapı, pasif yangın durdurucu, prefabrikasyon

RECOMMENDATION FOR BUILDING FIRE COMPARTMENTATIONS IN MODULAR CONSTRUCTION WITH INNOVATIVE CONSTRUCTION PRODUCTS

Tolga Aycı, Lukas Rieger

ABSTRACT

The use of modular construction has become widespread due to the need for improvement of efficiency in the construction industry and increasing labor costs. Increasing population numbers and demographic changes require the swift and high-standard creation of living spaces, as well as healthcare, education and assisted living facilities. Building code requirements are essential components for the approval and licensing process to ensure the success of this type of construction using room modules, containers, and also former sea freight containers. One major issue in modular construction projects for principals, planners, manufacturers and authorities is the question of what structural engineering verifications – specifically with regards to fire safety – are required.

Currently, it has been the rule that passive fire protection is rarely included in factory prefabrication and passive fire protection are predominantly applied at the construction site. The main purpose of applying passive fire protection in prefabrication should be to minimize errors, optimize production processes and organize responsibilities more clearly. This is done, among other things, by the fact that fire protection related services previously provided by subcontractors are largely eliminated and therefore easier to monitor.

In alignment with purposes that mentioned previously, compartmentation on mechanical and electrical thru penetration in prefabricated construction is made with intumescent foam board that has a patented technology and brings an innovative solution to the application of compartmentation in prefabricated productions and buildings.

Key words: Compartmentation, intumescent foam board, modular construction, passive fire protection, prefabrication

1. GİRİŞ

Yapı sektöründeki verimlilik konusundaki gelişime olan ihtiyaç ve artan işçilik maliyetleri sebebiyle modüler yapıların kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu durum, tasarlanan planlar arasında ölçü birliğinin sağlandığı, standart yapı elemanlarını öngören prefabrikasyon yaklaşımını geliştirmiş, seri üretime geçilerek maliyetten tasarruf yapılabilmesini olanaklı hale gelmiştir. Prefabrik yapılar hızla gelişerek standart kolon, kiriş ve döşeme elemanları, duvar panelleri gibi çok sayıda elemanın seri olarak üretilmesi sağlanmıştır. Bu elemanlar fabrika koşullarında uygun standartlar altında üretilerek büyük ölçekli çalışmalarda kullanılmış ve prefabrike üretimlerin inşaat sahasında veya yakınında yapılmasına olanak sağlamıştır (Amil ve Aydın, 2004).

Bir prefabrike yapım sistemleri, endüstrileşmiş yapı üretim sistemlerinin bugün ulaştığı en gelişmiş aşama olarak tanımlanmaktadır. Prefabrike yapım sistemleri, hammaddelerden bitmiş ürüne geçiş sürecinde malzeme, zaman, işçilik ve sermayenin rasyonel kullanımı gibi birçok avantajı beraberinde getirmiştir. Toplumun ihtiyaçları ve istekleri arasındaki ilişkiyi kurgulamak için endüstriyel üretim sürecinde daha az işgücü ile daha fazla miktarda, daha kaliteli ve daha ekonomik yapı üretimini gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Prefabrike yapım sistemlerinde, standartlaşmış boyutlarda ve kalitede, düşük hata toleranslı elemanlar kullanıldığından yapı kalitesi yüksektir (Arieff ve Burkhart, 2002).

Ülkelerdeki büyüme oranları, inşaat payları, inşaat sektörünü etkileyen unsurlar, üretilen prefabrik yapı ve eleman miktarı ve prefabrikasyonun temeli oluşturan yapı malzemeleri miktarları incelendiğinde, Şekil 1'de verilen unsurlar ön plana çıkmaktadır. Ekonomik büyüme, inşaat sektörüne yapılan yatırımları etkileyerek inşaat pazar payının artmasını sağlar. Artan inşaa faaliyetleri doğrultusunda prefabrikasyon yapım sistemleri gibi rasyonel çözümler tercih edilir (Özdamar Seitablaiev ve Umaroğulları,2020).



Şekil 1. Prefabrik inşaat sektörünü etkileyen unsurlar (Özdamar Seitablaiev ve Umaroğulları,2020)

Prefabrik modüler yapılar pazar payının 2019'dan 2024'e kadar olan süreçte, yüzde 4,6'lık yıllık bileşik büyümeye 2024 yılında 19,3 milyar dolara ulaşması bekleniyor (Anadolu Ajansı,2020). Geleneksel inşaat tekniklerinin yerine, hazır yapı elemanlarının sahada hızlı montajı, çevre dostu ve dönüştürülebilir yapılar olmasıyla birlikte maliyet kontrolünün yapılabilmesi, zamandan tasarruf edilebilmesi, ham maddeye ulaşımın güç olduğu zorlu coğrafyalarda geleneksel inşaat metotlarının iş gücü maliyetlerinin yüksek olması sebeplerden dolayı prefabrik modüler yapı sistemlerini ön plana çıkardı.

Bu çalışmada, kullanımı yaygınlaşan prefabrik modüler yapı sistemlerinde kompartımanlama yapılmasını sağlayan yeni teknoloji yapı malzemesi olan patentli intümesan köpük levhanın pasif yangın durdurucu sistemi olarak kullanımı araştırılmıştır.

2. PASİF YANGIN DURDURUCU SİSTEMLERE GENEL BİR BAKIŞ

Yangın güvenliğinin ilk adımı olarak yangının çıkış sebepleri iyi bilinmeli ve araştırılmalıdır. Genel olarak baktığımızda, elektriksel sebepler, yanıcı patlayıcı kimyasallar, insani hatalar ve kazalar Yangınların çıkış nedenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenlerden elektriksel sebepler en sıklıkla karşımıza çıkan sebeptir ve elektrik hataları, kısa devreleri vb. kapsamaktadır. Yanıcı patlayıcı kimyasal ise özellikle endüstri ve enerji tesislerindeki yangınların sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu tür yangınlar için ekstra tedbirler alınmalı ve yanıcı patlayıcı kimyasalların yaratacağı riskler minimuma indirilmelidir. İnsani hatalar; örneğin kamp ateşinin ormana bırakılması, ateş ile oynayan

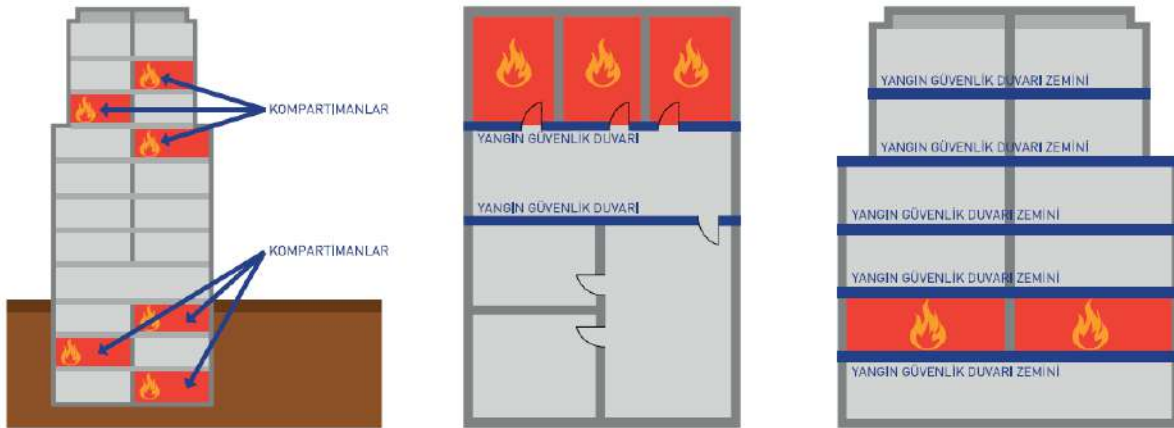
çocuklar vb. hatalar özellikle orman yangınlarına ve ev içerisinde çıkabilecek küçük çaplı yangınlara neden olabilmektedir. Son olarak; kazalar, deprem vb. doğal afetler, savaş, terörizm gibi olaylar da yangınların sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle deprem kuşağında yer alan ülkemizde, deprem ve sonrasında çıkacak yangınlar dikkate alınarak tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Yangın güvenliğinde, geçmişte çıkan yangınların istatistikleri bizlere her zaman yol gösterici olmuştur. Özellikle yayınlanan yangın raporları o yangının detaylı olarak incelenmesine ve yaşanan olaydan ders çıkarılmasına imkân sağlamaktadır. Dünyada birçok yönetmelik ve standart yaşanan büyük yangınlar sonrası eklemeler yapılarak geliştirilmiştir. Türkiye’de yangın istatistiğinin tutulması ve belirli aralıklarla paylaşılması sektörün gelişmesine katkı sağlayacaktır. Dünyadaki genel istatistiklere bakacak olursak, yılda ortalama 3.8 milyon yangın gerçekleşiyor ve bu yangınlarda ortalama 45 bin kişi ölüyor (CTIF,2016). Yangın ölümlerinin 3/4’ü dumandan kaynaklanırken (Hall ve John,2009), ölümlerin %57’si yangın kaynağındaki kompartımanda değil, farklı bir kompartımanda gerçekleşiyor (NFPA,2000). Bu iki istatistik bize zehirli dumanın yapı içerisinde dolaşımının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yangında hayatta kalanların %47’si ise duman sebebiyle 3.5 metreden ilerisini görememektedir. Bu istatistik ise dumanın hayatta kalanları ve yangına müdahale edecek olan itfaiye personelini ne kadar fazla etkilediğini gözler önüne koyuyor.

Pasif yangın durdurucu sistemler, yapıların içerisinde yangının ilerlemesini engellemek amacıyla muhtelif alanlarda uygulanmaktadır. Yangın tasarımı sırasında, tüm yangın önleme sistemleri birlikte düşünülerek “yangın bölümlendirme planı” oluşturulmaktadır. Yapının yangın bölümlendirilmesinin amacı:

- Yolcuların çıkış yollarını korumak.
- Yeterli yapısal kararlılığı sağlamak.
- İtfaiyenin binaya girmesi ve yolcuları kurtarması için gereken zamanı artırmak.
- Yangını çıkış noktasına hapsedmek.
- Diğer odalardaki varlık ve ekipmanlara zarar vermeden ateş ve duman geçişini durdurmak.

Yatay ve düşeyde yapılan bölümlendirmenin şematik bir gösterimi aşağıdaki şekilde yer almaktadır. Şekilde işaretlenen duvarlara literatürde “yangın duvarı” denmektedir.

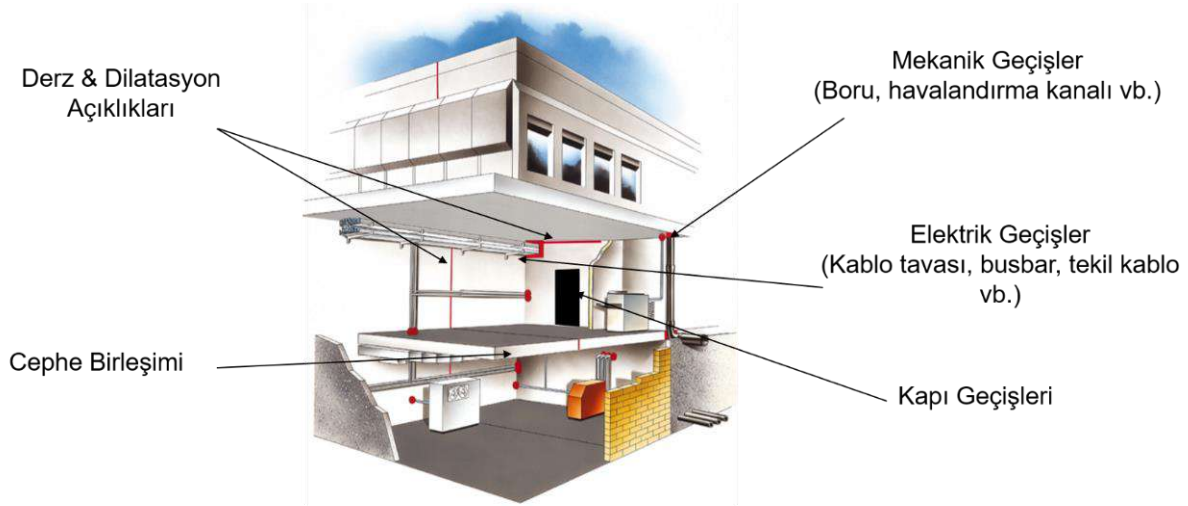


Şekil 2. Yangın bölümlendirme gösterimi

Pasif yangın durdurucu sistemleri yangın bölümlendirmesinde belirlenen yangın duvarlarının bütünlüğünün bozulduğu noktalarda kullanılmaktadır. Temel olarak sınıflandırma yapılması halinde uygulama alanları 4 ana bölümde düşünülmektedir.

1. Mekanik tesisat geçişleri
2. Elektrik tesisat geçişleri
3. Derzler ve dilatasyonlar
4. Giydirme cephe birleşimleri

Uygulama alanlarının şematik gösterimi aşağıdaki şekilde yer almaktadır. Uygulama alanları birbiriyle örtüşebildiği gibi farklı alanlarda da olabilmektedir. Burada önemli husus, bütünlüğü bozan her noktanın yalıtılmasıdır.



Şekil 3. Pasif yangın durdurucu sistemler uygulama alanları

Ülkemizde, 2007 yılında resmi gazetede yayımlanan ve 2015 yılında güncellenen “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” yangın önlemleri ile ilgili uyulması gereken kuralları ve tasarım esaslarını içermektedir (TBYKHY,2015). Yönetmeliğin 5. maddesindeki “Projeler, kanuni düzenlemeler yanında, yangına karşı güvenlik bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise yapı ruhsatı verilmez” ibaresiyle yönetmeliğin zorunluluğu vurgulanmaktadır.

Türkiye Yangın Yönetmeliği pasif yangın durdurucu sistemler özelinde incelendiğinde ilk olarak madde.69 göze çarpmaktadır. Bu madde, yönetmelik içerisinde “yangın durdurucu ürünler” tabirinin geçtiği tek maddedir. Ancak yönetmelikteki muhtelif bölümler ve maddeler yangın duvarlarının en az duvar dayanımı kadar yalıtılması gerektiği belirtilmektedir. Pasif yangın durdurucu ürünlerin standartlarına ve tasarım esaslarına değinmeyen yönetmelik, ilgili standartlar maddesinde Türkiye Standartlarına (TS) ve Avrupa Normlarına (EN) atıfta bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda pasif yangın durdurucu sistemlerin test standartları ve onayları belirtilmiştir.

Tablo 1. Pasif yangın durdurucu sistemlerin uluslararası test standartları.

	Standartlar
Tesisat Geçişleri	(TS) EN 1366-3
Derzler & Dilatasyonlar	(TS) EN 1366-4
Cephe Birleşimleri	(TS) EN 1364-3/4

Bu test standartlarına uygun olarak yapılan testler sonrasında sistemin yangın performansı değerlendirilir ve raporlanır. Test standartları harmonize olmayan test standartları olduğundan test sonuçlarını raporlamak için ilgili kılavuzlara ihtiyaç duymaktadır. Ülkemizde ve Avrupa Birliği ülkelerinde EOTA (Avrupa Teknik Onaylar Organizasyonu) tarafından akredite edilmiş 3.parti ve bağımsız kuruluşlar olarak testleri gerçekleştirir ve raporlar. Bu testler sistem bazlı testler olarak adlandırılır ve pasif yangın durdurucu ürünlerin uygulandığı sistemdeki tüm bileşenler belirtilir ve test içeriğine dahil edilir. Testteki performansların değerlendirildiği onay dökümanı ise ETA (Avrupa Teknik Değerlendirmesi) olarak adlandırılmaktadır.

Pasif yangın durdurucu sistemlerdeki yangın dayanım sınıfları değişiklik göstermektedir. Yangın dayanımında, bütünlük ve yalıtım temel sınıfları oluşturmaktadır. Aşağıdaki tabloda performans değerlendirmelerinin notasyonu yer almaktadır.

Tablo 2. Pasif yangın durdurucu sistemlerin örnek dayanım tablosu.

	Performans Kriterleri
Bütünlük (Alev ve gaz yalıtımı)	E-120 → 120 dakika
Yalıtım (Isı yalıtımı)	EI-90 → 90 dakika

İlgili dayanım süreleri, yangın senaryoları baz alınarak her bir “yangın duvarı” için belirlenmektedir ve pasif yangın durdurucu sistemler için minimum yeterlilik sağlanmaktadır.

3. İNTÜMESAN KÖPÜK LEVHA İLE YANGINA GÜVENLİ BÖLGE OLUŞTURMA

Prefabrik modüler yapı sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte yangından korunum sistemlerinin de modüler yapıların değer zincirindeki felsefesine uygun olması sorusu ortaya çıkmıştır. Bu durum, üreticilerin ürün geliştirmedeki bakış açısını değiştirerek modüler sistemlere uyumluluğunu sorgulamasına neden olmuştur. Ürün ya da sistemlerin saha dışı uygulama için tasarlanması, sahaya nakliye için yeterince esnek ve sağlam olması ve inşaat sahasında daha az işçilik gerektirmesi vb. özellikleri gerekmektedir.

Kompartımanlama bakış açısıyla düşündüğümüzde, pasif yangın güvenlik önlemleri bir önceki bölümde anlatıldığı üzere farklı uygulama alanlarında (mekanik-elektrik tesisat geçişleri, inşai-mimari derzler ve cephe sistemleri) kullanıldığından karmaşık bir yapı içermektedir. Bu uygulama alanları aşağıdaki detayları içermektedir:

- Farklı çap ve et kalınlıklarında yanıcı ve yanmaz borular
- Farklı izolasyon malzemeler, mineral yün veya nitril kauçuk gibi izolasyonlu borular
- PVC, PP, PE, PE-X, bakır, çelik vb. gibi farklı boru malzemesine sahip borular.
- Çok çeşitli kablolar, kablo demetleri, kablo kanalları ve sonuncular
- Penetrantlar arasındaki farklı mesafeler
- Penetrantların yangın esnasındaki farklı davranışları (yanıcı, yanmaz, duman çıkaran, damlacık oluşturan vb.)
- Farklı derz genişlikleri
- Beton veya gaz beton duvarlar/döşemeler, alçıpan duvarlar/döşemeler (çelik veya ahşap çivili), ahşap elemanlar, sandviç paneller vb. farklı yapı elemanlarının uzun bir listesi

Pasif yangın güvenliği alanındaki bu zorlukları çözmek özellikle prefabrik modüler yapı sağlayıcıları ve tasarımdan uygulamaya değer zincirindeki tüm paydaşların (mimar, tasarım, planlama, üretim vb.) tümüne “güvenli alan” sağlamaktadır.

Geleneksel yöntemde, pasif yangın güvenliği malzemeleri sahada şantiyenin ilerleyen aşamalarında yerinde uygulanmaktadır. Bir modül ya iskelet olarak şantiyeye gönderilir ya da iç kısımlarının çoğu şantiye dışında hazırlanır, ancak pasif yangın güvenlik malzemeleri genellikle taşeronlar tarafından şantiyede yapılır. Bu durum aşağıdaki riskleri de beraberinde getirmektedir.

- Planlama gerekliliği
- Sorumluluk belirsizliği
- Yüksek işçilik maliyeti
- Zaman kısıtları
- Kalite & Kontrol zorlukları

Bu riskleri göz ardı edebilmek ve prefabrikasyon olarak modüler yapı ile beraber uygulanabilecek intümesan köpük levha yangına karşı “güvenli alan” oluşturmaktadır.

Patentli teknolojiye sahip intümesan köpük levha ürünü, grafit akrilat ile emprenye edilmiş açık hücreli poliüretan köpükten özel olarak tasarlanmıştır. Bu grafit sayesinde yangın esnasında genişecektir, yani intümesan özelliğindedir ve yangın yalıtımı sağlamaktadır. Ayrıca, içeriğindeki köpük malzemesi ile ısı yalıtım performansı da göstermektedir. Şekil 4’te bu levhanın içyapısı yer almaktadır. Bu patentli teknolojiyi geliştirenler Grafit Genişleme Teknolojisi (Graphite eXpansion Technology - GXT) adını vermektedir.

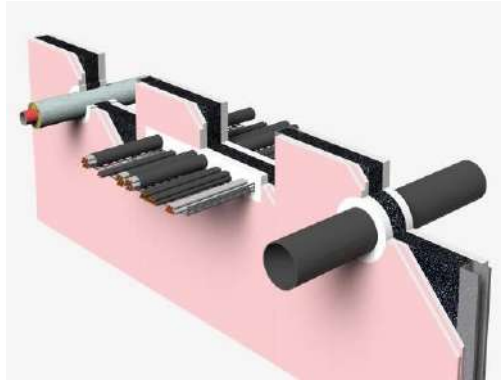


Şekil 4. Patentli intümesan köpük levhanın içyapısı.

Intümesan köpük levha, alçıpanel 2 levha arasında kullanılmaktadır. Uygulama aşamalarını aşağıdaki görselde görülmektedir. Bu uygulama ile kompartımanlama yapılacak duvar ya da döşemede kullanılması gereken pasif yangın durdurucu intümesan kelepçe, sargı, mastik, taşıyıcı panel boyası vb. ürünlerinin yerine tek bir ürün ile pasif yangın yalıtımı sağlanmaktadır. Mekanik, elektrik ve karışık tesisat geçişleri için uygun olan bu inovatif sistemin her bir detay için örnek görselleri Şekil 6,7 ve 8’de yer almaktadır.



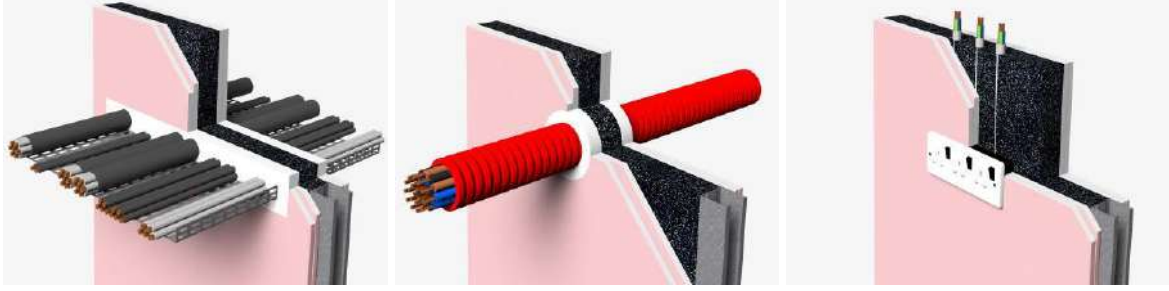
Şekil 5. İntümesan köpük levhanın uygulama adımları



Şekil 6. Karışık tesisat geçişlerinde intümesan köpük levha



Şekil 7. Mekanik tesisat geçişlerinde intümesan köpük levha



Şekil 8. Elektrik tesisat geçişlerinde intümesan köpük levha

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, özellikle prefabrik modüler yapılar için geliştirilmiş patentli Grafit Genişleme Teknolojisi (Graphite eXpansion Technology - GXT) ile üretilen intümesan köpük levha malzemesinin kompartımanlama uygulamasında pasif yangın yalıtımı sağlaması incelenmiştir. Bu sistemin kullanılması ile modüler yapı ve yangın güvenliği konularında “Güvenli Alan” oluşturularak yangının, alevin ve dumanın yapı içerisinde ilerlemesi engellenmiştir ve yangın güvenli prefabrik modüler yapılar oluşturulması sağlanmıştır. Üretim verimliliğinin artırılması, karmaşıklığın ve risklerin azaltılması, toplam uygulama maliyetinin azaltılması, sorumlulukların netleşmesi, izlenebilir ve sürdürülebilir bir yangın yalıtımı uygulaması ile yapılara değer katılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, yapı malzemelerindeki bu gelişme yangın güvenliği alanındaki farklı ürün ve sistemlere de uygulanabilir hale getirilebilir ve uygulama alanı genişletilebilir.

KAYNAKLAR

- Anadolu Ajansı, (2020), <https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/gayrimenkul/prefabrik-moduler-yapilarin-pazar-payi-artiyor/659576>
- Amil, A.P., Aydın, A.C. (2004). Prefabrike Yapıların Başlıca Tasarım İlkeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (3-4), 235-240.
- Arieff, A. ve Burkhart, B. (2002). Prefab. ISBN 10: 1586851322 / ISBN 13: 9781586851323, Published by Gibbs Smith.
- CTIF (International Association of Fire and Rescue Service), Report n. 21 - World Fire Statistics 2016, Hall, JR. John R., NFPA Fire Analysis & Research, Quincy, MA. "Burns, Toxic Gases and other Hazards"
- NFPA Fire Protection Handbook, 18th Ed.
- Özdamar Seitablaiev, M. & Umaroğulları, F. (2020). Dünyada ve Türkiye'de Betonarme Prefabrikasyon, Journal of Architectural Sciences and Applications, 5 (2), 309-320, DOI: 10.30785/mbud.697606
- Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (TBYKH), 2015

ÖZGEÇMİŞLER

Tolga AYCI

Tolga Aycı, 1989 yılında İstanbul'da doğdu. Lisans eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği bölümünde tamamladı. 2013 yılında Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği yüksek lisans programında dersler almıştır. Halen, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları anabilim dalında doktora öğrenimine yangın güvenliği konusundaki tez çalışması ile devam etmektedir.

Proje yönetimi, satış ve pazarlama departmanlarında 10 yıllık iş deneyimine sahip olan Tolga Aycı, halen hazırda içerisinde pasif yangın koruma sistemleri üreticisi Nullifire markasına da sahip yapı malzemeleri global tedarikçisi Tremco Construction Product Group (CPG) firmasında İş Geliştirme Müdürü olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Lukas RIEGER

Lukas Rieger 1984 yılında Braunschweig'de doğdu. Profesyonel kariyerine başlamadan önce Ravensburg Cooperative State University'de uluslararası pazarlama alanında çift diploma aldı. İşletme ve ekonomi alanında lisans derecesine sahiptir.

Kendisi 14 yıldır pasif yangından korunma sektöründe satış, ürün yönetimi ve iş geliştirme alanlarında çalışmaktadır. Lukas Rieger, pasif yangın durdurucu sistemler, intümesan kaplama yangın boyaları ürünlerinde teknik ve ticari bilgilere sahiptir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

DIŞ CEPHELERDE YANGIN GÜVENLİĞİ

Timur DİZ
Beyza TANYOL
Yiğit Kaan AKTAŞ

ÖZET

Artan enerji maliyetleri, enerjide dışa bağımlılık, çevresel hedefler içeren uluslararası antlaşmalara taraf olunması vb. birçok etken dolayısıyla ülkemizde de ısı yalıtımı uygulamaları her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Cephelerde en yaygın yalıtım uygulaması konut türü binalarda sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri, görselliğin öne çıktığı hizmet binalarında ise giydirme cephe uygulamalarıdır. Son yıllarda meydana gelen ve kamuoyunda geniş yankı bulan giydirme cephe yangınlarının ardından Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te 2015 yılında yenilendi ve dış cepheler ile tanımlamalar ve hükümler ilave edilmiştir.

Bu çalışmada; geleneksel ve giydirme cephe sistemleri için ülkemizdeki mevzuatlarda tanımlanan yangın güvenliği tedbirleri açıklanmış ve bazı ülkelerdeki uygulamalar ile karşılaştırılarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri, havalandırılan giydirme cepheler, ısı yalıtımı

FIRE SAFETY IN FACADES

ABSTRACT

Thermal insulation applications are becoming widespread in our country day by day due to many factors such as increasing energy costs, foreign dependence on energy, and becoming a party to international agreements containing environmental targets. The most common facade insulation application is plastered exterior thermal insulation systems in residential buildings and curtain wall applications in service buildings where visuality is prominent. Following the façade fires that have occurred in recent years, Turkey's Regulation on Fire Protection of Buildings was revised in 2015 and definitions and provisions related to façades were added to our legislation.

In this study, the fire safety measures defined in Turkish legislation are detailed and made some suggestions by comparing with the practices of other countries.

Keywords: External thermal insulation composite systems, ventilated facades, thermal insulation

1. GİRİŞ

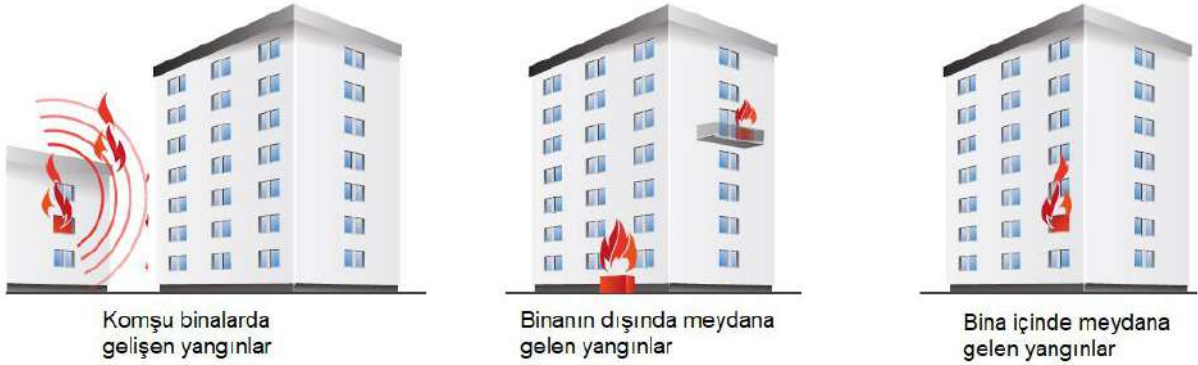
Dış cepheye sirayet eden bir yangının yayılımının sınırlandırılmasına dair alınacak yangın güvenliği tedbirleri, oluşturulan cephe detayına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik dikkate alındığında cepheler; geleneksel cepheler ve giydirme cepheler olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Yönetmelikte yer alan giydirme cephe tanımında dış cephe kaplamalarının kendine ait bir konstrüksiyona mekanik olarak sabitlendiği ve dış cephe kaplaması ile cephe arasında havalandırma boşluğu oluşturmanın mümkün olduğu çözümler ifade edilmektedir. Geleneksel cephe tanımında ise ısı yalıtım levhaları ve üzerinde yer alan tüm sıva vb. katmanların arada hava boşluğu oluşturmayacak şekilde doğrudan dış cephe üzerine uygulandığı, piyasada mantolama olarak bilinen dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin de dahil olduğu çözümler tariflenmektedir. Her iki cephe türünde yangının yayılım davranışları birbirinden farklılıklar gösterdiğinden, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında genel hükümlerin yanı sıra giydirme cephelere ve geleneksel cephelere özel farklı hükümlere yer verilmiştir.

Günümüzde sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri; ısı köprüsü meydana getirmemesi, yoğunlaşmayı önleyerek taşıyıcı yapı elemanlarındaki demir donatıların paslanmasını engellemesi ve bu yönüyle deprem ülkesi olan Türkiye için güvenli yapılaşmaya katkı sağlaması dolayısıyla ilk tercih edilen çözüm olup, konut türü yeni ve mevcut binalarda yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Ülkemizdeki yüksek yapı stokunda havalandırılmalı giydirme cephe çözümleri oldukça yaygın uygulamalardır. Bu cephe türüne sahip binalar tasarlanırken cephenin mekanik dayanıklılığı, ısıl davranış ve ısı yalıtımı, kullanım ömrü gibi kriterlerle beraber yangın güvenliği de göz önüne alınmalıdır.

1.1 Cephelerde Yangın Oluşum Şekilleri

Dış cepheler “komşu binalarda meydana gelen yangınlardan”, “bina dışında meydana gelen yangınlardan” veya “bina içinde meydana gelen yangınlardan” etkilenebilirler.



Şekil 1: Cephelerde yangın oluşma şekilleri

Komşu binalarda meydana gelen yangınlardan yayılımının sınırlandırılması için göz önünde bulundurulması gereken parametreler; binalar arası mesafe, cephelerde izin verilen açıklık oranları ve farklı yüksekliğe sahip bitişik nizam yapılarında ise cephelerde kullanılan malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarıdır. Binanın dış cephesinin maruz kalacağı ısıl yük; yangının meydana geldiği bina ile arasında olan mesafeye bağlıdır. Mesafe arttıkça alevlerin komşu binaya temas etmesi olasılığı ortadan kalkar. Yangının yayılımı sadece ışınım yoluyla gerçekleşebilir. Işınımın şiddeti ise yangının hangi aşamada olduğuna göre değişir.

Uçuşan yanan parçaların komşu binanın dış cephesinde yangın başlatma riskinden söz etmek gerek ülkemizde dış cephe ısı yalıtım sistemlerinde çimento esaslı son kat kaplamaların kullanılması gerekse de düşey yüzeylerde birikme riskinin olmamasına bağlı olarak temas süresinin azlığı ve rüzgar etkisi dikkate alındığında önemsizdir.

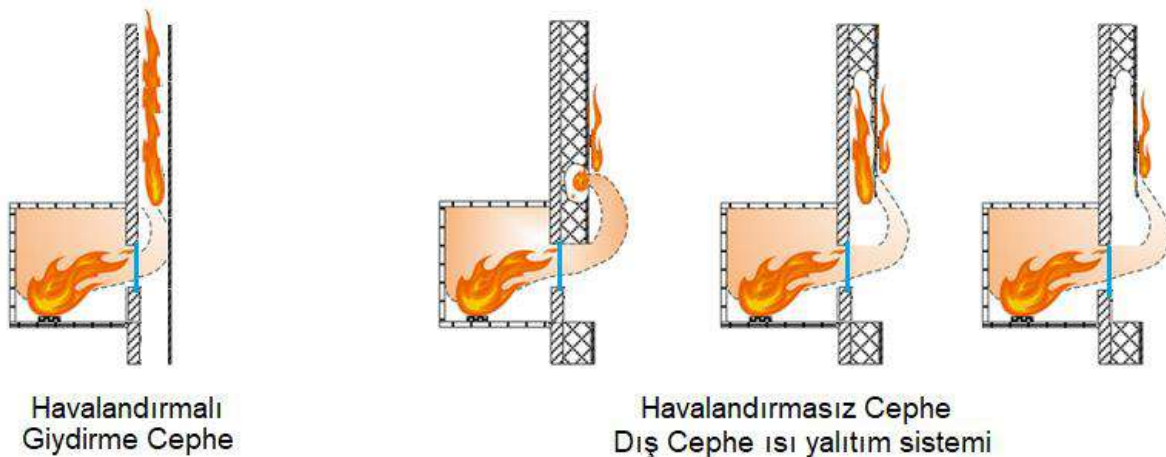
Bitişik nizam yapılarda ise yangının yayılımı, bina içerisinde meydana gelen yangınlar ile aynı şekilde gerçekleşeceğinden, dış cephede alınması gereken tedbirler de birbirine benzerdir. Mahal içerisinde başlayan yangınlarda, camların kırılması neticesinde alevler cepheye ulaşır. Yayılımın sınırlandırılması için alevlerin temas edeceği yüzeylere zor yanıcı ürünler ile yangın bariyeri oluşturulabilir. Ayrıca alevlerin cepheye ulaşmasını önleyen balkon, nervür gibi yapısal engeller de dikkate alınabilir.

Zemin kotunda binanın önünde veya yakınında olan çöp konteynırları ve park halindeki araçlarda yangın çıkması durumunda yangın yüküne bağlı olarak alev ve sıcak gazlar yükselir ve hava akımlarının (rüzgar) alevleri cepheye doğru iter. Alevlerin yüksekliği, yangın yüküne bağlı olarak artar. Yangın alanının nispeten küçük ve yanıcı madde miktarının sınırlı olması nedeniyle açığa çıkan enerji de düşüktür.

1.2 Cephelerde Yangın Yayılımı

Genel olarak dış cepheler; mimari tercihler, yapı fiziğinin gerekleri, maliyet, uygulama kolaylığı vb. muhtelif nedenler ile havalandırma boşluğu içerecek veya içermeyecek şekilde tasarlanabilir. Yangının yayılımı açısından havalandırılan ve havalandırılmayan cephelerin davranışları birbirinden çok farklıdır. Havalandırılan cephelerde; havalandırma boşluğu alevlerin cepheye çok hızlı bir şekilde yayılmasına neden olabilirken havalandırma boşluğu içermeyen detaylarda ise yayılım, dış cephede kullanılan malzemelerin yanıcılığına bağlı olarak değişir (bakınız Şekil 2.).

Mahal içerisinde yangının gelişimine bağlı olarak iç ortamdaki sıcaklık ve basıncın yükselmesi sonucunda cam kırılır ve alev, pencere açıklığından dışarı doğru çıkarak sıvalı dış cephe ısı yalıtım sisteminin üzerine temas eder. Dış cephe ısı yalıtım sisteminde ısı yalıtım malzemesi olarak EPS kullanılıyorsa; alev sıva ve son kat kaplamaya temas etmesiyle, arkasındaki EPS ısı yalıtım levhası erimeye ve büzülmeye başlar. Öte yandan sıva ile son kat kaplama içerisindeki eser miktardaki organik polimerler ve file gibi yanıcı doğaya sahip bileşenler yangına katılır. Gerek sıva katmanlarının arkasındaki EPS ısı yalıtım levhasının erimesi sonucu boşluk oluşması gerekse de yangında oluşan sıcaklıkların etkisi bir süre sonra sıva katmanları bütünlüğünü kaybeder. Sıva katmanlarının bütünlüğünü kaybetmesi sonucu alevler doğrudan EPS ısı yalıtım malzemesine ulaşır. Alev ulaşabildiği EPS ısı yalıtım levhalarını yakar. Yangının zayıflaması aşamasında açığa çıkan ısının etkisi ile EPS ısı yalıtım levhaları bir miktar daha eriyerek büzülebilir ve yangın söndürüldüğünde alevlerin ulaştığı ve yangında açığa çıkan ısının etki ettiği yüzeylerde EPS ısı yalıtım levhasının eriyip yandığı diğer bölgelerde ise olduğu kaldığı görülür.



Şekil 2: Cephelerde yangın yayılım şekilleri

Havalandırmalı giydirme cephelerde; binayı dış bir kabuk olarak saran dış cephe kaplaması ile yapısal cephe elemanları arasında bırakılan havalandırma boşluğu, yangın durumunda baca etkisi olarak da isimlendirilen bir davranış sergileyerek yangının hızlı bir şekilde yayılmasına olanak sağlar. Bu sebeple özellikle havalandırmalı giydirme cephe sistemlerinde kullanılan taşıyıcı ve kaplama

malzemelerinin tamamının yangın güvenliği açısından uygun malzemelerden seçilmesi gerekir. Aksi durumlarda oluşabilecek yangınlarda giydirme cephe sisteminin herhangi bir bileşeninin yangına katılması yangının diğer katlara sıçraması riskini beraberinde getirir. Yangın iç mekanlara sıçradığında can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Ülkemizdeki yüksek yapı stokunda havalandırma giydirme cephe çözümleri oldukça yaygın uygulamalardır. Bu cephe türüne sahip binalar tasarlanırken cephenin mekanik dayanıklılığı, ısıl davranış ve ısı yalıtımı, kullanım ömrü gibi kriterlerle beraber yangın güvenliği de göz önüne alınmalıdır.

Havalandırma boşluğu içeren ve içermeyen cephe detaylarında yangın yayılımı karakteristiği farklı olduğu için alınması gereken yangın güvenliği tedbirleri de farklıdır. Bu sebeple Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te 09 Temmuz 2015'de yapılan değişiklikle Yönetmeliğe "geleneksel cephe" ve "giydirme cephe" tanımları eklenmiş ve cepheler ile ilgili çeşitli hükümler ilave edilmiştir.

2. GELENEKSEL CEPHELER (SIVALI DIŞ CEPHE ISI YALITIM SİSTEMLERİ)

Dış cephe ısı yalıtım sistemleri; bu uygulamalar için özel üretilmiş ısı yalıtım levhaları, ısı yalıtım sistem yapıştırıcısı, ısı yalıtım sistem sıvası, sıva (donatı) fileleri, dübel ve son kat kaplama malzemelerinden oluşmaktadır. Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinde ısı yalıtım levhaları; duvar ile levha arasında boşluk kalmayacak şekilde ısı yalıtım sistem yapıştırıcısı kullanarak duvara yapıştırılır ve yapıştırıcının kuruması için en az 24 saat beklendikten sonra ilave olarak dübelle mekanik olarak sabitlenir. Üzerine fileli sıva yapılır ve son kat kaplama ile uygulama tamamlanır. Dolayısıyla detayda havalandırma boşluğu teşkil edilmediğinden, sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri; Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik uyarınca "geleneksel cephe" olarak ele alınmaktadır.

2.1 Bina İçinde Meydana Gelen Yangınlarda Alınabilecek Tedbirler

Ülkemizde yangının binanın dışında başlayıp geliştiği ve daha sonra yapının içerisine sirayet ederek yayıldığı yangınların sayısı ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamakla birlikte yangınların genel olarak bina içerisindeki eşyaların tutuşmaya başlamasıyla çıktığı yönünde yaygın bir kanı vardır. Başlangıç aşamasında tespit edilemeyip zamanla diğer eşyalara da sirayet ederek büyüyen ve tam gelişmiş yangın evresine doğru geçilen bir ortam içerisinde giderek artan sıcaklık ve basınç camların kırılmasına ve meydana gelen boşluktan alevlerin dış cephe kaplamaları ile temas etmesine neden olduğundan, dış cephelerde alınan yangın güvenliği tedbirleri genellikle yangının yayılımının sınırlandırılması prensibi esas alınarak oluşturulmaktadır. Bu bağlamda dış cepheler; bina içerisinde meydana gelen ve gelişen yangınların cephe aracılığıyla bir kattan diğerine atılması ve cephe boyunca yayılımının önlenerek şekilde tasarlanmalıdır. Bu hedef doğrultusunda;

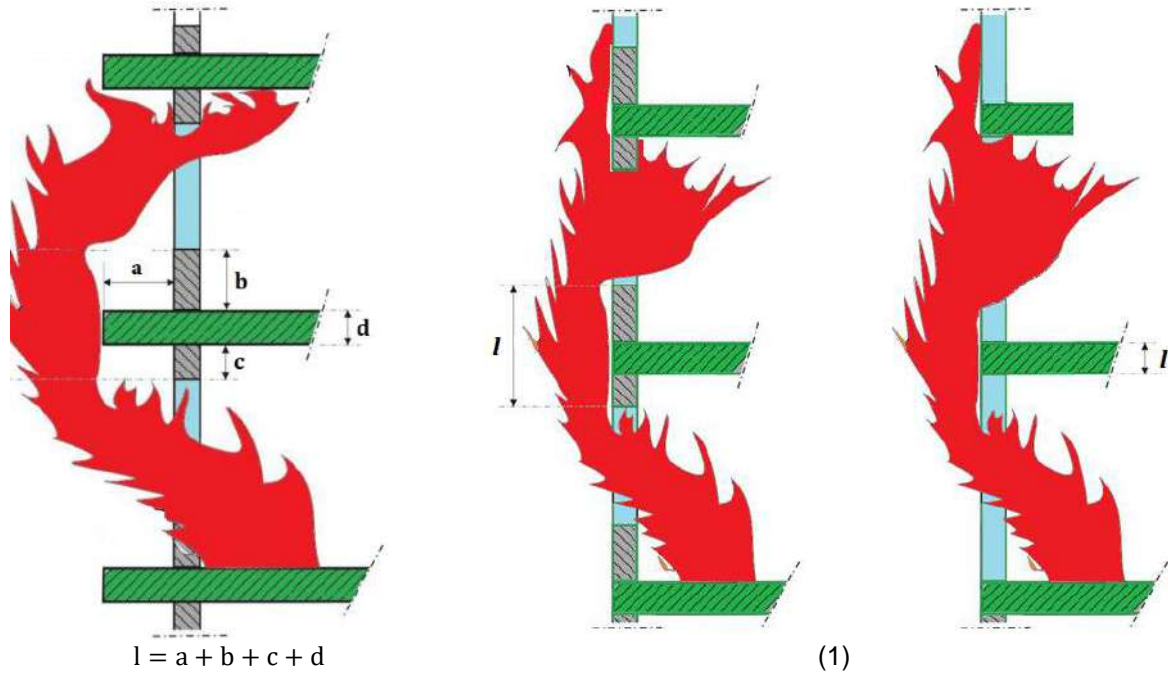
- § Yangın yayılım mesafesine dair düzenlemeler,
- § Bina yüksekliğine bağlı olarak cephede kullanılacak sistem veya malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarına bazı sınırlamalar ve
- § Bazı durumlarda alevlerin temas edeceği yüzeylere zor yanıcı ürünler ile yangın bariyeri oluşturularak ilave tedbir alınması şartı getirilmiştir.

2.1.1 Yangın yayılım mesafesi

Cepheler için yangın yayılım mesafesi; alevlerin, yangının geliştiği odadaki pencerenin üst kotundan bir üst kattaki pencerenin alt kotuna erişmesi için kat etmesi gereken yol olarak ele alınabilir. Yangın yayılım mesafesi (l); nervür vb. cephe düzlemine dik çıkıntıların cepheye olan mesafesi (a), pencere alt kotundan tabana olan mesafe (b), pencere üst kotundan tavana olan mesafe (c) ve döşeme kalınlığının (d) toplamıdır (bakınız Şekil 3.).

Yangın yayılım mesafesi alev yükseklikleri ile ilişkili olup alev yüksekliklerinin binanın kullanım amacı ve yangın yüküne göre farklılık arz edeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte yangın yayılım mesafesi terimi yerine iki katın

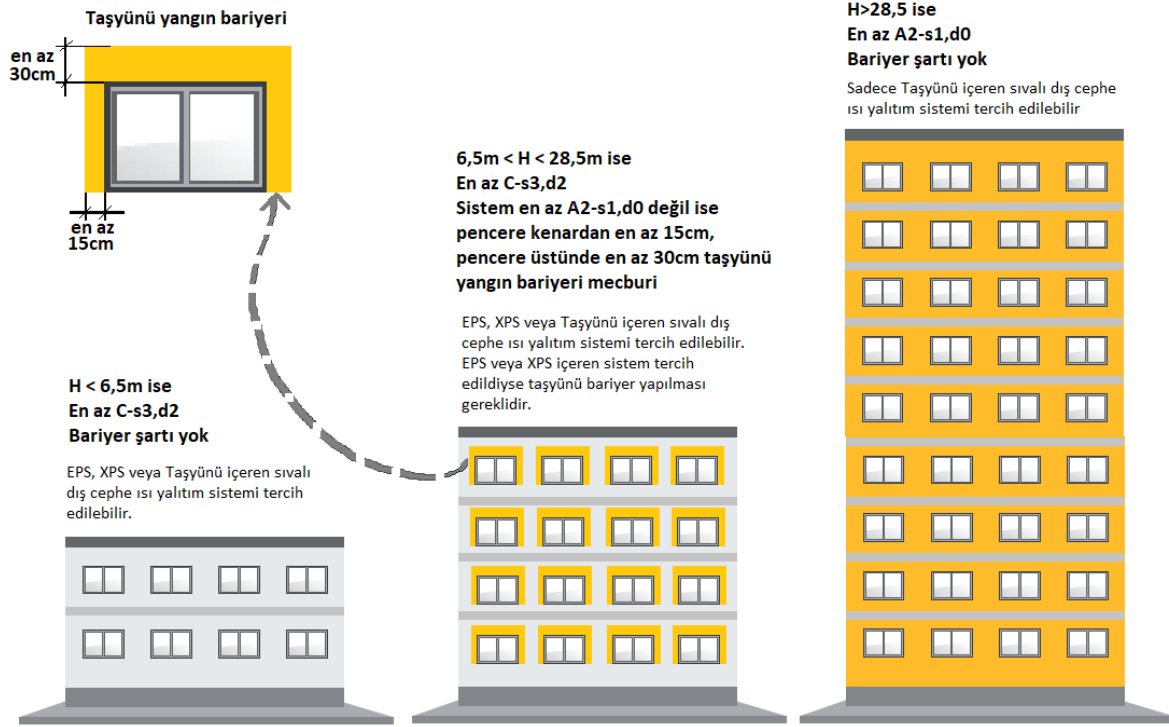
pencereleri arasındaki mesafe tanımlanmıştır. Bina içerisinde meydana gelen ve gelişen yangınların bir kattan diğerine atlamasını önlemek amacıyla Yönetmeliğimizde iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde tuğla, bims blok, gaz beton veya donatılı beton gibi yangına dayanıklı yapı elemanlarından teşkil edilmiş dolu yüzeylerin (duvar) oluşturulmasını şart koşmaktadır. Son zamanlarda yaygınlaşan ve katlar arası iki pencere arasındaki mesafenin 100 cm'nin oldukça altında olduğu boydan boya pencere sistemlerinin bulunduğu binalarda Yönetmelik, cephelerin iç kısmına en çok 2 m aralıklarla 1,5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunmasını şart koşmaktadır. Benzer şekilde Sırbistan'da da pencereler arasındaki asgari mesafe 1,2m olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3: Farklı tasarımlar için yangın yayılım mesafeleri

2.1.2 Bina yüksekliğine bağlı sınırlamalar ve yangın bariyeri uygulamaları

Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Yangına tepki sınıfının en az A2-s1,d0 olan dış cephe ısı yalıtım sistemleri (taşyünü ve çimento esaslı sıva vb. kaplama içeren sistemler gibi) bina yüksekliğinden bağımsız olarak tüm binalarda kullanılabilir. Taşyünü levhaların gerek yük taşıma kapasitesi gerekse de yanmaması dolayısıyla yapı elemanlarına çelik çivili dübellerle uygulanması gerektiği unutulmamalıdır. Yönetmeliğe göre yangına tepki sınıfı en az C-s3, d2 sistemler (örneğin EPS ve XPS içeren sistemler) ise bina yüksekliği 28,50 m'nin altında olan binalarda kullanılabilir. Yüksekliği 28.50 m'den az, 6.50 m'den fazla olan binalarda EPS veya XPS içeren sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri (yangına tepki sınıfı en az C - s3, d2 olan) tercih edilecek ise pencere ve benzeri boşluklarının yan kenarlarında en az 15 cm ve üst kenarında en az 30 cm eninde taşyünü ile yangın bariyerleri oluşturulması gereklidir. Bina yüksekliği 6,5 m'nin altında olması durumunda ise bariyer yapılması gerekli değildir.



Şekil 4: Bina yüksekliğine göre sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri tasarımı esasları

Almanya'daki mevzuata göre bina yüksekliğinin 21 m'nin altında olduğu binalarda, EPS ısı yalıtım levhası kalınlığının 10 cm'nin üzerinde 30 cm'nin altında olduğu sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri için;

- § Pencere gibi korumasız açıklıkların üst kısmına açıklık genişliğinin her iki tarafından en az 30'ar cm daha uzun olacak şekilde en az 20 cm yüksekliğinde (Bariyer Tip-a) ve/veya
- § En fazla her iki katta bir pencerenin en fazla 50 cm üstüne bina çevresince uygulanan en az 20 cm yüksekliğinde (Bariyer Tip-b) yanmaz (A1) veya zor yanıcı sınıfta (A2 – s1, d0) malzemeden teşkil edilmiş yangın bariyeri yapılması gereklidir.

2.1.2 Bina Dışında Meydana Gelen Yangınlarda Alınacak Tedbirler

Bina dışında meydana gelen yangınların cepheye sirayet ederek yayılımını sınırlandıracak şekilde tedbir alınmalıdır. Bu amaçla; zemin kotunda bina dışında çıkabilecek yangınların etki edeceği yüzeylerde kullanılacak malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarına dair sınırlamalar getirilebilir.

Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik uyarınca; yüksekliği 28.50 m'den az olan binalarda dış cephesi zor alevlenici (en az C-s3, d2) malzeme veya sistemden oluşabilmektedir. Bu sistemlerde çimento esaslı A sınıfı son kat kaplamalar kullanılabilirdiği gibi ülkemizde maliyeti dolayısıyla pek tercih edilmese de yangına karşı tepki sınıfı B veya C olan organik bağlayıcılı son kat kaplama içeren dış cephe ısı yalıtım sistemleri de bulunmaktadır. Yönetmelik; yangına karşı tepki sınıfı en az C-s3, d2 (örneğin EPS veya XPS içeren sistemler) olan sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin bulunduğu geleneksel cepheli binaların zemin kotu üzerindeki 1,5 m mesafenin hiç yanmaz dekoratif tuğla, taş vb. ürünler veya A1 sınıfı sıvalar kaplanarak bina dışındaki yangınlardan korunması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu hüküm sıvalı dış cephe ısı yalıtım sisteminin ilk 1,5m'lik kısmının yanmaz ısı yalıtım malzemeleri oluşturulmasını şart koşmaz. Ayrıca inşaat tekniği açısından su basman seviyesinin altında ekstrüde polistren köpüğü (XPS) gibi su emmeyen ürünlerin kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Yönetmelikte yer alan bu hüküm; yangına tepki sınıfı B veya C sınıfı olan, organik bağlayıcılı son kat kaplamalar zemin kotunun ilk 1,5 m'lik kısmında kullanımının engellenmesine yöneliktir.

3. GIYDIRME CEPHE SİSTEMLERİ

Giydirme cepheler; dış cephe kaplamalarının kendine ait bir konstrüksiyona mekanik olarak sabitlendiği ve dış cephe kaplaması ile cephe arasında havalandırma boşluğu oluşturmanın mümkün olduğu çözümlerdir. Genellikle prestij yapılarında tercih edilen giydirme cephelerde dış cephe kaplaması olarak mermer, granit vb. doğal taşlar ve cam gibi su buharı geçirmeyen yapı malzemeleri kullanıldığından bu binalarda yapı fiziki açısından su buharının dışarı atılmasını sağlamak için cephede bir havalandırma boşluğunun tasarlanması ve/veya bir havalandırma sisteminin tesis edilmesini gerektirir.

3.1 Yangın Güvenliği Tedbirleri

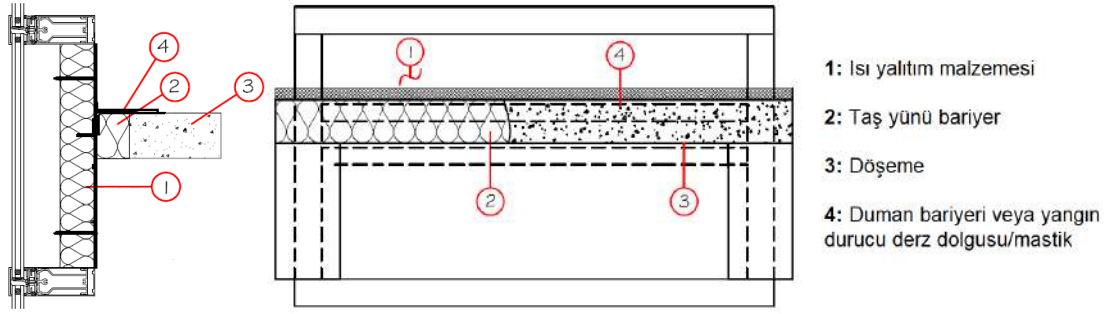
3.1.1 Detayda kullanılacak malzemelerin yangına karşı tepki sınıfının sınırlandırılması

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te 09 Temmuz 2015'de yapılan değişiklikle Yönetmeliğe derzleri açık veya havalandırmalı giydirme cephe sistemlerinde kullanılan dış cephe kaplaması ve yalıtım malzemeleri de dahil olmak üzere taşıyıcı sistem vb. her türlü malzemenin yangına tepki sınıfının en az A2-s1,d0 (zor yanıcı) olması şartı getirilmiştir.

Ülkemizdeki üretilen ve yaygınlıkla kullanılan ürünler dikkate alındığında kat yüksekliğine bakılmaksızın tüm binalardaki havalandırmalı giydirme cephe detaylarında ısı yalıtım malzemesi olarak taşıyıcı ve camyünü gibi mineral yünlerin kullanımı mecburi tutulmuştur. Isı yalıtım malzemesinin yanı sıra dış cephe kaplaması, diğer bileşenlerin de yanmayan ürünlerden teşkil edilmesi gereklidir. 17 Temmuz 2012 tarihinde meydana gelen Polat Towers yangınında yangına tepki sınıfı uygun olmayan yanıcı dış cephe kaplaması dolayısıyla yangın hızla cephede yayılmıştır. 26 Eylül 2011 ve 05 Nisan 2018 tarihlerindeki T.C. Sağlık Bakanlığı Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi yangınlarında ise hem ısı yalıtım malzemesi hem de dış cephe kaplaması yanıcı ürünlerden teşkil edildiğinden yangın yayılımı gerçekleşmiştir. T.C. Sağlık Bakanlığı Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yangının yayıldığı cephe havalandırmalı giydirme cephe olarak tasarlanmıştır. Cephe sisteminde kullanılan dış cephe kaplaması ve ısı yalıtım malzemesinin yanmaz olmaması, giydirme cephe sisteminde belli aralıkla herhangi bir pasif yangın durdurucu uygulaması kullanılmaması nedeniyle cephe ile bina arasındaki hava boşluğu baca gibi çalışmış, yangının büyümesindeki en önemli faktör olarak yangının çatıya kadar ulaşmasına sebep olmuştur. Yangının uzun bir süreye yayılması ve sıcaklığın artmasından dolayı cephe sisteminin belli kısımlarında çelik konstrüksiyon erimiş, yangın pencere ve kapı gibi boşluklardan binanın içine ulaşmıştır. Yangın ihbarından yangının söndürülmesine kadar geçen yaklaşık 150 dakikalık sürede bina kullanılamaz hale gelmiş ve tahliye edilmek zorunda kalmıştır.

3.1.2 Alevlerin geçebileceği boşlukların kapatılması

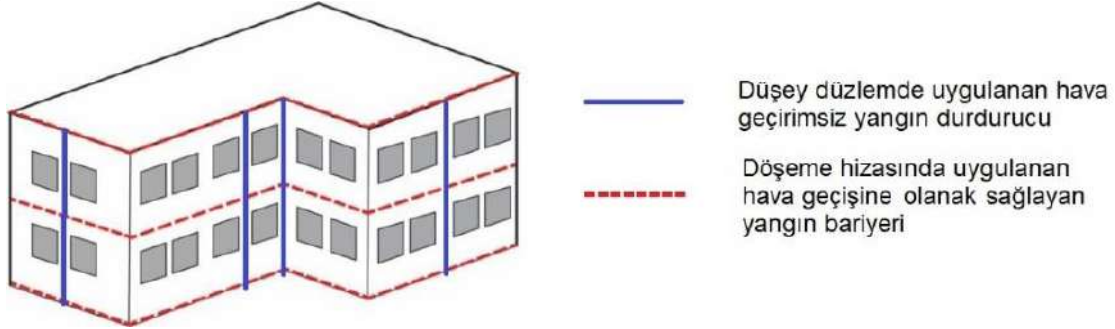
Yönetmelikte alevlerin yayılımının sınırlandırılması prensibi çerçevesinde cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlamasını engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak süre kadar yalıtılması istenmektedir. Bu amaçla yapılacak olan pasif yangın durdurucu uygulamaları havalandırmalı giydirme cephelerde oluşabilecek yangınların yayılmasını engellemede, binanın boşaltılması ve yangına müdahale edilmesi için vakit kazandırmada başvurulan en önemli yangın yalıtımı uygulamalarından biridir. Özellikle dışarıdan müdahalenin zor olduğu yüksek yapılarda bu uygulama hayati bir öneme sahiptir. Pasif yangın durdurucular ile yapılan yangın yalıtımı uygulaması ile binayı döşemelerde kompartımanlar halinde ayırarak alevin komşu katlara atlaması engellenebilir, ısı ve dumanın yayılması alınan bina boşaltılıncaya kadar kontrol altında tutulabilir.



Şekil 5: Alevlerin geçebileceği boşlukların yangın yalıtımı detayı

Uygulama öncesi yüzeydeki kir, toz, gevşek dolgu, yağ, gibi yüzeye intibakı engelleyen unsurlar temizlenir. Döşeme ile cephe elemanları arasındaki boşluğa uygun ölçüde taş yünü bariyer sıkıştırılarak yerleştirilir. Taş yünü bariyerin üzerine cephe ve döşeme üzerine en az 10 ila 15 cm taşırılarak yangın durucu derz dolgusu üreticisinin tavsiyesi doğrultusunda uygulanır ve kürlenmeye bırakılarak uygulama tamamlanır.

Cephelerde yangın yayılımının sınırlandırılması için önerilen hususlardan birisi de cephedeki boşluğun kompartimanlara bölünmesidir. Her kat seviyesinde bulunan yatay yangın bariyerlerin kullanılması, yangının çıkış yerinden yukarıdaki katlara yayılmasını önleyecektir. Düşeyde yapılacak yangın durdurucu uygulamaları ile birlikte oluşturulacak kompartimanlar ile yangının cephedeki yayılımı uygun sürelerde engellenebilir. Örneğin; hava geçirimsiz yangın durdurucuların düşey konumda uygun aralıklarla kesintisiz olarak uygulanıp, döşeme ile cephe arasındaki boşlukta havalandırmaya olanak veren yangın bariyerleri kullanılarak cephe yangın kompartimanlarına bölünebilir. Böylelikle cephenin yapı fiziği gerekli olan havalandırma fonksiyonu korunurken ve aynı zamanda etkin yangın koruması sağlanır.



Şekil 6: Cephede yangın kompartımanı örneği

4. SONUÇ

Yönetmeliklerde tanımlanan tedbirler genel olarak yangının cephede yukarıya doğru yayılımına dairdir. Ancak özellikle çıkma alanlarına sahip olan binalarda damlacık teşekkülüne bağlı olarak yangın yayılımı alt katlara doğru gerçekleşebileceği gibi binadan tahliye edilen kişiler veya yangına müdahale eden itfaiye ekibi için tehlike arz edebilir. Bu sebeple Yönetmelikte değişikliğe gidilmeli ve damlacık teşekkülüne (d0, d1, d2) dair sınırlama getirilmelidir. Benzer bir sınırlama duman oluşumuna (s1, s2 ve s3) yönelik de tanımlama yapılabilir.

Yönetmelikte ısı yalıtım malzemesi, ısı yalıtım yapıştırıcısı, dübel, sıva filesi, sıva ve benzeri diğer teçhizat kullanılarak teşkil edilen sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin ilgili standartlar kapsamında akredite bir laboratuvar tarafından yangına karşı tepki sınıfının raporlanması istenmektedir. Bu haliyle Yönetmelikte yer alan bu hüküm ısı yalıtımı fonksiyonu olmayan diğer cephe kaplama ve sistemlerini kapsamamaktadır. Dolayısıyla bu maddede değişikliğe gidilmeli ve uygulama ısı yalıtım fonksiyonu olan veya olmayan tüm sistem ve malzemeleri kapsayacak şekilde genişletilmelidir.

Dış cephe uygulamalarında kullanılacak malzeme seçimi ve detay çözümlerinde Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te tarif edilen asgari şartlar ve yangın güvenliği ile yukarıda anılan prensiplere dikkat edilmesi gereklidir. Malzeme seçimi ve cephe tasarımıyla beraber mutlaka uygun pasif yangın durdurucu uygulaması da seçilmelidir. Yangın güvenliği önlemlerinin estetik kaygılar ile aksatıldığı giydirmeye cephe uygulamalarında kötü sonuçlar ile karşılaşmamak adına doğru malzeme seçimi üzerindeki denetimler artırılmalıdır.

Son yıllarda iş merkezi, hastane ve otel binalarında meydana gelen yangınlar kamuoyunda geniş yankı bulmuş, dış cephe çözümleri özelinde binalarda alınması gereken yangın güvenliği tedbirlerinin daha net açıklanarak tartışılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ile ilgili uzman kişilerden oluşan bir çalışma grubunca açıklayıcı rehberler hazırlanmalıdır.

Yangın güvenli yapı tasarımı için yapılarda alınması gereken aktif ve pasif yangından korunma önlemleri bir bütün olarak ele alınmalıdır. Şüphesiz ki doğru malzeme kullanması, uygulamanın işin ehli insanlar tarafından yapılması, uygulamanın eksiksiz kalite kontrol sürecine tabi olması gerekmektedir. Yangına karşı korunmanın bir zincir gibi ele alınıp, tüm en zayıf halka kadar güçlü olduğu unutulmamalıdır. Bu yaklaşım tüm bina geneline yansıtılmalı ve meydana gelen yangınlar değerlendirilerek cephelerin kompartımanlara ayrılması gibi yurt dışındaki uygulamalar dikkate alınarak mevzuatlar geliştirilmelidir.

Ayrıca Yönetmeliğin tam anlamıyla uygulandığını söylemek güçtür. Yüksekliği 28,5m'nin üzerinde olan binalarda en az zor yanıcı (A2-s1,d0) sistemlerin kullanılmadığı bir çok uygulama ile karşılaşmaktadır. Hatta pencere kenarları ve üstünde bariyer uygulamasının oldukça sınırlı kaldığı söylenebilir. Dış cephede kullanılan ürünlerin üzerleri kapanana kadar uygun olup olmadığının tespit edilmesi çok kolay olmasına rağmen Yönetmelik hükümlerine uygun olmayan uygulamalarının bu denli yaygın olması bilgi eksikliğine işaret etmektedir. Bu sebeple gerek tasarımcıların gerekse de uygulayıcı ve denetim fonksiyonunun yürüten kişilerin eğitilmesi kritik öneme sahiptir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [2] DIN 55699: Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)
- [3] WDV-Systeme zum Thema Brandschutz, Professional Association Thermal Insulation Composite Systems eV
- [4] Zhou, B., Yoshioka, H., Noguchi, T., Wang, K., Huang, X. 2021 New Understanding of Fire Spread on the EPS ETICS Façade, SFPE EUROPA Q2 2021 Issue 21.
- [5] Prof. Dr. Vidaković B., The mechanism of fire spread across facade International Conference Energy in Buildings 2017
- [6] Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [7] Beyhan, F. 2018. Gaziosmanpaşa Taksim İlk Yardım Hastanesi Yangını Değerlendirme Raporu, 11.

ÖZGEÇMİŞLER

Timur DİZ

Timur Diz, 01 Ekim 1975 tarihinde Almanya'da dünyaya geldi. 1998 Yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini, 2001 yılında ise aynı üniversitenin Termodinamik ve Isı Tekniği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Yaklaşık 3 yıl ERA Şehircilik Mimarlık Müşavirlik Ltd. Şti ve Besa Mekanik Ltd. Şti.'nde proje mühendisi olarak çalıştı. Askerlik vazifesinin ardından 2002 yılında İZODER Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği'ndeki kariyerine başladı. 2007 yılında derneğin sahibi olduğu ve Yapı Malzemeleri Yönetmeliği kapsamında

Türkiye'den atanan ilk onaylanmış test laboratuvarı olan TEBAR Test Belgelendirme Araştırma ve Geliştirme A.Ş.'yi kurulmasında görev aldı. Halen TEBAR A.Ş.'de Genel Müdürlük görevini yürüten Timur Diz 01 Eylül 2018 tarihinden bu yana İZODER'in Genel Sekreterlik görevini de yürütmektedir.

Beyza TANYOL

5 Haziran 1998 tarihinde Elazığ'da dünyaya gelen Beyza Tanyol, 2022 yılında Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Şantiyede bir süre kalite kontrol mühendisi olarak çalışan Beyza Tanyol, 2023 yılı itibariyle İZODER'de Teknik İşler ve Eğitim Uzmanı olarak çalışmaya başladı.

Yiğit Kaan AKTAŞ

27 Ocak 1999 tarihinde doğan Yiğit Kaan Aktaş, 2021 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamladı. Gebze Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Deprem ve Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans programına devam eden Aktaş, 2023 yılı itibariyle İZODER'de Teknik İşler ve Eğitim Uzmanı olarak görev yapmaya başladı.

FIRESTOPPING IN CURTAIN WALLING AND VENTILATED RAINSCREEN FAÇADES

Steve HILBRAND
Julian PEITZMEIER

ABSTRACT

Compartmentation within façades is as crucial to the fire safety of a building as compartmentation within the built structure itself:

In curtain wall façades, after the flesh-over phase, a fire can cause the windowpanes to break and spread into the floor above, often amplified by the wind. The effect of bypassing all other fire safety measures within a building by “jumping” to an adjacent floor through the outside of a building is often referred to as the leapfrog effect. This can be prevented through comprehensive perimeter firestopping measures around the spandrel panels where the floor abuts the transom of the curtain wall.

In ventilated rainscreen façades, fire that leaps out of a damaged window or door or an external fire load can progress in between the cladding and insulation or wall of a building in a vertical direction. This is accelerated by a chimney effect and can easily cause fire to spread into an adjacent floor. This can be prevented by using vertical and horizontal firestopping that allows the air to freely move vertically under normal conditions but closes the gap between the outside wall and façade panels in the event of a fire.

Key words: Compartmentation, fire spread, curtain wall façade, perimeter firestopping, rainscreen façade

INTRODUCTION

Fire protection in façades is crucial when trying to mitigate risks of people’s harm and property loss., The Grenfell Tower fire in London in 2017 demonstrated this, as experts concluded that the tragedy was largely due to inadequate fire protection in the façade. As a result of this fire, guidelines and regulations for fire protection in façades were updated, not only in England but also worldwide. However, what types of façades are available in the market, how are they regulated in terms of fire protection, and what solutions are available to builders? This article will introduce different façade types and their fire protection solutions.

VENTILATED RAINSCREEN FAÇADES

A ventilated rainscreen façade as a “ventilated façade” structurally separates the functions of weather protection and insulation. This design offers significant flexibility for builders, addressing both aesthetics and functional and safety advantages, including the ventilated cavity and non-combustible insulation materials. These systems are thus less susceptible to damage compared to conventional systems and provide ample design freedom. Additionally, they can meet requirements for fire, sound, and lightning protection.

One fire protection solution for ventilated façades involves the use of vertical and horizontal fire barriers.

Vertical barriers consist of a high-density rock wool board with aluminum facing on both sides. Vertical fire barriers are installed in the corner areas of a building, at openings such as windows and doors, and at least every 6 meters according to the NHBC (National House-Building Council, England) Guideline. They ensure vertical compartmentalization, preventing fire from spreading to adjacent areas. Horizontal fire barriers are typically installed on each level of a building and around openings such as windows and doors. They are positioned at a specific distance from the façade cladding material and feature an intumescent strip that expands significantly in the event of a fire, sealing the cavity behind the façade. This prevents the chimney effect that could otherwise facilitate rapid fire spread behind the cladding material. While ventilation of the façade is maintained from the lowest level to the highest level, horizontal fire barriers must close within 5 minutes in the event of a fire to prevent fire from passing from one level to the next for a specified duration.

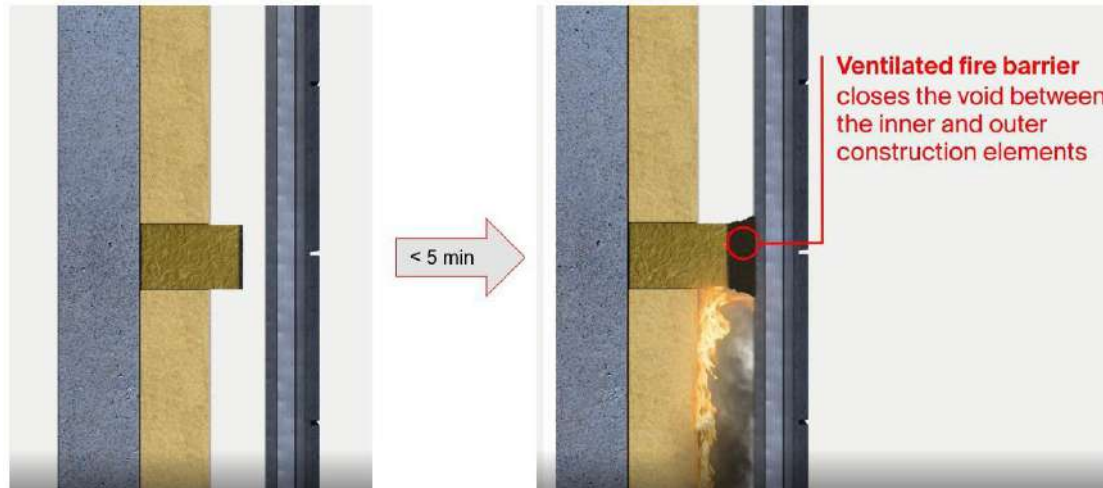


Figure 1 Cross section and functionality of a ventilated façade firestopping system

To verify the functionality of these fire barriers, various European and international standards exist. Vertical fire barriers can be tested in accordance with EN 1366-4 or BS 476-20 in Europe. For horizontal fire barriers, testing can be done following ASFP (Association for Specialist Fire Protection) Technical Guidance Document - TGD-19. Both EN 1366-4 and TGD-19 evaluate horizontal and vertical barriers as individual products rather than as part of a system. Additionally, there are test standards for project-specific large-scale fire tests, where not only the fire barriers but the entire façade system is tested and certified. These tests can be conducted according to standards such as BS 8414 (British Standard) or NFPA 285.

CURTAIN WALL FAÇADE

A second type of façade commonly found in buildings is known as curtain wall façades. These façades come in various designs, such as mullion and transom construction, elementary façades, or double façades. These frame structures create enclosure using glass and panel elements, without the ventilated cavity seen in ventilated façades. The façade is typically anchored to the building's floor slabs or columns.

But how can fire spread in curtain wall façades? Here, fire can propagate in two different ways. Firstly, fires can spread through the gaps between the façade elements and the individual floor slabs known as perimeter joints. Secondly fire can leap over the exterior of the façade if the glass panels cannot withstand the high temperature of the fire. The leap of fire to the next floor through the exterior of the façade, also known as leap-frog effect, can be influenced by various structural measures. These include the use of fire-resistant glass or enlarged spandrel panels. There are various fire protection solutions for sealing perimeter joints.

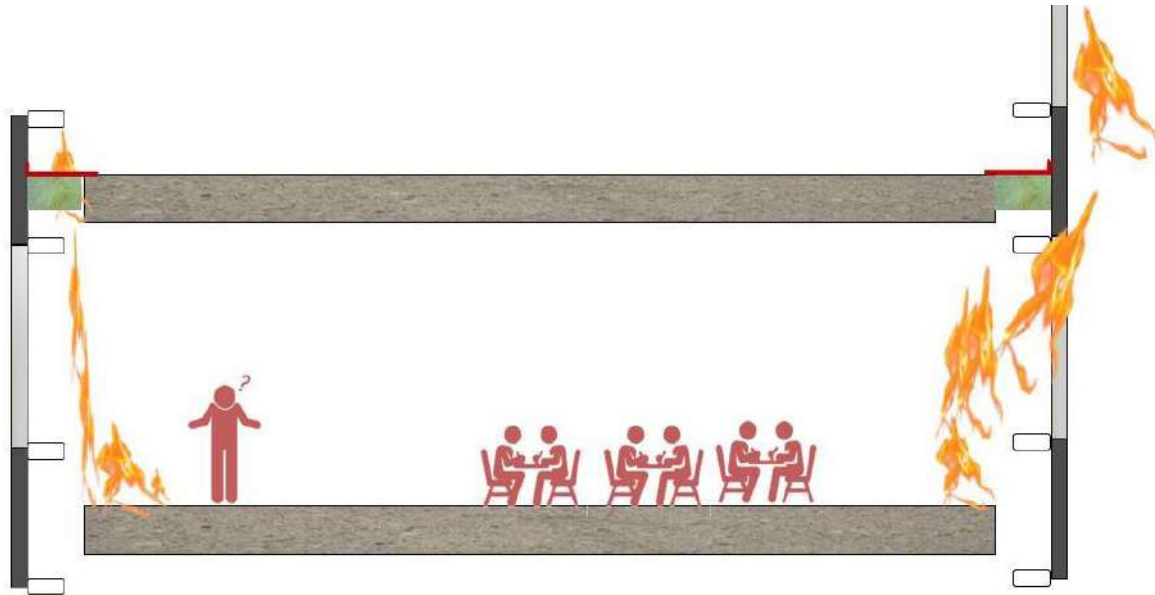


Figure 2 Leap Frog Effect

One option is the dry sealing of the joint using a mineral wool slab with a double-sided aluminum facing. This slab is inserted into the joint between the façade element and the floor slab under specific compression and fixed to the ceiling. While this solution may not completely prevent air permeability, the mineral wool slab is sufficient to prevent the spread of fire and flames through the perimeter joint.

Another option is a spray solution. In this method mineral wool insulation is inserted into the joint under a specific compression as a permanent support material. Then the joint is cleaned, and the sealant is applied according to the manufacturer's instructions using a trowel, brush, or preferably an airless spray gun. It is essential to consider the material thickness and overlap on both the concrete and the façade and to meet the requirements of the respective approval.

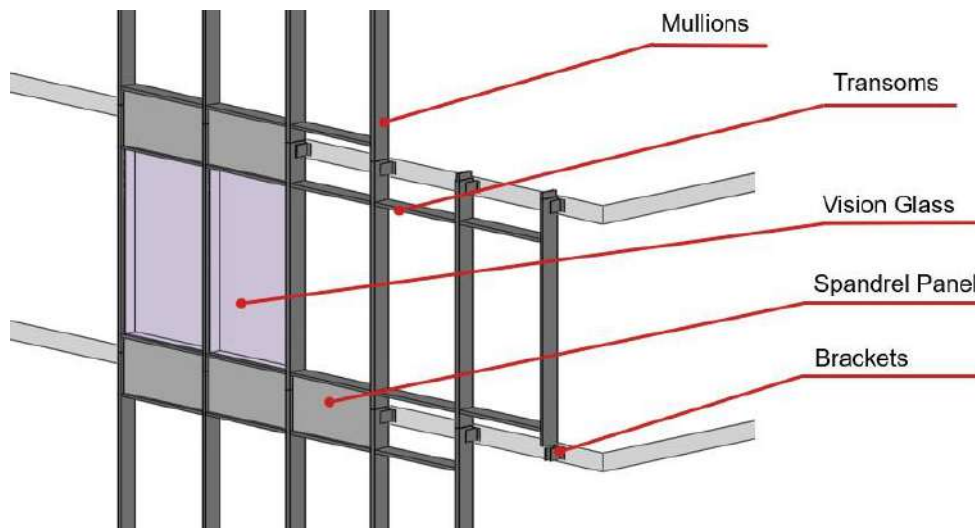


Figure 3 Key elements of a curtain wall façade

To assess the performance of fire protection solutions in curtain wall façades, there are two options. In Europe and some other parts of the world, fire tests are conducted according to EN 1364-4. Then the tested systems are included in the corresponding ETA (European Technical Assessment) document. In the United States and elsewhere, fire tests are conducted according to ASTM E2307. These two tests differ in the size of the tested façade section and the type of fire exposure.

CONCLUSION

Firestopping in the built environment is essential when preventing loss of lives and property. There has been extensive research and development efforts from various manufacturers when it comes to fire stopping service penetrations and linear joint gaps. There is also a wide range of test standards and regulatory requirements in most mature markets. However, even mature markets have been struggling when it comes to firestopping in facades. Shortfalls of proper firestopping in facades appears to be an interplay of appropriate testing standard, code requirement, planning, actual installation quality on site and regular inspection of the completed building. Providing suitable products that are tested to the applicable standards is the responsibility of the manufacturers of firestopping systems. However, these systems also need to be designed so that they are not prone to installation errors as this can, when not checked on regularly or poorly, lead to failure in the event of fire even though code requirements are sufficient and firestop planning was done correctly. Concluding it is safe to say that each of the described steps is essential in creating a fire safe building envelope.

REFERENCES

- | | |
|-----------------------------|---|
| ASTM E2307-20 | Standard Test Method for Determining Fire Resistance of Perimeter Fire Barriers Using Intermediate-Scale, Multi-story Test Apparatus |
| EN 1364-4:2014 | Fire resistance tests for non-loadbearing elements. Curtain walling - part configuration |
| EN 1366-4:2021
BS 476-20 | Fire resistance tests for service installations - Part 4: Linear joint seals
Fire Tests on Building Materials and Structures - Part 20: Method for Determination of the Fire Resistance of Elements of Construction (General Principles) General details of test conditions, specimens, apparatus and criteria for fire resistance testing |
| NFPA 285 | Standard Fire Test Method for Evaluation of Fire Propagation Characteristics of Exterior Wall Assemblies Containing Combustible Components |
| BS 8414-2:2020 | Fire performance of external cladding systems. Test method for non-loadbearing external cladding systems fixed to, and supported by, a structural steel frame |
| TGD19 | TGD 19 Fire resistance test for 'open-state' cavity barriers used in the external envelope or fabric of buildings (ASFP, 2017) |
| NHBC | https://www.nhbc.co.uk/ |
| ASFP | https://asfp.org.uk/ |
| ETA | https://www.eota.eu/what-is-an-eta |
| Leap frog effect | FIRE SPREAD IN CURTAIN WALL FAÇADE by Elhefnawi, Mostafa, ARCHITECTURE AND PLANNING JOURNAL –Volume 24: FACULTY OF ARCHITECTURAL ENGINEERING, BEIRUT ARAB UNIVERSITY, LEBANON |

RESUMEES OF THE AUTHORS

Steve HILDBRAND

Steve Hildbrand has worked for the fischer group of companies since 2019 as an Application Engineer for Facade and Firestop Systems. He is still involved in his Master studies of Industrial Engineering at the Center of Advanced Studies at DHBW in Germany. He previously completed his B. Eng. in Civil Engineering with focus on Facade Technology.

Julian PEITZMEIER

Julian Peitzmeier works as a Senior Product Development Engineer for passive fire protection systems at fischer SystemTec, which is part of the fischer group of companies. He previously gained experience in fire testing and certification at UL Solutions as a Senior Project Engineer. He studied Wood Engineering and Processing at the University of Hamburg, Germany.

YÖNETMELİKLER ÇERÇEVESİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ VE ENGELLİ ACİL TAHLİYESİ

Atakan ALTAN
Fusun DEMİREL
Can GÜNGÖR

ÖZET

İnsanlığın doğuşuyla birlikte, insan olmanın parçası olan, engellilik ortaya çıkmıştır. Yaşamlarının bir noktasında, insanlar, doğuştan, kaza veya sadece yaşlanma nedeniyle geçici veya kalıcı olarak sakatlık yaşayabilir. Uygun yardım ve hizmetlerle, engelli birçok kişinin yaşadığı kısıtlamaların üstesinden gelinebilir.

Acil durum yönetimi, engelli nüfus için özel planlama prosedürleri gerektiren yangın gibi felakete hazırlık ve müdahaleden sorumludur. Yangınlar, engelli bireylerin tahliyesini zorlaştıracak durumlar yaratabilir. Profesyonellerin kendilerine işitme veya görme engellilerle nasıl iletişim kuracaklarını, fiziksel engellilere nasıl yardım edeceklerini, acil durumda iş göremez hale gelebilecek kişilerin plana nasıl dahil edeceklerini kendilerine sormaları gerekmektedir.

Acil müdahale personelinin, var olabilecek herhangi bir yanlılığı veya komplikasyonu belirlemesine ve bunlara karşı önlem almasına olanak sağlayacak, engelli kişilerin ihtiyaçlarını ele alan bir acil durum yönetimi tatbikatı tasarlaması ve engellileri tatbikatlara dahil etmesi gerekmektedir. Engelli nüfusun tahliye planına dahil edilmesi, acil durumlarda mevcut kaynakların doğru kullanılmasını sağlayacaktır. Bu sayede, acil müdahale personeli, sadece yangın tahliyesine müdahale etmeye hazırlıklı olmakla kalmaz, aynı zamanda engelli kişileri tahliye etmeye hazırlıklı da olacaktır.

Bu bağlamda çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Türkiye'deki engellilerin acil durum kaçışlarıyla ilgili yönetmelikler incelenmiş, karşılaştırılmış ve sonucunda; yangın veya başka bir acil durumda engellilere yardımcı olacak düzenlemelerin artırılmasının, engelli kişilerin tatbikatlara dahil edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yangın Güvenliği, Yangın Güvenliği Eğitimi, Pasif Yangından Korunma, Çıkış Yolları, Erişilebilirlik, Evrensel Tasarım

FIRE SAFETY AND DISABLED EGRESS WITHIN THE FRAME WORK OF LEGISLATIONS

ABSTRACT

Disability appeared along with the birth of humankind. In some point in their life, everyone will experience disability whether it is from birth, caused by accident or aging. With the assistance of appropriate aids, the restrictions can be overcome.

The emergency management is responsible for the preparation and response to hazards, which require special planning for the disabled. Fires create situations, which impact disabled in a manner that evacuation is hindered. Professionals should consider communicating with hearing or visually impaired, help the physically disabled to downstairs, and to include those who may become incapacitated during an emergency.

Designing an emergency management exercise that addresses to the disabled that allows emergency responses to identify and mitigate against any inaccuracies or complications that might exist during evacuation. Integrating the disabled in to the evacuation plan will also result in better utilization of resources during emergencies. In this way, disabled people can also be prepared to evacuation.

In this context, the regulations regarding the emergency escape of the disabled in the U.S.A, U.K and Turkey were examined and compared, and as a result, the importance of the regulations to help the disabled in emergencies and including the disabled in drills were emphasized.

Keywords: Fire Safety, Fire Safety Training, Passive Fire Protection, Means of Egress, Accessibility, Universal Design

1. GİRİŞ:

Modern teknolojideki gelişmeler, iletişim ve günlük hayatımızda değişikliklere neden olan küreselleşme, erişilebilirlik kavramını geniş bir ölçüğe yaymıştır. Erişebilirlik; kültür, bilişim, ulaşım, spor, iş tanımı gibi birçok alanda önem kazanmıştır [1]. Erişilebilirlik, engelli bireylerin diğer sağlıklı bireyler gibi günlük yaşamında, evinden her türlü yapıyı çevreye seyahat edebilmesi ve binanın tüm hizmetlerinden herhangi bir yardım almadan veya kısmi yardım olarak yararlanabilmesidir. Bireyin engeli, günlük hayatta sahip olduğu kısıtlamalarla doğru orantılıdır. Engelli bir kişi, erişilebilir bir alanda engelli değildir. Erişilebilirlik, günlük hayatta birbiriyle ilişkili eylemlerin tereddütsüz devam edebilmesini sağlamaktır. Ayrıca erişilebilirlik, engellilerin toplumdaki davranışları engellenmeden özerk bir yaşam sürmelerine izin vermede kritik öneme sahiptir [1].

İnsanlar, hayatlarının her aşamasında buldukları sosyal ortamda kendilerini kanıtlamak ve bağımsız bir birey olarak yaşayabildiklerini göstermek için yardım almadan yapabileceği günlük

aktiviteleri gerçekleştirebilmek isterler. Günümüzde insanların toplumda bağımsız bireyler olarak hareket edebilmeleri ve erişilebilirlik konusunda herhangi bir zorluk yaşamamaları için uluslararası platformlarda ve Türkiye'de çeşitli yasal düzenlemeler ve standartlar, fırsat eşitliği getirmeye çalışmaktadır [2]. BM Genel Kurulu, 20 Aralık 1993 tarihinde 48/96 sayılı kararla engelliler için fırsat eşitliğine ilişkin temel normlar bildirgesini kabul etmiştir. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu düzenlemelerine göre eğitim, sağlık, istihdam, sosyal güvenlik, sosyal-kültürel hayata katılım, bağımsız bir birey olarak tüm kaynaklara engellilerin yaşam koşulları, toplumsal gelişmelerden yararlanma ve bağımsız bir birey olarak tüm kaynaklara erişimi gibi temel sorunlara ilişkin politikalar geliştirilerek, toplumun gelişiminin önünü açmıştır [3].

Engelli bireyler için en etkili düzenlemelerden biri "Engelli Amerikalılar Yasası"dır (ADA, 1990). Bu kılavuz, kamu ve ticari alanlarda, özellikle istihdamda bireylere yönelik ayrımcılığa izin vermeyen yasal düzenlemelerden oluşmaktadır. ADA Erişilebilir Tasarım Yönergeleri, engelli bireylerin kamusal alanlara, konaklama yerlerine ve ticari tesislere erişimi için asgari standartları belirleyen bir kılavuz görevi görmektedir [4].

2. ENGELLİLİK VE MİMARİ TASARIM

Günlük hayatımızda değişikliklere neden olan modern teknolojiler, iletişim ve küreselleşmedeki gelişmeler, erişilebilirlik kavramını geniş bir ölçüğe yaymıştır. Kültür, bilişim, ulaşım, spor, görev tanımı gibi birçok alanda önem kazanmıştır (International Disability Alliance, 2010). Erişilebilirlik, engelli bireylerin de diğer sağlıklı bireyler gibi evlerinden her türlü yapıyı çevreye seyahat edebilmeleri ve günlük yaşamlarında herhangi bir yardıma ihtiyaç duymadan veya kısmen yardım alarak binanın tüm hizmetlerinden yararlanabilmeleri anlamına gelmektedir [1]. Bireyin engeli, günlük yaşamda sahip olduğu kısıtlamalarla doğru orantılıdır. Scherrer'e (2001) göre, "Erişilebilir bir bağlamda, herhangi bir engeli olan bir kişi engelli sayılmaz. Sağlıklı bir birey, uygun olmayan bir yerde engellidir." Erişilebilirlik, günlük yaşamda birbiriyle ilişkili eylemlerin tereddüt etmeden devam edebilme yeteneğinin sağlanmasıdır. Ayrıca erişilebilirlik, engelli bireylerin toplumdaki davranışları tarafından engellenmeden özerk bir hayat yaşamalarına olanak sağlamak açısından kritik öneme sahiptir [1].

İnsanlar hayatlarının her aşamasında buldukları sosyal ortamda kendilerini kanıtlamak ve bağımsız bir birey olarak yaşayabildiklerini gösterebilmek için herkesin yardım almadan yapabileceği günlük aktiviteleri gerçekleştirebilmek isterler. Günümüzde insanların toplumda bağımsız bireyler olarak hareket edebilmeleri ve erişilebilirlik konusunda herhangi bir sıkıntı yaşamamaları amacıyla uluslararası platformlarda ve Türkiye'de çeşitli yasal düzenlemeler ve standartlar fırsat eşitliği sağlamaya çalışmaktadır. Engelliler için fırsat eşitliğine ilişkin temel ilkeler bildirgesi, 20 Aralık 1993 tarihinde BM Genel Kurulu tarafından onaylanan 48/96 sayılı Kararda yer almıştır. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu düzenlemelerine göre, eğitim, eğitim gibi temel sorunlara ilişkin politikalar, Sağlık, istihdam, sosyal güvenlik, sosyal - kültürel hayata katılım ve bağımsız bir birey olarak tüm kaynaklara erişim geliştirilerek engellilerin yaşam koşullarının iyileştirilmesi, sosyal gelişmelerden faydalanılması ve tüm olanaklara erişiminin önü açılmıştır. Bağımsız bir birey olarak kaynaklar.

"Engelli Amerikalılar Yasası" engelli insanlara yönelik en başarılı politikalardan biridir (ADA, 1990). Bu kılavuz, başta işyeri olmak üzere kamusal ve ticari alanlarda kişilere karşı ayrımcılığı yasaklayan yasal kısıtlamalardan oluşmaktadır. ADA Erişilebilir Tasarım Yönergeleri, engelli bireylerin kamusal alanlara, konaklama yerlerine ve ticari tesislere erişimine ilişkin asgari standartları belirleyen bir kılavuz görevi görmektedir.

Bina Düzenlemeleri: M Belgesi, geliştirme uygulayıcılarının evrensel tasarım ilkelerini uygularken incelemesi gereken başka bir kaynaktır (Yapı Düzenlemeleri, 2020). Bu rehber, engelli kişilerin sosyal ve ekonomik hayata eşit katılımına yardımcı olmak için kalkınma girişimlerinin nasıl oluşturulacağı ve uygulanacağı hakkında bilgi vermektedir. Bu kılavuz, evrensel tasarımın dünya çapındaki en iyi uygulamalarına ve başarılı uygulamalarına dayansa da, kuralcı olması

amaçlanmamıştır. Engelli kişilerin karşılaştığı engellerin gelişmekte olan ülkeler arasında ve ülkeler içinde farklılık gösterdiği gerçeğine dayanmaktadır. Aynı zamanda her geliştirme projesinin benzersiz olduğu ve ister yerel ister küresel olsun, tüm evrensel tasarım ilkelerini harfiyen benimsemesini engelleyebilecek kendine has sorunları olduğu gerçeğine dayanmaktadır.

2.1. Evrensel Tasarım

Evrensel Tasarım, yapılı çevreyi toplumun farklı bireyleri için daha erişilebilir hale getirmeyi amaçlayan bir kavramdır. Bu kavram, ilk olarak 1950'lerde şekillenmeye başlamıştır [5]. "Engelsiz" planlama terimi o zamanlar popülerlik kazanmış ve 1970'lerde "**Erişilebilir Tasarım**" terimi ortaya çıkmıştır. Bu terim, Avrupa ve Amerika'da yaşayan engelli kişilerin topluma dahil olabilmeleri için yaptıkları baskıdan kaynaklanmaktadır.

Mimarlık alanında da evrensel tasarım kavramının kökenleri vardır. Evrensel Tasarım, 1980'lerin ortalarında engelli erişimine yönelik engelsiz yöntemlere uygulanabilir bir alternatif olarak sunulmuştur. Worldesign Kongresi 1987'de tasarımcıların ve mimarların tasarımlarına engelliliği ve yaşlıları dahil etmeleri gerektiğini bildiren bir kararı onaylamıştır [5]. Evrensel tasarım yaklaşımı, bina kullanıcılarının talepleri ve ihtiyaçları doğrultusunda gelişmeye başlamıştır. Mevcut araştırmalar, Evrensel Tasarımın çoğu insan için en güçlü ve en adil tasarım yöntemi olduğunu göstermektedir. Evrensel Tasarım üzerine tasarım çalışmaları, bireysel tasarımları değerlendirmeye, tasarımcıları daha erişilebilir olmaya zorlamaya ve Evrensel Tasarımın ADA standartlarının daha iyi uygulanmasına yol açacağına iddia etmeye odaklanmıştır [6].

Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesi'nden (NCSU) Ronald Mace tarafından koordine edilen mimarlar, endüstriyel tasarımcılar, mühendisler ve çevre tasarımı uzmanları ile kurulan bir ekip, 1997'de Evrensel Tasarımın 7 İlkesini ortaya sunmuştur [7]. Bu ilkeler; çevre, hizmet ve iletişim yaratmayı amaçlamaktadır. NCSU'nun Evrensel Tasarım Merkezi'ne göre, mevcut tasarımları değerlendirmek, tasarım sürecini yönlendirmek ve hem tasarımcılara hem de kullanıcılara daha işlevsel ürün ve ayarların özelliklerini öğretmek için bu kavramlar kullanılabilir olup, aşağıda listelenmiştir;

- **Adil Kullanım:** Tüm kullanıcılar, eşit olanaklara sahip olmalı ve ayrıştırılmamalı veya damgalanmamalıdır. Gizlilik, güvenlik ve emniyet özellikleri tüm kullanıcılar tarafından kullanılabilir olmalıdır. Tasarım, tüm kullanıcılara hitap etmelidir.
- **Kullanımda Esneklik:** Tasarım, kişisel tercihlere ve yeterliliklere uygun olmalıdır. Tasarım, kullanıcıların tercih ettikleri çalışma şeklini seçmelerine izin vermeli, sağ veya sol elle erişim ve kullanımı desteklemelidir. Kullanıcının hassasiyetine ve yeteneğine yardımcı olmalı, kullanıcının hızına göre esnek olmalıdır.
- **Basit ve Sezgisel Kullanım:** Kullanıcının deneyiminden, becerisinden, iletişim becerilerinden veya mevcut dikkat seviyesinden bağımsız olarak tasarımın kullanımı kolay olmalıdır. Herhangi bir gereksiz komplikasyon ortadan kaldırılmalıdır. Bilginin önemine öncelik verilmelidir. Etkinlik sırasında ve sonrasında, etkili yönlendirme ve geri bildirim sunulmalıdır.
- **Algılanabilir Bilgi:** Tasarım, çevresel koşullara veya kullanıcının duyuşal kapasitesine rağmen ihtiyaç duyulan bilgiyi kullanıcıya başarıyla iletmelidir. Hayati bilgilerin gösterimi için, birkaç farklı modalite (resimli, sözlü, dokunsal) kullanılmalı ve önemli bilgiler ile çevresi arasında yeterli kontrast sağlanmalıdır.
- **Hata Toleransı:** Tasarım, kazara veya kasıtsız eylemlerin tehlikelerini ve olumsuz sonuçlarını en aza indirmelidir. Unsurlar, riskleri ve hataları en aza indirecek şekilde organize edilmelidir. Tehlikeli maddeler uzaklaştırılmalı, ayrı bir alana taşınmalı veya yalıtılmalıdır ve en sık kullanılan elemanlar en erişilebilir yerlerde olmalıdır.
- **Düşük Fiziksel Çaba:** Tasarım, verimli ve yorulmadan kullanmayı mümkün kılmalıdır. Tekrarlanan aktivitelerden ve uzun süreli fiziksel efordan kaçınılmalıdır.

- **Yaklaşım ve Kullanım için Boyut ve Alan:** Her boy ve çevikliğe sahip kullanıcılar için, erişim, çalıştırma ve kullanma boyut ve alan açısından uygun bir biçimde olmalıdır. Önemli öğeler, oturan veya ayakta duran herhangi bir kullanıcı için engellenmeyen bir görüş açısına sahip olmalıdır. Kavrama boyutu değişken olmalıdır. Yardımcı teknolojinin veya kişisel yardımın kullanımı için geniş bir alan sağlanmalıdır.

Yukarıda belirtilen her bir ilke için ele alınan konseptte karşılık gelen bir tasarım ve bu tasarımda bulunması gereken temel yönleri özetleyen bir dizi çıkarım geliştirilmiştir [7]. Bunun amacı evrensel tasarımı kapsamlı bir şekilde ifade etmektir. Evrensel tasarım ilkesi ve beraberindeki kurallar tam da bunu yapmak için tasarlanmıştır. Evrensel Tasarımın temelleri, mimari, ürün tasarımı ve iletişim de dahil olmak üzere tüm tasarım disiplinlerine yayılmıştır. Tasarım sürecini yönlendirerek, fikirlerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesine izin verilmiş ve hem tasarımcıların hem de müşterilerin eğitimine yardımcı olunmuş, tasarımcıların ve kullanıcıların daha kullanışlı tasarım çözümlerinin özelliklerini anlamalarına yardımcı olmak için kavramlar geliştirilmiştir [8].

Evrensel Tasarım Normları; insan değişkenliğini içeren bir kavramı tanımlamak için tüm tasarım disiplinlerinde kullanılabilecek bir kavramı ifade etme çabasıdır. Yönergeler yardımcı olsa da evrensel tasarım yöntemi için sadece bir başlangıç noktası olarak anlaşılabilir. Herhangi bir mimari zorluk, çeşitli çözümlerle etkin bir şekilde çözülebilir [8]. En iyi ara yüz yaklaşımını seçmek, erişilebilirlik ve kullanılabilirlik arasındaki kaçınılmaz uzlaşmaların takdir edilmesini ve müzakere edilmesini gerektirir. Tasarım sürecinin tüm aşamalarında kullanıcılardan geri bildirim istenmelidir. Çok çeşitli olası kullanıcıların taleplerinin karşılanmasını garanti etmek için, yürütme sırasında gerçek kullanıcıları proje değerlendirmesine dahil etmek önemlidir [8].

2.2. Binalarda Engelli Yönetmelikleri

2.2.1. Türkiye’de Engelli Yönetmeliği

Şehirlerde inşa edilen binaların çoğunda kullanıcı olarak yalnızca sağlıklı kişiler dikkate alınmıştır. Sosyal hayatta önemli bir rol oynayan engelliler, asansörsüz binalar nedeniyle diğer insanların yardımıyla binaya girip kullanmak zorunda kalmakta, zemin katlarda yaşamak ve çalışmak zorunda kalmaktadır.

Erişilebilir bir bina hem temel bir insan hakkı hem de yapıyı çevrenin hayati bir özelliğidir. Tüm vatandaşlar aynı yaşama, çalışma ve eğlenme hakkına sahip olmalıdır. Binaların sadece sağlıklı bir insanın standart özelliklerine göre inşa edilmesi engellilere haksızlıktır. Bebek arabası, baston, tekerlekli sandalye kullanan, hareket kabiliyeti kısıtlı kişiler, kronik hastalıkları olan ve ağır yük taşıyan kişiler için tüm olanaklara erişim kolay olmalıdır. Bir toplumdaki herkesin bağımsız yaşayabilmesi gerekir.

Türkiye’de engellilere yönelik erişilebilirlik kavramlarına ilişkin ilk yasal düzenleme 1997 yılında 3194 sayılı İmar Kanunu Ek-1’de yer almıştır. Bu kanunda, “Kentsel imar planlarında, altyapılarda ve binalarda engellilere yönelik erişilebilir ve yaşanabilir bir çevre sağlamak için Türk Standartları Enstitüsü’nün (TSE) ilgili standartlarına uyulması zorunludur.” İbaresini yer almaktadır (İmar Kanunu Ek-1, 1997). 1999 yılında 572 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile İmar Kanunu’nda yapılan değişikliklerle yeni düzenlemeler ve kanunlar getirilmiştir. Bu düzenlemeler ile birlikte binalarda engellilere yönelik düzenlemeler yapılmış olup, cadde, meydan, yollar ve kent içi toplu taşıma sistemlerinin engelli ve yaşlılar için erişilebilirliğinin Türk Standartları Enstitüsü standartlarına uygun hale getirilmesi amaçlanmaktadır [1]. Yapılı çevrenin engellilere uygun hale getirilmesi, yasal düzenlemelerin yapılmasını, bu düzenlemelerin gerekliliğinin benimsenmesini, doğru ve yerinde uygulanmasını, toplumun ve engellilerin bilgi ve farkındalığının artırılmasını içeren bir süreçtir.

Türkiye’de belediyeler engellilere ilişkin mevzuat ve standartlara uymak, bunları uygulamak ve bunlarda yer almayan gerekli önlemleri almakla yükümlüdür [2]. Öte yandan yönetmelik ve standartlar tasarım sürecinde önemli bir rol oynamakta, tasarımcının eylemlerini belirli bir noktaya

yönlendirmekte ve onu engelli bireyler açısından düşünmeye itmektedir. Engelli bireylerin bir binaya veya alana girmesine yönelik özel bir giriş veya özel dikey sirkülasyon alanları, erişilebilirlik kavramı için doğru bir tasarım değildir. Bu yaklaşımlar hem engellileri diğerlerinden ayırarak toplumdan izole etmekte, hem de yapım ve yönetim maliyetlerini artırmaktadır [1]. Engelliler mekân planlaması açısından nüfusun geri kalanından ayrı tutulmamalıdır. Temel insan hak ve özgürlükleri bağlamında çevreye ve talebe yönelik tasarım bilinci, bir gereklilik olmalıdır [2].

Türkiye'de şehir planlamasında ve binalarda mevzuatın uygulanmasında ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Genellikle standartlara ya da düzenlemelere uygun, sürekli ve bütünlüklü uygulamalar elde edilememekte, engelli kategorileri arasında sadece yürüme engelliler dikkate alınarak, rampalar yapılarak engellilerle ilgili yasal düzenleme ve standartlar karşılanmaya çalışılmaktadır. Sadece düzenlemeler veya yasal yaptırımların ele alınması değil, aynı zamanda toplumu oluşturan tüm bireyleri dikkate alan tasarım kararlarının ele alınması amaçlanmalıdır [1]. Sadece engelliler için değil herkes için eşit erişilebilir tasarımların tercih edilmesi konusunda toplumsal farkındalığın tercih edilmesi sağlanmalıdır. Mimarlar ve tasarımcılar yapıları çevreyi tasarlarken tasarımın erişilebilir ve eşitlikçi hale getirilmesi konusunu da göz önünde bulundurmalıdır [9]. Kanun ve diğer düzenlemelerin amacının başarıya ulaşması ancak bunların uygulanmasıyla mümkündür.

TS 9111 engellilerin kullanacağı binalarda yapılabilecek mimari düzenlemeleri kapsamaktadır. TS 9111'e göre standardın amacı engelli bireylerin binalar içerisinde bağımsız hareket edebilmelerini sağlamaktır.

TS 9111'e göre engellilik, doğuştan veya sonradan gelen herhangi bir hastalık veya kaza sonucu fiziksel, zihinsel, ruhsal, duygusal veya sosyal yeteneklerin değişken derecelerde kaybedilmesidir. Bağımsız hareket edebilmeleri için binalarda ve açık alanlarda özel fiziksel ve teknik düzenlemelere ihtiyaç duyan kişileri de ifade eder [10].

Engelliler, geçici engelliler, yaşlılar, hamileler, bebek arabaları, çocuklar, eşya ve yük taşıyan kişiler, iri ve obez kişiler, çok uzun veya çok kısa boylu kişiler TS 9111 (2011) uyarınca hareket kısıtlılığı olan kişilerdir. 5378 sayılı "Engelliler Kanunu" kapsamında bina ve yakın çevresinin de içinde bulunduğu yapıları çevrede yapılacak erişilebilir her türlü düzenleme ile kişilerin hareket kısıtlamaları ortadan kaldırılmalı, hareket kabiliyeti artırılmalıdır. Bu gruptaki herkesin mümkün, rahat ve kolay bir şekilde yaşaması mümkün kılınmalıdır.

Herkesin istediği yere erişme ve istediği hizmetten yararlanma hakkı vardır. TS 9111 (2011) standardına göre herhangi bir engeli olan kişinin ve bir yapı ile yakın çevresinin kullanıcılarının, normal kullanım şartlarında yardımsız ve kolaylıkla girip çıkmalarına, dolaşmalarına ve tüm imkanlardan faydalanmalarına olanak sağlayan her türlü bina, erişilebilirdir [10]. Tasarımın öncelikli hedefi, tüm yapıları ve çevresini engelli ve hareket kısıtlılığı olan kişiler için erişilebilir kılmaktır. Bu amaca ulaşmak için tasarım sürecinden başlayarak bu standartta yer alan gerekliliklere uyulması gerekmektedir. TS 9111 (2011)'in "Temel Erişilebilirlik (4.2)" maddesine göre engelli bireylere sahip aileler ve kuruluşlar, bir binaya erişim, kullanım ve tahliye sırasında kendilerini güvende ve rahat hissetmelidir. Bu koşullar için gereklilikler;

- Ana girişe yakın otoparklar,
- Girişe bağlanan erişilebilir yollar
- Kısa mesafeler,
- Dış mekân erişimi için eşit giriş ve çıkış,
- Basit ve kullanışlı planlar,
- Katlarda basamaksız ve engelsiz yürüyüş alanı,
- Resepsiyon masasına, asansörlere ve engelli tuvaletlerine kolay erişim,
- Acil durumlarda kullanılmak üzere tespit edilebilir ve belirgin acil tahliye yolları,
- Acil durumlarda kullanılacak güvenli ve ferah asansörler,
- Rahat ve kullanımı kolay, güvenli merdivenli ve merdiven özel tahliye koltuğu, acil durumlarda tahliye ve kurtarmaya yardımcı olur ve kolaylık sağlar,
- Kaymayı önleyici malzeme ile donatılmış yürüyüş yolları,

- Aşınma ihtimali olan yüzeylerin yüzey kaplamasının sürtünme katsayısı yüksek malzeme ile döşenmesi,
- Gerekli ve kullanımı kolay kapı açıklıkları ve kapıları tekerlekli sandalye ile açıp kapatabilecek yeterli alan,
- Uygun manevra alanları,
- Kontrol buton ve anahtarları uygun yükseklikte, konumda ve renkte olmalı, kullanımı basit olmalı,
- Yeterli aydınlatma,
- Duvarlarda, zeminde, kapılarda ve işaretlerde yeterli optik kontrast,
- İki veya daha fazla duygu aracılığıyla iletişim kurabilen bilgiler,
- İyi akustik,
- Ses yükseltme sistemleri.

Yukarıda belirtilen kullanım ve ekipmanların basit ve anlaşılır olması da zihinsel engelliler için önemlidir [10]. Binada bulunan herkesin aynı güzergahı, aynı girişi ve aynı ekipmanı kullanması gerekmektedir. Bu da herkes için eşit kullanım ve eşitlik ilkesini sağlar.

2.2.2.Amerika Birleşik Devletleri'nde Engelli Yönetmelikleri

ABD Tıp Enstitüsü'ne göre 40 ile 50 milyon arasında Amerikalı engellidir. Yeni nesil, engellilik riskinin zirve yaptığı yaşlılık çağına yaklaştıkça, bu sayının önümüzdeki 30 yıl içinde önemli ölçüde artması bekleniyor.

Oldukça büyük bir azınlık olan engelli Amerikalılar, toplumun yaklaşık beşte birini oluşturmakta ve bunların yarısından fazlası seksen yaşın üzerindedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin engelli nüfusuyla uzun bir geçmişi vardır ve geçtiğimiz yüzyılda, engelli insanlara koruma ve ayrıcalıklar tanıyan yasalar, engelli kişilerin koşullarını iyileştirme konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ayrımcılıkla mücadelede önemli bir yasa olan Engelli Amerikalılar Yasası (ADA), engelli kişileri toplumda ve işyerinde korur.

Sosyal Güvenlik Danışma Kurulu'na göre, federal hükümet devlet tarafından yürütülen engelli yardım programlarını ilk kez finanse etmeye başladığında, hak kazanan kullanıcılar "tamamen ve kalıcı olarak sakat" olarak adlandırılmaktaydı. ABD'de engelliliğe ilişkin mevcut siyasi, tıbbi ve sosyal fikir birliği, kişinin bu tür bir duruma sahip olduğu inancının yanı sıra, kişinin temel günlük görevlerini fiziksel veya psikolojik olarak yapmasını engelleyen kısıtlamaları da içerdiği yönündedir [11].

Engelli düzenlemesi 18. ve 19. yüzyıllarda federal düzeyde sınırlıydı; John Adams'ın 18. yüzyılda hasta ve engelli denizcilere yardıma ilişkin yasası 1798'de kabul edildi ve o zamanlar önemli bir önlemdi. 1900'lerin başında birçok eyalet, hükümetlerin zihinsel hastalıkları olan kişileri kısırlaştırmaya zorlamasına izin veren Sterilizasyon Yasalarını onayladı. Bu tür bir yasanın yasallığı, Yüksek Mahkeme tarafından 1927'deki Buck v Bell davasında onaylandı ve 1978 Federal Sterilizasyon Mevzuatı, yarım yüzyıl sonra benzer yasaları yasakladı. Birinci Dünya Savaşı'nın ardından Rehabilitasyon Programları, 1900'lü yıllarda engelli koruma yasalarında yeni bir dönem başlattı. Fiziksel engelli bir kişi olan Franklin D. Roosevelt'in başkan seçilmesi ve 1930'larda Sosyal Güvenlik Yasası'nın kabul edilmesiyle, engelli topluluğunda önemli ilerlemeler kaydedildi [12].

Sivil haklar hareketi ve engelli eşitliğine yönelik ilerlemeler 20. yüzyılın ikinci yarısında hız kazanmaya başladı. Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü tarafından 1961 yılında, sınırlı hareket kabiliyetine sahip bireyler için bina erişiminin önündeki engeller üzerine yapılan bir araştırma çalışmasının sonucunda, 1968 yılında Mimari Engeller Yasası yürürlüğe girdi ve birçok eyalet, Adil Erişim Kolaylığı yasasını kabul etti. 1960'larda kabul edilen Zihinsel Engelliler Kurumları ve Toplum Ruh Sağlığı Tesisleri İnşaat Yasası, Medicaid ve diğer yasalar tedavi için finansman sağladı ve ulusal konseyler ve engelli insanlar için yüksek öğrenim yolları oluşturdu [12]. 1970'lerde çok sayıda önemli ayrımcılık karşıtı yasa çıkarıldı. Bunlardan biri, kolluk kuvvetlerinin birisini sırf tanımlanabilir bir sakatlığa sahip olduğu için suçlamasına izin veren "Çirkin Yasası"nın yürürlükten kaldırılmasıydı.

1980'lerde Adil Konut Değişiklikleri Yasası, Engelli Bireyler için Teknolojiyle İlgili Yardım Yasası, Kurumsallaşmış Kişilerin Sivil Hakları Yasası (CRIOA) ve Hava Taşıyıcısı Erişim Yasası dahil olmak üzere çeşitli yasaların kabul edildiği görüldü [12]. 1990 onaylı Engelli Amerikalılar Yasası (ADA), İletişim Yasası ve İşe Ulaşım ve İstihdam Yardımlarını Artırma Yasası (TWWIA) gibi diğer mevzuatların üzerine inşa edilmiştir.

Engelli Amerikalılar Yasası (ADA), başta istihdam, eğitim, toplu taşıma ve kamuya açık tüm resmi ve sivil toplum kuruluşları olmak üzere tüm kamusal bağlamlarda engelliliğe dayalı ayrımcılığı yasaklamaktadır [13]. 1964 Sivil Haklar Yasası, kişilerin cinsel kimliklerinin yanı sıra etnik köken, din, uyruk ve diğer özelliklere dayalı ayrımcılığı yasakladı. Bu yasa, engelli kişilere bu yasayla aynı ayrımcılık karşıtı korumayı sağlamaktadır. Buna ek olarak, Sivil Haklar Yasası'ndan farklı olarak ADA, kamusal alanların erişilebilir olmasını ve kapsam dahilindeki şirketlerin engelli işçiler için makul olanaklar sağlamasını zorunlu kılmaktadır [13].

Engelli Amerikalılar Yasası (ADA), inşaatın 26 Ocak 1992'den sonra başlaması koşuluyla, kamu kurumlarının engelli kişilerin serbestçe erişebileceği ve onlar tarafından kullanılabilen yapılar veya kurum bölümleri tasarlamasını ve inşa etmesini zorunlu kılmaktadır [13].

Engelli bireyler, ADA'nın kapsamı ve teknik standartlarıyla, tesislere ve binalara erişebilir. 1990 tarihli Engelli Amerikalılar Yasası, ulusal mevzuatın gerektirdiği ölçüde, altyapıların, binaların ve diğer hususların planlanması ve inşası boyunca gerekliliklerin takip edilmesini zorunlu kılmaktadır. Mevcut tesisler, kapsam dahilindeki bir kuruluş tarafından değiştirilmediği sürece ADA tarafından korunmamaktadır. Ürünlerin teknik özelliklerinin geliştirilmesinde yetişkinlerin boyutlarından ve antropometrik ölçülerinden yararlanılmıştır. Engelli Amerikalılar Yasası aynı zamanda çocukların antropometrik ölçümlerine bağlı olarak çeşmeler, tuvaletler, lavabolar, masa ve sıralara ilişkin teknik spesifikasyonları da içermektedir [13].

ADA'ya göre, gerekli özellik veya tesis sayısını tahmin etmek için oran veya yüzde hesaplamaları kullanılır. Konut birimlerine hizmet vermeyen ortak kullanım alanlarında hareketlilik unsurlarına ihtiyaç duyulmaktadır. İşyerleri engelli kişilerin yaklaşabileceği, girebileceği ve çıkabileceği şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. Buna çalışanların çalışma bölgelerindeki yerler ve unsurlar da dahildir. Ancak genellikle personelin iş amacıyla kullandığı odaların tamamen erişilebilir olması gerekmez de gerekli olmayan dönüş boşlukları ve erişilebilir unsurlarla inşa edilmelidir. Engelli çalışanlar, Engelli Amerikalılar Yasası (ADA) uyarınca işyerinde tesis alanında özel düzenlemeler yapma hakkına sahiptir [13].

2.2.3. Birleşik Krallık'ta Engelli Yönetmelikleri

2018/19 Aile Refahı Araştırması'na göre, Birleşik Krallık'ta 14,1 milyon kişi engelli olup bu oran çocukların %8'ini, çalışan nüfusun %19'unu ve emeklilik yaşının üzerindeki bireylerin %45'ini oluşturmaktadır [14].

Engelli Ayrımcılığı Yasası, işletmelerin istihdamda, ürünlere, tesislere ve hizmetlere erişimde, arazi yönetiminde, satın alma veya kiralamada ve eğitimde ayırım yapmasını yasa dışı kılmaktadır [15]. Bu yasaya göre, işletmeler, dolaylı ayrımcılığı önlemek için politikalarında, süreçlerinde veya tesislerinin fiziksel yönlerinde "makul değişiklikler" yapmak zorundadır.

Eşitlik Yasası, 2010'dan bu yana Engelli Ayrımcılığı Yasası'nın (DDA) yerini almıştır. Bu yasa engelli kişileri ayrımcılığa karşı korumaktadır ve yaş, cinsiyet veya cinsel yönelim, hamilelik, ırk, din nedeniyle ayrımcılığa uğrayanları da kapsamaktadır [16]. Eşitlik Yasası (2010) açısından, bir birey, normal işlerini yapma becerisini önemli ölçüde ve kalıcı olarak engelleyen fiziksel veya psikolojik bir engelden mustaripse, bir engelliliğe sahiptir.

Engelliliğe dayalı ayrımcılık İngiltere'de 20 yılı aşkın süredir yasa dışıdır. Ekim 2004'ten bu yana mevzuat, kamu tesislerinden sorumlu kişileri bu yapıları mümkün olduğunca erişilebilir kılmak için her türlü çabayı göstermeye zorlamıştır [17].

1999'dan bu yana, Birleşik Krallık'taki tüm işletmelerin, tekerlekli sandalye kullanıcılarının kolayca erişebilmesi için tesislerini geliştirmeleri zorunlu kılındı. Birleşik Krallık'taki tüm yeni kamu binaları tekerlekli sandalye erişilebilirlik kriterlerini karşılamalıdır; Gerekli yapısal iyileştirmeleri yapmayı reddeden eski bina sahipleri para cezasına çarptırılabilir ve yasal işlemlerle karşı karşıya kalabilir. İnşaatlar için temel erişilebilirlik gereklilikleri Bina Yönetmeliklerinde (2020) belirtilmiştir.

Bina Yönetmelikleri İngiltere ve Galler'deki mimari gelişimi ve inşaatı kontrol etmektedir. Bu yasalar, sağlık ve refah, emisyon azaltımı, su kalitesi kontrolü ve tesislerin içinde veya yakınında ikamet edenlerin refahı ve verimliliği dahil olmak üzere belirli hedeflere ulaşmaya yönelik çeşitli kuralları içerir. Bina Yönetmeliğinin M Bölümü, engelli kişiler de dahil olmak üzere tüm bina sakinlerinin yapıya girip kullanması için yasal gereği yerine getirilmesi gereken asgari koşulları açıklamaktadır. Erişim kanunlarının kapsamı ilk kez 1985 yılında yürürlüğe girdiğinden bu yana çok sayıda değişiklik ve eklemeler geçirmiştir. Bölüm M, "engelli insanlar için erişim" ile ilgilidir, ancak bugün ihtiyaç basitçe erişim ve kullanım, uzantılara erişim ve bina genişletmelerinde sıhhi kolaylık olarak değiştirilmiştir [18].

Bina Yönetmelikleri (2020), bina erişimi ve kullanımına ilişkin düzenleyici tavsiyeleri açıklamaktadır. Topluluklar, Konut ve Yerel Yönetim Bakanlığı bu yönergeleri yayınlar. Bu, inşaat sektöründe tutarlılığı sağlamak için hükümet tarafından sağlanan bir dizi belgenin bir parçasıdır. Özetle, Bina Yönetmeliği (2020), Bölüm M, tüm yapıların erişilebilirliğine ilişkin temel çizgiyi oluşturmaktadır. Bina Yönetmelikleri (2020) yalnızca İngiltere'deki tüm yapılar için geçerlidir. Bu hukuki bir yükümlülüktür.

İngiliz Standardı 8300, misafirperver ve kapsayıcı bir ortam yaratmaya yönelik en iyi uygulamaları belirtir. BS 8300 iki bölüme ayrılmıştır: tesisler için BS 8300-1 ve dış ortamlar (erişim yolları ve otoparklar) için BS 8300-2. BS 8300:2009'un yerini almak üzere 2018 yılında BS 8300-1 ve BS 8300-2 yayınlanmıştır [18].

Sonuç olarak, BS 8300 kapsayıcılığı ve erişilebilirliği teşvik etmek için en pratik yaklaşımları sunarken, Bina Yönetmelikleri (2020) erişilebilirliğin temelini oluşturuyor.

Bina Yönetmeliklerinin (2020) aksine, BS 8300 (2018) Birleşik Krallık'ın tamamını kapsamaktadır. BS 8300 çok çeşitli kamu binalarında kullanılabilir. BS 8300 yasal olarak bağlayıcı bir standart değildir. Bu standarda uyulması sayesinde minimum erişilebilirlik kriteri aşılmıştır [19-20].

Bina erişilebilirlik gereklilikleri söz konusu olduğunda, aşağıdaki tablo Bina Yönetmelikleri (2020) ile BS 8300 (2018) arasındaki önemli değişiklikleri göstermektedir;

Tabo 2.3. Bina Yönetmeliği ile BS 8300 Arasındaki Fark

	Bina Yönetmeliği	BS 8300
Yayınlayan	Hükümet – Topluluklar, Konut ve Yerel Yönetim Bakanlığı	İngiliz Standart Enstitüsü
Yasal Yükümlülük	Var	Her zaman değil
Geçerli olduğu yer	İngiltere	Birleşmiş Krallık
Geçerliliği	Özel konutlar ve kamu binaları	Paylaşımlı erişim, kamu ve konut yapıları

2.2.4.Engelli Yönetmeliklerinin Özeti

Türkiye’de:

Standardın tamamı, engelliler- özellikle tekerlekli sandalye kullanan engelliler- için uygun bir bina ve yakın çevresinin nasıl düzenlenebileceğine ilişkin tasarım kriterlerini içermektedir. Engellilere yönelik erişilebilirlik mevzuatı kapsamında yerel yönetimler, yeterli ve yaygın olmasa da yeni inşa edilen binaların ve açık alanların engellilere uygunluğuna ilişkin çalışma ve uygulamalar yürütmektedir. Yönetmelik değişiklikleri sonrasında engellilere yönelik olarak inşa edilen binaların uygunluğuna ve açık alanlarda ortopedik engellilere yönelik düzenlemelere ilişkin projelendirme aşamasına dikkat edilmektedir.

Engellilere yönelik mevzuat ve yapılan düzenlemelerin uygulanması son derece yetersiz ve önemli ölçüde sorunludur. Yönetmeliklerde genellikle standartlara uygunluk, süreklilik ve bütünlük sağlanmamakta, bunlar ortopedik engelliler için rampa yapılmasıyla sınırlı kalmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri’nde:

ADA erişilebilirlik fikrine büyük ağırlık vermektedir. Amerika Birleşik Devletleri deneyimi, erişilebilirlik kurallarının ve standartlarının etkili bir şekilde uygulanmasının, tasarımı inşa etmesi veya yürütmesi gereken bireylerin eğitimine ve ilgili materyale erişimine bağlı olduğunu göstermektedir. Evrensel tasarımın aksine erişilebilirlik, engelli bireylere uyum sağlamak için gereken minimum tasarımı belirten kurallara, yönergelere ve spesifikasyonlara bağlılıkla karakterize edilir

Fiziksel ortamın erişilebilirliğini etkileyen üç temel öğretim katmanı vardır: mevzuat, kanunlar ve normlar. Sosyal bir sorunu çözmek için mevzuat, ABD Kongresi veya eyalet yasama organı gibi bir yasama organı tarafından oluşturulur. ABD Parlamentosu, engelli insanlara karşı ayrımcılıkla mücadele etmek amacıyla ADA’yı oluşturmuştur. Bir hükümet organının uygulama kolu sıklıkla mevzuatın uygulanmasına yönelik düzenlemeler oluşturur. Standartlar, belirli bir konu alanındaki uygunluğu tanımlayan teknik standartlardır.

ADA, engelli insanları koruyan bir yasadır. ADA'nın sivil haklar hükümlerine göre herkes, yeteneklerine bakılmaksızın hizmetlere tam erişime sahip olmalıdır. Tasarımcılar, Adalet Bakanlığı'nın ilgili yönergelerinden ve danışmanlık hizmetlerinden, yasanın kapsamlı sivil haklar gerekliliklerine nasıl uyulacağı konusunda rehberlik alabilirler.

Birleşik Krallık'ta:

1995 tarihli Engelli Ayrımcılığı Yasası'nın amacı engelli bireylerin mallara, hizmetlere ve tesislere erişimini sağlamaktır.

Bina yönetmeliğinin M Bölümü, tesislerin erişilebilirliği ve kullanımına yöneliktir. Bina Yönetmelikleri, yeni veya tamamen restore edilmiş bir binanın erişilebilir olmasını ve aynı zamanda tesislerine erişim ve kullanım olanağına sahip olmasını gerektirir. Müteahhitlerin ve Mimarların tasarımlarının yönetmeliklere uygun olduğunu kanıtlamaları gerekmektedir.

Bina Yönetmelikleri (2020) genel olarak tüm yeni inşaatlar, genişletmeler ve mevcut yapılarıdaki malzeme değişiklikleri için geçerlidir. Bir yapının kullanımı büyük ölçüde değiştirilirse bazı kurallar uygulanabilir. 1 Haziran 1992 tarihinden önce inşa edilen yapılara bu yönetmelik uygulanmaz.

3. YANGIN ÖNLEMLERİ VE TAHLİYE SİSTEMLERİ

Yangınlar ve sonuçları genellikle çalıştığımız, yaşadığımız veya yaşamın büyük bir kısmının devam ettiği yer ve binalarda meydana gelmektedir. Bilim ve teknolojiye ulaşılan seviye, farkındalık, ekonomik kalkınma, insan hayatına verilen önem ve değer bağlamında tasarım teorilerini, yapım

yöntemlerini ve binalardaki kullanım biçimlerini de etkilemiştir. Konfor ve güzellik adına ürünleri kısıtlamasız kullanma isteği, teknolojiye gelinen nokta; Binaların yangına duyarlılığını büyük ölçüde arttırmıştır [21].

Mimar ve mühendislerin uyması gereken yangın güvenliği standartları yönetmelikte en alt seviyede belirlenmiştir. Ancak bu güvenlik kriterleri yani minimumlar her zaman karşılaşılan soruna gerçek cevabı vermeyebilir. Mühendisler ve uygulamacılar mevcut riskleri öngörmeli ve yangın güvenliği kriterleri çerçevesinde çözüm üretebilmelidir.

Yangında üretilen ısı iletim, konveksiyon ve radyasyon yoluyla aktarılır. İletim, katılarda, sıvılarda ve gazlarda ısının aktarılmasıdır. Konveksiyon, ortamın da harekete katılması nedeniyle sıvılara ve gazlara özgü bir ısı transfer şeklidir. Radyasyon, ısının bir ısı kaynağından bir maddeye herhangi bir aracı ortam kullanılmadan taşınmasıdır.

İç mekân yangınları ile dış mekân yangınları arasında davranış ve yanma oranı açısından farklılıklar vardır. Bina içi yangınların gelişim aşamalarını anlamak önemlidir. Mekânı kaplayan tavan, ısı radyasyonunun yanıcı madde yüzeyine hızlı bir şekilde geri dönmesini sağlar. Yeterli havalandırma olması koşuluyla duvarlar bu etkiyi artırabilir. İç mekân yangınında yeterli yanıcı madde ve hava akışı varsa tutuşma başlar ve yangın büyür, durgunlaşır ve söner.

Yangında ölümün önde gelen nedeni dumandır. Yapılan araştırmalara göre duman solunması çoğu zaman hastaların üçte ikisinde yanıklara neden olmakta ve ölümlerin yarısından fazlası doğrudan karbon monoksit zehirlenmesiyle ilişkilidir [22].

OSHA'ya (Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi, 2020) göre, bir tahliye prosedürü üç farklı bileşene bölünmüştür: çıkış erişimi, çıkış ve çıkış deşarjı. Bir binanın veya yapının içindeki her noktadan halka açık bir yola kadar sürekli ve engelsiz bir ulaşım yolu olmalıdır. Yukarı ve aşağı sirkülasyonlara ek olarak, bir kaçış yolu aynı zamanda ara oda alanlarını, kapıları, koridorları, holleri, geçitleri, balkonları, rampaları, merdivenleri, kapalı alanları, lobileri, yürüyen merdivenleri, yatay çıkışları ve avluları da içermelidir.

- Çıkış Erişimi: Çıkışa erişim sağlayan çıkış bileşeni yöntemine çıkış erişimi denir.
- Çıkış: Çıkış tahliyesine güvenli bir yol sunmak üzere binanın geri kalanından yapısal olarak ayrılmış bir kaçış yolunun bölümü.
- Çıkış Deşarjı: Nihai tahliye, kaçış yolunun kaçış sonu ile kamu yolu arasındaki bölümüdür.

Yangın veya başka bir olay durumunda tüm önemli çıkışlar, çıkış noktalarına giden yollar ve çıkışlardan sokağa veya açık alana geçiş yolları engellerden arındırılmış olarak korunmalıdır.

İtfaiye ve Kurtarma Departmanı, her benzersiz durumun özelliklerini dikkate alarak, kaçış yollarıyla bağlantılı yangın güvenliği önlemlerinin hem kabul edilebilir hem de uygulanabilir olmasını sağlamaktan sorumludur.

Mimari tasarım bina için seçilecek aktif sistemleri doğrudan etkilediği için binanın pasif sistemlerinin iyi tanımlanmasıyla mekanik sistemlere olan ihtiyaç büyük ölçüde azalır. Pasif güvenlik önlemleri yeterliyse, yangın yavaş yavaş yayılacak, insanların tahliyesi kolaylaşacak ve genel olarak daha az hasar meydana gelecektir [23].

Yangınlarda ölüm ve yaralanmaların büyük çoğunluğu binanın yangın güvenliğine uygun tasarlanmamasından kaynaklanmaktadır. Çoğu zaman kaçış yolları yeterli olmamakta, binayı duman içinde bırakmakta ve istenmeyen sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle kamuya açık binalarda, binaların tasarım aşamasında alınacak önlemler dikkate alınmalı ve yangın güvenliği konusunda öncelikle mimarlar tarafından ele alınmalıdır [23].

"Yangın güvenliği" terimi, yangının yol açtığı tahribatı azaltmayı amaçlayan bir grup eylemi ifade eder. Yangın güvenliği teknikleri, kontrolsüz bir yangının başlamasını önlemek ve başladıktan sonra gelişimini ve etkilerini azaltmak için her iki yöntemi de kapsar.

Bir binada yangın güvenliğini sağlamak için yapılan uygulamalar, teknoloji veya insan odaklı yaklaşım ve çözümlerin teknik olduğu kadar idari ve hukuki boyutları da bulunmaktadır [24]. Bu boyut, yangın güvenliği çalışma ve uygulamalarını diğer iş ve çalışmalardan ayıran en önemli özelliklerden biridir. Gelişmiş ülkelerin tamamında hükümetler vatandaşlarının yangına karşı güvenliğini sağlama sorumluluğunu üstlenmiştir. Bunun için gerekli düzenlemeler mevzuat yoluyla yapılmaktadır ve bu düzenlemeler o ülkelerin medeniyet seviyesinin bir göstergesidir [24].

3.1. Türkiye'de Yangın Güvenliği ve Acil Kaçış Yönetmeliği

Binalarda yangının oluşması tamamen önlenemez ancak can güvenliğinin korunması için gerekli önlemlerin alınmasıyla olası kayıplar en aza indirilebilir. Türkiye'de nüfus artışı, hızlı kentleşme, ticari ve ekonomik birimlerin ihtiyaçları gibi nedenlerle hızla artan yüksek yapılar sosyal, kültürel, ekonomik ve teknik bağlamda çeşitli sonuçlar doğurmaktadır [25]. Bu bakımdan yapı sektörünün konusu olan yapı malzemeleri ve teknolojisi alanındaki bilimsel ve teknik gelişmeler sektöre ivme kazandırmaktadır. Bu durum, bina yangın güvenliği alanında çeşitli yolların bulunmasına ve yaygınlaşmasına, ayrıca mimari ve teknoloji açısından spesifik zorlukların ve bunlara özgü çözümlerin gerekliliğine yol açmaktadır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı istatistiklerine göre, yalnızca İstanbul şehrinde 2021 yılının ilk yarısında toplam 8.036 yangın meydana geldi. Binanın tasarım aşamasında pasif yangın güvenliği önlemlerinin dikkate alınmaması ve mimari yangın güvenliği önlemlerinin yetersiz uygulanması, yangınlarda can ve mal kaybının temel nedenlerinden ikisidir [25].

Projenin amacı, binanın yangın etkilerine karşı dayanıklılığını sağlamak, yangın durumunda kaçış ve tahliye seçenekleri sağlamak, yapı malzemesinin yanıcılığının yetersiz olmasından kaynaklanan yangın ve dumanın yayılmasını azaltmaktır. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY, 2019) odaklı düzenlemeler, yangın durumunda maddi hasar ve can kaybının önlenmesi için yangınla mücadele ve acil durum hazırlık planlarının geliştirilmesi gibi çeşitli bileşenler sunmaktadır. Mimarlar ve mühendisler yapıları oluştururken bu gereklilikleri rehber olarak kullanmalıdır [25].

Pasif yangın güvenliği önlemleri, binada belirli bir işlevi olan ve mimari tasarım sürecinde tasarlanan önlemlerdir. Bu önlemler;

- Yapıda en büyük can kaybına neden olan, tehlikeli gazlar içeren alev ve dumanın yayılmasının sınırlandırılması ve ortadan kaldırılması;
- Yangının yapı içindeki geçirimsiz alanlar dışında yapı içerisine yayılmasının önlenmesi;
- Çıkış yollarının (çıkış erişimi, yangın kaçış merdiveni, yangın çıkış kapısı vb.) kolayca tespit edilebilecek ve kullanıcıların güvenli bir şekilde binadan tahliyesini sağlayacak şekilde tasarlanması,
- Doğru malzeme seçimi (yangına dayanıklı, yüksek tutuşma sıcaklığı vb.),
- Tahliye ve söndürme sırasında taşıyıcı sistemin yük taşıma kapasitesinin korunarak binanın güvende tutulması.

Türkiye, 26 Temmuz 2002 tarihinde, yangın güvenliği tasarımı anlayışında önemli bir ilerleme kaydeden "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik"i (BYKHY, 2019) uygulamaya koydu. Bu yönetmelik, Türkiye'de ilk kez ülke genelinde kamu, özel kurum, kuruluş ve şahısların kullandığı her türlü yapı, bina, tesis ve şirketi kapsamaktadır [25]. BYKHY (2019)'nin yürürlüğe girmesiyle 'Kamu Binalarının Yangından Önlenmesi Hakkında Yönetmelik' ve belediyeler tarafından çıkarılan tüm yangından korunma kural ve yönergeleri kaldırıldı.

BYKHY'nin (2019) amacı, kamu kurum ve kuruluşları, özel kuruluşlar ve kişiler tarafından kullanılan her türlü yapı, tesis ve şirketlerin planlanması, geliştirilmesi, işletilmesi, bakımı ve kullanımı sırasında meydana gelebilecek yangın olasılığını azaltmaktır. Ayrıca can ve mal kaybını en aza indirerek herhangi bir şekilde meydana gelebilecek yangını söndürmeyi de amaçlamaktadır.

Bu yönetmelik, yangının ısı nedeniyle can ve mal güvenliği açısından oluşturabileceği tehlikelerin azaltılması amacıyla Türkiye'deki her türlü yapı, bina, tesis ile açık ve kapalı işletmelerde uygulanması gereken yangın önleme ve söndürme tedbirlerini ele almaktadır. Binanın tasarımı, inşası, kullanımı, bakımı ve işletilmesi esasları ile karada ve suda kalıcı veya geçici, resmi veya özel, yer altı veya yer üstü inşaatlar dahil olmak üzere sabit ve hareketli tesislerde yapılacak işlemleri kapsar [26]. BYKHY'de alan, genişlik, malzeme gibi bilgilerin yanı sıra yangına karşı korunması ve değerlendirilmesi gereken noktalar da belirtilmektedir [27].

BYKHY'ye (2019) göre, projelerin yangın güvenliği ve yasal kurallar açısından yönetmelikte belirlenen şartları taşımaması durumunda inşaat ruhsatı verilmemektedir. Yeni inşa edilen veya proje değişikliği ile kullanım amacı değiştirilen binaların yangın yönetmeliğinde belirtilen esaslara göre imal edilmediğinin tespiti halinde, bu eksiklikler giderilinceye kadar yapıya yapı kullanma ruhsatı veya çalışma izni verilmemektedir. Yönetmelikte yeterli düzenleme bulunmayan ve metro, marina, helikopter pisti, tünel, stadyum, havaalanı ve benzeri kullanım alanlarının yangından korunması hakkında bilgiler tasarımcılar tarafından Türk Standartları esas alınmaktadır. Eğer bu konu ile ilgili Türk Standardı yok ise Avrupa Standartları esas alınmaktadır. Türk ve Avrupa standartlarında düzenlenmeyen konularda uluslararası kabul görmüş standartlardan da yararlanılabilir. Proje ve inşaatla ilgili ihtilafli mevzuatların uygulanmasında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ile İçişleri Bakanlığının yazılı görüşü esas alınacaktır [26].

Bina yangın algılama ve söndürme projeleri BYKHY (2019)'e göre uygulama projelerinden bağımsız olarak planlanmaktadır. Yüzey alanı 2000 m²'nin üzerinde olan katlar için acil durum planlarının üretilmesi, mimarinin planlanmasından ayrı olarak gerçekleşir. Tahliye projeleri diğer yapılarda da mimari disiplin içerisinde gösterilebilir. Projelerin kullanım lisansı alınmasının ardından yetkili makamlarca kullanım lisansı onaylanarak başvuruda bulunulur. İtfaiye tarafından değişiklik veya ekleme yapılmasının gerekli görülmesi halinde, talep edilen değişiklik veya eklemenin bu Yönetmeliğin hangi maddesine gerekli olduğunun belirtilmesi zorunludur. Yorumlanması gereken, açıklama gerektiren veya net olmayan konularda Bayındırlık ve İskân Bakanlığının görüşü alınarak işlem ve uygulama yapılır [26].

3.2. Amerika Birleşik Devletleri'nde Yangın Güvenliği ve Acil Durum Kaçışı Yönetmelikleri

Amerika Birleşik Devletleri'nde standartlar, hükümetin katılımıyla yönettiği özel bir süreç aracılığıyla oluşturulmaktadır. Sonuç olarak, önemli sayıda özel sektör standart geliştirme kuruluşu, mutabakat tekniğini kullanarak standartlar üretmekte ve yaymaktadır. Bu gruplar genellikle otomobil, elektronik, yangından korunma vb. gibi çeşitli ekonomik sektörleri temsil etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri standartlara yönelik olarak, genellikle hükümet tarafından onaylanan ve finanse edilen tek bir ulusal standartlar kurumuna sahip olan diğer ülkelerin çoğundan farklı bir yaklaşım benimser.

Kodların oluşturulmasından sorumlu ana kuruluşlar, mimari, yangın ve mekanik kodları oluşturan Uluslararası Kod Konseyi (ICC) ve elektrik ve can güvenliği kurallarını oluşturan Ulusal Yangından Korunma Birliği (NFPA)'dir [28].

Bina yangınları, İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana yoğun bir araştırmaya konu olmuştur. Ancak bugüne kadar yangın araştırmaları alanında, özellikle de son yıllarda yangın modelleme alanında olağanüstü gelişmeler yaşanmıştır. Yangın araştırma topluluğu, bina yangın güvenliği için bilim ve mühendisliğe dayalı performans gereklilikleri oluşturmaya giderek daha fazla ilgi duymaya başlamıştır [29]. Son zamanlarda devasa karmaşık binaların ve yüksek katlı yapıların daha sık inşa edilmesiyle yangın riski artmıştır. Daha büyük yapılar için daha uzun tahliye süreleri ve yangınları söndürmek için gereken yangınla mücadele ekipmanının karmaşıklığı nedeniyle daha fazla ölüm ve mal kaybı yaşanmaktadır [30].

Kodlardaki yeni değişiklikler yaşanan felaketlerden kaynaklanmaktadır. 1911'de Gömlek Fabrikası yangını sonucunda, özellikle çıkış yollarıyla ilgili olarak yangın ve bina kuralları değiştirilmiştir. 1942'deki Coconut Grove yangını, bina malzemeleri ve çıkışla ilgili spesifikasyonların değişmesine neden olmuştur. 1977'deki Beverly Hills Supper Club yangını, gece kulüpleri ve diğer toplanma yerlerindeki yangın fiskeyelerine ilişkin bina standartlarının değiştirmiştir. 1993 yılında Dünya Ticaret

Merkezi'nin bodrumunda gerçekleşen terörist saldırısının ardından, kaçış merdivenleri için daha iyi aydınlatma, iletişim, tahliye protokolleri ve engellilere yardım tedbirleri dahil olmak üzere değişiklikler yapılmıştır. 11 Eylül 2001'deki Dünya Ticaret Merkezi İkiz Kuleleri saldırısı ve ardından gelen çöküş, yüksek yapı tasarımında, talimatlarda ve kod değişikliklerinde güvenliğe olan ilgiyi artırmıştır. 2003 yılında Chicago'daki Cook County ofis binasında altı kişinin ölümüne yol açan yangın, yüksek binaların merdiven boşluklarında otomatik kapı kilit açma sisteminin kullanılması gerektirmiştir. 2003 yılında Warwick Rhode Island'da meydana gelen ve toplam 112 kişinin ölümüne yol açan gece kulübü yangını, otomatik yangın söndürme sistemi koruması, iç kaplamalar ve dekorasyonlar, çıkış ve çıkış düzenlemeleri, kural gerekliliklerinin uygulanması, denetimler ve izinler, genel giriş oturma yerleri için eşiklerin gözden geçirilmesini sağlamıştır.

Uluslararası Yapı Kodu (IBC), yapısal dayanıklılık, kaçış yolu tesisleri yöntemleri, tutarlılık, hijyen, yeterli aydınlatma ve havalandırma, enerji verimliliği ve enerji verimliliği yoluyla rasyonel düzeyde koruma, sağlık hizmeti ve toplum refahı sağlamak için gereken minimum spesifikasyonların ana hatlarını çizmek için oluşturulmuştur. Yangın, patlama ve diğer tehlikelere karşı can ve mal güvenliğini sağlamanın yanı sıra itfaiyecilere ve kurtarma personeline rasyonel bir referans sağlamaktır [31].

NFPA, kurallarını, standartlarını, önerilen uygulamalarını ve tavsiyelerini geliştirmek için kullanılan fikir birliği standardı oluşturma süreci, Amerikan Ulusal Standart Enstitüsü'nden onay almaktadır. Yangın ve diğer güvenlikle ilgili konularda bir anlaşmaya varmak için farklı geçmişlere ve ilgi alanlarına sahip gönüllüler bu prosedür aracılığıyla bir araya gelir [32].

3.3. Birleşik Krallık'ta Yangın Güvenliği ve Acil Durum Kaçış Yönetmelikleri

1189'da Londra'da parti duvarları, ışık hakları, drenaj hakları ve diğer ilgili yasalar çıkarıldığında, İngiltere'de inşaat kontrolü resmen başladı. Aynı sıralarda, yangına dayanıklı binalara ve temel yangın kaçış yollarına yönelik gereksinimler de uygulanmaya başlandı [33].

1774 yılındaki birleştirici bir yasanın Londra'da bölge araştırmacıları atanması için yasa çıkarıldı. Bu yasa, 1845'te Londra İnşaat Yasası yürürlüğe girene kadar 70 yıl yürürlükte kaldı [33].

Hükümet, Ağustos 1972'de bir danışma belgesi olarak "İnşaat Yasa Tasarısı Önerileri"ni yayınladı ve bunu çeşitli gruplara gönderdi. İnşaat işletmeleri, endüstriyel ve mesleki ilgi alanlarının tümüne görüşlerini Çevre Bakanlığı ile paylaşma şansı verildi.

İngiltere ve Galler'de Yapı Denetiminin Geleceği, Şubat 1981'de Dışişleri Bakanı tarafından yayınlanan bir talimat belgesi ile başladı. Bu belge, inşaat yönetmeliklerinin ve denetim mekanizmasının güncellenmesine yönelik kapsamlı bir öneriler listesi içeriyordu. Daha geniş muafiyetler ve yeni itiraz prosedürlerinin ana hatları çizildi ve tasarımların, özel sektörde çalışan uygun şekilde yetkin kişiler tarafından bina standartlarına uygunluğunun onaylanabileceği fikri ortaya çıktı [33].

İnşaat işlerinin denetimi, inşaat yönetmelikleri, binaların temizliği ve bina kontrolüne ilişkin mevzuatı değiştiren yeni bir kanun, inşaat yönetmeliklerinin tamamen yeniden yazılması esasına dayanarak Çevre Bakanlığı tarafından oluşturuldu.

Bu kriterler, Parlamentonun her iki meclisinden de geçmekte oldukça zorlanan bazı son derece tartışmalı konut mevzuatına bağlıydı. 1984 tarihli Konut ve Yapı Denetim Yasası Haziran 1984'e kadar yasalaşmadı.

Ancak 1984 Kanunu'nun yapı denetimine ilişkin hükümleri yalnızca kısa bir süre için yürürlükteydi. 1 Aralık'ta özel sertifikalara yönelik köklü değişiklikler rolünü üstlenen yeni bir mevzuat kabul edildi.

1985 yılında imar yönetmeliğinin oluşturulmasından bu yana mevzuatta birtakım gelişmeler yaşanmıştır;

- Bina (Londra İçi) Düzenlemeleri 1985
- Bina (Engelliler) Yönetmeliği 1987
- 1987 tarihli Spor Yerlerinde Yangın Güvenliği ve Güvenlik Yasası
- Su Yasası 1989
- Su Yasası 1991
- Su Konsolidasyonu (Sonuç Hükümleri) Yasası 1991
- İnşaat Üretim Yönetmeliği 1991
- Bina Yönetmeliği 1991
- Yapı Yönetmeliği (Değişiklik) 1992- 1999

Bu değişikliklerin amacı, itfaiye hizmeti ve erişim tesislerinin yeterli olması gerektiğini açıkça ortaya koymaktır.

Bu gerekliliklere yanıt olarak, Bölüm B (2000) için yeni bir Onaylı belge yayımlandı. Bu belge, ilgili tüm binalarda yangın alarmı ve algılama sistemlerinin ilk kurulumuna ilişkin talimatları içermektedir.

İngiltere ve Galler'deki tüm yangın güvenliği yasaları, o zamanlar mevcut yasal gereklilikleri basitleştirmek için geliştirilen "Düzenleyici Reform (Yangın Güvenliği) Kararı 2005" kapsamındadır. Bu düzenlemeler, birkaç küçük istisna dışında, ev dışı faaliyetler için kullanılan tüm alanlar için geçerlidir. Birleşik Krallık'ta her yıl meydana gelen yaklaşık 20.000 işyeri yangını nedeniyle bu yasalar, ciddiyle uyulması gereken önemli yükümlülüklerdir. Her şirkette, belirli sorumlulukların yerine getirilmesini ve hem yangınları önlemek hem de yangın çıkması durumunda zarar veya ölümleri önlemek için gerekli adımların atılmasını sağlamakla görevli bir "Sorumlu Kişi" bulunmalıdır.

2005 tarihli Düzenleyici Reform (Yangın Güvenliği) Kararı (RRFSO), konut dışı mülklerden sorumlu kişiye ister binada oturan ister misafir olsun, mülke giren herkesin güvenliğini sağlama görevi vermektedir.

İngiltere için 2010 İnşaat Düzenlemelerine nasıl uyulacağına ilişkin talimatlar sağlayan çok sayıda yayın, Dışişleri Bakanı'nın onayını almıştır. Bu tanınmış resmî belgeler, düzenlemelerin tüm teknik özelliklerine ilişkin yönlendirme sağlamaktadır. Onaylanan belgeler, İngiliz yasalarına uyumu sağlamaya yönelik çok sayıda strateji hakkında önemli bilgiler sunmaktadır; ancak bu kriterlerin karşılanıp karşılanmadığına karar vermek nihai olarak mahkemelere kalmıştır [34].

Yetkili belgeler sık sık inşaat koşullarını kapsasa da, tüm durumları, değişiklikleri ve yenilikleri hesaba katamadıkları için, talimatlara uymak kural kriterlerine uyumu garanti etmemektedir. Yönetmeliklere uymaktan sorumlu olanlar, yetkili belgelerdeki talimatlara uymanın kendi durumlarına göre bu kriterleri karşılayıp karşılamayacağına kendileri karar vermelidir [34].

Bina Düzenlemeleri Bölüm B (2020) iki cilde bölünmüştür; Cilt 1, apartmanlar da dahil olmak üzere tamamen evlere odaklanır ve Cilt 2, diğer tüm yapı türlerini kapsar. İnşaat Yönetmeliğinin amaçları şunlardır:

- Yangın durumunda insanlar için yeterli sayıda uyarı ve kaçış yolu bulunduğundan emin olmak;
- Yangının bina iç kaplamalarına yayılmasını önlemek,
- Yangın durumunda yapının çok çabuk yıkılmayacağı, bitişik binaların birbirinden ve yapı içinde yeterince ayrılmış, gerektiğinde otomatik yangın söndürme olanağı sağlanacak şekilde inşa edilmesini sağlamak;
- Yangının dış duvarlara, çatılara ve bir yapıdan diğerine yayılma olasılığını sınırlamak;

- İtfaiyecilerin bina içindeki ve etrafındaki herkesi kurtarabilmesi için binaların tesislerine ve ekipmanlarına yeterli erişime sahip olmak;

Bina yönetmeliklerinin amacı bireylere yeterli düzeyde yangın güvenliği sağlamaktır. Binanın kendisi de dahil olmak üzere mülkün korunması için genellikle ekstra önlemler gereklidir [34].

3.4. Yangın Güvenliği ve Acil Durum Kaçışı Yönetmeliklerinin Özeti

Türkiye’de:

Binalar her zaman yangın tehlikesi altındadır ve bu durum hem can hem de mal kaybına neden olabilir. Bir yapıda yangın çıkma ihtimali olsa da bunu önlemek ve hasarı azaltmak için önlemler almak mimar ve mühendislerin sorumluluğudur.

Binada yangına karşı alınacak önlemler, tasarım aşamasında başlayan ve uygulama aşamasıyla biten bir süreci içermelidir. Tasarım aşamasında kullanılan malzemeler, kullanıcı yüküne göre çıkış yollarının ideal genişlik ve mesafesi gibi kriterlerin hesaba katılması gerekmektedir. Uygulama aşamasında malzemenin doğru montajı, kaplama malzemeleri ve tasarıma uygun inşa edilmesi gibi konular ön plana çıkmaktadır. İnşaat aşamasında bu önlemler bina maliyetinin bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu sayede can ve mal güvenliği daha yüksek standartlara ulaşılabilir [27].

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY), yangına dayanıklı binaların tasarlanmasına yönelik bir kılavuzdur. Ancak pek çok mimar tarafından yeterince anlaşılammıştır. Mevcut yapılar incelendiğinde, çıkış merdivenleri ve kaçış yollarının şartlara uygun şekilde tasarlanmadığı, yangınlarda ölümlerin ana nedeni olan dumana ve zehirli gaz yayan kaplama malzemelerine karşı herhangi bir önlem alınmadığı görülmüştür [27].

Yangınla ilgili kanunların bulunmaması nedeniyle binalar yangına uygun şekilde tasarlanmasa bile yapı kullanma izin belgesi verilmektedir. Bu yaptırımlar revize edilmeli ve yangınla ilgili maddeler sadece yönetmeliklerle sınırlı kalmamalıdır. Kontroller sırasında detaylı ve dikkatli incelemelerin yapılması gerekmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri’nde:

Diğer ulusların çoğunluğunun aksine, Amerika Birleşik Devletleri’nin yasa, standart ve müteakip mevzuat geliştirme konusunda temelde farklı bir prosedürü vardır. Özel, kâr amacı gütmeyen işletmeler tarafından fikir birliği oluşturma süreciyle yürütülür. Kodların oluşturulmasından sorumlu ana kuruluşlar, bina, yangın ve mekanik kodları oluşturan Uluslararası Kod Konseyi (ICC) ve elektrik ve can güvenliği kurallarını oluşturan Ulusal Yangından Korunma Birliği (NFPA)’dir.

ABD’deki her eyalet bir veya daha fazla model bina yönetmeliğini benimsemiştir. Hem Uluslararası İnşaat Yasası (IBC) hem de Ulusal Yangından Korunma Derneği’nin (NFPA) 101 "Can Güvenliği Yasası" 50 eyaletin tümü tarafından onaylanmıştır. Uyumluluğun oluşturulmasına temel oluşturmak amacıyla her Eyalet, model kodlarını özelleştirir ve değiştirir. İnşaat, yangından korunma sistemi tasarımı, bakım ve yangınla mücadele operasyonları üzerinde etkisi olan uluslararası yangın kanunu ve çeşitli referans standartlar gibi diğer ilgili kod ve standartlara da uyulmalıdır.

Birleşik Krallık’ta:

Performansa dayalı tasarım yaklaşımları, kural koyucu standartların yerini aldıkça veya bunlara uyum sağladıkça, yangından korunma mevzuatı da gelişmektedir. Düzenleyicilerin yangın güvenliğini etkili bir şekilde denetleme kapasitesi, düzenleme uygulamalarındaki bu değişiklik nedeniyle ciddi olarak sorgulanmaktadır.

Kurallar, birçok farklı yapı türü için uygulanması ve onaylanması basit olan yangından korunma elemanları sunar. Bu yönergeler, binaların yangın güvenliğini, yangın tehlikesine uygun olarak makul ve uygun maliyetli bir şekilde güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Tüm yangın güvenliği yasalarının uygulanmasından sorumlu olan birincil kuruluş, itfaiye teşkilatıdır.

4. ENGELLİLER İÇİN ACİL KAÇIŞ

4.1. Türkiye’de Engelliler İçin Acil Kaçış Yönetmeliği

Türkiye son yıllarda engelliler ve engelli hakları gibi konulara önem vermeye başlamıştır. Araştırmalar ideal çözümlerin yalnızca geleneksel olarak engelli olarak tanımlananların değil, binadaki herkesin tahliyesini kolaylaştıran çözümler olması gerektiğini belirtmektedir. Bunlara çözüm aranırken biri için kabul edilebilir bir çözümün başkaları için engel olabileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir. İdeal durumda, seçilen çözüm birden fazla gruba fayda sağlamalı veya en azından başka bir grubun güvenliğini tehlikeye atmamalıdır.

Kaynaklar, engelli kişilerin güvenli bir yere tahliyesi için bir dizi seçenek sunmaktadır. Sığınma alanları, güvenli asansörler, "sorumlu arkadaş" sistemleri en çok uygulananlar arasında yer almaktadır. Engellilerin yaşadığı büyük binalarda en çok uygulanan yangın güvenliği önlemlerinden biri bina içinde bekleme ve barınma alanlarının oluşturulmasıdır. Bu seçenekte engelli kişilerin yangın sırasında binayı boşaltmasına gerek yoktur; Engelli insanlar korunan bir alana alınır ve oradan tahliye edilmektedir. "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik"te (BYKHY, 2019) gerekli görülen yangın güvenlik salonları bir bakıma engelli sığınaklarıdır.

Yüksek yapılarda tahliye asansörlerinin kullanılması da bir diğer tercihtir. Bu tür asansörler, yangın ve diğer felaket durumlarına karşı acil çıkış imkânı sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Bu asansörler, güvenilir bir elektrik kaynağından beslendiği için kullanıcıları güvenlik salonuna götürülmelidir.

Üçüncü seçenek ise engelli kişiler için özel tahliye planlarının geliştirilmesidir. "Sorumlu arkadaş" sistemi ile acil durumlarda engelli kişiyi veya durumunu bildirmekle yükümlü bir veya birden fazla kişi belirlenir. Bazı durumlarda, yangına müdahale eden itfaiye ekiplerine verilmek üzere, tahliye edilmesi zor olabilecek kişilerin bir listesi de hazırlanmalıdır.

Engellilerin bulunduğu binalara erişim asansör ve rampa kullanımıyla çözümlenmelidir. Görme engelliler için asansör düğmelerindeki karakterlerin yükseltilmesi veya Braille karakterlerinin kullanılması gibi değişiklikler, işitme engelliler için de basit tabela ve resimli tabelaların kullanılmasıyla kolaylaştırılmalıdır.

"Tahliye bekleme alanları" olarak da bilinen "güvenli alanlar", "toplanma alanları", "kurtarma alanları" veya "sığınma alanları", binanın diğer bölümlerinden ayrılmış, kolayca erişilebilen bir yer olmalıdır. Yangına dayanıklı malzemeden yapılmış duvarlar ve yangını ve dumanı dışarıda tutan yangın kapıları kullanılmalıdır. Sığınma alanı, yangın merdiveni ile aynı korumayı sağlamalı ve aynı yangına dayanıklılık özelliklerine sahip olmalıdır. Binalarda yangın güvenlik holleri ve merdiven boşlukları da barınma alanı olarak kullanılabilir. Bu gibi durumlarda merdiven boşluğu alanı, tekerlekli sandalye kullanıcıları da dahil olmak üzere orada bekleyen engelli kişiler tarafından tahliyeyi engellenmeyecek kadar geniş bir alana sahip olmalıdır. Bazı araştırmacılar sığınak alanının merdiven boşluğu veya asansör gibi bir çıkış yoluna doğrudan bağlantısı olması gerektiğini belirtmektedir. İtfaiyecilerin binadaki insanları tahliye etmek için acil durum asansörleri planladığı durumlarda, asansör lobisi sığınak görevi görecek şekilde en az 6 metrekare olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu durumda kullanıcılar kattan çıkmak için asansörleri kullanmayı beklerken yangın

veya diğer olumsuz koşullardan korunmuş olur. Bu alan doğrudan bir merdiven boşluğuna veya asansöre çıkmıyorsa, kurtarma personelinin bu kişilere kolayca erişebilmesini sağlamak için en azından bir merdiven boşluğuna veya asansöre yakın olmalıdır.

4.2. Amerika Birleşik Devletleri'nde Engelliler İçin Yangın Kaçış Yönetmelikleri

NFPA 101 (2018), hareket bozukluğu olan bireylerin erişebileceği yerlerde ikiden fazla erişilebilir kaçış noktası olması gerektiğini belirtmektedir. İzin verilen kaçış mesafesi dahilinde birden az erişilebilir sığınma yeri veya çıkış tahliyesine giden erişilebilir bir yol bulunan erişilebilir bir çıkış sağlanmalıdır. Tek çıkış sınırlaması olan binalar veya bina bölümleri tek bir erişilebilir çıkışa sahip olabilir. Acil çıkış için erişilebilir çıkış yolları boyunca ortak seyahat kanalları olarak belirlenen mesafelerde izin verilebilir.

Erişilebilir iki çıkış yolu gerekli olduğunda, bu çıkış yollarına hizmet eden çıkışlar arasındaki mesafe, binanın maksimum toplam çapraz boyutunun en az yarısı kadar olmalıdır. Acil çıkış veya çıkış kapılarının en yakın köşeleri arasındaki mesafe doğrusal olarak belirlenmelidir. Erişilebilir her yerleşim alanından halka açık bir yola veya sığınma yerine kadar sürekli erişilebilir bir yol bulunmalıdır.

NFPA 101'e göre, erişilebilir bir kaçış rotası ya genişletilmiş kat seviyesinde bir sahanlık içinde bir sığınma yeri içermeli ya da güvenli bir yerden ulaşılabilir olmalıdır. Duman bariyerinin, erişilebilir bir kaçış yolu bileşeni olarak tanımlanabilmesi için en az 1 saatlik yangına dayanıklılık derecesine veya sığınma yerine boşaltılan yatay bir çıkışa sahip olması gerekir. Çıkış tahliye katının dört veya daha fazla üstünde veya altında bulunan erişilebilir her katta en az bir asansör bulunmalıdır.

Platform asansörleri, gerekli erişilebilir güzergahın bir bileşeni olarak izin verildiğinde erişilebilir çıkış modunun bir parçası olarak kullanılabilir. Platform asansörleri için yedek güç sağlanmalıdır.

Zorunlu herhangi bir sığınma yeri, hizmet verdiği alandan erişilebilir bir çıkış yöntemine sahip olmalıdır. Erişilebilir herhangi bir alandan bir güvenlik alanına izin verilen seyahat mesafesi, sakinin izin verilen çıkışından sığınma yerine kadar olan uzunluktan daha fazla olmalıdır. Gerekli olan her sığınma yeri, bir dizi merdivene veya asansöre kolay erişime sahip olmalıdır.

IBC'ye (2020) göre, her sığınma alanı, barınma alanının nüfus kapasitesine ve bölgenin hizmet verdiği konumlara bağlı olarak, her 200 kişi için 762 mm x 1219 mm ölçülerinde bir tekerlekli sandalye alanı sağlayacak şekilde inşa edilmelidir. Çıkış yollarının minimum genişliği veya gerekli kapasitesi bu tekerlekli sandalye bölgeleri nedeniyle azaltılmamalıdır. Belirlenmiş bir sığınma yerinde, gerekli tekerlekli sandalye alanının hemen bitişiğinde birden fazla tekerlekli sandalye alanı bulunamaz. Sığınma alanlarında iki yönlü iletişim sistemi kurulmalıdır.

4.3. Birleşik Krallık'ta Engelliler İçin Acil Kaçış Yönetmelikleri

Bina Yönetmelikleri (2020), sığınma alanları yönetim planının önemli bir bileşeni olduğunu ve bireylerin kısa bir süre beklemesi için nispeten güvenli alanlar sağladığını belirtmektedir. Sığınaklar aşağıdaki gereksinimleri karşılamalıdır:

- O kattan çıkış sağlayan her korumalı merdiven, sığınaklarla donatılmalıdır;
- Bu sığınakların merdiven muhafazasının içinde olması gerekmez ancak merdivene doğrudan erişime olanak sağlamalıdır;
- Sığınma alanlarının sayısının binadaki potansiyel tekerlekli sandalye kullanıcı sayısına eşit olması gerekmez.
- Tahliye sürecinde birden fazla kişi tek bir sığınma alanında kalabilir.

Sığınma alanları tekerlekli sandalye erişimine uygun olmalı ve en az 90 cm x 140 cm boyutlarında olmalıdır. Korumalı bir merdiven boşluğuna, korumalı lobiye veya korumalı koridora yerleştirildiğinde

kaçış için mevcut alanı azaltmamalı veya kaçmaya çalışanların hareketini engellememelidir. Sığınmacılar için acil durum sesli iletişim sisteminin sağlanması gereklidir.

Açıkça işaretlenmiş sığınaklar ve tahliye asansörleri gereklidir. Korumalı lobiler ve korumalı merdivenlerde, yangın güvenliği tabelalarının yanı sıra "Sığınma- uzak durun" yazan mavi bir tabela da bulunmalıdır.

5. ULUSAL VE ULUSLARARASI YÖNETMELİKLERİN KARŞILAŞTIRMASI

İyi tasarlanmış bir binanın pasif sistemleri, mimari tasarımın yapı için seçilmesi gereken aktif sistemleri doğrudan etkilemesi nedeniyle mekanik sistem gereksinimini azaltmaktadır. Hem bina maliyetleri azalır hem de yangın güvenliği artar. Pasif güvenlik önlemleri uygunsa, yangın yavaş yavaş yayılacak, insanların tahliyesi kolaylaşacak ve genel olarak daha az hasara yol açacaktır. Yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık'ta kullanılan mevcut engellilik düzenlemeleri ve yangın güvenliği düzenlemeleri incelenmiş olup, bulgular aşağıdaki Tablolarda verilmiştir.

Aşağıdaki Tablolar incelendiğinde üç ülkenin Engelliler Yönetmeliği ve Kaçış Yolları Yönetmeliğinde verilen boyutlarda çelişki olduğu görülmektedir.

Tablo 5.1. Ulusal ve Uluslararası Engellilik Düzenlemelerinin Karşılaştırılması

MADDE	TÜRKİYE (TS 9111, 2011)	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ (ADA, 2010)	BİRLEŞİK KRALLIK (BS 8300, 2018)	NOTLAR
Dolaşım Alanı				
Genişlik	min. 90 cm	min. 91.5 cm	min. 120 cm	
Yükseklik	min. 220 cm	min. 203 cm	min. 210 cm	
Eğim	max 5% enine 2%	max 5% enine 2%	max 8%	
Ayak Ucu/Diz Açıklık Bölgesi				Türk Standardı 9111'de Ayak/Diz Açıklığı Bölgesi

Derinlik	N/A	min. 43 cm max. 63.5 cm	min. 50 cm	hakkında bilgi bulunmamaktadır.
Genişlik	N/A	min. 76 cm	min. 50 cm	
Yükseklik	N/A	min. 23 cm max. 68.5 cm	min. 70 cm	
Rampalar				
Uzunluk	max. 900 cm	N/A	max. 10 m	<ul style="list-style-type: none"> • ADA'da rampa uzunlukları rampanın uç kotuna göre belirlenir. • Sadece 9111 Türk Standardında rampaların yüksekliğine göre kullanılacak eğim sınırlamaları bulunmaktadır.
Genişlik	min. 100 cm	min. 91.5 cm	min. 150 cm	
Yükseklik	N/A	Her rampa yüksekliği max. 76 cm	max. 50 cm	
Eğim	h<15cm, max 8% 16<h<50 cm, max 7% 51<h<100 cm, max 6% 100 cm < h, max 5%	max 8% enine 2%	max. 8%	
Kapılar				
Yükseklik	min. 210 cm	min. 198 cm	min. 200 cm	
Genişlik	min. 90 cm	min. 91.5 cm	min. 85 cm	
Manevra Alanı				
Uzunluk	min. 150 cm	min. 152 cm	min. 150 cm	Türk Standardı 9111'de manevra alanı için tanımlanmış bir eğim bulunmamaktadır.
Genişlik	min. 150 cm	min. 152 cm	min. 150 cm	
Yükseklik	min. 220 cm	min. 203 cm	min. 210 cm	
Alan	min. 2.25 m ²	min. 2.31 m ²	min. 2.25 m ²	
eğim	N/A	max. 2%	max 5%	

Tablo 5.1. Ulusal ve Uluslararası Engellilik Düzenlemelerinin Karşılaştırılması (Devam)

MADDE	TÜRKİYE (TS 9111, 2011)	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ (ADA, 2010)	BİRLEŞİK KRALLIK (BS 8300, 2018)	NOTLAR
Korkuluklar				
Uzunluk	Merdivenlerin sonundan min. +30 cm	Merdivenlerin sonundan min. +30 cm	Merdivenlerin sonundan min. +30 cm	
Yükseklik	Küpeşte için 70 cm Korkuluk için 90 cm	min. 86.5 cm max. 96.5 cm	min. 90 cm max. 100 cm	
Genişlik	min. 32 mm max. 40 mm	max. 57 mm	min. 32 mm max. 50 mm	
Basamaklar				

Derinlik	min. 28 cm	min. 28 cm	min. 30 cm max. 45 cm	
Genişlik	min. 120 cm	min. 91.5 cm	min. 120 cm	
Yükseklik	max. 18 cm	min. 10 cm max. 18 cm	min. 15 cm max. 18 cm	
Sahanlıklar				
Uzunluk	min. 150 cm	min. 152 cm	En az merdiven genişliği kadar	
Genişlik	min. 120 cm	Rampa genişliği kadar, min. 91.5 cm	min. 120 cm	
Alan	min. 1.8 m ²	min. 1.38 m ²	N/A	
Eğim	N/A	max. 2%	max. 5%	
Parapetler				
Yükseklik	60 cm - 80 cm Arası	min. 76.2 cm	min. 80 cm	
Asansörler				
Uzunluk	min. 150 cm	min. 173 cm	min. 140 cm	
Genişlik	min. 120 cm	min. 106.5 cm	min. 110 cm	
Yükseklik	N/A	N/A	min. 200 cm	
Alan	min. 1.8 m ²	min. 1.45 m ²	min. 1.54 m ²	
Platformlar				Türk Standardı 9111'de Engelli Platformları hakkında bilgi bulunmamaktadır. Gerekli boyutlar ve güç gereksinimleri farklı bir Türk Standardında yer almaktadır.
Uzunluk	N/A	min. 122 cm	min. 140 cm	
Genişlik	N/A	min. 76 cm	min. 90 cm	
Yükseklik	N/A	N/A	N/A	
Alan	N/A	min. 0.92 m ²	min. 1.26 m ²	

Tablo 5.2. Ulusal ve Uluslararası Çıkış Düzenleme Yollarının Karşılaştırılması

MADDE	TÜRKİYE (TS 9111, 2011)	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ (ADA, 2010)	BİRLEŞİK KRALLIK (BS 8300, 2018)	NOTLAR
Korridorlar				
Uzunluk	N/A	N/A	max. 25 m	
Genişlik	min. 90 cm	min. 91.5 cm	min. 75 cm	
Yükseklik	min. 210 cm	min. 203 cm	min. 210 cm	
Eğim	N/A	max 5%	max 8%	
Yangına Dayanıklılık Derecesi	60 min.	min. 60 dakika	min. 60 dakika	

Acil Kaçış Yolları				
Uzunluk	10 m	Doluluk Yüküne Bağlı Olarak	max. 25 m	
Genişlik	min. 110 cm	min. 91.5 cm	min. 75 cm	
Yükseklik	min. 210 cm	min. 228 cm	min. 210 cm	
Eğim	N/A	mx 5%	max. 5%	
Yangına Dayanıklılık Derecesi	60 min.	min. 60 dakika	min. 60 dakika	
Yangın Güvenlik Holeleri				
Uzunluk	min. 180 cm	min. 122 cm	min. 140 cm	
Genişlik	Merdiven genişliği ile aynı	min. 76 cm	min. 90 cm	
Yükseklik	min. 210 cm	min. 228 cm	min. 210 cm	
Alan	min. 3 m ² max. 6 m ²	min. 0.92 m ²	min. 1.26 m ²	
Yangın Dayanıklılık Derecesi	120 dakika.	min. 60 dakika	min. 60 dakika	
Rampalar				
Uzunluk	N/A	N/A	max. 10 m	BYKHY maksimum rampa uzunluğunu tanımlamaz ve bir çıkış rampasının maksimum eğimi %10 olabilir
Genişlik	min. 100 cm	min. 112 cm	min. 150 cm	
Yükseklik	N/A	max. 76 cm	max. 50 cm	
eğim	max 10%	max 8% enine 2%	max. 8%	

Tablo 5.2. Ulusal ve Uluslararası Çıkış Düzenleme Yollarının Karşılaştırılması (Devamı)

MADDE	TÜRKİYE (TS 9111, 2011)	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ (ADA, 2010)	BİRLEŞİK KRALLIK (BS 8300, 2018)	NOTLAR
Kapılar				Her üç ülke için de Engellilik Yönetmeliğinde verilen genişlikler arasında fark var
Yükseklik	min. 210 cm	min. 198 cm	min. 200 cm	
Genişlik	min. 80 cm max. 120 cm	min. 81.5 cm	min. 85 cm	
Yangın Dayanıklılık Derecesi	min. 90 minutes	Bina Tipine Bağlı	Bina Tipine Bağlı	
Korkuluklar				

Uzunluk	merdiven ucundan minimum +30 cm	merdiven ucundan minimum +30 cm	merdiven ucundan minimum +30 cm
Yükseklik	Küpeşte için 70 cm Korkuluk için 90 cm	min. 86.5 cm max. 96.5 cm	min. 90 cm max. 100 cm
Genişlik	min. 32 mm max. 40 mm	max. 57 mm	min. 32 mm max. 50 mm
Basamaklar			
Uzunluk	min. 25 cm	min. 28 cm	min. 30 cm max. 45 cm
Genişlik	min. 110 cm	min. 91.5 cm	min. 120 cm
Yükseklik	max. 17.5 cm	min. 10 cm max. 18 cm	min. 15 cm max. 18 cm
Sahanlıklar			
Uzunluk	min. 180 cm	min. 152 cm	En az merdiven genişliği
Genişlik	min. 110 cm	rampa veya merdiven genişliğinde, min. 91,5 cm	min. 120 cm
Alan	min. 1.98 m ²	min. 1.38 m ²	N/A
Eğim	N/A	max. 2%	N/A

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her türlü acil durumda ortaya çıkabilecek her senaryoyu planlamak zor olsa da yine de olabildiğince hazırlıklı olmak gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmeye yönelik yaklaşımlardan biri, üst düzey yönetim, insan kaynakları ve engelli çalışanların yanı sıra ilk müdahale ekipleri, şirketler, çevre sakinleri ve diğer ilgili taraflar da dahil olmak üzere çeşitli kişi ve kuruluşların görüşlerini dikkate almaktır. Bu tarafların erken katılımı herkesin tahliye prosedürlerinin yanı sıra şirketlerin, bina sahiplerinin ve yöneticilerinin, engelli bireylerin karşılaştığı zorlukları anlamasına yardımcı olacaktır.

Binadan kaçış yolları oluşturulurken yeterli sayıda çıkış verilmeli, yangın ve dumandan korunmalı, merdiven ve asansör bölümleri yangının diğer katlara sıçramasını engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Genel yerleşim planı, bina yüksekliği, nüfus, kullanıcı sayısı ve binadan çıkış planlamasında dikkate alınmalıdır. Yangın güvenliğini sağlamak için merdiven ve yangın merdivenlerinin yanı sıra tüm tahliye yollarının da yangına dayanıklı ve güvenli bir şekilde inşa edilmesi gerekmektedir.

Yangının büyümesini ve yayılmasını kontrol altına almak için yapının hem yatay hem de dikey bileşenler içermesi gerekir. Mimari tasarımda yangın güvenliği önlemleri dikkate alınırken yapının kullanım amacı ilk sırada yer almalıdır.

Mimari tasarım sürecinde erişilebilirlik kavramını incelediğimizde tasarımı büyük ölçüde etkileyen bir takım önemli girdileri ele alabiliriz. Bunlardan ilki, tasarlanacak binada ve onu oluşturacak mekanlarda fiziksel ihtiyaçları karşılayacak şekilde belirlenen boyut ve standartların herkese hitap edecek şekilde dikkate alınmasıdır. Engelsiz, erişilebilir bir yaşamın toplumumuz tarafından vazgeçilmez bir ihtiyaç olarak görülmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilecek proje ve uygulamalar gelecek için umut vericidir. Ancak yasal düzenlemelerin ne kadarının ülkemiz genelinde uygulandığına baktığımızda, mimar veya tasarımcının konuya verdiği önem ve son kullanıcının beklentileri dikkate alındığında, gidilecek çok yol olduğu görülmektedir.

Mimarlık okullarında erişilebilirlik, engelsiz tasarım, evrensel tasarım, herkes için tasarım ve bu uzmanlığa sahip profesyonellerin artırılması önceliklendirilmelidir. Son yıllarda yükseköğretim kurumlarının bölümlerinin ihtiyaçlarına yanıt olarak ülkemizde erişilebilirlik, engelsiz tasarım, evrensel tasarım ve herkes için tasarım fikirlerini içeren tasarım ve mimarlık eğitimi dersleri verilmeye başlanmıştır. Ancak bu derslerin teorik ya da uygulamalı olarak öğrencilere aktarılması, genellikle ütöpik bir fikir ya da seçmeli meslek dersleri kapsamında özel bir tasarım olarak görülmektedir. Bu nedenle mimarlık okullarında, özellikle de mimari tasarım stüdyolarında görülen bu düşük ilgiyi tersine çevirmek için yeni yöntemler aranarak, stüdyo çalışmalarında erişilebilirlik ve engelsiz alan kavramlarını içeren bir tasarım süreci tercih edilmelidir. Eğitim sürecinde kazanılan bilgiler, lisans ve lisansüstü bilimsel çalışmalar, yarışmalar ve etkinliklerle desteklenmelidir.

Bu araştırma sonucunda mevzuattaki boşluğun üstesinden gelmek için mevzuat düzenleyicileri, işyeri yöneticileri ve tesis yöneticileri tarafından daha kapsamlı bir stratejinin benimsenmesi gerektiği görülmüştür. Bu bağlamda işyeri yönetim kontrolleri, insan davranışı faktörleri ve binanın yapısal özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu açığı kapatmak için yasal reformların hayata geçirilmesi gerekmektedir. Riskin azaltılabileceği her yerde, her şey dahil bir yaklaşım izlenerek herkese erişilebilir çıkışlar sağlanmasına dikkat edilmelidir.

Erişilebilir çıkış yöntemlerine yönelik kapsayıcı yaklaşımın sosyal ve davranışsal bileşenlerini iyileştirmeye yönelik stratejiler geliştirmek gerekmektedir. Bu, yönetim prosedürlerini, bina sakinlerinin yangın tatbikatlarını ve tahliye asansörleri ile sığınma alanlarının kullanımına ilişkin değerlendirmeleri kapsamaktadır.

Bu çalışma sırasında yapılan literatür taramasına bakıldığında günümüzde Türkiye'de yangın tatbikatlarının yapılmadığı ve acil durumlarda engelli kişilerin nasıl tahliye edileceğinin programlanmadığı görülmektedir. Bina kullanıcılarını eğitmek için yangın kaçış tatbikatlarının daha sık yapılması gerekmektedir. Engelli bireylerin yangın tatbikatlarına dahil edilmesi acil durumlarda yaşayacakları stresi azaltacak ve tahliyelerini kolaylaştıracaktır.

REFERANSLAR

- [1] ENGİNÖZ, E.B., "Erişebilir Mimarlık", *Mimarlık Dergisi*, Sayı:381, 2015
- [2] GÜMÜŞ, D.Ç., "Türkiye'de Özürlüler için Ulaşılabilirlik Mevzuatı", *Dosya 04, Bülten: 46*, 2007
- [3] "Accessibility for the Disabled A Design Manual for a Barrier Free Environment", 2004
- [4] BUKOWSKÍ, R. W., & KULÍGOWSKÍ, E. "The basis for egress provisions in U.S.building codes", 2004
- [5] *Civil Rights Act of 1964 Archived January 25, 2010, at the Wayback Machine*
- [6] WÍLSON, D. J., "A Disability History of the United States by Kim E. Nielsen", *African American Review*, 50: 241–242., 2017
- [7] MUELLER, J. L., "Case Studies on Universal Design", *Raleigh, N.C.: Center for Universal Design, North Carolina State University, 1997*

- [8] STORY, M. F., MUELLER J. L., MACE R. L., “The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities, Raleigh”, N.C.: Center for Universal Design, North Carolina State University, 1998
- [9] Ergenoğlu, A, S. (2015). Mimarlıkta kapsayıcılık: Herkes için tasarım. Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2(1), 24-49.
- [10] TS-9111, “Özürümler ve Hareket Kısıllılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gereklere”, 2011
- [11] Francis, L., Silvers, A. (2016). Perspectives on the meaning of disability. *AMA Journal of Ethics*, 18 (10), 1025–1033.
- [12] Burkhauser, R. V; Daly, M.C. (2002), *Policy Watch: U.S. Disability policy in a changing environment. Journal of Economic Perspectives*, 16, 213–224.
- [13] Americans with Disabilities Act Accessibility Guidelines (ADAAG), 1991, www.access-board.gov/adaag/html/adaag.htm
- [14] Family Resources Survey 2018/19. (2020). Department for work & pensions, London, 1-14
- [15] “Disability Discrimination Act (DDA)”, Disability Rights Commission, 2005
- [16] Equality Act 2010”, (2010)
- [17] Internet: Versa, B. S. (2016). The UK’s unwritten history of disability, *Disability Horizons*, Web: <https://disabilityhorizons.com/2016/07/uks-unwritten-history-disability/> / Access Date: 11.01.2022.
- [18] British Standard (BS) 8300 – 2:2018, *Design of an Accessible and Inclusive Built Environment*, BSI Standards Publication, 2018
- [19] *The Building Regulations, Approved Document M, Access to and Use of Buildings, Volume 2 – Buildings Other Than Dwellings*, HM Government., 2020
- [20] *The Building Regulations, Approved Document K, Protection from falling, collision and impact*, HM Government, 2020
- [21] Korkmaz, E. (2016). Mimarlık eğitiminde yangın güvenli tasarımın yeri. *Megaron Yapı Dergisi*, 11(2), 218-219
- [22] Kır, F., Özdemir, N. (25-27 April 2018). Yangın ve toksik duman. 14th International Combustion Symposium, Karabük, 369-373
- [23] KILIÇ, A, “Engelli Kişilerin Acil Durum Tahliyesi”, *Yangın Güvenliği Dergisi*, Sayı 159, s.8-16., 2013
- [24] Başdemir, H., Demirel, F., İşeri, İ. (2010). Binaların ulusal yangın yönetmeliği hükümlerine göre değerlendiren bir model önerisi: Yangın yönetmelik kontrol otomasyonu. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 27(4), 1
- [25] KAYACI, H., “Betonarme Yüksek Binalarda Yangın Güvenliği ve Yangın Senaryoları Üzerine İncelemeler”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*, 2014
- [26] *Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY)*, 2019
- [27] Şimşek, Z., Çatıkkaş, M. (2020). Toplanma amaçlı yapılarda yangın güvenliği: Bir üniversite kampüsünde kültür merkezi örneği. *Journal of Social and Humanities Science Research*, 7(55), 172-178.
- [28] Hirschler, M. (2017). Procedures for development and revision of codes and standards associated with fire safety in USA. *Fire and Materials - An International Journal*, 41(8), 58-59.
- [29] Tanaka, T. (Cox, G., Langford, B.). (1991). *Fire safety science. (3rd Edition)*. London: Taylor & Francis, 729-738.
- [30] Woo, S.J. Hwang, E.K., (2014). *A comparative study on the horizontal-evacuation-related criteria in buildings. (2nd Edition)*. Zurich: Trans Tech Publications 1065-1069.
- [31] International Code Council (ICC), *IBC Chapter 11 – Accessibility. (2018)*. Washington D.C., 305-311.
- [32] National Fire Protection Association, *NFPA 101. (2018)*. Life Safety Code, Massachusetts., Washington D.C., 52-94.

- [33] Stephenson, J. (2000). *Building regulations explained. (6th edition). London: Spon Press, 25-26.*
- [34] *The Building Regulations, Approved Document M, Access to and Use of Buildings, Volume 2 – Buildings Other Than Dwellings, HM Government., 2020*
- [35] Altan A., Demirel F., Güngör C., (2023), *Mevzuat Çalışmaları Çerçevesinde Yangın Güvenliği ve Engelli Çıkışı, Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*

ÖZGEÇMİŞLER

Prof. Dr. Fusun DEMİREL

ADMMA, Mimarlık Bölümü'nden "Kızılay karşılıksız bursu" ile "lisans", ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden "Yüksek Onur Derecesi" ile "yüksek lisans", Gazi Üniversitesi Mühendislik, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden "1995 Yılı Bilimsel Çalışma Ödülü" ile "doktora" derecelerini almıştır. Akademik hayatına, aynı Üniversitenin aynı Bölümü'nde, "araştırma görevlisi" olarak başlamış, 1996 yılında "öğretim görevlisi", 1998 yılında "yardımcı doçent", 2000 yılında "doçent", 2006 yılında "profesör" unvanlarını almıştır. İlgi alanları; "Binalarda Yangından Korunum" ve "Mimari Akustiktir. 2003 – 2005 yılları arasında Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı'nda, "Binalarda, Yangın Güvenliği" alanında "danışman" olarak görev almış ve bu süreçte "Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği"nin çıkarılmasında aktif rol oynamıştır. T.B.M.M. yeni Milletvekilleri Odaları, Genelkurmay Konferans Salonu gibi birçok önemli binanın akustik tasarımlarını gerçekleştirmenin yansira, Cumhurbaşkanlığı Külliyesinin akustik danışmanlığını da yapmıştır. "Yangından Korunum" ve "Mimari Akustik" alanında çok sayıda proje yürütmekte, danışmanlık yapmakta, bilimsel çalışmaları bulunmakta, İngilizce/Türkçe dersler vermekte, ve yüksek lisans/doktora tezlerini yürütmektedir. Halen, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi'nde çalışmalarına devam etmekte ve iyi derecede İngilizce bilmektedir.

Doç. Dr. Can GÜNGÖR

1977 yılında Ankara'da doğdu. 1994 yılında TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde 1999 yılında İstanbul'da tamamladı. 2007 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü'nde Doktora eğitimini tamamlayarak mezun oldu. 2010 yılında başladığı Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bölüm Başkan Yardımcılığı görevini 2022 yılına kadar sürdürdü. 2023 Yılında Doçent ünvanını aldı. Ağustos 2023'den itibaren Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevini yürütmektedir. Mimari Tasarım, Erişilebilirlik, Evrensel ve engelsiz tasarım konularında uzmanlaşmıştır.

Atakan ALTAN

1992 yılında Ankara'da doğdu. 2011 yılında TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi'nden mezun oldu. 2016 yılında Atılım Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünden mezun oldu. 2023 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü'nde yüksek lisansını tamamladı. 2015 yılından beri özel sektörde çalışmaya devam etmektedir.

TARİHİ BİNALARDA OTOMATİK YAĞMURLAMA SİSTEMLERİNİN SÖNDÜRME SÜRESİ, ORTAM SICAKLIĞI VE BİNA ÖZGÜN DEĞERLERİNİN KORUNMASI BAĞLAMINDA ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

Bilgehan BAKIRHAN
Figen BEYHAN

ÖZET

Tarihi çevrede meydana gelen yangınlar, can ve mal kaybının yanı sıra yapıların sahip olduğu kolektif belleğin tahribatına ve hatta bazen tamamen yok olmasına sebep olmaktadır. Kültürel mirası oluşturan bu tür yapılara ait özgün yapısal özelliklerin ve içeriklerinin korunmasına yönelik kaygılar nedeniyle yangın güvenliğini iyileştirmeye dair müdahaleler oldukça sınırlıdır. Bu durum tarihi çevrelerde yangın risk yönetimi hususunda ciddi sorun oluşturmaktadır.

Binalarda yangınla mücadele süreçlerinde sıklıkla kullanılan söndürme yöntemlerinden birisi olan soğutarak söndürme yaklaşımında fiziksel açıdan erişilebilir olması ve zararlı kimyasal maddeleri içermemesi nedeniyle genellikle su tercih edilmektedir. Ancak tarihi binaların özgün niteliğini belirleyen yapı malzemeleri, süslemeleri ve içerikleri, söndürme amaçlı kullanılan suyun yoğunluğuna ve tazyikine bağlı nedenlerden dolayı telafisi olmayan zararlara uğrayabilmektedir. Bu bağlamda tarihi binalarda sıklıkla kullanılan aktif sistemlerle yangına müdahalede, su kullanımının binaların özgün niteliklerine zarar vermemesi hususu dikkate değerdir.

Otomatik yağmurlama sistemlerinde kullanılan suyun damlacık boyutlarının söndürme süresi ile ortam sıcaklığına olan etkisini inceleyen bu çalışmada, tarihi Karabük Üniversitesi Bilim ve Sanat Akademisi Binası üzerinden uluslararası literatürde yer alan 3 çalışmaya ait sınır değerlerin referans alınmasıyla senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryolar Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğini (CFD) temel alan PyroSim yangın modelleme programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Karşılaştırmalı olarak değerlendirilen sonuçlara göre, damlacık boyutlarının küçülmesiyle birlikte söndürme süresinin ve ortam sıcaklığının nispeten azaldığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak tarihi binalarda yangın güvenliğini sağlamada aktif güvenlik önlemlerinin tarihi binaların özgün karakterine ve kültürel kimliklerine zarar vermeden ya da en az zarar verecek şekilde alınmasının elzem olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Yangın Riski, Yangınla Mücadele, Kültürel Mirasın Korunması, PyroSim, Otomatik Yağmurlama Sistemi

INVESTIGATION OF THE AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEMS EFFICIENCY IN HISTORICAL BUILDINGS IN THE CONTEXT OF EXTINGUISHMENT TIME, AMBIENT TEMPERATURE AND PRESERVATION OF THE ORIGINAL VALUES

Bilgehan BAKIRHAN
Figen BEYHAN

ABSTRACT

Fires occurring in the historical environment can cause loss of life and property, as well as the destruction of the collective memory. Interventions to improve fire safety are quite limited due to concerns about the protection of the original structural features and their contents. This situation poses a serious problem in terms of fire risk management in historical environments.

Water is usually preferred in the cooling extinguishing approach because it is physically accessible and does not contain harmful chemicals. However, the building materials and contents that determine the original nature of historical buildings may suffer irreversable damages due to reasons related to the density and pressure of water used for extinguishment purposes. In this context, it is significant that the use of water in firefighting with active systems often used in historical buildings does not harm the original qualities of the buildings.

In this study, which examines the effect of droplet size of water used in automatic sprinkler systems on extinguishing time and ambient temperature over the historical Karabuk University Science and Art Academy Building, scenarios were created by taking the limit values of 3 studies in the international literature as reference. These scenarios were analyzed using the PyroSim fire modeling program. According to the results, it was determined that the extinction time and ambient temperature decreased relatively with the decrease of droplet size.

Consequently, it is essential to take measures that does not harm the original character of historical buildings in ensuring fire safety.

Keywords: Fire Risk, Fire Fighting, Protection of Cultural Heritage, PyroSim, Automatic Sprinkler

1. GİRİŞ

Kültürel mirası oluşturan tarihi binalar, toplumun sahip olduğu ortak duygu ve düşünceler ile deneyimleri gelecek kuşaklara aktaran somut rehberler olarak tanımlanabilir. Tarihi binalar içerdikleri özgün ve eşsiz değerleri ile sadece bir topluma ait olmaktan öte, tüm insanlığın kültürel, sanatsal, tarihsel ve bilimsel ortak hazinesini oluşturması dolayısıyla evrensel nitelik taşır. Bu bakımdan insan eliyle veya doğadan kaynaklanabilecek her türlü olumsuz etkene karşı korunmaları ve geleceğe güvenle aktarılmaları elzemdir. Bu konuda alanında uzman kişilerin bilgi ve deneyimlerine başvurmak ve yapılan değerlendirmeler sonucunda kültürel mirasın korunmasına yönelik tedbirlerin alınması amacıyla uluslararası etkinlikler düzenlenmektedir. Nitekim, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü'nün (UNESCO) hazırladığı Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunmasına Dair Sözleşme'de (1972) kültürel ve doğal miras unsurlarının bozulmasının veya yok olmasının tüm dünya milletleri açısından yoksullaşmaya yol açtığı ve bu nedenle bu değerlerin korunmasının tüm insanlığın bir ödevi olduğu vurgulanmıştır [1]. Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (ICOMOS)'nin 1964 yılında yayınladığı Venedik Tüzüğü'nde ise toplumun, her geçen gün insanlığın ortak değerlerinin bilincine varmakta olduğu ve tarihi eserlerin tüm insanlığın ortak mirası olarak kabul edildiği belirtilmiştir [2].

Tarihi binalar ne yazık ki pek çok sebeplerle zarar görmekte ve bazen tamamen yok olmaktadır. Bu değerlerin tahribatına neden olan etmenlerden biri de yangınlardır. Bu yangınlar, can ve mal kaybına sebep oldukları gibi kolektif belleğin de geri dönüştürülemez zararlar görmesine neden olmaktadır. Ancak tarihi binaların özgün yapısal özelliklerinin ve içeriklerinin yangına karşı korunmasına yönelik müdahaleler oldukça kısıtlıdır. Bu durum tarihi binalarda yangın risk yönetimi konusunda ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Kincaid (2018) 'e göre yangının tarihi binalardaki yıkıcı etkisini azaltacak önlemler ve müdahaleler özel olarak dikkate alınmaya değerdir [3].

Yangına müdahale yöntemlerinden biri olan söndürme, yangını durdurma, duraklatma ve tamamen kontrol altına alma işlemleri olarak tanımlanmaktadır [4]. Söndürmenin temel prensipleri; boğma, engelleme, yakıtı uzaklaştırma ve soğutma olarak dört ana başlıkta incelenebilir. Bu prensipler farklı yanma olaylarında, yanıcı maddelerin türüne, yangın yüküne ve müdahalede kullanılan malzemelerin özelliklerine göre değişim göstermektedir. Dolayısıyla yangın yüküne ve çeşidine göre söndürme maddeleri ile söndürme yöntemlerinin hatalı seçilmesi; zaman kayıplarına, malzeme israfına ve daha çok maddi/manevi hasarlara neden olabilmektedir.

Yangını söndürme amaçlı müdahale yaklaşımlarından biri hava sirkülasyonunu engelleyerek ortamdaki oksijen miktarını azaltmaya yarayan boğma yöntemidir. Genellikle yanma reaksiyonuna katılmayan maddeler aracılığıyla inceltme, zayıflatma ve ayırma prensipleri kullanılarak söndürme gerçekleştirilir. Engelleme yöntemiyle ise yanma reaksiyonunun hızı düşürülerek alevlenme azaltılır ve sönme olayı gerçekleşir. Yakıtı giderme yöntemi, katı maddelerin yanma reaksiyonunun gerçekleştiği ortamdaki uzaklaştırılması veya sıvı/gaz maddelerin kesilmesi ile söndürme olarak bilinmektedir. Soğutma ise binalarda sıklıkla tercih edilen genellikle suyun kullanıldığı söndürme yöntemlerinden biridir. Su, fiziksel bakımdan daha kolay erişilebilmesi ve zararlı kimyasal maddeleri içermemesi sebebiyle genellikle organik katı madde yangınlarını oluşturan A sınıfı yangınların söndürülmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek basınçlı sulu söndürme sistemleri, çevre dostu oluşu ve yangın söndürmede yüksek verim sağlaması sayesinde çeşitli işleve sahip binalarda kullanılmaktadır [5]. Ancak tarihi binalardaki özgün malzeme, süsleme ve detaylar ile içerikleri, yangın söndürmede kullanılan suyun yoğunluğuna ve basıncına bağlı olarak hasarın artışına sebebiyet verebilmektedir. Bu bakımdan tarihi binalarda söndürme amaçlı su kullanımının binanın ve içeriğinin karakterine zarar vermeyecek şekilde sınırlandırılması elzemdir.

Tarihi binaların yangına karşı korunmasında söndürme yöntemlerinin oluşturduğu riskler üzerine uluslararası literatürde yeterli sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Chuka ve diğ. (2000), sıvı madde yangınlarına su sisi söndürme yöntemi ile müdahalede damlacık boyutunun etkilerini araştırmış; damlacık boyutunun küçüldükçe söndürme süresinin iki kat daha hızlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır [6]. Bir başka çalışmada ise Hua ve diğ. (2002) başlık özelliklerinin yangın söndürme üzerindeki etkisini araştırmak için sayısal bir model kullanmışlardır. Sonuç olarak ince kesitli su damlacıklarına sahip bir su sisi söndürme sisteminin, yangınları söndürmede geniş damlacıklara göre daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırma, hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı FDS (Yangın Dinamiği Simülasyonu) aracılığıyla yürütülmüştür [7]. Abdrabbo ve diğ. (2016) ise çalışmalarında su sisi

sisteminin damlacık boyutları ile akış hızlarının yangın söndürme süresi ve sıcaklık değişimi ile ilişkisini FDS aracılığıyla araştırmışlardır. Sonuç olarak damlacık boyutunun azalması ile akış hızı artmış ve söndürme süresinin kısaldığı görülmüştür. Ayrıca söndürme süresi uzadığında ortamdaki O₂ miktarı azalırken CO₂ miktarı artış göstermiştir [8].

Bu çalışmada ise tarihi çevrede yangınla mücadelede suyun söndürme etkisine değinilerek aktif söndürme yaklaşımlarından biri olan otomatik yağmurlama sistemlerindeki suyun damlacık boyutlarının söndürme süresi ile ortam sıcaklığına olan etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda uluslararası literatürden seçilen üç çalışmanın sınır değerlerinin referans alınmasıyla senaryolar oluşturulmuş ve tarihi Karabük Üniversitesi Bilim ve Sanat Akademisi Binası'nın mevcut söndürme sistemi ile mukayese edilmiştir. Senaryolar, hesaplamalı akışkanlar dinamiğini (CFD) referans alan PyroSim yangın modelleme programı üzerinden sınanmıştır. Sonuç olarak tarihi binalardaki yangın güvenlik önlemlerinin tarihi binaların özgün karakterine zarar vermeyecek ya da en az zarar verecek şekilde alınmasının önem arz ettiği belirtilmiştir.

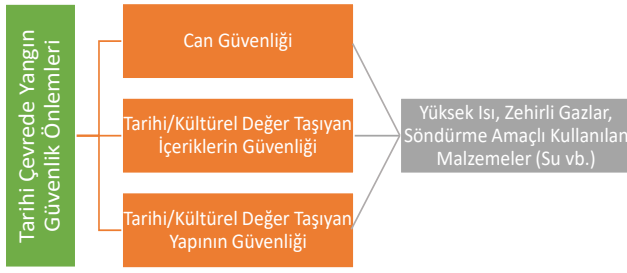
2. TARİHİ ÇEVREDE YANGINLA MÜCADELE VE SUYUN SÖNDÜRMEDEKİ ETKİSİ

Binalarda yangın güvenliğini sağlamanın ana amacı ilk olarak insan yaşamının korunmasıdır bina ve içerisindeki eşyaların korunması ikincil öneme sahiptir. Ancak içerdiği benzersiz ve otantik unsurlarla mimari veya tarihi açıdan öneme sahip binaları korumak son derece önemlidir. Dolayısıyla tarihi binalarda yangınla mücadelenin en etkili yolu, yangının meydana gelmesinin engellenmesidir. Tüm alınan önlemlere rağmen eğer yangın başlamışsa yangının başladığı hızlı şekilde duyurulmalı ve oluşabilecek zararı azaltmak için yangının diğer mahallere yayılmasının engellenmesi amaçlanmalıdır [9].

2.1. Tarihi Binalarda El Tipi Sulu Söndürme Sistemlerinin Etkinliği

Binalarda yangının büyümesini ve diğer mahallere yayılmasını önlemek adına pasif (yapısal) ve aktif (mekanik/elektronik) sistemlerle çeşitli tedbirler alınmaktadır. Bu tedbirlerden biri de diğer söndürme maddelerine göre daha temiz oluşu ve kolay erişilebilirliği bakımından su ile söndürme sistemleridir. Ayrıca suyun diğer yangın söndürme maddelerine göre ucuz oluşu ve viskozitesinden dolayı büyük uzaklıklara kolaylıkla taşınabilmesi de sıklıkla tercih edilme sebeplerindedir. Su, yangının odağındaki ısıyı etkisiz hâle getirerek soğutur ve böylece sönmeye olayı gerçekleşir. Su ile söndürme; pompa, hortum ve lans gibi ekipmanlar kullanılarak el tipi gerçekleştirilebildiği gibi, otomatik yağmurlama ve su sisi gibi aktif sistemler kurularak da gerçekleştirilebilir. Tarihi binalarda pasif söndürme sistemlerine ek olarak sulu aktif söndürme sistemleri birbirlerini tamamlayıcı görev üstlendirilerek entegre edilmektedir [10].

Her ne kadar yangının söndürülmesinde kullanılan müdahale yöntemleri, yüksek ısı ve zehirli dumanların etkisini azaltarak güvenliğin oluşturulmasına olanak sağlasa da bazı durumlarda söndürme maddeleri ve kullanılan teknikler bina ve kullanıcılarına ek riskler oluşturabilmektedir (Şekil 1). Tarihi binada yer alan elektronik ekipmanlar ile suda çözünebilen kaplamalar ve eşyalar da yangın sonrası söndürme sürecinde zarar görme potansiyelini barındırmaktadır. Suyun oluşturduğu rutubetin korozyona sebebiyet vermesinin yanı sıra su basıncından dolayı da eşyaların zarar görebileceği hesaba katılmalıdır [11]. 2010 yılında Haydarpaşa Garı'nda restorasyon çalışmaları esnasındaki dikkatsizlik sonucu tarihi binada meydana gelen yangın bu sorunlara örnek teşkil etmektedir. Yangında yüksek ısı ve duman nedeniyle oluşan tahribatla beraber söndürme ve soğutma çalışmaları esnasında kullanılan yüksek miktardaki basınçlı suyun ahşap doğramalar ve döşemelere ciddi şekilde zarar verdiği rapor edilmiştir. Biriken suların rutubet sorunlarının oluşmasına ve özellikle tavanlardaki kalem işi bezemelere zarar verdiği tespit edilmiştir. Tüm bunların yanı sıra yangını söndürmede kullanılan deniz suyunun tuzlu olması nedeniyle, suyun donma-çözünme-buharlaştırma döngüleri esnasında taş malzemelere zarar verebileceği düşünülmektedir (Şekil 2) [12].



Şekil 1. Tarihi binalarda yangın güvenlik önlemlerinin etki alanları



Şekil 2. Haydarpaşa Garı yangını sonrasında söndürme çalışmaları sonucu hasar gören kalem işi tavan (Fotoğraf: İstanbul V No'lu KTVK Bölge Kurulu Müdürlüğü Arşivi)

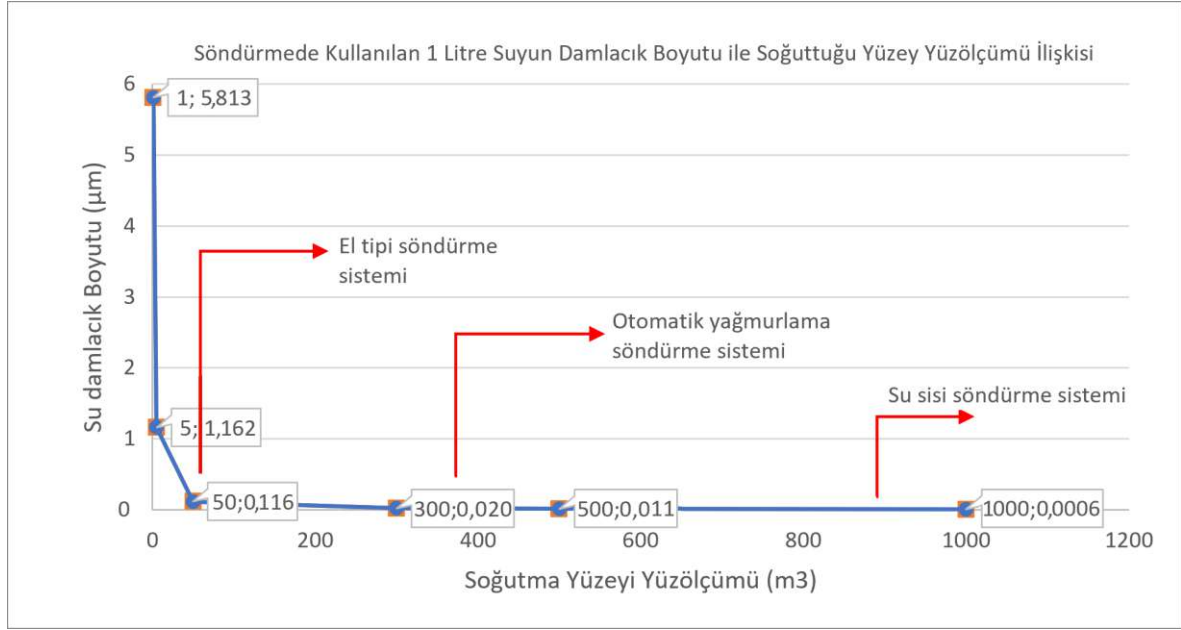
Tarihi binalar, yangın söndürme sürecindeki bilinçsiz söndürme çalışmaları ve yangına müdahalede yaşanan eksiklikler, gecikmeler ve/veya aksaklıklar sebebiyle ağır hasarlar almakta ve geri dönüştürülemeyecek şekilde tahrip olmaktadır. Bu sebeple kurulacak sistemlerden insan sağlığı ile bina ve içeriğine zarar vermeyecek şekilde olmalarının yanı sıra yangına kısa sürede müdahale edebilmeleri beklenmektedir.

2.2. Tarihi Binalarda Otomatik Yağmurlama Sistemlerinin Etkinliği

Aktif söndürme sistemlerinden biri olan otomatik yağmurlama sistemleri, yangının meydana geldiği ortamda sıcaklığın yükselmesi sonucu içerisindeki bağlantı elemanın erimesiyle cam ampuldeki sıvının genişlemesi sağlar. Böylece ampul kırılarak borularda yer alan suyun akışına izin verir ve yangın söndürülür. Otomatik yağmurlama sistemleri; ıslak, kuru, ön tepkili, çevrimli tipleri olmak üzere binaya yerleştirilen sabit borular ve borulara bağlı başlıklardan (nozül) oluşmaktadır. Başlıkların sayısı, çeşidi ve birbirlerine olan mesafeleri, ortam sıcaklıklarına ve mekân boyutlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu sistemler, genellikle ahşap veya kâğıt gibi katı malzemeleri (A sınıfı) içeren binalarda kullanılan etkili bir söndürme sistemidir. Amerikan Ulusal Yangından Korunma Derneği'nin (NFPA) kayıtlarına göre Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 2015-2019 yılları arasında meydana gelen yangınların %96'sının kontrol altına alınmasında otomatik yağmurlama sistemlerinin etkili olduğu belirtilmiştir [13].

Otomatik yağmurlama sistemleriyle yangın söndürme sürecinde suyun yüksek sıcaklık etkisi ile ısınarak buharlaşması damlacık yüzeyinden kondüksiyon (temasla) ve konveksiyonla (kütle hareketiyle) gerçekleşir. Dolayısıyla söndürmede kullanılan suyun yüzey alanı ne kadar geniş olursa buharlaşma da o kadar hızlı gerçekleşir. Bu sebeple çok sayıdaki küçük su damlacıklarının söndürücü etkisi yoğun ve büyük su damlacıklarının etkisinden daha fazladır. Ayrıca suyun küçük damlacıklar hâlinde boşaltılması (pülverizasyon), yangın yayılımını engellemektedir.

El tipi söndürme sistemlerinde su damlacık boyutunun, otomatik yağmurlama sistemlerine göre büyük olması buharlaşma hızının azalmasına sebebiyet verdiği için soğutma yüzeyinin yüzölçümü daha az olmaktadır (Şekil 3). Ayrıca daha çok su tüketimi ile su birikintilerinin oluşturduğu hasar da dezavantaj oluşturmaktadır.



Şekil 3. Söndürmede kullanılan 1 litre suyun damlacık boyutu ile soğuttuğu yüzey yüzölçümü ilişkisi ([4]'ten uyarlanmıştır.)

2.3. Tarihi Binalarda Su Sisi Sistemlerinin Etkinliği

Su sisi sistemleri, otomatik yağmurlama sistemlerine göre daha yüksek basınca ve daha küçük damlacık boyutlarına sahip bir çeşit aktif püskürtmeli söndürme sistemidir. Suyun basıncının artması ve başlıklardaki deliklerin küçülmesi damlacık boyutlarını küçülterek soğutulan yüzeyin yüzölçümünü artırır. Dolayısıyla yangın üzerinde boğma etkisinden faydalanılarak etkili söndürme gerçekleşir. Bu sistem sayesinde otomatik yağmurlama sistemine göre yaklaşık %90 oranında su tasarrufu sağlanır [14]. Bu sayede bina içerisinde su birikintileri gözlenmez ve içerik daha az zarar görür. Ayrıca otomatik yağmurlama sistemlerine göre daha küçük borulara ve az sayıda başlıklara sahip oluşu nedeniyle bina üzerindeki yükü hafifletir ve bina estetiğine etkisi indirgenir. Tüm bu özellikleri sayesinde tarihi binaların yangınlara karşı korunmasında en çok tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmiştir [15].

3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada, tarihi binalarda sıklıkla kullanılan su sisi söndürme sistemine ait özellikler literatürden referans alınmıştır. Seçilen örneklem alanda iki farklı senaryo üzerinden elde edilen sonuçlar, damlacık boyutu, söndürme süresi ve ortam sıcaklığının birbirleriyle olan ilişkisi üzerinden analiz edilmiştir.

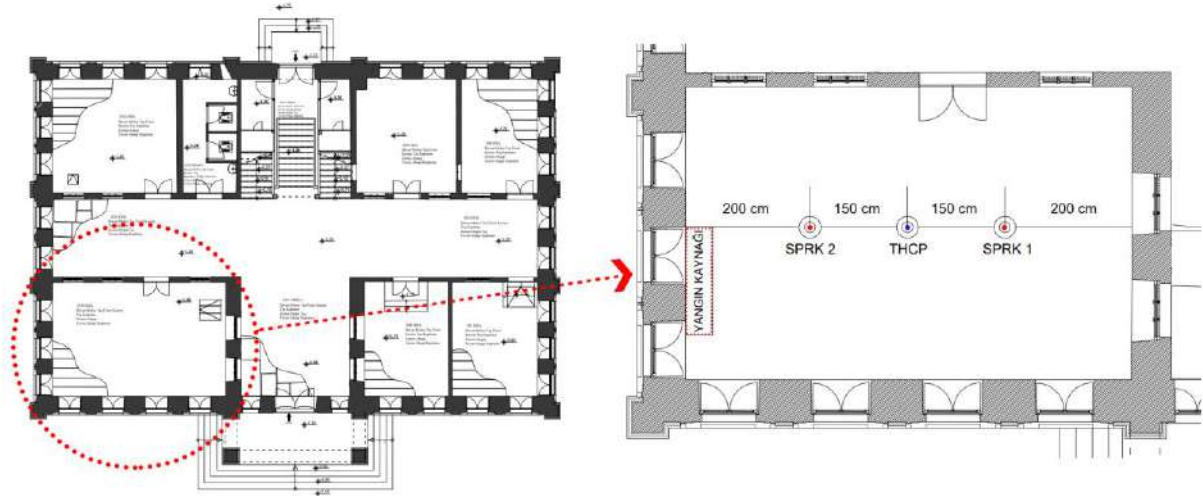
Örneklem alan, 1890 yılında Kastamonu Valisi Abdurrahman Paşa tarafından Frengi Hastanesi olarak yapılan ve uzun yıllar hastane olarak hizmet veren Karabük Üniversitesi Safranbolu Prof. Dr. Fuat Sezgin Bilim Kültür ve Sanat Akademisi binasıdır. Tarihi bina, 17 x 25 m ölçülerinde dikdörtgenler prizması biçimli olup, dış duvarları moloz taş yığma sistem üzerine kesme taş plak kaplama kullanılarak inşa edilmiştir. Binada merdiven ve döşeme kaplamalarının yanı sıra çeşitli taşıyıcı elemanlar ile süslemelerde yöreden temin edilen sarıçam ağacı yoğun şekilde kullanılmıştır. 2002-2015 yılları arasında Karabük Üniversitesi Fethi Toker Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi olarak hizmet veren tarihi bina, günümüzde toplantı ve sergi amaçlı kullanılmaktadır (Şekil 4). Binada yangın söndürme ekipmanı olarak el tipi kuru kimyevi toz içeren yangın tüpü ve 30 metre uzunluğunda yangın hortumu bulunmaktadır (Şekil 5). Yangının başlangıç noktası binanın zemin katında bulunan güney batı cepheli köşe oda seçilmiş ve yangın kaynağı boyutları 0,5 x 2 x 0,5 m olarak belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 4. Örneklem alanı: Karabük Üniversitesi Safranbolu Prof. Dr. Fuat Sezgin Bilim Kültür ve Sanat Akademisi (Taş Bina)



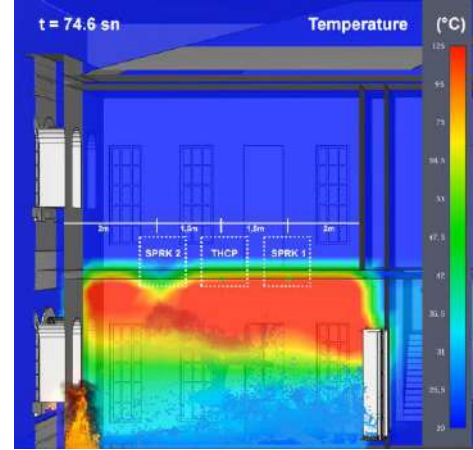
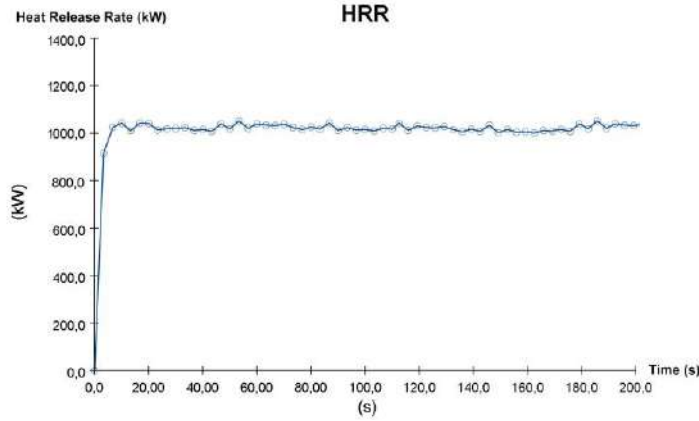
Şekil 5. Örneklem alanda yer alan yangın dolabı



Şekil 6. Yangının gerçekleştiği mahal (solda), yangın kaynağı ile söndürme ve sıcaklık ölçüm cihazlarının konumu (sağda)

Yangın modellemesinin gerçekleştirildiği PyroSim, FDS yazılımının kullanıcı arayüzünü oluşturarak ve sıcaklık-duman akışı ile diğer yanma ürünlerine ilişkin bilgileri öngörerek binaların yangın güvenliğinin sağlanmasının hedeflendiği dijital bir araçtır. PyroSim, gerçeğe yakın sonuçların elde edilebilmek için yanma reaksiyonuna, yangın kaynağının cinsine ve boyutlarına, yanıcı maddenin metrekare başına yaydığı ısı oranının sayısal değerine ve ortamda bulunan söndürme elemanlarının özelliklerine ihtiyaç duyar.

Bu çalışmada da gerçeğe yakın sonuçlar elde etmek adına uluslararası literatürdeki verilerin referans alınmasıyla programa bilgi aktarımı sağlanmıştır. Bu amaçla yakıt olarak metan (CH_4) bileşiği seçilmiş ve birim alan başına ısı salınım oranı (HRRPUA) 1000 kW/m^2 [8] olarak tespit edilmiştir (Şekil 7). Odanın tavanına birbirlerine 3 m, yan duvarlara 2'şer m uzaklıkta 74°C 'de aktifleşen iki adet standart korumalı yağmurlama elemanı (SPRK 1 ve SPRK 2) yerleştirilmiştir. Bu iki elemanın tam ortalarına da yüksek sıcaklıkların ölçülmesine olanak sağlayan sıcaklık sensörü (THCP) eklenmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. Yangın oluşturduğu toplam ısı miktarı

Şekil 8. Senaryo yangından yer alan söndürme elemanları ve sıcaklık grafiği

Yangına müdahalede kullanılan iki adet su sisi söndürme sistemine ait delik çapı, başlık çapı, çalışma basıncı, akış hızı, K-faktör ve püskürtme açısı değerleri sabit tutulmuş; damlacık boyutları ise 10 µm ve 50 µm boyutlarında seçilerek söndürme süresi ile ortam sıcaklığı arasındaki ilişki PyroSim yangın modelleme programı ile analiz edilmiştir. Çalışmada yer alan senaryolar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Tablo 1).

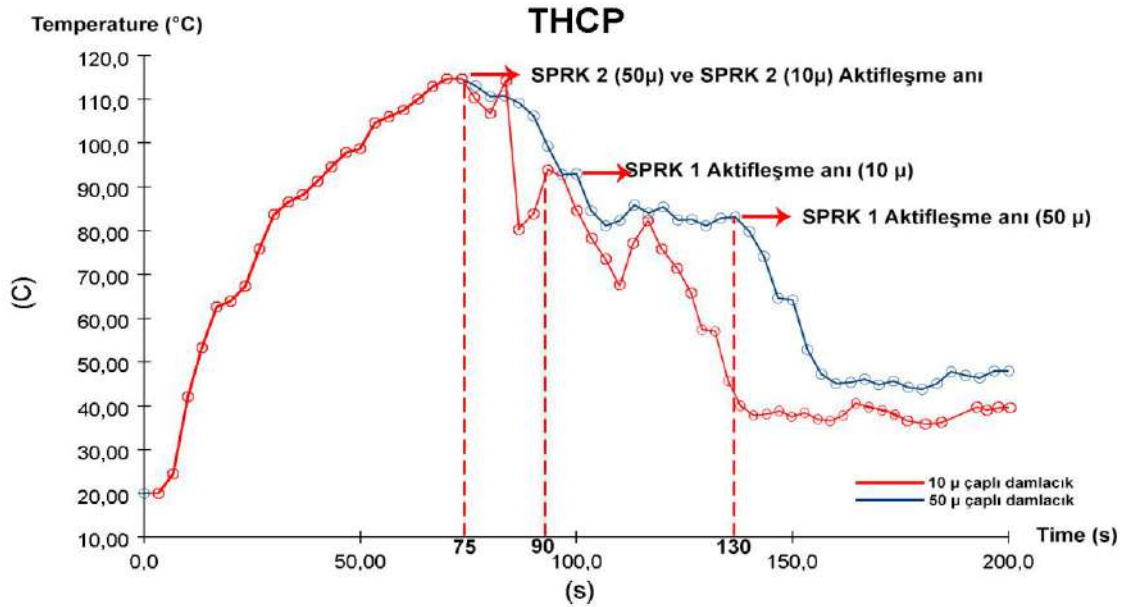
Tablo 1. Su Sisi Söndürme Başlığına ait Püskürtme Özellikler [6,7,8]

Senaryolar	Söndürme Elemanları	Delik Çapı	Başlık Çapı	Çalışma Basıncı	Akış Hızı	K-faktör	Püskürtme Açısı	Damlacık Boyutu
Senaryo 1	SPRK 1	121 µm [8]	3 mm [8]	0,5 bar [6]	56,1 L/dk [7]	85,0 L/(min·atm ^{1:2}) [7]	80° [8]	50 µm
	SPRK 2	121 µm [8]	3 mm [8]	0,5 bar [6]	56,1 L/dk [7]	85,0 L/(min·atm ^{1:2}) [7]	80° [8]	50 µm
Senaryo 2	SPRK 1	121 µm [8]	3 mm [8]	0,5 bar [6]	56,1 L/dk [7]	85,0 L/(min·atm ^{1:2}) [7]	80° [8]	10 µm
	SPRK 2	121 µm [8]	3 mm [8]	0,5 bar [6]	56,1 L/dk [7]	85,0 L/(min·atm ^{1:2}) [7]	80° [8]	10 µm

Her iki senaryoda da ortam sıcaklığı 75. saniyeye kadar logaritmik olarak artmıştır.

Senaryo 1'e göre; 75. saniye itibariyle ortam sıcaklığı yangın kaynağına 2 metre mesafedeki 50 µm çaplı taneciğe sahip SPRK 2 elemanının aktifleşmesiyle azalmıştır. 130. saniyede yangın kaynağına 5 m uzaklıkta bulunan 50 µm çaplı taneciğe sahip SPRK 1 elemanı aktifleşmiştir. 55 saniyelik bu süreçte ortam sıcaklığı 75°C'lik düşüşle 45°C seviyelerine gelmiştir.

Senaryo 2'ye göre; 75. saniye itibariyle ortam sıcaklığı yangın kaynağına 2 metre mesafedeki 10 µm çaplı taneciğe sahip SPRK 2 elemanının aktifleşmesiyle azalmıştır. 10 µm çaplı SPRK 1 ise SPRK 2'ye göre daha geç aktifleşerek yangını 90. saniyede söndürmeye başlamış ve 130. saniyenin sonlarında ortam sıcaklığının 40°C'ye kadar düşürülmesine etkiye bulunmuştur. Sonuç olarak 55 saniyelik zaman aralığında tanecik boyutu daha küçük olan elemanın ortam sıcaklığını daha hızlı düşürdüğü analiz edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Senaryo 1 (10 µ) ve Senaryo 2 (50 µ)'de seçilen damlacık boyutlarının ortam sıcaklığının düşürülmesine olan etkisi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak yangın söndürme süresi damlacık boyutu azaldıkça azalmış ve ortam sıcaklığının hızlı bir biçimde düşürülmesine olanak sağlamıştır. Özellikle tarihi binaların yangına karşı korunmasına karşı etkili olduğu ve el tipi söndürme çeşitlerine nazaran daha az zarar verdiği düşünülen otomatik yağmurlama sistemlerinin damlacık boyutlarının azaltılmasının insan hayatı, bina ve içeriği açısından daha güvenli olacağı öngörülmektedir. Böylece söndürmede kullanılan fazla suyun birikmesi ya da farklı söndürme elemanlarının verebileceği zararın önüne geçilmiş olacaktır.

Ayrıca yangının başlamasını önlemek amacıyla malzemelerden, kullanıcılardan ve bakım/onarım gibi etkenlerden kaynaklanabilecek yangın yükünün azaltılması yoluyla riskin minimize edilmesi hedeflenmelidir. Bu durumlarda bina ve içeriğinin koruma ilkeleri çerçevesinde ele alınması gereklidir. Yangın anında hızlı şekilde aktifleşerek yangının büyümesini ve yayılmasını engelleyecek tasarruflu ve güvenli sistemlerin kullanımı önerilmektedir. Tüm güvenlik elemanları belirli aralıklarla kontrol edilmeli, aktif şekilde çalıştılarından emin olunmalı ve tarihi çevrede yangın güvenliği konusunda toplumsal farkındalığın oluşması sağlanmalıdır. Bu bağlamda tüm bu kriterleri kapsayan tarihi binaların yangından korunmasına yönelik detaylı ve özelleşmiş yönetmeliklere ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecek çalışmalarda tarihi çevrede ortam sıcaklığının düşürülmesinde otomatik söndürme sistemlerinin akış hızı ve basıncının etkisinin araştırılması önerilmektedir. Ayrıca tarihi binaya ait yapı malzemelerinin ve yangın yükünün söndürme süresi ile ilişkisinin de incelenmesinin, konu ilgili literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme <https://www.unesco.org.tr/Pages/161/177> (Erişim Tarihi: 12.08.2023)
- [2] ERDER, C, (1977). "Venedik Tüzüğü Tarihi Bir Anıt Gibi Korunmalıdır", O.D.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Dergisi, Sayı 2, cilt 3, s. 72.
- [3] KINCAID, S, (2018) The Upgrading of Fire Safety in Historic Buildings, The Historic Environment: Policy & Practice, 9:1, 3-20, DOI: 10.1080/17567505.2017.1399972
- [4] <https://www.ankara.bel.tr/files/3216/4329/0074/7-Sn.Mad.Kul.Tek.-72-.pdf> (Erişim Tarihi: 17.08.2023)

- [5] LJU, Z., & KIM, A. K. (1999). A Review of Water Mist Fire Suppression Systems - Fundamental Studies. *Journal of Fire Protection Engineering*, 10(3), 32-50.
- [6] CHUKA, C. N., RAMAGOPAL, A. & PATRICIA, A. T. (2000). The Effects of Droplet Size and Injection Orientation on Water Mist Suppression of Low and High Boiling Point Liquid Pool Fires, *Combustion Science and Technology*. 157:1, 63-86.
- [7] HUA, J., KURICHI K., BOO C. K., & HONG X. (2002). A Numerical Study of the Interaction of Water Spray With A Fire Plume, *Fire Safety Journal*, 37(7), 631-657, ISSN 0379-7112
- [8] ABDRABBO, M.F., AYOUB, A.M., IBRAHIM, M.A., & FELDIN A. M. S. (2016) The Effect of Water Mist Droplet Size and Nozzle Flow Rate on Fire Extinction in Hanger by Using FDS. *J Civil Environmental Engineering*. 6: 216. 1-12.
- [9] BAKIRHAN B. & BEYHAN F., (2021). "Tarihi Çevrelerde Yangın Risk Yönetimi: Safranbolu Tarihi Çarşısı Örneği". 2. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi. 18 Eylül 2021, İstanbul. Uluslararası Tam Metin Bildiri.
- [10] BAŞDEMİR, H. ve DEMİREL, F., (2010). Binalarda Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Bağlamında Bir Literatür Araştırması, *Politeknik Dergisi*, 13 (2), 101-109.
- [11] JENSEN, G. (2006). Manual Fire Extinguishing Equipment for Protection of Heritage. Research Report. COST Action 17 Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings.
- [12] GÜNDOĞDU, D. F., & ÜNAL, G. Ü. (2011). Kültür Mirasımız Afet Risklerine Ne Kadar Hazırlıklı "Haydarpaşa Garı Yangını." Mimar-Ist.
- [13] <https://www.nfpa.org/-/media/files/news-and-research/fire-statistics-and-reports/suppression/ossprinklers.pdf> (Erişim Tarihi: 22.08.2023)
- [14] <https://www.thesisat.org/su-sisi-sondurme-sistemi.html> (Erişim Tarihi: 24.08.2023)
- [15] KARAKOÇ, L., (2013). Su Sisi Söndürme Sistemleri. *TMMOB Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 132, 45-55.

ÖZGEÇMİŞLER

Bilgehan BAKIRHAN

1993 yılında Konya'da doğmuştur. 2011 yılında Konya Anadolu Lisesi'nden, 2016 yılında Selçuk Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nden mezun olmuştur. 2016 yılında Konya Teknik Üniversitesi'nde "Hesaplamalı ve Yaratıcı Düşünce Yetisinin Geliştirilmesinde Parametrik Tasarımın Rolü" adlı yüksek lisans tezini bitirmiştir. 2017 yılından beri Karabük Üniversitesi Mimarlık Bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2018 yılında Karabük Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'nda mimari kontrolör olarak görev almıştır. 2020 yılında Gazi Üniversitesi'nde doktora eğitimine başlamış olup tarihi çevrenin yangına karşı korunmasına yönelik çalışmalar yürütmektedir.

Figen BEYHAN

KTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde 1989 yılında lisans eğitimini tamamlamış, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'ndan 1994 yılında yüksek lisans ve 1999 yılında doktora derecelerini almıştır. 1995-2000 yılları arasında KTÜ Mimarlık Bölümü'nde araştırma görevlisi, 2001-2002 yılları arasında KTÜ İçmimarlık Bölümü'nde öğretim görevlisi, 2003-2008 yılları arasında KTÜ Mimarlık Bölümü'nde Yardımcı Doçent ve 2009-2011 yılları arasında Doçent olarak görev yapmıştır. 2003-2004 yıllarında University of New South Wales-The Faculty of Building Environment-Sydney'de misafir öğretim üyesi olarak araştırmalarını sürdürmüştür. 2008-2011 tarihleri arasında KTÜ Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Başkanlığı ve 2009 yılında KTÜ Mimarlık Bölüm Başkan Yardımcılığı görevlerini yürütmüştür. Eylül 2010-Şubat 2011 tarihleri arasında Farabi Değişim Programı ile Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde öğretim üyesi olarak görev yapmıştır. Kasım 2011 tarihinden itibaren Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde Doçent olarak göreve başlamış, Ocak 2015 tarihinde ise Profesör unvanını almıştır. Aynı zamanda 2011-2016 yılları arasında Gazi Üniversitesi İçmimarlık Bölüm Başkanlığı ve 2017-2020 yılları arasında Senato Üyeliği görevlerini yürütmüştür. Yapı sektöründe yer alan firmalar, dernekler, vakıflar ve Bakanlıklar ile iş birliği çerçevesinde çok sayıda mesleki eğitimler vermiş, çalıştaylarda görev almış ve yarışma jürilerine katkılar sunmuştur. Çalışma alanları olan Mimari Tasarım ve Yapı Fiziği kapsamında yapılarda yangın güvenliği, enerji etkin yapı tasarımı, sürdürülebilir mimarlık, adli mimarlık konularında ulusal ve uluslararası makaleleri, araştırma projeleri, kitapları, bildirileri bulunmaktadır.

YÜKSEK BİNALARDA YANGIN ÖNLEMLERİ

Latif ERDOĞAN
Burhan YAMAN

ÖZET

Günümüzde, Yüksek binaların kullanımı giderek artmaktadır. Yüksek binaların işlevsel avantajlarının yanında bazı güvenlik problemlerini de yanında getirdiği bir gerçektir. Yüksek binalarda insan sayısı fazla olduğundan dolayı olası bir yangın anında felaketlerden kaçınmak için dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri binadaki yangına erken müdahale etmektir. Ancak gerek itfaiye ekiplerinin özellikle büyükşehirlerde yangın alanına ulaşma süreleri gerekse engelli, yaşlı ve yaralı insanların tahliyesi zaman alabilmektedir. Bu yüzden yüksek binalarda itfaiye ekiplerinden önce yangına erken müdahale etmek ve yangının yayılmasını önlemek amacıyla algılama, duman kontrol, yangın tahliye ve söndürme sistemlerine gerekli önem verilmelidir. Engelli, yaşlı ve yaralı insanların tahliyesi sırasında kullanılacak yangın güvenlik holleri ise ayrıca önem arz etmektedir. Yüksek binalarda gerekli denetimler yapıldıktan sonra sistemlerin ve kaçış yollarının yanlış kullanımını engellemek adına binalardaki insanlara, teknik ekiplere ve yöneticilere yangın güvenlik önlemleri hakkında eğitimler verilmelidir.

Bu bildiriye, yüksek binalar için Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve standartlardaki alınması gereken yangın güvenlik önlemleri anlatılmıştır.

Anahtar sözcükler: Yüksek binalar, yangın tehlikeleri, yangın güvenlik önlemleri, Yangının yayılmasını önleyici sistemler

FIRE PREVENTIONS IN HIGH BUILDINGS

Today, the use of high-rise buildings is increasing. It is a fact that high buildings bring with them some security problems as well as their functional advantages. Since the number of people in high-rise buildings is high, one of the most important points to be considered in order to avoid disasters in case of a possible fire is to respond to the fire in the building early. However, it may take time for firefighters to reach the fire area, especially in metropolitan cities, and for the evacuation of disabled, elderly and injured people. Therefore, in high-rise buildings, necessary attention should be paid to detection, smoke control, fire evacuation and extinguishing systems in order to intervene in the fire early and prevent the spread of the fire before the firefighters. Fire safety halls to be used during the evacuation of disabled, elderly and injured people are also important. After the necessary inspections are made in high-rise buildings, training on fire safety measures should be given to people, technical teams and managers in the buildings in order to prevent misuse of systems and escape routes.

In this paper, the fire safety precautions to be taken in the Regulation on the Protection of Buildings from Fire and standards for high-rise buildings are explained.

Keywords: High buildings, fire hazards, fire safety measures, Fire prevention systems

1. GİRİŞ

Yangınlarla mücadele etmenin kolay yolu, öncelikle yangının çıkmasını önlemektir. Yapı kullanma şekline bağlı olarak, yapının mimari tasarımı, yapı malzeme ve elemanlarının seçimi, pasif yangın güvenliği önlemlerinin esasını oluşturur. Yapıdaki malzemelerin yangına direnç göstermeleri, üstelik yangının büyüüp gelişmesini önleyici nitelikte olmaları gerekir. İnsanların toplu ve yoğun olarak kullandığı yüksek yapılarda ve alışveriş merkezlerinde en büyük risk yangın olayıdır. Bilindiği üzere yüksek yapılarda dışarıdan kurtarma müdahalesi ancak itfaiyenin sahip olduğu yangın merdiveni çalışma yüksekliği ile sınırlıdır. En verimli yükseklik rüzgâr vb. şartlar ele alındığında 30 m yüksekliğe kadardır. Bu nedenle itfaiye merdiveninin yüksekliğinin üzerinde, insanlar yapı içinde kaderleri ile baş başa kalmaktadır. Mimaride yangın tedbirlerinin uygulanabileceği, örneğin kaçış merdivenleri ve bunların basınçlandırılmaları ile ilgili düzenlemelerin ve katların bölmelere ayrılmaları gerekir. Dekorasyonda yangın ısı az olan malzemelerin kullanılmasının gerekliliği vardır. Hatta mekanik tesisat sistemlerinin, yangının katlara sirayetini önleyici mahiyette geliştirilmesi, yapılan çalışmalar arasındadır. Bir yapının yangına dayanıklı olup olmadığını belirleyen, daha ziyade onun yapısal bileşenleridir. Bununla beraber, bunların dışında kaplama ve bitirme malzemeleri ile eşya ve mobilyaların meydana getirdikleri bina içi ısı yük seviyesi, yangının başlama ve gelişmesini o düzeye getirebilir ki, dayanıklı olarak kabul edilen yapı malzeme ve bileşenlerinin bu nitelikleri büyük ölçüde ortadan kalkar. Kullanılan yapı bileşenlerinin yangına dayanıklılığı 90 dakikadan az olmamalıdır. Örneğin yapı strüktürü betonarme olarak düzenlediği takdirde, demir armatürü çevreleyen betonun et kalınlığı en az kolonlarda 35 mm., döşemelerde 20 mm. olmak zorundadır. Binalarda ölüm ve yaralanma ile maddi zararın büyük çoğunluğu dumandan kaynaklandığından, malzeme seçimine önem verilmelidir. Binaların katlarındaki koridor, dinlenme yeri vb. ortak alanlar ile merdivenleri, yandığında yoğun duman aktaracak ve yangını bir bölümden diğer bölüme taşıyacak şekilde tasarlanmamalıdır. Yangın merdivenlerinde, giriş kapılarının yakın çevresinde yanıcı malzemeler kullanılmamalıdır. Binaların bar, lokanta, diskotek konferans ve balo salonları gibi, ortak kullanım alanlarına dekorasyon yapılmak istenirse, dekorasyonda yoğun duman ve zehirli gaz çıkartan plastik, ahşap, deri ve kumaş kaplama malzemeler yerine, alçı vb. duman çıkarmayan malzemeler kullanılmalıdır. Yapı güvenliği açısından günümüzde ortaya çıkan bir sorun da sentetik yapı malzemelerinin kullanımındaki artıştır.

2. YÜKSEK BİNA KAVRAMI

Günümüzde birçok ülkede yararlanılan önemli standartlardan biride NFPA 101, Life Safety Code'ta bina yüksekliği 10 kat ve üzeri ya da bina dikey uzunluğu 22,5 metreden yüksek olan yapılara "yüksek yapı" denilmektedir. Lakin genelde yüksek yapı alt sınırı 30 metre olarak tanımlanmıştır. İnşa edilen binanın dikey yüksekliği 30 metreden sonra yüksek yapı kabul edilmesinin nedeni, binanın dış kısımlarında oluşabilecek yangına en fazla 30 metre yüksekliğe kadar müdahale edilebilmesidir. Ülkemiz mevzuatlarında ise yüksek bina; binanın dikey yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binalar olarak tanımlanmaktadır.

Bugüne kadar gerçekleşen yüksek bina yangınlarında duman, sıcak gaz ve alevler binanın üst bölgelerine ilerlemekte ve alt bölgelerde yangın başlamışsa, maddi hasar oldukça fazla olmakta, can kayıplarının geneli üst bölgelerde duman nedeniyle boğulmalardan dolayı gerçekleşmektedir. İtfaiye merdivenlerinin 10. kattan sonra etkisini yitirmesi nedeniyle, her şey binadaki yangın önlemlerine bağlı olmaktadır. Hızlı bir şekilde ilerleyen büyük yangınların genelinde otomatik söndürme sistemlerinin olmadığı, personel eğitiminin yeterli olmadığı, yüksek binada faaliyet gösteren insanların yeterli olarak bilinçlendirilmediği ve yangın önleme planlarının olmadığı tespit edilmiştir.

3. YÜKSEK BİNALARDA YANGIN RİSKLERİ

Yüksek binalarda yangın riskleri, düşük katlı binalara göre daha karmaşık ve tehlikeli olabilir. Bu riskleri aşağıdaki şekillerde ele alabiliriz:

Hızlı Yangın Yayılması: Yüksek binalarda yangınlar daha hızlı yayılabilir. Daha fazla kat, yangının yayılma hızını artırabilir ve insanların tahliyesini zorlaştırabilir.

Tahliye Zorlukları: Yüksek binalardaki insanları tahliye etmek daha zordur, çünkü daha fazla kat ve insan bulunmaktadır. Bu nedenle yangın merdivenleri, yangın kaçış merdivenleri ve asansörler gibi tahliye yollarının tasarımı ve bakımı çok önemlidir.

Su ve Yangın Söndürme Kaynakları: Yüksek binalardaki yangınlar için yeterli su kaynağına ulaşmak zor olabilir. Yangınla mücadele ekipmanlarının ve sprinkler sistemlerinin düzgün çalışır durumda olması hayati önem taşır.

Elektrik ve Otomasyon Sistemleri: Yüksek binalar genellikle karmaşık elektrik ve otomasyon sistemlerine sahiptir. Bu sistemler yangın riskini artırabilir ve yangın durumunda daha fazla sorun yaratabilir.

Hidrolik Sorunlar: Yüksek binalarda su basınçları düşebilir, bu da yangın söndürme sistemlerinin etkinliğini azaltabilir.

Yangın Güvenliği Ekipmanları: Yüksek binaların yangın güvenliği ekipmanlarının düzenli olarak kontrol edilmesi ve bakımının yapılması önemlidir. Bu, yangın riskini azaltabilir.

İnsan Yoğunluğu: Yüksek binalar genellikle yoğun nüfus barındırır. Bu nedenle bir yangın durumunda tahliye işlemi daha karmaşık hale gelir.

Yangın Eğitimi: Yüksek binalardaki sakinlerin ve çalışanların yangın durumunda nasıl tepki vereceklerini bilmeleri çok önemlidir. Yangın tatbikatları ve eğitimleri bu konuda yardımcı olabilir.

Yangının Kaynağı: Yüksek binalarda yangın kaynağı da daha fazla çeşitlilik gösterebilir. Elektrik hatları, mutfaklar, ısıtma ve soğutma sistemleri gibi pek çok potansiyel yangın kaynağı bulunabilir.

4. YÜKSEK BİNALARDA YANGINDAN ÖNCE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

4.1 Bina Yerleşimi ve Binaya Ulaşım

a) Yüksek binalar ayrık nizamda yapılmalı, ana yoldan binaya ulaşım yollarının genişliği en az 10 m, alt geçitlerde serbest yükseklik en az 4.5 m olacak şekilde seçilmelidir. Ayrık nizamda yapılması, hem yangının sirayeti bakımından ve hem de kolay müdahale edilebilmesi açısından önemlidir.

b) Taşıyıcı sistemin yangın güvenliği en az 90 dakika dayanıklı yapı elemanları ile sağlanmalıdır. Yüksekliği 60'myi aşan binalarda ise bu elemanların yangına dayanıklılığı en az 120 dakika olmalıdır.

4.2. Yangın Yayılımının Yavaşlatılması

a) Yüksek binaların katlarındaki koridor, dinlenme yeri vb. ortak alanlar ile merdivenleri; yandığında yoğun duman oluşturan ve yangını bir bölümden diğer bölüme taşıyacak şekilde tamamen halı kaplanmayacak, gerekirse şerit yolluk kullanılacaktır. Yangın merdivenlerinde giriş kapılarının yakın çevresinde yangın yükü küçük şekilde düzenlenmelidir.

b) Yüksek binaların bar, lokanta, diskotek, konferans ve balo salonları gibi, ortak kullanım alanlarına dekorasyon yapılmak istenirse, dekorasyonda yoğun duman ve zehirli gaz çıkartan plastik ahşap, deri ve kumaş kaplama gibi malzeme yerine alçı benzeri duman çıkartmayan malzeme kullanılmalıdır.

4.3 Kaçış Yollarının Düzenlenmesi

Kaçış yolları, bir yapının herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yolun tamamıdır. Asansörler kaçış yolu olarak kabul edilmez. Kaçış yollarının belirlenmesinde yapının kullanım sınıfı, kullanıcı yükü, kat alanı, çıkışa kadar alınacak yol ve çıkışların kapasitesi esas alınır. Her katta, o katın kullanıcı yüküne ve en uzun kaçış uzaklığına göre çıkış imkânları sağlanır. Zemin kat üzerindeki herhangi bir katta düzenlenen kaçış merdivenleri bütün normal katlara aynı zamanda hizmet verebilir. Zemin altındaki herhangi bir katta düzenlenen kaçış

merdivenleri de bütün bodrum katlara hizmet verebilir. Değişik bölümleri veya katları, değişik tipte kullanımlar için tasarlanan veya içinde aynı zamanda değişik amaçlı kullanımların sürdürüldüğü yapılarda, yapı bütününe veya kat bütününe ilksin gerekler, en sıkı kaçış gerekleri olan kullanım tipi esas alınarak tespit edilir veya her bir yapı bölümüne ilişkin gerekler ayrıca belirlenir.

4.4 Kaçış Yolları Gerekleri

Kaçış koridoru boyunca döşemede yapılacak dört basamaktan az kot farkları, en çok % 10 eğimli rampalarla bağlanır. Bu rampaların zemininin kaymayı önleyen malzeme ile kaplanması şarttır.

4.5. Yangın Merdivenlerinin Özellikleri

Yüksek binalarda yangın merdivenleri hayati bir güvenlik öğesidir ve binaların tasarımında belirli özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. İşte yüksek binalarda yangın merdivenlerinin temel özellikleri:

Yangın Merdiveni Sayısı: Yüksek binalarda birden fazla yangın merdiveni bulunmalıdır. Bu, acil tahliye sırasında çok sayıda kişinin binadan güvenli bir şekilde çıkmasını sağlar ve herhangi bir yangın veya acil durumda erişim sağlar.

Bağımsızlık: Yangın merdivenleri, bina içinde bağımsız bir yapıya sahip olmalıdır. Yani, yangın merdiveni diğer katlardaki odalara veya koridorlara açılmamalıdır. Bu, yangının diğer bölgelere yayılmasını engeller.

Yangın Kapıları: Yangın merdivenleri, yangının yayılmasını önlemek ve merdiven boşluğunu korumak için yangın kapıları ile donatılmalıdır. Bu kapılar belirli bir yangın direncine sahip olmalıdır.

Genişlik ve Kapasite: Yangın merdivenleri yeterli genişlikte olmalı ve binanın kapasitesine uygun olmalıdır. Genellikle herhangi bir katta bulunan insan sayısına bağlı olarak belirlenen minimum genişlik ve kapasite standartları vardır.

Aydınlatma ve İşaretlemeler: Yangın merdivenleri iyi aydınlatılmalı ve acil çıkış işaretleri ile donatılmalıdır. Bu, acil durumlarda insanların hızla merdivenlere ulaşmasına ve kullanılmasına yardımcı olur.

Yangın Merdiveni Kapıları: Yangın merdivenleri, her katın sonunda yangın merdiveni kapıları ile kapatılmalıdır. Bu kapılar normalde kilitleli olmayıp acil durumlarda kolayca açılabilir olmalıdır.

Duman Tahliyesi: Yangın merdivenlerinin üst ve alt kısmında duman tahliyesi için sistemler bulunmalıdır. Bu, dumanın merdiven boşluğuna sızmasını engeller ve tahliyeyi kolaylaştırır.

Yangın Merdiveni Malzemesi: Yangın merdivenleri yangına dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. Bu, yangın sırasında dayanıklılıklarını korumalarını sağlar.

Erişim Kolaylığı: Yangın merdivenleri binanın her katına kolayca erişilebilmelidir. Bu, acil durumların etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar.

Yangın merdivenlerinin tasarımı ve bakımı, bina güvenliği için kritik bir rol oynar. Bu nedenle, yerel yangın kodlarına ve güvenlik yönetmeliklerine uygun bir şekilde tasarlanmalı ve düzenli olarak kontrol edilmelidir.

4.6. Yangın Duvarları

Yangın duvarları en az 90 dakika yangına dayanıklı olarak tasarlanmalıdır. Yangın duvarlarında delik ve boşluk bulunmamalıdır. Duvarlarda kapı ve sabit ışık penceresi gibi boşluklarında yangın duvarlarının en az yarısı kadar 45 dakika yangına dayanması gerekmektedir. Kapıların otomatik kapanması ve duman geçirmez özellikte olması gerekmektedir. Su, elektrik, ısıtma, havalandırma tesisatının ve benzeri tesisatın yangın duvarından geçmesi durumunda, tesisat çevresi, açıklık kalmayacak şekilde en az 90 dakika, dumana ve yangına karşı yalıtılmalıdır. Yüksek binalarda, evrak ve teknik donanım gibi, düşey tesisat şaft ve baca duvarlarının oluşabilecek bir yangına en az 120 dakika ve kapaklarının en az 90 dakika dayanıklı ve duman geçirmez olması gerekmektedir.

4.7. Yangın Kapıları

BYKHY' de yangın kapısının tanımı; bir yapıda kullanıcılar, hava veya nesnelere için dolaşım imkânı sağlayan, kapatıldığında alev duman ve ısı geçişine direnecek nitelikteki kapı, kapak veya kepenk olarak tabir edilmiştir.

Tahliye yolu kapı genişliği en az 80 cm'den ve yüksekliği 200 cm'den az olmamalıdır. Turnike ve dönel kapılar, çıkış kapısı olarak kullanılmamalıdır. Tahliye yolu kapıları kanatlarının, tahliye esnasında insanların hareketini engellememesi gerekir. Kullanıcı yük kapasitesi 50 kişiyi aşan yerlerde çıkış kapılarının tahliye yönüne doğru açılması mecburidir. Tahliye yolu kapılarının el ile açılması ve kilitlememesi gerekmektedir. Tahliye merdiveni ve yangın güvenlik koridoru kapılarının bodrum katlara ve 4 kattan daha yüksek katlara hizmet veriyor ise en az 90 dakika yangına karşı dayanıklı olmalıdır.

4.8. Yüksek Binalarda Asansörler

Acil durum asansörü

Acil durum asansörü bir yapı içinde yangına müdahale ekiplerinin ve bunların kullandıkları ekipmanın üst ve alt katlara makul bir emniyet tedbiri dâhilinde hızlı bir şekilde taşınmasını sağlamak, gerekli kurtarma işlemlerini yapmak ve aynı zamanda engelli insanları tahliye edilebilmek üzere tesis edilir. Asansör, aynı zamanda normal şartlarda binada bulunanlar tarafından da kullanılabilir. Ancak, bir yangın veya acil durumda, asansörün kontrolü acil durum ekiplerine geçer. Yapı yüksekliği 51.50 m'den daha fazla olan yapılarda, en az 1 asansörün acil hâllerde kullanılmak üzere acil durum asansörü olarak düzenlenmesi şarttır. Acil durum asansörleri önünde, aynı zamanda kaçış merdivenine de geçiş sağlayacak şekilde, her katta 6 m²'den az, 10 m²'den çok ve herhangi bir boyutu 2 m'den az olmayacak yangın güvenlik holü oluşturulur. Acil durum asansörünün kabin alanının en az 1.8 m², taşıma kapasitesinin en az 630 kg, hızının zemin kattan en üst kata 1 dakikada erişecek hızda olması ve enerji kesilmesi hâlinde, otomatik olarak devreye girecek özellikte ve 60 dakika çalışır durumda kalmasını sağlayacak bir acil durum jeneratörüne bağlı bulunması gerekir. Acil durum asansörlerinin elektrik tesisatının ve kablolarının yangına karşı en az 60 dakika dayanıklı olması ve asansör boşluğu içindeki tesisatın sudan etkilenmemesi gerekir. Acil durum asansörünün makina dairesi ayrı olur ve asansör kuyusu basınçlandırılır.

4.9. Elektrik Tesisatında Alınacak Önlemler

Binalarda kurulan elektrik tesisatının, kaçış yolları aydınlatmasının ve yangın algılama ve uyarı sistemlerinin, yangın hâlinde veya herhangi bir acil hâlde, binada bulunanlara zarar vermeyecek, panik çıkmasını önleyecek, binanın emniyetli bir şekilde boşaltılmasını sağlayacak ve güvenli bir ortam oluşturacak şekilde tasarlanması, tesis edilmesi ve çalışır durumda tutulması gerekir. Enerji dağıtım yapı yüksekliği 51,50 m'den fazla olan binalarda şaft içinde bus-bar sisteminin bulunması mecburi olduğundan elektrik şaftı içinden bus-bar ile, yatayda ise kablo tavaları kullanılarak kablolar ile yapılacaktır. Bir yangın sırasında, yangın kontrol panellerinden, sesli ve ışıklı uyarı cihazlarına, sesli tahliye sistemi amplifikatör ve hoparlörlerine ve acil durum kontrol cihazlarına giden sinyal ve besleme kablolarının, itfaiye ve yangın mücadele ekiplerine haber vermek için kullanılan kabloların bina içerisinde kalan kısımlarının, ana yangın kontrol paneli ile tali yangın kontrol panelleri ve tekrarlayıcı panellerin birbirleri arasındaki haberleşme ve besleme kablolarının, bütün yangın kontrol panellerine ve tekrarlayıcı panellere enerji sağlayan besleme kablolarının, duman tahliyesinde kullanılacak fanların ve basınçlandırma fanlarının besleme kablolarının çalışır durumda kalması için yangına karşı en az 60 dakika dayanabilecek özellikte olması gerekir.

4.10. Havalandırma Kanalları için Damperler

a) İklimlendirme ve havalandırma kanallarının duvar, döşeme ve tavanları delip geçtiği yerlerde, saç kanal en az 2.5 mm'lik çelik saçtan yapılacak, ara boşluklar beton ile doldurulacaktır.

b) Havalandırma kanalları, katlar arasına yangının geçişini önleyecek otomatik yangın damperleri ile donatılacaktır. Bu damperler, yüksek sıcaklıkta ve alevle temasında eriyebilen askı elemanı ile açık tutulan yangın damperler olabilir.

4.11. Yangın Algılama ve İhbar Sistemi

Yangın algılama ve uyarı sisteminin, elle, otomatik olarak veya bir söndürme sisteminden aldığı uyarılardan biri veya birkaçı ile devreye girmesi gerekir. El ile yangın uyarısı, yangın uyarı butonları ile yapılır. Yangın uyarı butonları yangın kaçış yollarında tesis edilir. Yangın uyarı butonlarının, bir kattaki herhangi bir noktadan o kattaki herhangi bir yangın uyarı butonuna yatay erişim uzaklığının 60 m'yi geçmeyecek şekilde yerleştirilmesi gerekir. Tüm yangın uyarı butonlarının görülebilir ve kolayca erişilebilir olması gerekir. Yangın uyarı butonları, yerden en az 110 cm ve en fazla 130 cm yüksekliğe yerleştirilir. Yüksek binalarda yangın uyarı butonlarının kullanılması mecburidir.

Binada otomatik yağmurlama sistemi bulunuyor ise, yağmurlama başlığının açılması hâlinde yangın uyarı sisteminin otomatik algılama yapması sağlanır. Bu amaçla, her bir zon hattına su akış anahtarları (flow switch) tesis edilir ve bu akış anahtarlarının kontak çıkışları yangın alarm sistemine giriş olarak bağlanır. Otomatik yağmurlama sistemi olan yerler, otomatik sıcaklık algılayıcıları donatılmış gibi işlem gördüğünden, bu mahallerde otomatik sıcaklık artış algılayıcılarının kullanılması mecburi değildir.

4.12. Yangın Söndürücüler.

Yanmayı tanımlamak için kullanılan yangın üçgenindeki ısı, oksijen ve yakıt üçlüsünden herhangi birinin yok edilmesi ile yanma olayını durdurmak mümkündür. Başka bir deyişle ısıyı istenilen seviyeye kadar düşürerek, yangın havayla temasını keserek veya yanıcı maddeyi mahalden uzaklaştırarak söndürme işlemi sağlanabilir. Söndürme işlemi; insanlı ve otomatik olmak üzere iki yolla yapılabilmektedir. Yangınların büyük bir kısmı bireylerin kullandığı taşınabilir söndürme sistemleri ile söndürülmektedir. Söndürme sistemleri yeteri sayıda, doğru yerlerde ve uygun tipte seçilmelidir. Taşınabilir yangın söndürücülerin kullanımı için verilecek eğitimden yapı sahibi sorumludur ;

İnsanlı yangın söndürme elemanları;

- Yangın dolapları ve sabit boru tesisatı,
- Bina dışı hortum (hidrant) sistemi,
- Taşınabilir yangın söndürücüleridir.

Otomatik söndürme sistemleri, yangın esnasında kullanıcıların müdahale bulunmadan çalışan sistemlerdir. En yaygın kullanılmakta olan türü otomatik yağmurlama sistemidir. Fakat özel riskler için başka türde otomatik söndürme sistemleri de mevcuttur.

Otomatik yangın söndürme sistemleri;

- Otomatik yağmurlama sistemi,
- Köpüklü söndürme sistemleri,
- Gazlı söndürme sistemleri,
 1. CO₂ gazlı söndürme sistemleri
 2. Davlumbaz içi otomatik söndürme sistemleri
 3. FM 200 gazlı söndürme sistemleridir.

5. YÜKSEK BİNALARDA YANGINA KARŞI PERSONEL EĞİTİMİ

Yüksek binalarda yangına karşı personel eğitimi, bina sakinlerinin ve çalışanlarının yangın güvenliği önlemlerini anlamaları ve yangın durumlarında doğru tepkiyi vermeleri için önemlidir. İşte yüksek binalarda yangına karşı personel eğitimi için dikkate alınması gereken bazı önemli unsurlar:

Yangın Tehditlerinin Bilinmesi: Personel, binanın yangın tehlikelerini ve risklerini anlamalıdır. Bu, yangınların nerede başlayabileceği, yangının nasıl hızla yayılabileceği ve hangi malzemelerin yangın riski taşıdığı gibi bilgileri içerir.

Yangın Algılama Sistemleri ve Ekipmanlarının Kullanımı: Personel, yangın alarm sistemlerinin ve yangın söndürme ekipmanlarının nasıl kullanılacağını bilmelidir. Yangın dedektörleri, yangın söndürücüler, yangın hortumları gibi ekipmanların nasıl kullanılacağına dair eğitim verilmelidir.

Tahliye Prosedürleri: Personel, yangın anında binayı güvenli bir şekilde nasıl tahliye edeceklerini bilmelidir. Bu, acil çıkışların nerede olduğunu, hangi yolların kullanılması gerektiğini ve tahliye sırasında sakinlerin nereye toplanacaklarını içerir.

İlk Yardım Bilgisi: Yangın sonucu yaralanmaların önlenmesi veya tedavi edilmesi gerektiğinde personelin temel ilk yardım bilgisine sahip olması önemlidir. Bu, yaralı kişilere nasıl yardımcı olunacağına dair eğitimi içerir.

İletişim Planları: Yangın anında iletişim nasıl sağlanacak, nasıl acil yardım çağrısı yapılacak ve yangın durumu nasıl bildirilecek gibi konularda personel eğitilmelidir.

Tatbikatlar ve Simülasyonlar: Düzenli olarak yangın tatbikatları ve simülasyonları yapılmalıdır. Bu, personelin gerçek bir yangın durumunda nasıl tepki vereceğini uygulamalı olarak öğrenmelerine yardımcı olur.

Yangın Ekipmanlarının Bakımı: Personel, yangın söndürme ekipmanlarının düzenli olarak bakımının nasıl yapılacağını ve çalışır durumda olup olmadığını nasıl kontrol edeceklerini bilmelidir.

Yangınla Mücadele Ekibi: Yangınla mücadele ekibi oluşturulmalı ve bu ekibin görevleri ve sorumlulukları belirlenmelidir. Yangın anında hangi personelin ne yapacağı konusunda net bir plan olmalıdır.

Yangın Güvenliği Bilincinin Sürekli Güncellenmesi: Yangın güvenliği eğitimi sadece bir kez değil, düzenli aralıklarla yenilenmelidir. Yangın güvenliği konularındaki değişiklikler ve güncellemeler personel ile paylaşılmalıdır.

Yangına karşı personel eğitimi, yangın güvenliğini artırmak ve yangın anında insanların hayatlarını kurtarmak için kritik öneme sahiptir. Bu eğitimlerin düzenli olarak tekrarlanması ve personelin sürekli olarak bilinçlendirilmesi, yangınla mücadele kabiliyetini artırır.

6. SONUÇ

Sonuç olarak, yüksek binalarda yangın riskleri ciddi bir endişe kaynağı olabilir. Bu riskleri azaltmak için iyi tasarım, düzenli bakım, yangın güvenliği ekipmanlarının kullanılması ve insanların yangınla nasıl başa çıkacaklarını bilmeleri önemlidir. Ayrıca, yerel yangın güvenliği düzenlemelerine ve kurallarına uyulması da büyük önem taşır.

7. KAYNAKLAR

[1] Osman KAYA, Yüksek Binalarda Yangın ve Yangın Güvenlik Önlemlerinin Modellenerek İncelenmesi, 2019

[2] Abdurahman KILIÇ, Yüksek Binalarda Yangın Güvenliği Önlemleri,

ÖZGEÇMİŞLER

Latif ERDOĞAN

1982 yılında Konya'da doğdu. Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi bölümünden mezun oldu. 5 yıl özel sektörde çalıştıktan sonra 2009 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığında memur olarak göreve başladı. 2010-2015 tarihleri arasında Büyükşehir Belediyesi Sivil Savunma Amirliği, Önleme, Ruhsat Öncesi Kontrol ve Eğitim Amirliği görevlerini yürüttü. 2015 yılında İtfaiye Dairesi Başkanlığı Önleme ve Eğitim Şube Müdürü olarak görevlendirildi. Birçok sivil toplum kuruluşunda görevi bulunan Latif ERDOĞAN, Bem-Bir-Sen Konya Şubesi Başkan Yardımcılığı görevinde bulundu. Tüm Gönüllü İtfaiyeciler Derneği Başkan Yardımcısı, Kızılay Meram Şubesi Başkan Yardımcılığı ve Tüm İtfaiyeciler Birliği Derneği genel başkan yardımcılığı görevlerini halen yürütmektedir. İtfaiye Dairesi Başkanlığı Ulusal ve Uluslararası projelerinin koordinatörlüğünü yürütmekte olup İtfaiyecilik alanında akademik çalışmaları bulunmaktadır. Yerel Yönetim ve Siyaset bölümünde yüksek lisansı bulunmakta olup Ankara Üniversitesi Afet ve Acil Durum Yönetimi üzerine yüksek lisansı devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Burhan YAMAN

1997 yılında Nevşehir'de doğdu. İlköğretim ve ortaöğretimini Nevşehir'de tamamladı. Necmettin Erbakan Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Belirli bir süre özelde çalıştıktan sonra 2023 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığında inşaat mühendisi olarak göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir.

YANGIN RİSK YÖNETİMİ

Doğan AKPINAR
Esra BİLTEKİN

ÖZET

Ülkemizde istatistiki veriler incelendiğinde, endüstriyel işletmelerin en büyük sıklıkla karşılaştığı ve toplam kayıplara bakıldığında en büyük kayba neden olan risk unsurları olduğu görülmektedir. Endüstriyel yangınların da bunların başında geldiği ve bilinmektedir.

Kayseri Organize Sanayi Bölgesi İtfaiye Müdürlüğü Önleme Denetim ve Eğitim birimi olarak endüstriyel işletmelerde Yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirleri uygulamak ve geliştirmek ve ülke ekonomisine katkıda bulunmak için çalışmalarımız devam etmektedir.

Yangın güvenliği tanımı; ölüm, yaralanma ya da maddi hasara neden olan bir yangının çıkma olasılığını azaltmaya yönelik önlemler bütünüdür. Bu önlemler, canlıların yangın yerinden kolaylıkla uzaklaşmaları ve olaydan olabildiğince az zararla kurtulabilmelerini sağlamayı da amaç edinir. Yangın güvenliği önlemleri inşaat sürecinde ele alınabildiği gibi, var olan bir yapıya daha sonra da uygulanabilmektedir. Yangın güvenliğini sağlamak amacıyla yapılan uygulamaların başında; Yapılarda Yanmaz ve Yanması Güç Malzemelerin Kullanılması, Yangının Yayılmasını Önlemek Amacıyla Yangın Bölümleri Oluşturulması, Dumanın Yayılmasını Önlemek için Duman Sızdırmaz Malzemeler Kullanılması, Yangının Etkilerinden Korunması için Kısa Kaçış Yollarının Sağlanması, Ateşleyici ve Yanıcı Malzeme Kaynaklarının Ayrılması, Her An Kullanılabilir Yangın Söndürme Cihazlarının Bulunması, Yapılarda Erken Uyarı İçin Algılama ve İhbar Sisteminin Bulunması gibi önlem değerleri gelir.

Fabrika ve işletmelerin tehlike sınıflarına göre itfaiye tarafından belirlenen yapısal yangın risk analizini, çıkabilecek yangınların en aza indirilmesini ve herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak için yangın güvenlik önlemlerini B.Y.K.H. Yönetmeliğe göre uygulamaları gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Yangın, risk önlem, denetim, eğitim, yönetmelikler

HİZMET ANLAYIŞI

Türkiye'nin en büyük beş OSB'si arasında bulunan KAYSERİ OSB' nin itfaiye müdürlüğü olarak, bölge genelindeki 1300'e yakın endüstriyel tesise hizmet veren, «YANGINI TEDBİR DURDURUR» anlayışı doğrultusunda önleyici tedbirleri ön planda tutan, teknolojik gelişimleri yakından takip eden bilgili, tecrübeli, sorumluluk bilinci ile hareket eden personeller ile hizmet vermektedir.

- Hedeflenen vizyon doğrultusunda, sahip olduğumuz misyon ile yürüten ve inandığımız ilke-değerlerine hassasiyetle bağlı bir yapı, mevcudiyetimizin yegane hedefidir.



YANGIN GÜVENLİĞİ TANIMI

Ölüm, yaralanma ya da maddi hasara neden olan bir yangının çıkma olasılığını azaltmaya yönelik önlemler bütünüdür. Bu önlemler, canlıların yangın yerinden kolaylıkla uzaklaşmaları ve olaydan olabildiğince az zararla kurtulabilmelerini sağlamayı da amaç edinir. Yangın güvenliği önlemleri inşaat sürecinde ele alınabildiği gibi, var olan bir yapıya daha sonra da uygulanabilmektedir.

Yangın güvenliğini sağlamak amacıyla yapılan uygulamaların başında;

- Yapılarda yanmaz ve yanması güç malzemelerin kullanılması,
- Yangının yayılmasını önlemek amacıyla yangın bölümleri oluşturulması,
- Dumanın yayılmasını önlemek için duman sızdırmaz malzemeler kullanılması,
- Yangının etkilerinden korunması için kısa kaçış yollarının sağlanması,
- Ateşleyici ve yanıcı malzeme kaynaklarının ayrılması,
- Her an kullanılabilir yangın söndürme cihazlarının bulunması,
- Yapılarda erken uyarı için algılama ve ihbar sisteminin bulunması, gibi önlem değerleri gelir.

YANGIN GÜVENLİĞİ TASARIMLA BAŞLAR

Mimarlar, yangın güvenliği açısından binanın tasarımını doğru yaparlarsa, uygulamacılar mimari projesine uygun yapı uygulaması yaparlarsa binanın yangından korunması sağlanmış olur. Örneğin ülkemiz konut sektöründe maalesef ısı yalıtımı konusunda AB standartları kurallarına uyulmuyor. Ülkemizde dış cephe ısı yalıtımında kullanılan levhalar yurt dışında yasaklanan levhalar. Almanya bu levhaları 17 sene önce yasakladı. Bu ürünler ülkemizde ne yazık ki hâlâ kullanılıyor.

Poliüretan veya XPS levhalar kullanılmaya devam ettiği müddetçe, çıkan yangının bina içinde veya yüzeyinde hızla yayılması kaçınılmaz. Yapıyı oluşturan malzemelerin hangi aşamada, nerede kullanılması gerektiği yönetmelikte yazıyor, ama uygulama ve denetim konusunda ne yazık ki eksiklerimiz var. Ülkemizin yangın güvenliğini sağlayacak iyi bir yönetmeliğimiz var, uygulama ve denetim konusundaki eksiklikler de giderilir, yönetmelikteki kurallar bire bir uygulanırsa ve denetlenirse birçok yangın önlenmiş olacak. Yangın güvenliği tasarımla başlar.

Her şeyin yönetmelik revizyonu ile değişmeyeceğini, zihniyetin değişmesi gerektiğini biliyoruz ve bilinç oluşturmak gerektiğine inanıyoruz.

PROJE VE İNŞAAT AŞAMASINDA UYGUNLUK

Proje Aşamasında Uygunluk Denetimi;

B.Y.K.Yönetmeliği Mad.5 - yapılacak tesise ait yangınla ilgili projeler (mimari, mekanik, tahliye, elektrik), faaliyet alanı, ham ve mamul madde isim ve tahmini miktarlarını içeren bilgiler ve tesisin sektörel yapısına göre projede belirtilen yangın güvenlik önlemlerinin yeterli hale getirilmesi ile inşaat başlanabilmesi için, itfaiye müdürlüğüne uygunlukları değerlendirilir.

Yapılan denetimlerin onaylanan projeye uygunluğuna bağlı kalınması yatırımcımızın korunmasında da hayati önem taşımaktadır.

Buradan hareketle bir yatırımcının ülke katma değerine destek vermesi sırasında yapılacak tüm faaliyetler yönetmeliğimizin

MADDE 6-Görev, yetki ve sorumluluk bölümünde;

(3) Bu Yönetmelik hükümlerine uyulmaması sebebiyle meydana gelen yangın hasarlarından dolayı;

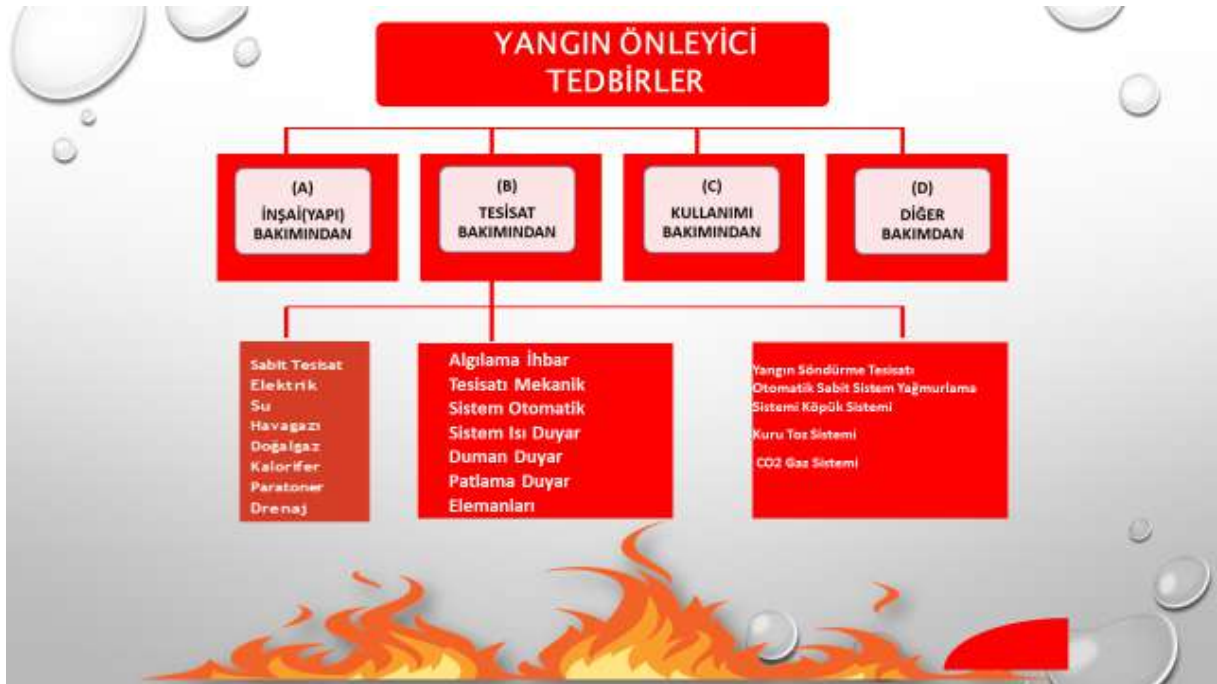
- a) Yapı inşasında yer alan yapı sahipleri, işveren ve işveren temsilcileri,
- b) Tasarımda, uygulamada ve denetimde görevli mimar ve mühendisler,
- c) Yapı denetimi kuruluşları,
- ç) Müteahhitler, imalatçılar ve danışmanları, kusurlarına göre sorumludur.

İfadeleri konunun önemini arz eden en vurgulayıcı maddesidir.

BU AŞAMADA; UYGUNLUĞU KONTROL EDİLİR. KONTROL SIRASINDA AŞAĞIDAKİ SORULARIN CEVAPLARI ARANIR; İLGİLİ STANDARTLARA VE B.Y.K.H.YÖNETMELİĞE GÖRE

- Tesislerin elektrik, yangın, tesisat, mekanik projeleri ayrı olarak hazırlanmış mıdır? Bir kat alanı 2000 m²'den fazla olan katların tahliye projeleri mimari projelerden ayrı olarak hazırlanmış mıdır?
- İşletme projenin son şekli bir kitapçık halinde İtfaiye Müdürlüğü'ne verilmiş midir?
- Tesis dışını ring yapacak şekilde sabit sulu yangın hattı ve standartlara uygun yangın hidrantları ile donatılmış mıdır?
- Yangın dolapları standartlara uygun mudur? Yangın dolapları yerleşimi çıkış kapılarına yakın ya da aynı hacimde bulunan iki dolap arası mesafe 30 metreden fazla olmayacak şekilde düzenlenmiş midir?
- Tesis kapalı alanları, sektörel yapısına ve standartlara uygun olarak sprinkler vb. otomatik söndürme sistemi ile teçhiz edilmiş midir?
- İşletme sektörel yapısına uygun olarak yangın suyu stoklayacak şekilde depo/tank yapılmış mıdır?
- İşletmelerde bulunan yangın su tankları, işletme elektrikleri kesilse dahi YANGIN HİDRANTLARINI, YANGIN DOLAPLARINI, SPRİNKLERİ vb. sistemleri besleyecek ek kaynaklarla donatılmış mıdır? (Jeneratörden vb.)
- **İşletmelerin; proje, yapı kullanma izin belgesi, iş yeri açma ve çalışma ruhsatı belgesi aşamalarında önleme denetim amirliğimizce, yukarıda belirtilen ilgili ve diğer bağlayıcı mevzuatlar çerçevesinde aşağıda gösterilen kontrol listesi ile denetimler gerçekleştirilmektedir.**

- **DÜZENLENEN RAPOR VE BELGELER İLE İLGİLİ YASAL MEVZUATLAR**
- Organize Sanayi Bölgesi'nde yatırım yapacak kuruluşlar, tesis inşaatına başlamadan önce, proje aşamasında ve deneme üretimine geçtiğinde;
- 6331 Sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği
- GSMY (Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliği)
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
- Belediye İtfaiye Yönetmeliği
- Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik
- Çevre Denetimi Yönetmeliği
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği
- Endüstri Bölgeleri Yönetmeliği
- Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
- İşyeri Açma Ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik
- Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği
- Plan Yapımına Ait Esaslara Dair Yönetmelik
- Sığınak Yönetmeliği
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- İşletmeler bağlı bulunduğu İtfaiye Müdürlüğü'nden OSB uygulama yönetmeliğinin 69.Maddesine istinaden gerekli izinleri almak zorundadır.



BİNA TEHLİKE SINIFLANDIRMASI

DÜŞÜK TEHLİKE
ORTA TEHLİKE
YÜKSEK TEHLİKE

KAYSERİ OSB İTFAİYE MÜDÜRLÜĞÜ İŞLETME DENETLEME FORMU

TARİH:

..... SAN.VE TİC.A.Ş.

İŞLETME ADI:

A-İLETİŞİM - SEKTÖR BİLGİLERİ

S.N D	KONU	TEKNİK BİLGİLER
1	Tesis Telefonu	
2	Tesis Mail Adres	
3	Üretimde kullanılan hammaddeler	
4	Üretilen Mamul Maddeler	
5	Acil durumlarda bilgi alıncakı kişiler ve telefonları	
6	Yönetim Kurulu Başkanı	
7	Genel Müdür	
8	Fabrika Müdürü	
9	Üretim Müdürü	
10	Yangın Sorumlusu	
11	Çalıştığı yangın firması	
12	Tesis yangın sigortası Sigorta
13	Tesis parsel ve kısıtlı alanı parseli m ² / m ²
14	Toplam Personel Sayısı kişi
15	Yapı Özellikleri (Bina, Çatı, Kapılar)	

Diğer Önemli Bilgiler:

Dölepe devreleri koruma koruma diğer bölümlerde korumaya boyanmalıdır.
Kablo kanalları valülmelidir.
Araç ring dönüşü sağlanmalıdır.
Filtreler AB20, değiştirilmelidir.
Bu belge, Birlemlen Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümleri, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve TSE standartlarını karşılamaktadır.
Bu belge, **137 madde ve 6 sayfadan oluşmaktadır.**
Bu belgede, işletme verileri bilgileri tadilat ve değişiklik durumunda OSB İtfaie Müdürlüğüne en geç bir ay içinde bildirilecektir.
KORB İtfaie Adına İletişim Adına

Sunulan Diğer Hizmetler

- Yangın risk analizleri;

İşletmelerimizde var olan ya da oluşabilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin afete dönüşmesine yol açan faktörlerin analizi yapılarak, değerlendirilmesi amacıyla bölgemiz işletmelerinde yapı yangın risk analizleri yapılmaktadır.

Bugün itibari ile bölgemiz genelinde 2016-2023 yılları arasında yaklaşık iki bin yedi yüz elli (2.750) firmamızın risk analizleri yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu kapsamda yirmi bini (20.000) aşkın firma personellerine eğitim hizmeti verilmiştir.

Risk analizi çalışmalarının işyerlerimize kazandırdıklarını şöyle sıralayabiliriz;

- Tehlike ve riskleri önceden görebilme,
- Yasal muafiyet ve sigorta prim kazançları
- Analitik yaklaşımla, acil durumlar için her an hazırlıklı olma,
- İstenmeyen durumların önlenmesi ile kayıpların maddi ve manevi olarak azaltılması,
- Sorumlulukların ve görevlerin belirlenmesi ve paylaşımı,
- Firma saygınlığı ve prestiji.

KAYSERİ OSB İTFAİYE MÜDÜRLÜĞÜ 2022 İSTATİSTİKLER				KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI (KMO) İSTANBUL ŞUBESİ'NİN TESPİTLERİNE GÖRE 2022 YILINDA GERÇEKLEŞEN ENDÜSTRİYEL YANGIN SAYILARI			
YANGIN	PATLAMA	OLAY ETKİSİ	SAYI	YANGIN	PATLAMA	OLAY ETKİSİ	SAYI
7	-	ÖLÜM	-	551	36	ÖLÜM	22
		YARALANMA	-			YARALANMA	139

KAYSERİ OSB İTFAİYE MÜDÜRLÜĞÜ 2016/2023 İSTATİSTİKLERİ				
YIL	PROJE KONTROLÜ YAPILAN FİRMALAR	RİSK ANALİZ KONTROLÜ YAPILAN FİRMALAR	YANGIN EĞİTİMİ VERİLEN FİRMALAR	EĞİTİM VERİLEN KİŞİ
2016	244	549	183	5964
2017	118	421	131	4783
2018	92	476	112	4776
2019	73	360	91	3674
2020	92	294	30 (Pandemi Dönemi)	1193
2021	104	332	6 (Pandemi Dönemi)	198
2022	90	243	14	263
2023/6	36	92	10	480

Aktif önlemler	Pasif Önlemler	Başlangıç Evresi(ilk an)	Yükselme Evresi(ilk 5 dk.)	Sonuç evresi
Duman Algılama sistemleri		Yanma olayı başlamadan yükselen dumanı algılar ve sistemi harekete geçirir.	-	-
Duman tahliye sistemleri		Algılama sisteminin komutu ile otomatik olarak kapaklarını açar.	Isınan ve zehirleyici dumanı atmosfere tahliye eder	İçeride oluşan dumanın ısı derecesi yükselmediğinden diğer ürünleri yakacak sıcaklığa ulaşamaz ve içeride zehirli gaz birikimini engeller.
Otomatik söndürme sistemleri(sprink sistemleri)		Isınan ve yükselen duman sprink sisteminin aktif hale gelmesini sağlar.	Sprink sistemi yanan bölgeyi söndürür ve yangını kontrol altına alır.	Söndürülen alan dışında kalan alanlar zarardan korunur ve işletme faaliyetine devam eder.
	Acil kaçış yollarının aydınlatılması	İşletmede çıkan yangına bağlı elektrik kesildiğinde kaçış yolları aydınlatılır ve güvenli tahliye sağlanır.	-	İşletme çalışanlarının can güvenliği korunmuş olup zarar görmeleri en aza indirilir.
	Yangın Durdurucu Yapı Malzemeleri ve Sistemleri	Durum Stabil	Durum Stabil	Durum Stabil



KAYSERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İTFAIYE MÜDÜRLÜĞÜ

ÖNLEME DENETİM VE EĞİTİM ŞUBESİ

YAYINLARIMIZ VE ÇALIŞMALARIMIZ



- **Kaynak ve referanslar**
- Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği 2015
- KAYSERİ OSB İTFAİYE MÜDÜRLÜĞÜ YANGIN BİLİNCİ VE ÖNLEMLER 1-2 bildiriler kitabı
- TÜYAK Bildiriler Kitabı 2011
- TÜYAK Bildiriler Kitabı 2015
- TSE yayını dergisi 2015
- TÜYAK yangın ve güvenlik yayınları
- TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi 2022

ÖZGEÇMİŞLER

DOĞAN AKPINAR

01.10.1977 tarihinde Kayseri ili Sarız ilçesinde doğdu. Ailemin tek çocuğu olan AKPINAR, ilk, orta ve lise öğrenimini Sarız ilçesinde tamamladı. Üniversite eğitimini Atatürk Üniversitesi Acil Durum ve Afet Yönetimi alanında aldı.

2015 yılından itibaren Kayseri OSB İtfaiye Müdürlüğünde AKOM Önleme Denetim ve Eğitim Şubesi Onbaşı olarak görevine devam etmektedir. Evli ve dört çocuk babasıdır.

ESRA BİLTEKİN

11.02.2001 Tarihinde Kayseri ili Melikgazi ilçesinde doğdu. Ailesinin tek çocuğu olan BİLTEKİN, ilk ve orta öğrenimini Kayseri merkezde, lise eğitimini ise Kayseri Yahyalı ilçesinde bulunan Sağlık Meslek Lisesinde tamamladı. Üniversite eğitimini Düzce Üniversitesi Acil Durum ve Afet Yönetimi alanında aldı.

Kayseri OSB İtfaiye Müdürlüğünde stajını tamamladıktan sonra aynı yerde İtfaiyecilik mesleğini icra etmeye başladı.

ACİL YARDIM AMBULANSLARININ YANGIN RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fadime Minik ERDOĞAN
Ahmet Doğan KUDAY

ÖZET

Hastane öncesi acil sağlık hizmetleri, profesyonel sağlık ekipleri tarafından sakatlık ve yaralanmaları azaltmak amacıyla yardıma ihtiyaç duyan hastaların değerlendirilmesi, tedavi edilmesi ve hastaneye nakledilmesi için sarf edilen çabayı ifade etmektedir. Bu hizmetlerin 7/24 aralıksız şekilde sürdürülmesi, sağlık çalışanlarının bazı tehlike ve risklere maruz kalmasına neden olmaktadır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 9. Maddesi uyarınca "ayakta ve/veya yataklı teşhis ve tedavi yapılan sağlık kuruluşlarındaki faaliyetler" çok tehlikeli sınıfına girmekte ve dolayısıyla bu alandaki iş kazaları ciddi sonuçlara sebebiyet vermektedir. Ambulans yangınları bu iş kazalarının en önemli nedenlerinden biridir. Nitekim son zamanlarda ambulans yangınları nedeniyle sağlık personellerinin ve hastaların yaralandığı, ambulansların kullanılamaz hale geldiği haberlerinin kamuoyuna yansıdığı görülmüştür. Bu çalışmada ambulans yangınlarının risk faktörleri belirlenmiş, ambulansların durum tespiti analizi için SWOT analizi gerçekleştirilmiş ve böylece gelecekteki çalışmalar için risk azaltmaya yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Yangın, Ambulans, Risk Yönetimi, SWOT Analizi

EVALUATION OF EMERGENCY AID AMBULANCES FOR FIRE RISK

ABSTRACT

Prehospital emergency medical services refer to the efforts made by professional healthcare teams to assess, treat, and transport patients in need of assistance in order to reduce disabilities and injuries. The continuous provision of these services 24/7 exposes healthcare workers to certain dangers and risks. According to Article 9 of Law No. 6331 on Occupational Health and Safety, the activities in healthcare facilities where diagnosis and treatment are carried out, whether on an outpatient or inpatient basis, fall into the category of highly dangerous work, and therefore work accidents in this field can have serious consequences. Ambulance fires are one of the major causes of these work accidents. Indeed, recent reports have highlighted incidents where healthcare personnel and patients were injured and ambulances became unusable due to ambulance fires. In this study, risk factors of ambulance fires were identified, SWOT analysis was conducted for the situational assessment of ambulances, and recommendations for risk reduction were made for future studies.

Key words: Fire, Ambulance, Risk Management, SWOT Analysis

1. GİRİŞ

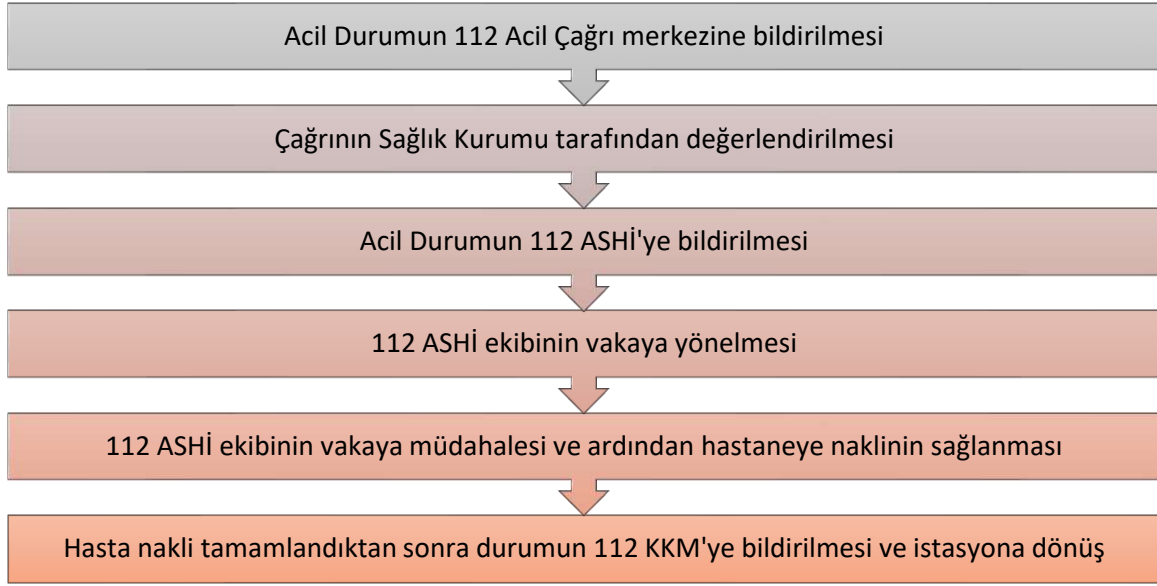
Acil Sağlık Hizmetleri, acil tıbbi müdahale gerektiren yaralanmalar veya acil hastalıkların gelişmesi durumunda, hastane öncesinde profesyonel ekiplerce başlatılıp sağlık kuruluşlarında devam eden tıbbi müdahalelerin tamamını kapsamaktadır [1]. Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri ise bu tıbbi müdahalelerin ilk basamağını oluşturmakta olup, hasta/yaralının mortalite ve morbidite riskini azaltmada önem arz etmektedir. 28509 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği’ne göre “ambulans ile hasta taşıma faaliyetleri” tehlikeli sınıfta yer almaktadır [2]. Nitekim, Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri’nin 7 gün 24 saat aralıksız olarak devam etmesi ve bu hizmetlerin sağlık kuruluşları dışında olmasından dolayı çeşitli tehlike ve riskler barındırmaktadır. Ambulansların yanma tehlikesi nedeniyle hem sağlık personelinin hem de hasta/yaralının zarar görmesi, bu riskler içerisindeki en önemli durumlardır.

Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri’nin en kısa zamanda sunulabilmesi hasta/yaralıya sunulacak müdahalenin gecikmemesi için önem arz etmektedir. Bu sebeple acil yardım ambulansları her vaka için tıbbi ve teknik donanım açısından uygun şekilde donatılmıştır. Bu teçhizat ve malzemelerin hatalı kullanımı hem sağlık personeli hem de hasta/yaralıların yaralanmasına veya ölmesine sebebiyet verebilmektedir. Nitekim, ambulans yangınlarıyla ilgili haberler basında sıkça yer almaktadır [3-7]. Bu çalışmada ambulans yangınlarını konu alan çalışmalar incelenmiş, elde edilen veriler doğrultusunda SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan SWOT analizi doğrultusunda gelecekte meydana gelmesi olası olan ambulans yangınları için riski azaltmak adına önerilerde bulunulmuştur.

2. ÜLKEMİZDE HASTANE ÖNCESİ ACIL SAĞLIK HİZMETLERİ

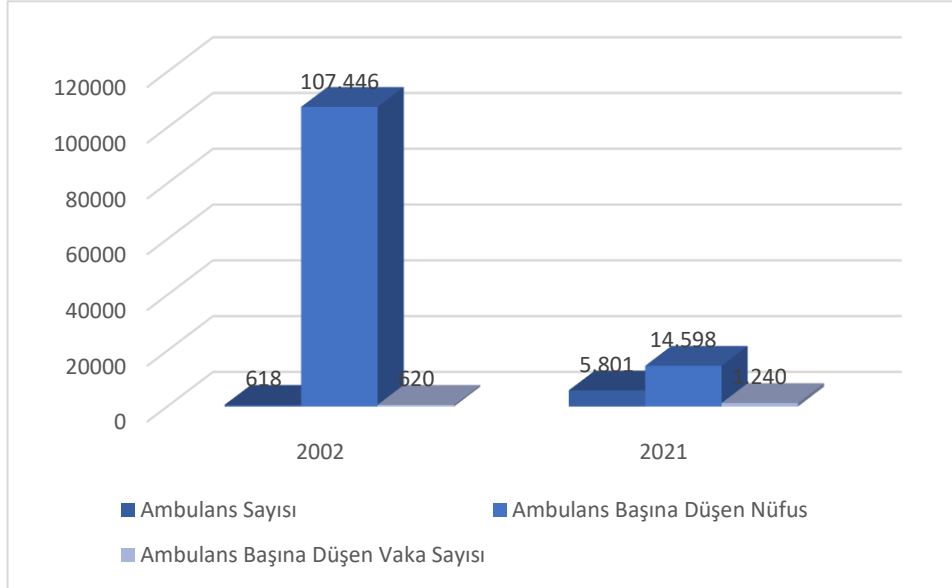
Acil Sağlık Hizmetleri, "acil hastalık ve yaralanma hallerinde, konusunda özel eğitim almış ekipler tarafından, tıbbi araç ve gereç desteği ile olay yerinde, nakil sırasında, sağlık kurum ve kuruluşlarında sunulan tüm sağlık hizmetleri"dir [8]. Ekşi (2021) ise, herhangi bir acil hastalık veya kaza sonucu ortaya çıkan ve hızlıca müdahale edilmesi gereken koşullarda hasta ya da yaralının hayatını korumak amacıyla gerçekleştirilen tıbbi bakım ve müdahaleler olarak tanımlamıştır [1]. Acil sağlık hizmetleri, herhangi bir kaza, yaralanma, salgın hastalık, afet gibi acil durumlarda en kısa sürede müdahale edebilmek için devreye girmektedir. Bu müdahalenin ilk basamağını da hastane öncesi acil sağlık hizmetleri oluşturmaktadır. Hastane öncesi acil sağlık hizmetleri, hastalık veya yaralanma durumunda acil tıbbi yardım gereken bireye veya bireylere herhangi bir tıbbi kuruluş dışında acil yardımın uygulanması şeklinde tanımlanabilir. Ülkemizde hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinin temeli ilk olarak 1986 yılında İstanbul, Ankara ve İzmir illerinde 077 numaralı Hızır Acil Servis olarak atılmış, daha sonra 1994 yılında ise 112 Acil Yardım ve Kurtarma Hizmetleri adı altında devam etmiştir [9]. Bu hizmetler 1997 yılında ülkenin tamamında devreye girerken, 2003 yılında bu hizmetler Acil Sağlık Hizmetleri adını almıştır [10].

Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri, acil yardım istasyonlarda görevli sağlık personelleri ile ambulanslar tarafından sağlanmaktadır. Acil sağlık istasyonları A tipi, B tipi ve C tipi olmak üzere üç grupta incelenir. A tipi istasyonlar 7 gün 24 saat aralıksız hizmet vermekte, B tipi istasyonlar kamuya ait sağlık kurumları ile ilişkili olup kesintisiz hizmet sağlamakta, C tipi istasyonlar ise belirli saatlerde ihtiyaç olması halinde hizmet vermektedir. Acil yardım istasyonları; komuta kontrol merkezi tarafından bildirilen acil vakalara olay yerinde ve nakil sırasında sağlık hizmeti vermek üzere ambulans ve ekiplerin bulunduğu birimlerdir [11]. Bir acil durum meydana geldiğinde gerçekleştirilen acil sağlık hizmetleri yönetimi aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:



Şekil 1. Acil Sağlık Hizmetleri Tarafından Sağlanan Acil Durum Yönetimi Basamakları

Sağlık Bakanlığı'nın 2021 yılında yayımlamış olduğu Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre, ülkemizde 2002 yılında toplam acil sağlık hizmetleri istasyon sayısı 481 iken, 2021 yılında bu sayı 3170'e çıkarılmış, 618 adet ambulans sayısı ise 5801 adede çıkmıştır [12]. Bununla birlikte istasyon başına düşen nüfus 138.050'den 26.713'e inmişken, ambulans başına düşen nüfus ise 107.446'den 14.598'e inmiştir. 2002 yılında ambulans başına düşen vaka sayısı 620 iken, 2021 yılında 1240'a çıkmıştır (Şekil 2). Bu tablo, günümüzde hızla artan nüfus ve gelişen teknolojinin hastane öncesi acil sağlık hizmetlerini kayda değer biçimde etkilediğini göstermektedir. Fakat bununla birlikte artan vaka sayıları beraberinde riskleri de getirmektedir.



Şekil 2. Yıllara Göre Ambulans İstatistikleri [12]

3. ACİL YARDIM AMBULANSLARININ YANGIN RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE DURUM TESPİTİ İÇİN SWOT ANALİZİ

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 9. Maddesi uyarınca “ayakta ve/veya yataklı teşhis ve tedavi yapılan sağlık kuruluşlarındaki faaliyetler” çok tehlikeli sınıfına girmekte ve dolayısıyla bu alandaki iş kazaları ciddi sonuçlara sebebiyet vermektedir [13]. Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri'nde 7/24 saat kesintisiz hizmet verilmesi ve artan nüfus ile birlikte iş yükünün artmasına bağlı olarak mevcut tehlikelerin oluşturduğu riskler artmaktadır. Bu riskler için literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Aksu (2020), bir çalışmada 112 acil yardım istasyonları için 135 adet risk faktörü tespit etmiştir [14]. Bulut (2016) ise benzer bir çalışma ile 61 adet risk belirlemiştir [15] Bu risk faktörleri içerisinde elektrik, çevresel, ambulans teknik donanım ve personel kaynaklı riskler ambulans yangınları için ciddi önem arz etmektedir. Elektrik risk faktörü içeren tehlikeler arasında ambulans kabini içerisinde kullanılan defibrilatör gibi elektrikli aletlerin güvenli kullanılmaması, fiş, priz, ara kablolarda hasar olması veya kontrollerinin yapılmaması yer alırken; çevresel risk faktörü içeren tehlikeler arasında ise ambulansın yol yapımı ve kar yağışı gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmesi ve bu durumun kazaya sebebiyet vermesi yer almaktadır. Ambulans teknik donanımdan kaynaklı risk faktörü içeren tehlikeler arasında ambulansın periyodik kontrollerinin ve bakımının zamanında yapılmaması veya hiç yapılmaması, ambulans içerisinde mevcut olan yangın söndürme tüplerinin periyodik kontrollerinin yapılmaması, oksijen tüpü değişiminin dikkatli şekilde yapılmamış olması ve oksijen tüpü kullanılması gereken vakalarda gerekli güvenlik önlemlerinin alınmamış olması yer almaktadır. Personel kaynaklı risk faktörü içeren tehlikeler arasında ise personelin yangına müdahale ile ilgili herhangi bir eğitim almamış olması, aynı anda hem defibrilatör hem oksijen kullanması gereken vakalarda gerekli güvenlik önlemlerini almamış olması, ambulans sürücülerinin trafik kurallarına uymaması ve uykusuz araç kullanmaları ve ambulans sürücülerinin acil sürüş teknikleri eğitimini almadan göreve başlaması yer almaktadır [14,15]. Bu risk faktörlerinin üstesinden gelebilmek için sağlanan hizmetin zayıf yönleri ve tehditlerin kapsamlı bir değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle genel bir değerlendirme metodu olan SWOT analizi bu kapsamda önem arz etmektedir. SWOT analizi, İngilizce dilinde “strength, weaknesses, opportunities, threats” kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır [16]. Bir sürecin veya durumun güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek, çevreden kaynaklanan fırsat ve tehditleri saptamak için kullanılan stratejik bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada acil yardım ambulanslarının yangın riski açısından değerlendirmesi SWOT analizi ile gerçekleştirilmiş olup; acil yardım ambulanslarının güçlü ve zayıf yanları ile tehdit ve fırsatları değerlendirilmiştir.

<p>GÜÇLÜ YANLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acil yardım ambulanslarının denetiminden Sağlık Bakanlığı'nın sorumlu olması, 2. Acil yardım ambulanslarında standardı sağlayacak yönetmeliklerin bulunması, 3. Yeterli ve nitelikli personellerin acil yardım ambulanslarında görevlendirilmesi, 4. Acil yardım ambulanslarında görevlendirilecek personellere Oksijen Tüpü ve sistemlerinin güvenli kullanımı eğitimi verilmesi 5. Acil yardım ambulanslarında görevli olan personellerin hizmet içi eğitimlerinde defibrilatör ile oksijen tüpünün aynı anda kullanılması gerektiğinde alması gereken güvenlik önlemlerinin de bahsedilmesi 	<p>ZAYIF YANLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acil yardım ambulanslarında çalışan personellerinin yangın tüpü kullanım eğitimlerinin uygulamalı olarak verilmemesi 2. Acil yardım ambulanslarında gelişebilecek yangınlarla alakalı herhangi bir tatbikat vb. bir hazırlık çalışmasının olmaması 3. İlgili il sağlık müdürlüğü ile il itfaiye teşkilatı arasında eğitim vb. konularda iş birliği yapılmamış olması
<p>TEHDİTLER</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ambulanslar içerisinde yanıcı malzemelerin kullanılmış olması, 2. Ambulans içerisinde iki adet 10 litre ve 1 adet 2 litre portatif oksijen tüpünün bulunması, 3. Hastanın arrest olması durumunda oksijene bağlı iken bazı kalp ritimlerinde hastaya şok uygulanması gerekmesi, 4. Çevresel koşulların her zaman ambulans kullanımı için uygun olmaması 	<p>FIRSATLAR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acil yardım ambulanslarında görevli personelin belirli bir bilgi birikimi olması ve geliştirilmesi eğilimi, 2. Ambulansların teknolojik olarak geliştirilebilir ve gerekli önlemlerin alınabilecek düzeyde araçlar olması

Şekil 3. Acil Sağlık Hizmetleri'nin Yangın Riski Açısından SWOT Analizi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinin temelini oluşturan acil yardım ambulanslarının çeşitli çalışmalarda belirlenmiş olan riskleri bir araya getirilmiş olup, bu risklerin SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Ambulans için tanımlanan güçlü yanlar fırsatlardan yararlanacak şekilde kullanılabilir, zayıf yönlerin ise farkına varılarak onları güçlü yönlerle dönüştürecek stratejiler geliştirilebilir, ambulans yangınları için tehdit oluşturan faktörler ise güçlü yanlar ile bütünleştirilebilecek fırsatlara dönüştürülebilir.

Öncelikle 112 acil yardım ambulansları için yangın güvenliği söz konusu olduğunda yangın güvenliğinin ana hedefleri olan önleme ve koruma çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalarda ilk olarak yanmayı önlemek gerekmektedir. Bu amaçla; ısı kaynaklarının denetlenmesi, ısı ve yakıt etkileşimini denetlemek ve yakıtı denetlemek gerekmektedir. İkinci olarak yangının etkilerini yönetmek amacıyla ise; yanmayı denetlemek, yangına müdahale etmek, yapısal önlemlerle denetlemek, maruziyeti sınırlamak ve maruz kalanı güvenceye almak gerekmektedir [17].

112 acil yardım ambulanslarını yapısal olarak değerlendirildiğinde aktif ve pasif yangın önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu önlemler; yangına dayanıklı malzeme kullanımı, erken uyarı sistemi, söndürme sistemleri ve kaçıışı kolaylaştıracak şekilde araçların tasarlanmasını oluşturmaktadır. 112 acil yardım ambulanslarında gelişebilecek herhangi bir yangın için, personelin mutlaka bu alanda uzman kişilerce eğitilmesi ve her yıl periyodik olarak tatbikatların yapılması gerekmektedir. Oksijen tüpü ve sistemlerinin güvenli kullanımı eğitimini tamamlamayan personellerin, eğitimlerini tamamlaması oldukça önemlidir.

Ambulansların periyodik bakımları düzenli olarak yetkili servis tarafından yapılmalıdır; nöbet tesliminde herhangi bir sorun görüldüğünde öncelikle araç ile alakalı sorun giderildikten sonra nöbete devam edilmelidir. Bununla birlikte ambulans içerisinde yer alan yangın söndürme tüplerinin periyodik kontrolleri personel tarafından yapılması önem arz etmektedir. Olası acil durumlarda arka kabinde hastaya müdahale eden personel ile sürücü arasında iletişimin sağlanması için arka kabinde bulunan telefonların aktif olarak çalıştığından emin olunması ve gerekli zaman aralıklarında bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Ambulanslar motorlu araç olduklarından, motordan kaynaklanan yangınlar da meydana gelebilmektedir. Bu bağlamda araç motorundaki yüksek sıcaklık, sıcak yüzeyler ve yanıcı malzemeler yüksek risk barındırmaktadır. Ayrıca ambulansların uzun süre ve aralıksız kullanımı alternatörlerin yıpranmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda da problemleri ortaya çıkmaktadır. Sürtünmeye bağlı ısınmanın da artmasıyla birlikte alternatör yangına yol açabilmektedir. Ambulansların 7/24 aralıksız çalışması yangın riskini arttırdığından, bu kapsamda ambulansların motorunun soğuması için önlem alınması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Ekşi A. Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri, Ema Tıp Yayınevi, 2021.
- [2] İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [3] URL-1, https://www.yeniasya.com.tr/yurt-haber/hasta-tasiyan-ambulansta-yanigin-cikti_407903, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [4] URL-2, <https://www.haberturk.com/gundem/haber/979800-ambulans-icinde-hasta-varken-yandi/2>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [5] URL-3, <https://www.ntv.com.tr/turkiye/ambulansta-oksijen-tupu-patladi-3-aylik-bebek-hayatini-kaybetti.jXsS2XmCi0abE2zLv-QwlQ>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [6] URL-4, <https://www.memurlar.net/haber/599207/ambulans-taki-oksijen-tupu-patladi-2-yarali.html>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [7] URL-5, <https://www.tigrishaber.com/beton-mikseriyle-carpisan-ambulans-cayir-cayir-yandi-85076h.htm>, Erişim Tarihi: 27.08.2023

- [8] Acil Sağlık Hizmetleri Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=4798&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeliği&mevzuatTertip=5>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [9] Şimşek, P, Günaydın M, Gündüz A. Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri: Türkiye Örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(1), 2019.
- [10] Aslan Ş, Güzel Ş. Türkiye'deki Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetleri. International Journal Of Social Humanities Sciences Research, 5(31), 2018.
- [11] Akbıyık, A. Ambulans Servisi Çalışanlarının Sağlık Durumu ve Mesleki Enfeksiyon Riski. Türkiye Klinikleri J Int Med Sci, 4(1), 2008.
- [12] T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2021.
- [13] İş Sağlığı Güvenliği Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf>, Erişim Tarihi: 27.08.2023
- [14] Aksu, A. 112 Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları ve Risk Değerlendirmesi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 2020.
- [15] Bulut, A. 112 Acil Durum Ambulanslarında İSG Risklerinin Tespiti ve İSG Rehberi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 2016.
- [16] Gül S, Erman K, Pakalın B, Pakalın S. Kurumlarda SWOT Analizi. Eurasia International Congress of Language, History and Culture, Şanlıurfa, 2023.
- [17] Kozacı, C., "Yangın Güvenliği Risk Yönetimi Esasları", TÜYAK Yangın Mühendisliği Dergisi, Sayı 9, s 16-20, 2019

ÖZGEÇMİŞLER

Fadime Minik ERDOĞAN

1991 yılında Adana'da doğan Erdoğan; ilk, orta ve lise eğitimini Mersin'de tamamlanmıştır. 2018 yılında Mersin Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'ndan "*ilk ve acil yardım*" bölümünü, 2020 yılında ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nde "*acil yardım ve afet yönetimi*" bölümünü bitirmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesinde Afet Yönetimi Enstitüsü'nde Afet Yönetimi Yüksek lisans öğrencisidir, ayrıca İstanbul Üniversitesi Açık öğretim fakültesi 4. Sınıf Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi öğrencisidir. 2020 yılından itibaren Sağlık Bakanlığı İstanbul Avrupa İl Ambulans Servisi Başhekimliğinde paramedik olarak görev yapan Erdoğan; afet yönetimi, kamu yönetimi, doğal afetlerin risk yönetimi ve yangın güvenliği ile ilgili konularda çalışmaktadır.

Ahmet Doğan KUDAY

1996'da Yalova'da doğan Kuday; ilk ve ortaokul eğitimini Yalova'da tamamlamıştır. 2014 yılında Yalova Gazi Mustafa Kemal Atatürk Sağlık Meslek Lisesi'nden hemşire olarak mezun olmuştur. 2016 yılında Yalova Termal Meslek Yüksekokulu'nda "*ilk ve acil yardım*" bölümünü, 2019 yılında ise Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nde "*acil yardım ve afet yönetimi*" bölümünü bitirmiştir. 2022 yılında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Afet Yönetimi Yüksek Lisans Programı'nı bitirerek "*bilim uzmanı*" unvanını almıştır. 2023 itibarıyla Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü Afet Tıbbi Doktora Programı'na devam etmektedir. 2017 yılından itibaren Sağlık Bakanlığı İstanbul Avrupa İl Ambulans Servisi Başhekimliği'nde paramedik olarak görev yapan Kuday, afet yönetimi, afet tıbbi, halk sağlığı, acil tıp ve yangın güvenliği ile ilgili konularda çalışmaktadır.

ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ARAÇLAR, ŞARJ İSTASYONLARI VE YANGINA MÜDAHALE YÖNTEMLERİ

Ahmet TAŞAN

ÖZET

Küresel iklim değişikliği, Fosil kaynakların durumu ve Hızlı teknoloji değişimleri sebebiyle Günümüzde elektrikli ve hibrit araçlara talepleri hızlı bir şekilde artırmaktadır. Yaşam döngüsü içerisinde ulaşım, lojistik ve üretim faaliyetlerinde elektrikli ve hibrit araç kullanımı tercih edilmektedir.

Küresel iklim krizine çözüm noktalarından birisi olan elektrikli ve hibrit araçların yaygınlaşması için tüm hükümetler teşvik edici yasal düzenlemeler yaparak kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Küresel ısınmanın artması ve fosil yakıtların azalması, insan hayatını ciddi ölçüde etkileyecek etmenlerin başında gelmektedir. Bu problemlerin çözümünde elektrikli ve hibrit araçlar tercih sebebi olmaktadır.

Elektrikli ve hibrit araç talebinin artması sonucunda otomobil üreticileri elektrikli araçları geliştirmeye ve yaygınlaştırmaya yönelik gelecek planlarını birer birer açıklamaktadırlar. Bu araçlar çağımızın ve geleceğimizin araçları olduğu için; ülkemizde ve dünyada elektrikli ve hibrid araçların üretimleri, şarj istasyonları ve satışları geçmiş yıllara oranla büyük bir artış göstermiştir. Elektrikli ve hibrit araçların trafikteki kullanımı her gün artış göstermekte ve artışla birlikte bu araçların dâhil olduğu kaza ve yangın vakaları artmaktadır. Elektrikli araç kazalarında neler yapılabilir, nasıl kurtarma ve yangınlara karşı önlemler alınabilir ve müdahale yöntemleri nasıl gerçekleştirileceği ivedilikle kurtarma ve yangın müdahale ekiplerine bilgiler verilmelidir.

Bu çalışmada kapsamına elektrikli ve hibrit araç şarj istasyonları, elektrikli ve hibrit araç çeşitleri ile sistemleri incelenecek yangın ve kurtarma teknikleri irdelenerek açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli ve Hibrit Araçlar, Elektrikli Araç Şarj İstasyonları, Elektrikli Araç Yangınları.

ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES, CHARGING STATIONS AND FIRE FIGHTING METHODS

ABSTRACT

Today, the demands for electric and hybrid vehicles are increasing rapidly due to global climate change, the situation of fossil resources and rapid technology changes. Electric and hybrid vehicles are preferred in transportation, logistics and production activities throughout the life cycle.

In order for electric and hybrid vehicles, which are one of the solution points to the global climate crisis, to become widespread, all governments make encouraging legal regulations and popularize their use. The increase in global warming and the decrease in fossil fuels are among the factors that will seriously affect human life. In the solution of these problems, electric and hybrid vehicles are preferred.

As the demand for electric and hybrid vehicles increases, automobile manufacturers are announcing their future plans to develop and expand electric vehicles one by one. Since these tools are the tools of our age and future; The production, charging stations and sales of electric and hybrid vehicles in our country and in the world have increased significantly compared to previous years. The use of electric and hybrid vehicles in traffic is increasing day by day, and with the increase, the incidence of accidents and fires involving these vehicles is increasing. Rescue and fire response teams should be informed immediately about what can be done in electric vehicle accidents, how to take precautions against rescue and fires, and how to respond to fires.

In this study, electric and hybrid vehicle charging stations, electric and hybrid vehicle types and systems will be examined and fire and rescue techniques will be examined and explained.

Keywords: Electric and Hybrid Vehicles, Electric Vehicle Charging Stations, Electric Vehicle Fires.

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, fosil kaynakların durumu ve hızlı teknoloji değişimleri sebebiyle günümüzde elektrikli ve hibrit araçlara talepleri hızlı bir şekilde artırmaktadır. Yaşam döngüsü içerisinde ulaşım, lojistik ve üretim faaliyetlerinde elektrikli ve hibrit araç kullanımı tercih edilmektedir.

Bu sebeple yaşamamızda kullanmaya başladığımız bu araçlar ilk tercihlerimizin başına geçmiştir. Ancak bununla beraber biz bu araçları ne kadar tanıyoruz, ne kadar bilgi sahibiyiz ya da elektrikli ve hibrit araç nedir, türleri, çalışma sistemlerini şarj istasyonlarını tanımamız gerekmektedir. Ne gibi riskleri, tehlikeleri bulunmakta olduğunu bilmemiz gerekmektedir, bu sebeple önce araçları tanıyıp sonra riskleri, müdahale yöntemleri nelerdir, bunları bilelim.

Elektrikli araçların geçmişi 1800'lü yılların başına mekanik enerji ile çalışan ilk arabalara kadar uzanmaktadır. Karayolu uzunluklarının az olması elektrikli araçların menzillerini zorlamadığı için bu yıllarda elektrikli araçlar oldukça yaygınlaşmıştır. İlk rejenaratif fren sistemi bu yıllarda 1897 yılında bulunmuştur ve elektrikli bir araca uygulanarak menzili artırılmıştır [1]. Elektrikli araçlar için 1900-1912 yılları arasında altın çağını yaşadığı denilebilir. Buna rağmen 1912 yılında Amerika yollarındaki elektrikli araç sayısı içten yanmalı motorlu araç sayısının ancak 1/3'üne ulaşabilmiştir.

Ancak 1909 yılında FORD firması tarafından seri üretime geçen içten yanmalı motorlu araçların yaygınlaşması elektrikli araçlar için sonun başlangıcı olmuştur [2]. Çünkü elektrikli araçların maliyetinin diğer araçlara göre 3 kat pahalı olması, yeni karayollarının yapılması ile uzak mesafelere seyahatinin gerekmesi, yakıt ikmalinin hızlı yapılamaması ve diğer araçlara göre yüksek hızlara ulaşamaması gibi sebeplerden dolayı elektrikli araçlar içten yanmalı motorlu araçların gölgesinde kalmıştır. Bunun sonucu olarak 1960'lı yıllara kadar elektrikli araçlar karayolu taşımacılığında unutulmuştur.

1960'lı yıllarda fosil yakıt kaynaklı hava kirliliğinin artması elektrikli araçları yeniden gündeme taşımış ancak çalışmalar sınırlı kalmıştır. 1970'lerin ortalarında yaşanan petrol krizi, petrol üreticisi olmayan pek çok ülkenin elektrikli araç araştırmalarına tekrardan hız vermesini sağlamıştır. 1980'li yıllarda hükümetler elektrikli araçların çevre dostu olmaları nedeniyle bu araçlara karşı duyulan ilgiyi artırmaya ve resmi kaynaklardan ekonomik destek vermeye başlamışlardır. Elektrikli araçların asıl gelişimi 1990'dan sonra yeni gelişen batarya teknolojileri ile olmuştur. 1997 yılında Toyota firması PRIUS isimli hibrid aracını piyasaya sürmüştür. Bu araç tüketicilerin beklentilerine büyük oranda cevap vermiş ve böylece ilk büyük ölçekli seri üretim elektrikli araba olma unvanını kazanmıştır.

Özellikle son senelerde, küresel iklim krizi sebebiyle ve bu araçların teknolojilerinin ve bataryaların geliştirilmesi ile elektrikli ve hibrid otomobiller hayatımızda tercih sebebi oldu. Bu gelişmeler ile karayolu taşımacılık tarihinin geleceği olacağı öngörülmektedir. 2003 yılında kurulan Tesla Motors şirketi tarafından 2006 yılında üretimi yapılan ve 2008 yılında piyasaya sunulan gerçek manada ilk elektrikli otomobil olan Roadster modeli tahminlerin üzerinde bir satış başarısına ulaşmıştır. Bu elektrikli aracın yüksek fiyatına rağmen büyük satış rakamlarına ulaşması konvansiyonel araç üreticisi diğer firmaların da dikkatini bu alana yöneltmesine yol açmıştır. Günümüzde hemen hemen neredeyse tüm markaların mutlaka bir elektrikli araç modeli bulunmaktadır.

2. ELEKTRİKLİ HİBRİT ARAÇ NEDİR? NASIL ÇALIŞIR?

İçten yanmalı motor sistemleri ihtiyaç duydukları enerjiyi fosil yakıtlardan alırken, Elektrikli ve hibrit araçlar, Aracın taban ve bagaj bölümünde bulunan bataryalardan aldığı elektrikle çalışır. Elektrikle çalışan araçlar motor yapıları bakımından iki ana gruba ayrılır.

Elektrikli Araçlar; Aracın hareket etmesi için sağlanan enerji, klasik araba motoru yerine, gücünü pillerden alan bir elektrik motoru vasıtası ile oluşturulur. Araçta bulunan piller, temel olarak elektrikle şarj olsa da fren sistemleri ve tekerlek dönüşü sırasında oluşan kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek bir miktar enerjiyi geri kazanabilirler.

Hibrit Araçlar; Klasik içten yanmalı motora ilaveten, bir de elektrik motoruna sahip olan bu otomobillerde, ana görev emisyonlu motora ait iken elektrikli motor, belli bir çekiş gücüne kadar devreye girer. Bu otomobiller dışarıdan alınan elektrikle değil, benzinli ya da dizel motorun enerjisi ile şarj olmaktadır. (Şekil-1).

	GELENEKSEL	HİBRİT	PLUG-IN HİBRİT	ELEKTRİKLİ
ENERJİ KAYNAĞI				
YAKIT TÜKETİMİ				
EMİSYON DURUMU				

Şekil 1. Elektrikli ve Hibrit Araç Çalışma Sistemi

Basitçe anlatacak olursak araç içine yerleştirilmiş olan şarj edilebilir özellikteki pillerden alınan elektrik enerjisi bir çevirici - İnvörtör ile doğru akımı (DC), genliği ve yönü periyodik olarak değişen alternatif akıma (AC) çevrilerek elektrik motoruna aktarılır. Elektrik sisteminin dönme hareketi direkt tekerlere mekanik hareket olarak aktarılarak aracın ilerlemesi sağlanır (Şekil-2)



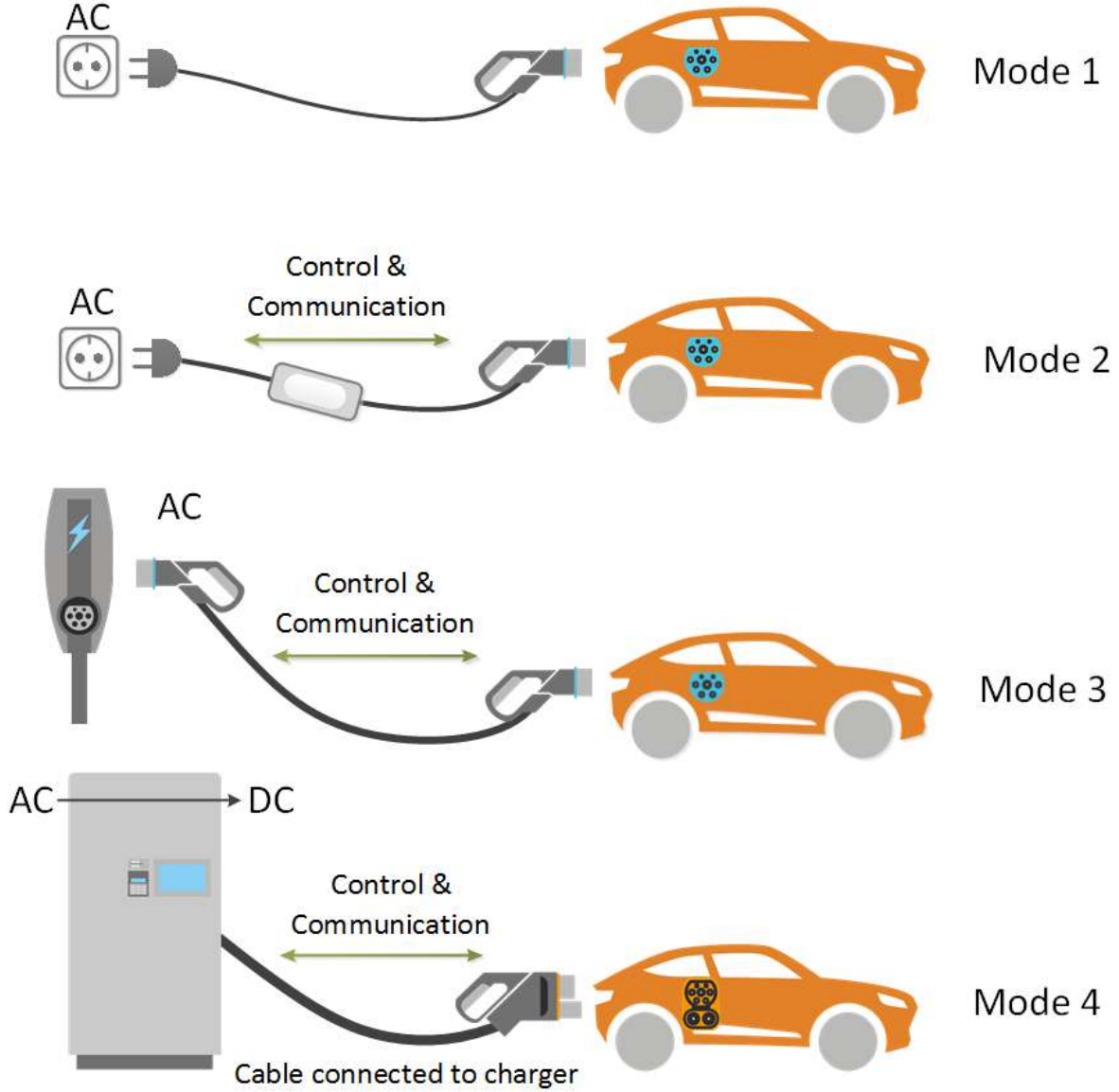
Şekil 2. Elektrikli ve Hibrit Araç Elektik Aktarım

3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞARJ İSTASYONLARI;

Gelişen teknoloji, fosil yakıtların durumu, küresel iklim krizi ile birlikte elektrikli araçların sayısı her geçen gün artmakta bu araçların artışıyla birlikte evde şarj etme ve şarj istasyon sayıları gittikçe çoğalmaktadır. Peki şarj cihazı nasıl çalışır? Hangi türleri ve sistemi vardır? Riskleri nelerdir biliyor muyuz?

Elektrikli araç şarj cihazı/istasyonları; Temel olarak bir enerji kaynağı ve bu enerjiyi aracınızın piline güvenli olarak aktaran bir ara yüzdür. Şarj cihazı/istasyonu elektrik enerjisini şebeke elektriğinden alır. Araç içerisindeki batarya doğru akım (DC) ile şarj olacağından şebekeden gelen alternatif akımın (AC),

DC'ye dönüştürülerek aktarılır. Temelde İki tür Kablolulu ve Kablosuz olmak üzere İkiye ayrılır. Kablosuz çok yaygın olmamakla birlikte hala gelişimi devam etmekte, Ancak kablolu şarj cihazları dört tipte (mod) çeşitleri vardır [3] (Şekil-3). Mod 1 Elektrikli aracın direkt olarak AC bir prize bağlanarak şarj edildiği moddur. Mod 2 şarj yöntemi Mod 1' e göre tek farkı kablo üzerinde bir haberleşme adaptörü kullanımı zorunlu olmasıdır. Mod 3 ise diğer modlarda olan standart AC priz yerine uygun bir konnektörle bağlantı yapılmaktadır. Araç kabul edebileceği akım seviyesini şarj istasyonuna konnektörde bulunan pinler ile iletir. İstasyon gerekli akımı ayarlayarak araca enerjiyi aktarır. Mod 4, bu mod Elektrikli Araçların hızlı şarj olması için düzenlenen bir moddur.



Şekil 3. Elektrikli ve Hibrit Araç Şarj Sistemleri

Elektrikli araç şarj cihazı/istasyonları riskleri nelerdir. Yeni teknoloji olması sebebiyle ülkemizde şarj cihazı/istasyon sayıları hızla artmakta ama yapım ve kullanım esnasında kesin bir çerçevesi olmadığı için yangın yönünden fazlaca riskleri barındırmaktadır. Şarj istasyonlarının yapım ve kurulumunda, T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığının yayınladığı yönetmelik ile kurulum aşamasında;

- 1- İmar Mevzuatı kapsamında değerlendirilmesi;
- 2- Çevre Mevzuatı kapsamında değerlendirilmesi;
- 3- İşyeri Açma ve Çalışma Mevzuatı kapsamında değerlendirilmesi;

Uygun görülmüştür [4]. Bu istasyonların ya da şarj cihazlarının kulumunda İmar, Çevre, İşyeri açma ve çalışma mevzuatları kapsamında değerlendirilmesi yeterli midir?

Altyapı yeterliliği, havalandırma şartları, şarj esnasında akım yükü, yangın riskleri, evdeki şarj durumları, avm, dinlenme alanları, yakıt istasyonları buralarda kurulan şarj istasyonlarının buldukları konumları/yerleri risk yönünden bütün olarak ele alınmalıdır.

Şarj esnasında oluşacak ısı ve batarya ısınımından çıkan gazların kapalı ortamda havalandırılması, aynı anda birkaç araç şarja bağlandığında şehir içi ve dışında alt yapıdan çekeceği akım yükü değerlendirilmelidir. Özellikle şarj esnasında yangın çıktığında diğer araçlara ve şebekeye sirayeti önleme, koruma duvarı gibi önlemlerin olması ve benzeri önlemlerin değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil-4).

Bir Rivian R1T, hızlı şarj istasyonunda şarj olurken alev aldı [5]



Şekil 4. Şarj Esnasında Elektrikli Araç Yangını

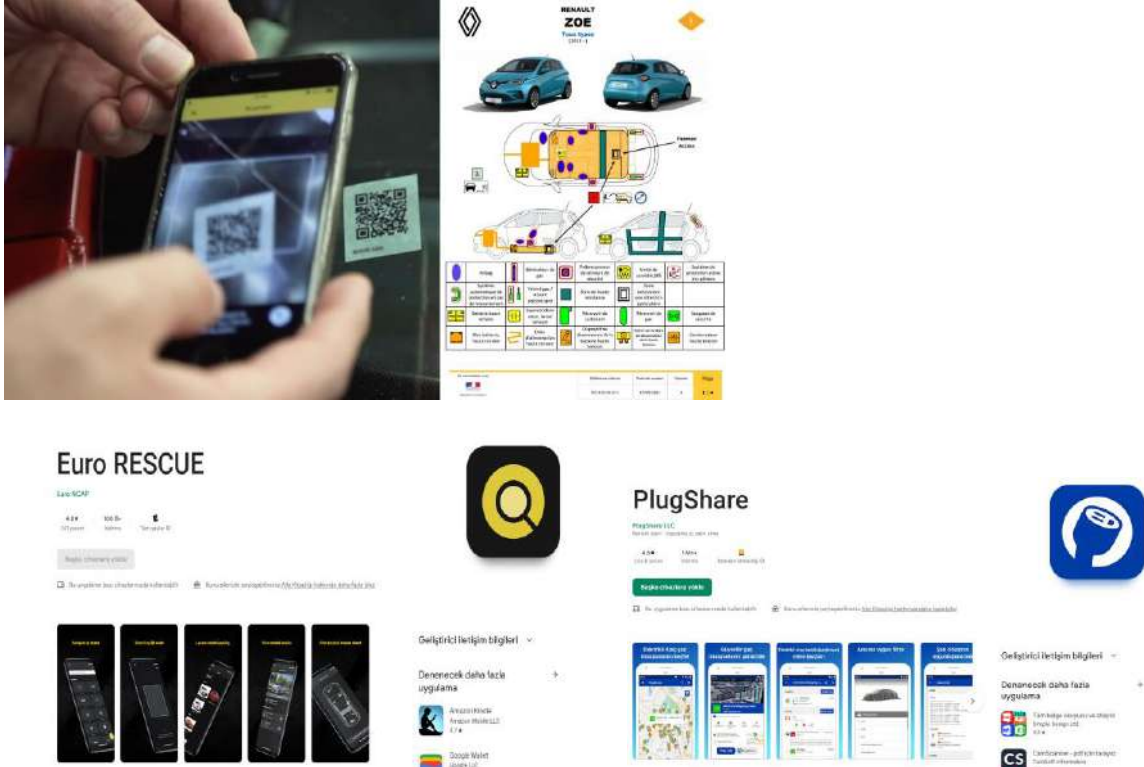
4. ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ARAÇLARDA YANGIN RİSKLERİ;

Bu elektrikli ve hibrit araçların tamamen elektrik ve elektronik sistemlerle donatılmış olması, hibrit araçlarda elektrik motoru ve bataryanın yanında fosil yakıtlı motor ve yakıt deposunun da bulunması sebebiyle, kısa devre, batarya kaynaklı, araç şarj olurken, maruz kalacağı yüksek gerilimden dolayı oluşacak ısı, çevresinde bulunan kolay yanıcı ve parlayıcıların tutuşarak olası bir yangını çıkarmasına sebep olabilir. Bu ve bunun gibi benzeri sebeplerden dolayı yangın riskleri çok yüksektir.

Elektrikli ve Hibrit araçlar birden fazla yangın sınıfı yaşayabilir. A Sınıfı (Lastik, Kumaşlar, Plastikler) B Sınıfı (Yakıt) C Sınıfı (Lityum Piller) D Sınıfı (Magnezyum, Titanyum, Alüminyum, Lityum) Elektrikli araç yangınları 2500 C yi geçebilir. Bu sebeple yangına su veya köpük uygulamak, su moleküllerini patlayıcı hidrojen ve oksijen gazlarına ayrıldığı için şiddetli bir alevlenmeye neden olabilir. Elektrikli araç yangınlarıyla ilgili olarak ilk müdahale ekipleri için birkaç yangın riski vardır: Elektrik çarpması (400-800 volta kadar), son derece yüksek sıcaklıklar ve termal kaçak, zehirli dumanlar, lityum yanıkları (solunum ve cilt reaksiyonları), ilk söndürmeden sonra 48 saate kadar kendiliğinden yeniden ateşlenme.

Elektrikli ve Hibrit araçları nasıl tanırsınız; Bir araç yangınında olay yerine varan İtfaiye ekipleri tarafından yapılması gereken ilk adım aracın cinsini tanımlamaktır. Aracın tamamen elektrikli mi, hibrit model mi, yoksa yakıt ile çalışan bir araba olduğunun belirlenmesi ve ona göre söndürme çalışması yapılması gerekmektedir.

Bu kapsamda Renault Fransa'daki itfaiyecilerle birlikte çalışarak geliştirdiği megane e-tech elektrikli araçında yangın anında kurtarıcıların bataryayı otomobilin yüksek voltaj devresinden hızlı ve kolay bir şekilde ayırmasına olanak tanıyan, arka koltuğun altında bir anahtarla donattı [6]. Aynı firma itfaiyeciler için, ön cama bir QR kodunu yapıştırarak, akü ve hava yastıklarının yerleştirildiği yerler gibi aracın yapısal bilgileri hakkında hızlı bir şekilde kritik bilgileri elde edip bir kaza anında kazazedenin ve araca müdahalenin daha hızlı ve daha kolay hale getirilmesini sağladılar. bu örnekteki gibi üretici firmaların talimatlarını takip ederek aracın pil aksamını devre dışı bırakarak aracın daha da çok hasar alması engellenebilir. Bu araçların ve şarj istasyonlarının yerlerini gösteren akıllı telefon için uygulamalar üretilmiştir (Şekil-5)



Şekil 5. Elektrikli ve Hibrit Araçları, Şarj istasyonlarını gösteren uygulama örneği

Aracın ne tür bir araç olduğunun belirlenmesinde, üzerinde bulunan logo ve yazılardan faydalanılabilir (Şekil-6). Eğer aracın türünü belirten herhangi bir ibare bulamazsak, motor veya bagaj kısmından aracın cinsi ile ilgili olarak bir fikirde bulunabiliriz. Bazı ülkelerde çevreye olan katkısından dolayı bazı kuruluşlar tarafından elektrikli araçlara özel yeşil plaka verilmesi için çalışmalar bulunmaktadır. İngiltere'de elektrikli araçlara yeşil plaka takılmaktadır [7]. Bu tür uygulamalarla aracın türü hakkında bilgi sahibi olabiliriz.





Şekil 6. Elektrikli Ve Hibrit Araç Logoları

Bu araçlarda yangın ya da kaza anında batarya hariç, yüksek gerilimi kesmek için güvenlik sistemleri bulunmaktadır bunlardan bazıları; Kontak anahtarının kapatılması, Çarpışma anında, airbag'lerden birinin açılması ve bataryanın kutup başlarını çıkartılması gibi.

5. ELEKTRİKLİ ARAÇ YANGINLARINA MÜDAHALE YÖNTEMLERİ;

Bu araçlar yangın yükü bakımından riski son derece yüksek araçlardır. Bu sebeple yangın çıkarsa telaşlanmayınız. Aracı güvenli bir bölgeye almaya çalışın, etrafını boşaltıp güvenlik alanı açmaya çalışın çünkü yanan batarya grupları toksik gaz çıkartır, solunmaya dikkat edelim solunması durumunda zehirlenmeye sebep olur.

Yüksek voltaj bileşenlerine ve yüksek gerilim hatlarına dokunulmasından genel olarak kaçınılmalıdır. Yüksek voltaj bileşenlerinin şasi bantları (potansiyel eşitlemesi) ayrılmalıdır. Gerilimin mevcut olmadığı, gösterge panelinden (12 volt akü kutup başları çıkarılmamış veya kablolar zarar görmemiş ise) okunabilir. Yüksek Voltaj Devrelerine (servis fişi) müdahale edilmesi gerektiği durumda, akım atlaması veya kıvılcım riskine karşı elektrik akımına karşı izole kauçuk eldiven ve yüz koruyucu ekran kullanımı zorunludur. (Şekil-7)



Şekil 7. Elektrikli Ve Hibrit Araç yangını müdahale Kişisel Koruyucu Donanım

Kaza anında yüksek voltaj bataryasının hasar görmesi durumunda sonradan yangın çıkma ihtimali bulunmaktadır. Bataryasından duman çıkan bir araç kolayca alev alabilir. Bu gibi durumlarda, aracı veya hasarlı bataryayı her türlü yangın başlangıcını önleyecek şekilde takip ve kontrol altında tutmak gerekir. Yangından sonra da elektrik nedeniyle tehlike potansiyeli mevcut olabilir. Yüksek gerilim hattının izolasyonu ısı nedeniyle hasar görebilir, hatta ayrılabilir. Böyle bir durumda otomobile sadece izole kişisel koruyucu donanımla yaklaşılmalıdır. Hibrit araçlarda akü bagaj içinde, arka koltuk altında, ön konsol altında veya motor bölümünde bulunabilir. Kontak anahtarı veya aküye ulaşamıyorsan, izole eldiven tak ve servis fişini çek. Bunların herhangi birini yapmak bataryadan gelen yüksek gerilimi devre

dışı bırakır. Yani turuncu kablolarda elektrik olmaz. Hibrit araçların kaza yapması halinde, müdahale personelinin yüksek gerilim taşıyan turuncu renkli kabloları kesmemesi son derece önemlidir.

Genel olarak batarya blokları; Hibrit otomobillerde; Arka koltuğun altında, Arka koltuğun arkasında, Bagaj bölümünde bulunur. Tamamen elektrikli otomobillerde, Araç alt zemin tavasında, İletim göbeği üzerinde bulunur (Şekil-8).

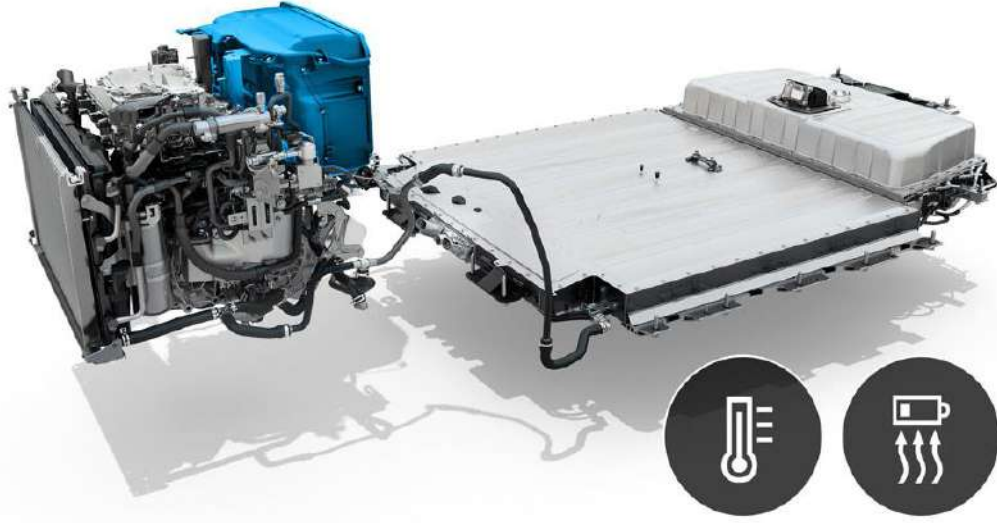


Şekil 8. Elektrikli ve Hibrit Araç Batarya Blokları

Aracın hibrit veya elektrikli olduğunun tespiti yapıldıktan sonra, ikinci olarak yapacağımız şey aracın henüz yanma aşamasına geçmemiş ise aracın yüksek gerilim sistemini devre dışı bırakmak olmalıdır. Yüksek gerilim hatları yüksek voltaj bileşenlerini birbirine bağlar (örn. yüksek voltaj bataryasını makine elektroniğine veya makine elektroniğini elektronik makineye) Tüm elektrikli araçlarda yüksek gerilim hatları turuncu renkli izolasyonla kaplanmıştır. Bu kablolar ve devre parçaları bir elektrik bağlantısı ile aracın kütlesine bağlanarak topraklanmıştır. (Örnek; şase kablosu) Bu bağlantılar aracın yolcular ve acil yardım ekipleri için muhtemel elektrik çarpma riski karşısında bir güvenlik düzeneği oluşturur. Araçtaki tüm yüksek voltaj sistemi aracın şasisinden yalıtılmıştır. Yüksek voltaj kabloları ve şase kabloları hiçbir durumda kesilmemelidir.

Bunun için bazı araçlarda acil durum butonları, bazılarında ise gerilim hattını dışarıdan müdahale ederek devre dışı bırakabilecek kablo ve soketler bulunmaktadır (Şekil-9).





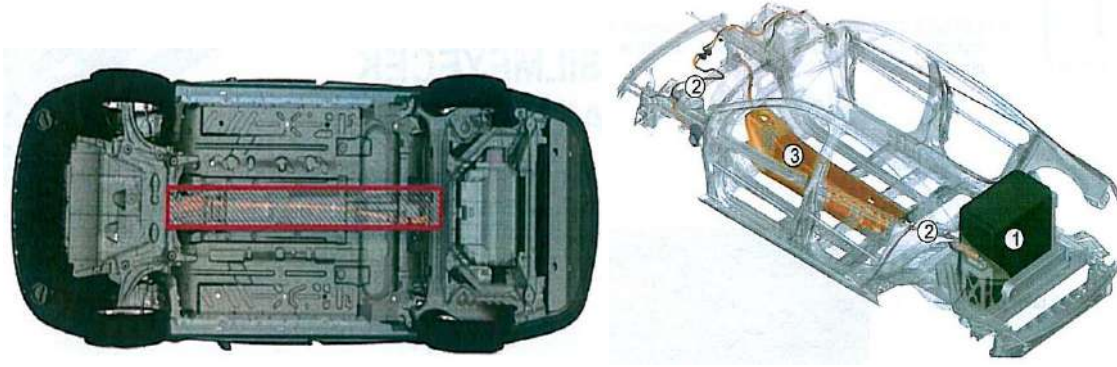
Şekil 9. Bazı Elektrikli ve Hibrit Araç Yüksek Gerilim Hattını Devre Dışı Bırakma Noktaları

Elektrikli ve hibrit araçlarda yangına müdahale edildikten sonra yangının tekrar başlamaması için batarya kısımlarının soğutulma çalışması yapılması gerekir. Ayrıca yangına müdahale eden ekiplerin olası bir kurtarma çalışması yapması durumunda, yüksek gerilim geçen hatları ve bataryalara zarar vererek yüksek gerilim ve şok etkisine maruz kalmamak için araçlarda bulunan bataryaların yerlerinin bilinmesi gerekmektedir [8].

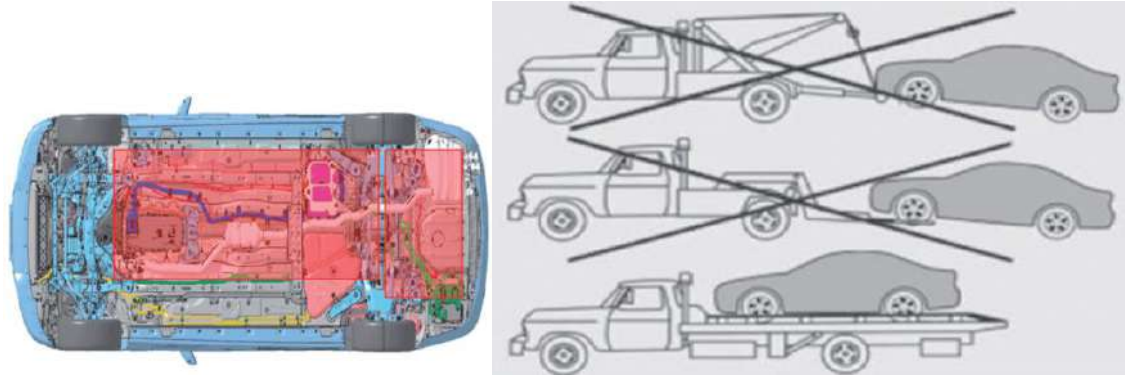
Yangına başlangıç aşamasında müdahale edilememesi durumunda; Olay yerine ilk gelen ekip, en az 20 metre yarıçapında bir korunumlu alan oluşturmalıdır. Kişisel Koruyucu Donanımı ve temiz hava cihazı olmayan kişiler ise, aracın pillerinden çıkabilecek gazdan ve pillerde oluşabilecek patlamalardan korunabilmek için en az 20 metre yarıçap alan içerisine girmemelidir. Bu tür araçlarda yangını söndürmek için en etkili yöntem klasik araç yangınlarında olduğu gibi su ve köpük ile müdahale etmektir. Ancak yüksek gerilim kablolarında oluşabilecek bir kaçak göz önüne alınmalı koruyucu kıyafet ve donanım olmadan yangına asla müdahale edilmemelidir. Elektrikli araç yangınlarında, klasik araçlara nazaran daha fazla su kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır. Şimdiye kadar edilen tecrübeler göre en az 10 m³ su ile bu tür araçların yangınlarının kontrol altında tutulabileceği bildirilmektedir.

Araç soğutma işlemleri tamamlandıktan sonra aracın taşınması esnasında söndürme ekipmanları hazırda bulundurulmalı ve aracın depolandığı alan içerisinde en az 15 metre yarıçapında boş bir alan oluşturulmalıdır. Yangına müdahale edildikten sonra bataryalarda biriken yüksek ısının, yangını tekrar başlatmaması için bataryalarda ki sıcaklık devamlı olarak takip edilmeli, mümkünse termal kamera ile sıcaklığın değeri sürekli ölçülerek soğutma işlemi yapılmalıdır. Soğutma işlemi ve ölçüm işlemlerinde kolaylık sağlanması açısından aracın tabanına kolay ulaşabilmek için araç tek tarafından kaldırılarak soğutma işlemleri yapılabilir. Araçta bulunan batarya paketi içinde bulunan piller, yangın sonrasında yüksek ısıya maruz kaldığı için sonradan oluşabilecek kısa devre ya da pillerin içerisinde bulunan kimyasal maddelerin günler sonra bile reaksiyona girebilme tehlikesi bulunmaktadır [9]. Bu sebeple araç en az 24 ile 48 saat gözetim altında tutulmalıdır.

Elektrikli araçların taban sacının altında egzoz borusu yoktur. Bataryadan elektrik motoruna yüksek gerilim taşıyan turuncu kablolar, aracın taban sacındaki **egzoz kanalına** ait bölümde özel koruyuculu metal tünel içerisinde muhafaza edilmiştir (Şekil-10).



Şekil 10. Genel Olarak Elektrikli ve Hibrit Araç Yüksek Gerilim Kablolarının Geçtiği Kısımlar
Kazalı otomobil çekme yöntemiyle olay yerinden götürülmemelidir. Araç kaldırılırken kırmızıyla çevrelenmiş yüzeyler destek yüzeyi olarak kullanılmamalıdır (Şekil-11).



Şekil 11. Elektrikli Ve Hibrit Araç Kaldırma

Yüksek gerilim bataryasının hasar gördüğü ağır kazalarda aracı çekme/taşıma işlemine başlamadan önce yüksek voltaj sistemi bataryadan ayrılmalıdır. İletken olmayan tespit ve kaldırma düzenekleri kullanılmalıdır. Araç kaportası ile yüksek gerilim bataryasının parçaları, yükleme vincinin metal parçalarına temas etmeyecek şekilde (çelik halat yerine, polyester sapan kullanın) izole edici bir yüzeyle taşıyıcı kamyon üzerine doğru kaldırılmalıdır (Şekil-12).



Şekil 12. Elektrikli ve Hibrit Araç Taşıma

Taşıma işlemi sadece bir taşıyıcı araç üzerinde yapılabilir. Diğer tüm çekme seçenekleri yasaktır. Kamyon üzerinde açıklayıcı bilgi olan uygun bir yüksek voltaj uyarı levhası yerleştirilmelidir.

6. SONUÇ

Elektrikli ve hibrit araçların fosil yakıtlı araçlara kıyasla verimliliğinin, çevreye olan etkilerinin ve karbon emisyonlarının düşük olması; ülkemizde 2023 yılı itibarıyla elektrikli ve hibrit araçların fosil yakıtlı araçlara nazaran daha çok gelişmekte olduğu görülmektedir. TOGG projesine entegre batarya fabrikasının kurulması gibi gelişmeler de gelecekte fosil yakıtlı araçların yerini elektrikli ve hibrit araçların alacağını göstermektedir.

Bununla birlikte 2016 yılında imzalanan Paris İklim Anlaşması ile 2040'lı yıllardan sonra fosil yakıtlar ile çalışan araçların yasaklanması hedefi elektrikli araç kullanımının yaygınlaşması için önemli sebeptir. Günümüzde neredeyse tüm markaların elektrikli veya hibrit bir araç modeli bulunmaktadır. Kullanım alanı git gide yaygınlaşmakta olan bu teknolojinin olası bir kaza ve yangın tehlikesine karşı barındırdığı risklerin göz önünde bulundurularak gerekli kurtarma ve yangın söndürme tekniklerinin geliştirilmesi, bu tekniklerin ulusal ve uluslararası standartlara kavuşması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. [The Electric Car, Michael Westbrook, IEE 2005.](#)
2. <https://line.do/tr/elektrikli-arabanin-150-yillik-tarihi/lbw/vertical>
3. <https://deltrixchargers.com/about-emobility/charging-modes/>
4. https://webdosya.csb.gov.tr/db/yerelyonetimler/icerikler/elektr-kl- arac_sarj_-stasyonlari-20220325101233.pdf
5. <https://insideevs.com.tr/news/670975/rivian-r1t-hizli-sarj-yanigin/>
6. <https://thenextweb.com/news/renaults-megane-e-tech-has-new-features-for-quenching-battery-fires-fireman-access-qr-code>
7. <https://londragazete.com/ingiltere/198543/ingilterede-elektrikli-araclar-icin-yesil-plakalar-kullanilacak>
8. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.euroncap.rescue&hl=tr&gl=US&pli=1>
9. https://www.chip.com.tr/haber/bir-tesla-model-s-kaza-yaptiktan-uc-hafta-sonra-alev-aldi_151952.html

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet TAŞAN

1981'de İzmir'de doğdu. 1997 yılında Bornova Mimar Sinan Endüstri Meslek Lisesinden mezun oldu.2003 yılında Kocaeli Üniversitesi Otomotiv bölümü 2012 yılı Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesinden mezun oldu.2003 yılında Sakarya Toyota araç fabrikasında çalıştı. 2008 yılından bu yana İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığında bünyesinde eğitimci personel olarak görev yapmakta ve itfaiye araç ve ekipman konularında çalışma yapmakta. Evli ve iki çocuk babasıdır.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA YANGIN RİSKLERİ VE YANGINA KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Murat KORKMAZ

ÖZET

Elektrikli araçlarda yaygın kullanılan başlıca pil teknolojileri; Pb-asit (Kurşun-Asit), NiCd (Nikel Kadmiyum), NiMH (Nikel Metal Hidrat) ve Li-ion (Lityum İyon) pillerdir. Diğer pil teknolojilerine kıyasla lityum iyon piller yüksek anma voltajı, yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömrü ve hafıza etkisinin bulunmaması gibi önemli avantajlara sahip olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir. Elektrikli araçlarda yangınlar; trafik kazaları, şarj durumunda ve bataryalardaki arızalardan kaynaklanmaktadır. Bu arızalar bataryaların aşırı ısınması, patlaması veya kısa devreler gibi çeşitli faktörler nedeniyle meydana gelebilir. Mevcut lityum-iyon bataryalarda yüksek sıcaklıkta yanıcı ve uçucu bir organik sıvı olan elektrolitler kullanılmaktadır. Bu nedenle aşırı ısınmaya, aşırı şarja ve termal kaçaklara karşı hassas olup, sistemlerde tasarım etkinliği sağlanamadığı durumlarda, kimyasal sızıntıya ve yangın tehlikelerine neden olabilmektedir. Otomobil üreticileri, yangın riskini azaltabilmek için aşağıdaki gelişmeler üzerine çalışmalar yapmaktadır.

1. Termal Yönetim: Elektrikli otomobillerin bataryalarının aşırı ısınmasını önlemek için, bataryaların sıcaklığını izleyip, aşırı ısınması durumunda batarya soğutma sistemlerini aktive ederler.
2. Yangın Algılama: Aracın farklı bölgelerine yerleştirilen dedektörler ile yangın algılandığında otomatik olarak yangın söndürme sistemleri devreye sokulabilir.
3. Yangın Söndürme: Yangın algılandığında otomatik olarak devreye girerek yangın söndürülebilir.
4. Batarya Tasarımı: Aşırı ısınmaya karşı dayanıklı malzemelerle kaplanabilir veya bataryalar arasındaki hava akışı artırılabilir.

Bunların yanı sıra; araçların doğru şekilde şarj edilmesi, batarya sağlığının düzenli olarak kontrol edilmesi, araçların yüksek sıcaklıklarda park edilmemesi gibi durumlara da dikkat edilmelidir. Elektrikli araçlarda yangın söndürme işlemi diğer araçlara göre daha uzun sürebilir ve bu nedenle acil durumlarda müdahale edilmesi gerekir. Çalışmamda, elektrik araçlarda yaşanan yangınların nasıl gerçekleştiği ve ne gibi önlemler alınabileceğiyle ilgili konulara daha detaylı değineceğim.

Anahtar sözcükler: Elektrikli Otomobiller, Yangın Güvenliği, Lityum İyon Piller, Elektrikli Araç Yangınları.

FIRE RISKS IN ELECTRIC VEHICLES AND PRECAUTIONS TO BE TAKEN AGAINST FIRE

ABSTRACT

Main battery technologies widely used in electric vehicles; Lead-Acid, Nickel Cadmium, Nickel Metal Hydrate and Lithium Ion batteries. Compared to other battery technologies, lithium-ion batteries are more preferred because they have significant advantages such as high rated voltage, high energy density, long life and no memory effect. Fires in electric vehicles; traffic accidents are caused by malfunctions in the charging state and batteries. These malfunctions can occur such as overheating of batteries, explosion or short circuits. Current lithium-ion batteries use electrolytes, which are

flammable & volatile organic liquids at high temperatures. Automobile manufacturers are working on the following developments in order to reduce the risk of fire.

1. Thermal Management: In order to prevent the batteries of electric cars from overheating, they monitor the temperature of the batteries and activate the battery cooling systems in case of overheating.
2. Fire Detection: With detectors placed in different parts of the vehicle, fire extinguishing systems can be activated automatically when a fire is detected.
3. Fire Extinguishing: When a fire is detected, it can be activated automatically and the fire can be extinguished.
4. Battery Design: It can be covered with overheat resistant materials or the air flow between the batteries can be increased

Besides; Attention should also be paid to situations such as charging the vehicles correctly, checking the battery health regularly, and not parking the vehicles at high temperatures. In my study, I'll discuss in more detail how fires in electric vehicles occur and what precautions can be taken.

Keywords: Electric Cars, Fire Safety, Lithium-Ion Batteries, Electric Vehicle Fires.

1. GİRİŞ

Çevreci, daha uygun enerji maliyeti ve enerji depolama sistemlerindeki teknolojik gelişmelerle beraber özellikle lityum iyon bataryalardaki yenilikler elektrikli araçları daha avantajlı kılmaktadır. Bu avantajlı yönleriyle elektrikli otomobillere olan talep tüm dünyada artmaktadır [1].

Ülkemizde satılan elektrikli otomobil sayısı arttıkça, trafik kazalarının olma ihtimali de artacaktır. İtfaiye ekiplerinin en çok karşılaştıkları otomobil yangınları; içten yanmalı motorlu otomobil yangınlarıdır. İtfaiye çalışanları, yıllardır karşılaştıkları bu yangınlarla mücadelenin nasıl olması gerektiğiyle ilgili yeteri kadar tecrübe ve argümana sahiptir. Ancak elektrikli otomobiller söz konusu olduğunda, yangınlara nasıl yaklaşılması gerektiğiyle ilgili kaynak ve tecrübe eksikliği olduğu görülmektedir. Örneğin, lityum iyon bataryaların yangınına nasıl müdahale edileceği, nasıl kontrol altına alınacağıyla ilgili bilgi karmaşası ve eksikliği olduğu görülmektedir.

Amerikan Sigorta Şirketi autoinsuraceez.com ve Ulusal Taşımacılık Güvenlik Kurulu (NTSB) verilerine göre, satılan her 100.000 adet otomobilden; içten yanmalı araçlar için 100.000 satış başına 1.529 yangın, Elektrikli araçlar için 100.000 satış başına 25 yangın gerçekleşmektedir.

İçten yanmalı motorlu araçların yüzde 1,5'lük yangın ihtimaline karşı, elektrikli araçların yalnızca %0,03'lük bir yangın ihtimaline sahip olduğunu belirtiyor [2]. Ancak buna rağmen elektrikli araçlarda yangın meydana geldiğinde, lityum iyon bataryalı araçlarda yangının çok hızlı ilerlediği ve çok yüksek sıcaklıkların çıktığı görülmüştür.

Elektrikli araçların risklerini 3 başlıkta toplayabiliriz. Elektriksel riskler, Kimyasal riskler, Termal riskler

Elektriksel Riskler:

Elektrikli araçlarda elektrik şoku ve olası ark senaryolarından korunmak için, kullanılması gereken kişisel koruyucu ekipman, izole el aletleri ve servis içi önlemler kritiktir. Bu önlemler alınmadığında kazalar yaşanabilir.

Kimyasal Riskler:

Lityum iyon pillerin yapısından kaynaklanan ekzotermik reaksiyon sonucu zehirli maddelerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır. Temas ve nefes alma sırasında ciddi risk içeren hidrokarbonlar özellikle HF (hidrojenflorid) ve CO (Karbon Monoksit) bu reaksiyonlar sırasında ortaya çıkacaktır. Bu gazlar, yüksek korozyon özellikli zehirli ve reaktiftir.

Termal Riskler:

Genellikle Lityum iyon bataryanın doğası gereği oluşan çalışma koşulları sonucu ortaya çıkan durumlardır. Lityum iyon batarya çalışma sıcaklığı 60 °C'yi geçtiği zaman yan parazitik etkiler ortaya çıkmaya başlar. Bu reaksiyonlar termal kaçış denilen ekzotermik reaksiyona sebebiyet verecektir. Bu sıcaklıklar 90-120 °C seviyesine vardığı zaman anot elektrolit içerisinde çözülmeye başlayacak sonrasında separator bozulması da başlayacak ve bunun sonucu olarak kısa devreler oluşacaktır. Tüm bu zincirin sonucunda termal kaçış oluştuğunda, kaçışın başladığı hücrenin yanındaki hücrelere yangın sıçrayacak ve büyüyerek devam edecektir [3].

Bu bağlamda en önemli konulardan bir tanesi Lityum iyon batarya kaynaklı yangınlardır. Elektrikli araçlar kapasitörler, kablolar ve lityum-iyon pillerden oluşan yüksek voltajlı elektrik sistemlerine sahiptir. Elektrikli araçlar, şarj edilebilir bir lityum iyon pil ile çalışır.

2- LİTYUM İYON PİLLER

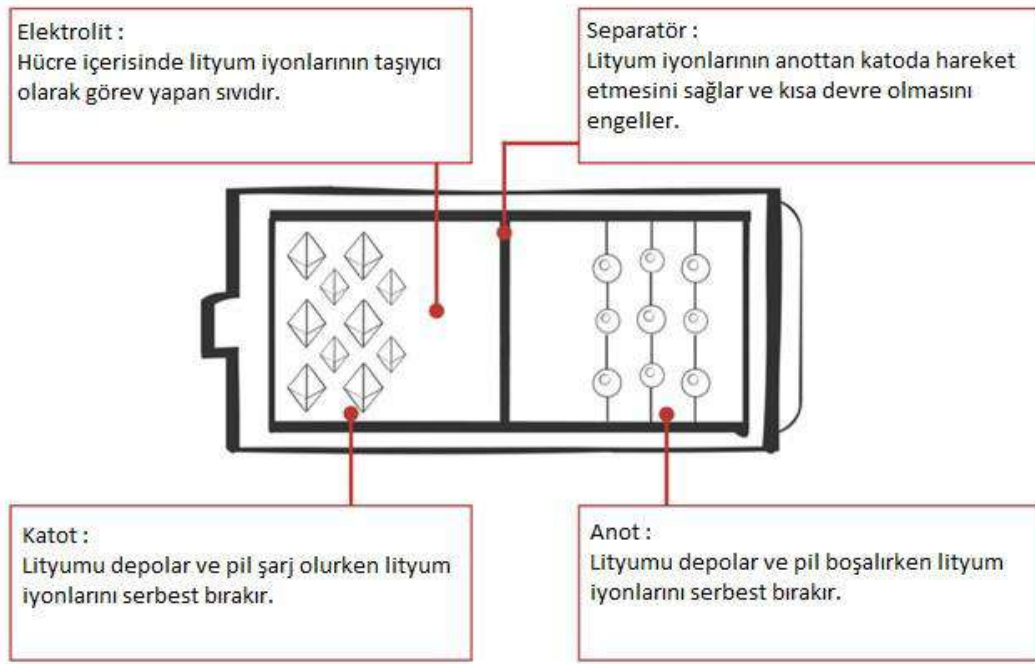
İlk lityum iyon pil 1990'larda icat edilmiştir ve 2000'lerin başında bir arabaya güç sağlamak için kullanılmıştır. Lityum iyon piller kompakt, hafif ve yüksek enerji seviyelerine çıkabildiği için, günümüzde en çok tercih edilen pil çeşididir. Günümüzde birçok elektronik cihazda kullanılmaktadır (cep telefonu, bilgisayarlar vb.) [4]. Lityum-iyon piller, çok küçük bir alanda büyük miktarda enerji depoladıkları için elektrikli araçlar için popüler bir teknolojidir. Bu yoğunluk kavramı, pilin sunduğu depolama kapasitesi ile hacmi veya ağırlığı arasındaki oranı ifade eder. Karşılaştırma yapmak gerekirse, bir lityum iyon pil, yaklaşık 300 ila 500 Wh / kg, yani bir kurşun asit pilden yaklaşık on kat daha fazla bir yoğunluk sunar.

Lityum iyon hücresi dört ana bileşenden oluşur: Anot, katot, ayırıcı (separator) ve elektrolit. Bileşenler hücrelerde birlikte çalışarak günlük olarak kullandığımız cihazlara elektrik akımı sağlar. Lityum anot ve katotta depolanır.

Lityum iyon piller, birleştirici özelliği ile birçok farklı anot ve katot malzemesini kapsar. Çoğu ticari lityum iyon piller bir grafit katot kullanır. Lityum iyon piller için farklı katot ve anot malzemeleri kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları ise; Lityum Kobalt Oksit, Lityum Demir Fosfat, Lityum Manganez Oksit, Lityum Nikel-Kobalt Manganez ve Lityum Titanat'tır. Bunlardan günümüzde en çok kullanılanı ise Lityum Kobalt Oksit'tir.

Pilin şarj veya deşarj olmasına bağlı olarak lityum anottan katoda veya tam tersi şekilde hareket edecektir. Bir sıvı olan elektrolit, lityum iyonlarını ayırıcıdan geçirerek serbest elektronlar ve dolayısıyla elektrik potansiyeli yaratır.

Örneğin deşarj sırasında lityum iyonları anottan katoda doğru hareket eder ve anotta serbest elektronlar oluşturulur. Bu serbest elektronlar, elektrik akımının elektrikli bir cihazdan geçmesini sağlayan bir elektrik potansiyeli yaratır ve enerji akışı bu sayede gerçekleşir.



Resim 1: Lityum İyon Pil Hücresi

Lityum iyon piller kalem pillerin benzeridir. Örneğin, günümüz modern elektrikli araçlarında, 85 kW kapasiteli pil takımı bulunmaktadır ve bu takım seri olarak bağlanmış 16 modülden oluşmakta, 7104 tane pil içermektedir. Pillerin soğutulması için soğutucu glikol sıvısı, bu hücrelerin arasından geçmektedir. Büyük hücre yerine küçük ve çok sayıda hücre kullanılması etkili bir soğutma sağlamaktadır. Eşit sıcaklık dağılımı sayesinde, daha çok pil doldurma ve boşaltma döngüsüne imkan verir ve böylece pillerin ömrü de uzar. Piller tarafından ısınan glikol sıvısı aracın önünde bulunan radyatörden geçirilerek soğutulur.

2.1. Yangın Riskleri

Lityum iyon bataryaların elektrikli otomobiller için baskın güç kaynağı haline gelmesiyle beraber yangın riskleri gibi güvenlik problemlerini meydana getirmiştir. Bu, batarya paketinin artan dağıtım ölçeği ve enerji yoğunluğu ile ilgilidir [6, 7].

Lityum iyon bataryalar, ufak darbelerde veya aşırı çalışma koşullarına maruz kaldığında istenmeyen durumlara yol açabilir. Bu durumlar; kıvılcıklar, yanıcı gazlar, zehirli dumanlar olabilir. Ayrıca sürekli yanmaya, jet alevlerine veya gaz patlamasına da neden olur. [8, 9]. Bununla birlikte, buna yol açabilecek birçok başka faktör vardır. Bu faktörlere; şarj sisteminin arızalanması, kablunun aşırı yüklenmesi, aşırı seviyede elektriksel şarj ve deşarj, kısa devre, üretim ve pilde yapılan tasarım hataları örnek verilebilir. Elektrikli otomobillerde meydana gelen bu yangın olayları nispeten yenidir ve genellikle karmaşıktır.

2.1.1. Termal Kaçak

Lityum iyon hücresinin kontrolsüz bir şekilde kendi kendine ısınma durumuna girdiği bir olgudur. Termal kaçak genellikle bir hücre içinde üretilen ısının çevreye yayılan ısıyı aşmasıyla başlar. Aşırı ısı oluşumunun nedeni giderilmezse durum daha da kötüleşecektir. Artan ısı, termal enerjiyi serbest bırakan kimyasal reaksiyonlara neden olur. Yeterince yüksek sıcaklıklar ayırıcının bozulmasına veya erimesine sebep verebilir, bu da dahili kısa devreye neden olabilir. Dahili kısa devreden kaynaklanan ısınma, termal kaçağa yol açan ekzotermik kimyasal reaksiyonlara neden olabilir [5].

Tek bir hücredeki sıcaklık artışı, ısıyı diğer hücrelere aktaracaktır. Bu hücreler aynı zamanda termal kaçığa girecek kadar ısıtıldığında termal kaçığın yayılması meydana gelebilir ve süreç pil takımı boyunca devam edebilir. Termal kaçık oluştuktan sonra oksijen, hidrojen, propan etilen gibi değişik gazlar ortaya çıkararak her hücrede tekrar alevlenen bir yanma reaksiyonunu meydana getirecektir [11].

Termal kaçık sürecinin temel açıklaması aşağıdaki gibidir:

1-Lityum iyon hücresinde aşırı ısı üretilir. Anodu kaplayan koruyucu tabaka parçalanmaya başlar. Bu ekzotermik bir reaksiyon olduğundan hücrenin sıcaklığı artar.

2-Hücrenin sıcaklığı arttıkça elektrolit parçalanmaya başlar ve ek termal enerji açığa çıkar. Sonunda ayırıcı erimeye başlar.

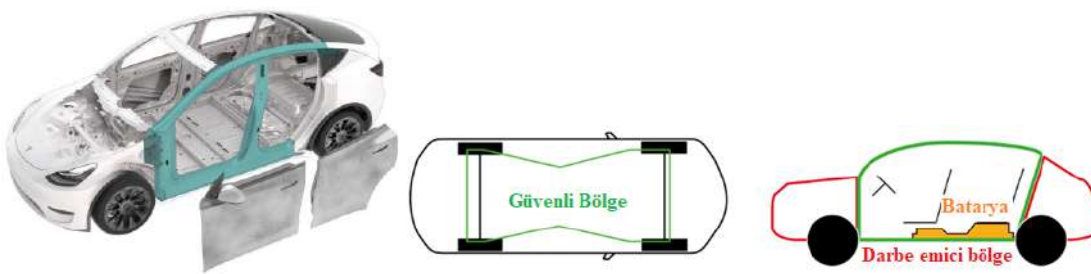
3-Ayırıcı bozulduğunda elektriksel kısa devre meydana gelebilir. Elektriksel kısa devre sisteme daha da fazla ısı katar.

4-Sonunda katot bozulmaya başlayacak. Bu, termal ayrışma ürünleriyle reaksiyona girebilen ve hücre alev aldığı anda meydana gelebilecek yanma reaksiyonuna katkıda bulunabilen ısıyı ve bağlı oksijeni açığa çıkarır.

Çevresel termal kaçık nedenleri arasında aşırı ısı, soğuk bir ortamda şarj etme ve tuzlu suya maruz kalma gibi kimyasal maddelere maruz kalma yer alır.

2.1.2. Mekanik Etki

Çoğu lityum iyon hücresi, bir elektrikli otomobil yapısının veya pil modülünün ve paket muhafazasının koruması olmadan nispeten kırılgandır. Trafik kazası, geleneksel otomobillerde olduğu gibi elektrikli otomobiller için de ömrü boyunca karşılaşılabileceği olumsuz etkenler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, lityum iyon bataryaların ve elektrikli otomobilin modern tasarımı sayesinde çarpışmaların büyük çoğunluğu batarya paketlerine zarar vermeyecektir [20, 21]. Lityum iyon pil paketleri, çarpışma koşulları sırasında delinme riskini ortadan kaldırmak amacıyla genellikle aracın oldukça güçlendirilmiş alanlarına entegre edilir (bkz. Resim 2).



Resim 2: Lityum İyon Bataryaların Yerleşim Bölgeleri

Sonuç olarak, Lityum iyon piller kendiliğinden tutuşmaya ve ardından aşırı ısınmadan kaynaklanan patlamaya karşı hassastır. Bu, termal sızıntıya ve yanıcı bir elektrolitin açığa çıkmasına neden olabilir. Elektrolitler yanmaya başladığında yüksek miktarda ısı üretmektedir. Katı maddeleri yaktığımızda, ısı en fazla 500 °C'lere çıkıyorken, gaz yandığında ise 1000 °C'lerin üzerine çıkar.

2.2. Lityum İyon Batarya Yangınları

Lityum iyon bataryaları için, termal kaçık genellikle önemli ölçüde artan pil sıcaklığı veya ekzotermik termokimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonların tetiklendiğini gösteren güvenlik havalandırmasının

etkinleştirilmesi anlamına gelir. Akü termal kaçaklarına genellikle büyük miktarda koyu duman, kıvılcıklar ve güçlü jet alevlerinin püskürtülmesi eşlik eder [10].

Bu süreç tek tek hücreler içinde gerçekleştiğinden pil boyunca termal kaçak veya yangının yayılmasına izin verilmesi halinde risk potansiyeli de artacaktır.

Termal kaçak başladıktan sonra, akü yüzeyindeki çatlaklardan duman çıkar. Bu duman, yanıcı ve zehirli gazların bir karışımından oluşur. Araç yangınında yaklaşık 20 çeşit toksik ve yanıcı gaz açığa çıkmaktadır. Yanıcı gazlar, yangın, kıvılcım ve elektrik arkı gibi yakındaki tutuşturma kaynakları tarafından tutuşabilir. Ortaya çıkan alev daha sonra pili daha da ısıtabilir. Pil yüzeyinden çıkan gaz salınım hızı, dahili gaz üretim hızından düşükse, pil hücresi de patlayabilir [6, 12].

Bu durumlar aşağıda belirtilen durumlarda gerçekleşebilir.

Genel olarak elektrikli araç yangınları;

- Araç şarj olurken,
- Araç hareket halinde giderken veya hareket halinde yaşanan kaza sonucu,
- Araç park halindeyken (açık ya da kapalı otoparklarda)
- Servis noktalarında elektrikli araçların kontrolleri yapılırken gerçekleşebilir.

2.3 Lityum İyon Batarya Yangınları için Yapılan Çalışmalar

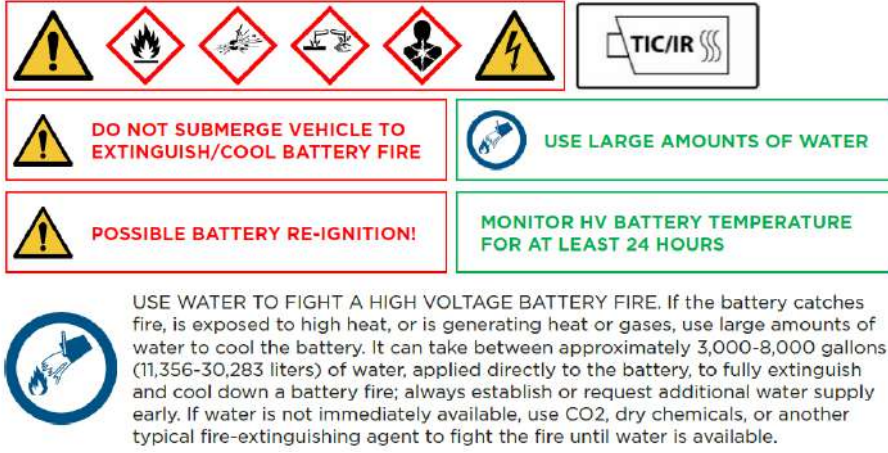
Batarya yangınlarının bastırılması ve yangın söndürme teknolojileri hakkında çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Az sayıda çalışma olmasına rağmen elektrikli otomobil yangınlarıyla ilgili bazı tespitler yapılabilmektedir. Yapılan bu tespitler; lityum iyon batarya yangınlarının kontrol altına alınmasının oldukça güç olduğu, çok fazla söndürücü gerektirdiği ve yeniden alevlenme durumlarının ortaya çıkabileceği yönündedir [14]. Yeniden alevlenen yangınlarla baş etmek zordur. Çünkü bunlar rastgele ve birincil termal olayın üzerinden önemli bir süre geçtikten sonra bile meydana gelebilir. Yeniden ateşleme olmamasını sağlamanın bir yolu, aracın veya batarya paketinin tamamen yanmasına izin vermektir. Batarya paketindeki tüm aktif malzeme tüketildiğinde, yeniden tutuşma riski çok az olacaktır. Ancak her zaman bu yaklaşım uygun olmayabilir. Bu yüzden bastırma veya söndürme yöntemine ihtiyaç duyulur.

Bu nedenle pil yangını bastırmak için yalnızca karbondioksit veya kuru kimyasallar kullanılırsa yangın kontrol altına alınabilmesine rağmen, pil takımını yeterli seviyede soğutamaz veya yeniden tutuşmasını engelleyemez. Bu sebepten ötürü, yeniden gaz oluşmaya devam edecektir. Yangın kullanılan yangın söndürme maddesi olan su ise iyi soğutma kapasitesi sunarak, kısa devreler veya zehirli su akışı gibi potansiyel olumsuz etkilerine rağmen batarya yangınları üzerinde oldukça etkilidir. Suyun bu bağlamda iletken olduğu da unutulmamalıdır. Su ile söndürme yapıldığında, sıcaklık takip edilmelidir. 70 °C'nin altına düşürülmeye çalışılmalıdır. Sıcaklık termal kameralarla izlenmelidir. Sıcaklık azalmadığında tekrar yanma başlayabilir.

Günümüzde kullanılan elektrikli araçların acil müdahale kitapçıkları bulunmaktadır. Bir markanın kitapçığında yangın olduğu zaman nasıl müdahale edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Burada yaşanabilecek bir yangın anında, soğutma için yüksek miktarda su kullanılması tavsiye edilmektedir. Yaklaşık 11.000-30.000 lt arası su kullanımı gereksinimi ön görülmektedir. Su bulunamıyorsa CO2 veya kuru kimyevi söndürücüler ile söndürme çalışması yapılabilir. Ancak su kaynağı bulunana kadar CO2 veya kuru kimyevi söndürücülerin kullanılması tavsiye edilmiştir. Elektrikli araç yangınları için köpük kullanımı önerilmemektedir.

6. In case of fire

Firefighting



Resim 3: Elektrikli Araç Yangını Söndürmek için Müdahale Seçenekleri

Ancak elektrikli araç yangınlarında, sıcaklık değeri 1000 °C'yi geçebildiği için, bu sıcaklıklarda suyun kullanılması söndürme açısından fazla verimli olmamaktadır. Su miktarı kullanımı batarya yangınlarında çok fazla olmaktadır. Lityum pilin yanma reaksiyonu genellikle pilin içinde meydana gelir. Yangınla mücadelede önemli bir sorun olan alev suyun ulaşamamışdır. Akü paketi için, akü paketinin kabuk malzemesi, yangın söndürme maddesinin doğrudan pilin çekirdeğine etki etmesini önler. Bu nedenle yangınla mücadele daha zordur [12]. Testler sırasında, yangınla mücadele için harcanan toplam süre uzun olduğundan dolayı, yangından çıkan gazlar itfaiyecilerin güvenliği açısından zorluk teşkil edebilmektedir. [13].

Bunların yanı sıra lityum iyon yangınları için yeni kimyasallar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri de vermikülit maddesidir. Vermikülit mikanın doğal aşınmasıyla oluşmuş alüminyum-magnezyum-demir silikata verilen isimdir. Mikroskopik su tabakaları içeren ince, düz pullardan oluşur. Vermikülit parçacıkları yanan yakıtın yüzeyinde birikerek yangının üst kısmında bir film oluşturur. Film anında kurur ve yüksek en-boy oranlı trombosit parçacıkları üst üste gelip birbirine bağlandığından, yakıt ile atmosfer arasında yanıcı olmayan bir oksijen bariyeri oluşturulur [15].

Bu işlemin, yakıt kaynağı üzerinde soğutma etkisi vardır ve su içeriği buharlaştıkça vermikülit trombositleri birikmeye başlar ve yangın kontrol altına alınır. Ancak bununla ilgili onay kuruluşları tarafından verilmiş bir sertifika bulunmamaktadır. Tozlu kimyevi söndürücü olarak düşünülebilir.

Lityum iyon pillerin depolandığı alanlarda su sisi söndürme sisteminin düşünülmesi mantıklıdır. Küçük partikül boyutu ve daha yüksek yüzey alanı nedeniyle, tipik bir sprinkler sisteminden daha iyi ısı emilimine izin verir ve bu nedenle daha az su kullanır. Bu, suya erişimin sınırlı olduğu yerlerde yararlı olacaktır. Su sisi sistemleri ayrıca iletken olmama potansiyeline sahiptir ve bu nedenle bitişik elektronik cihazlara zarar vermez. Çok az temizlik gerektirir. Bu yüzden lityum iyon pillerinin depolandığı alanlarda yangın çıkması durumunda daha etkili bir şekilde söndürme için su sisi sisteminin kurulması mantıklı olacaktır. Su sisi söndürme sistemi, açık veya kapalı alanlarda bulunan şarj istasyonlarına uygulanarak koruma sağlanabilir. Bu uygulamaların dışında araçların hareket halindeyken veya kaza sonucunda yaşanabilecek yangınlarda portatif su sisi söndürücülerle müdahaleler yapılabilir.

2.4 Lityum İyon Batarya Yangınları için Alınabilecek Önlemler

Öncelikli olarak tüm ilk yardım ekiplerinin (İtfaiye, Polis, Sağlık Ekipleri) elektrikli araçlar, elektrikli araçların kritik parçaları, elektriğin tehlikeleri, elektriğin temelleri ve kaza durumunda alınması gereken aksiyonlar konusunda düzenli eğitim alması gerekmektedir.

Bunun dışında elektrikli araç yangınlarını önleme yöntemleri olarak aşağıda belirtilen hususların dikkate alınması fayda sağlayacaktır.

Yangın Algılama Sistemleri: Elektrikli araçlarda yangın algılama sistemleri kullanılabilir. Pil hücrelerine veya araç içine yerleştirilecek detektörlerle bir yangın algılandığında, araç üzerindeki elektrik akımı için devre kesiciler kullanılması zorunlu hale getirilebilir.

Eğitim ve Farkındalık: Elektrikli araç kullanıcıları, araçlarının güvenli bir şekilde şarj edilmesi ve bakımının yapılması konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, acil durumlar için yangın anında alınması gereken önlemler hakkında bilgilendirilmeleri de önemlidir.

12 V Güç Kesme Kablosu: Sistemin elektriğinin kesilebilmesi için, yeni araç modellerinde 12 v işaretli kablolar bulunmaktadır. Bu kablonun eğitimli personel tarafından kesilmesiyle aracın elektriği kesilmesi sağlanmaktadır.



Resim 4: Elektrikli Araç Yangınında 12 V Güç Kablosunun Kesilmesi

Tüm elektrikli araç üreticilerinin ilk yardım ekipleri ile temasa geçip, araçlarının teknik özellikleri, batarya konumları, elektrik sistemleri, araç içi elektrik kesme metotları ve araç modeli bazında bilgilerin paylaşılması ve acil bir durumda ulaşılacak teknik hatlar oluşturmaları gerekmektedir. **Şarj Altyapısı ve Standartları:** Şarj istasyonlarının güvenliğini sağlamak için sıkı standartlar belirlenmelidir. Şarj işlemleri esnasında aşırı akım, aşırı voltaj gibi sorunları önleyen güvenlik önlemleri alınmalıdır. Uygulaması olan ve bu uygulamada güç bağlantısının "yetersiz topraklama olması" durumunda uyarı verip şarj işlemini önleyen bir cihazlar tercih edilmelidir.

Kaliteli Batarya Tasarımı ve Üretimi: Üreticilerin, yüksek kaliteli ve güvenli batarya sistemleri için iyi tasarım ve üretim standartlarına uymaları önemlidir. Batarya güvenliği üzerine yapılan sürekli araştırmalar ve geliştirmeler, yangın riskini azaltabilir.

Araç Bilgi Yönetim Sistemlerinin Gelişmesi: Avrupalı bir üreticinin yeni model aracında, itfaiye erişim kısa yolu bulunup, kurtarma ekipleri için bataryaya özel erişim olanağı sunulmaktadır. Bu sayede ilk müdahale ekiplerinin 1-3 saat süren batarya kaynaklı bir yangını 5 dakikada söndürmesine olanak sağlayabilecektir.

Araç Şarj Etme Yöntemleri: Araç stabil olarak aynı yerde şarj ediliyorsa mutlaka hat çekilmelidir, uzatma kablosu kullanılmamalıdır. Uzatma kablosu kullanılması halinde ise, kablo sarılı şekilde

kullanılmamalıdır, tamamen açılmış şekilde kullanılmalıdır. Kablo açılmadan kullanılırsa, açılmayan bölümdeki kabloların iç yüzeylerinde aşırı ısınan metaller alev alıp yangına sebebiyet verebilir.

Şarj İstasyonları: Elektrikli araçlar, yüksek amper enerji çektikleri için şarj istasyonunda şarj edilmelidir. Şarj istasyonlarının kullanımı maliyetli geliyorsa, uygun görülen yere şarj istasyonu (Wallbox) kurulmalıdır. Şarj istasyonu kurulurken, kullanılacak malzemelerin seçimi hususunda (kablo kesiti, sigorta, kaçak akım rölesi, trifaze kablo, kablo mesafesi vb.), konunun uzmanından destek alınarak bu işlemler yapılmalıdır.

Bu gibi durumlar direk araç içindeki pil yangınına sebep olmasa da dolaylı olarak yangına sebebiyet verebilir.

3. SONUÇ

Günümüzde lityum pillerin yangın söndürme ortamı esas olarak su, köpük, kuru toz ve karbondioksit vb. içerir. Su sisi yangın söndürme sistemi, düşük su tüketimi, uygun yangın söndürme ortamı, korunan nesneye az zarar verme gibi özelliklere sahiptir ve herhangi bir toksik gaz oluşumu olmadığından çevrenin korunmasını da sağlamaktadır. Son yıllarda su sisi söndürme teknolojisi üzerine çalışmalar yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Katkı maddeleri içeren su sisli yangın söndürme sistemi henüz laboratuvar araştırma aşamasındadır. Ancak katkı maddeleri içeren su sisli yangın söndürme sistemlerinin söndürme verimliliğinin arttığı gözlemlenmektedir.

Lityum piller için yangın söndürme malzemeleri ve yangın önleme teknolojileri üzerine yapılan çalışmalar, yangın bilimi alanında önemli bir parça haline gelmiştir. Deneysel çalışmalar lityum iyon pillerin yüksek yangın riskine sahip olduğunu göstermiştir. Pil ısıtıldığında lityum metalinin oksidasyonu bir anda sona erer. Enerji, diğer maddelerin içerdiği elektrik enerjisi ve kimyasal enerjidir. Beş fosfor pentaflorür, fosfin, hidrojen florür ve hidrojen gibi onlarca toksik ve zararlı madde bulunmaktadır. Bunlar pillerin yanması ve yeniden alevlenmesinin kökenidir. Lityum pil yangınından çıkan zehirli ve zararlı gazlara göre, hidrojen florür model olarak görülmektedir. Hidrojen florür gazını absorbe etmek için kimyasallar ve ürünler araştırılmaktadır.

Bu çalışma, elektrikli otomobillerin yapısı ve son zamanlarda meydana gelen pil yangınlarının yanı sıra ilgili yangın güvenliği konularını incelemektedir. Pilin olası yeniden tutuşması ve içindeki pil paketini soğutmanın zorluğu nedeniyle bu tip yangınları bastırmak güçtür. Elektrikli otomobil yangınına söndürmek için, su hala en etkili maddedir. Pili söndürmek ve soğutmak için önemli miktarda su harcanması gerekir. Ancak doğrudan pil takımına su uygulanabilirse daha çabuk ve daha az su sarfiyatıyla baskılama yapılabilir.

Sonuç olarak, elektrikli araç yangınları, doğru tasarım, bakım, ve kullanım ile minimize edilebilecek bir risktir. Üreticilerin, güvenlik standartlarını yüksek tutmaları ve kullanıcıları yangın riskleri konusunda bilinçlendirmeleri önemlidir. Ayrıca, yangın önleme ve müdahale sistemlerinin kullanımı, elektrikli araçların güvenliğini artıracaktır. Bu makale gelecekteki araştırma ve geliştirmelere yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

4. KAYNAKLAR

- [1] N. Nitta, F. Wu, T. Lee and G. Yushin, "Li-Ion Battery Materials: Present and Future", *Materials Today*, vol. 18, pp. 252-264, 2015.
- [2] Auto Insurance EZ. "Gas vs. Electric Car Fires", <https://www.autoinsurancenez.com/gas-vs-electric-car-fires/>, 28 Ağustos 2023.

- [3] Geisbauera Christian, Schweiger Hans-Georg, Goertz Roland, Kubjatko Tibor, Nebl Christoph, Lott Susanne, Katharina Wöhr. "Scenarios Involving Accident-Damaged Electric Vehicles", 2021
- [4] Yangın Güvenlik Dergisi, <https://www.yanginguvenlik.com.tr/edergi/5/224/>, 25 Ağustos 2023.
- [5] Barowy Adam, "Fire Safety Research InstituteThe Science of Fire and Explosion Hazards from Lithium-Ion Batteries", Ocak 2023, <https://fsri.org/research-update/online-training-available-science-fire-and-explosion-hazards-lithium-ion-batteries>, 26 Ağustos 2023.
- [6] Wang Q, Mao B, Stolarov SI, Sun J. A Review of Lithium Ion Battery Failure Mechanisms and Fire Prevention Strategies. *Progress in Energy and Combustion Science* 2019;73:95–131. doi:10.1016/j.pecs.2019.03.002.
- [7] Tobishima SI, Yamaki JI. A Consideration of Lithium Cell Safety. *Journal of Power Sources* 1999;81–82:882–6. doi:10.1016/S0378-7753(98)00240-7.
- [8] Evarts EC. Lithium batteries: To the Limits of Lithium. *Nature* 2015;526:S93–5. doi:10.1038/526S93a.
- [10] Larsson F. Lithium-ion Battery Safety-Assessment by Abuse Testing, Fluoride Gas Emissions and Fire Propagation. Chalmers University of Technology, 2017.
- [11] Said AO, Lee C, Stolarov SI, Marshall AW. Comprehensive Analysis of Dynamics and Hazards Associated with Cascading Failure in 18650 Lithium Ion Cell Arrays. *Applied Energy* 2019;248:415–28. doi:10.1016/j.apenergy.2019.04.141.
- [12] Li, Yi, Yu, Dongxing, Zhang, Shaoyu, et al. 2015. A Typical Lithium-Ion Battery Fire Extinguishing Test, *Journal of Safety and Environment*, p. 15 (6): 120-125.
- [13] Wei-tao Luo, Shun-bing ZHU, Research and Development of Fire Extinguishing Technology for Power Lithium Batteries. 2017 8th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering
- [14] Kong L, Li C, Jiang J, Pecht MG. Li-ion Battery Fire Hazards and Safety Strategies, *Energies* 2018;11:1–11. doi:10.3390/en11092191.
- [15] Avd Fire. "What is Aqueous Vermiculite Dispersion", <https://www.avdfire.com/what-is-aqueous-vermiculite-dispersion/>, 25 Ağustos 2023.

ÖZGEÇMİŞ

Murat KORKMAZ

1990'da İstanbul'da doğdu. 2008 yılında Haydarpaşa Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2013 yılında Doğu Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2015 yılından itibaren mekanik sektöründe çeşitli firmalarda çalıştı. 2018 yılından bu yana Norm Teknik firmasında makine mühendisi olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda Marmara Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans tezini hazırlamaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNE İLİŞKİN YANGIN KORUNUM SİSTEMLERİ

Ahmet Furkan AKYILDIZ

Serkan CEYLAN

ÖZET

Li-ion teknolojisi bugün dünyada önemli rol oynamaktadır. Li-ion hücreler, hastaneler, veri merkezleri gibi güvenilir bir yedek güç kaynağına ihtiyaç duyabilecek tesislerde yedek güç sağlamak için kullanılmaktadır.

Elektrikli araçlardan cep telefonlarına kadar oldukça yaygın olarak kullanılan Li-ion bataryaların popüler uygulamalarından biri de yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen fazla enerjinin depolandığı enerji depolama sistemleridir. Li-ion bataryalar yüksek enerji yoğunluğu sağlarlar, hızlı şarj olurlar, diğer teknolojilere göre daha verimli ve daha uzun ömürlüdürler.

Li-ion batarya yangınları üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur. Kendi kendini devam ettirebilen Li-ion batarya yangınları son derece yüksek ısı kapasiteye sahiptir, hızlı yanarlar ve binaları hızla tahrip edebilirler. İnsan sağlığına zararlı çok miktarda tehlikeli duman açığa çıkarırlar ve yangında patlama riski de mevcuttur.

Bu bağlamda Li-ion batarya bulundurulmuş alanlar için doğru tasarlanmış ve uygulaması yapılmış yangın korunum sistemleri hayati önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lityum iyon, batarya, yangın, algılama, söndürme, enerji depolama

ABSTRACT

Li-ion technology plays an important role in the world today. Li-ion cells are being used to provide backup power to facilities such as hospitals, data centers that may need a reliable back-up power source. One popular application of Li-ion batteries, which are widely used from our electric vehicles to mobile phones, is energy storage systems (ESS) in which excess power production from renewable energy sources is stored. Li-ion batteries provide a high energy density, recharge faster, they are also more efficient and have a longer lifespan than the other technologies.

Li-ion battery fires are an issue that need to be considered with sensitivity. As a self-sustaining fire, they are extremely hot, fast burning and can rapidly destroy properties. They release large amounts of dangerous toxic gases which are harmful to human health and the batteries can also explode in the fire.

In this context, fire protection systems that have been accurately designed and installed for the areas where Li-ion batteries stored are of vital importance.

Keywords: Lithium ion, battery, fire, detection, suppression, energy storage

1. Giriş

Enerji depolaması yıllardır beş ana formda mevcuttur: Elektrokimyasal, mekanik, termal, elektriksel ve kimyasal. Bu çalışma elektrokimyasal gruba giren lityum-iyon enerji depolama sistemlerini ele almaktadır.

Enerji depolaması yıllardır beş ana formda mevcuttur: elektrokimyasal, mekanik, termal, elektriksel ve kimyasal. Bu çalışma yalnızca elektrokimyasal bir tür olan lityum iyon pil enerji depolama sistemlerini ele almaktadır. Lityum iyon pil enerji depolama sistemleri nispeten yenidir, ancak hızla en yaygın elektromekanik enerji depolama türü haline gelmektedir. Bu sistemler, geleneksel enerji üretimini (örneğin kömür ve fosil yakıtlar) desteklemek, en yüksek enerji talebi dalgalanmalarını azaltmak, yüksek voltajlı enerji şebekelerini desteklemek ve ayrıca rüzgâr ve güneş gibi yeşil enerji üretimini desteklemek için kullanılabilir bir elektrik enerjisi depolama yöntemi sunar.

Lityum iyon pil enerji depolama sistemleri çeşitli tip, boyut, uygulama ve konumlara sahiptir. Teknolojinin kullanımı sürekli genişlemekte ve küçük konut destek sistemlerinden büyük elektrik şebekesi sistemlerine kadar bir dizi enerji depolama uygulaması için daha uygun hale gelmektedir. Lityum iyon pil enerji depolama sistemleri birçok temel bileşenden oluşur. Hücreler veya piller, bir Lityum iyon pil enerji depolama sistemlerinin yapı taşlarıdır. Birbirine bağlı birkaç hücre bir modül oluşturur ve bağlı birkaç modül bir raf veya dize oluşturur. Birkaç raf veya dize bir enerji depolama sistemini meydana getirir.

Enerji depolama sistemlerinin tasarımı kullanıcının voltajına, amperajına ve güç gereksinimlerine, sistemin uygulamasına, sistemin kullanım ömrüne ve sistemin maliyetlerine bağlıdır.

Enerji depolama sistemleri (ESS), ESS üreticileri veya ESS entegratörleri tarafından tasarlanır, üretilir ve monte edilir. ESS üreticileri, hücrelerden muhafazaya kadar tüm bileşenleri eksiksiz bir paket halinde üretir ve monte eder. Entegratörler tipik olarak pilleri ve diğer bileşenleri satın alacak ve belirli parçaları üretecek ve sistemi müşterileri için tasarlayacak ve monte edecektir. Her iki durumda da, orijinal ekipman üreticileri (OEM'ler) ve entegratörler, anormal çalışmayı önlemek için kritik olan ESS'nin çalışmasını ve güvenliğini kontrol etmek için bir pil yönetim sistemi (BMS) kullanır.

BMS'nin tasarımı ve işletimi OEM'e veya entegratöre aittir ve bu noktada tasarımını etkileme olanağı sınırlıdır. Tasarım, donanım ve yazılım bileşenlerini içerebilir. Bu çalışmada açıklandığı gibi ESS'nin tüm çalışma ve güvenlik işlevlerini anlamak çok önemlidir.

ESS'ler tipik olarak bir binanın içine veya bir muhafaza içindeki bir binanın dışına kurulur. Dış kurulumlar değişkenlik gösterir ve öncelikle sistemin boyutuna bağlıdır. Küçük sistemler NEMA dereceli bir muhafazaya kurulabilirken, daha büyük sistemler yük konteyneri gibi bir metal hacme kurulabilmektedir. Çok büyük sistemler için, ESS'yi barındırmak için bağımsız bir bina kullanılabilir.

Bir bina içerisinde tesis edildiğinde, ESS'ler tipik olarak genel bir alan içindeki veya belirlenmiş bir odadaki elektrik panolarında bulunur. ESS için tüm destek sistemleri, ESS'nin ihtiyaçlarına bağlı olarak bina destek sistemleri tarafından sağlanır veya oda için özel olarak tasarlanmıştır. Bir binanın dışına kurulduklarında, muhafaza için tasarlanmış termal yönetim sistemleri (örn. HVAC sistemi) ile donatılırlar. Her iki kurulumda da diğer yardımcı öğeler bulunur: elektrik desteği (örneğin, invertörler / dönüştürücüler, enerji kesilmelerini içeren AC elektrik sistemleri, voltaj/amper monitörleri, yük monitörleri vb.) ve yangından korunma sistemleri.

2. ESS Bileşenleri

Bu sistemlerin nasıl oluşturulduğunu anlamak amacıyla, hücre seviyesinden sistem seviyesine kadar olan bileşenlerin bir açıklaması aşağıdadır.

2.1 Hücreler

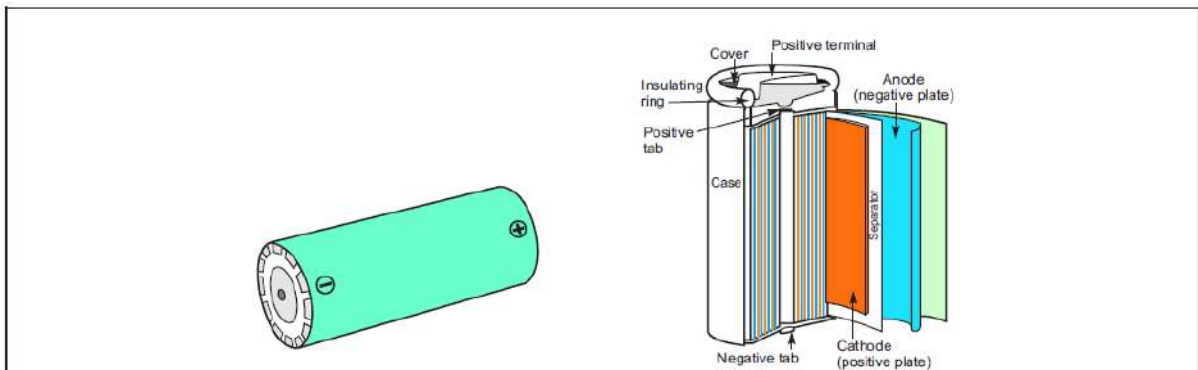
Lityum iyon hücreler, bir anot, bir katot, elektrolit, izolatörler, kutup başları, basınç ventili ve bir kaptan oluşan diğer pil hücrelerine benzer şekilde oluşturulur.

Her hücre, “ayırıcı” adı verilen ince bir dielektrik katmanla ayrılmış bir katot ve bir anottan oluşur.” Bir li-iyon hücresi, enerji depolamak için lityum iyonlarının pozitif ve negatif elektrotlar arasındaki hareketini kullanır.

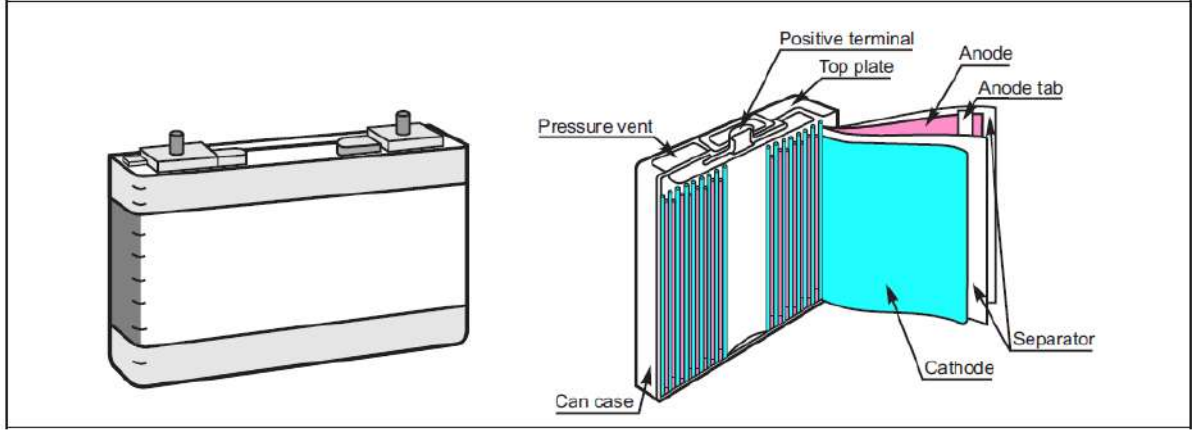
Lityum hiçbir zaman metalik formda bulunmaz, bu nedenle metalik lityumun doğal dengesizliği azaltılır. Tipik bir Li-iyon hücresi 3,6 ila 4,2 V arasında voltaj üretir. Ayrıca, anot yüzeylerinde oluşan ikincil elektrolit fazlar arası katman (SEI), iyonik olarak iletken ve elektronik olarak yalıtkan bir katmandır. Bu katman, Li-ion teknolojisinin çalışmasını kolaylaştırır. SEI'nin arızalanması, ısı oluşumuna ve termal kaçağa yol açar. Li-iyon hücreleri, performansı ve maliyeti etkileyen anot ve katodun kimyasal bileşimi ile ilgili çok çeşitli madde yapısını içerir. Katot bileşimi için, Li-nikel mangan kobalt oksit (NMC) ve Li-nikel kobalt alüminyum oksit (NCA) yapılarının aynı zamanda yüksek enerji yoğunluğu sağlarken çok kararlı oldukları bilinmektedir. Anot bileşimi için en popüler olanı kısmen grafitlenmiş karbondur.

Lityum titanat (LTO) tipik olarak yüksek güvenilirlikli uygulamalarda kullanılır çünkü daha yüksek stabiliteden yararlanır. Bununla birlikte, LTO hücreleri diğer bileşimlere kıyasla yaklaşık %30 daha düşük enerji yoğunluğu değerlerine sahiptir.

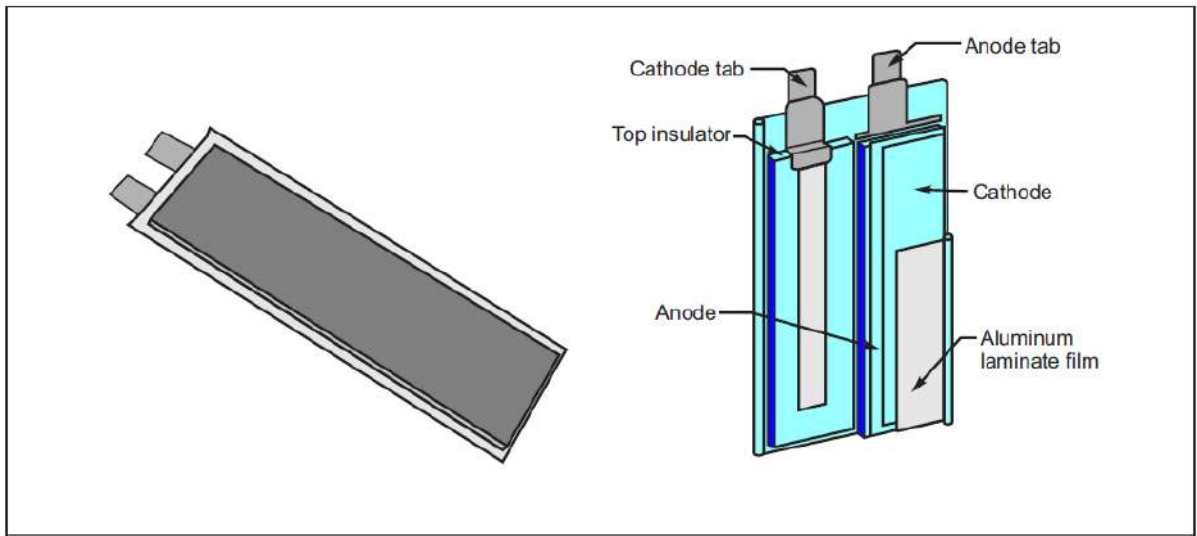
Küçük formatlı uygulamalardan bahsederken “hücre” terimi genellikle “pil” ile değiştirilebilir. Örneğin, üst pozitif ucu ve alt negatif ucu olan silindirik bir hücre birçok uygulamada kullanılır ve pil olarak adlandırılır. Hücreler aslında çeşitli biçimlerde gelir. En yaygın üç form: silindirik hücre, prizmatik hücre ve kese hücresidir.



Silindirik Hücre



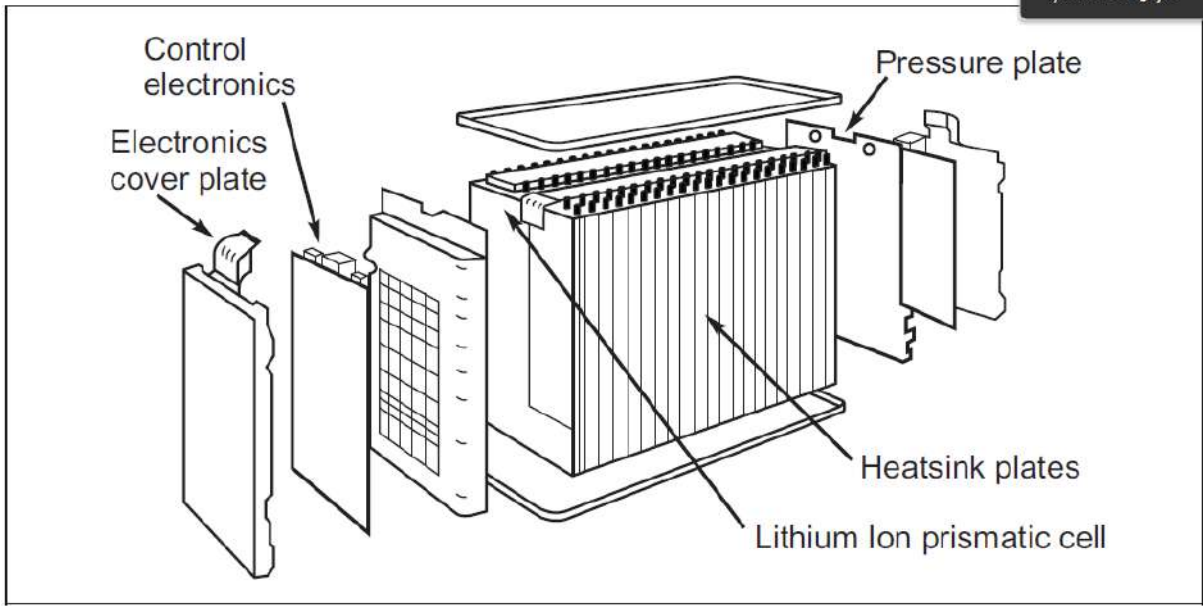
Prizmatik Hücre



Kese Hücresi

2.2 Modüller

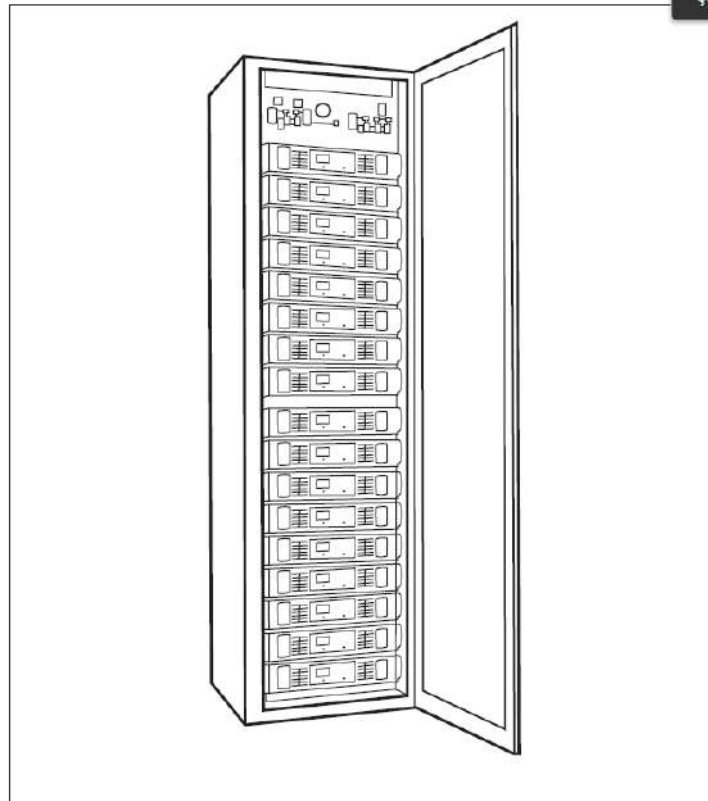
Bir sonraki yapı sırası lityum iyon modülü veya paketidir. Bu, kurulum için gerekli çıkış voltajını ve amperajı karşılamak için elektriksel olarak seri, paralel olarak düzenlenmiş veya her ikisinin bir kombinasyonu olan birden fazla hücrenin birleşimidir.



Modül Yapısı

2.3 Raflar

Bir raf, inverter/şarj cihazına beslenen yüksek bir DC voltajı geliştirmek için tipik olarak seri olarak bağlanan birden fazla modülden oluşur. Raf ayrıca, bir acil durum sırasında rafı izole etmek için anahtarlama bileşenlerinden (devre kesici, izolatör ve kontaktör) oluşur.



Çoklu Modüllerden Oluşan Tipik Raf Yapısı

2.4 Sistemler

Büyük kapasiteli bir ESS, paralel bağlı ve invertörü/şarj cihazını besleyen birden fazla raftan oluşur. ESS ayrıca pillerin temel işlevlerini, güvenli çalışma koşullarını ve acil durum müdahalesini kontrol eden pil yönetim sistemini (BMS) de içerir. Bir ESS ayrıca HVAC ve yangından korunma gibi yardımcı sistemleri de içerir.

3. ESS Uygulamaları

ESS uygulamaları toplu enerji, iletim, dağıtım ve ticari veya endüstriyel müşteriyi içerir.

3.1 Toplu Enerji Hizmetleri

Toplu elektrik enerjisi depolama, nispeten büyük miktarlarda enerjyi başka, genellikle daha uygun bir zamanda (genellikle yerel olarak) kullanılabilir hale getirmek amacıyla depolamak için kullanılır. Uygulamalar aşağıdakileri içerir:

*Elektrik enerjisi zaman kaydırması (arbitraj)

*Elektrik besleme kapasitesi

3.2 Yan Hizmetler

Yan hizmetler olarak kullanılan sistemler, elektrik şebekesinin sürekli bir elektrik akışı sağlama ve arz ile talebi eşleştirme yeteneğini kolaylaştırmak ve desteklemek için kullanılır. Tam bir elektrik kesintisinden sonra başlatma gücü sağlamak da bir yan hizmet olarak kabul edilir. Uygulamalar aşağıdakileri içerir:

*Düzenleme/frekans yanıtı

*Ek rezervler

*Voltaj desteği

*Yenilenebilir enerji kaynakları için yük takibi/yükseltme

3.3 İletim ve Dağıtım Hizmetleri

Bir iletim veya dağıtım altyapı hizmeti içinde kullanılan, stratejik olarak yerleştirilmiş elektrik enerjisi depolaması, bir enerji tamponu görevi görebilir ve dolayısıyla şebeke yükseltmelerini erteleyebilir. Uygulamalar aşağıdakileri içerir:

*Yükseltme erteleme

*Yoğunluğun giderilmesi

*Voltaj desteği

3.4 Müşteri Enerji Hizmetleri

Müşteri enerji yönetimi kapsamında kullanılan EES, müşteriyle ilgili hizmet sunmak için kullanılır. Bu, güç kalitesini artırmak, güvenilirliği artırmak ve/veya müşteri için ek kazanç elde etmek olabilir. Uygulamalar aşağıdakileri içerir:

*Güç kalitesi

*Güç güvenilirliği

*Perakende enerji zaman kaydırması

*Talep şarj yönetimi

4. Arıza Durumları

Lityum iyon pillerin performansı hem sıcaklığa hem de çalışma voltajına bağlıdır. Bu hücrelerin çalışabileceği güvenli bir çalışma penceresi vardır. Bu pencere hücre voltajının ve sıcaklığının bir fonksiyonudur. Hücre, 2V ile 4 V arasında bir voltajı korurken 0°C ile 100°C arasında çalışmalıdır. Bir arıza meydana gelirse ve hücre sıcaklığı 0°C altına düşerse, lityum kaplama şarj döngüsü sırasında meydana gelecek ve kısa devrelere yol açacaktır. 100°C'nin üzerinde çalıştırmak SEI termal katmanının bozulmasına yol açabilir ve 6 V'un üzerinde çalıştırmayla birleştiğinde elektrolit sızıntısına ve ardından buharın tutuşmasına neden olabilir. Aşırı sıcaklıklarda (200°C'nin üzerinde) çalışırken katot aktif malzemesi parçalanacak ve daha da fazla hasara neden olacaktır. 2 V'un altında çalışırken bakır çözülecek ve kısa devre meydana gelecektir. 4 V'nin üzerinde ve 0° ile 100°C arasında çalışırken, şarj sırasında lityum kaplama meydana gelecek ve bu da aşırı ısınmaya yol açacaktır.

Bu bölümde Li-ion hücrelerin arıza modları açıklanmaktadır. Bu arıza modları, arızayı tetikleyen kritik değişkene bağlı olarak dört geniş kategoriye ayrılabilir: voltaj, sıcaklık, mekanik yorgunluk ve döngü/eskime.

4.1 Aşırı gerilim

Şarj voltajı önerilen üst hücre voltajının üzerine çıkarılırsa aşırı akım akabilir ve iki soruna yol açabilir:

1. Lityum kaplama: Lityum iyonları anodun yüzeyinde metalik lityum olarak biriktikleri yerde birikir. Buna lityum kaplama denir. Sonuç, geri dönüşü olmayan bir kapasite kaybıdır ve kaplama dendritik formda meydana geldiğinden elektrotlar arasında kısa devreye neden olabilir. Mevcut lityum miktarı suyla reaksiyona girme tehlikesi oluşturacak kadar yeterli değildir ve bu nedenle lityum kaplama genellikle lityum iyon piller için bir sorun olarak görülmezken, dendrit büyümesi bir kısa devre tehlikesi olarak kabul edilir.

2. Aşırı ısınma: Aşırı akım aynı zamanda sıcaklığın artmasıyla birlikte hücrenin ısınmasının artmasına neden olur.

4.2 Düşük Gerilim/Aşırı Deşarj

Aşırı deşarj veya uzun süre depolama yoluyla hücre voltajının yaklaşık 2V'nin altına düşmesine izin vermek, elektrot malzemelerinin giderek bozulmasına neden olur.

Anotlar: Düşük voltajda, anot bakır akım toplayıcı elektrolit içinde çözünür. Gerilim arttıkça (şarj yoluyla), elektrolit boyunca dağılan bakır iyonları, buldukları her yerde metalik bakır olarak çökelir ve

akım toplayıcı folyoya geri dönmeleri gerekmez. Bu, sonuçta elektrotlar arasında kısa devreye neden olabilecek tehlikeli bir durumdur.

Katotlar: Hücrelerin uzun süreler boyunca 2 V'un altındaki voltajlarda tutulması, lityum kobalt oksit ve lityum mangan oksit katotları tarafından oksijenin serbest bırakılmasıyla katodun birçok döngü boyunca kademeli olarak bozulmasına ve bunun sonucunda kalıcı kapasite kaybına neden olur. Lityum demir fosfat hücrelerinde bu birkaç döngüde gerçekleşebilir.

4.3 Düşük sıcaklık

Çalışma sıcaklığının düşürmenin etkisi, hücredeki aktif kimyasalların dönüşüm hızını azaltmaktır. Bu, hem şarj hem de deşarj için hücrenin akım taşıma kapasitesinde bir azalma anlamına gelir. Başka bir deyişle, güç kullanma kapasitesi azalır. Azalan reaksiyon hızı yavaşlar ve lityum iyonlarının hareketini kısıtlar. Elektrotlar akım akışını karşılayamadığı için sonuç, geri dönüşü olmayan kapasite kaybıyla birlikte güçte azalma ve anotun lityum kaplaması olur.

4.4 Yüksek Sıcaklık

Yüksek sıcaklıklarda çalışmak hücrenin tahrip olmasına neden olabilir. Arrhenius etkisi, reaksiyon hızını artırarak hücrenin daha fazla güç elde edilmesine yardımcı olur, ancak daha yüksek akımlar, daha yüksek I²R ısı dağılımına ve dolayısıyla daha yüksek sıcaklıklara neden olur. Bu pozitif sıcaklık geri beslemesi, ısı oluşturulduğundan daha hızlı uzaklaştırılmadığı sürece termal kaçakla sonuçlanabilir.

4.5 Termal Kaçak

Termal kaçak oluşumunda, her biri bir önceki aşamaya göre daha fazla hasara neden olabilecek çeşitli aşamalar yer alır.

A. SEI katmanının bozulması. Bunun nedeni aşırı ısınma veya mekanik çarpma olabilir veya 80|SNC gibi nispeten düşük bir sıcaklıkta başlayabilir. Bu katman aşındığında elektrolit karbon anotla reaksiyona girer ve elektrolitik parçalanmaya ve katotun parçalanmasına yol açar. Bu reaksiyonlar ekzotermiktir ve sıcaklığı daha da artırır.

B. Elektrolit bozulması. Anot reaksiyonundan kaynaklanan ısı, elektrolitte kullanılan organik çözücülerin parçalanmasına neden olur ve yanıcı hidrokarbon gazları (Etan, Metan ve diğerleri) açığa çıkar, ancak oksijen açığa çıkmaz. Elektrolitin parçalanması nedeniyle oluşan gaz, hücre içinde basınç oluşmasına neden olur. Hücrelerdeki basınç tahliye deliği, gazları serbest bırakmak ve iç basıncı azaltmak için tasarlanmıştır.

C. Ayırıcının erimesi. Yüksek sıcaklıkta polimer ayırıcı eriyerek elektrotlar arasında kısa devre oluşmasına neden olur.

D. Katot bozulması. Elektrolit parçalanmasından kaynaklanan ısı, hem elektrolitin hem de hücre içindeki gazların yanmasını sağlayan oksijeni serbest bırakan metal oksit katot malzemesinin parçalanmasına neden olur.

Yeterli sıcaklık yönetim yoluyla termal kaçakların önlenmesini değerlendirmek için çeşitli çalışmaların yapıldığı belirtilmelidir. Bu kritiktir çünkü termal kaçak yayılımına karşı azaltıcı önlemlerin temelini oluşturur.

Tipik olarak termal kaçak, dahili hücre kusurları, mekanik arızalar (örn. titreşim veya genişleme büzülme döngüleri) nedeniyle dahili kısa devre olan bir hücreden kaynaklanır ve bu da mekanik hasara, harici ısınmaya, aşırı voltaj yüklenmesine veya pil yönetim sisteminin arızasına neden olabilir. Termal kaçak, yüksek sıcaklıklara ve gaz birikmesine neden olur ve pil hücresinde yangına ve/veya patlamaya yol açabilecek patlayıcı bir yırtılma potansiyeli vardır.

Bir termal kaçak olayı sırasında hücre, hücre muhafazası içinde veya ESS'nin kurulu olduğu odada biriken yanıcı gaz üretir. Çoğu dış mekan muhafazası üreticisi, gazı açan ve serbest bırakan özel olarak tasarlanmış bir havalandırma deliği içerir. Bazı durumlarda bu havalandırma deliği tıkanabilir veya düzgün açılmayabilir. Sıcak havalandırılan gaz, bitişik hücrelere doğru yönlendirildiğinde, bu hücrelere doğru termal kaçak yayabilir. Elektrik devresinden bağlantının kesilmesi gibi hızlı bir işlem yapılmazsa, termal kaçak hücreden hücreye yayılarak çok daha fazla hasara neden olabilir.

Diğer elektrik sistemlerinde olduğu gibi, elektrik yangınları da endişe vericidir ve maddi hasara neden olabilir ve ciddi durumlarda, lokal aşırı ısınma nedeniyle termal kaçak olayını başlatabilir.

Lityum pillerin aksine, lityum iyon piller suyla reaksiyona girmemektedir.

4.6 Mekanik Yorulma

Lityum hücrelerin elektrotları şarj ve deşarj sırasında genişler ve büzülür. Elektrotlar üzerindeki döngüsel gerilimler, sonunda elektrotu oluşturan parçacıkların çatlamasına yol açabilir ve hücre yaşlandıkça iç empedansın artmasına neden olabilir. En kötü durumda, SEI katmanı parçalanarak aşırı ısınmaya ve ani hücre arızasına yol açabilir. Alternatif olarak, elektrotlar ile mahfaza arasındaki izolasyon arızasından kaynaklanan dahili toprak arızası da hücre arızasına neden olabilir.

Benzer şekilde, her ısı döngüsünde elektrolitin yavaş yavaş bozulması, küçük miktarlarda gazların salınmasına yol açarak hücrenin şişmesine ve sonuçta hücre kasasının yırtılmasına neden olabilir.

Muhafazanın sızıntısı oksijen/nem girişine yol açarak elektrolitin ayrışmasına neden olabilir. Tipik olarak contalar ve kaynak hatası muhafaza arızasına neden olabilir.

Diğer mekanik arıza modları düşme, delme, darbe ve güvenli olmayan çalışmadır.

4.7 Döngü Ömrü ve BMS'nin Rolü

Yukarıda tartışıldığı gibi, önerilen çalışma penceresinin dışındaki sapmalar, hücrelerde geri dönüşü olmayan kapasite kaybına ve uygun şekilde yönetilmediği takdirde potansiyel olarak güvenli olmayan olaylara neden olabilir. Bu tür sapmaların kümülatif etkisi hücrenin ömrünü etkileyebilir veya en kötü durumda ani arızaya neden olabilir. BMS'nin ana işlevlerinden biri hücreleri tasarlanan çalışma penceresi içinde tutmaktır. Bu genellikle güvenlik cihazları kullanılarak ve çalışma koşullarının ve ortamın kontrol edilmesiyle gerçekleştirilir.

5. ESS için Önlemler ve Yangından Korunma

Pil sistemleri, modülleri ve hücreleri harici (elektriksel) yangınlara karşı korunmalıdır.

Pil konfigürasyonuna bağlı olarak hücre yangınları, tek tek hücrelerle veya etkilenen modüllerle sınırlı olmalıdır. Isı kaçaklarının etkilenen modülün ötesine yayılması önlenmelidir.

Gelişmekte olan bir termal kaçak, elektrolit salınımının tespit edilmesiyle mümkün olduğu kadar erken fark edilmeli ve ilk pil hücrelerinin ayırıcısı bozulmadan önce yeterli bir söndürme maddesi konsantrasyonu oluşturulmalıdır.

Yangın ve gaz algılama sistemlerinin doğru tasarımı ve doğru ürün kullanımı elektrolitlerin aşırı ısınmasından dolayı ortaya çıkan gazların erken safhada algılanabilmesi ve buna bağlı olarak mekanik havalandırma ve elektriksel önlemlerin devreye sokulması oldukça önemlidir. Bu doğrultuda hassas hava çekmeli duman örnekleme sistemleri en etkili ve güvenilir algılama sistemi olarak göze çarpmaktadır.

Söndürme sistemlerinin erken devreye dokulması, hem büyük miktarlarda patlayıcı elektrolit-oksijen karışımlarının oluşmasını önler hem de termal kaçakların önüne geçer, yayılması durdurulur.

Termal kaçak olayları çok yüksek miktarda ısı yaratır. Ortaya çıkan ısı, plastik yapı bileşenleriyle birleştiğinde çok büyük bir yangına yol açabilir. ESS'yi içeren bir yangında soğutma en iyi yöntemdir. Bu bağlamda sprinkler sistemleri ve su sisi sistemleri etkili yangınla mücadele yöntemlerinin başında gelmektedir. Bu sistemlerin uygulamasında NFPA 855, FM5-33 gibi standartlarda tasarım verileri yer almakla birlikte depolanan enerji kapasiteleri tasarımda dikkate alınması gereken önemli bir husustur,

Standartlarda yer alan enerji kapasitelerinin aşıldığı durumlarda uygulanacak su yoğunlukları geniş ölçekli yangın testleriyle belirlenmelidir.

Bunun dışında gazlı söndürme sistemleri soğutma etkisinin yetersizliği ve sınırlı deşarj durumundan dolayı diğer sistemlere nazaran tercih edilmemekle beraber geniş ölçekli yangın testleri çerçevesinde test edilmesi ve onaylanması durumunda değerlendirilebilir.

Doğru tasarım ve sistemlerle Li-ion pil enerji depolama sistemleri yönetilebilir bir risk haline gelebilir.

Kaynaklar :

FM Global DS 5-33 Li-Ion Battery Energy Storage Systems 2023

NFPA 855:2020 Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems

ÖZGEÇMİŞLER

Serkan CEYLAN

1983 yılında Kırşehir'de doğdu. 2002 yılında Hacı Fatma Erdemir Anadolu Lisesinden ve 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yüksek Lisans (MBA) programını tamamladı. Halen yangın korunum sektöründe faaliyet gösteren Norm Teknik Malz. Tic. San. A.Ş. şirketinde Mühendislik&Satış Departmanı Ekip Lideri olarak görevini sürdürmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

Ahmet Furkan AKYILDIZ

1999 yılında Sakarya'da doğdu. 2018 yılında İstek Kaşgarlı Mahmut Anadolu Lisesinden mezun oldu ve 2022 yılında Sakarya Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü tamamladı. Sakarya Üniversitesi Yangın ve Yangın Güvenliği Yüksek Lisans programıyla eğitim hayatına devam etmektedir. Yangın korunum sektöründe faaliyet gösteren Norm Teknik Malz. Tic. San. A.Ş. şirketinde sistem uzmanı olarak görevini sürdürmektedir.

SABİT ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ

Selçuk ŞANLI

ÖZET

Dünya üzerindeki enerji kaynakları klasik ve alternatif kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Klasik kaynaklar petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer enerji gibi kaynaklardır. Alternatif kaynakları ise güneş, rüzgar, hidrojen, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklar olarak sıralayabiliriz. Bu alternatif kaynaklar doğada sürekli var olan faktörlere dayalı olup en önemli özellikleri ise yenilenebilir olmaları ve doğaya zarar vermemeleridir. Yenilenebilir ve temiz enerji son yıllarda büyük ilgi görmekte, pek çok işletme ve oluşum bu yönde çeşitli adımlar atmaktadır. Enerjinin üretimi ile birlikte duyulan temel ihtiyaçlardan biri üretilen enerjinin depolanmasıdır. Bunun için pek çok cihaz geliştirilmiştir. Enerji depolama cihazları, kullanılan depolama teknolojisine bağlı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bunların içerisinde en çok karşımıza çıkan yeniden şarj edilebilir pil/hücreler olup en bilindik örneği lityum iyon pillerdir. Tüm bu sistemlerin işletilmesi esnasında çeşitli riskler ortaya çıkmaktadır. Bu risklerden bir tanesi de yangındır. Lityum iyon bataryalar, yüksek enerjili malzemeler ile yüksek yanıcılığa sahip elektrolitleri bir araya getirir. Bu nedenle, lityum-iyon bataryalı sistemler için yangından korunma sistemleri tasarlanırken, erken ve güvenilir bir yangın algılama planlanmalı ve uygun söndürücü kullanan sistemler ile entegre edilmelidir.

Anahtar sözcükler: Yenilenebilir enerji, enerji depolama, lityum iyon, yangın güvenliği, yangın algılama

FIRE SAFETY IN STATIONARY ENERGY STORAGE SYSTEMS

ABSTRACT

The energy resources in the world can be divided into two as classical and alternative sources. Classical resources are resources such as oil, coal, natural gas and nuclear energy. Alternative resources can be listed as solar, wind, hydrogen, hydroelectric and geothermal resources. These alternative resources are based on factors that are constantly present in nature, and the most important features are that they are renewable and do not harm the nature. Renewable and clean energy has attracted great interest in recent years, and many businesses and organizations are taking various steps in this direction. One of the basic needs with the production of energy is the storage of the produced energy. Many devices have been developed for this purpose. Energy storage devices can be classified in various ways depending on the storage technology used. Rechargeable batteries/cells are the most common among them, and the most common example is lithium-ion batteries. Various risks arise during the operation of all these systems. One of these risks is fire. Lithium-ion batteries combine high-energy materials with highly flammable electrolytes. Therefore, when designing fire protection systems for lithium-ion battery systems, early and reliable fire detection should be planned and integrated with systems using appropriate extinguishers.

Key words: Renewable energy, energy storage, lithium-ion, fire safety, fire detection

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki enerji kaynakları klasik ve alternatif kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Klasik kaynaklar petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer enerji gibi kaynaklardır. Alternatif kaynakları ise güneş, rüzgar, hidrojen, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklar olarak sıralayabiliriz. [1] Bu alternatif kaynaklar doğada sürekli var olan faktörlere dayalı olup en önemli özellikleri ise yenilebilir olmaları ve doğaya zarar vermemeleridir. Yenilenebilir ve temiz enerji son yıllarda büyük ilgi görmekte, pek çok işletme ve oluşum bu yönde çeşitli adımlar atmaktadır. Enerjinin üretimi ile birlikte duyulan temel ihtiyaçlardan biri üretilen enerjinin depolanmasıdır. Bunun için pek çok cihaz geliştirilmiştir.

2. ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ

Enerji depolama cihazları, kullanılan depolama teknolojisine bağlı olarak mekanik, elektrokimyasal, kimyasal, elektrikli veya termal cihazlar olarak sınıflandırılabilir:

- Pompalı hidroelektrik üretimi ve volanları (kinetik enerji depolama) içeren mekanik teknoloji en eski teknolojidir.
- Kimyasal teknolojiler yakıt hücreleri gibi enerji depolama teknolojilerini, mekanik teknolojiler ise elektrikli çift katmanlı kapasitörleri içerir.
- Elektrokimyasal teknolojiler, elektrik enerjisini kimyasal enerjiye (veya tersini) dönüştüren, pil adı verilen elektrokimyasal cihazları içerir. Bu tür teknolojiler arasında kurşun depolama pilleri, sodyum-kükürt piller ve lityum piller bulunur. Mobil bilgi teknolojisi (BT) cihazlarının ve elektrikli araçların son zamanlarda yaygınlaşmasına ek olarak, lityum ikincil pillerin seri üretiminin artması ve maliyetlerinin düşmesi, bu tür pilleri kullanan enerji depolama cihazlarına olan talebi artırdı.
- Enerji depolama cihazları, uygulanan teknolojiye ve depolama kapasitesine bağlı olarak Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS), İletim ve Dağıtım (T&D) sistemi desteği veya büyük ölçekli üretim için kullanılabilir.
- Elektrokimyasal, kimyasal ve fiziksel enerji depolama cihazları arasında son dönemde en çok ilgi gören teknolojiler UPS ve T&D sistem desteği kapsamına girmektedir.
- Elektrokimyasal enerji depolama cihazları birincil ve ikincil tipler olarak kategorize edilebilir:
- Birincil pil/hücre türleri “tek kullanımlıktır” ve yeniden şarj edilemez. Kuru piller ve (çoğu) alkalın piller birincil pillere örnektir.
- İkincil pil/hücre türleri şarj edilebilir. Boşalma sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyon, aküye ters yönde bir akım zorlanarak tersine çevrilebilir. Bu şarj akımının bir jeneratör veya güç kaynağı olabilecek başka bir kaynaktan sağlanması gerekir. İkincil pillerin örnekleri arasında Nikel-Kadmiyum (NiCd), kurşun asit ve lityum iyon piller bulunur [1].

Lityum iyon piller enerji depolama dediğimizde ilk aklımıza gelen ve pek çok ürün ve sistemde kullanılan bir teknolojidir.

3. LI-ION PİL TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMALARI

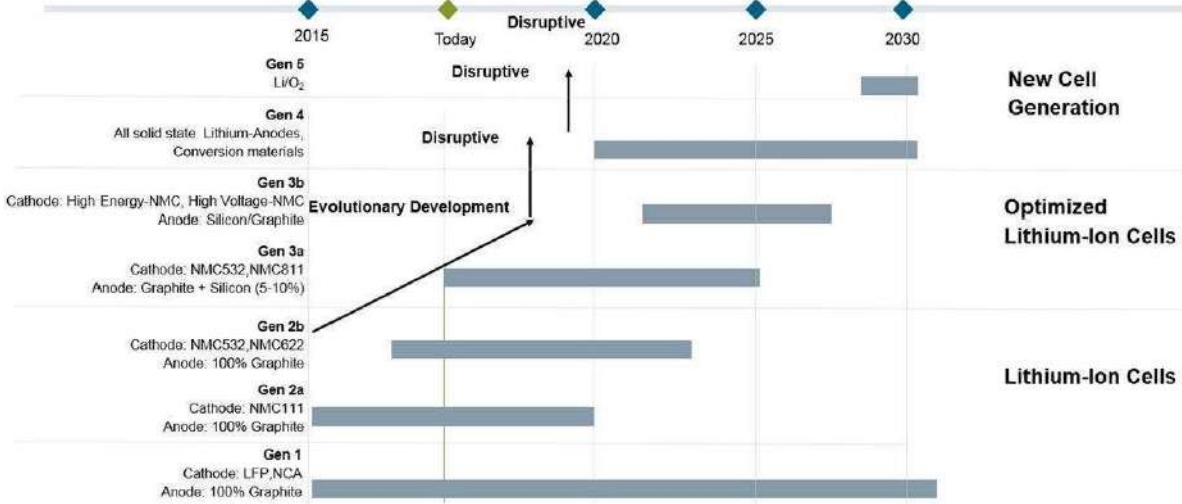
Lityum-İyon piller, yapı malzemeleri, kimyası ve konfigürasyonu açısından çok çeşitlidir ve gelişmeye devam etmektedir. Şarj edilebilirler (lityum pillerin aksine) şarj edilebilirler ve yanıcı bir elektrolit içinde lityum iyonları içerirler. Serbest lityum metali içermezler, ancak çoğu durumda Lityum-İyon piller yüksek enerjili malzemeleri son derece yanıcı elektrolitlerle birleştirir.

Hücre muhafazaları tipik olarak silindriği (jöle rulosu), kese/polimerleri (ezilmiş jöle rulosu/kitaplar/tabakalar) veya prizmatik yapılandırmak için kullanılan metal veya polimer olabilir. Katotlar, poli film ayırıcılı bir elektrolit içinde grafit gibi bir anoda sahip lityum kobalt oksit gibi oksit kaplı bir lityumdur.

Pillerin boyutu ve konfigürasyonu kullanım ve uygulamaya bağlı olarak değişiklik gösterir. Daha büyük piller Enerji Depolama Sistemlerinde (ESS) ve araçlarda bulunabilirken, daha küçük piller dizüstü bilgisayarlarda ve cep telefonlarında birçok ara uygulama ile kullanılmaktadır.

Piller voltajı artırmak için seri, kapasiteyi artırmak için paralel olarak düzenlenir.

Aşağıdaki şekil beklenen pil kimyası gelişimini göstermektedir. Burada ele alınan günümüz pillerinin teknolojilerinin önümüzdeki on yılın ortalarına kadar yaygın olarak kullanılmaya devam etmesi bekleniyor [3].



Şekil 1. Gelecekteki Lityum İyon Pil Gelişimi (Kaynak: SIEMENS White Paper “Fire protection for Lithium-Ion battery energy storage systems” – May 2020)

3.1. Lityum İyon Batarya Uygulamaları

Lityum-İyon piller, Nikel Kadmiyum (Ni-Cd) ve Nikel Metal Hidrit (NiMH) gibi diğer hücre ve pil teknolojisi biçimleriyle karşılaştırıldığında, güvenilir çalışmayla birlikte daha yüksek düzeyde kapasite sağlar. Özelliklerinin bir sonucu olarak Lityum-İyon piller, diğerlerinin yanı sıra enerji üretimi, iletişim, endüstriyel, araçlar, askeri ve havacılık uygulamaları da dahil olmak üzere çeşitli alanlarda tercih edilen pil teknolojisi haline gelmiştir. Bunlardan bazıları;

- *Pil Yönetim Sistemi (BMS)*
- *Bireysel Küçük Şarj Edilebilir, Taşınabilir Cihazlar ve diğer yaygın olarak kullanılan elektronik ürünler*
- *Küçük Elektrikli Mobilite*
- *Acil Durum Güç Sistemi veya UPS (Kesintisiz Güç Kaynağı)*
- *Elektrikli Mobilite ve Elektrikli Otomotiv (Araç Elektrifikasyonu)*
- *Enerji Depolama Sistemleri (ESS)*

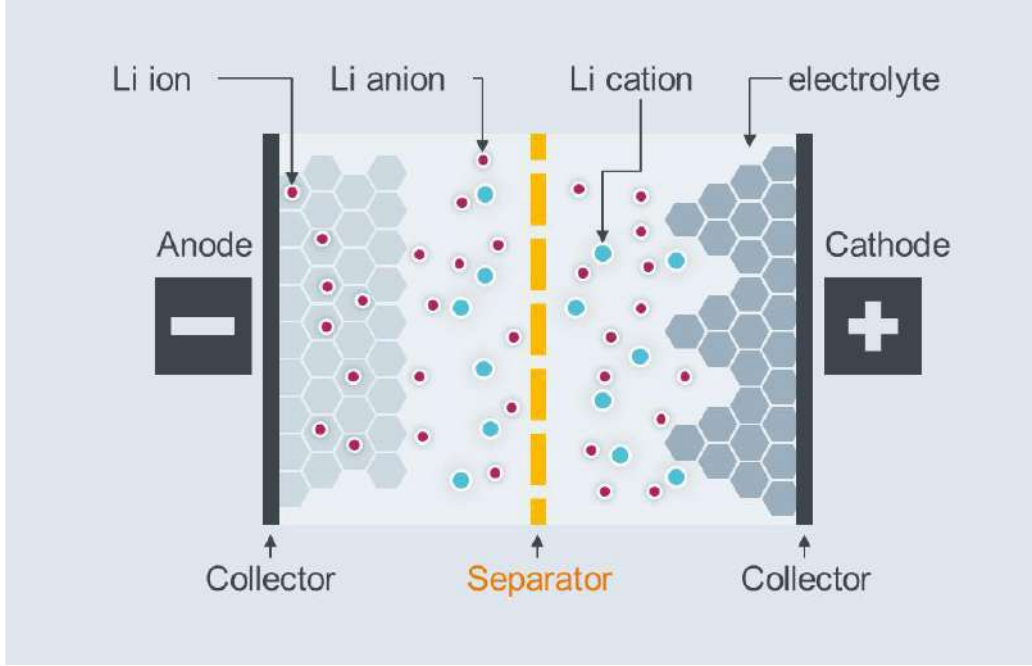
şeklinde dir.

4. YANGIN RİSK VE TEHLİKELERİ

Lityum-İyon pillerden depolanan ve çıkarılan enerjinin aktif kontrolü, pillerin artan popülaritesinin temeli olmuştur. Büyük olayların nispeten düşük sıklığı bu sistemler üzerine yapılan çalışmaları arttırmıştır. Bununla birlikte, Lityum-İyon pildeki bir arızanın ciddi sonuçlarını en aza indirmek için birden fazla savunma düzeyine ihtiyaç duyulur.

4.1. Lityum İyon Pillerin Doğasında Olan Riskler

Lityum İyon pillerin doğasında bulunan yangın riskini anlamak için öncelikle pil teknolojisini anlamak önemlidir.



Şekil 2. Lityum İyon Pil Yapısı (Kaynak: SIEMENS White Paper "Fire protection for Lithium-Ion battery energy storage systems" – May 2020)

Pil sisteminin kalbinde elektrokimyasal pil hücreleri bulunur. Her Lityum-İyon hücresi iki elektrottan oluşur: Anot (negatif elektrot) ve Katot (pozitif elektrot). Bu elektrotlar bir toplayıcı ve ona uygulanan aktif maddeden oluşur. Elektrotların arasında iyon ileten (tipik olarak yanıcı) elektrolit bulunur. Bu, hücre içindeki iyon değişimi işlemlerinin aracı olarak görev yapan çeşitli katkı maddeleri ile organik çözücüler içinde çözülmüş lityum tuzlarının bir karışımıdır. Son olarak, verimli iyon değişimini kolaylaştırırken elektrotların elektriksel olarak ayrılmasını sağlayan bir ayırıcı bulunur.

Lityum-İyon piller, yüksek enerjili malzemeleri genellikle yanıcı elektrolitlerle birleştirdiğinden ve daha yüksek uçuculuğa sahip doğrusal karbonatlarla karıştırılmış Etil Karbonat gibi organik solventler kullandıklarından, ayırıcıda (mekanik olarak veya yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan) herhangi bir hasar, yüksek termal kaçak olasılığı olan dahili kısa devre (bkz. bölüm 4.5.). güvenlik açısından kritik durumlar neredeyse kaçınılmazdır.

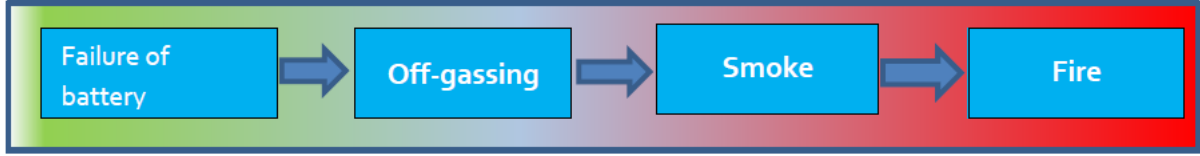
4.2. Lityum İyon Pillerin Arıza Nedenleri

Lityum İyon pillerin arızalanması ve bunun sonucunda ortaya çıkan aşırı ısınma ve/veya kendiliğinden tutuşma riski (bkz. "termal kaçak" aşağıdaki nedenlerden bir veya daha fazlasından kaynaklanabilir:

- Dahili üretim hataları (malzeme kusurları, kirlilik, montaj/inşaat hataları)
- Fiziksel hasar (bitmiş mallara montaj, nakliye, elleçleme, atık imhası veya servis sırasında; kazara veya kötü niyetli)
- Dendrit oluşumu nedeniyle ayırıcı arızası (tespit edilemeyen yaşlanma ve ardından gelen dahili kısa devre nedeniyle)
- Mekanik istismar (Ezilme / Penetrasyon)
- Termal istismar
 - yüksek sıcaklıklara maruz kalma (örn. iklim kontrollü olmayan depolama)
 - alevlere maruz kalma
 - bitişik/komşu hücre(ler)den gelen ısı
- Elektrikğin kötüye kullanılması
 - aşırı şarj / aşırı deşarj,
 - kısa devre İyon

4.3. Lityum İyon pil arızalarının aşamaları

Lityum İyon pil arızalarının aşağıdaki şekilde gösterilen dört farklı aşaması vardır:



Şekil 3. Lityum İyon Pil Yangınlarının aşamaları

Gaz çıkışı (Off-gassing), termal kaçak öncesinde, ilk akü hücresi havalandırması sırasında meydana gelir, daha sonra termal kaçak meydana geldiğinde artar ve daha sonra devam eder. Tipik olarak silindirik ve prizmatik hücreler, aşırı basıncı tahliye etmek için özel olarak tasarlanmış basınç tahliye deliklerine sahiptir. Kese hücreleri tipik olarak bu tür basınç tahliye mekanizmalarına sahip değildir. Bunun yerine, kese belirli bir dereceye kadar gaz çıkışını karşılamak için belirli bir dereceye kadar genişleyebilir, ancak aşırı basıncın öngörülebilir bir şekilde/konumda hafifletilmesi için (genellikle bir dikiş veya kasıtlı zayıf nokta boyunca) patlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu ilk gaz tahliyesi, tespit edilebilmesi koşuluyla erken müdahale için iyi bir fırsat sağlar.

Arızalı bir pilin ürettiği sıcaklıklar, inşaat malzemelerinin tasarım sınırlarını aşmaya başladığında, bunların ayrışması, özellikle yüksek sıcaklıklara eşlik eden termal hava akımları üzerinde taşınan ayrışma parçacıkları tarafından oluşturulan duman üretecektir. Bazı durumlarda, örneğin pil arızasının harici ısı nedeniyle tetiklenmesi durumunda, gaz çıkışı meydana gelmeden önce duman açığa çıkabilir. Bu aşamada erken duman tespiti, müdahale tedbirlerini başlatmak için kullanılabilir ve kullanılmalıdır. Tersine, diğer arıza modları (örneğin aşırı şarj) nedeniyle dahili olarak ısı üretildiğinde, gaz çıkışı meydana geldikten sonra duman ve yüksek dış sıcaklıkların meydana gelme olasılığı daha yüksektir (Şekil 3).

Yüksek sıcaklıklar, potansiyel olarak yanıcı gaz bulutları ve artan duman miktarları nedeniyle, yangın durumuna geçiş ve alevlerin gelişmesi, özellikle termal kaçak kontrol edilmediği ve üstel sıcaklık artışıyla bitişik hücrelere yayıldığı durumlarda neredeyse kaçınılmazdır.

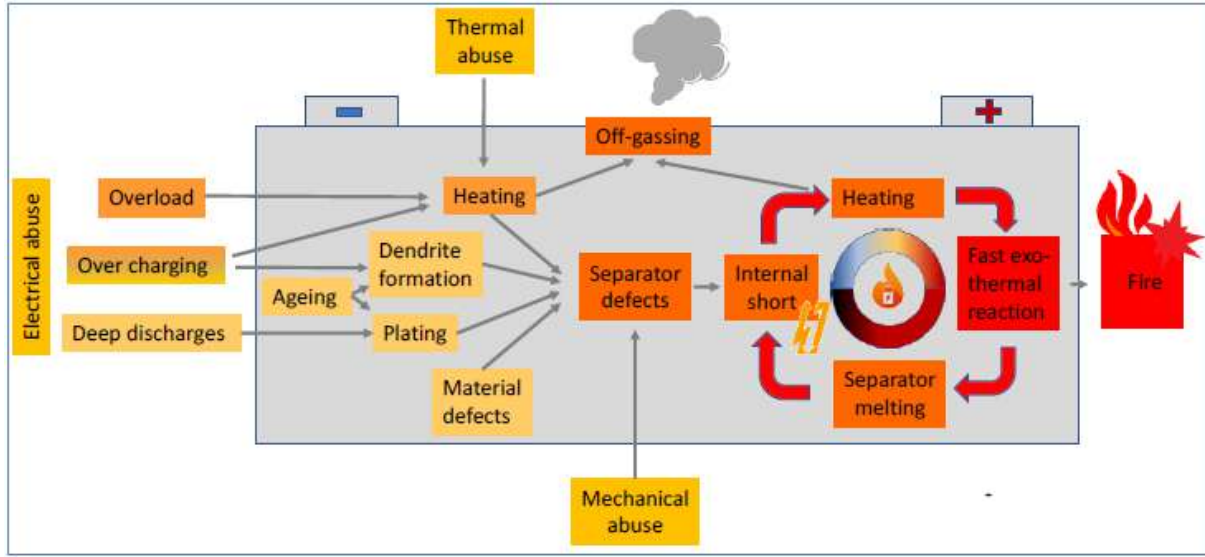
4.4. Riskler

Bir yangının oluştuğu ve geliştiği andan itibaren görev, yangının önlenmesinden söndürme ve kontrol altına alma aşamasına geçer. Bir odada Lityum-İyon pillerin bulunması bile, ister depoda ister çalışır durumda olsun, önemli bir yangın riskini temsil eder. Bu nedenle, meydana gelmesi durumunda yangının yayılmasını sınırlamak için daima önlemler alınmalıdır. Bu nedenle, kontrol altına alma, riski azaltma açısından temel bir husustur ve bir Lityum-İyon pil yangınının aşağıdakiler de dahil olmak üzere ciddi sonuçlarını dikkate alınmalıdır:

- zehirli gazların salınımı (HF, CO, CO₂, POF₃, vb.)
- ısı salınımı
- yanıcı malzemelerin yakılması
- patlama riski

4.5. Termal Kaçak

Lityum İyon pilin termal kaçağı, tek bir hücre veya hücre içindeki alan, termal arıza, mekanik arıza, dahili/harici kısa devre, aşırı deşarj, aşırı şarj veya elektrokimyasal kötüye kullanım nedeniyle yüksek sıcaklıklara ulaştığında meydana gelir. Hücrenin iç sıcaklığı organik bir sıvı olan elektroliti ateşleyecek kadar yükseldiğinde katottaki oksit malzeme parçalanacak ve oksijen açığa çıkacaktır. Böylece, hasar görmüş hücrede artık kendi oksijenini üretebilen bir yangın için yakıt (sıvı organik elektrolit) ve oksijen (katottaki oksitlerden) bulunur ve bu da yangının söndürülmesini son derece zorlaştırır.



Şekil 4. Lityum İyon hücreler için termal kaçak sebep/sonuç ilişkisi

Yüksek sıcaklıklarda (termal kaçaktan önce), hücre malzemelerinin ekzotermik ayrışması başlar. Sonuç olarak, hücre içindeki iç basınç, elektrolit buharı başlangıçta bir tahliye valfi aracılığıyla veya kabuğun kontrollü kırılması yoluyla serbest bırakılıncaya kadar artacaktır. Gazdan arındırmanın ilk aşamalarında dışarı çıkan buharların erken tespiti, bataryayı çevreleyen süreçlere, özellikle de bunları destekleyen şarj ve soğutma sistemlerine müdahale etme fırsatı sunabilir. Bu aşamada basınç gazlar elektrolit çözücülerdir. Sonunda, hücrenin kendi kendine ısınma hızı, ısının çevreye dağılma hızından daha büyük olur, hücre sıcaklığı katlanarak artar, sonuçta stabilite kaybolur ve termal kaçak ortaya çıkar. Bu aşamada yayılan gazlar termal ayrışmanın göstergesidir ve CO, CO₂ ve H₂'yi içerir. Stabilite kaybı aynı zamanda kalan tüm termal ve elektrokimyasal enerjinin çevreye salınmasına da neden olur. Termal kaçak genellikle tek bir hücrede başlar ve termal yayılım bitişik hücrelerde domino etkisi yaratmadan önce gerçekleşir. Böyle bir termal kaçağın başlaması durumunda:

- hücredeki termal kaçağı durduracak kanıtlanmış hiçbir teknoloji bulunmamaktadır
- gelişmek için oksijene ihtiyaç duymaz
- başlangıçta yalnızca tek bir hücrede birkaç saniye sürer – akü sistemindeki hücre sayısına
- bağlı olarak ve domino etkisiyle toplamda birkaç saatten birkaç güne kadar sürebilir.
- böylece malzemelerde saatlerce sürebilecek yüksek sıcaklıklara (600°C'nin üzerinde) neden olur.

5. ALGILAMA VE SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Lityum iyon enerji depolama sistemlerinde yangın algılama ve söndürme sistemlerinden önce pasif/önleyici sistemler üzerinde durulmalıdır. Bu sistemler yangın riskini azaltan veya yangın durumunda zararı azaltan sistemler olarak tanımlanabilmektedir.

- Pilin termal stabilitesi için alev geciktirici eklenmesi,
- Arıza engelleyici önlemler
- Piller için ilave (yangına dayanıklı) bölmeler
- Pil yönetim sistemlerinin (BMS) izlenmesi

bu tür sistemlere birer örnektir.

Lityum iyon enerji depolama sistemlerinde gelişen yangınları farklı aşamalarda tespit etmek için birçok teknoloji mevcuttur, ancak bir algılama sistemi seçmeden önce bazı temel prensiplerin dikkate alınması gerekir:

- Hücrenin ilk havalandırması başladıktan sonra gaz veya dumana dayalı yangının çok erken tespiti mümkündür. Böyle bir havalandırma olayının ardından farklı teknolojilerle güvenilir algılama gerçekleştirilebilir.

- Algılama sistemi, termal kaçakların yayılmasını durdurmak için erken bir önlem olarak önemli bir rol oynar ve genel hasarı önemli ölçüde sınırlandırır.
- Farklı algılama teknolojileri ve dedektör tipleri farklı özelliklere sahip olduğundan, duruma göre veya uygulamalara/kurulumlara göre uygun bir çözüm seçilmelidir.

Bu durumlar söndürme sistemleri için de geçerlidir. Tüm uygulamalar için eşit derecede uygun bir koruma konsepti olmadığından, her uygulama onaylı sistemlerin [2] kullanımına dayalı özel bir çözüm gerektirir. Optimal konsepti seçmeden önce önlemlerin hedefleri, koruma konsepti ve kullanılan teknolojilerin olası yan etkileri dikkate alınmalıdır. Piyasada mevcut olan teknik seçeneklere ek olarak, uygulamanın tüm çevresel durumu dikkate alınmalıdır.

Konsept, aşağıdaki hususların dikkate alınmasını içeren bütünsel bir yaklaşım sağlamalıdır:

- Risk değerlendirmesi
- Koruma amaçları ve hedefleri
- Pasif/Önleyici Yangından Korunma
- Yangının bitişikteki akülere ve alanlara yayılmasını önleyin
- Pil Yönetim Sistemi (BMS) (Akü arızasının tespiti)
- Yangın/Duman algılama sisteminin türü
- Off-gas algılama sistemi
- Otomatik inertleme sistemi
- Otomatik söndürme sistemi
- Yan etkiler
- Havalandırma / Ekstraksiyon
- Aşırı basınç tahliye sistemi
- Geçerli standartlar
- Ulusal veya bölgesel itfaiye düzenlemeleri

6. SONUÇ

Hayatımızın vazgeçilmezlerinden olan Enerji Depolama Sistemleri ve Lityum iyon piller ihtiyaçlarımız doğrultusunda ilgili standartlar ve kurallara uygun olarak tasarlanıp kurulmalıdır. Bu sistemler için yangından korunma sistemleri tasarlanırken, erken ve güvenilir bir yangın algılama planlanmalı ve uygun söndürücü kullanan sistemler ile entegre edilmelidir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Koç, E., Şenel, M. C. 2013. "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme," Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 32-44
- [2] Euralarm-Guidance on approved system versus approved components – publicly available: see: <https://euralarm.org/euralarm-publications/public-guidelines/guidance-on-gaseous-systems-approved-systems-versus-approved-components>
- [3] Euralarm-Guidance on Integrated fire protection solutions for Lithium-Ion batteries, 2022
- [4] SIEMENS White Paper "Fire protection for Lithium-Ion battery energy storage systems" Published May 2020 <https://new.siemens.com/global/en/markets/data-centers/fire-safety/whitepaper-fire-protection-for-li-ion-battery-energy-storage-systems.html>
- [5] Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems, NFPA 855, 2020
- [6] FM Global Property Loss Prevention Data Sheets - Electrical Energy Storage Systems, FM Global DS 5-33, July 2020

ÖZGEÇMİŞ

Selçuk ŞANLI

1988'de İstanbul'da doğdu. 2006 yılında Süleyman Nazif Y.D.A. Lisesi'nden mezun oldu. 2011 yılında Kocaeli Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olarak meslek hayatına başlamıştır. Yangın söndürme sistemleri üzerine çalışmaya 2014 yılında başlamış olup 2021 yılından beri Viking Turkey Yangın Korunum Sistemleri firmasında Gazlı Söndürme ve Algılama Sistemleri üzerine Teknik/Satış Destek Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

VERİ MERKEZLERİNDE YANGINDAN KORUNMA: SİGORTALAMA KURULUŞLARI GÖZÜNDEN TEKNİK BİR BAKIŞ

Emin Ö. İLİŞ

ÖZET

Günümüzde verinin transfer edilmesi, depolanması ve telekomünikasyonun kritik sistemler olduğu ve bu sistemlerin içerdiği donanımın korunumunun birçok global organizasyonun iş sürekliliğini önemli ölçüde etkilediği herkes tarafından bilinmektedir. Yani başka bir deyişle veri merkezleri ve telekomünikasyon tesisleri, yangın, duman ve su hasarları gibi tehlikelere karşı hassas, değeri yüksek sistem ekipmanlarına sahiptir. Bu tehlikelere karşı maruziyet, bu alanların içinde oluşabilir veya dışarıdan gelebilir, donanım ve verilere önemli ölçüde zarar verebilir, iş kesintilerine ve mali kayıplarına neden olabilir. Maruz kalınacak tehlikelerin bu ekipmanlara uygun şekilde tanımlanması ve ekipmanların doğru şekilde korunması zorunludur. Tehlikeleri gözden geçirirken ve riski azaltmak için en uygun maliyetli çözümleri belirlerken uzman mühendislik danışmanlığı hayati önem taşır.

Sistemler bu tehlikelerden, pasif ve aktif alternatif çözümler ile korunabilir; pasif çözümler çoğunlukla kurulum aşamasında riski azaltır. Diğer alanlardan yangına karşı dayanıklı malzemeler ile ayrıştırmak, yapıda yanıcı olmayan malzemelerin kullanımı ve doğal afetlere karşı hazırlıklı olmak pasif korunma unsurları olarak sayılabilir. Aktif korunma unsurları olarak söndürme sistemleri, yüksek hassasiyetli duman/su dedektörleri, bunlarla ilgili alarmlar, otomatik/manuel kapatma sistemleri sayılabilir. Bu makalede, veri merkezlerinde yangın güvenliğinin bilimsel ve teknik bir bakış açısıyla, Factory Mutual (FM) Global'in kayıp önleme standardı olan "05-32: Veri Merkezleri ve İlgili İşletmeler" adlı belgesinden faydalanılarak anlatılması amaçlanmaktadır. Ele alınan konular arasında veri merkezlerinde meydana gelebilecek farklı yangın tehlikeleri, kapsamlı bir yangın koruma planının önemi ve yangın koruması teknolojisindeki son gelişmeler yer almaktadır.

Anahtar sözcükler: Veri Merkezleri, Telekomünikasyon Tesisleri, Kesintisiz Güç Kaynakları (UPS), Yangın Maruziyeti, Yangın Algılama, Yangından Korunma.

FIRE PROTECTION IN DATA CENTERS: A TECHNICAL PERSPECTIVE FROM THE VIEWPOINT OF INSURANCE INSTITUTIONS

ABSTRACT

In contemporary times, it is universally acknowledged that the data transfer, data storage, and telecommunication constitute critical systems. The preservation of the hardware encompassed within these systems exerts a significant impact on the business continuity of numerous global organizations. Therefore, due diligence in the safeguarding of such infrastructural elements is not merely advisable, but imperative. In other words data centers and telecommunication facilities feature high-value system equipment that is sensitive to fire, smoke, and water damage hazards. Exposures to this hazards may emerge both internally and externally and also consequent damages can mean extended downtime and cost. It's imperative that exposure to hazard for this equipment be properly identified and protected. Engineering expertise consultation is vital to put forth these hazards and to identify the most cost-effective solutions to mitigate the risk.

There are alternative passive and active protection solutions. Passive solutions mostly mitigate the risk at the installation phase. The combustibility of materials used in construction, fire resistance rated

compartmentation and preparedness for natural hazards could be considered as such passive protection measures. Active protection measures may be deemed as extinguishing systems, high sensitive smoke/water detection, their related alarms, automatic/manual shut-down systems. This presentation aims to present fire protection in data centers from a scientific and technical point of view, making use of Factory Mutual Global's (FM) Property Loss Prevention Data Sheet, "05-32, Data Centers and Related Facilities". Topics covered include the fire hazards that can occur in data centers, the importance of a comprehensive fire protection plan, and the latest advances in fire protection technology.

Key words: Data Centers, Telecommunications Facilities, UPS, Fire Exposure, Fire Detection, Fire Protection.

1. GİRİŞ

Veri merkezleri son yıllarda dijitalleşmenin hayatımızdaki rolünün artmasıyla önemli ölçüde gelişti ve ihtiyaçlara binaen hemen her tesiste bulunan küçük örneklerden, binlerce sunucunun sığdırıldığı dönümlerde büyüklükteki büyük tesislere varan seviyelere ulaştı. Bu konu kapsamındaki tesisler arasında network kontrol odaları, yayın odaları ve teşhis ekipmanları bulunmaktadır. Bu tesislerin ortak amacı ise hızlı, güvenli, kesintisiz veri işleme, depolama ve iletim talebini karşılamaktır. Veri işleme altyapısını barındıran fiziksel yapılar, kritik veri akışını kesintiye uğratabilecek risklere açıktır. Pasif ve proaktif önlemler bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Veri merkezleri ve bunların kritik sistem ve ekipmanlarını kapsayan mülkün kaybını önleme önemli bir konudur. Çünkü birtakım tesisler kendi içinde yedekleme veya çoklama unsurlarını da içerirler. Bu anlamda tehlikeleri tanımlamak ve mülkün korunması ile iş sürekliliğinin sağlanması için riskin bölünmesi dahil birtakım öneriler oluşturulmuştur. Ancak mülk kaybı ve risk önleme için bu alandaki bazı terimlerin açıklanmasında fayda vardır. Öncelikli olarak bu alanların risk unsurlarını ortaya koymamız gerekir. Veri merkezleri ve benzeri tesislerde ana tehlike; yangın, duman, çeşitli kaynaklardan gelen sıvılar ve doğal afetlere maruz kalma olarak sayılabilir. Yangınla ilgili tehlikeler arasında enerjili ekipman ve kablolar, güç kaynağı alanları (yedek jeneratör yakıt sistemleri ve UPS aküleri) ve yedek kabloların (plastik) ve diğer yanıcı malzemelerin depolanması yer alır. Enerjili ekipman ve kabloların yangını öncelikle duman oluşturarak yavaş yavaş büyüyecek ve manuel veya otomatik olarak zamanında müdahale edilmezse güç kapatılıncaya kadar tamamen söndürülemeyecek ve engellenmezse yangın diğer alanlara sıçrayarak büyüyebilecektir. Ayrıca, veri merkezinin işleyişine yönelik tehlikeler arasında, veri işleme ekipmanı destek sistemleri yangınlarını (örneğin HVAC sistemleri) yani bu sistemlerin ihtiyaç duyduğu destek sistemlerine dolaylı olarak güç verilememesini dikkate almamız gereklidir.

2. KAYIP ÖNLEME ÖNERİLERİ

FM Global, veri merkezleri ve ilgili tesisler için kayıp önleme önerilerini "FM Global Data Sheet 5-32; Veri Merkezleri ve İlgili Tesisler" standardında ortaya koymaktadır. Bu belge bu tesislerle ilişkili tehlikeleri tanımlarken aynı zamanda "Mülkün Korunması" ve "İş Sürekliliğinin Sağlanması" gibi perspektiflerle risk azaltma çözümleri önermektedir. Veri merkezi tesislerindeki kayıplar, iki temel başlık altında toplanabilir:

- i) Pasif Önlemler
- ii) Proaktif Önlemler

2.1. Pasif Önlemler

Pasif önlemler veri merkezinin kurulum aşamasında alınacak önlemleri içerir. Bu önlemler bina kurulumu-lokasyonunun belirlenmesi ve komşu alanlardan doğru yapı malzemeleri ile ayrıştırılmasıyla başlar. Lokasyonun bulunduğu doğal afetler karşısında alınabilecek önlemler ile devam eder.

Bu tesislerin projelerinde, yanmaz yapı malzemelerinin, plenumlarda kullanmaya uygun iletken, kablo ve kanalları ile enerji/veri iletim düzeneklerinin, yangını yaymayan sıcak/soğuk koridor muhafaza malzemelerinin ve yanmaz filtrelerin ve izolasyonun kullanılmasına özellikle dikkat edilmelidir.

2.1.1. Bina Yapısı ve Lokasyon

Veri merkezleri yangına dayanıklı malzemelerden inşa edilmeli ve duman üretebilir plastik ve benzeri malzemelerin kullanımından kaçınılmalıdır. Plastik malzemeler FM onaylı veya test edilmiş malzemelerden seçilmelidir. Veri merkezlerinin dışarıdan gelen yangına karşı korunması önemlidir. Yanıcı maddelerin binaya veya binanın hava girişine/girişlerine bulunmasına izin verilmemelidir.

2.1.1.1. Duvarlar, Pencere ve Kapılar

İç duvarlar, bölmeler ve zeminler bir saatlik yangına dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. Güç ekipmanı odaları (yedek jeneratör ve AC gücü) ve paketli veri merkezi yedek parçaları yangına dayanıklı iç duvarlar, bölmeler ve zeminler ile ayrılmalıdır. Odanın yapısal zemininden yukarıdaki yapısal zemine (veya çatıya) kadar yangına dayanıklı iç duvarlar inşa edilmelidir. Veri işleme ekipman odasına açılan iç pencereleri ve kapıları en aza indirilmeli, temel iç pencere ve kapılar için temperli veya telli camlar ve yangına dayanıklı kapılar kullanılmalıdır. Kapılar zaman zaman veya kalıcı olarak açık tutuluyorsa, duman dedektörünün aktivasyonu ile elektromekanik veya elektromanyetik olarak kapatılması sağlanmalıdır.

2.1.1.2. Geçişler ve Yalıtım

Yangına dayanıklı zeminlerde ve duvarlarda, içinden kanalların, boruların, iletkenlerin (Busbar vb.) ve kabloların geçtiği açıklıkları, duvar veya zeminin derecesine eşdeğer yangın dayanıklılığına sahip FM onaylı, sertifikalı malzemeler ile yalıtım gerekir. Ekipman odası geçişleri için yangına dayanıklılık derecesine ek olarak, mümkün olduğu kadar düşük ancak $2,1 \text{ m}^3/\text{dak}/\text{m}^2$ aşmayacak sızıntı dereceli bir geçiş yalıtımı sağlanmalıdır. Yeni inşaat veya modifikasyonlar devam ederken, gece ve gündüz çalışma durdurulduğunda koruma sağlamak için geçici FM Onaylı yangın durdurucu geçiş yalıtım malzemeleri (örneğin tuğlalar, dübelleri, yastıklar) takılmalıdır. Yangına dayanıklı zeminlerde ve HVAC kanal (lar)ının geçtiği duvarlardaki açıklıkları, duvar veya zeminin derecesine eşdeğer yangına dayanıklılık derecesine sahip FM Onaylı bir yangın damperiyle kapatmak gerekir. Kabloların zarar görmesini önlemek için zeminlerde düzgün veya korumalı elektrik kablosu açıklıkları (örneğin rondelalar, kablo rakorları) sağlanmalıdır. Binaya ve yükseltilmiş zeminin altındaki zemine bina yalıtımı ve elastomerik malzemeler döşenmesi sağlanmalıdır. Boru ve kanalları yanmaz yalıtım malzemeleri (örneğin, folyoya sarılı cam elyafı veya mineral elyaf yünü) veya FM onaylı yalıtım (Örneğin, FM Onay Standardı 4924'e göre) malzemeleri ile yalıtılmalıdır.

2.1.1.3. Tavan ve Tabanlar

Yükseltilmiş döşeme ve asma tavanlar Sınıf I (FM Global Data Sheet 1-12; Tavanlar ve Gizli Alanlar) yanıcı olmayan malzemelerden kurulmalı ve tavanların maksimum yüksekliğini 9m ile sınırlandırılmalıdır.

2.1.1.4. Ekipman ve Prosesler

Ulusal olarak tanınan bir test laboratuvarı (NRTL) tarafından kullanım amaçlarına uygun olarak güvenlik standartlarında listelenen ekipmanı ve yedek parçaları kullanılmalıdır. Yanıcı olmayan malzemelerden yapılmış sunucu muhafazaları (örneğin kabinler) ve raflar sağlanmalıdır.

Ekipman raflarında veya sıcak/soğuk koridor muhafaza sisteminde hava akışını yönlendirmek için sunucu raflarında kullanıldığında metal, yanmaz malzeme veya FM Onay Standardı Sınıf 4910'a göre spesifikasyon testinden geçmiş plastik veya dumana duyarlı mekanlarda kullanım için FM Onay

Standardı Sınıf 4882'ye göre spesifikasyon testine tabi tutulmuş FM Onaylı plastik iç duvar kaplama malzemeleri kullanılmalıdır. Ekipmanın yağlanması ve/veya soğutulması için bir sıvı kullanılıyorsa kapalı yapılı bir konteyner, yanmayan bir sıvı veya FM onaylı kaplarda korunmalıdır.

“FM Global Data Sheet 5-19; Anahtarlama Donanımı ve Devre Kesiciler”, “FM Global Data Sheet 5-20; Elektrik Testi” ve üreticinin talimatlarına uygun olarak ekipman için uygun topraklama ve binanın yıldırımından korunması sağlanmalıdır.

2.1.1.5. Kablolama

İletişim, veri (örn. koaksiyel ve fiber optik) ve güç kabloları, maksimum alev yayılma mesafesi 1,5 m veya daha az olan malzemelerden seçilmelidir. Güç kablolarını ayrı bir kablo kanalı veya iletim düzeneğinde tutarak güç kablolarını iletişim/veri kablolarından ayırmak gerekir. Kullanımda olmayan ve gelecekte servise alınması planlanmayan, terk edilmiş veya olağan yedek kabloları çıkartmak gerekir. Mümkün olduğunda yanıcı olmayan malzemelerden yapılmış kablo kanalları ve yönlendirme düzenekleri kullanılmalıdır. Plastik malzemeler sadece FM onaylı veya test edilmiş malzemelerden seçilmelidir. Güç kabloları için, polivinil klorür (PVC) malzemedan yapılmış kablo kanallarını, yönlendirme düzeneklerini veya bağlantı kutularında kesinlikle kullanılmamalıdır.

2.1.2 Doğal Afetlerden Korunma

2.1.2.1 Deprem

Tesis, 500 yıla kadar deprem bölgesinde yer alıyorsa deprem tasarımı ve değerlendirmesi konusunda uzmanlaşmış bir danışmanlık firmasına sismik risk analizi yaptırılmalıdır. Tesis inşaat tasarımının tüm yönlerinin yanı sıra yerel kanunlara göre uygunluğu belirlenmeli ve alınmalıdır. Mümkün olduğunca sismik koruma için FM Approvals kılavuzunda listelenen yapı ve koruma bileşenlerini kullanılmalıdır. Sprinkler, su sisi ve özel yangın koruma sistemlerinin (örneğin gazlı söndürme sistemleri) depremde korunması için sismik destekleri ve sabitlemeleri “FM Global Data sheet 2-8; Su Bazlı Yangından Korunma Sistemleri için Deprem Koruması” ve “FM Global Data sheet 1-2; Depremler”, standartları uyarınca sağlanmalıdır. Hem su bazlı hem de gazlı yangın söndürme sistemleri için borular ve pompalar dahil tüm bileşenleri desteklenmeli ve sabitlenmelidir. Veri işleme ekipmanı (örneğin sunucu rafları, ana bilgisayarlar, otomatik bant kabinleri) için sismik sabitleme ve destek sağlanmalıdır. Elektronik ekipmanın sismik izolasyonu (örneğin, sunucuların altındaki serbest dönen tabanlı izolatör yastıkları), belirli bir konum için ayrıntılı bir sismik analiz sağlanmışsa, sabitlemeye eşdeğer kabul edilebilir bir alternatiftir. Erişim zemini destek kaidelerinin tabanındaki yapısal zemine mekanik ankrajlar (örneğin civatalar) dahil olmak üzere yükseltilmiş zemin sistemleri için sismik destek ve erişim zemininin yanal hareketine direnmek için ayrı destek (örneğin açılı destek) sağlanmalıdır. Ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, veri işleme ekipmanı ve destek sistemleri için de sismik destek sağlanmalıdır: (HVAC/klima santralleri, sıvı boruları, soğutma kuleleri, pompalar vb., Veri işleme ekipmanı alanlarının içinde veya üstünde bulunan ve yeri değiştirilemeyen kullanım sıvıları taşıyan sıhhi tesisat ve proses boruları, elektrik gücü ve veri kablo kanalları, akü raflarının ve akülerin raflara sabitlenmesi dahil kesintisiz güç sistemleri (UPS), jeneratörler, yakıt depoları, yakıt boruları, elektrik güç sistemleri).

2.1.2.2 Sel ve Ani Su Baskınları

Tesis 500 yıllık taşkın yüksekliğinin üzerinde olan bir inşaat alanında konumlandırılmalıdır. Tesisin ve ilgili tesislerin veri merkezlerini, kritik sistemlerini ve ekipmanlarını sele uygun olarak yağmur suyu akışına karşı korumak gerekir. Yağmur suyu akışından veya kanalizasyon yedeklemesinden dolayı su baskınına maruz kalan tüm zemin altı alanlar için su tahliye kapasitesi sağlanmalıdır. Sürekli olarak gözetim altında tutulan bir alana alarm veren, otomatik başlatılan drenaj pompaları sağlanmalıdır. Elektrikle çalışan drenaj pompalarına yedek güç kaynağı bağlanmalıdır.

2.2 Proaktif Önlemler

Proaktif koruma ekipmanları yüksek hassasiyetli duman/su dedektörleri ve ilgili alarmlar, otomatik söndürme sistemleri ve otomatik/manuel kapatma gibi sistemlerden oluşmaktadır.

2.2.1 Duman Dedektörleri

Yangın/dumanın erken tespiti, elektrikli ekipmanların hasarını en aza indirmenin anahtarıdır. Veri işleme ekipmanı odasına bitişik alanlara ve veri işleme tesisinin sürekli çalışması için kritik olan sistemleri veya ekipmanı içeren odalara (örneğin ofisler, koridorlar, depolama alanları/odalar, yükleme iskeleleri), “FM Global Data Sheet 5-48, Otomatik Yangın Algılama” ve “FM Global Data Sheet 5-40, Yangın Alarm Sistemleri”ne uygun olarak yangın algılama ve alarm sistemleri kurulmalıdır. Veri işleme ekipmanı odalarında, HVAC dönüş havası sistemlerinde, kablo muhteviyatı olan yükseltilmiş taban altları ve asma tavan içlerinde standart tepkimeli duman dedektörü yerine FM Onaylı Çok Erken Uyarılı Yangın Algılama sistemleri (VEWFD) kullanılmalıdır. Böylece yanma veya gaz çıkışını tespit etmek ve önemli bir hasar meydana gelmeden önce ilgili sinyal bağlantıları ve acil durum müdahale eylemlerini başlatma imkânı sağlanmış olur. Kritik işler için ve/veya manuel güç izolasyonunu desteklemek için gelişmiş düzeyde bir algılamanın istendiği durumlarda, VEWFD doğrudan ekipman raflarına veya kabinlere kurulmalıdır. VEWFD sinyal bağlantıları ile soğutma havası hızlarının sınırlandırılması, ekipmanın enerjisinin kesilmesi ve alarmların etkinleştirilmesi sağlanabilir. VEWFD sistemi için ön alarmın etkinleşmesi ile veri işleme ekipmanı odaları ve herhangi bir hizmet odasındaki soğutma havası hızları 1,5 m/sn altına düşürülmelidir. Veri işleme ekipmanı odalarına duman algılamayla otomatik olarak çalıştırılan duman egzoz sistemleri kurulmamalıdır.

VEWFD tespiti etkinleştirildiğinde sürekli olarak müdahale edilen bir konumda bir uyarı, ön alarm ve alarm durumu duyurulmalıdır. Bir alarm durumu etkinleştirildiğinde, korunan alan içerisinde yerel bir görsel/veya sesli alarm sağlanmalı ve yangın alarmı kontrol paneline bir alarm sinyali aktarılmalıdır. Tüm ön tepkimeli sprinkler veya su sisi sistemlerinin kontrol vanalarının açılmasında bir ön koşul olarak, hava örneklemeli algılama sistemleri veya akıllı yüksek hassasiyetli nokta tespitli sistemler ön alarm verebilecek şekilde düzenlenmelidir.

Veri işleme ekipmanı odasında/odalarında sağlanan yangından korunmaya bakılmaksızın, aydınlatma haricindeki ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri dahil tüm ekipmanlara manuel güç kesme planı oluşturulmalıdır.

Hem ön tepkimeli sprinkler sistemi hem de temiz gazlı yangın söndürme sistemi kuruluysa, iki bağımsız VEWFD duman algılama sistemi sağlanmalıdır. Halokarbon veya inert gaz (temiz ajanlı) yangın söndürme sistemi için yangın alarmı verme eşiğinin, ön tepkimeli otomatik sprinkler sistemininkinden daha düşük olması sağlanmalıdır.

2.2.2 Yangından Korunma Sistemleri

Sınırlı yanıcı maddeye sahip, iyi düzenlenmiş bir veri merkezinde bile, elektrik arızası, yedek güç için Li-Ion pillerin termal sürüklenmesi (Thermal Runaway) ve hatta ortak ateşleme kaynakları nedeniyle yangın yaşanabilir. Otomatik sprinkler ve su sisi, veri merkezi tesisleri için en iyi yangın koruma seçenekleridir. Temiz gazlı söndürme sistemleri de yangından korunma amacıyla bazı uygulamalarda kullanılabilir, ancak diğer koruma seçeneklerine göre daha fazla sınırlamaya sahiptir. Kablo muhteviyatı olan yükseltilmiş döşeme ve asma tavan içleri veya bu bölümlerin kendileri yanabilir malzemelerle imal edildiğinde, otomatik söndürme sistemi kurulmalıdır. Aerosol jeneratörlü yangın söndürme sistemleri veri merkezinin ilgili alanındaki elektrik/elektronik ekipmanlarının korunmasında kullanılmamalıdır. Oksijen Azaltma Sistemleri ise Li-ion pil kullanan elektronik ekipmanları dışında ve “FM Global Data Sheet 4-13; Oksijen Azaltma Sistemleri” standardında listelenen malzemelerin oksijen konsantrasyonu dikkate alınarak dizayn edilmelidir. Sunucu raflarında Li-ion pil yedekleme birimleri olmadığı durumlarda, veri işleme ekipmanı odası yapısını korumak için aşağıdaki yangın koruma sistemlerinden biri veya birkaçı kullanılabilir;

2.2.2.1 Otomatik Islak veya Ön Tepkimeli Yağmurlama Sistemleri

Veri merkezlerinin yangından korunmasında, en makul fiyatlı ve bakım kolaylığı sağlayan etkin bir söndürme modelidir. Bununla birlikte yangının belli bir seviyeye ulaşması ile devreye girer ve hasar durumunda ekipmanlara su zararı vermesi olasıdır. Kilitlemeli ön tepkimeli yağmurlama sistemleri ile bu dezavantajlar oldukça azaltıldığı için en çok tercih edilen ve güvenilir modellerden birisidir. Sprinkler sistemlerinin kurulumu "FM Global Data Sheet 2-0; Otomatik Sprinkler Kurulum Yönergeleri" ne ve ekipman üretici kılavuzları dikkate alınarak yapılmalıdır. Tavana doğru kurulan boru/havalandırma kanalı, tavan, kolon, giriş ve soğuk hava koridorları dikkate alınarak tavan sprinklerleri yerleşimi yapılmalı, gerekirse engel altları ve koridorlar için ek sprinkler bağlantıları gerçekleştirilmelidir.

Güvenilirlik ve bakıma bağlı olarak, tercih sırasına göre, otomatik sprinkler koruması; Islak, Kilitlenmeyen veya Tek ve Çift Kilitlemeli Ön Tepkimeli Sistem türlerinden biri ile sağlanabilir. Kullanılacak otomatik sprinkler sisteminin tipi, uygulanan suyun gecikmesinin sonuçlarını ve sistemin bakımlı tutulmasının gereklerini göz önüne alarak seçilmelidir. Özellikle, çift kilitlemeli ön tepkime sisteminde suyun boşalmasında olabilecek uzun süreli gecikme, hem duman algılamayı hem de yağmurlama sisteminin etkinleştirilmesi nedeniyle, yangının kontrolünü zorlaştırabilir veya eldeki su kaynağının söndürmede yetersiz kalmasına neden olabilecek olumsuz durumlar oluşturabilir. Ayrıca ön tepkime vanası (baskın) aksamının karmaşıklığı, yangından korunma sisteminin kullanılabilirliğini azaltabilir.

Tasarım ölçütlerini bu sistemlerde aşağıdaki şekilde oluşturmak gereklidir;

- 9 metre tavan yüksekliği ile sınırlandırılmış veri merkezleri, "FM Global Data Sheet 3-26; Depolama Dışındaki Yerleşimler için Yangından Korunma" standardına göre Tehlike Kategorisi-2 (HC-2) kabul edilir ve FM Onaylı hızlı veya standart tepkili sprinkler sistemi 230 m²'yi 8 mm/dak debiyle ve ek olarak 60 dakika boyunca 950 L/min hortum talebi sağlayarak tasarlanmalıdır.
- Yükseltilmiş döşeme altını korumak için FM Onaylı hızlı tepkili genişletilmiş kapsamlı sprinkler sistemini tek sıra açık kablo kanalı sistemleri için 140 m²'yi 4 mm/dak debiyle, birden fazla sıralı açık kablo sistemleri için 230 m²'yi 8 mm/dak debiyle ve ek olarak 60 dakika boyunca 950 L/min hortum talebi sağlayarak tasarlanmalıdır.
- Islak sistemlerde 74°C sıcaklık derecesine sahip sprinklerler, kuru sistemlerde 140°C sıcaklık derecesine sahip sprinklerler kullanılmalıdır.
- Kilitlenmeyen veya tek kilitlemeli ön tepkimeli sprinkler sistemi düzenlemesi kullanıldığında, sprinkler talebi ıslak sisteme göre projelendirilmelidir.
- Çift kilitli konfigürasyonda yağmurlama sistemi kuru sisteme göre tasarlanıp, en uzaktaki sprinklere en çok 30 saniyelik su ulaşma süresi aşılmamalıdır. Bu sistemin çalıştırılması için ısı dedektörleri veya standart tepkili duman dedektörleri kullanılmaz, hava emişli duman algılama veya akıllı, yüksek hassasiyetli nokta tespiti yapan VEWFD tespit yöntemlerinden biri kullanılmalıdır.
- Çift kilitli ön tepki sisteminde, ön tepkili sistem vanasının etkinleştirilmesi için çapraz bölge yapılandırması ile teyit etme yapılmaz. Hava dönüşünde konumlanan algılama unsurları ile korunan alandaki yalnızca tek dedektörün veya algılama sistemi bölgesinin başlatma sinyali kullanılmalıdır. Tavan seviyesine kadar uzanan muhafaza panellerinin bulunduğu veri salonlarında, çapraz bölge tespiti, dumanın izolasyonu nedeniyle başka bir kilitleme seviyesini doğal olarak oluşturur ki bu teşkil, FM Onaylı çift kilitlemeli ön tepkimeli sistemlere uygulandığında "üçlü" kilitleme durumuna yol açacaktır.
- Veri merkezi ekipman odasını koruyan sprinkler sistemleri için diğer sprinkler sistemlerinden ayrı bir alarm vanası takılmalıdır. Ön tepkime valfli bir yağmurlama sistemi için, ön tepkimenin tetikleme testi için tepkime yağmurlama valfi tertibatının üstüne (aşağı akış yönünde) yerleştirilmiş 50 mm çapında bir test boşaltma hattı sağlanmalıdır.

2.2.2.2 Su Sisi Sistemleri

Veri merkezlerinin yangından korunmasında, daha az su kullanımına ihtiyaç duyulduğunda etkin bir söndürme modeli olarak ortaya çıkar. Bununla birlikte yangının belli bir seviyeye ulaşması ile devreye girer ve çok düşük de olsa ekipmanlara su zararı vermesi olasılık dahilindedir. Kilitlemeli ön tepkimeli su sisi sistemleri ile bu dezavantaj oldukça azaltıldığı için en çok tercih edilen ve güvenilir modellerden birisidir. Tasarım parametreleri "FM Global Data Sheet 4-2; Su Sisi Sistemleri" standardındaki tüm geçerli tavsiyelere ve üreticinin tasarım, kurulum, çalıştırılma ve bakım yönergelerine uygun olarak belirlenmelidir. FM Onaylı Bir otomatik su sisi sistemi, maksimum nominal dikey hızı 1 m/s olan bir hava dağıtım sistemine ve delikli zemin açıklıkları ile maksimum 1,2 m/s yatay hava akışına sahip bir veri işleme ekipmanı odasını korumak için kullanılabilir. Veri işleme ekipman odasındaki dağıtım kablolarının veya havai çok katmanlı açık kablo kanallarının korunması için su sisi sistemleri kullanılmamalıdır, ancak bu kablolar döşeme altında ve FM Onaylı ise kullanılabilir. Bu sistemin karmaşıklığı, maliyetli bir çözüm olması ve ek bakım gereklilikleri diğer sistemlerden ayrışmasına neden olan etmenler arasında sayılabilir.

Ön tepkimeli sprinkler sistemlerinde olduğu gibi, burada da güvenilirlik ve bakım unsurları ve sistem seçiminde bunların göz önüne alınması gerekliliği su sisi sistemleri için de geçerlidir.

Tasarım ölçütlerini bu sistemlerde aşağıdaki şekilde oluşturmak gereklidir;

- Çift kilitli konfigürasyonda yağmurlama sistemini kuru sisteme göre tasarlanıp ve en uzaktaki sprinklere maksimum 30 saniyelik su dağıtım gecikmesi sağlanmalıdır;
- 9 metre tavan yüksekliği ile sınırlandırılmış veri merkezleri Tehlike Kategorisi-2 (HC-2)'ne göre FM Onaylı sistemin nozul suyu talep alanını 230 m²'yi 8 mm/dak debiyle ve ek olarak 60 dakika boyunca 950 L/min hortum talebi sağlayarak dizayn edilmelidir. En uzaktaki otomatik nozul maksimum 30 saniyelik su dağıtım gecikmesi sağlanmalıdır.
- Ön tepkimeli sistemlerin çalıştırılması için ısı dedektörleri veya standart tepkili duman dedektörleri kullanılmaz, hava emişli duman algılama veya akıllı, yüksek hassasiyetli nokta tespiti yapan VEWFD tespit yöntemlerinden biri kullanılmalıdır.
- Çift kilitli ön tepki sisteminde, ön tepkili sistem vanasının etkinleştirilmesi için çapraz bölge yapılandırması ile teyit etme yapılmaz. Hava dönüşünde konumlanan algılama unsurları ile korunan alandaki yalnızca tek dedektörün veya algılama sistemi bölgesinin başlatma sinyali kullanılmalıdır. Tavan seviyesine kadar uzanan muhafaza panellerinin bulunduğu veri salonlarında, çapraz bölge tespiti, dumanın izolasyonu nedeniyle başka bir kilitleme seviyesini doğal olarak oluşturur ki bu teşkil, çift kilitlemeli ön tepkimeli sistemlere uygulandığında "üçlü" kilitleme durumuna yol açacaktır.
- Veri işleme ekipmanı odasını diğer su sisi sistemlerinden ayrı olarak koruyan su sisi sistemleri için bir alarm çek valfi takılmalıdır. Ön tepkime valfinin tetikleme testi için ön tepkime alarm çek valfi tertibatının üstüne (aşağı akış yönünde) yerleştirilmiş bir test boşaltma hattı sağlanmalıdır. Bu test tahliye hattına normalde kapalı denetimli bir gösterge vanası takılmalı, hat girişinin üzerindeki (aşağı akış yönünde) sistem yükselticisine denetimli, normalde açık bir gösterge vanası takılmalıdır.
- FM Onaylı nozullar sürekli ve süresiz engellere göre konumlandırılmalıdır. Binanın yağmurlama sistemi tarafından düşük basınçlı bir su sisi sistemi beslendiğinde, su sisi sistemi için ayrı bir su akış anahtarı monte edilmelidir.
- Dağıtım kablolarının bulunduğu, çok sayıda katmanlı, açık kablo kanalı bulunduran yükseltilmiş döşeme altlarında su sisi sistemleri kullanılabilir.

2.2.2.3 Temiz Gazlı Söndürme Sistemleri.

Bu söndürme modeli, elle veya VEWFD'nin dumanı algılaması ile etkinleşerek yangının çok sınırlı boyutta tutulmasını sağlar. Odanın ve havalandırma ekipmanının (acil durum aydınlatması hariç) açıklıklarının otomatik olarak kapatılması, oda yapı malzemelerinin nispeten da az yanıcı olması, (örneğin, ekipman muhafazalarının metalden yapılması vb.) , odada kağıt veya diğer yanıcı maddelerin çok az kullanılması (ki bunlar taşınabilir bir yangın söndürücü kullanılarak başarılı bir

şekilde söndürülebilir boyutta bulunabilir), oda içerisinde herhangi bir ambalaj malzemesi veya plastik kaset/bant makarası deposu bulunmaması ve havalandırma sistemlerinin kapatılması (Örneğin dönüş veya taze hava kullanan sistemlerde damperler ile odanın kapalı bir muhafaza haline sokulması) durumlarında rahatlıkla kullanılabilir. Bu model, veri merkezinin yapı malzemelerini korumaması, tasarım parametresinin ve sistemin göreceli olarak karmaşıklığı, yüksek maliyetli bir çözüm olması ve ek bakım gerekliliği gibi unsurlar ile diğer sistemlerden ayrışır.

Söndürücü maddenin tasarım konsantrasyonunu, "FM Global Data Sheet 4-9; Halokarbon ve İnert Gaz (Temiz Gaz) Yangın Söndürme Sistemleri"ndeki tasarım ve kurulum önerilerine ve üreticinin tasarımına uygun olarak, FM Onaylı malzemeler ile hangisi daha uzunsu, 10 dakika veya etkilenen ekipmanın veya bileşenlerin enerjisi kesilene kadar koruyacak şekilde kurulmalıdır. Kurulum sırasında kapı fan testi gerçekleştirerek, söndürücü gaz konsantrasyonu, sızıntılar nedeniyle önerilen süre boyunca tasarım konsantrasyonunun istenilen seviyede tutulup tutulamayacağı ve odada aşırı basınçtan kaçınmak için gerekli havalandırma ve/veya sızıntı alanı olup olmadığı analiz edilmelidir. Veri işleme ekipmanlarının (örneğin sunucular, elektrikli ekipmanlar, piller ve kablolar) korunması için elektrikli ekipmanın ve/veya kabloların enerjisi kesildiğinde, sistemin FM Onayına uygun olarak sıradan yanıcı (A Sınıfı) yangına yönelik tasarım konsantrasyonu sağlanmalı, ancak güç kesintisi gecikmeli olduğunda, enerjili bir elektrik yangını (Sınıf C) için tasarım konsantrasyonunu sağlanmalıdır.

Üreticinin FM Onayı'nda belirtilen tasarım, kurulum ve kullanım kılavuzuna uygun olarak, sıcak/soğuk koridor muhafaza sisteminin yan duvarlarından veya diğer engellerden (örneğin kablo kanalları) boşaltma nozulu/nozulları ile uygun mesafeyi sağlanmalıdır.

Birinci alarm geldiğinde HVAC sistem otomatik olarak durdurulmalı, ikinci alarm geldiğinde yangın ve duman damperleri otomatik olarak kapatılmalı, proses ekipmanlarının enerjisi kesilmeli ve gaz 30 saniyeyi aşmayan geri dönüşümsüz bir zaman gecikmesinden sonra boşaltılmalıdır. Deşarj iptal anahtarlarını odanın iç kısmına ve bir çıkış yolunun yakınına yerleştirilmesi elzemdir.

Manyetik sabit disk sürücülerinin (HDD) ve depolama sistemleri, temiz gazlı bir yangın söndürme sisteminin deşarjından kaynaklanan aşırı ses şiddeti nedeniyle performansı bozulabilir, özellikle FM Onaylı inert gazlı yangın söndürme sistemleri için, tahliye vanasından gelen akışı ve basıncı kontrol etmek üzere düzenlenmiş bir sistem kullanılmalı ve yangın söndürme sisteminin bir bileşeni olarak listelenmiş, ses şiddetini , 100dB ile sınırlandırabilen FM Onaylı gürültü azaltıcı nozul kullanılmalıdır. İnert gazlı yangın söndürme sistemleri için mümkün olduğunda boşaltma süresi için 60 saniyeden 120 saniyeye kadar herhangi bir süre olağan kabul edilir.

Temiz gazlı söndürme sistemi, veri merkezinin veya buradaki bir veri işleme ekipman odasındaki tek söndürme sistemi ise ve/veya birden fazla veri işleme ekipmanı odasını eş zamanlı olarak koruyorsa, tesiste mutlaka yedek gaz tüpleri bulundurulmalıdır.

3. SONUÇ

Bu makalede, son yıllarda kullanımı ve önemi giderek artan veri merkezlerinin sistem ve ekipmanlarının herhangi bir kayba karşı korunması ve bu koruma kapsamında alınması gereken önlemler ana başlıklar altında özetlenmiştir. Kayıpların önlenmesi ve iş sürekliliğinin sağlanması için temel olarak pasif ve proaktif önlemlerin neler olabileceği bu çalışmada ele alınmıştır. Özellikle veri merkezlerinin kurulumu aşamasındaki alınan önlemler, malzemelerin doğru seçilmesi, erken uyarı ve yangına karşı kullanılacak koruma ekipmanlarının belirlenmesi ve doğal afetlere karşı alınması gereken önlemler bu makalede özetlenmeye çalışılmıştır. Bu bilgiler veri merkezi kullanıcılarına, proje firmalarına, itfaiye ekiplerine, malzeme tedarikçilerine ışık tutması için bir yol gösterici olacaktır.

3. KAYNAKLAR

- [1] FM Global Data Sheet 5-32; Veri merkezleri ve ilgili tesisler
- [2] FM Global Data Sheet 1-12; Tavanlar ve Gizli Alanlar
- [3] FM Onay Standardı Sınıf 4910
- [4] FM Onay Standardı Sınıf 4882
- [5] FM Global Data Sheet 5-19; Anahtarlama Donanımı ve Devre Kesiciler
- [6] FM Global Data Sheet 5-20; Elektrik Testi
- [7] FM Global Data sheet 2-8; Su Bazlı Yangından Korunma Sistemleri için Deprem Koruması
- [8] FM Global Data sheet 1-2; Depremler
- [9] FM Global Data Sheet 5-48; Otomatik Yangın Algılama
- [10] FM Global Data Sheet 5-40; Yangın Alarm Sistemleri
- [11] FM Global Data Sheet 4-13; Oksijen Azaltma Sistemleri
- [12] FM Global Data Sheet 2-0; Otomatik Sprinkler Kurulum Yönergeleri
- [13] FM Global Data Sheet 3-26; Depolama Dışındaki Yerleşimler için Yangından Korunma
- [14] FM Global Data Sheet 4-2; Su Sisi Sistemleri
- [15] FM Global Data Sheet 4-9; Halokarbon ve İnert Gaz (Temiz Gaz) Yangın Söndürme Sistemleri

ÖZGEÇMİŞ

Emin Ö. İLİŞ

Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden 2001 yılında mezun olduktan sonra İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Enerji Anabilimdalındaki yüksek lisansını 2004 yılında tamamlayan Emin Ö. İLİŞ, sırasıyla Enercon Aero, Birlik Oto, Metalfrio, Indesit ve Tetra Pak şirketlerinde üretim ve bakım sorumlulukları ile proje ve yatırımlardan sorumlu plastik teknolojistiği, otonom ve planlı bakım liderliği, çevre ve enerji yöneticilikleri görevlerini üstlenmiştir. Emin Ö. İLİŞ, 2015 yılı başından itibaren FM Global Sigorta Şirketi'nin Türkiye ve Yunanistan bölgelerinden sorumlu kıdemli riski önleme danışmanı görevini yürütmektedir.

ENERJİ DEPOLAMA ALANLARINDA YANGIN GÜVENLİĞİ

Evren ACARKAN

ÖZET

Güç depolama birimlerindeki geliştirme ve iyileştirme çalışmaları, bu birimlerde anlamlı kapasitelerin elde edilerek daha düşük maliyetle yüksek enerji seviyesinin sağlanabilmesi, kullanım ve raf ömürlerinin uzatılması, boyutların küçültülmesi, sıcaklığa bağlı yıpranmaların azaltılması ve daha geniş sıcaklık aralıklarında görev yapabilme gibi pek çok olanağı mümkün kılmaktadır. Bu gelişmeler, enerji depolama birimlerinin koruyucu elektronik devrelerle desteklenmesi, soğutucu tasarımları, saklama sürecinde sabit sıcaklıkların sağlanması, gaz tahliye tesisatı, üretim, şarj ve normal koşullarda özel denetim ve inceleme süreçlerinin gerçekleştirilmesi gibi önlemlerin alınmasını da beraberinde getirmektedir. Yakın dönemde, uygulamada Lityum-iyon pillerin kullanımı ile birlikte, göreceli olarak daha eski olan ancak kullanım yöntemi, kapasitesi, ömrü gibi unsurları uzun senelerdir daha belli olan pillerin (Örn. Kurşun Asit) kullanımları da devam etmektedir. Farklı yapı ve kullanım alanlarına sahip pillerin yarattığı yangın tehlikesi; çok çeşitli olabildiği için olası tehlikelerin geçirilmesi için alınacak önlemler de farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada, kesintisiz güç kaynağı sisteminin bütünleyicisi olan ve birçok tesiste yaygın olarak kullanılan akü odalarında alınacak yangın güvenliği önlemleri ve koruma yöntemleri anlatılmaktadır. Günümüzde anılan bu akü odalarında geniş bir kullanım alanına sahip olan lityum iyon piller için geliştirilme aşamasında olan yangından koruma önlemleri, genellikle bölgesel ve anlık çözümler oluşmaktadır; bu bağlamda, bu tür piller için uygulanabilir güvenlik unsurları da bu bildiri kapsamında incelenecektir.

Anahtar sözcükler: Akü, kurşun asit pil, lityum iyon pil, kesintisiz güç kaynağı, akü odası yangın güvenliği

FIRE SAFETY IN ENERGY STORAGE AREAS

ABSTRACT

The development and improvement efforts in power storage units make it possible to achieve significant capacities in these units and provide high energy density at lower costs, extend their service and shelf life, reduce dimensions, reduce temperature-related wear and tear, and operate in wider temperature ranges. Achieving these improvements requires measures such as supporting the storage units with protective electronic circuits, cooler designs, ensuring constant temperatures during the storage process, gas evacuation installations, special inspection and inspection processes in production, charging and normal conditions. With the contemporary growth of Lithium-ion batteries, there persists a parallel utilization of more traditional batteries, such as Lead-Acid, whose operational methods, capacities, and lifespans have been well-understood for several decades. The diverse structural and application-specific configurations of these batteries engender variable fire hazards, thereby requiring customized prevention strategies to mitigate potential risks. The fire hazard of batteries with different structures and usage areas can be different and in more than one class, and the precautions to be taken differ according to the location and intended use of the potential hazard.

In this study, fire safety precautions and protection methods to be taken in battery rooms, which are integral to the uninterruptible power supply system and are widely used in facilities, are described. Although it is widely used today, the applicable safety elements in lithium-ion batteries, where fire protection measures are under development and regional or instantaneous solutions are applied throughout, are mentioned.

Key words: Battery, lead-acid battery, lithium-ion battery, uninterruptible power supply, battery room fire safety

1. GİRİŞ

Güç yönetim birimleri ile birlikte bulunan enerji depolama unsurlarının günümüz tesislerinde (ister endüstriyel tesis olsun isterse bir hastane olsun) genellikle özel odalarda, kullanım amacına uygun olarak muhafaza edilmesi sağlanır. Odaların temelde içerikleri benzer olsa da tesislerdeki kullanım amaçlarına tasarım aşamasındaki sistem gereksinimlerine uygun olarak konumlandırılmaları doğaldır. Asıl enerji beslemesi bulunmasına rağmen, tercih edilen bazı cihazlara yedek enerjisi sağlayabilmesi için kullanılan bu depolama öğeleri bazen de sadece acil durum esnasında görev yapması amacıyla, kritik yük dağılımı yöntemiyle, yedek enerji kaynağı olarak da kullanılır.

Tesisteki ikincil enerji ve yedek enerji dağılımına uygun olarak ana güç kaynağına enerji sağlayan ve yapıya bu noktadan dağılan merkezlerde güç kaynakları ile birlikte bulunabilecek akü odaları konumlandırılabilmesi gibi her bir kat dağıtım panosu sonrası ayrı odalarda da benzer kullanım sağlanabilir. Örneğin Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) gereğince izin verilen coğrafi sismik konumlarda, yani birinci ve ikinci derecede deprem bölgesi olmayan yerlerde, acil durum aydınlatma sistemleri için yedek enerji merkezi bir güç kaynağı ile sağlanabilmektedir [1]. Bu yangın güvenliği sistemine özel olarak tahsis edilmiş güç kaynağı, dahili aküleri de bütünlük bir muhafaza içinde barındıran bir odada bulunabilir.

Benzer durumda yangın anında çalışması gereken duman kontrol sistemi bileşenlerine kumanda etmek üzere yangın güvenliği sistemlerine özel olarak tahsis edilmiş ve standartlarla uyumlu, onaylı bir güç kaynağı ve enerji depolama sistemi için akü odası tesis edilebilir veya bu sistem için her bir kattaki ana dağıtım panosu sonrası birer kesintisiz güç kaynağı ve akü odası oluşturularak sistem bileşenleri için yedek enerji sağlanabilir. Bunun gibi ve benzer kurulum kararları, altyapı olanaklarının belirlenmesine imkân veren tasarım aşamasında gerçekleştirilmekte ve etki eden sistem özelliklerine göre biçimlenen imalat uygulama aşamasında son halini almaktadır.

Bu süreçlerin yönetiminde akü odalarına yönelik alınacak tedbirlerin ve müdahale olanaklarının tasarım aşamasında belirlenmesi, mimari planların oluşumunda can güvenliği çalışmasının yapılması, yangın kompartımantasyonu (dolaylı olarak pasif yangın durdurucu uygulamaları) ve diğer önleyici tedbirlerinin alınması ilk olarak yapılması gerekenler arasında sayılabilir. Diğer taraftan özellikle düzensiz kablo yığınlarına neden olması sebebiyle odanın konumlandırılması, tesisat çakışmalarının önüne geçen tedbirlerin alınması, elektromekanik sistemlerin planlamasında bu tesisat güzergahlarının başlangıçta belirlenmesi de doğru bir yangın güvenliği yaklaşımının gereğidir.

Aşağıda akü odalarında alınabilecek genel önlemleri ele alan bir prensip ve yaklaşım ortaya konmakta, depolama birimi özelliklerine belirli koşullara özgün yangına müdahale tercihleri örneklendirilmektedir.

2. AKÜ ODALARINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Sabit bir enerji depolama hacminde ihtiyaç duyulan yangın güvenliği tedbirleri, depolamaya tabi akü tipinin özelliklerini göz önüne alarak, bunlar için tanımlanmış özel standartların takip edilmesini gerektirir. Bir cihazın içine entegre edilen akülerin koruma yöntemleri, akünün bu cihazda özel muhafazası içinde düşük kapasitede bulunuyor olması nedeniyle, cihazın kendi yangın güvenliği

gereklerine önlemlerin (Örneğin söndürme veya yangın algılama) belirlenmesini gerektirir. Örneğin bir şarjlı matkabın çalışması için tasarlanan pil nedeniyle aletin kendi muhafazası veya doğal çevresi içinde sınırlı kalabilecek bir tehlike söz konusuysen birden çok pil modülünün depolanmasında bunların daha geniş etki alanları yaratacağı ve farklı önlemlerin gerekeceği öngörülmelidir. Keza NFPA 855 uyarınca, ayrıca güç sağlamak üzere tasarlandıkları cihaz, ekipman veya araçlarda kullanılmak üzere yeni veya yenilenmiş pillerin takıldığı alanlarda, lityum metal ve lityum iyon pillerin depolanması için gerekli koşul setlerinden muaf tutulmaktadır [2]. Bununla birlikte elektrikli araçlar gibi yüksek kapasiteli aküler içeren olası araç yangınlarında, emsal oluşturan vakalar bulunmaktadır. Bu vakalar; örneğin evde şarj esnasında yani kişisel kullanımlarda ve endüstriyel ortamlardaki tedbirlerin alınmadığı ortak otopark gibi mekanlarda, elektrikli araçlar arasında da olası yangın yayılımlarının gerçekleştiğini göstermektedir. Bir elektrikli araçta başlayan yangın diğer araca sıçrayabilmektedir. Bu vakaların müdahalelerinde ise bahsi geçen sabit akü depolama alanları için bahsedilen önlemlerden daha karmaşık çözümlerle üreticilerin oluşturduğu acil durum müdahale planları devreye sokulmalıdır. Otomatik müdahale imkanları sınırlı olduğundan elle müdahale prosedürleri önem kazanmaktadır.

Tipik bir akü odasında öncelikli olarak iyi bir havalandırma olanağı ile birlikte yangın yayılımını sınırlandıracak yangın kompartımanı oluşturulması ve yangın durdurucu uygulamalarıyla pasif koruma tedbirlerinin alınması önceliklidir. Bir akü istasyonunda kurulan havalandırma sistemi, şarj esnasında ortaya çıkan gazların ortamdaki uzaklaştırılması için gerekli özelliklere sahip olmalıdır. Bu havalandırma sisteminin olası bir termal sürüklenme reaksiyonu ile akü modülünün normal çalışma koşullarının bozulması ve akü modülleri arasında yangının yayılması durumunda ortaya çıkan gazların ortamdaki uzaklaştırılmasını da sağlayacak işleve ve sürekliliğe sahip olması önemlidir. Tabidir ki bu koşullarda görev yapacak bir havalandırma sistemi patlamaya karşı korumalı (Ex-Proof) olma gereklerini de karşılamalıdır.

Bu noktada bir sistem özelleştirmesi ve akü gruplarına uygun tasarımın sağlanması yönünde farklı çözümlerin oluşturulabileceğini belirtmeliyiz. 160 yılı aşkın icat ve sonrasındaki kullanım tarihi süresince geliştirilen kurşun asit akülerde, sulu tip yanında kuru tiplerde de şarj esnasında oluşan kayıplar nedeniyle hidrojen (H₂) gazı açığa çıkmaktadır. Bakım gerektirmeyen kapalı akülerde (VRLA) ister jel ister AGM (Absorbed Glass Mat) tip olsun, kapalı ve havalandırılmayan ortamlarda kullanılacağına dair bilgiler verilmektedir. Unutulmamalıdır ki, kapalı akülerde de şarj durumu plaka reaksiyonlarında gaz çıkışı olmaktadır. Çıkan gaz miktarları sulu tip akülere kıyasla daha azdır. Her durumda, akü içi toplam reaksiyon aynıdır ve çevrimde hidrojen gazı tepkimeye girmeyerek açığa çıkmaktadır.

Ortamdaki hidrojen konsantrasyonunun ise alt patlayıcı limiti (LEL) 4%'tür (40000ppm). Hidrojen gazının üst patlayıcı sınırı (UEL) 75,6%'dır ve LEL-UEL aralığında patlama oluşma riski vardır. Ortamın patlayıcı özelliği kazanmaması için ortamdaki hidrojen gazı yüzdesinin mutlaka bu seviyenin altında tutulması ve sınırlandırılması gerekir. Hidrojen gazı konsantrasyonunun tipik olarak 0,8% seviyesine (LEL seviyesinin 20%'sinde) ulaşmaması, ulaşması halinde bu noktada müdahale edilerek hidrojen gazının seyreltilmesi hedeflenir. Temin edilecek cebri havalandırma sistemi fanları sürekli çalıştırılabilir veya kademeli fanlar temin edilerek sürekli çalışma ilk kademede, hidrojen gazı algılama sistemi ile donatılacak akü odalarında, LEL seviyesinin 20%'sine ulaşılması halinde ise fanların ikinci kademede çalışması sağlanabilir.

Aynı prensip tek kademeli fanlar ve hidrojen algılama sistemi ile LEL seviyesinin 20%'sine ulaşılması halinde fanların çalıştırılması ile de sağlanabilir. Olası bir yangın sonrası kullanımı öngörülmeyen ve şarj süreçlerinde de patlayıcı ortam sınırlarına ulaşmayan bir ortamda kullanılacak havalandırma sisteminde patlamaya karşı korumalı bir sistem kurulumu zorunlu olmayabilir. Böyle bir seçenekte, hidrojen algılama sisteminin doğru, sürekli ve güvenilir çalışması, sistem entegrasyonlarının gerçekleştirilmesi gerekir.

Havalandırma sisteminin tüm arızalara karşı izlemesinin sağlanmasıyla birlikte gazın ortamda LEL seviyesine ulaşmadan önceki seviyelerde ilave kilitlemeler tanımlanarak havalandırma sisteminin enerjisinin kesilmesi vasıtasıyla kapatılması da gerekir. Otomatik algılama sistemi ile de donatılacak akü odalarında bir yangının algılanmasında veya gaz eşik seviyesi algılanmasında akü şarj enerjileri de otomatik olarak kesilebilmelidir. Unutulmamalıdır ki akü şarj esnasında çıkan gazlar şarj kesildiğinde durmaz ve akü içi toplam reaksiyon sonlanana kadar gaz çıkışı da devam eder. Bu nedenle patlayıcı

ortam gerekleri de dikkate alınmalı, patlamadan korumalı veya kendinden güvenli cihaz, teçhizat ve tesisat gereğini sağlamayan tüm sistemler için önlem alınmalıdır. Bu önlem, güvenli alanda olmayan tüm sistemin enerjisinin kesilmesi olabileceği gibi operasyonel süreklilik sağlanması zorunlu olan, yani enerjisinin kesilmemesi gereken sistemlerde farklı önlem veya kurulum tercihleri de söz konusu olabilir.

Yukarıda tanımlanan örnek çözümden anlaşılacağı üzere, altyapı ile mevcut işletme olanaklarının, operasyon gereklerinin, yangın anında görev alacak bütünleşik sistem tesisatının ve özelliğinin yangınla mücadele sistemleri tasarımı üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Önemli olan, hedeflenen koruma seviyesine mühendislik yaklaşımlarıyla, yerel mevzuata ve uluslararası standartlara uygunluk doğrultusunda ulaşabilmektir.

Önerilen diğer ortak ve temel önlemler şu şekildedir;

- Her bir akü şarj cihazının beslemesi ayrı ayrı aşırı akım ve kısa devreye karşı korumalıdır.
- Akü şarj cihazları kaçak akım rölesi ile korunmaktadır.
- Bu istasyona hizmet eden havalandırma sisteminin arıza durumunda "Akü Şarj İstasyonu" prizlerinin enerjisi otomatik olarak kesilmektedir.
- Dolum noktaları kalıcı ve net bir biçimde gösterilmeli ve işaretlenmelidir.
- Oda yakınında, net belirlenmiş ve kolay erişilebilir biçimde konumlandırılmış yeterli sayıda CO2 yangın söndürücü bulunmalıdır.
- Termal denetleme yapılmalıdır ve periyodik kontrol sağlanmalıdır (Bağımsız akü bataryaları arasındaki elektrik bağlantıları, şarj cihazı, çıkışları ve terminal bağlantıları).
- Tehlikeli Bölge Sınıflama sınırları içerisinde, bölge sınıfına uygun olmayan cihaz/ekipman bulunmamaktadır.
- Ortam havalandırma tasarımı gazın birikmesine engel olacak düzeyde, etkinlikte ve güzergahta gerçekleştirilmelidir.
- Yeni tasarımlarda çatı, herhangi bir gazın birikmeyeceği eğimde ya da gazın birikmesinin engelleneceği havalandırma ya da açıklıklarla tasarlanmalıdır.
- Topraklama sürekliliği sağlanmalı, işin tekniğine uygun kablolama yapılmalıdır. Sistem tesisatlarında mekanik ve elektromanyetik koruma sağlanmalıdır (Zırhlı kablolama, çelik kondüit kullanımı vb.).

2.1. Lityum İyon Piller

Lityum iyon pillere müdahale olanaklarında suyun kullanımının uygunsuzluğu veya suyun bu pillerde çeşitli tehlikeler oluşturduğu kanısı yaygın bir olgudur. Bu değerlendirmeyi lityum iyon pillerle lityum metal piller arasında yapmak daha doğru bir yaklaşımdır. Lityum iyon pillerde tipik olarak anot görevini grafit malzemesi yapmaktadır. Lityum metal pillerde ise metalik lityum anot görevi görür. Dolayısıyla lityum metal piller serbest lityum metali içermektedir. Lityum metalinin yanması durumunda, suyun uygulanması halinde doğrudan önemli miktarda hidrojen gazı açığa çıkacaktır. Bu gazın yanması, yangını kuvvetlendiren hızlı bir ısı artışına veya bir patlama benzeri reaksiyona neden olabilir. Lityum iyon pillerde serbest lityum metali bulunmadığından bu olgu gerçekleşemez [3].

Lityum iyon piller; çalışma ömrü, ısı kararlılık, özgün güç ve enerji gibi çeşitli özellikleri ile kıyaslanabilen, birbirlerine bu özelliklere göre üstünlük sağlayan dolayısıyla kullanım alanları da lityum iyon pil grubunda değişiklik gösteren farklı kimyasallardan üretilirler ve aktif maddeleri ile adlandırılırlar. Kimi güvenlik önlemleri ve koşul setleri bu akü grubunun tümünde uygulanabilir. Özel raporlanan ve kimyasala göre değişen teknik tavsiyelerin içerdiği çalışmalar da mevcuttur. Ortam ve kimyasallara ilişkin değişkenler bu konuda daha fazla bilgiye sahip olmak için çalışmaların ilerleyişine bağlıdır. Çok sayıda bilinmez ve değişken, yangına müdahale ve mücadele önlemlerinde ortak bir formül oluşturulabilmesinin önündeki engellerdir. Örneğin; stabil ve sağlam raf yapıları modüller arası yayılımı engelleyici bir etki gösterebilirken rafların çoğaltılması sprinkler sisteminin soğutucu özelliğini baskılayabilen bir karakter de sergileyebilir.

FM Global'in 2019'da yayınlanan teknik raporunda [8] lityum demir fosfat (LFP) ve nikel manganez kobalt oksit (NMC) pilleri için gerçekleştirilen deneme sonuçları uyarınca sağlanması önerilen mesafeler Tablo-1 ve Tablo-2'de verilmektedir.

Tablo 1. Sprinkler korumasının mevcut olması durumunda yanıcı ve yanıcı olmayan malzemeler ile enerji depolama birimleri arasında tavsiye edilen en az ayırma mesafeleri [8]

ESS Capacity Rating		Non-combustibles	Combustibles
LFP	31 kWh	-	-
	83 kWh	0.9 m (3 ft)	1.5 m (5 ft)
NMC	47 kWh	-	-
	125 kWh	1.8 m (6 ft)	2.7 m (9 ft)

Tablo 2. Sprinkler korumasının mevcut olmaması durumunda yanıcı ve yanıcı olmayan malzemeler ile enerji depolama birimleri arasında tavsiye edilen en az ayırma mesafeleri [8]

ESS Capacity Rating		Non-combustibles	Combustibles
LFP	31 kWh	< 0.9 m (< 3 ft)	1.2 m (4 ft)
	83 kWh	1.2 m (4 ft)	1.8 m (6 ft)
NMC	47 kWh	1.2 m (4 ft)	1.8 m (6 ft)
	125 kWh	2.4 m (8 ft)	4.0 m (13 ft)

Görüldüğü üzere LFP ve NMC kimyasal tiplerindeki pillerin kıyaslamasında, tavsiye edilen mesafeler akü kapasitelerine ve aktif maddelere göre değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmadaki sprinkler sistemi su beslemesi;

- LFP için; minimum 230 m² (2.500 ft²) uygulama alanı ve 90 dakika uygulama süresi için tasarlanmalıdır.
- NMC için; toplam oda alanı için ve uygulama süresi (45 dakika x bitişik raf sayısı) için tasarlanmalıdır.

Bitişik raf sayısı; yanıcı nesnelere için önerilen ayırma mesafesini sağlamayan yatay aralıkta bulunan rack adedidir.

Söndürme sistemi tasarım ölçütleri için diğer bilgiler için referansı verilen rapor geçerlidir.

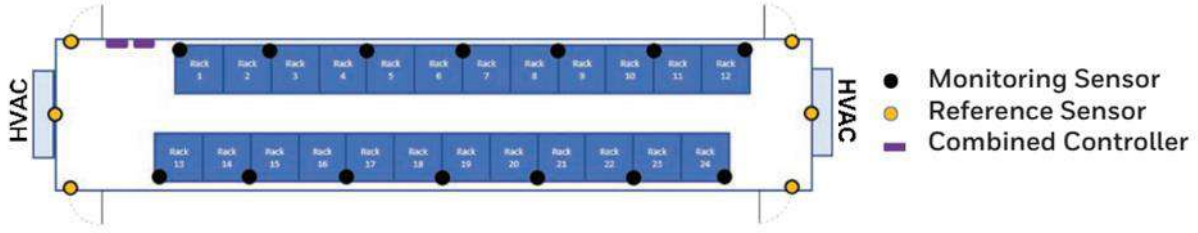
Güncel NFPA 855'te ise tüm lityum iyon pilleri için sabit mesafe tanımları yer almaktadır. Üstü açık ve yanmaz batarya rafları (veya akü muhafazası için onaylı) kullanımı tanımlanmış, bu taşıyıcılar arası mesafeler en az 0,9 mt. olarak verilmiştir. Ayrıca mekan çıkışlarından en az 1,5 mt. mesafede yerleşim istenmektedir.

Diğer temel önlemler şu şekildedir;

- Akü terminaleri ise, akülerin kısa devresini önlemek için akü tasarım yöntemleri veya koruyucu paketleme yöntemi yoluyla korunmalıdır.
- Akü odaları için en az 2 saat dayanımlı yangın zonları oluşturulmalıdır.
- Oda hava örneklemeli duman dedektör sistemi veya alev dedektörleri ile korunmalı ve otomatik uyarı sistemi ile donatılmalıdır.
- Otomatik sprinkler sistemi tasarımı ve kurulumu yapılmalıdır.
- Akülerde off-gas izleme yapılmalıdır.

Akü içinde üretilen ısı, çevreye yayılan ısı miktarını aştığında termal sürüklenme (thermal runaway) başlar. Bu genellikle akülerin uygunsuz kullanımından veya hatalı üretiminden kaynaklanır. Dahili akü sıcaklığı artmaya devam eder ve akü akımının yükselmesine neden olarak domino etkisi yaratıp akü muhafazasının yırtılmasına ve yanmasına neden olur. VRLA aküler termal kaçak potansiyeline sahiptir bu yüzden uygun koşullarda tutulması, kullanılması gerekir. Özellikle çevredeki ısı belirtiler izlenmelidir, örneğin şarj voltajında artış, şarj akımı veya pil sıcaklığı, izlemesi yapılarak ısı kaçığının önüne geçilmelidir. Akü odalarında standart bir duman algılama sistemi bulunmalıdır ancak bu sistemler gaz çıkışını algılamaya veya termal sürüklenmeyi önlemeye yetecek özellik ve hassasiyette değildir. Bu yüzden VRLA akülerin veya Lion Akülerin bulunduğu alanlarda termal sürüklenmenin önlenmesi amacıyla gaz çıkışı izleme (off-gas monitoring) sistemleri kurulması önerilmektedir. Bu sistemler akü yığınlarının çeşitli noktalarına yerleştirilen sensörler ile referans noktasındaki sensörleri

izleyerek ve karşılaştırarak akülerin şarj akımını gerektiği yerde kesme prensibiyle çalışan sistemlerdir.



Şekil 1. Off-gas izleme sistemi genel prensip şeması.

Lityum iyon pillerin bulunduğu belirli ortamlarda önerilen gazlı söndürme sistemi seçeneklerinin doğru kurulumu doğrultusunda ortamda çıkan yangını söndürebileceği, bununla birlikte akülerde devam edebilecek termal kaçaklar ve modüllere yayılan zincirleme reaksiyonlar üzerinde kısıtlı söndürme etkileri olduğu yaşanan talihsiz örneklerle de raporlanmıştır. Suyun soğutucu etkisi termal kaçaklar üzerinde akülerin muhafaza üstü uygulamalarında yayılımı azaltıcı etkileri bulunmakta muhafaza içine nüfus etmesi durumunda ise akünün türüne göre kısa devre veya yanıcı patlayıcı gazların oluşumuna neden olabilmektedir. Termal kaçak olasılığı doğrultusunda alınması gereken önlemler VRLA akülerde de göz önünde bulundurulması gereken bir unsurdur. Yangının termal kaçak zincirleme reaksiyonu sonrasında da D sınıfı bir metal yangınına evrilmesi durumunda ise boğarak söndürme yöntemi tercih edilmelidir. Bu yangınların ulaşabileceği yüksek sıcaklıklarda suyla müdahale halinde parlama veya patlamalar meydana gelebilir. Bu durumda acil durum eylem planına uygun elle müdahale metodolojisi uygulanabilir.

Yeni teknolojilerle artırılan lityum iyon pillerin enerji yoğunlukları, enerji depolama kapasiteleri kurşun asit pillerden katlarca yüksek olsa da lityum metal piller lityum iyon pillerden iki katından fazla enerji yoğunluğu taşıyabilmektedir. Lityum kullanılan bu pillerde depolamada ticari kullanım için önünde bulunan bazı engeller de aşılmaya çalışılmaktadır. Anot yüzeyinde eşit olmayan lityum iyon birikimleri bu pillerin şarjı esnasında oluşan dentrit denen dallanmış kristallerin oluşumu nedeniyle azalan iyon derişimleri ve işlevsellik problemi ortaya çıkmaktadır. Pilin performans sürekliliğinin sağlanamaması ve dendritlerin olası kısa devrelere neden olmasıyla bu pillerin güvenlik sorunları ticari kullanımına engeldir. California Üniversitesi, San Diego'dan araştırmacılar lityum-metal pillerin içerisine yerleştirecekleri ultrasonik dalga yayan çok küçük bir cihaz sayesinde bu pillerin kullanımının önündeki engeli aşmış görünmektedirler [4]. Cihazın entegrasyon ve ölçeklendirme çalışmalarının tamamlanmasıyla gelecek teknolojilerde lityum metal pillerle birlikte lityum iyon ve sıvı elektrolitli pillerde kullanımı da söz konusudur. Karşımıza çıkacak önemli soru işaretlerinden bir tanesi ise lityum metal pillerin bu gelişmeler doğrultusunda yaygınlaşma olasılığını göz önünde bulundurarak yangından korunma tedbirlerinin, otomatik ve elle müdahale yöntemlerinin de geliştirilmesinin elzem olmasıyla bu tedbirlerin üretim teknolojisine uyumlu zamanlarda geliştirmesinin de sağlanabilmesidir.

3. SONUÇ

Günümüzde enerji depolamada kapasite artırımına ve verimliliğine odaklanmış pek çok çalışmanın yeni birçok ürün oluşumuna katkısı yadsınamaz boyutlardadır. Akülerdeki enerji yoğunluğunun artırılması ile beraber yüksek kapasitedeki enerji depolama birimlerinin boyutlarının da küçültülmesi eş zamanla üzerinde çalışılan ve geliştirilen konulardır. Yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle birlikte kimyasal reaksiyona maruz kalan depolama birimlerinin muhteviyatları da değişmektedir. Bu alanda güvenli üretim ve kullanım teknolojilerinin arayışı sürmekle beraber mevcutta kullanılan ticari enerji depolama ürünleri için yangından korunma tedbirleri alanındaki gelişmeler de sürmektedir. Buralardaki en önemli yangın güvenliği konularından bir tanesi akülerde termal sürüklenmenin oluşmasıyla ortaya çıkan tehlike için müdahale ve algılama yöntemleri oluşturulmasıdır.

2018'de taslağı oluşturulan, 2019'da yayınlanan 2020 baskısı ve 2023 güncel baskısı bulunan NFPA 855'de sabit enerji depolama sistemlerinin kurulumu ve tedbirleri ile ilgili detaylı açıklamalar yer alır.

Tesislerdeki kullanım amaçlarına, kullanılan depolama birimlerine, kapasiteye ve mimari özelliklere uyan yangın güvenliği olanakları veya yapılması gerekenler için bu standarttan faydalanılabilir. Bu belgede, enerji depolama birimlerini barındıran akü odalarıyla ilgili temel ve prensipte benzer yangın önleme ve mücadele yöntemleri için ana bir çerçeve oluşturulmuştur.

4. KAYNAKLAR

- [1] BYKHY, 2007 “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” Resmî Gazete 19 Aralık 2007 Sayı:26735, Resmî Gazete 9 Eylül 2009 Sayı:27344
- [2] NFPA 855, “Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems”, National Fire Protection Association, 2023 Edition
- [3] Increased Use of Lithium-ion Batteries, White Paper, FM Global, December 07, 2016
- [4] Baydemir, Tuncay, “Yeni Enerji Kaynağı Lityum-Metal Piller Olabilir”, Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Nisan 2020
- [5] EN 12845:2015+A1:2019, “Fixed firefighting systems – Automatic sprinkler systems – Design, installation and maintenance”
- [6] NFPA 13, “Standard for the Installation of Sprinkler Systems”, National Fire Protection Association, 2022 Edition
- [7] TS EN IEC 60079-0/AC:2020. Patlayıcı Ortamlar- Genel Gereklilikler
- [8] Development of Sprinkler Protection Guidance for Lithium Ion Based Energy Storage Systems, Research Technical Report, FM Global, June, 2019
- [9] NFPA 72, “National Fire Alarm Code”, National Fire Protection Association, 2019 Edition
- [10] NFPA 76, “Standard for the Fire Protection of Telecommunications Facilities”, National Fire Protection Association, 2020 Edition

ÖZGEÇMİŞ

Evren ACARKAN; bağımsız danışman ve tasarımcıdır. Yangın güvenliği disiplininde hizmet sağlayan Karina Tasarım Danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti.’de proje yöneticisidir. Analitik, medikal ve proses cihaz sektöründe servis mühendisi olarak meslek hayatına başladıktan sonra küresel ölçekte lider markaların enstrümantasyon aletleri üzerinde çözümler uygulayarak ihtisaslaşmıştır. Geçmişteki uzmanlık alanlarında edindiği bilgi ve deneyimi, yangın güvenliği sektöründeki faaliyet konuları ile birleştirerek, birçok projenin tasarım, saha inceleme, uygulama denetimi, raporlama, değerlendirme, deneme ve işletmeye alma gibi yangın güvenliği konusuna adalı tüm süreçlerinde görev almıştır. Kariyerini yangın ve can güvenliği alanında sürdürmektedir. 1979 doğumlu olan Evren Acarkan, Elektrik-Elektronik Mühendisi olup aynı zamanda İşletme Bölümü lisans ve İşletme Yönetimi yüksek lisans programları mezunudur.

VERİ MERKEZLERİNDE KULLANILAN YANGIN ALGILAMA VE SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Levent COŞKUN

ÖZET

Veri merkezlerinin işlevsel karmaşıklığı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan risk faktörleri göz önüne alındığında, bu alanlarda erişilmek istenen yangın güvenliği çok sayıda alt başlıkla birlikte ayrıntılı bir incelemeyi zorunlu kılar. Daha çok önleme, yapısal önlemler, hazırlıklı olma gibi alt başlıkların dışında bu alanlar için temel yangın güvenliği unsurları olan yangın söndürme ve algılama bu bildirinin ana konusudur. Diğer taraftan bu bildiri, Amerikan Ulusal Yangın Koruma Birliği (NFPA) standartlarının veri merkezleri için belirlediği tanım, değerlendirme ve yönergeler çerçevesinde, yangın algılama ve söndürme sistemlerine ilişkin kapsamlı bir analiz sunmayı da hedeflemektedir.

Aynı zamanda NFPA standartlarına paralel olarak, özellikle karmaşık ve yüksek riskli veri merkezi yapılarında yangın güvenliğini sağlamak için ihtiyaç duyulan öznel (hükme dayalı olmayan) teknolojik ve tasarım ölçütlerini mercek altına almaktadır. Ayrıca, seçilecek olan yangın algılama ve söndürme sistemlerinin tasarım ve uygulama ölçütlerine uygunluğu sağlayacak stratejik yaklaşımlar ve yöntemler üzerinde de derinlemesine bir değerlendirme yapılacaktır. Bildirinin bu boyutu, yangın güvenliği protokollerinin sadece NFPA standartları ile sınırlı olmadığı, aynı zamanda yerel yasal gereklilikler ve global endüstri normları ile de uyumlu bir şekilde entegre edilmesi gerektiği anlayışını pekiştirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar sözcükler: Gazlı Söndürme, Kimyasal Gazlı Söndürme, Su Sisi, Yangın Algılama Sistemi, Erken Uyarılı Algılama Sistemleri, Söndürme Kontrolü.

FIRE DETECTION AND FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS USED IN DATA CENTERS

ABSTRACT

Considering the functional complexities and associated risk factors inherent within data centers, achieving fire safety in these environments necessitates an extensive analysis across a variety of subcategories. Beyond subcategories such as prevention, structural measures, and preparedness, the primary focus of this paper is on fire suppression and detection, which are fundamental elements of fire safety for these areas. On the other hand the objective of this paper is to provide a comprehensive and critical analysis of fire detection and suppression systems within the framework of the National Fire Protection Association (NFPA) standards specifically outlined for data centers.

Concurrently, this paper examines subjective (non-prescriptive) technological and design criteria essential for ensuring fire safety in particularly complex and high-risk data center architectures, in parallel with NFPA standards. Furthermore, a thorough assessment will be conducted on strategic approaches and methodologies that facilitate the selection of fire detection and suppression systems in alignment with relevant design and implementation criteria. This aspect of the paper seeks to underscore the notion that fire safety protocols are not confined solely to NFPA standards, but must be seamlessly integrated with local legal requirements and global industry norms as well.

Keywords: Gaseous Suppression, Chemical Gaseous Suppression, Water Mist, Fire Detection Systems, Early Warning Detection Systems, Suppression Control.

GİRİŞ

Veri Merkezleri günümüzde giderek artan kişisel ve kurumsal bağlamda veriye kısıtlamasız ve sürekli erişim talebine ve hatta daha doğru bir tanımla "ihtiyaca", doğru, güvenilir, çevreci, sürekli ve ekonomik olarak sağlamak amacıyla kullanılan, büyük miktarda verilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve dağıtılmasına olanak sağlayan oldukça karmaşık yapılardır. Yapılarında bulunan elektriksel ve mekanik ekipmanların (yedek güç kaynakları, yedek veri iletişim bağlantıları, sistemlerin soğutulması için kullanılan iklimlendirme sistemleri vb.) çeşitliliğine bağlı olarak bunların farklı katmanlarda güvenliğini (yangın algılama ve söndürme sistemleri, dış ortamdan gelebilecek tehlikelere karşı güvenlik vb.) sağlayan sistemlerin tasarımları da farklılık göstermektedir. Tüm bu sistemlerin ortak noktası ise tesis işleyişinin en uygun fayda-maliyet noktasında devamlılığının sağlanmasıdır.

Anılan devamlılığın sağlanması için Veri Merkezlerini tehdit eden öğelerin başında gelen yangın durumuna karşı aktif önlemlerin alınması kaçınılmazdır. Bu önlemleri alırken daha önce denenmiş veya etkinliği ortak akılla ortaya konmuş veya başka bir deyişle standartlarda kendine yer bulmuş sistemleri kullanmak en doğru yaklaşımlardan biridir. Yangın güvenliği söz konusu olduğunda bu standartların en başında NFPA standartları, daha özel olarak "NFPA 75- Bilgi Teknolojisi Donanımın Yangından Korunması" ve "NFPA 76- Telekomünikasyon Tesislerinin Yangından Korunması" "gelmektedir. Ülkemizde yürürlükte olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) binanın büyüklüğü veya kullanım sınıfına göre hükme dayalı olarak çeşitli söndürme ve algılama sistemlerini zorunlu koşturmaktadır ancak Veri Merkezleri veya Telekomünikasyon İşletmeleri özelinde bir gereklilik ortaya konmamıştır. Söndürme ve algılama sistemleri açısından BYKHY'nin gereklilikleri NFPA standartları ile yer yer örtüşebilir ancak genel olarak NFPA 75 veya NFPA 76 standartlarının veri ve telekomünikasyon tesislerini özel olarak konu edinmesi nedeniyle, bunların daha kapsayıcı ve etkin yangın güvenliğini sağlamakta kullanılmasının daha doğru olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

VERİ MERKEZLERİNDEKİ KULLANIM ALANLARI VE DONANIM

Veri merkezleri, bir dizi karmaşık donanım ve sistemi barındırır ki bunlar tipik olarak Telekomünikasyon Donanımı, Bilgi Teknolojisi Teçhizatı ve Yardımcı Ekipmanlar gibi kategorilere ayrılır. Telekomünikasyon Donanımı genellikle sinyal iletimi, alımı, anahtarlama ve yönetimi için tasarlanmış elektriksel, optik veya elektromanyetik ekipmanları ve sistemleri ifade eder. Bunlar arasında sinyal işleme ekipmanı, kablo giriş ekipmanı, bataryalar ve güç ekipmanı, ana dağıtım çerçevesi ekipmanı ve yedek motor ekipmanı gibi bileşenler yer almaktadır. Diğer taraftan, Bilgi Teknolojisi Ekipmanları, 600 volt veya daha düşük gerilimle çalışan, veri, ses, video gibi sinyallerin oluşturulması ve yönlendirilmesi için kullanılan ekipmanlardır. Ofisler veya diğer iş çalışma alanları gibi sıradan mekanlarda bulunan ve Telekomünikasyon Donanımı tanımı dışında kalan donanımı da içerir.

Veri merkezleri mimari planları içerisinde çalışma ofisleri, toplantı salonları, güç kaynağı odaları, jeneratörler, trafolar, sunucular ve özel olarak inşa edilen ve yukarıda bahsedilen içerisinde veri depolama sunucularından oluşan büyük veri tabanı sistemleri, bilgisayar sistemleri ve ağ sistemleri gibi çeşitli alanlar yer alır. Bu genel yerleşim kendi içinde "Gri Alan" ve "Beyaz Alan" olarak iki farklı bölüm olarak değerlendirilir. Erişimi kısıtlanmış bu alanlara yetkili personelin girilmesine izin verilir ve alan güvenlik sınıfına bağlı olarak yetkili personel güvenlik seviyeleri değişkenlik göstermektedir. Gri Alan, genellikle enerji dağıtım ve soğutma sistemlerinin yer aldığı alanları ifade eder. Beyaz Alan ise sunucular, depolama birimleri ve ağ ekipmanlarının yer aldığı, operasyonel işlemlerin gerçekleştirildiği alanlardır. İşte bu çeşitlilik NFPA 75 ve NFPA 76 gibi standartlara uygun, kapsamlı yangın koruma stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılar. Ekipmanın tipine, konumuna ve işlevine bağlı olarak, uygun algılama ve söndürme sistemleri seçilmelidir. Veri merkezlerinde bu tür detaylı risk değerlendirmeleri, yangın ve yaşam güvenliği ve hedeflenen sürdürülebilirlik sınıfı için kritik öneme sahiptir.

YANGINDAN KORUNUM SİSTEMLERİ SEÇİM YÖNTEMLERİ

Veri merkezleri gibi karmaşık tesislerde yangın korunum sistemleri seçimi, NFPA 75'de risk analizi ve performansa dayalı sistem seçimi üzerine tanımlı yaklaşımlardan birisiyle yapılabilir. Bilgi Teknolojileri sistem odaları için yangın koruma yaklaşımı, tesis ve sağlanan hizmetlerle ilgili yangın riskleri ve tehlikeleri, iş sürekliliği planlaması ve felaket sonrası toparlanma yetenekleri temel alınarak belirlenmelidir.

Seçilen yangından koruma yaklaşımı, aşağıda belirtilen faktörleri göz önünde bulundurmalıdır:

- Tesisin içinde, yanında veya veri depolama alanlarında oluşabilecek bir yangın tehdidinin işletme personeli, çevre halk, acil müdahale ekipleri veya çevre tesisler üzerindeki etkileri
- Bilgi teknolojisi donanımı tarafından depolanan veya işlenen veri akışının sürekliliği
- Bir risk yönetimi veya iş sürekliliği stratejisinin parçası olarak kullanılan yöntemler ve ekipmanlar
- Risk yönetimi veya iş sürekliliği yaklaşımlarından birisinin seçimine bağlı olarak verinin bir olay anında ve süresince kullanılabilir kalması ya da yedeği ile değişimi ve depolanması için kullanılacak yöntem ve ekipmanın belirlenmesi
- Seçilen koruma stratejisinin, hizmet veya veri kesintisi, olay öncesi verilere zamanında erişim ve işlemi geri yüklemesin gibi potansiyel etkiler

Yangından korunum yaklaşımı iki şekilde ele alınabilir, bunlardan ilki risk analizine dayalı yaklaşımdır, bahsedilen risk değerlendirmesi, bazı alt unsurlara dayanmalıdır. Örneğin; tesis kullanım amacının can güvenliği üzerine etkileri (hava trafik kontrol tesisi ya da bir endüstriyel tesis gibi), tesis çalışanları veya çevre yapıları karşı yangın tehdidi, hizmet, işlem ve veri erişim süreklilik değeri, bilgi teknoloji alanlarının büyüklük ve değeri, işlev, kayıt veya ekipman kaybından doğabilecek ekonomik değer müşteri veri kaybı, yasal yaptırımlar veya itibar kaybı ve götürüleri, veri alanlarının yapısı ve bölümlenmesi, kurulacak yangın söndürme ve algılama sistem özellikleri, acil durum tepki süresi, yerel yangınla mücadele yetenekleri, farklı coğrafik lokasyonda yedek altyapı sistemleri kullanımı vb. Bu alt başlıklara göre bir değerlendirme yapılır ve tesisin karşı karşıya olduğu riske göre sistemler seçilir.

Diğer yaklaşım ise hükme (mevcut uluslararası ya da yerel yönetmelik veya genelgeler) dayalı yaklaşımdır. Mevcut uluslararası ya da yerel yönetmelikler, kullanılacak yangından korunum sistemine yönlendirme yapar. Yani yangın söndürme, yangın algılama gibi gereksinimlerini belirlemek için yukarıda tanımlanan standartları birebir takip etme yaklaşımı kullanılabilir.

Genellikle, tesise özel bir risk analizi çalışması üzerinden hareket etmektense, ülkemiz için öncelikle BYKHY sonrasında ise NFPA 75 veya NFPA 76 gibi standartların hükme dayalı bölümleri takip edilerek gereklerinin yerine getirilmesine çalışıldığı sektörde daha çok gözlemlenmektedir.

VERİ MERKEZLERİNDE KULLANILABİLECEK SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Veri merkezlerinde elle yangın söndürme unsurları daha çok taşınabilir söndürücülerden oluşur. Özellikle suyun elektronik cihazlar üzerindeki olumsuz etkisi, tesislerdeki kullanıcıların suyu bir yangın söndürme ajanı olarak kullanma noktasında bilgisiz ve eğitimsiz olabileceği düşüncesi ve itfaiyenin olası bir yangında kendi hortum ve suyunu getireceği gerçeği bu olgunun ortaya çıkmasında temel oluşturur. Taşınabilir söndürücüler açısından bakıldığında elektronik ekipmanın korunması için karbondioksit tipi veya halojen bazlı söndürücü maddeli taşınabilir yangın söndürücüler kullanılabilir. Ayrıca, kâğıt ve plastik gibi sıradan yanıcı materyallerdeki yangınlar için kullanılmak üzere en A sınıfı (NFPA 10'a göre) yangın söndürücüler temin edilmeli, jeneratör odası gibi sıvı yakıtların bulunduğu alanlarda ise B sınıfı yangın söndürücüler tercih edilebilir. Kuru kimyasal söndürücülerin kullanılmasından özellikle elektronik ekipmanın bulunduğu yerlerde kaçınılmalıdır. Her taşınabilir söndürücünün yanına, söndürücünün hangi tür yangınlar için tasarlandığını açıkça belirten bir işaret konulmasına da özen gösterilmelidir.

Veri merkezlerinde kullanılacak otomatik yangın korunum sistemleri NFPA 75 Bölüm 9'da Yangın Algılama ve Otomatik söndürme sistemleri alt başlıkları ile alınmış, Otomatik Söndürme Sistemleri ise

Sprinkler Sistemi (Standart, Ön Tepkimeli-Çift Kilitlemeli olmak üzere kullanılan alana göre değişiklik göstermektedir), Su Sisi ve Gazlı Söndürme Sistemleri olarak üç alt başlıkta ele alınmıştır.

Tesiste bulunan kullanım amaçlarına göre alanlar incelendiğinde, hükme dayalı yaklaşımla kullanılabilir söndürme sistemleri, temel olarak riskin bulunduğu tüm hacme veya aynı anda birbirinden bağımsız olarak izlenen kontrollü- parçalı bölgeye aktarılacak (başka bir tabirle basılan) su veya gaz şeklindedir.

Tablo 1. Veri Merkezinde Bulunan Alanlara Göre Önerilen Otomatik Söndürme Sistemleri

Bölge		Söndürme Sistemi
Beyaz Alan	Bilgi Teknolojisi odaları (Sunucu Salonları)	İnert Gazlı Söndürme (IG-01-55-541-100)
		Kimyasal Gazlı Söndürme (HFC227ea / FK 5-1-12)
		Ön Tepkimeli – Çift Kilitlemeli Sprinkler
		Yüksek Basıncılı Su Sisi
Gri Alan	Trafo Odaları	CO2 Gazlı Söndürme
		Ön Tepkimeli – Çift Kilitlemeli Sprinkler
		Yüksek Basıncılı Su Sisi
	Jeneratörler	Ön Tepkimeli / Baskın Sprinkler
		Yüksek Basıncılı Su Sisi
	BMS /*UPS Odaları	İnert Gazlı Söndürme (IG-01-55-541-100)
		Kimyasal Gazlı Söndürme (HFC227ea / FK 5-1-12)
		Yüksek Basıncılı Su Sisi
	Ofisler	Sprinkler Sistemi
		Yüksek Basıncılı Su Sisi

GAZLI OTOMATİK SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Gazlı baskın söndürme sistemi uygulaması yapılacak hacimlerde kullanılması gerekli bir diğer sistem erken uyarı veren bir yangın algılama sistemidir, iki sistemin düzgün tasarımı sayesinde yangın başlangıç aşamasında yakalanılarak büyümeden önlenmesi mümkün olacaktır, tesis açısından kesintisiz ya da minimum işleyiş kesintisi anlamına gelecek uygulama, üç boyutlu bir etkiye sahip olduğundan söndürücü gaz veri merkezi ekipmanları içine girecek ve yangını bulunduğu noktada herhangi bir personel çabasına gerek olmaksızın söndüreceklerdir.

Gazlı söndürme yapılan hacimlerde bulunan asma tavan üzeri ve yükseltilmiş döşeme altı (yönetmelikte aksi belirtilmedikçe örn. Boyu 4,6m'yi geçmeyen besleme kablosu ya da soğutma hortumu barındıran bölümler vb. hariç) gibi bölümlere ana hacimle eş zamanlı olarak söndürme yapılacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Gazlı söndürme sistemleri gaz cinsine göre değişen basınçlar (25, 42, 60, 200, 300 bar gibi) altında depolanmaktadır ve söndürme aşamasında hacimde anlık basınç artışlarına sebep olmaktadır bu sebeple özellikle inert gazlı söndürme sistemi uygulanacak hacimlerde tasarım kriterlerine uygun basınç tahliye damperleri kullanılması gereklidir, benzer şekilde yapısal elemanların bütünlüğünü koruyacak şekilde güçlendirilmeleri (örn. Camların cam filmi veya tellerle ile güçlendirilmesi) gerekebilir.

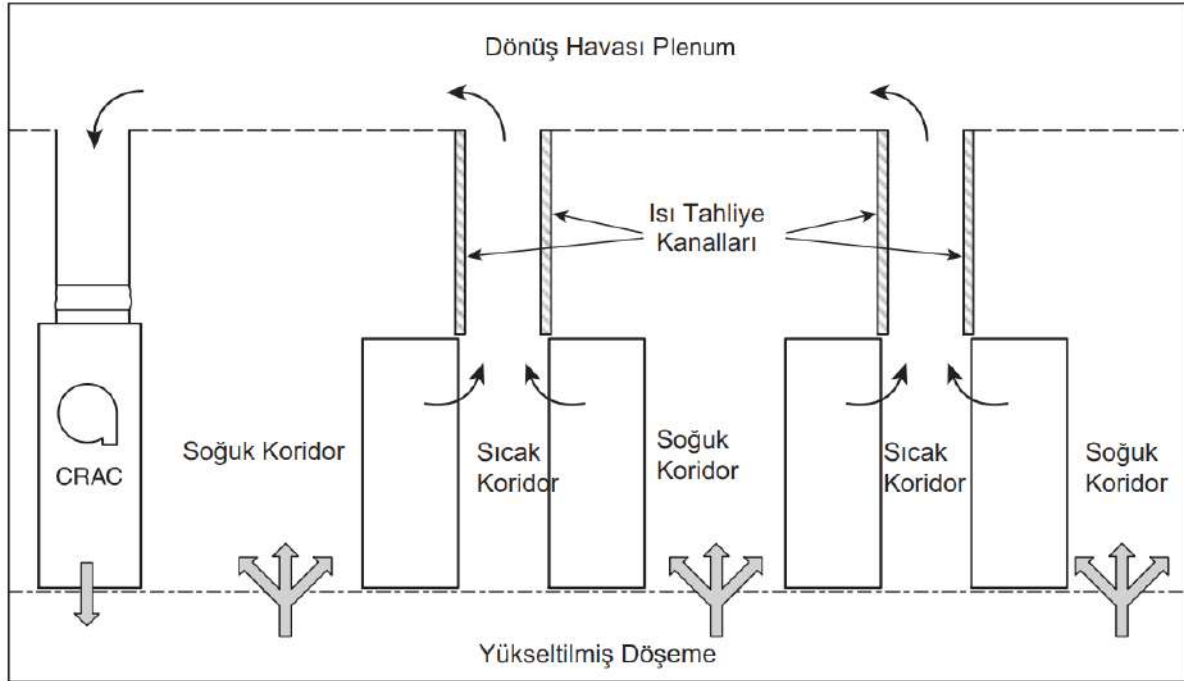
Gazlı söndürme yapılması düşünülen hacim için yapılan risk değerlendirme çalışmasında aksi belirtilmedikçe gazlı baskın yangın söndürme işlemi başlamadan önce hacmin enerjisi kesilmelidir. Ancak bu olgunun veri güvenliğini etkileyebileceği veya bilgi akışında kesintiler yaratabileceği nedenleriyle gerek işletme sahibi gerekse sistem tasarımcıları tarafından birlikte karar verilmesi ve üzerinde hassasiyetle düşünülmesi gereken bir durumdur.

Tesiste yapılması planlanan yenileme ya da genişleme işlemleri sırasında gazlı söndürme kurulmuş hacimlerin herhangi bir bölümünde bir değişiklik, büyüme, küçültme, birleştirme, ayırma vb. inşai işlem yapılacaksa gazlı söndürme sistem tasarımı yapısal değişikliğin son haline göre ilgili tasarım ölçütleri doğrultusunda tekrar yapılmalıdır.

Gazlı söndürme sisteminin görevini yerine getirebilmesi, gaz cinsine bağlı olarak değişen ve ilgili tasarım ölçütlerinde belirtilmiş konsantrasyon değerlerini, söndürme hacminde belirtilmiş süreler boyunca koruması gerekmektedir, bu koşulların sağlandığının oda sızdırmazlık (CO2 gazı için farklı olarak konsantrasyon) testi ile kontrol ve raporlanması mümkündür.

Veri merkezlerinde bulunan ve verimlilik esasına göre mümkün olan en yüksek kapasite ile çalışan tüm bilgi teknoloji ekipmanları değişen değerlerde ısı üretir. Bahsedilen donanım performanslarını yükseltmek, korumak ve hem de olası bir kablo veya bağlantı noktasındaki ısınma sebebiyle yaşanabilecek yangın riskini minimize etmek amacıyla veri merkezlerinde özel ve yüksek hava hızlarına sahip havalandırma ve soğutma sistemleri kullanımı zorunludur. Bu ekipmanların soğutma yüklerinin en iyi şekilde yönetilebilmesi amacıyla cihaz tasarımları gibi havalandırma tesisat tasarımları da verimi arttıracak yönde gelişmiştir.

Örnek havalandırma uygulaması olarak; soğuk-sıcak koridor uygulaması incelendiğinde;



Şekil -1: Veri Merkezi Sunucu Odaları Soğutma ve Havalandırma Örneği [2]

Beyaz alanda bulunan ekipmanların ısınan hava çıkışları toplu bir şekilde hacimden bağımsız kanallar ve plenum ya da asma tavan aracılığı ile CRAC (Computer Room Air Conditioner) ünitesine iletilmekte ve hacimden bağımsız kontrollü bir çevrim yürütülmektedir. Bu yüzden doğası gereği, bulunduğu hacimde ayrılmış bölmeler bulunduran her türlü havalandırma uygulamasında, acil durum halinde söndürme gazının bahsedilen bölmeler dahil hacmin her yerine ulaşması (koridor kayar kapıları, ya da üst panellerinin otomatik açılması gibi) sağlanmalıdır.

Hacmin kanal, menfez ve difüzör gibi elemanlarla iklimlendirildiği (Klima santrali, rooftop vb.) örnekte ise söndürme gazının, söndürme anında hacimde belirlenmiş konsantrasyon değerini belirli sürelerde sağlayabilmesi için hacme giriş ve çıkış kanallarında gerekli önlemler (yay geri dönüşlü motorlu damper vb.) alınmalı ve ilgili iklimlendirme ünitesinin devre dışı kalması sağlanmalıdır.

Gazlı söndürme sistemleri kullanılan gazın özelliğine göre iki alt başlıkta değerlendirilebilir;

- İnert (doğada bulunan gazlar) Gazlı Baskın Söndürme
- Kimyasal (belirli oran ve sürelerin altında insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olmayan) Gazlı Baskın Söndürme

İnert Gazlı Söndürme Sistemleri

Doğada bulunan asal gazların, söndürme hacmindeki oksijen ile yanma işleminin gerçekleşmeyeceği seviyeye kadar yer değiştirmeleri hedeflenen söndürme sistemidir. Tasarım kriterleri NFPA 2001'de detaylı olarak aktarılmıştır. Bu sistemin avantajı 200- 300 Bar gibi yüksek depolama basınçlarına sahip olması sebebiyle tesis içerisinde uzak noktalarda zorlanmadan hedeflenen gaz debi ve konsantrasyonlarının sağlanabilmesinin yanı sıra, en büyük hacme göre yapılacak hesaplar doğrultusunda belirlenen bir silindir bankasından, seçici vanalar aracılığı ile birden fazla hacme aynı anda hitap edilebilir olmasıdır.

Veri merkezlerinde aşağıdaki gaz kombinasyonlarının kullanımı mümkündür;

- IG-01 (%100 Argon)
- IG-55 (%50 Argon + %50 Nitrojen)
- IG-541(%52 Azot + %40 Azot + %8 CO2)
- IG-100 (%100 Nitrojen)

Yüksek depolama basıncının dezavantajı olarak gazın normal nozuldan çıkış ses basıncının 130 dB civarında olması, kullanılan veri diskleri ve diğer hassas elektronik ekipman üzerine negatif etkilere sebep olduğu görülmüş ve buna uygun olarak <100 dB sessiz nozullar kullanılmaya başlanmıştır.

Doğada bulunan gazlar arasına CO2 de girmekle birlikte insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle insanların sıklıkla bulunabileceği alanlarda kullanımından kaçınmak gerekir. Ancak Trafo odaları gibi insan bulunmayan ve tanımlanabilir açıklıklara sahip hacimler için hala en uygun alternatif söndürme sistemlerinden birisidir. Bunların tasarım ölçütleri NFPA 12 ve 12A'da ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

+	Su hasarı yok
+	Hedef konsantrasyona ulaşım sonrası hızlı etki
-	Ön uyarı süresi gereklidir (bu sürede yangın hızlanabilir)
-	Soğutma etkisi yok, gaz konsantrasyonu korunamazsa yeniden alevlenme riski
-	Hacimde oluşan basınç değişimlerine uygun mimari yapı ve ek elemanların (damper) kullanımı
-	Yüksek basınç sebebiyle gaz tutulma süresi boyunca sızdırmazlık sağlanması
-	Sınırlı sayıda (tek veya yedekli) ve ara verilemez kullanım
-	Yüksek silindir sayısına bağlı geniş (değerli) alan kullanımı
-	Duman oluşumu ve zararına karşı etkisiz
-	Ekipman üzerinde Nitrojenin genişleme aşamasında düşük sıcaklık etkisi

Tablo- 2: İnert Gazlı Yangın Söndürme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Kimyasal Gazlı Söndürme Sistemleri

Bu gazlar kısaca yangına kimyasal reaksiyon veya kimyasal reaksiyon ve yüksek soğutma kabiliyetleri yoluyla müdahale ederek söndürme işlemini yerine getiren gazlar olarak anılabilirler. Yalıtkan özellikte ve buharlaşma sonrası atık bırakmayan bu halo-karbon türevi kimyasal gazların öncesinde, Halon gazları, yapay doğaları gereği, endüstride yangın yanı sıra soğutma sektörü gibi birçok alanda

kullanımları sonucu ozon tabakasını inceltici etkileri, küresel ısınma potansiyeli gibi yan etkileri sebebiyle kullanılmaya başladıkları 1900'lü yılların başından beri birçok değişim geçirmelerine rağmen 1987 Montreal Protokolü ile üretim ve kullanımları kısıtlanmıştır. Günümüzde bu alanda en çok kullanılan gazlar;

- HFC227ea (Heptafluoropropane)
- FK 5-1-12 (Dodecafluoro-2-methylpentan-3-one)

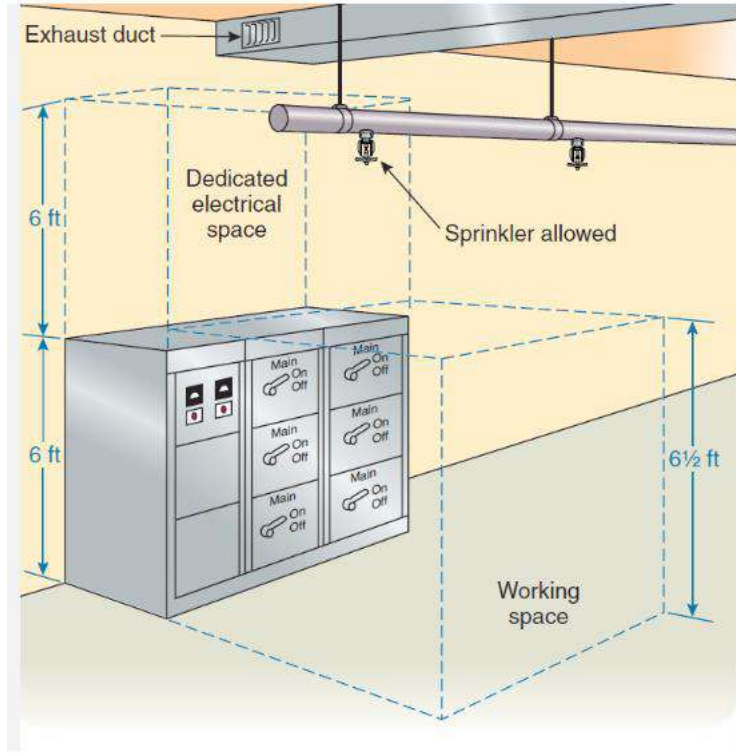
Tasarım ölçütlerine NFPA 2001'de yer verilen bu gazlardan HFC227ea ile ilgili güncel bilgi, 2022 yılında Resmi Gazete' de yayınlanan Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik sonrasında ülkemizde de kotalar oluşturulmaya başlanmıştır. Yatırım kararları ve ilgili tasarım aşamasında dikkate alınması gereken bu düzenleme, ilk yatırım maliyetleri ile kullanım sırasında (yangına müdahale sonrası ya da sistem periyodik bakımları sonrasında yeniden dolum gibi aşamalarda) oluşabilecek maliyetlerin iyi irdelenmesi gereğini zorunlu kılmaktadır.

Tablo 3. Kimyasal Gazlı Yangın Söndürme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

+	Doğru tasarlandığı ve kullanıldığı nda insana zararsız
+	Su hasarı yok
+	Kimyasal reaksiyon ve buna bağlı soğutma etkisi- Oksijen azaltma söz konusu değil
-	Yüksek yeniden dolum maliyeti ve uzun işlem süresi (korumasız süre)
-	Ön uyarı süresi gereklidir (bu sürede yangın hızlanabilir)
-	Hacimde oluşan basınç değişimlerine uygun mimari yapı ve ek elemanların (damper) kullanımı
-	Söndürme Silindirleri ve ilgili hacim arası limitli menzil
-	Sınırlı sayıda (tek veya yedekli) ve ara verilemez kullanım
-	Hacimde yüksek sıcaklığa bağlı zehirli ve aşındırıcı yan ürün oluşumu
-	Duman oluşumu ve zararına karşı etkisiz
-	Kimyasal yapısı gereği doğaya etkileri

SULU SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Veri merkezlerinde bol miktarda elektrik odası tanımına giren, enerji anahtarlanması veya depolaması amacıyla kullanılan mahal bulunur (Özellikle Gri Alanlar). Elektrik odalarında sprinkler sistemlerinin uygulanabilirliği tarihsel olarak tartışmalı bir konu olmuştur ancak, güncel NFPA 13 yönergeleri, bu tür bir uygulamanın teknik açıdan mümkün ve güvenli olduğuna işaret etmektedir hatta 1994 yılına kadar, tüm elektrik odalarının, elektrikli ekipmanların üzerine monte edilecek, doğrudan su temasından koruyucu bir eleman ile birlikte, sprinkler sistemine sahip olması temel bir gereklilik olarak NFPA 13'de belirtilmiştir. 1994 yılında yapılan düzenleme ile sadece kuru tip elektrikli ekipmanlara ayrılmış ve bu tip (yalıtım veya soğutma için yağ kullanmayan) elektrikli ekipman bulunan, yanıcı madde depolanmayacak (diğer tip malzemelerin depolanması konusu ucu açık bırakıldığından konu 2019 yılında tekrar ele alınmıştır) ve iki saat yangın dayanımı olan odalardan sprinkler sistemlerinin çıkarılabileceği belirtilmiştir. Hatta 2016 yılında elektrikli ekipmanları doğrudan su temasından koruyucu elemanların kullanımı da silinmiştir.



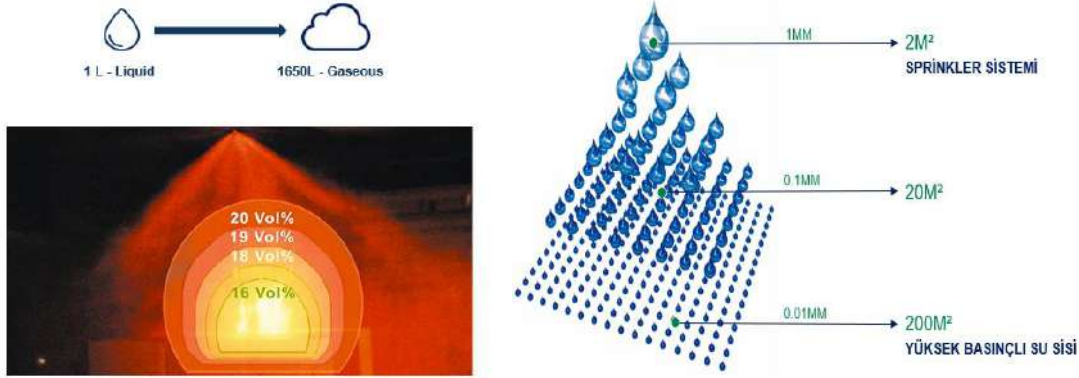
Şekil 2: Elektrik Odalarında Sprinkler Yerleşimi [1]

Özetle yaklaşık yüz yıllık bir uygulama olarak elektrik odalarında sprinkler sistemleri kullanımı ve bu yönde belgelenmiş herhangi bir problemle karşılaşılmadığı NFPA 'in çeşitli belgelerinde belirtilmiş ve NFPA 13'ün mevcut sürümü, yangın güvenliği açısından, elektrik odalarında sprinkler sistemlerinin hala rasyonel ve etkin bir çözüm olabileceğini belirtmiştir.

Su Sisi Sistemleri

1880'li yıllarda Amerika'da küçük orman yangınlarına müdahale için geliştirilmeye başlanmış sistem günümüzde, geri dönüşüm tesisleri, mermer / çelik kesimi vb. birçok endüstriyel tesiste farklı amaçlarla da kullanılmaktadır. NFPA 750'de yapılan ana tanıma göre sistem minimum çalışma basıncında, nozuldan çıkan su damlacıklarının %99'unun boyutunun 1000 μ 'dan küçük olduğu su sprey sistemidir. Güncel yangın sistemleri uygulamalarında işletme basınç değerine göre düşük (12,1 Bar'dan düşük), orta (12,1 Bar – 34,5 Bar arası) ve yüksek basınç (34,5 Bar ve üzeri) sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Sistemlerin ortak amacı sprinkler sistemlerinde kullanılan su damlacık büyüklüğünü küçültürken artan yüzey alanı sayesinde ortamdaki mümkün olan en yüksek ısıyı uzaklaştırmaktır. Bu sırada meydana gelen buharlaşmanın sağladığı diğer fayda inert gazlı yangın söndürme sistemlerine benzer şekilde yangın kaynağında oluşan su buharı sayesinde oksijen konsantrasyonunun azaltılmasıdır.

İtici kaynak olarak uygulamaya bağlı basınçlandırılmış azot silindirleri ya da su pompaları kullanan sistemler, standart sulu söndürme sisteminde kullanılan sprinklerlerden çok daha küçük orifis alanlarına sahip özel nozullar kullanırlar. Bu özellikler sebebiyle tesisatta paslanmaz çelik kullanılmaktadır ve nozullarda tıkanma yaşanmaması için farklı hassasiyette (100 – 200 μ) filtreler sistemin standart bir parçası olarak yer almaktadır.



Şekil 3. Su Sisi Sistemleri Damlacık Boyutları ve Oksijen Konsantrasyonu Azaltma Etkisi

Bahsedilen diğer söndürme sistemlerinden farklı olarak su sisi sisteminde, minimum sistem gereklilikleri standartlarda (NFPA 750, EN 14972-1, VdS 3188) tanımlanmakla birlikte sistem tasarımı, üreticilerin kendi tasarım kitapçıklarına göre yapılmak zorundadır. Bunun sebebi, sistemin kritik noktası olarak tanımlanabilecek nozul tasarımlarının (k değeri, nozul arası mesafeler, hacim yükseklikleri) markadan markaya değişiklik göstermesi ve diğer söndürme sistemlerinde olduğu gibi başvurulabilecek bir genel tasarım yönetmeliği oluşturulamamasıdır.

Üretici firmalar bu durum karşısında son kullanıcılara sertifikasyon sağlayabilmek için hemen her uygulama örneği (trafo, jeneratör, veri merkezi beyaz alan, iklimik test odası vb.) için üçüncü parti bağımsız test kuruluşlarının (FM, IFAB) katılımıyla gözlemciler eşliğinde, gerçek olaylara eş değer yangın yükleri ve ortam özelliklerinde canlı testler yaparak onay almak zorundadır. Bu testlerin tanım ve özellikleri, FM5560 A – P Ekleri, EN 14972-2.17, VDS 3883 yönetmeliklerinde belirtilmiştir.

Veri merkezlerinde beyaz alanlarda kullanımına yönelik testler, FM 5560 Ek-M ve N bölümlerinde belirtilmiştir, benzer şekilde gri alanlar için de yönetmeliklerin ilgili testleri doğrultusunda uygulama onayı almış ve buna bağlı sertifikalı markaların ürün ve sistemleri kullanılabilir.

Tablo 4. Su Sisi Yangın Söndürme Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

+	Ön uyarı süresi gereksizdir, su..
+	Belirli alanda kullanıma bağlı sınırlı su hasarı
+	Mimari bir değişikliğe ihtiyaç duyulmaz
+	Yüksek soğutma etkisi
+	Duman oluşum ve dağılımını yavaşlatma kabiliyeti
+	Paslanmaz boru kullanımıyla temiz su kullanımı (minimal su ve çevre hasarı)
+	Paslanmaz ekipman kullanımına bağlı uzun kullanım ömrü
+	Yeniden kullanıma hazırlanma süresi- tüm tesis
+	Tümleşik yaklaşım- tüm veri merkezini tek sistem ile koruma
+	Kolay genişleyebilir sistem tasarımı
+	Çok az su kullanımı
+	Çok az statik yük (küçük çaplı boru-fittings kullanımı)
+	Üç boyutlu etki
-	Su hasarı

Sprinkler Sistemleri

Sprinkler sistemi tasarımı, bunların uygulandıkları hacmin yapısal ve kullanım özelliklerine göre dikkate alınması gereken birçok ölçüt barındırır. Örneğin, ortamda bulunan yanıcı madde tipleri, hacmin boyutları, geometrisi (örneğin yükseklik sınırları ve yapısal engeller), odanın sıcaklığı, kullanım amacı vb. Bu ölçütler göz önünde bulundurularak belirlenen sprinkler başlıklarından yine standartlarca hükme dayalı olarak belirlenen yoğunlukta (dolaylı olarak debi ve basınçta) suyun ortama etkin bir şekilde dağıtılması prensibiyle çalışır. Sprinkler sistemi ana bileşenleri, (farklı özelliklerde) alarm vanaları, boru hattı ve fittingsler, değişken tiplerde sprinkler başlıkları ve bazen de bunları kontrol eden yangın algılama sistemleri olarak düşünülebilir. Sprinkler sistemleri temelde çalışma biçimine göre ıslak, kuru, baskın veya ön tepkimeli olmak üzere dört ana başlık altında toplanır.

Islak borulu sistem; sıcaklığı +4 °C ve üzerinde hacimler için (ofis alanları vb.) kapalı sprinkler başlıklarıyla kullanılan sistemlerdir, veri merkezi binasında, ofis alanları gibi ikincil yakıt bulunan hacimler dışında kullanımı tavsiye edilmez.

Kuru borulu sistem; sıcaklığı +4 °C ve altında olan, donma riski bulunan hacimler için kapalı sprinkler başlıklarıyla kullanılan sistemlerdir.

Baskın (deluge) sistem; kısaca açık uçlu sprinkler başlıkları ile kullanılan, normal şartlarda boruda su bulunmayan ancak yangın anında bir vananın açtırılması ile sprinkler başlıklarına su yürümesine dayanan ve alternatif tetikleme sistemlerinin (hidrolik, pnömatik veya elektriksel) kullanıldığı bir sistem olarak özetlenebilir. Yüksek tehlike sınıfı uygulamalarda özel olarak hacmin tamamının su ve/veya köpükle aynı anda söndürme yapıldığı sistem olarak da tanımlanabilir. Bilgi teknolojisi alanlarında kullanılması tavsiye edilmemektedir.

Ön Tepkimeli Sprinkler Sistemi; boruda normal şartlarda basınçlı hava içeren ve bu basınç altındaki boru sistemine bağlı kapalı tip sprinkler başlıklarının kullanıldığı; aynı alanlarda sprinklerlerle birlikte su akışının başlatılması için ek bir algılama sisteminin de kullanıldığı sistemlerdir. Özellikle veri merkezlerinde salonlarda yani değerli elektrik/elektronik donanımların bulunduğu alanlarda sıkça tercih edilirler.

Ön tepkimeli sistemler, genellikle üç ana kilitleme tipiyle birlikte gelir:

- Tek Kilitlemeli (Single Interlock) – Bu tür, dedektörler bir yangın durumu algıladığında havanın boşaltılmasını ve ardından suyun serbest bırakılmasını kontrol eder.
- Çift Kilitlemeli (Double Interlock) – Bu tür, bir yangın detektörünün tetiklenmesi ve sprinkler başlığındaki ısı ögenin (ampül veya ergir metal) patlaması/erimesi gibi iki ayrı durumun oluşmasını gerektirir; bu durum su basılması açısından daha fazla güvenlik sağlar.
- Kilitlemesiz (Non-Interlock) – Bu tür, detektör ve/veya sprinkler başlığı tetiklendiğinde suyun derhal serbest bırakılmasını sağlar, fakat genellikle yüksek risk taşıyan uygulamalarda kullanılmaz.

Ön Tepkimeli Çift Kilitlemeli Sprinkler Uygulaması

Beyaz ve gri alanlarda yapılacak uygulamalarda, su temasından kaynaklı ekipman hasarı söz konusu olduğundan, sistem devreye girmeden önce çok aşamalı algılama sistem (manuel algılama = sprinkler ampülü, elektronik algılama = duman dedektörü/hassas fanlı hava örnekleme dedektörü gibi) kontrolü yapılması gereklidir. Çift Kilitlemeli Ön tepkili sistem kullanımı, özellikle suyun ortama iletilme kararının yukarıda bahsedildiği üzere birden çok referans noktası (pnömatik/pnömatik, pnömatik/elektrik, elektrik/elektrik) tarafından doğrulandıktan sonra, yangın tehlikesinin kaçınılmaz olduğu durumlarda, sulu söndürmenin kullanılmasına izin verilmesi gereken, beyaz ve gri alanlardaki uygulamalar için tercih edilebilir.

Tablo 5. Ön Tepkimeli Çift Kilitlemeli Sprinkler Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

+	Düşük ilk yatırım maliyeti
+	Ön uyarı süresi gereksizdir, su...
+	Belirli alanda kullanıma bağlı sınırlı su hasarı
+	Mimari bir değişikliğe ihtiyaç duyulmaz
-	İki boyutlu etki- su konisi
-	Yapısal koruma hedeflenir
-	Yüksek miktar su kullanımına bağlı hasarlar
-	Borularda paslanmaya bağlı kirli su ve buna bağlı diğer hasarlar
-	Kuru borulu sistemler seçenekli Nitrojen jeneratörü kullanımı sebebiyle ek maliyet ve kirli su hasarı

YANGIN ALGILAMA ve UYARI SİSTEMLERİ

Veri merkezlerinde yangın söndürme sistemleri kadar bunlarla birlikte çalışacak, yangının erken seviyelerde işletmecilere bildirilmesini, bu sayede büyümesini engelleyecek ve dolaylı olarak hasarı azaltacak yangın algılama ve uyarı sistemleri kullanımı da çok önemlidir.

Geçmiş deneyimler veri merkezlerinde; bilgi teknoloji alanlarına bitişik ofis, toplantı odası, mola alanları gibi yerlerdeki (kâğıt kitapçıklar, paketleme malzemeleri vb.) ikincil yakıtlardan kaynaklı yangınların, çalışanların alan kullanım kurallarına uyması, yangın ve duman perdeleri veya yapısal kompartımantasyon önlemleri yanında bu alanlara uygun duman dedektörü ve sprinkler sistemleri kullanımı ile önlenemediği veya kayda değer oranda küçük alanlarda tutulabildiğini göstermiştir.

Bilgi teknoloji alanları içinde (beyaz alanlarda) gerçekleşen yangınların temel nedeni olarak ise yanıcı malzemeler barındıran ve yüksek verimle çalışabilmek için sınır değerlere zorlanan enerji depolama donanımı veya hatalı/hasarlı iletkenler sebebiyle ısınan kesintisiz güç kaynakları gibi ekipmanlardır. Donanımda aşırı ısınma sensörleri kullanımı ve besleme, veri kabloları ile güç kaynaklarının fiziksel ayrımı gibi yollarla bahsedilen riskler en aza indirgenebilir. Bu alanda karşılaşılan bir diğer risk ise ortam iklimlendirme/soğutma cihazlarında kullanılan yanıcı filtreler, aşırı ısınan fan motorları ve bu ortamda bulunan güç besleme kabloları ile bunların kaplama ve yalıtım malzemeleridir. İşte tüm bu risklerin en aza indirgenmesi ve dolaylı olarak işletmeciler personelin can güvenliği ile tesisdeki mal güvenliğinin sağlanması için kullanılan algılama ve ihbar sistemleri gerek uyarı yaparak gerekse de bazı kontrol ve izleme görevlerini otomatik olarak yerine getirerek (örn. gazlı söndürme sistemi ile ilgili erken uyarı ve sistemin devreye sokulması, havalandırma sistemi elemanlarının kapatılması gibi) veri merkezi yangın güvenliğinde temel bir unsur olarak yer alır.

Otomatik yangın algılama sistemi genel olarak iki şekilde aktif hale gelir, el ile tetiklenen (kır-bas, çek vb.) butonlar yardımıyla veya sistemin bir parçası olan otomatik duman, ısı, alev algılayıcılar ile (Sulu söndürme sistemi bileşenlerinden alınan su akış bilgisi de dolaylı olarak bir ısı algılayıcı sayılır).

Veri merkezlerine özel alanlarda (Sinyal işleme ve veri depolama alanları, güç ekipmanı alanları vb.) yangının gelişmeden, çok erken seviyede algılanmasını gerektirmektedir. Bu yüzden veri merkezlerinde bulunması beklenen bazı özel sistemlerden ve bunların tiplerinden bahsetmek gerekir.

Bu sistemlerin tanımları NFPA76 'a göre şöyledir:

- Standart Yangın Algılama (SFD) Sistemleri: Geçerli standartlara uygun (EN 54-14 veya NFPA 72) olarak belirli bir can güvenliği ve tesis koruması sağlamak için yangın algılama başlatıcı cihazları kullanan sistemler.
- Erken Uyarı Yangın Algılama (EWFD) Sistemleri: Duman, ısı veya alev detektörleri kullanarak yangınları insan hayatını tehdit edecek veya telekomünikasyon hizmetinde önemli hasarlara neden

olacak yüksek ısı koşullarından önce algılamaya yarayan sistemlerdir. Bu sistemler noktasal tip dedektörlerden oluşabileceği gibi, hava örnekleme sistemlerinden de oluşabilir.

Veri merkezleri özelinde bu sisteme ait dedektörler (veya örnekleme noktaları) 37,2 m² kapsama alanına ve %5,0 /metre (%1,5 /ft) hassasiyete sahip olmalıdır. (Hava örnekleme sistemler için en uzak delikten cihaza ulaşım süresi 90 saniyeyi geçmemelidir.)

- Çok Erken Uyarılı Yangın Algılama (VEWFD) Sistemleri: Düşük enerjili yangınların telekomünikasyon ve veri saklama hizmetlerini etkilemeden önce algılamaya yarayan sistemlerdir.

Bu sistemler noktasal tip dedektörlerden oluşabileceği gibi, hava örnekleme sistemlerinden de oluşabilir. Veri merkezleri özelinde bu sisteme ait dedektörler (veya örnekleme noktaları) şu hassasiyetlerde olmalıdır;

- Ön uyarı sinyali %0,65 /metre (%0,2 /ft)
- Alarm sinyali: %3,2 /metre (%1 /ft)

(Hava örnekleme sistemler için en uzak delikten cihaza ulaşım süresi 60 saniyeyi geçmemelidir.)

Sinyal işleme ve veri depolama alanlarında mevcut erken ve çok erken algılama sistemlerinin NFPA 76 Annex-B'ye göre denemesi ve işlevselliğinin ve hassasiyetinin kontrol edilmesi de mutlaka gereklidir. Bu yüzden gerek beyaz alanlarda gerekse gri alanlarda geçici kabul öncesi devreye alma esnasında sıcak kablo testi (hot wire test) yapılarak NFPA 76'da aranan başarımların ölçütlerinin yakalanıp yakalanmadığı görülmelidir.

Sıcak Kablo Testi

Testin yapılacağı oda, cihaz içi ve oda havalandırma fanları dahil tüm havalandırma ekipmanlarının çalıştığı ve algılama sistemi kurulu bir oda olmalıdır. Test ayrıca fanlar kapalı durumdayken, fan mekanik hata ve/veya enerji kesintisi olduğu durumu gözlemlemek amacıyla da yapılmalıdır. Bu test dedektör ön alarm veya alarm hassasiyet seviyeleri, normal çalışma seviyeleri ile aynı ayar olmalıdır.

Bu test sırasında kısa bir süre için az bir miktar duman oluşacağından alarm teyidi veya alarm öteleme fonksiyonları kapalı olmalıdır, testin amacı dedektörlerin gördükleri yeterli yoğunluktaki duman karşısında verecekleri tepkiyi gözlemektir. Test hacim içinde düşük veya yüksek hava hızları bulunan ve yangın algılama dedektörleri açısından zorlu bölgelerde ve olası farklı senaryoları gözlemleyebilmek için farklı yüksekliklerde yapılmalıdır. Dumanın ekipman hava çıkışlarından sürüklenebileceği bölgeler seçilmeli ancak, dumanın telekomünikasyon cihazları soğutma ya da fan girişleri gibi çekileceği noktalardan kaçınılmalıdır. Test tüm havalandırma iklimlendirme koşullarında en az üç kere tekrar edilmeli ve test başarısı aşağıdaki tabloya göre değerlendirilmelidir.

▲ Table B.2.1 Heated Wire Test Parameters

Parameter	BS 6266 Test		Modified BS 6266 Test: Two 1 m Wires in Parallel	North American Wire Test: North American Wire
	2 m Wire Test	1 m Wire Test		
Wire specs	10 strands of 0.1 mm diameter (38 AWG) tinned copper wire insulated with PVC to a radial thickness of 0.3 mm.	Total cross-sectional area of conductor is 0.078 mm ² (28 AWG). Insulated with PVC to a radial thickness of 0.3 mm.	Wire is very flexible due to stranded construction and highly plasticized insulation.	A single strand of 22 AWG copper wire, insulated with PVC to a diameter of 1.19 mm (0.047 in.). This wire is stiffer than the BSI wire due to the single-strand construction and the minimally plasticized PVC insulation.
Smoke characterization	Smoke is very light (barely visible). HCl vapor is unlikely to be produced due to the low temperature achieved in the wire. The primary constituent of the smoke is plasticizer.	More visible smoke than the 2 m test, but still very light smoke. Due to the higher temperature in the wire, a very small amount of HCl vapor will be produced.	More visible smoke than the 2 m test or the single wire 1 m test but still very light smoke. Due to the higher temperature in the wires, a small amount of HCl vapor will be produced.	More visible smoke than the BSI wire tests but still very light. A minor amount of HCl is produced but for a shorter duration than the BSI wire tests.
Test period	180 seconds	60 seconds	60 seconds	30 seconds
Electrical load	Constant voltage — 6.0 volts dc, current varies from 0 to 15 A during the test due to changing resistance in the wire.	Constant voltage — 6.0 volts dc, current varies from 0 to 15 A during the test due to changing resistance in the wire.	Constant voltage — 6.0 volts dc, current varies from 0 to 30 A during the test due to changing resistance in the wire.	Constant current of 28 A. Voltage varies from 0 to 18 volts dc during test due to changing resistance in the wire.
Pass/fail criteria	Fire detection system should "respond" within 120 seconds of the end of the test period.		"Alert" or "pre-alarm" signal within 120 seconds of the end of the test period.	

SONUÇ

Veri Merkezlerinde yangın ve can güvenliği konularında önemli rol oynayan söndürme ve algılama sistemleri, NFPA standartlarında ayrıntılı olarak ele alınmış ve bu konuda çeşitli tasarım ve uygulama önerilerinde bulunulmuştur. Elbette salt standartlarla sınırlı kalmak ve çeşitli mühendislik yaklaşımlarını göz ardı etmek veya genellemeler yapmak bu gibi farklı boyut ve yapıdaki tesisler için doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Her tesis işletmeci kabiliyetlerine, tesisin büyüklüğüne, önemine, başka bir deyişle vazgeçilemez oluşuna bakılarak değerlendirilmeli ve tesislerdeki sistemlerin kullanımına buna göre karar verilmelidir. Bu çalışma, Veri Merkezi gibi karmaşık yapıların ve buralardaki işletmesel dinamiklerin (havalandırma gerekleri, kesintisiz güç ihtiyacı) anlaşılması ve bunlar için okuyuculara temel yangın söndürme ve algılama sistemlerinin seçimini ortaya koymayı amaçlar.

REFERANSLAR

- [1] NFPA 13:2022, "Standard for the Installation of Sprinkler Systems"
- [2] NFPA 75: 2020, "Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment"
- [3] NFPA 76: 2020, "Standard for the Fire Protection of Telecommunications Facilities"
- [4] NFPA 750:2019, "Standard on Water Mist Fire Protection Systems"
- [5] KOPP, R, "Update on Water Mist Technology Current and Future Applications", TÜYAK Webinar 2022
- [6] METİN, B, "Veri Merkezi Projelerinde Kullanılan Yangın Söndürme Sistemleri Işığında Fransa OVH Veri Merkezi Yangınının İncelenmesi", TÜYAK Yangın Mühendisliği Dergisi, Sayı 16, s 30-33, 2021

ÖZGEÇMİŞ

Levent COŞKUN

1977'de Ankara'da doğdu. 1993 yılında Ankara Anıttepe Lisesinden mezun oldu. 1999 yılında Süleyman Demirel Makina Mühendisliği bölümünde lisans, 2002 yılında Başkent Üniversitesi İşletme Yönetimi bölümünde yüksek lisans eğitimlerini tamamladı. Sismik Koruma ve Titreşim Yalıtımı, Bina Yönetim ve Otomasyon Sistemleri, Isıtma Soğutma Sistem Ekipmanları, Yangın Algılama ve Söndürme Sistemleri üzerine satış konularında çalışmıştır. 2021 yılından itibaren Protek Yangın ve Güvenlik A.Ş. firmasında Satış ve Pazarlama Müdürü görevini sürdürmektedir.

VERİ MERKEZLERİ TASARIMI VE VERİ MERKEZLERİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ

Said Eren KARAHAN

ÖZET

Veri merkezleri kısaca, işletmelerin ve kuruluşların sahip olduğu verilerin depolanması ve işlenmesi için özel olarak tasarlanan tesisler olarak tanımlanabilir. Teknolojinin gelişimine bağlı olarak dijital ortamda anlık olarak üretilen verinin exponansiyel artışı her geçen gün veri merkezlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Dijital ortamda artan verinin şirketler/kurumlar için kaybedilmeden korunması, güvenilir bir ortamda tutulması en temel beklentilerdendir.

Bu beklentilerin yönetimi için en önemli hedef aktif zamanı yani “uptime”ı maksimuma çıkartmaktadır. “Reliability” (Güvenilirlik) , “Redundancy” (Yedeklilik) ve “Availability” (Ulaşılabilirlik) tanımları ise bu amaca ulaşmak için yol gösteren temel kavramlardır.

Bu sebeple veri merkezleri tasarım süreçlerinden başlayıp yapının tüm yaşam döngüsü içerisinde veri güvenliğini sağlayacak şekilde yüksek standartlara ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimlerden birisi de yangın güvenliğidir. Bir veri merkezindeki olası bir yangın doğrudan bu yukarıda anılan üç tanımı da tehdit eden unsurların başında gelmektedir. Özellikle son iki yılda yaşanan üç büyük veri merkezi yangını ve bu yangınların etkisi sektör paydaşlarının da yangın güvenliği başlığına daha dikkatli gözlerle bakmalarına neden olmuştur.

Veri merkezi yatırımı yapan yatırımcıların karşısına bazı standartlar, akredite kuruluşlar ya da sertifikalandırma gereksinimi halinde sertifikasyon kuruluşları çıkmaktadır. Bu bildiride yatırımcıların tasarım kararı verme aşamasında karşısına çıkan başlıca kurum ve standartların yangın güvenliği alanında hangi kapsamlara temas ettikleri ve nerede durdukları aktarılmaya çalışılacak, bunun yanında veri merkezi sahiplerine işletme aşamasında yangın güvenliği açısından alınması gereken önlemler ve bu konudaki toplam bilinçlenme konusunda tavsiyelerde bulunulacaktır.

Anahtar sözcükler: Veri Merkezi, Yangın Güvenliği, Veri Merkezi Standartları

DATA CENTER DESIGN AND FIRE SAFETY IN DATA CENTERS

ABSTRACT

In brief Data Centers may be defined as facilities specifically designed for the storage and processing of data owned by businesses and organizations. With the advancement of technology, the exponential increase in data generated in real-time digital environments continually amplifies the necessity for such centers. The paramount expectations include the secure and reliable conservation of this escalating volume of digital data, safeguarding it against loss.

In managing these expectations, the principal objective revolves around maximizing "uptime," an index of active operational time. Key concepts directing this aim encompass "Reliability," "Redundancy," and "Availability," each serving as a crucial navigational guideline.

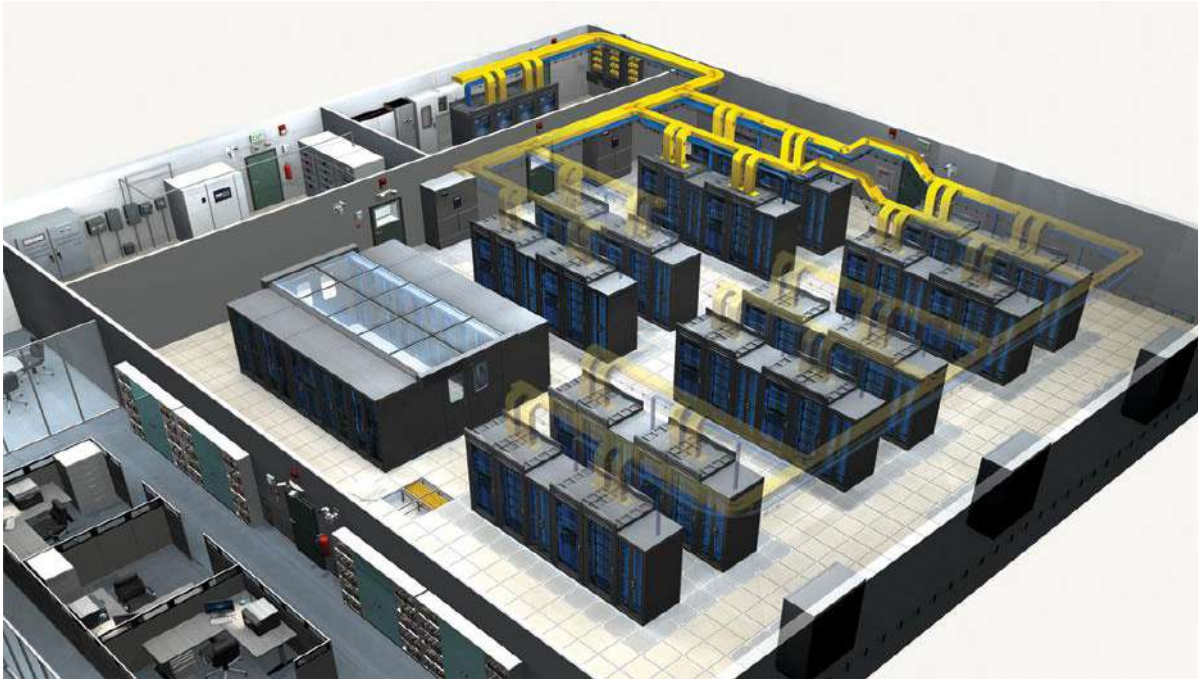
Consequently, from the inception of their design process through their entire lifecycle, data centers require adherence to elevated standards, particularly to ensure data security. One such requisite is fire safety. An incident of fire within a data center directly jeopardizes the aforementioned triad of core concepts. Notably, the occurrence of three major data center fires over the past two years has impelled stakeholders within the sector to focus on the topic of fire safety with increased alertness.

Investors venturing into data center establishments are confronted with an array of standards, accrediting bodies, and, where certification requirements exist, certifying institutions. This document aims to delineate the primary institutions and standards that investors encounter during the design decision-making phase, specifically focusing on the scope they cover in the realm of fire safety. Additionally, recommendations will be given to data center owners concerning requisite precautions that must be undertaken in the operational phase to enhance fire safety awareness comprehensively.

Anahtar sözcükler: Data center, Fire Safety, Data Center Standarts,

1.GİRİŞ

Veri merkezleri, uygulamaları ve hizmetleri oluşturmak, çalıştırmak ve sunmak ve bu uygulamalar ve hizmetlerle ilişkili verileri depolamak ve yönetmek için IT altyapısını barındıran fiziksel bir oda, bina veya tesislerdir.



Şekil 1. Örnek Bir Veri Merkezi Yapısı, Sunucu Yerleşimi

Birçok veri merkezi türü ve hizmet modeli mevcuttur. Sınıflandırmaları, bir veya daha fazla kuruluşa ait olup olmadıklarına, diğer veri merkezlerinin topolojisine nasıl uyduklarına (eğer uyuyorlarsa), bilgi işlem ve depolama için hangi teknolojileri kullandıklarına ve hatta enerji verimliliğine bağlıdır. Dört ana veri merkezi türü vardır:

1.1.Kurumsal veri merkezleri (Enterprise)

Bunlar şirketler tarafından inşa edilir, sahip olunur ve işletilir ve son kullanıcıları için optimize edilir. Çoğu zaman kurumsal bir kampüste barındırılırlar.

1.2.Yönetilen hizmetler veri merkezleri (Managed)

Bu veri merkezleri, bir şirket adına üçüncü bir taraf (veya yönetilen hizmet sağlayıcısı) tarafından yönetilir. Şirket, ekipmanı ve altyapıyı satın almak yerine kiralar.

1.3.Colocation veri merkezleri

Ortak yerleşim ("colo") veri merkezlerinde, bir şirket, başkalarının sahip olduğu ve şirket tesisleri dışında bulunan bir veri merkezi içindeki alanı kiralar. Ortak yerleşim veri merkezi altyapıyı barındırır: bina, soğutma, bant genişliği, güvenlik vb., şirket ise sunucular, depolama ve güvenlik duvarları dahil bileşenleri sağlar ve yönetir.

1.4.Bulut veri merkezleri

Şirket dışı veri merkezi biçiminde, veriler ve uygulamalar bir genel bulut sağlayıcısı tarafından barındırılır.

Veri merkezinin türü hangisi olursa olsun tesislerin genel olarak sahip oldukları bazı alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar ve amaçları aşağıda tariflenmiştir.

- Server Odaları: IT ekipmanların minimum kesinti riskiyle 7x24 çalışmasının beklenebileceği güvenli bir üretim ortamı sağlar. Ayrı ve son derece güvenli alandır. Güç kalitesinin korunması ve kontrolü, çevresel olarak kontrol edilip izlenmesi, düşük EMF (Elektro Manyetik Alan) radyasyon seviyeleri, yangından korunma ve diğer güvenlik önlemleri temel beklentilerdendir.



Şekil 1. Örnek Bir Beyaz Alan (Sunucu Odası)

- Akü Odaları: Akülerin saklanabileceği emniyetli ve iklimlendirilmiş bir ortam sağlar. Ayrı ve güvenli bir alan olması (ideali UPS odasından da ayrı), çevre kontrolü izlenmesi yapılması, yangından korunma ve diğer güvenlik önlemleri alınmış olması ve yeterli havalandırma sistemine sahip olması temel beklentilerdendir.



Şekil 2. Örnek Bir Veri Merkezi Akü Odası

- Test Odası (Staging Area): IT ekipmanların nihai konumuna gitmeden önce hazır olduğundan emin olmak için ekipmanın iklimlendirilebileceği, incelenebileceği, yapılandırılabilir (H/W ve S/W) ve güvenli bir şekilde test edilebileceği bir alan sağlar. Veri merkezinin olası kesintiye uğramasını önlemek için ekipman ideal olarak ayrı bir UPS sistemine bağlı ayrı bir PDU'ya bağlanır. Bu alanlarda da güvenlik amacıyla yangından korunma sistemlerinin de mevcut olması tavsiye edilir.
- Bekleme Alanı (Holding Area): Ekipmanların teslim alınabileceği, paketlenilebileceği, fiziksel olarak incelenebileceği ve test odasına taşınmak üzere hazırlanabileceği bir alan sağlar.
- Güvenlik Kontrol Odası: Güvenlik görevlilerinin kendilerini dış saldırılardan korumak için tamamen kapalı bir odada olmaları gerekir. Bu nedenle güvenlik fonksiyonlarının 7/24 gerçekleştirilebileceği güvenli bir alan sağlar.
- NOC (Network Operasyon Odası): Ağ ve bilişim altyapısının 7/24 izlenebileceği ve kontrol edilebileceği güvenli bir alan sağlar. Bu alanların da ayrı ve korunumlu bir alan olması gerekmektedir. Çevresel korumalar gerçekleştirilmeli ve yangın güvenliği önlemleri alınmalıdır.

Dijital ortamda artan verinin şirketler/kurumlar için kaybedilmeden korunması, güvenilir bir ortamda tutulması en temel beklentilerdendir. Bu beklentilerin yönetimi için en önemli hedef aktif zamanı yani “uptime”ı maksimuma çıkartmaktadır. “Reliability” (Güvenilirlik) , “Redundancy” (Yedeklilik) ve “Availability” (Ulaşılabilirlik) tanımları ise bu amaca ulaşmak için yol gösteren temel terimlerdir. Bu sebeple veri merkezleri tasarım süreçlerinden başlayıp yapının tüm yaşam döngüsü içerisinde veri güvenliğini sağlayacak şekilde yüksek standartlara ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimlerden birisi de yangın güvenliğidir. Bir veri merkezindeki olası bir yangın ise doğrudan bu üç terimi de tehdit eden unsurların başında gelmektedir.

Reliability (Güvenilirlik); Bir sistem veya bileşenin, belirtilen koşullar altında, belirli bir süre boyunca gerekli işlevleri yerine getirme yeteneğidir. İş devamlılığı olarak da adlandırılabilir.

Availability (Ulaşılabilirlik); Bir sistemin çalışır durumda olduğu sürenin oranıdır.

Redundancy (Yedeklilik); Sistemin güvenilirliğini artırmak amacıyla bir sistemin kritik bileşenlerinin veya işlevlerinin çoğaltılmasıdır.

Dolayısıyla veri ve telekomünikasyon merkezleri için bu risk, yalnızca binadaki insanların güvenliğini değil aynı zamanda operasyonların sürekliliğini ve ekipman ve verilerin değerini de içerir. Bugün bu merkezler dünya çapındaki işletme ve kuruluşların sinir sistemidir ve saha ne kadar kritik olursa, kesinti veya aksama süresi riski de o kadar az kabul edilebilir olur. Yangından korunma ise birçok biçimde olabilir, ancak hedefleri basittir **Error! Reference source not found.**

- İnsanları zarardan uzaklaştıracak ve koruyacak binalar ve sistemler inşa etmek
- Bilgiye dayalı kararlar için kullanıcılara ve müdahale ekiplerine doğru bilgiler vermek

- Kaybı sınırlamak (ömür, arıza süresi, ekipman, veri veya diğer). **Error! Reference source not found.**

Son yıllarda yaşanan Fransa'da iki ve Güney Kore'de bir büyük veri merkezi yangını sektör paydaşlarının veri merkezlerinde yangın güvenliği başlığına daha dikkatli bakmalarına sebebiyet vermiştir. Kamuoyuna yansıyan bilgilerde Fransa'daki yangınlardan birisinin .fr uzantılı sitelerin yaklaşık %2'sini etkilediği ve bunlar arasında banka ve devlet kurumu portallarının da bulunduğu görülmektedir. Görülen davalar sonucunda mahkeme bu durumu bir mücbir sebep olarak değerlendirmemiş ve servis sağlayıcısının yaklaşık 400.000 Euro'luk bir tazminat ödemesine karar vermiştir. Güney Kore'de yaşanan birkaç günlük kesintinin ise yaklaşık 43 milyon kullanıcıyı etkilediği ve kesintinin mali etkisinin yaklaşık 30 Milyon Euro öngörülmekte olduğu kamuoyuna yansımıştır. 2016 yılında yapılan bir araştırmada[8] plansız bir kesintinin veri merkezlerinde dakika başında ortalama 9.000 USD'lik maliyete sebebiyet verdiği görülmektedir ve bu değer 2010 yılında 5.000 USD seviyesinde 2013 yılında ise 8.000 USD olduğu, yani giderek arttığı görülmektedir. Verinin ve veri merkezlerinin son yıllardaki dramatik artışıyla 2023 yılında yaşanacak güncel bir kesintide bu ortalama değer üzerinde değerler ile karşılaşacağı aşikardır.



Şekil 3. Fransa'da Yaşanan Veri Merkezi Yangınından Bir Görüntü

Aşağıdaki bölümlerde ilk olarak veri merkezi yatırımcılarının tasarım süreçlerinde kullanabilecekleri standartlara genel bir bakışla değinilecek, sonrasında ise operasyonuna başlanmış tesislerdeki işletme süreçlerine değinilecektir.

2.VERİ MERKEZİ STANDARTLARI VE TASARIMI

Veri merkezleri ile ilgili olarak birden çok standart bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda Tablo.1'de gösterilmiştir.

Yatırım ve tasarım planlamalarında öncelikle referans alınacak standartlar belirlenir. Başlıca standartlar ise TIA-942 ve EN-50600'dür. Yangın güvenliği başlığında TIA-942'ye bakıldığında NFPA 101, NFPA 70, NFPA 75, NFPA 72, NFPA 780, NFPA 2001 kodlarına atıfların yapıldığı görülmektedir. EN 50600 ise EN 13501, EN 1047, EN 54, EN 15004, ISO 7240 gibi standartlara atıflar yapmaktadır.

Temelde her iki standardın da kompartımantasyon, yangın söndürme ve yangın algılama başlıklarına değindiği ve bu başlıklardaki seviyelerin veri merkezlerinin sınıflandırmalarını da etkilediği görülmektedir. Örneğin TIA-942 3. Seviye beklentilerinde şaft muhafazasının minimum 60 dk dayanım

gereksinimi varken 4. Seviyeye çıktığında şaftların minimum 120 dk dayanımlı olması gerektiği belirtilmektedir [2].

Tablo.1. Bazı Veri Merkezi Standartları ve El kitapları

	TIA-942	EN-50600	BICSI-002	Uptime
Tanım	Telecom Infrastructure for data centres	Data Centre Facilities and Infrastructures	Data Centre Design and implementation best practises	Tier Standarts (Tier Classification)
Menşei	USA	Avrupa	USA	USA
Organizasyon	Kâr Amacı Gütmeyen	Kâr Amacı Gütmeyen	Kâr Amacı Gütmeyen	Ticari
Kapsam	Elektrik Mekanik Mimari Telekom Saha Konumu Güvenlik Verim	Elektrik Mekanik Mimari Telekom Saha Konumu Güvenlik Verim	Elektrik Mekanik Mimari Telekom Saha Konumu Güvenlik Verim	Elektrik Mekanik
Akredite Standart Geliştirme Organizasyonları	Evet (ANSI)	Evet (EN, ISO)	Evet (ANSI)	Hayır
Sınıflandırma Türleri	Rated (1-4)	Class (1-4)	Class (F0-F4)	Tier (I-IV)

Ülkemizde zorunluluk esasına dayalı olarak veri merkezi tasarımını veya yapımını düzenleyen mevzuat (yönetmelik, genelge veya tüzük) bulunmamaktadır ancak son dönemde veri merkezi standartlarına yönelik gelişmeler de yaşanmaktadır. Örneğin 13 Kasım 2021 tarih ve 31658 sayılı Resmi Gazete’de, 2012/3305 Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (2012/1) ‘de değişiklik yapılmasına dair Tebliğ (No: 2921/1) yayınlanmıştır.

Söz konusu tebliğ ile “Kararın 17 nci maddesinin birinci fıkrasının (cc) bendi kapsamında yer alan veri merkezi yatırımlarına yönelik projelerin değerlendirilmesinde, TS EN 50600 standardı kapsamında minimum Kullanılabilirlik Sınıfı 3 (AC:3), minimum Koruma Sınıfı 2 (PC:2), minimum Ayrıntı Seviyesi 2 (GL:2) olan TSE Veri Merkezi Tasarım Belgesi aranır. Yatırımın tamamlanmasını müteakip, bu fıkrada belirtilen standartların sağlandığına ilişkin TSE Veri Merkezi Tesis Belgesi aranır.” **Error! Reference source not found.** maddesi eklenmiştir. Yani Türkiye’de yatırım yapacak olan ve yatırım teşvikinden yararlanmak isteyen kurumların artık EN-50600 standartlarına uygun tasarım yapmaları ve minimum yukarıdaki seviye gereksinimlerini sağlaması zorunlu hale gelmiştir.

Standart içinde yangından korunma alanına dokunan kısmın ise genel olarak “koruma sınıfı – (PC)” olduğu görülmektedir.

EN 50600, ayrıntıları verilen farklı tesis ve altyapı unsurlarını barındıran alanlardan kaynaklanan yangınlarla ilgili olarak dört Koruma Sınıfını tanımlar [4].

- **Koruma Sınıfı-1:** Özel bir koruma uygulanmaz
- **Koruma Sınıfı -2:** Alanın yangına karşı algılama sistemi ile korunması gerekmektedir.
- **Koruma Sınıfı -3:** Alanın, belirli bir veri merkezi altyapısına (örneğin jeneratörler, şalt cihazları) ve sabit olmayan yangın söndürme sistemlerine uygun bir algılama sistemi (isteğe bağlı ön alarmlı erken algılama ile) tarafından yangına karşı korunması gerekir.
- **Koruma Sınıfı -4:** Alanın yangına karşı algılama sistemi (ön alarmlı erken algılamalı) ve risk değerlendirmesi sonucunda gerekli görülmesi halinde sabit yangın söndürme sistemi ile korunması gerekmektedir.

EN 50600, benzer şekilde bir diğer başlık olan kompartımantasyon konusunda ise koruma sınıflarını aşağıdaki şekilde tanımlamıştır [4].

- **Genel:** Yangını erken algılama sistemi kullanılıyorsa veya odalarda dumana duyarlı sistemler bulunuyorsa kapılar EN 1634 serisine uygun olarak duman geçirmez olacaktır. EN 1047-2

gerekliliklerini karşılayan yapılar istenilen korumayı sağlar ve herhangi bir mekana yerleştirilebilir.

- **Koruma Sınıfı - 1:** Ek gereksinim veya öneri yoktur.
- **Koruma Sınıfı - 2:** Koruma Sınıfı 2'ye ait alanların sınırları (duvarlar, zeminler, tavanlar ve kapılar), risk analiziyle belirlenen iç yangına karşı istenilen düzeyde fiziksel koruma sağlamalıdır.
- **Koruma Sınıfı - 3:** Koruma Sınıfı 3'e ait alanların sınırları (duvarlar, zeminler, tavanlar ve kapılar), minimum 30 dakika boyunca iç yangına karşı istenen derecede fiziksel koruma sağlayacaktır.
- **Koruma Sınıfı - 4:** Koruma Sınıfı 4'e ait alanların sınırları (duvarlar, zeminler, tavanlar ve kapılar), en az 60 dakika boyunca iç yangına karşı istenen derecede fiziksel koruma sağlayacaktır.

Veri merkezleri dendiğinde akla gelen kurumlardan bir tanesi de Uptime Institute'dir. Veri merkezi sahipleri veri merkezlerinin topolojilerinin bağımsız kuruluşlar tarafından incelenmesi ve sertifikalandırılmasını hedeflediğinde akla gelen başlıca kuruluşlardandır. Fakat Uptime, ISO ya da TIA gibi bir standart geliştirme kurumu değildir, danışmanlık ve sertifikasyon kuruluşudur. Bu kurumun derinlemesine değerlendirme alanı veri merkezlerinin mekanik & elektrik topolojileridir. Yangın güvenliği başlığında derinlemesine değerlendirme yapmaz, bunun da temelde aşağıda ifade edilen iki sebebi bulunmaktadır.

- Çoğu yerde yangın algılama ve söndürme standartları kodlar ya da yönetmelikler tarafından kontrol edildiğinden Uptime-Tier standartlarının bu konuya çok az değer değer katabilecek olması [5]
- Yine benzer şekilde yangın önleme sorumlulukları çoğunlukla yerel kodlar ya da yönetmelikler tarafından belirlendiğinden ve bunlar coğrafyalar arasında büyük farklılıklar gösteren başlıklar olduğundan yerel kodlar & yönetmelikler ile çatışma riski taşınması [5]

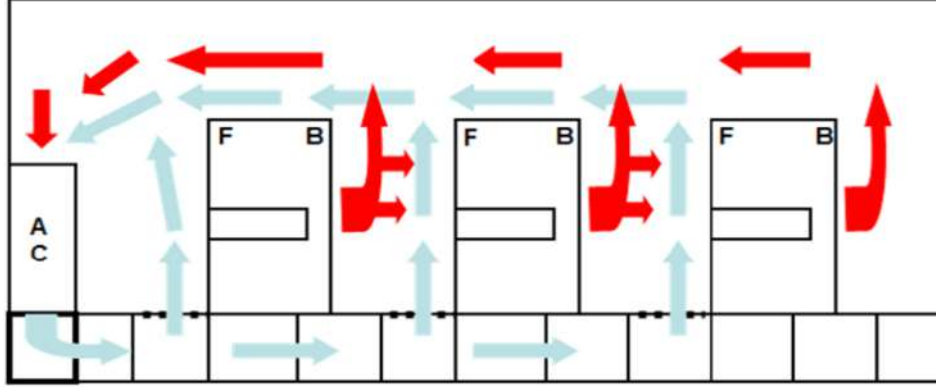
Yukarıdaki sebepler nedeniyle Tier, yangın algılaması sonrasındaki herhangi bir aksiyonu kısıtlamaz. Söndürme tahliyesi, elektrik veya iklimlendirme sistemlerinin devre dışı bırakılması gerekiyorsa yapılması gereken budur. Tier'in dikkate aldığı şey bakım, arıza ya da değiştirme durumlarıdır. Yani yangın sistemlerinin MEP sistemlerine etkisi noktasında konuya dahil olur. Bu noktada Tier III ve IV seviyeleri için beklenti, herhangi bir yangın sisteminin kritik yükü etkilemeden planlı faaliyetler, değişimler, bakım gibi nedenlerle izole edilebilmesidir.

Yukarıdaki maddeye ek olarak Tier IV seviyesinde birbirini tamamlayan-yedekleyen sistemler arasında bir saatlik kompartımantasyon beklentisi vardır. Bu beklenti tesisin yangın söndürme sistemleri tarafından uygun şekilde korunduğunu varsayarak birbirini tamamlayan-yedekleyen sistemlerin tek bir yangın olayından etkilenmesini önlemek içindir. [5]

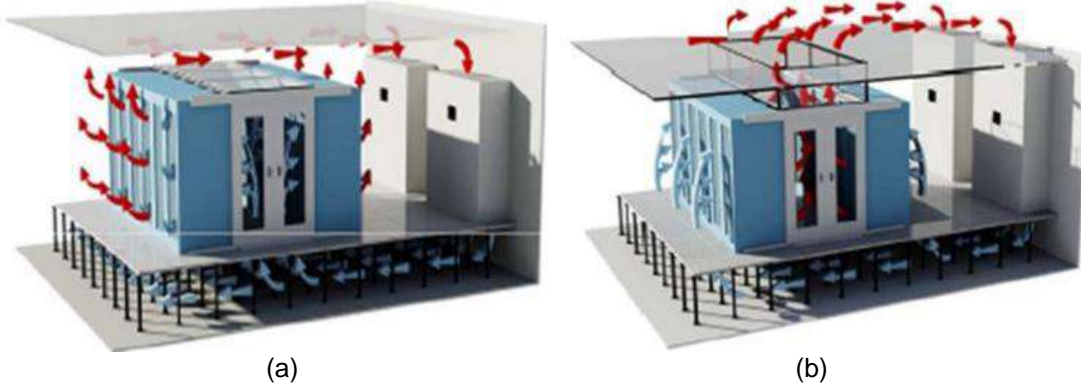
3.VERİ MERKEZLERİNDE YATIRIMCI GÖZÜNDEN OPERASYON VE YANGIN GÜVENLİĞİ İLİŞKİSİ

Kritik göreve sahip veri merkezleri için tasarım ve uygulama aşaması kadar ve hatta belki de daha önemli süreçler- işletmesi esnasında gündeme gelir. Saniyelik kesintilerin bile çok ciddi miktarda zarara ve cezaya sebep olabildiği bu tesislerde operasyon ekiplerinin en önemli hedefleri veri merkezinin aktif zamanını ve ulaşılabilirliğini (availability) artırmak, olası kesintilerin önüne geçmektir. Yapılan araştırmalar kesintilerin başlıca nedenlerinin güç, soğutma ve network sistemlerindeki problemler olduğunu göstermektedir [6],[7]. Yangın kaynaklı kesintilerin ise nispeten düşük bir payı olduğu gözükmektedir. Güç, soğutma ve network sistemlerindeki bu baskın durum ise işletme sürecinde görev alan personelin daha çok bu alanlarda uzmanlaşmış kişilerden seçilmesine sebebiyet verebilmektedir. Fakat aynı araştırmalar 2021 yılında yangın kaynaklı kesintilerin %3 seviyesinde olduğunu göstermekteyken 2022 yılında bu oranın %7 seviyesine çıktığını da göstermektedir [6],[7]. Bu nedenle güvenli işletme süreçlerinin bir parçasının da yangın güvenliği başlığı olduğu unutulmamalı, yangın güvenliği başlığında uzmanlaşmış kişilerin de veri merkezi operasyon süreçlerinde istihdamına önem verilmelidir. Aşağıdaki maddelerde veri merkezleri işletme sürecinde sık yaşanan durumlara ve çeşitli tavsiyelere değinilecektir.

- Veri merkezi salonlarının mimarisi, soğutma sistemlerine ve bu sistemlerden elde edilecek soğuk havadan maksimum seviyede yararlanılabilecek şekilde tasarlanır. Sınıf kurulumu, soğuk koridor kapaması, sıcak koridor kapaması gibi uygulamalar başlıca tercih edilen uygulamalardır. Özellikle eski nesil veri merkezlerinde yıllar geçtikçe bu uygulamalarda değişikliğe gidilmesi yaygın durumlardan bir tanesidir ve sınıf tipi kurulumlardan koridor kapamalı kurulum geçişleri gerçekleştirilir. Bu çalışmalar esnasında network ya da işletme ekipleri yangın güvenliğinden sorumlu ekipler ile koordine olmalı, hem söndürme sistemi hem de algılama sistemlerinin bu yeni konfigürasyona uyum sağlayıp sağlayamayacağı kontrol edilmelidir. Gerekli ise revizyonlar planlamalı ve bu revizyonlar kullanılan ürünlerin üreticileri tarafından yetkilendirilmiş kurumlar tarafından yapılmalıdır. Revize olan her bir doküman ise kayıt altına alınmalıdır.



Şekil 4. Veri Merkezi Salonlarında Sınıf Tipi Kurulum



Şekil 5. a) Soğuk Koridor Kapaması, b) Sıcak Koridor Kapaması

- Binanın ömrü boyunca yükseltilmiş döşemeler gibi deformasyona açık malzemelerde değişim süreçleri yaşanmaktadır. Bu gibi ürünlerin değişim süreçlerinde sadece yükün yayılımı ya da taşıma kapasitesi gibi detaylar değil, yangın başlatma ya da şiddetini artırmaya yol açacak seçimlerde bulunulmamasına dikkat edilmelidir. (Ahşap esaslı yükseltilmiş döşeme yerine kalsiyum sülfat esaslı yükseltilmiş döşeme kullanımı)
- Veri merkezleri işletmelerinin diğer yapı tiplerine kıyasla oldukça özelleşmiş gereksinimleri bulunur. Bu nedenle yangın güvenliğinden sorumlu kişilerin "Veri merkezlerinde yangın güvenliği" başlığında özelleşmiş eğitimlere sahip olan ve bu gereksinimleri karşılayacak kişilerden seçilmesi önemlidir.
- Zaman zaman sistem kurulumlarının üzerinden belirli bir süre geçtikten sonra özellikle kritik olmayan HVAC ekipmanlarının bakım süreçlerinin lokal firmalar ile yürütüldüğü durumlar ile karşılaşılmaktadır fakat yangın güvenliği sistemleri bakımlarında bu konuda taviz verilmemelidir. Bakımlar düzenli olarak üretici firmaların yetkilendirdiği kurumlarca yapılmalıdır ve kayıt altına alınmalıdır.
- Felaket sonrası toparlanma senaryoları ve planları oluşturulmalıdır. Bu planlar, yangın söndürüldükten hemen sonra yangından korunma sistemlerinin eski haline getirilmesini sağlayacak prosedürleri; ekipmanların değiştirilmesini, kurtarılmasını, onarılmasını sağlayacak

tedarikçiler ve danışmanlarla yapılan anlaşmaları; ısı, nem ve söndürücü ajanların ortamdan bertaraf edilmesi de dahil olmak üzere yangın ile ilişkili termal olmayan hasarlardan ekipmana gelebilecek zararı en aza indirmek için yapılacak eylemin ayrıntılarını içermelidir.

- İşletmesel prosedürler düzenli olarak gözden geçirilmeli ve periyodik olarak risk değerlendirmeleri yapılmalıdır.
- Yıllar geçtikçe karşılaşılan durumlardan bir tanesi de süreç içinde bu alanlarda yapılan çeşitli ek imalatlar (yeni kablolama, mantrap imalatları vb.) nedeniyle kompartımantasyonun ya tamamen bozulması ya da dayanım süresinin düşmesidir. Özellikle üçüncül taraf firmalardan hizmet alınan yerlerde operasyon ekiplerinin imalatlar esnasında ve sonrasında dikkat etmesi gereken en önemli başlıklardan bir tanesi budur. İmalatlar akabinde kompartımantasyon için gerekli uygulamaların doğru şekilde yapılıp korunduğu teyit edilmelidir.
- Gazlı söndürme sistemleri kullanılan mahallerde imalat aşaması tamamlandığında yetkili firmalarca yapılan sızdırmazlık testleri raporları hazırlanır. Bu raporlarda ilgili söndürme maddesinin standartlarında belirtilen süre boyunca yeterli konsantrasyonda muhafaza edilebildiği teyit edilir. Fakat uzun işletme süreci boyunca yapılan imalatlar mahalde çeşitli açıklıklara sebebiyet verebilir. Oda sızdırmazlık denemesi (ya da kapı fanı testi) kimi zaman yeterli frekansta tekrarlanmaz ya da bir kontrol noktası olarak değerlendirilmez. İşletme ekipleri minimum yılda bir bu testlerin yeniden yapılması gerekliliğinin bilincinde olmalıdır.
- Tier-IV seviyesi veri merkezlerinde kritik alanlara hitap eden ekipmanların da (örneğin pompalar) birbirinden farklı kompartımanlar içinde bulunması gerektiğinden operasyonel süreçlerde hangi nedenle olursa olsun bu teknik mahaller birleştirilmemeli kompartımandan herhangi birinde çıkan yangın diğer kompartıman bulunan ve birebir aynı görevi yapan ekipmanın çalışmasını engellememelidir.
- Hassas hava örnekleme sistemlerinin kullanıldığı alanlar başarımlı testlerine tabi tutulmalıdır.
- Herhangi bir nedenle boşalan silindireler yeniden dolumu üreticilerin “onaylı dolum istasyonları”nda gerçekleştirilmelidir.
- Veri merkezlerinde bağıl nem yönetimi önemlidir. Genellikle hedeflenen değer olan %40-60 arasında bağıl nem hedefi nem alma veya nemlendirme ekipmanları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu değer %30 seviyesinin altına indiğinde ise elektrostatik boşalma riski hızla artmaya başlayacaktır.
- Tesislerde düzenli olarak elektrik panoları ve telekom ekipmanları için termal kamera ölçümleri gerçekleştirilmelidir.
- Yangın durumunda tesislerin elektrik sistemlerine ait bölümlerin seçici olarak devre dışı bırakılabilmesi için enerji kesme planı hazırlanmalıdır. Bu plan bir karar ağacı içermeli ve enerji kesme kararları buradaki karar ağacı mekanizmasına uygun yapılmalıdır.

4. SONUÇ

Veri Merkezleri yeni dünyanın sinir sistemleri haline gelmiştir. Bilgiyi elde eder, işler ve dağıtır. Bu merkezlerdeki herhangi bir aksama hayatımızdaki akışı ciddi şekilde olumsuz etkiler. Bireysel kullanıcılar zaman zaman ödeme esnasında kredi kartıyla ödeme yapamaz, bankada işlem gerçekleştiremez, epostalarına veya önemli dosyalarına erişemez, sosyal medya uygulamalarına giriş yapamaz. Hatta bazı kesintilerde özel veya kamu kurumlarının bazı verilerini geri dönülemez biçimde kaybetmesi söz konusu olabilir. Bu nedenle her şeyden önce bu gibi veriler birden fazla konumdaki veri merkezlerinde yedeklenmelidir. Türkiye’de yakın zamanda çeşitli gelişmeler olmakla birlikte henüz veri merkezi tasarım ve yapımına dair zorunlu bir mevzuat bulunmamaktadır. Bu nedenle yüksek ulaşılabilirlik ve güvenilirlik beklentisi olan kurumlar uluslararası standartlara yönelmelidir. Bu standartlar tasarımcılara yangın güvenliği başlığında da yönlendirmeler yaparlar ve bu yönlendirmeler genellikle yerel yönetmeliklerin üzerindeki beklentilere sahiptir. Tasarım ve uygulama aşaması kadar işletme aşaması da kritik öneme sahiptir. Bu aşamada işletme görevlileri veri merkezine özelleşmiş kişilerden seçilmeli ve standartların yanı sıra sektördeki “best practise”leri ve “White paper”ları takip etmelidir.

5. KAYNAKLAR

- Error! Reference source not found.** Hwaiyu Geng P.E., "Datacenter Handbook", Wiley, 2015
- [2] TIA-942-A, "Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers", Telecommunications Industry Association, 2012
- Error! Reference source not found.** Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2012/1)'De Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (No: 2021/1) (R.G 13.09.2021, Sayı:31658)
- [4] EN 50600, "Information technology - Data centre facilities and infrastructures" European Committee for Electro technical Standardization, 2021
- [5] <https://journal.uptimeinstitute.com/learning-from-the-ovhcloud-data-center-fire/> Erişim Tarihi:24.09.2023
- [6] Uptime Institute, Risk & Resiliency UI Intelligence Report 70 , "Annual outage analysis 2022"
- [7] Uptime Institute, Risk & Resiliency UI Intelligence Report 93 , "Annual outage analysis 2023"
- [8] Ponemon Institute, "Cost of Data Center Outages 2016" Erişim Tarihi :24.09.2023
https://www.vertiv.com/globalassets/documents/reports/2016-cost-of-data-center-outages-11-11_51190_1.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Said Eren KARAHAN

İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden 2015 yılında mezun olmuştur. Turkuaz Mühendislik bünyesinde saha mühendisi olarak çalışma hayatına başlamış, 2 yılın ardından ise Turkcell İnşaat Yönetimi ekibinde proje yöneticisi olarak görev almaya başlamıştır. Çeşitli Network Veri Merkezleri ve Yeni Nesil Veri Merkezi projelerinin proje yöneticiliğini ve mekanik disiplin süreçlerinin yönetimini gerçekleştirmektedir. 2021 yılında 32 veri merkezinde gerçekleştirilen kapsamlı yangın risk analizi çalışmalarının iş sahibi tarafındaki proje yöneticiliğini gerçekleştirmiştir. Şu an ise Türkiye'nin en büyük veri merkezi olan Ankara Veri Merkezi 3. Modülünün proje yöneticiliğini gerçekleştirmektedir. Said Eren Karahan aynı zamanda Uptime Aktredite "Tier" tasarımcısı ve ISKAV onaylı Test & Ayar & Dengeleme uzmanıdır.

OTEL, MOTEL, VB. KONAKLAMA AMAÇLI BİNALAR/TESİSLER, YATAKHANE KULLANIM AMAÇLI BİNALAR VE BİNA BÖLÜMLERİNDE YANGIN KORUNUM GEREKLİLİKLERİ VE YAŞAM GÜVENLİĞİ

Evren UYGUR

ÖZET

Kullanım amaçları ve şartları, genel risk içerikleri, yangın koşullarındaki kullanıcı aksiyonları ve yaşam güvenliği gereklilikleri üzerinden diğer sınıf bina ve yapılardan belirgin şekilde ayrılan ve yoğun şekilde uyuma/dinlenme maksatlı bağımsız bölümler içeren otel, motel, vb. konaklama amaçlı bina veya tesislerde ve yurt, yatakhane, vb. yataklı tesis kapsamındaki bina ve yapılarda; kaçış yolları ve acil çıkış olanakları, bölümler arası gerekli yapısal dayanım şartları, erken yangın algılama, uyarı ve bildirim sistemleri, acil durum otomatik aksiyonları, genel aktif korunum uygulamaları ve yaşam güvenliğini artırıcı diğer şartlar detaylıca tasarlanmalı ve uygulamada tüm gereklilikleri sağlanmalıdır.

Bu çalışmada; belirtilen kullanım sınıfı dahilinde olacak ve yeni olarak tasarlanacak bina, tesis ve yapı bölümleri için bu sınıfa özgü mimari, inşai, mekanik ve elektriksel uygulamaların yerel yönetmelik esasları ve kabul gören uluslararası standartlar üzerinden karşılaştırmalı tasarım gereklilikleri ve uygulama detayları sunulacaktır.

Anahtar sözcükler: otel ve moteller, yurtlar ve yatakhaneler, yangın korunum uygulamaları, yaşam güvenliği.

FIRE PROTECTION REQUIREMENTS AND LIFE SAFETY FOR HOTEL, MOTELS AND DORMITORIES

ABSTRACT

Buildings, building sections or facilities such as hotels, motels and dormitories that are used in the purpose of accommodation and resting are clearly distinguished from other building classifications according to the purpose of use, general risk contents, occupant actions during fire conditions and life safety requirements. Means of egress and fire exits, fire rated separations and compartmentations between necessary sections, active protection applications, fire detection, alarm and notification systems, emergency control actions and other conditions that increase life safety should be designed in detail and all requirements should be applied.

In this study; architectural, construction, mechanical and electrical application requirements specific to the related building classification that designed as new will be presented on the basis of local code and respected international standards comparatively.

Key words: hotel and motels, dormitories, fire protection and prevention, life safety

1. GİRİŞ

Konaklama amaçlı binalar için yerel yönetmelikteki kullanım sınıfı; konaklama hizmeti veya konaklama hizmeti ile birlikte beslenme, eğlence, gösteri ve animasyon gibi hizmetlerden birinin veya birkaçının sunulduğu yerler olarak geniş kapsamda tanımlanmaktadır. Oteller, moteller, termal tesisler, tatil köyü ve pansiyonlar, kampingler, öğrenci yurtları ve yatakhaneleri, kamplar ve benzeri tesisler konaklama amaçlı binalar ve yapılar sınıfında değerlendirilir. Çeşitli uluslararası standartlarda ise kullanım sınıfı tanımlamaları; ana kullanım içeriğine ve amacına ilave olarak, kullanıcı sayısı, vb. kriterlere de bağlıdır. NFPA kodlarında oteller için belirtilen kullanım sınıfı; aynı ve tek bina yönetimi altında işletilen, bağımsız mutfak kısmı bulunmayan uyuma maksatlı bölümler içeren ve 16 dan fazla geçici kullanıcıya (30 günden az konaklama geçici kullanım olarak kabul edilir) hizmet veren binalar veya bina bölümleri olarak tanımlanmaktadır, yurt, yatakhane, vb. kullanım amaçları için de benzer temel kriterler sunulmaktadır.

Belirtilen kullanım amaçları ve sınıfı için yaşam güvenliği gereklilikleri; sürekli değişken kullanıcı durumu, genel kullanıcı sayısı, tahliye süreleri, vb. kriterlerden kaynaklı şekilde ev, konut ve apartman gibi mesken olarak kullanılan binalardan yerel yönetmelik yapısından belirgin şekilde farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar temel olarak; yangın dayanımlı yapısal elemanlar ile ilave kompartıman ayırım koşulları, daha sıkı şartlar içeren kaçış yolu ve acil çıkış koşulları ve yapı yüksekliği, toplam kullanım alanı, oda ve/veya yatak sayısı, vb. koşullara bağlı olan otomatik yangın algılama, otomatik yağmurlama ve acil anons sistemleri ile korunum gereklilikleri şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada; konaklama amaçlı binalar, yurtlar ve yatakhaneler için yerel yönetmelik kriterleri üzerinden yangın korunum ve yaşam güvenliği kapsamında temelde farklılık oluşturan gereklilikler incelenmekte ve bu gereklilikler için detaylı tasarım ve uygulama şartları sunabilen NFPA kodlarının ana şartları ile karşılaştırmalı değerlendirme yapılmaktadır.

2. YAPISAL GEREKLİLİKLER VE KOMPARTIMAN AYRIM ŞARTLARI

Tüm bina ve yapı kullanım sınıfları için gerekli olan temel yapısal elemanlardaki ve farklı kullanım ve/veya tehlike sınıfı içerikli bölümlerin ayrımlarındaki yapısal yangın dayanım ve yalıtım şartları, konaklama amaçlı binalar, yurtlar ve yatakhaneler için de geçerlidir. Bu şartlar kapsamındaki yangın dayanım süreleri ve özellikleri; kullanım sınıfına özgü ve spesifik olarak belirtilmiş şekilde, genel yapı ve bina yüksekliklerine, yapı elemanının niteliğine, temel yatay kompartıman alan limitlerine ve ana kullanım sınıfından farklı bölümlerin bulunduğu katlara ve tehlike içeriklerine göre değişkenlik göstermektedir.

Belirtilen temel gerekliliklerin haricinde, aslen konaklama ve yataklı tesis amaçlı kat ve bölümler için ilave kompartıman ayırım şartları da bulunmaktadır. Yerel yönetmelik gereği ve herhangi bir ilave koşul olmaksızın; yatak odaları, ortak kaçış yolu olarak da kullanılacak iç ulaşım koridorlarından en az 60 dakika yangın dayanımlı duvarlar ve en az 30 dakika yangına dayanımlı ve kendiliğinden kapanabilir özellikteki kapılar ile yapısal olarak ayrılmalıdır. Bu şart, iç koridorlar ile ilişkili olan ve farklı ve daha yüksek tehlike içeriği oluşturan farklı kullanım amaçlı bölümler için de geçerlidir. Dış kaçış koridorları ile ulaşılan yatak odalarına sahip konaklama amaçlı binalarda ise; koridorlardaki duvar ve kapı yangın dayanımları için iç koridorlar ile benzer gereklilikler oluşmakta, kaçış merdivenlerine 3,0m. mesafe içerisinde korunumsuz boşluk bulunmaması, korkuluklar ile güvenli kaçış yolu sağlanması, vb. ilave gereklilikler de sunulmaktadır. NFPA kodlarında; dayanım süreleri temelde ve otomatik yağmurlama sistemi korunumu şartları ile farklılık gösterse de, yatak odaları ile koridor ayrımlarını sağlayan duvar ve kapılar için belirtilen yangın dayanım koşulları benzerlik oluşturmaktadır, ayrıca yatak odalarının farklı yatak odaları ile olan ayırım duvarlarında da yangın dayanım şartı aranmakta ve yerel yönetmeliğe göre farklılık ve ilave gereklilik doğurmaktadır.

Diğer sınıf binalar ile farklılık oluşturan bir diğer gereklilik de yatak odaları katlarında veya bölümlerindeki koridorda duman kontrolü ve duman yayılımının sınırlandırılması için ilave önlemlerdir. Bu kapsamdaki iç koridorlarda dış duvarlarda konumlanacak açıklıklar ile doğal havalandırma veya mekanik sistemler ile duman tahliye olanakları sağlanmalıdır. Bu koşullardan herhangi birinin sağlanmadığı durumlarda ise, koridorlar azami 30m. mesafeli aralıklarla en az 60 dakika yangın

dayanımlı duvarlar ve kapılar ile duman kesici kapsamında bölümlendirilmelidir. Bölümlendirmelerin azami aralığı, otomatik yağmurlama sistemi ile korunan katlarda 45m. de olabilmektedir. Her bölümden bir kat çıkışına ve güvenli ve engelsiz kaçış yoluna ulaşılabilmesi gereklidir. Kapılar ayrıca duman sızdırmaz ve kendiliğinden kapanabilir özellikte olmalı, duvar-kapı ayırım noktalarında süreklilik oluşmalı ve tam duman sızdırmazlık sağlanmalıdır. Elektronik veya manyetik kapatma düzeneklerine ve teyitli yangın alarm koşullarında otomatik olarak kapanabilme özelliğine sahip kapılar normal kullanım koşullarında açık konumda tutulabilecektir, aksi şartlarda bu kapsamdaki tüm kapılar normalde kapalı konumda olmalıdır. NFPA kodlarında koridorlar için duman kesiciler ile duman sızdırmaz bölümlendirme koşulları, bina genelinde elektriksel olarak izlenebilir otomatik yağmurlama sistemi ile korunum uygulandığı takdirde zorunlu tutulmamaktadır.

3. KAÇIŞ YOLLARI VE ACİL ÇIKIŞ OLANAKLARI

Kat sayısı 2'den fazla olan veya 20'den fazla yatağa sahip konaklama amaçlı binalar ve diğer tüm yataklı tesislerde; bu kullanım sınıfı kapsamındaki tüm katlarda, kaçış mesafeleri veya ihtiyaç kaçış yolu kapasiteleri için daha fazlası gerekmediği takdirde en az 2 adet ve birbirlerine alternatif kaçış yolu ve korunumlu kat çıkışı sağlanmalıdır. Yapı yüksekliği 15,50m.'nin ve yatak sayısı 20'nin üzerinde olmayan bu kapsamdaki binalarda ise, uygun kaçış mesafelerinin genel olarak sağlanması koşulu ile korunumlu kaçış merdiveni olarak tasarlanmış ve basınçlandırma sistemi tesis edilmiş tek merdiven yeterli olabilecektir. NFPA kodlarına göre konaklama amaçlı binalar ve yatakhaneler için tek kaçış yolu ve kat çıkış olanağının yeterli olabilmesi; binadaki kat adedinin en fazla 4 olması, her bir yatak odası katında en fazla 4 adet oda bulunması, bina genelinde otomatik yağmurlama sistemi ile korunum sağlanması, kat çıkışına götüren yatak odası koridorlarının ve kaçış merdiveninin en az 60 dakika yangın dayanımlı olması, tüm oda kapılarından itibaren kat çıkışına en fazla 10m. mesafede ulaşılabilmesi vb. gerekliliklerin tümünün sağlanmasına bağlıdır. Aksi koşullarda her katta kattaki her noktadan her birine ulaşılabilen birbirlerinden ayrı şekilde oluşturulmuş en az 2 adet kat çıkışı sağlanmalıdır.

Konaklama amaçlı binalar ve yatakhaneler; kaçış mesafelerinin koridorlara çıkış sağlayan kapılardan itibaren alındığı bina kullanım sınıfları dahilindedir, yatak odaları içerisinde koridorlara çıkış sağlayan kapılara olan mesafe de ayrı bir kriter olarak sunulmaktadır. Buna göre; yatak odaları içerisinde koridorlara açılan kapılara olan mesafe azami 15m. olmalıdır, aksi durumda oda içerisinde alternatif noktalarda 2 adet çıkış bulunması gereklidir, otomatik yağmurlama sistemi ile korunum sağlanmış binalarda ise yatak odaları dahilindeki limit ulaşım mesafesi azami 20m. olmalıdır. Yatak odalarından koridorlara çıkış sağlayan kapılardan itibaren kaçış merdiveni, dış kaçış geçidi veya tabii zemin seviyesinde dış alan gibi herhangi bir en yakın güvenli kat çıkış noktasına olan ulaşım mesafesi de tek yönde 15m. iki yönde 30m. değerlerini aşmamalıdır, otomatik yağmurlama sistemi ile korunum sağlanmış binalarda ise tek yönde 20m. ve iki yönde 45m. azami kaçış mesafeleri esas alınabilecektir. NFPA kodlarına göre yatak odaları içi ulaşım mesafeleri ve yatak odaları kapılarından itibaren kaçış mesafeleri benzer kriterlere bağlıdır, izin verilen limit mesafeler çıkmaz koridorlar haricinde yerel yönetmeliğe göre daha fazladır ve daha esnek olarak değerlendirilebilir.

4. MEKANİK KAPSAMLI TEMEL AKTİF KORUNUM UYGULAMALARI

Yüksek bina sınıfında olan veya herhangi bir cephe boyutu 60m. nin üzerinde olan konaklama amaçlı binalar ve yataklı tesisler için, belirtilen kullanım sınıfı kapsamındaki kat ve bölümlerinde sabit boru tesisatı ve itfaiye su alma ağız sistemi ile korunum zorunludur. Yukarıda belirtilen şartların herhangi birinin olduğu veya toplam kullanım alanı 1.000m²'nin üzerinde olan konaklama amaçlı binalar ve yataklı tesisler için, belirtilen kullanım sınıfı kapsamındaki kat ve bölümlerde yangın dolapı sistemi ile korunum zorunludur. Uygulandığı takdirde yangın dolapları ortak kaçış yolları üzerinde ve kat çıkışlarına yakın noktalarda bulunmalı ve aralarındaki mesafe en fazla 30m. olacak şekilde yerleştirilmelidir. Otomatik yağmurlama ve itfaiye su alma ağız sistemleri ile korunan katlarda yangın dolapları arası mesafe 45m.'ye kadar arttırılabilir. NFPA kodlarına göre zemin seviyesi altında 1 den fazla kata veya toplamda 4 veya daha fazla kata sahip binalarda sabit boru ve bina içi hortum sistemleri ile korunum sağlanmalıdır.

Birden fazla katlı bir bina içerisindeki yatılan oda sayısı 100'ün veya yatak sayısı 200'ün üzerinde olan otellerde, yurtlarda, pansiyonlarda, misafirhanelerde ve yapı yüksekliği 21,50m.'nin üzerinde olan bütün yataklı tesislerde otomatik yağmurlama sistemi ile korunum zorunludur. NFPA kodlarına göre tüm yatak odalarından sokak veya tabii zemin seviyesine direkt çıkışların sağlanabildiği veya dış kaçış geçitleri üzerinden uygun kaçış olanakları sağlanmış 3 veya daha az katlı binalar haricindeki tüm konaklama amaçlı binalar ve yatakhanelerde otomatik yağmurlama sistemi ile korunum sağlanmalıdır. Sistem tasarımında yerel yönetmeliğin referans ettiği Avrupa standartları veya daha detaylı tasarım bilgileri sunabilen NFPA kod ve standartları esas alınabilecektir.

5. ELEKTRİKSEL KAPSAMLI TEMEL AKTİF KORUNUM UYGULAMALARI

Yüksek bina sınıfında olan, kat alanı 400m²'nin üzerinde 2 ila 4 kata sahip olan veya 4'ten fazla kata sahip olan konaklama amaçlı binalar ve yataklı tesisler için el ile yangın uyarı ve işitsel/görsel uyarı sistemleri ile korunum zorunludur. Yapı yüksekliği 6,50m.'nin veya toplam kapalı alanı 1.000m²'nin üzerinde olan konaklama amaçlı binalar ve yataklı tesisler için otomatik yangın algılama sistemleri ile korunum zorunludur. Yatak sayısı 200'ün üzerinde olan otel, motel ve yatakhanelerde acil anons sistemi tesis edilmesi zorunludur. NFPA kodlarına göre konaklama amaçlı binalar ve yatakhanelerde her şartta el ile yangın alarm ve sesli/görsel uyarı sistemlerinin tesis edilmesi zorunludur, elektriksel olarak izlenebilir otomatik yağmurlama sistemi ile genel olarak korunan binalarda yatak odaları haricinde otomatik yangın algılama sistemi tesis edilmesi zorunlu değildir, yatak odalarında her şartta duman algılama dedektörleri tesis edilmelidir. NFPA kodlarına göre 3 veya daha fazla kata sahip veya yatılan oda sayısı 50'nin üzerinde olan konaklama amaçlı binalar ve yatakhanelerde acil anons sistemi tesis edilmesi gereklidir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada otel, motel, yurt, yatakhane, vb. konaklama ve yataklı tesis kapsamına ve kullanım sınıfına tabi binalar ve yapılar için yerel yönetmelikte tanımlanmış ve diğer sınıf binalara göre belirgin şekilde farklılık doğuran ihtiyaçlar ve gereklilikler belirtilmiştir. Belirtilenler için, detaylı tasarım ve uygulama gereklilikleri sunan NFPA kodları üzerinden karşılaştırmalar da yapılmıştır. Farklı kod ve standartlar da değerlendirildiğinde, kural, kriter ve gereklilikler çoğunlukla aynı veya benzerdir, belli konular için ise detaylarda farklılıklar oluşmaktadır. Yangın koşullarında kullanıcıların uyarı bildirimlerine olan tepkisinin ve tahliyesinin diğer sınıf binalara göre muhtemelen daha uzun ve zor olacağı binalarda, yangın korunum tasarımı, uygulama koşulları ve işletim aşamaları için tüm detaylar değerlendirilmeli ve eksiksiz tatbik edilmelidir. Yerel yönetmelikte bahsedilmemiş fakat uluslararası kod ve standartlarda tanımlanan, korunumu artırıcı ilave uygulamaların değerlendirilmesi de uygun yaklaşımdır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2015
- [2] NFPA-101, Life Safety Code, 2021
- [3] NFPA-5000, Building Construction and Safety Code, 2021

ÖZGEÇMİŞ

Evren UYGUR

1979 yılında İstanbul'da doğmuştur. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünden 2003 yılında mezun olmuştur. 2005-2013 yılları arasında mekanik tesisat sektöründe yangın korunum ve söndürme sistemleri konusunda faaliyet gösteren belli firmalar bünyesinde satış, tasarım ve saha kontrol mühendisi olarak görev almıştır. 2013 yılından bu yana bağımsız yangın korunum ve güvenlik danışmanı olarak hizmet vermektedir.

ALIŞVERİŞ MERKEZLERİNDEKİ YEMEK KATLARINDA YANGIN RİSKİNİN AZALTILMASI UYGULAMALARI

Muammer AKGÜN, Dr. Barbaros Batur

ÖZET

Alışveriş merkezlerinin yemek katlarında bulunan mutfak davlumbazları ve sonrasındaki yağlı kanalların temizliği, periyodik kontrol ve bakımları çok sıkı bir şekilde yapılmalıdır. Günümüzde sayıları 500 civarında olan alışveriş merkezleri ülke genelinde yayılmaya devam etmektedir. Bu sayının hızlı bir şekilde artması özellikle yemek katlarında bulunan mutfak davlumbazları ve sonrasındaki yağlı kanal sistemlerinin olası yangın riskini de arttırmaktadır. Bu süreçte yapılan denetimlerin ve mevcut yağlı kanal sistemlerinde uygulanan temizlik çalışmalarının yetersizliği olası yangın risklerini daha da arttırmaktadır. Bu çalışmada, ülkemizdeki alışveriş merkezlerinin yemek katlarındaki yağlı kanallarında yangın riskinin azaltılması için kullanılabilecek alternatif yöntemlerden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alışveriş merkezleri, yangın riski, mutfak davlumbazları, yağlı kanal

PRACTICES FOR REDUCING THE RISK OF FIRE IN FOOD FLOORS IN SHOPPING CENTERS

ABSTRACT

Cleaning, periodic control and maintenance of kitchen hoods and subsequent oily ducts in the food courts of shopping malls should be carried out very strictly. Today, shopping centers, which number around 500, continue to spread throughout the country. The rapid increase in this number also increases the possible fire risk of kitchen hoods and subsequent oily duct systems, especially on the food floors. The inadequacy of the inspections carried out in this process and the inadequacy of the cleaning works applied in the existing oily duct systems further increase the possible fire risks. In this study, alternative methods that can be used to reduce the fire risk in oily ducts in the food courts of shopping malls in our country are mentioned.

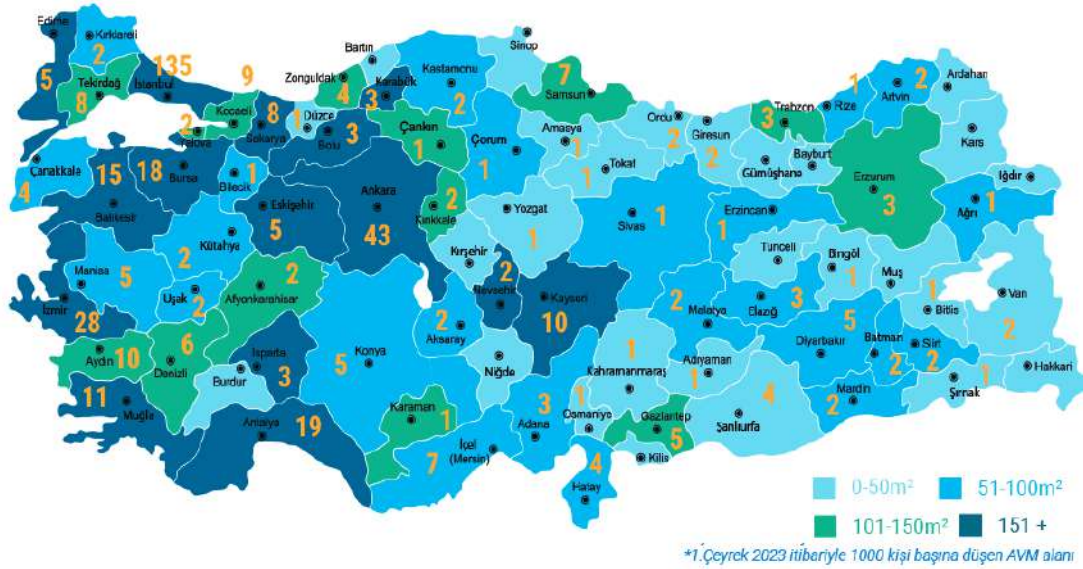
Keywords: shopping malls, risk of fire, fume hoods, oily duct.

1- GİRİŞ

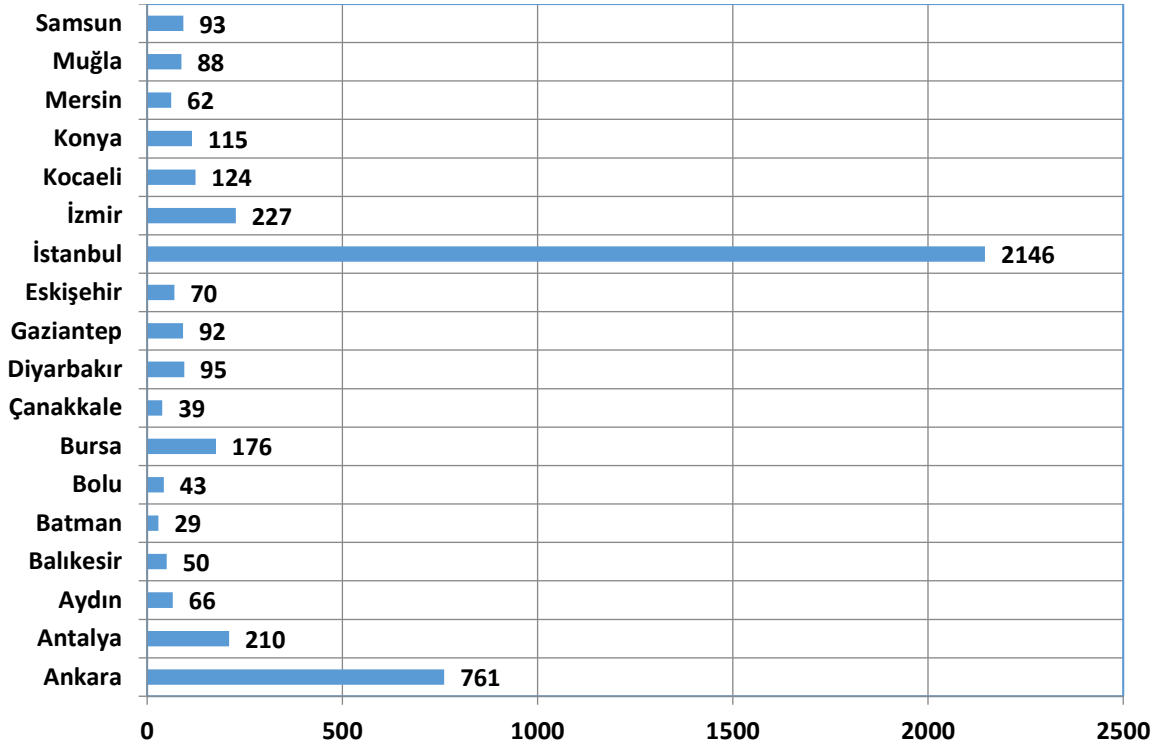
Alışveriş merkezleri kent yaşamının bir parçası haline gelmiştir. Eski kapalı çarşılar benzerlikleri olsa da sistemsel olarak farklı yapılara sahip olan alışveriş merkezleri, ilk açılmaya başladıkları dönemlerde daha elit mekanlar iken günümüzde her kesimden insanın girip çıktığı, zaman geçirdiği kapalı alanlar haline gelmiştir. Üretimin toplumsallaşması pazarların her kesime hitap eden anlayışla şekillenmesi sonucunda alışveriş merkezleri gidilmesi gereken cazibe merkezleri haline dönüştürülmüştür. Bugün sayıları 250-300 arasında olduğu ifade edilen alışveriş merkezlerinin yemek katlarında 4000-4500 arasında değişen restaurant bulunmaktadır. Genellikle mimari olarak bakıldığında yemek katları alışveriş merkezlerinin üst katlarında bulunmalarına karşın bazılarında ise alt katlarda bulunmaktadır.

2- MEVCUT DURUM [1]

Genel olarak üç büyük ilimizde konumlanmış olan alışveriş merkezlerini sayıları ülkemiz genelinde hızla artış göstermektedir. Ülkemiz genelinde bulunan alışveriş merkezlerinin illere göre 2023 yılı ilk çeyreği itibarı ile dağılımı aşağıda verilmiştir [1].



Şekil 1. İllerde bulunan AVM sayıları.



Şekil 2. Ülkemizdeki illere göre alışveriş merkezlerindeki restoran sayıları[1].

Alışveriş merkezlerinin sayılarının her geçen gün artış trendinde olması nedeniyle özellikle büyükşehir belediye sınırları içerisindeki her ilçede birden fazla alışveriş merkezi bulunmaktadır. Alışveriş merkezlerinin sayısı ile birlikte bünyelerinde bulunan restoranların sayısı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu da yangın riskini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Aşağıda mevcut alışveriş merkezlerinde bulunan restoran sayıları görülmektedir.

3- RESTORANLARDA BULUNAN YAĞLI KANALLAR VE TEMİZLİĞİ [2]

Alışveriş merkezlerinde bulunan yağlı kanal sistemlerinin belirli aralıklarla temizlenmesi, kontrollerinin yapılarak hangi sıklıklarla temizlenmesi gerekliliğini belirlenmesi ile her bir gıda işletmesinin çalışma şekline ve sıklıklarına göre farklılık gösterecek şekilde bir plan oluşturulması gerekmektedir.

Klasik Yağlı kanal sisteminde;

- 1-Davlumbazlar
- 2-Yağ tutucu filtreler
- 3-Emiş ağızları
- 4-Yatay ve dikey kanallar
- 5-Fan, Fan hücresi ve kaset filtresi
- 6-Atış ağızı

Alternatif olarak uygulanan yağlı kanal sistemi;

- 1- Davlumbazlar
- 2- Yağ tutucu filtreler
- 3- Emiş ağızları
- 4- Yatay kanallar
- 5- Yağ ayırıcılar, Elektrostatik Filtre, Karbon Filtre, Ozon jeneratörü, Fan, Fan hücresi
- 6- Dikey kanallar (opsiyonel)
- 7- Atış ağızı (opsiyonel)

kısımlarından oluşmaktadır ve bu kısımların temizliği mutlaka yapılmalıdır. Ancak bu sistemlerde özellikle elektrostatik filtreden sonra hatta yağ yürümesi söz konusu olmadığından temizlik işlemi daha kısa sürmekte ve yağın tüm tesisata yayılmaması nedeni ile yangın riski belirli bir noktada toplanmaktadır.

3.1- DAVLUMBAZ TEMİZLİĞİ

Davlumbazlar yemek buharıyla ilk karşılaşan bölümdür. Mutfak personelinin temizleme disiplini ile paralel olarak, genelde mutfağa bakan bölümleri temizlenmiş ve parlatılmıştır. Yağ tutucu filtrelerin arkasında bulunan bölüm yağın görmeye başladığımız yerdir. Davlumbazlarda yağ temizliği ek ve köşe bölgelerdeki birikintinin yoğunluğuna göre değişebilmekte, malzemenin çizilebilir olmasından dolayı sert cisimlerle yapılmamaktadır. Köpük makinası ile uygulanacak doğru konsantrasyondaki köpük, yeterli bekleme süresi, yumuşak tellerle telleme, kalem spatulalar yardımıyla köşelerdeki ve filtre yataklarındaki yağların ortamdan uzaklaştırılmasına yeterli olacaktır. Davlumbaz daha sonra parlatıcılar yardımıyla parlatılıp temiz halde teslim edilebilir.



Şekil 3. Temizlenmesi gereken bir davlumbaz



Şekil 4. Davlumbaz temizliği (Köpükle yıkama)



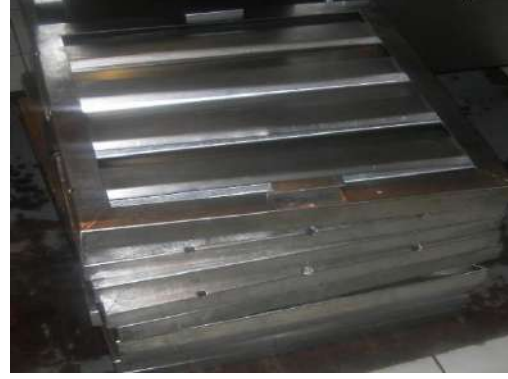
Şekil 5. Temizliği tamamlanmış davlumbaz uygulaması

3.2- YAĞ TUTUCU FİLTRE TEMİZLİĞİ

Yağ tutucu filtreler yapım amacına uygun olarak alt taraftan aldığı buhara karşı geçirgen olup yukarıdan damlayacak yağlara karşı bir engel oluşturmaktadır. Temizliğine başlanırken yerlerinden çıkarılacak filtreler ıslak zeminde kirlilik yoğunluğuna göre uygun olarak hazırlanan kimyasal madde, köpükleme yöntemiyle yıkanıp, diğer alanlardaki temizlik bittiğinde vakumlu sıcak su ile durulanacak, aralarda çıkmayan yağlar var ise tekrar kimyasal uygulanarak tellenecek ve durulanıp kurutulduktan sonra yerlerine takılacaktır.



Şekil 6. Temizlenmesi gereken yağ tutucu filtre



Şekil 7. Temizliği yapılmış yağ yağ tutucu filtre

3.3- EMİŞ AĞZI TEMİZLİĞİ

Emiş ağızları; sistemin aspirasyon işlemini yatay kanallara taşıyan bölümüdür. Çok nadir olarak yatay olmakla beraber genelde dikey sistemlerdir. Dikey sistem çok yağ tutmamakla beraber, kanal içerisinde emiş ağızına yapışarak yüksek oranda birikinti oluşturan yağlar, en ufak bir kıvılcımda yanabilmekte, emiş ağızları temizliği bu nedenle çok önem taşımaktadır. Bu bölümün temizliği ve temiz tutulmasının bir başka nedeni de yataylarda bulunan ve emiş ağızından geri inebilecek yağların, doğru filtre kullanmayan mutfaklarda yemeklere damlama ihtimali sonucu oluşacak hijyen riski ve gıda zehirlenmelerine neden olabilmesi ihtimalidir.

Temizleme kirlilik yoğunluğuna göre gerek önce kazıyarak gerek direkt kimyasal köpük yöntemiyle yapıp yağların kabası alındıktan sonra çok ince detaylarına kadar tellenerek bitirilir.



Şekil 8. Temizlenmesi gereken emiş ağız



Şekil 9. Temizlenmiş olan emiş ağız uygulaması

3.4- KANAL TEMİZLİĞİ

3.4.1- YATAY KANAL TEMİZLİĞİ

Yatay kanallar yağın en çok biriktiği yerlerdir. Bu bölge temizlik açısından da zor noktaların başında gelir. Ulaşım zorlukları, dekorasyon engelleri, kanal çaplarının darlığı ve üretim-montaj aşamalarında

temizliğin düşünülmemiş olması, yağları temizlemekten daha büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 10. Temizleme öncesi ve temizlenmiş yatay kanal (Çok yağlı kanal)

Yatay kanallarda temizlik için çok farklı yöntemler vardır. Kanal ebatlarının uygun olduğu yerlerde temizlik, kanal içinden yapılmalıdır. Uygun olmayan sistemlerde ise kanallarda kontrol kapakları açarak yapılır. Bu tür temizlik işleminde karşılaşılan temel problemler, kanal gidiş istikametinde engel olabilecek dekorasyon, duvar geçişleri, kanala ulaşım zorluğu vb.dir. Genelde kanal içinde biriken riskin ne anlam ifade ettiğini bilen kuruluşlar, bu problemleri çözerek kanalın temizliğini sağlamaktadırlar. Herhangi bir problemin, yatay kanal temizliğine engel olması, kabul edilebilir bir durum değildir.

Kanal içinde biriken riski kontrol etmek mümkün değildir.



Şekil 11. Temizleme öncesi ve temizlenmiş yatay kanal (Hafif yağlı kanal – kazıma yöntemi – kimyasal temizlik)

3.4.2- DİKEY KANAL TEMİZLİĞİ

Dikey kanallar içinde biriken yağlar yatay kanallardaki kadar yoğun olmamakla birlikte temizlik sürecinde göz ardı edilebilecek yerler değildir.



Şekil 12. Temizlik öncesi ve kimyasal köpük uygulaması ile temizlenmiş dikey kanal

Dikey ve uzun kanallarda uygulanacak temizlik yöntemi, sadece kimyasal köpük yöntemidir. Uygulamanın düzenli ve sürekli olması, bir süre sonra riskin ortadan tamamen kalkmasını sağlamaktadır.

İşlemin sonucunu kanal içindeki yağların direnci ile kullanılan kimyasalın gücü arasındaki ilişki belirlemektedir.

3.5- YAĞ AYIRICILAR, ELEKTROSTATİK FİLTRE, KARBON FİLTRE, OZON JENERATÖRÜ VE TEMİZLİĞİ [3]

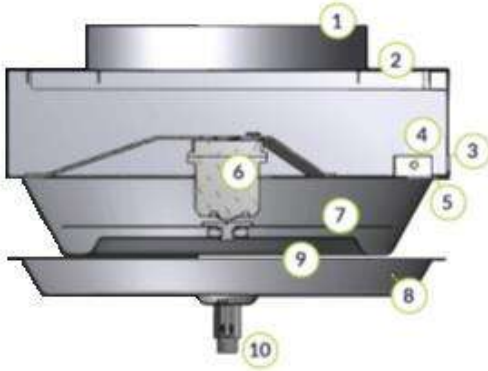
Yüksek oranda pişirme ve kızartma işlemlerinin yapıldığı endüstriyel mutfak uygulama sürecinde yağ ve dumanla birlikte yüksek sıcaklığa sahip duman gazı oluşmaktadır. Oluşan yağ parçacıklarının, duman gazının ve sıcak havanın ortamdaki kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması ve atmosfere atılmadan önce koku ve dumandan arındırılması işleminin hem insan ve çevre sağlığı açısından hem de yönetmelikler gereği yapılması gerekmektedir.



- 1- Kirli hava davlumbazın içine doğru yükselir.
- 2- Davlumbaz içindeki yağ ayırıcı tarafından sıcak ve kirli hava hızlı bir şekilde emilir.
- 3- Davlumbazdaki klavuz hava kanalları, tozu ve yağı, yağ ayırıcıya yönlendirir.
- 4- Ortamdan emilen hava yerine, taze hava davlumbazdan ortama verilir.

Şekil 13: Davlumbaz içi Yağ Ayırıcı Uygulaması.

Yağ ayırıcılar, merkezkaç kuvvet etkisine dayalı olarak, 2 µm kadar küçük yağ partiküllerini bile mekanik olarak ayırır. Hızla dönen ayırma diski küçük partikülleri bile kolaylıkla ayırır ve bunları yüksek bir hızla ayırma odasının dış kenarlarına fırlatır, buradan da yağ ve diğer kirlilikler toplama havuzuna akar.



1. Davlumbaz bağlantı ağızı
2. Dengeleme damperleri
3. Limit anahtarı
4. Sinyal lambası
5. Kubbe sabitleme
6. Elektrik motoru
7. Ayırma plakası
8. Hava akışı ölçüm musluğu
9. Toplama tavası
10. Yağ boşaltma musluğu

Şekil 14: Yağ Ayırıcının kesit resmi.



Kirli hava, davlumbaz içindeki yağ ayırıcı tarafından emilir



Kirli hava, dönen delikli bir ayırma plakası ile emilir.



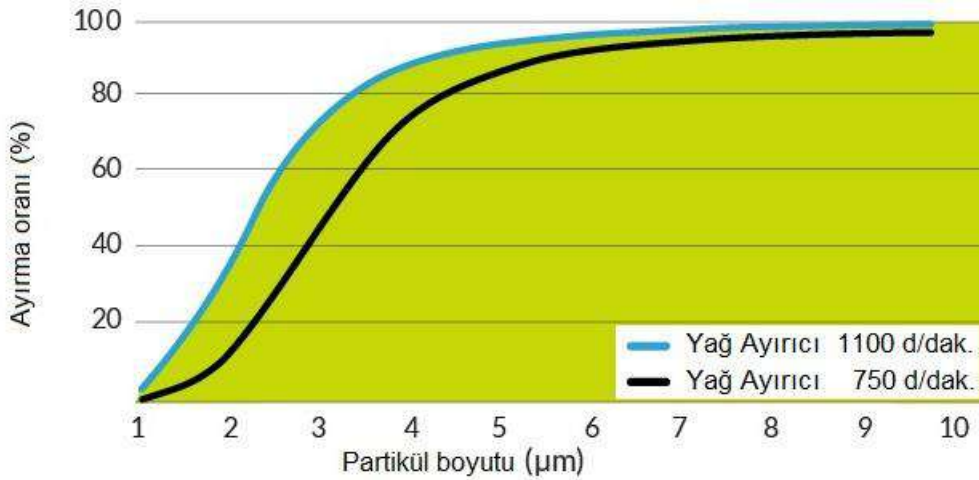
Partiküller plaka ile çarpışır ve muhafazasından geçerek toplama tavaşında toplanmak üzere yağ ayırıcının yanlarından doğru dışarı atılır.



Biriken yağ, bir vana aracılığıyla toplama tavaşından boşaltılır.

Şekil 15: Yağ Ayırıcının çalışma prensibi.

Yağ ayırıcı tarafından ayrıştırılan sıvı yağ ve kirler, toplama tavaşında birikir. Mutfak yüküne bağlı olarak haftalık veya daha uzun sürelerde toplama tavaşında boşaltma musluğunun açılmasıyla yağ ve kirler dışarı alınır.



Şekil 16: Yağ ayırıcılarda yağ ayrıştırma oranları[9].

Elektrostatik filtreler, duman ve koku partiküllerini tutmak için tasarlanmıştır. Kirli duman gazı dört farklı aşamadan geçirilerek tam manasıyla ayrıştırma sağlanır. Aşağıdaki şekilde, elektrostatik filtrenin çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 17: Elektrostatik Filtrenin Çalışma Prensibi.

Kirli duman gazı, ilk olarak ön filtreden geçer. Bu sayede büyük partiküller gözenekli yapıya takılarak tutulur. Geride kalan 10 ile 0,1 mikron büyüklüğe sahip kirleticiler iyonizer yükleyicide negatif elektrik yükü ile yüklenir. Toplayıcı hücreden geçen negatif yüklü parçacıklar pozitif yüklü plakalar sayesinde çekilerek toplanır. Zamanla biriken bu parçacıklar plakalardan süzülerek yağ tavaında birikir. Son metal filtre, ön metal filtre ile aynı özelliklere sahiptir. Cihaz kapatıldığında İyonizasyon bölümü veya Toplayıcı Hücre bölümünden kopabilecek parçacıkların, cihazın tekrardan çalışması esnasında fan hücresine geçişini önlemek amacı ile kullanılmaktadır.

Bu uygulama sonrasındaki kanal sistemine yağ ve koku geçişi olmadığı için daha kısa dikey hat uygulamaları yapmak mümkün olmaktadır. Bununla birlikte bu uygulama sonrasındaki kanal sisteminin yangın riski en aza inmektedir.



Şekil 18: Elektrostatik Filtre.

Elektrostatik filtrelerin temizliği için yıkama kazanına su doldurulur ve yeterli miktarda yağ çözücü esaslı kimyasal ilave edilir. Kirlenen elektrostatik filtre, bir askı sistemi ile yıkama kazanına daldırılır. Kazan içerisindeki su ve yağ çözücü esaslı kimyasal karışım 50-60 °C'ye kadar ısıtılır ve pompa ile karışım kazan içerisinde sirküle edilir. 10-25 dakika sonra temizlenmiş elektrostatik filtre kazandan alınır. Durulanır ve kurutularak yerine konulur. Bir diğer yöntem ise ultrasonik yıkama yöntemidir.



Şekil 19: Temizlik öncesi kirli ve temizlenmiş elektrostatik filtre uygulaması

Aktif karbon filtreler, gaz halindeki kokuları kontrol etmek amacıyla kullanılır. Karbon gözenekli yapısı nedeniyle bünyesinden geçen gaz kokuları absorbe eder. Bu sistemlerin dezavantajı, hızlı bir şekilde yapılarının doyması ve her sene değiştirilmesi gerekliliğidir. Bunu engellemek için ozon bazlı sistemler kullanılarak aktif karbon yüzeyinde biriken koku moleküllerinin oksitleyerek karbon filtrelerin kullanım süreleri uzatılabilmektedir.



Granül Aktif Karbon



Aktif Karbon Kartuşu



Kartuş Karbon Filtre Ünitesi

Şekil 20: Aktif Karbon Filtre

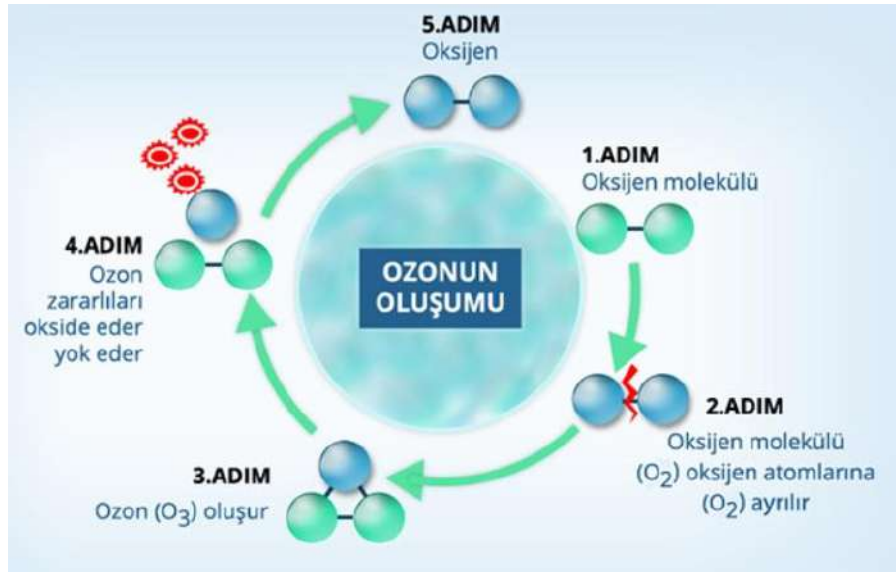


Şekil 21: Elektrostatik Filtre + Aktif Karbon Filtre+ Fan Uygulaması

Mutfaklardaki oluşan kötü kokular, zaman içerisinde kalıtsal hale gelerek mutfağın her yüzeyine sinebilmesine neden olur. Ayrıca bu kokular, servis alanlarına da kolaylıkla yayılabilir. Hem işletmeler hem de müşteriler için son derece rahatsız edici olabilen bu sorun, **ozon gazı kullanımı** ile çözülebiliyor.

Ozon gazı üreten ozon jeneratörleri, dezenfeksiyon ve koku gidermede oldukça etkili sonuç verir. Ozon uygulanan ortamlarda kısa süre içerisinde hem temiz hem de ferah bir ortam oluşturulur. Kanal tipi ozon jeneratörleri de endüstriyel mutfaklarda pişirme esnasında oluşan yemek kokularını ortadan kaldırarak bu ortamın elde edilmesini sağlar.

Ozon gazı, güçlü bir oksitleme özelliğine sahip bir gazdır. Bu nedenle bakteri, virüs, küf ve mantarların yok edilmesinde etkili bir rol oynar. Ozon jeneratörleri, endüstriyel mutfaklarda kullanılan mutfak aletleri, cihazlar ve yüzeylerin dezenfekte edilmesinde kullanılabilir. Bu cihazlar, özellikle gıda üretimi için kullanılan tezgahlar, bıçaklar, kesme tahtaları ve diğer ekipmanların temizlenmesinde etkili bir çözümdür.



Şekil 22: Ozon gazı ile koku giderilmesi uygulaması [8]

Ozon gazı, uygulandığı ortamdaki tüm kokuları maskeleymeden yok eder. En dirençli kokuları bile çok kısa sürelerde ortamdaki arındırabilme özelliğine sahiptir. Bu işlemi yaparken de ortama ve çevreye hiçbir hasar vermez. Bu da alternatiflerine göre daha güvenli bir yöntem olduğunu kanıtlamaktadır

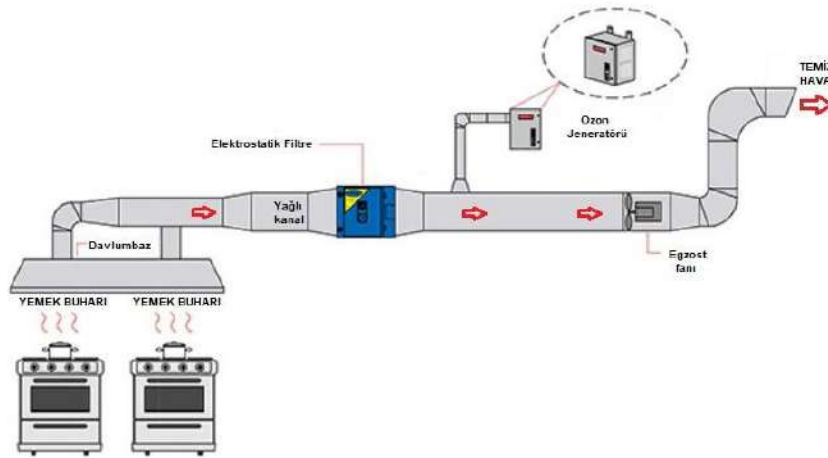
Kanal tipi ozon jeneratörleri, endüstriyel mutfakların davlumbazlarından dışarı egzoz edilen duman gazlarında bulunan Koku ve yağlardan arındırılır. Egzoz kanalına yerleştirilen ozon jeneratörü, koku moleküllerini parçalayarak kokuyu nötr hale getirir. Dışarı verilen havada rahatsız edici kokuların engellenmesini sağlar.

Ozon, endüstriyel mutfakların egzoz bacalarında güvenle kullanılan bir yöntemdir. Kanal tipi ozon jeneratörü ile hem baca temizliği hem de koku giderimi kolaylıkla sağlanır. Ozon jeneratörleri, çevre dostu cihazlar olarak artık madde oluşturmadan koku giderimini gerçekleştirilmesiyle de avantaj sağlar.

Ozon teknolojisi;

- 3 oksijen atomunun bir araya gelmesiyle oluşan ozon, tamamen doğal bir bileşendir, çevreye zarar vermez. İşlem sonrası geride sadece oksijen kalır,
- Klordan yaklaşık 3000 kat daha etkili, dünya üzerindeki en etkili dezenfektandır,
- Sadece elektrik enerjisiyle çalışır, başka bir sarf malzeme ihtiyacı yoktur,
- 7 gün 24 saat ortam sterilizasyonu sağlar, virüs ve mikropları anında yok eder,
- Hızlı ve etkin dezenfeksiyon sağlar, kalıntı ve tortu bırakmaz, korozyon oluşturmaz, mevcut korozyonları da yok eder.
- Kimyasal dezenfektanlar gibi yüzeyde kapatacıcı özellik göstermeden hijyen sağlar
- Oksijenin olduğu her alana nüfuz eder, püskürtme veya sisleme yöntemi gibi uygulama zorluğu yoktur,
- Cilde ve insan sağlığına zarar vermez, alerji yapmaz.
- Geniş bir antimikrobiyal spektruma sahiptir, bakteri oluşumuna müsaade etmez.
- Duvar, ahşap, plastik, cam, sert ve hassas yüzeylere zarar vermez.
- Ortamdaki pis ve kötü kokuları maskeleymeden yok eder. Taze, hijyen ve temiz bir hava oluşturur.
- Düşük konsantrasyonda dahi yüksek oksidasyon aktivitesine sahiptir,
- Ortamdaki klima ve havalandırma cihazlarından çıkan havayı da dezenfekte eder.

Bu sistemin tek dezavantajı, aktif karbon filtreler göre pahalı olmasıdır. Ancak aktif karbon filtrelerdeki karbonun zamanla değiştirilmesi gerektiği için uzun süreli kullanımlarda ozon jeneratörleri cazip hale gelmektedir.



Şekil 23. Elektrostatik filtre ve Ozon jeneratörü uygulaması.

3.5- FAN. FAN HÜCRESİ VE KASET FİLTRE TEMİZLİĞİ

Fan ve fan hücresi temiz sistemlerde en hızlı kirlenen bölümdür. Çekişin kuvvetli olması yağların kanal içerisinde tutunmasını engelleyip fana ulaştırmaktadır. Ortamdaki hava sirkülasyonu da bu yağların çok çabuk kuruyarak katılaşmasını sağlar. Bu yüzden fan ve fan hücresi sistemde karşılaşılabileceğimiz en sert ve çok yağa sahip bölümlerdendir.

Fan, fan hücresi temizliği kimyasal köpük yöntemiyle yapılmalı ardından durulanmalı ve kurutulmalıdır. Bu arada sistemin elektrik motoruna elektrik aksam temizliğine uygun kimyasallar ile müdahale edilmeli elektrik motorlarına su girmemesi için ardından koruma altına alınmalıdır.

Fan hücresi girişlerinde bulunan kaset filtreler yağ tutucu filtreler ile aynı yöntemle temizlenmelidir.



Şekil 24. Temizlenmesi gereken ve kimyasal köpükle temizlenmiş fan.



(a)



(b)

Şekil 25: Temizlenmesi gereken kirlili (a) ve kimyasal köpükle temizlenmiş (b) kaset filtreler

3.6- ATIŞ AĞZI TEMİZLİĞİ

Atış ağızı sistemin fandan sonraki bölümüdür. Genelde dikey olmakla beraber yatay sistemler de vardır.

Atış ağızları genelde ulaşım zorlukları ile karşımıza çıkmaktadır. Pek çok uygulamada erişim güçlüğü, müdahale ve temizlik için yürüme yolları olmadığından bu kısımlar sadece imkan dahilinde vinçli araçlar yardımıyla temizlenebilmektedir. Baca uygulama kuralları gereği yanında bulunan binalardan yüksek olma zorunluluğu nedeniyle bina veya komşu binaların duvarlarında ya da dış cephelerinde çok dar ve uzun düşey kanallar görebiliriz. Bu sistemlerdeki yangın riskini azaltmak adına temizlik sıklıklarına çok dikkat edilmelidir.

Dikey ve uzun atış ağızlarında yapılacak temizlik sadece kimyasal köpük yöntemidir.



Şekil 26. Atış ağızı temizliği yapılmış bir kanal.

4- SONUÇ VE ÖNERİLER

Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği gereğince tüm yangın riski olan mahallerin sorumluluğu itfaiye kuruluşlarındadır. Özellikle ciddi yangın riski oluşturmakta olan yağlı kanallar ile ilgili mevzuatlarda herhangi bir ibare ile karşılaşmamaktadır. Ülkemizde bulunan 81 ilinde bulunan ve bunlarda 30 tanesi büyükşehir belediyeleri bünyesinde olan itfaiyelerce denetlenmek ve karşılaşılan risklere göre önlem alınmak zorundadır. Özellikle büyükşehir belediyeleri bünyesinde bulunan denetim ve kontrol birimlerinin bacalar konusunda kısmi çalışmaları olmasına rağmen yağlı kanal konusunda çalışma çok az veya yetersizdir. Bazı büyükşehir belediyelerine bağlı itfaiye birimleri baca ve yağlı kanal temizliği konusunda faaliyet gösteren özel firmaları yetkilendirilerek bu boşluk doldurulmaya çalışılmaktadır. Bunun dışında kalan itfaiyelerde yetkilendirme konusunda hiçbir çalışma yapılmamaktadır. İtfaiyelerce baca-yağlı kanal temizlik yetkisi verilen özel firma sayısının, AVM'lerde bulunan restaurant sayısı kıyaslandığında yetersiz olduğu aşikardır. Bu da yapılan temizliğin kalitesini ciddi anlamda kötü yönde etkilemektedir. Belediyelerdeki denetim ekiplerinin sayısının yetersizliğinin yanı sıra, bu kanalların temizlik işini yapan firmaların işlerini uygun vasıflı ve belgeli personel kullanmadan gerçekleştirmeleri yangın riski açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır.

Gerek klasik yağlı kanal sistemlerinin temizlenmesinde gerekse alternatif yağlı kanal sistemlerinin temizlenmesinde, Baca ve yağlı kanalların mesleki yeterlilik belgesi olan yetkin personeller tarafından temizlenmeli, kontrol edilmeli ve yapılan işe ait formları doldurarak kayıt altına alınmalıdır. Temizliği yapılarak kayıt altına alınan işlerin bilgileri, yetki alınan itfaiyelerle paylaşılmalıdır. Ayrıca yapılan işlere ait temizlik periyotlarının çok iyi belirlenmesi ve en azından yılda bir kez ülke genelinde yapılan işlerin denetiminin yapılması, yapılan denetimler sonucunda uygunsuz iş yapan firma ve/veya personelin yetki belgelerinin iptal edilmesi sonucunda potansiyel yangın riski en aza indirilebilir.

Her geçen gün alışveriş merkezlerinin sayısı ile birlikte bünyelerindeki restaurant sayısı da artmaktadır. Özellikle yemek katlarında uygulaması yapılan yağlı kanal projelerinin binanın ruhsat aşamasında yapılan kontrollerinde yangın riskini ne kadar azalttığı dikkate alınmalıdır. Bu süreçte yangın riskini en aza indiren alternatif yağlı kanal sistemlerinin uygulanmasına özen gösterilmelidir. Başka bir deyişle yangın riskini en aza indirecek projelerin uygulaması sağlanmalı ve yapılan uygulamalar yerel yönetimlerde bulunan uzmanlarca tarafından kontrol edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1]- <http://gyodergosterge.com/detay/avm>
- [2]- Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği
- [3]- TUBADER Bilgi Bankası.
- [4]- AKGÜN,M., BATUR,B. ,”Alışveriş Merkezlerinin Yangın Riski Açısından Değerlendirilmesi”, Termodinamik Dergisi, Ekim-2019.
- [5]- AKGÜN, M., SEVİNDİR,M.K., ”Alışveriş Merkezlerindeki Yemek Katlarının Yangın Riski Açısından Değerlendirilmesi”, TÜYAK 2017.
- [6]- <http://www.avmlife.com.tr/haber/4009/butun-avm-lerin-listesi.html>
- [7]- <http://menuburada.com/araclar/avm-listesi-ve-restoranlari/>
- [8]- Deniss Klauson. Physical and Chemical Properties of Ozone. OZONE SCIENCE AND TECHNOLOGY, Oyama, S. T. (2000). Chemical and catalytic properties of ozone. Catalysis Reviews, 42(3).
- [9]- <https://jeven.fi/en/products/kitchen-hoods/turbo-hoods/>

ÖZGEÇMİŞLER

Mak.Y.Müh. Muammer AKGÜN, 1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinden, 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine-Enerji Anabilim Dalından Yüksek Mühendis olarak mezun olmuştur. Aynı yıl Doktora programına başlamış ancak tez aşamasında doktora programını bırakmıştır. MMO İstanbul Şubesi bünyesinde yayınlanan “Kızgın Sulu, Kızgın Yağlı, Buharlı Isıtma Sistemleri” kitabının altı bölümünün yazarı ve son üç baskısının da editörü, ISKAV bünyesinde yayınlanan “Endüstri Kazanları” kitabının bir bölümünün yazarı, ISKAV bünyesinde yayınlanan “Sıcak Su Kazanları” kitabının iki bölümünün yazarı ve son baskısının editörüdür. Yayınlanmış pek çok makalesi, teknik yazıları bulunmaktadır.

Dr. Barbaros BATUR, Yıldız Teknik Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Lisans eğitimini İstanbul Teknik Üniversitesinde, Yüksek Lisansını Marmara Üniversitesinde, doktora eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesinde tamamlamıştır. İlgili alanları enerji, ısıtma, soğutma, HVAC ve tesisattır.

ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARIN YANGIN GÜVENLİĞİNDE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN ETKİSİ

Serhat ERDOĞAN

ÖZET

Yapılarda bulunan mutfak alanları hem yanıcı hem yakıcı malzemelerin bir araya geldiği ve yangın riski yüksek olan mahallerdir. Pişirme kapasitesi büyüdükçe ve hizmet edilen kişi sayısı arttıkça yangın riski katlanarak artmaktadır. Özellikle yüksek yapılarda çoğunluğu dış cephe ile irtibatlandırılmayan endüstriyel amaçlı mutfaklar; bodrum katlarda veya bina çekirdeğine yerleştirilmektedir. Bu tip mutfaklarda taze hava ve egzoz havası için cebri havalandırma sistemleri kurulmaktadır.

Mutfak tasarımı yapılırken insan faktörü de göz önünde bulundurulmalıdır. Endüstriyel mutfaklarda havalandırma ve yangın söndürme sistemleri entegre çalışmalı ve devreye alındıktan sonra işletme esnasında da tasarım kriterlerinde çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Mutfakta kullanılan yakıt türü, pişirilecek ürünler, egzoz kanalı güzergahı, kanal malzemeleri, filtre sistemleri ve elemanları, egzoz atış noktaları vb. kriterlere tek tek dikkat edilmeli ve sistem bir bütün olarak düşünülmelidir. Sistemde bir eksiklik veya hatanın oluşturabileceği olumsuz senaryolara göre tedbirler alınmalı ve sistem tasarımında bu senaryolar değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada, endüstriyel mutfaklarda havalandırma sistemlerinden kaynaklı yangın riskinin asgari seviyeye indirilebilmesi için tasarım aşamasında ve uygulama aşamasında dikkat edilmesi gereken kriterlerin gözden geçirilmesi, işletme koşullarının göz önünde bulundurulması farklı işletmelerdeki örneklerle risk analizlerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel mutfak havalandırması, mutfak filtre sistemleri, mutfaklarda yangın riski

THE EFFECTS OF THE VENTILATION SYSTEMS IN FIRE SAFETY OF INDUSTRIAL KITCHENS

ABSTRACT

Kitchen areas in buildings are places where both flammable and combustible materials come together and have a high risk of fire. The risk of fire increases exponentially as the cooking capacity grows and the number of people served increases. Industrial kitchens, most of which cannot be connected with the exterior, especially in high-rise buildings; placed in basements or in the core of the building. In this type of kitchens, forced ventilation systems are installed for fresh air and exhaust air.

The human factor should also be taken into account when designing the kitchen. Ventilation and fire extinguishing systems in industrial kitchens should work integrated and after commissioning, it should be checked whether they work in design criteria during operation.

Type of fuel used in the kitchen, products to be cooked, exhaust duct route, duct materials, filter systems and elements, exhaust firing points, etc. The criteria should be considered one by one and the system should be considered as a whole. Measures should be taken according to the negative

scenarios that a deficiency or error may create in the system and these scenarios should be evaluated in the system design.

In this study, it is aimed to review the criteria that should be considered during the design and implementation stages in order to minimize the fire risk arising from ventilation systems in industrial kitchens, and to evaluate risk analyzes with examples from different businesses, taking into account the operating conditions.

Keywords: Industrial kitchen ventilation, kitchen filter systems, fire risk in kitchen

1. GİRİŞ

Birden farklı ürünün hazırlandığı, bu ürünlerin tam mamul haline gelene kadar farklı ısı proseslerinden geçtiği ve bu proseslerde farklı yakıt tiplerinin de kullanıldığı pişirme alanlarının geneline endüstriyel mutfak diyebiliriz. Endüstriyel mutfaklarda belirli hacimde üretilebilecek ve ortama yayılabilecek ısı miktarı NFPA 96 kodunda belirtilmiştir. Mutfak tasarımı aşamasında yakıcı cihaz kapasitelere dikkate alınarak mahal hacmi asgari ölçüleri belirlenmelidir. Pişirme alanlarında açığa çıkan enerjinin doğru bir şekilde deşarj edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde mutfak içerisinde olması gerekenden daha fazla enerji birikmesine neden olunacaktır. Ayrıca pişirme ürünlerinde organik malzemelerin tamamen ayrışmadığı pişirme operasyonlarında kanserojen etkili duman oluşumu günümüzde bilinen bir gerçektir. Mutfak ebatları gözetilmeksizin, pişirme işlemi yapılan mahallerde doğru şekilde çalışan havalandırma sistemi zaruridir. Mutfak çalışanlarının sağlık koşulları ve güvenlikleri gözetilerek bu sistemlerin kurulması gerekmektedir. Egzoz havasının çalışanların bulunduğu alandan yani soluma alanlarından geçmemesi gerekmektedir. İlgili bakanlıkların endüstriyel havalandırma önerilerinin bulunduğu föylerde olması gereken hava akış hızları ve sınırlamalarına ulaşılabilir ve güncel olarak takip edilebilir. İlaveten belirtmek gerekir ki İşyeri (Sağlık, Emniyet ve Sosyal Yardım) Yönetmeliği, tüm kapalı işyerlerinin uygun ve yeterli etkinlikte havalandırılmasını ve gerekli taze havanın sağlanmasını zorunlu kılar. Bu deşarjı sağlayabilmek için mutfaklarda ilgili yönetmelik ve standartlarda belirtilerek egzoz emişi ve taze hava beslemeleri zorunlu kılınmaktadır. Mutfak içerisinde egzoz emişlerinin ve taze hava beslemesinin konumlandırılması doğru yapılmalı ve regülasyonları hassasiyetle gerçekleştirilmeli ve mutfak mahali dış mahallere göre negatif basınç altında bulunmalıdır. Bu bilgiler bir endüstriyel mutfağın kullanıma hazır olması anlamı taşımamaktadır. Mutfak içerisinde bulunan hava akış hızlarına ve akış yönlerine dikkat edilmelidir. Mutfakta bulunan havalandırma sistemi devreye alındıktan sonra hava akış yönlerinin doğruluğunu teyit etmek için gerek duman testleri gerek hassasiyeti yüksek ölçüm cihazları kullanılarak sistemin doğru çalıştığı teyit edilmelidir. Tasarım esnasında gözden kaçan bir açıklık, şaftlardan, merdiven kovalarından kaynaklı oluşan baca etkisi teoride hesaba katılmayan fakat pratikte hava akış yönlerini etkileyebilecek faktörlerdir. Bundan dolayı sistem devreye alındıktan sonra mutfağın rutin olarak işlediği saatlerde hava akış testleri yapılmalıdır. Aksi durumda davlumbazlarda egzoz edilecek enerji davlumbaz dışına kaçacak ve tavanda enerji birikmesine neden olacaktır.

Endüstriyel mutfak havalandırma sistemlerinde sırası ile egzoz tarafında; davlumbaz ve toplayıcı menfezler, filtreler, egzoz kanalları ve egzoz fanı, taze hava beslemesinde taze hava fanı, hava kanalları ve dağıtıcı menfezler asgari olarak bulunması gereken unsurlardır. Bu unsurların sahip olması gereken asgari özellikler yönetmelikler ve standartlarda mevcuttur.

2. EGZUZ SİSTEMİ ENSTRÜMANLARI ETKİLEŞİMLERİ

Optimum seviyelerde belirlenmesi gereken davlumbaz sistemi sıralaması aşağıdaki gibi olmalıdır:
Davlumbaz → Filtre sistemi → Egzoz Kanalı → Fan

Bu sıralama dışında söndürme sistemleri tahsis edilmesi gereken durumlar bulunmaktadır. Davlumbaz söndürme sistemleri ayrı bir uzmanlık konusu olarak işlenmelidir.

Sistemin bir bütün olarak düşünülmesi gerekmektedir. Birbirini etkileyen bu sistem elemanları ve etkilendiklerini unsurlar şunlardır. Davlumbaz boyutları, tipi ve konumunun belirlenmesinde; pişirici kapasiteleri ve ebatları, pişirilen ürün, kullanılan yakıt tipi etkileyici rodedir. Hava debisinin belirlenmesinde; davlumbaz konumu, davlumbaz boyutları, kullanılan yakıt tipi, davlumbaz ile pişirme ünitesi arasındaki mesafe, çalışan sayısı, tezgâh konumları etkilidir. Kanal ebatlarının belirlenmesinde ise hava debisi, müdahale ve temizlik kapaklarının ebatları ve konumları dikkate alınmalıdır. Fan seçimini etkileyen unsurlar; egzoz sistemi basınç kayıpları, hava debisi, yakıt tipi, egzoz gazı sıcaklığıdır. Filtre tipinin ve kapasitesinin belirlenmesinde; pişirilen ürün, hava debisi, kullanılan yakıt doğrudan etkilidir. Tasarımı ve kurulumu yapılırken sistemin doğru şekilde işletilmesinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Sistemin bakımlarının, temizliklerinin ve işlevselliğinin kontrolü için gerekli donanımlar ya da açıklıklar düşünülmüş olmalıdır.

2.2. Havalandırma Sisteminde Yaşanabilecek Başlıca Riskler

Egzoz edilmesi gereken hava içerisinde yağ, yakıt atığı, kurum, su buharı vb. yanıcı ve yakıcı ürünler bulunmaktadır. Bunları bütün sisteme sirayet etmeden bertaraf etmek veya sisteme geçişini engellemek gerekmektedir. Günümüzde bertaraf etmekten ziyade en çok kullanılan yöntem filtreleme sistemleridir. Kullanılan yaygın filtre çeşitleri alev tutucu filtreler (ön kaba filtre), tel kafes filtreler, sulu filtreler, elektrostatik filtreler ve karbon filtrelerdir. İşletme esnasında sürekli çalışan filtre sistemlerinde %100 verim sürekliliği sağlanamamaktadır. Bundan dolayı kanala sirayet eden ve kanal yüzeylerine yapışan gresleşmiş yağ atıkları moleküller arasında hava boşluğu bulundurarak her an yanma eğilimindedir. Pişirme ekipmanından gelebilecek kıvılcım veya yüksek enerji yanma reaksiyonunu kolaylıkla başlatabilecektir. Kanal içerisindeki yanma filtrelere, egzoz fanına, elektrik aksamına ve bütün binaya kolaylıkla uzanabilir. Bu tür durumların önüne geçebilmek için filtre sıralaması, ekipman seçimi ve davlumbaz yakalama hızları doğru olarak seçilmelidir. Olması gerekenden yüksek yakalama hızına sahip davlumbaz sistemi kıvılcım kopmasına neden olacak ve kanalda parlama kaçınılmaz olacaktır. Bundan dolayı davlumbaz girişlerinde alev tutucu filtreler hem kaba filtreleme hem de kıvılcımı sönmölemek kullanılmalıdır.

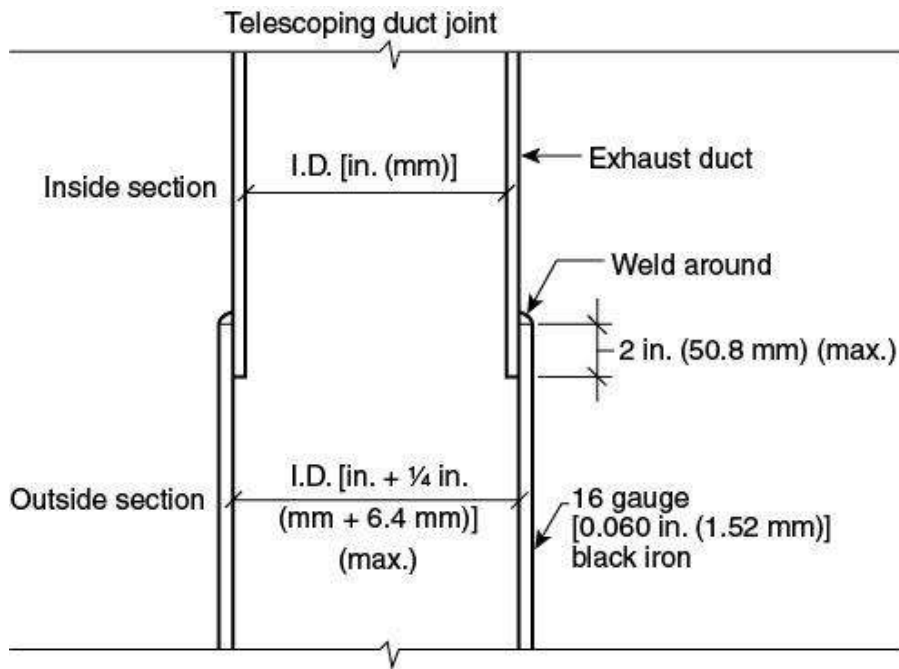
Kaba filtrelemenin ardından egzoz atışında duman ve koku istenmemesinden dolayı sulu filtre, elektrostatik filtre ve karbon filtre seçenekleri tercih edilmektedir. Bu filtreler yoğun bir ayrıştırma işlemi yapmaktadır. Alev tutucu filtreler kadar göz önünde bulunmadıklarından temizlenmesi ihmal edilen filtrelerdir. Bundan dolayı egzoz sisteminde yanıcı atıkların en çok bulunduğu konum ince filtrelemenin yapıldığı noktadır. Bu filtrelerin temizliği ve değişimleri zamanında ve uzmanları tarafından üretici dokümanlarına riayet edilerek yapılmalıdır. Örneğin bir elektrostatik filtre bakımında filtre yüzeylerinin zarar görmesi durumunda akım dalgalanması ve filtre plakaları arasında kıvılcım sıçraması ihtimalini doğuracaktır ve filtreden başlayan yanma kaçınılmaz olacaktır. Bir sulu filtre sisteminde bakımın doğru yapılmamasından kaynaklı sirkülasyon pompası debisinin az olmasından veya püskürtme başlıklarının temiz olmamasından dolayı yeterli bir filtreleme gerçekleştirmeyecek kanallar ve fan gresleşmiş yağlı atıklarla kaplanacak ardından parlama kaçınılmaz olacaktır.

Kullanılan yakıtın cinsi egzoz sistemi enstrümanlarının seçiminde önemlidir ve ekstra donanımlar gerektirebilir. Doğalgaz kullanılan bir mutfakta alınması gereken önlemler "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" Madde:112'de detaylı olarak belirtilmiştir. Doğalgaz kaynağı sınırsız olabileceğinden ilk önceliğimiz herhangi bir mekanik sisteme ihtiyaç olmadan doğalgazın doğal yollarla atmosfere ulaşıp parlamaya neden olacak konsantrasyona ulaşmasını engellemektir. Bunun için ilk önlem olarak yakıtı kesecek algılama sisteminin kurulmasıdır. Doğalgazın tabii yollarla atmosfere ulaşamayacağı durumlarda egzoz sistemine alternatif bir deşarj yolu bulundurulması zorunludur. Doğalgaz kullanımında açığa çıkan egzoz gazlarının muhteviyatında kükürt ve su buharı bulunmaktadır. Bu ürünler egzoz kanallarında zamanla deformasyona neden olacağından pişirme ürünleri ve sıcaklıklarda dikkate alınarak egzoz kanalı tesis edilmelidir. Mutfak alanı dışında ilerleyen egzoz kanalları yanıcı malzemelere en az 50 cm uzakta olmalı ve dış yüzeyleri yangına 120 dk dayanacak şekilde kaplanmalıdır. Günümüzde kullanılan modüler çelik baca sistemlerinin mutfaklarda

kullanılırken kurum yangınına dayanıklı olup olmadığına dikkat edilmelidir. Kurum yangını mutfak egzoz sistemlerinde muhtemel tehlikedir. Modüler baca sistemlerinin üzerinde tanıtım etiketi bulunmaktadır ve etikette kurum yangınına dayanıklı olup olmadığı belirtilmektedir. Aşağıda bulunan iki örnek gösterimde bulunmaktadır.

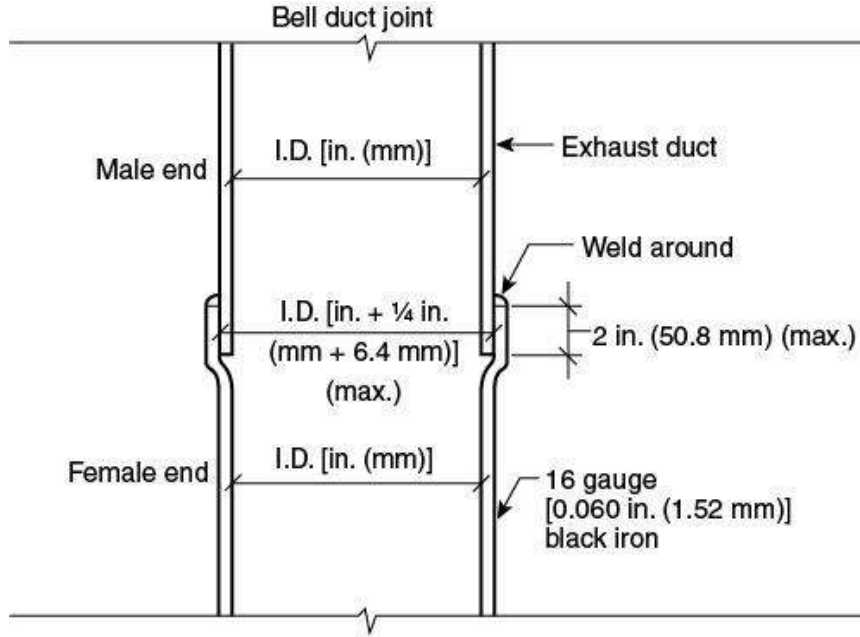
T300 H1 W Vx Lxxxxx O 100 - T300 H1 W Vx Lxxxxx G 100

Bu kısa gösterilişlerden sırası ile bacanın sıcaklık dayanımı, basınç sınıfı, bacanın yaş veya kuru çalışacağı, korozyon dayanımı, malzeme özelliği, malzeme kalınlığı ve kurum yangınına dayanıklı olup olmadığı ve yapı malzemelerine olması gereken minimum uzaklığı anlayabiliriz. Burada "O" harfi ile gösterim baca tipinin kurum yangınına dayanıklı olmadığı, "G" harfi ile olan gösterim baca tipinin kurum yangınına dayanıklı olduğunu göstermektedir. Günümüzde kullanılan modüler baca sistemlerinde bu özelliklere dikkat edilmelidir. Kanal birleşim ve ekleri ile ilgili detaylı bilgiler NFPA 96'da verilmektedir. Örnek kanal birleşim şekilleri aşağıdadır.



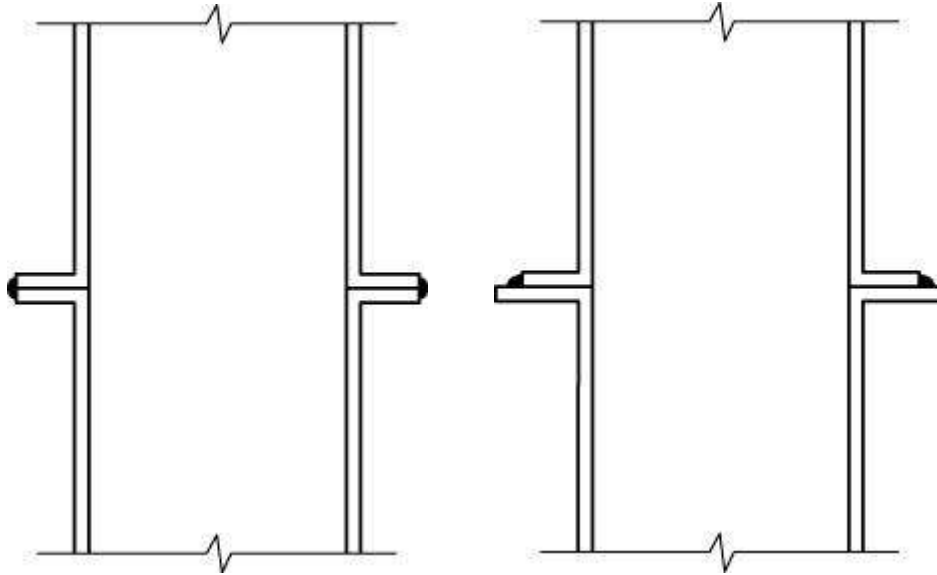
Notes:

1. Duct size decreases (going upward) with each telescope.
2. Smaller (inside) duct section is always above or uphill (on sloped duct), to be self-draining into larger (outside) duct.



Notes:

1. Duct size stays the same throughout the duct system.
2. Smaller (inside) male duct end is always above or uphill (on sloped duct), to be self-draining into larger (outside) female duct end.



3. SONUÇ

Endüstriyel mutfaklar teknik kişilerce tasarlanıp, kurulum devreye alındıktan sonra kullanıcı ya da işletme tarafına teslim edilmektedir. Mutfakların kullanım yoğunluklarına göre NFPA 96'da temizlik muayenesi için süreler belirtilmiştir. Bu süreler kanallarda biriken yağ tabakasının kontrolü için maksimum sürelerdir.

Katı yakıtlı pişirme işlemlerine hizmet eden sistemler ayda bir, yüksek hacimli pişirme işlemlerine hizmet eden sistemler üç ayda bir, orta hacimli pişirme işlemlerine hizmet eden sistemler altı ayda bir, düşük hacimli pişirme işlemlerine hizmet eden sistemler yılda bir defa kontrol edilerek kanallarda

biriken yağ tabakası kontrolü yapılmalı ve kanallarda biriken yağ tabakası kalınlığı azami 0,5 mm olacak şekilde kanalların ve diğer cihazların temizliği sağlanmalıdır.

Teknik insanlar olarak ne kadar doğru ve kusursuz sistem kurmuş olsak bile bu sistemler işletme tarafına devrediliyor. Mutfak işletmeciliği; pişirici cihazların bakımı, yemek pişirimi ve ürün hazırlanması olarak görülmemeli mutfaka dair bütün ekipmanların bakımı, temizliği ve güvenliğini kapsayan bir perspektifte olmalıdır. Bu perspektifi oluşturacak ve aktaracak kişilerde biz teknik insanlarız. Mutfak kurulumu sonrasında işletmeye devir esnasında kullanma talimatları, temizlik talimatları, bakım periyotları sistemde oluşabilecek riskler ve bu risklerin nasıl giderilebileceği bilgileri aktarılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [2] MTMD Mutfak Havalandırma Sistemleri Şartnamesi
- [3] NFPA 96
- [4] İşyeri (Sağlık, Emniyet ve Sosyal Yardım) Yönetmeliği

ÖZGEÇMİŞ

Serhat ERDOĞAN

1988 yılı doğumludur. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü 2010 yılı mezunudur. Mühendislik mezuniyeti sonrası mekanik tesisat alanında Yüksek katlı binaların projelendirilmesi ve taahhütü alanında farklı firmalarda çalıştı. 2016 ve 2022 yılları arasında, Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nde Mekanik Tesisat Birim Sorumlusu, Makina Mühendisleri Odası Baca Sistemleri Tasarım ve Uygulama Kontrolleri Türkiye Teknik Sorumlusu ve Eğitmeni olarak görev yaptı. 2022 yılından itibaren kurucu ortağı olduğu Tekno Birim Uzman Mühendislik Hizmetleri firmasında Proje Koordinatörü olarak görevini sürdürmektedir.

İŞ EKİPMANLARININ KULLANIMINDA SAĞLIK VE GÜVENLİK ŞARTLARI YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDA, YANGIN MEKANİK TESİSATLARININ PERİYODİK KONTROLLERİ VE SÜREÇLERİ

Onur Ayhan KILYAR

ÖZET

Mekanik tesisatlar, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yönetmeliği gereği "iş ekipmanı" kapsamında değerlendirilmektedir.

Yangın tesisatının periyodik kontrolleri, Çalışma Bakanlığı ilgili yönetmeliği olan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği kapsamında yapılması zorunlu olan kontrollerden birisidir. Yıllık olarak kontrollerinin yapılması, tesisatın doğru ve güvenli çalışmasının raporlanması istenmektedir. Bu sebeple iş yerlerinde bulunan diğer tüm iş ekipmanları gibi yangın tesisatlarının da kontrol raporlarını, Çalışma Bakanlığı Müfettişleri denetim esnasında istemektedir.

Yangın Önleme ve Söndürme Sistemlerinin süreçlerini; tasarım ve projelendirme, uygulama, test ve devreye alma, işletme ve bakım, yıllık periyodik kontroller ve her aşamada yapılacak denetim ve kontroller olarak tanımlayabiliriz. Yangın söndürme sistemini bütüncül değerlendirmek gerekir. Bu süreçlerin birinde veya birkaçında yaşanabilecek aksaklıklar sistemin yetersiz ve istenilen tasarım kriterlerinde çalışmaması ile sonuçlanabilir.

Bu çalışma, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği kapsamında yapılan periyodik kontrol süreçlerinin; başvuru aşamasından kontrol ve raporlama aşamalarına kadar nasıl olması gerektiği, periyodik kontrol kültürü, kontrolleri yapmaya yetkili personellerin yetkileri, yetkinlikleri ve sorumlulukları, rapor içerikleri, akredite yapılan kontrollerin faydaları, yapılan yıllık denetimlerin ve kontrollerinin, bakım ve periyodik kontrollerden farkları ve ayrıldığı noktaları anlatmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Periyodik Kontrol, Yangın Söndürme Sistemleri Periyodik Kontrolü, Tesisat Periyodik Kontrolü, İş Güvenliği

PERIODIC CONTROLS AND PROCESSES OF FIRE MECHANICAL INSTALLATIONS WITHIN THE HEALTH AND SAFETY CONDITIONS REGULATION IN THE USE OF WORK EQUIPMENTS

ABSTRACT

Mechanical installations are considered within the scope of "work equipment" in accordance with the regulation of the Ministry of Labor and Social Security.

Periodic controls of fire installations are one of the mandatory controls within the scope of the Regulation on Health and Safety Conditions in the Use of Work Equipment, which is the relevant regulation of the Ministry of Labor. It is requested to make annual controls and to report that the installation is working correctly and safely. For this reason, the control reports of the fire installations, like all other work equipment in the workplaces, are requested by the Ministry of Labor Inspectors during the inspection.

Fire Prevention and Extinguishing Systems processes; design and project planning, application, testing and commissioning, operation and maintenance, annual periodic controls and inspections and controls at every stage. It is necessary to evaluate the fire extinguishing system holistically. Defects that may occur in one or more of these processes may result in the system not working in inadequate and desired design criteria.

In this study, the periodical control processes carried out within the scope of the Regulation on Health and Safety Conditions in the Use of Work Equipment; It aims to explain how it should be from the application stage to the control and reporting stages, the periodical control culture, the authorities, competencies and responsibilities of the personnel authorized to carry out the controls, the content of the report, the benefits of the accredited controls, the differences and separations of the annual audits and controls from the maintenance and periodic controls.

Keywords: Periodic Control, Fire Extinguishing Systems Periodic Control, Installation Periodic Control, Occupational Safety

1. GİRİŞ

1.1. Periyodik Kontrol Nedir?

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına giren tüm iş yerlerinde, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı' nın yürüttüğü ilgili yönetmelik olan ve işyerinde, iş ekipmanlarının kullanımı ile ilgili sağlık ve güvenlik yönünden uyulması gerekli asgari şartları belirten, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği gereği, Yangın Söndürme Sistemleri, Portatif Yangın Söndürücüler, Duman Kontrol Sistemleri ve bileşenleri ekipman olarak nitelendirilmektedir.

Periyodik kontrol veya periyodik muayene, iş ekipmanlarının bir veya birden çok özelliğinin ölçüm, inceleme ve/veya deneme yöntemiyle bu yönetmeliğin, ürünün ilgili standardının ve/veya imalatçının belirlediği ve/veya risk değerlendirmesi sonucu belirlenmiş teknik kriterlere göre durumunun kontrol edildiği faaliyetleri, öngörülen aralıklarda yetkili kişilerce yapılan muayene ve/veya test faaliyetlerini ifade etmektedir.

İEKSGŞY- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, ekipmanların güvenlik zafiyeti yaratmaması ve bunun için yönetmeliğin tariflediği ve zorunlu kıldığı tüm direktiflerin eksiksiz uygulanması önemlidir.

1.2. Periyodik Bakım nedir?

Bakım, iş ekipmanında ve bileşenlerinde yapılan her türlü revizyon, tamir, değişim, ayar, arıza giderme, temizlik ve kalibrasyon işlemlerinden herhangi birisinin veya birkaçının birlikte uygulandığı işlemdir. Bakımlar ve bakım amacıyla yapılan kontroller; günlük, haftalık, aylık, 3 aylık, 6 aylık, yıllık olabilir.

Periyodik bakım ve periyodik kontrol kavramları birbirine karıştırılmamalıdır. Periyodik kontrol yapılırken sistemin periyodik bakımlarının kayıtları da incelenir.

İEKSGŞ Yönetmeliği ilgili maddesi gereği,

MADDE 14/A – (Ek: RG-18/2/2022-31754) (2) İş ekipmanının bakımını yapan kişiler, bakımını yaptığı ekipmanın periyodik kontrolünü gerçekleştiremez.

1.3. Kimler Periyodik Kontrol Yapabilir?

İEKSGŞ Yönetmeliğinde belirtilen iş ekipmanlarının teknik özelliklerinin gerektirdiği ve Yönetmeliğin EK-III kısmında yer alan istisnalar saklı kalmak kaydıyla EKİPNET' e kayıtlı ilgili branşlardan mühendis, teknik öğretmen, tekniker ve yüksek teknikerler periyodik kontrol yapabilirler.

EKİPNET, İEKSGŞY kapsamında yer alan kişi, iş ve işlemlerin elektronik ortamda kayıt ve bildiri ile veri doğrulaması amacıyla kullanılan ve e-Devlet kapısı üzerinden çalışan programdır. Periyodik kontrol faaliyeti gerçekleştiren herkes bu sisteme kayıt yaptırıp EKİPNET numarasına sahip olması yasal zorunluluktur.

İEKSGŞY Tablo-3'te belirtilen yangın algılama ve uyarı sistemleri için aynı yönetmeliğin 2.3.2 maddesi gereği; elektrik mühendisleri, elektrik-elektronik mühendisleri, elektronik mühendisleri ve elektrik eğitimi bölümü mezunu teknik öğretmenler, elektrik tekniker veya yüksek teknikerleri periyodik kontrol gerçekleştirebilir. Bunun dışında kalan diğer tüm tesisatların periyodik kontrolleri yine aynı yönetmeliğin 2.3.3 maddesi gereği; makine mühendisleri, makine ve metal eğitimi bölümü mezunu teknik öğretmenler, makine tekniker veya yüksek teknikerleri tarafından yapılır.

Tablo 1: İEKSGŞY Tablo-3: Tesisatların Periyodik Kontrol Süreleri ile Kontrol Kriterleri

EKİPMAN ADI	PERİYODİK KONTROL DÖNEMİ (Azami Süre) (İlgili standardın öngördüğü süreler saklı kalmak koşulu ile)	PERİYODİK KONTROL KRİTERLERİ (İlgili standartlar aşağıda belirtilmiştir.)
Yangın Söndürme Sistemleri, Otomatik Yağmurlama Sistemleri, Otomatik Gazlı Söndürme Sistemleri, Mutfak Davlumbaz Söndürme Sistemleri (Yangın Su Deposu, Yangın Pompa Dairesi ve Yangın Pompaları Performans Testleri, Sabit Boru Tesisatı, Sprinkler Sistemi, Yangın Dolapları, Hidrant Sistemi ve Benzeri)	Standartlarda Süre Belirtilmemişse 1 Yıl	Projede Belirtilen Kriterlere ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe Uygun Şekilde Gerçekleştirilir.
Portatif Yangın Söndürücüler (Yangın Söndürme Cihazları)	Standartlarda Süre Belirtilmemişse 1 Yıl	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe Uygun Şekilde Gerçekleştirilir. (TSE ISO/TS 11602-2 Standardında Belirtilen Kriterlere Uygun Olarak Yapılır.)
Kaçış Yolu Basınçlandırma Sistemleri ve Duman Tahliye Sistemleri	Standartlarda Süre Belirtilmemişse 1 Yıl	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe Uygun Şekilde Gerçekleştirilir.
Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri	Standartlarda Süre Belirtilmemişse 1 Yıl	Projede Belirtilen Kriterlere ve TSE CEN/TS 54-14 Standardında Belirtilen Kriterlere Uygun Olarak Yapılır.

1.4. Periyodik Kontrol Raporu İçeriğinde Neler Olmalıdır?

İEKŞGŞ Yönetmeliği, EK-III Bakım, Onarım ve Periyodik Kontroller ile İlgili Hususlar bölümü madde 1.7 gereği periyodik kontrol raporunda aşağıdaki bilgilerin yer alması gereklidir. Söz konusu tüm bölümler raporda eksiksiz yer almalıdır.

Genel Bilgiler: Bu bölümde işyerinin adı, adresi, iletişim bilgileri (telefon, elektronik posta adresi ve benzeri), periyodik kontrol tarihi, işe başlama ve bitiş saati, normal şartlarda yapılması gereken bir sonraki periyodik kontrol tarihi, periyodik kontrol metodu ve gerekli görülen diğer bilgilere yer verilir.

Periyodik kontrol metodu: Bu bölümde ilgili standart numarası ve adı, yoksa üreticinin tavsiye ettiği metotlar, bu bilgiler mevcut değilse risk değerlendirmesi sonucunda karar alındığı belirtilir.

Ekipman Bilgileri: Raporun bu bölümünde periyodik kontrole tabi tutulacak iş ekipmanı için gerekli görülen teknik özellikler ve diğer bilgilere yer verilir.

Ekipman Etiket Bilgileri: Bu bölümde periyodik kontrole tabi tutulacak iş ekipmanının bilgi etiketinde yer alan adı, markası, modeli, imal yılı, seri numarası ve benzeri bilgiler ile ekipmanın izlenebilirliğini sağlayan teknik özelliklere yer verilir.

Tespit Edilen Bilgiler: Periyodik kontrol yapılırken ekipman ve bileşenlerinin anlık durumunu tarif etmek ve periyodik kontrol sonrası yapılacak olası değişiklikleri belirleyebilmek için periyodik kontrolü yapmaya yetkili kişi tarafından gerçekleştirilen ölçüm ve/veya tespit edilen değerler ile ekipmanının kullanım yeri ve amacı belirtilir.

Test Değerleri: Periyodik kontrol yapılırken uygulanan testler ile ilgili gerekli bilgiler belirtilir.

Ölçüm Aletleri Bilgileri: EK-III 1.7.2.2 maddesinde belirtilen değerleri ölçmek için periyodik kontrol esnasında kullanılan ölçüm aletlerinin adı, seri numaraları, kalibrasyon bilgileri ve benzeri belirleyici özellikleri belirtilir.

Muayene Kriterleri ve Testler: Raporun bu bölümünde İEKŞGŞ Yönetmeliği EK-III 1.7.1.1 maddesinde belirtilen metoda göre oluşturulmuş muayene kriterleri ve EK-III 1.7.2.2 maddesinde tespit edilen değerlerin, EK-III 1.7.2.1 maddesinde yer verilen iş ekipmanının teknik özelliklerini karşılayıp karşılamadığı hususu ile ilgili standart ve teknik literatürde yer alan sınır değerlere uygun olup olmadığı kıyaslanarak değerlendirilir.

Kusur Açıklamaları: Yapılan periyodik kontrol sonucunda ekipmanla ilgili kontrol kriterlerine göre iş sağlığı ve güvenliği yönünden belirlenen uygunsuzluklar belirtilir.

Notlar: Periyodik kontrol sürecine ait detaylar varsa bu bölümde belirtilir. Uygunsuzluk veya raporun diğer bölümlerine ait herhangi bir ifade bu bölümde belirtilemez.

Sonuç ve Kanaat: Raporun bu bölümünde periyodik kontrole tabi tutulan iş ekipmanında periyodik kontrol kapsamı içerisinde yer alan testler ve/veya muayenelere ilişkin sonuçlar ve bu sonuçlara göre periyodik kontrol yapmaya yetkili kişinin kanaati belirtilir. Bu bölümde aynı zamanda, kontroller sırasında güvenli kullanıma yönelik sakınca oluşturacak bir kusur tespit edilmesi durumunda iş ekipmanının uygunsuzluk giderilene kadar kullanılamayacağı, güvenli kullanıma yönelik herhangi bir kusur tespit edilmemesi durumunda ise kullanılabilmesi açıkça belirtilir.

Periyodik Kontrolü Yapmaya Yetkili Kişi Bilgileri ve Onay: Bu bölümde periyodik kontrolleri yapmaya yetkili kişinin adı soyadı, mesleği, EKİPNET kayıt numarası ile raporun kaç nüsha olarak düzenlendiği belirtilerek imza altına alınır. Periyodik kontrol yapmaya yetkili kişinin imzasının bulunmadığı raporlar geçersizdir.

1.5. Akredite Kontroller ve Muayene Kuruluşları

Akreditasyon, uygunluk değerlendirme kuruluşlarınca gerçekleştirilen çalışmaların ve dolayısıyla bu çalışmalar sonucunda düzenledikleri uygunluk teyit belgelerinin (deney ve muayene raporları, kalibrasyon sertifikaları, yönetim sistemi belgeleri, ürün belgelendirme belgeleri, personel belgelendirme belgeleri v.b.) güvenilirliğini ve geçerliliğini desteklemek amacıyla oluşturulmuş bir kalite altyapısıdır.

Türkiye de akreditasyon işlemleri TÜRKAK tarafından yapılmaktadır. Türk Akreditasyon Kurumu kısa adıyla TÜRKAK, uygunluk değerlendirme kuruluşlarını akredite etmek, bu kuruluşların ulusal ve uluslararası standartlara göre faaliyette bulunmalarını ve bu suretle uygunluk değerlendirme kuruluşlarınca düzenlenen belgelerin ulusal ve uluslararası alanda kabulünü temin etmek amacıyla kurulmuştur.

TS EN ISO/IEC 17020- Uygunluk Değerlendirmesi- Çeşitli Tiplerdeki Muayene Kuruluşlarının İşletimi İçin Şartlar Standardı ise, muayene kuruluşlarının yeterliliğine ve bu kuruluşların muayene faaliyetlerinin tarafsızlığı ve tutarlılığına ilişkin şartları kapsar. Bu standart; standartta tarif edildiği şekilde A, B veya C tipi muayene kuruluşlarına uygulanır ve muayenenin her türlü aşamasına uygulanır. Muayene kuruluşunun A, B veya C tipi olması bir tarafsızlık ve güvenilirlik ölçütü ve olarak değerlendirilebilir.

Tablo 2: Akredite Muayene Kuruluşu Tipleri

MUAYENE KURULUŞU TİPİ	ÇALIŞMA ŞEKLİ
A TİPİ	Üçüncü taraf muayene hizmetleri sağlayan muayene kuruluşlarına verilen isimdir. Yani A Tipi Muayene Kuruluşları; muayene edilecek olan malzemenin tasarımcısı, imalatçısı, satın alıcısı, sahibi ya da kullanıcısı gibi çeşitli kesimlerden birine mensup ya da yetkilisi olmamalıdır.
B TİPİ	Sadece kendi ana kuruluşlarına muayene hizmeti veren kuruluş.
C TİPİ	Muayene hizmetlerini kendi ana kuruluşlarına, serbest piyasaya veya kuruluşunun dışında olan herhangi bir merciyeye ve tedarik muayene servisine sunan kuruluş.

Periyodik kontroller üçüncü göz kontrolleri olduğu ve tarafsızlık temeline dayandığı için **“A Tipi Muayene Kuruluşları”** bu şartları sağlamaktadır. A Tipi Muayene Kuruluşlarına örnek verecek olursak, Uluslararası Gözetim Hizmeti Sunan Kuruluşlar, Araç Muayene İstasyonları ve Egzoz Emisyon Ölçüm İstasyonları, Periyodik Fenni Muayene Hizmeti Veren Kuruluşlar, Muayene ve Karşılaştırmalı Uygunluk Kontrolü Yapan Kuruluşlar, Asansör Muayene Kuruluşlarını sayabiliriz.

Periyodik kontrol faaliyeti gerçekleştiren bir muayene firması, muayene faaliyeti gösterdiği alanda akredite olabilmesi için tüzel olarak TÜRKAK' a başvuru yapar. TÜRKAK başvuru prosedürlerine göre başvuruyu değerlendirmeye alır. Süreç olumlu ise TÜRKAK tarafından firmaya denetçi heyeti atanır ve akredite faaliyet gösterilmek istenen alan en baştan sonuna kadar TS EN ISO/IEC 17020 standardı kapsamında denetlenir.

Akredite olmak isteyen firma öncesinde faaliyet alanı ile alakalı tüm dokümantasyonu hazırlamış olmalıdır. Bu dokümanlar, Prosedürler, Talimatlar, Formlar, Raporlar, Listeler, Dış Dokümanlar olarak tanımlayabiliriz. Tarafsızlık, Bağımsızlık, İzlenebilirlik ve Sürdürülebilirlik süreçleri için faaliyet alanında yapılan her şey kayıt altına alınmalıdır. TÜRKAK aynı zamanda hizmet verilen alandaki personellerin

yetkinlikleri sorgular. Muayene personelinin yetkisi, tecrübeleri, iç eğitimleri, faaliyet alanına ilişkin prosedür ve talimatları uygulaması ve TÜRKAK tarafından görevlendirilen teknik uzman canlı yapılan periyodik kontrole eşlik ederek değerlendirmesini yapar. Kullanılan tüm ölçüm cihazlarının kayıtları, kalibrasyon sertifikaları, test ve ölçüm metotları, kontrol kapsamaları ve metodları, iş emirleri, listeler, planlamalar, düzenlenen raporlar ve içerikleri, kontrol talimatları, başvurular, itiraz ve şikayetler, prosedürler ve diğer birçok kalem tek tek ayrıntılı bir incelemeden geçer.

Firmanın muayene personelinin yetkinliği sılandıktan sonra yeterli görülürse firma bu faaliyet alanında akredite olur.

Yönetmelik gereği yangın tesisatları periyodik kontrollerinde henüz akreditasyon zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu durumun doğuracağı sonuç ilgili alanda yetkisi olan birisinin yetkinliği, tarafsızlığı ve bağımsızlığı, kullanılan test ve ölçüm cihazlarının doğruluğu herhangi bir aşamada sorgulanamayacağı için kontrol sonrasında düzenlenen periyodik kontrol raporu güvenilir olmayacaktır.

1.6. Periyodik Kontrol Aşamaları

Aşamaları; Başvuru – Talep Değerlendirme – Teklif, Sözleşme – Firma Onayı – Planlama ve Görevlendirme – Periyodik Kontrol – Raporlama – Raporun İletilmesi, olarak sıralayabiliriz.

Bu aşamalar tüm ayrıntıları ile birlikte akredite kuruluşlarda prosedür, talimat ve formlar ile kayıt altına alınır. Periyodik kontrolü gerçekleştirecek muayene personeli hali hazırda tüm kontrol süreçlere hâkim olarak talimatların yönlendirdiği şekli ile kontrol faaliyetlerini gerçekleştirir. Kontrol formunda nereleri nasıl dolduracağından tutun hangi şartlarda kontrole devam edip edemeyeceği gibi durumlar kontrol prosedürü ve talimatlarında yazmaktadır.

Çalışma Bakanlığı'nın ilgili bölümü olan İSGÜM- İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü, bu noktada periyodik kontroller için taslak rapor ve taslak kontrol kriterleri başlıkları yayınlamaktadır.

04.11.2022 tarih ve 001 revizyon numaralı KK13- Yangın Söndürme Sistemleri Periyodik Kontrol Raporu (Mekanik) dokümanı ile yine aynı tarih ve revizyon numaralı KK13- Yangın Söndürme Sistemleri Periyodik Kontrol Kriterleri dokümanını yayınlamıştır.

Muayene kuruluşları periyodik kontrolleri yaparken bir kontrol formu kullanırlar. Bu kontrol formundaki maddeler rapordaki maddelerden farklı, detaylı veya daha azı, daha fazlası olabilirler. Bir kontrol maddesi altında çok fazla sayıda kontrol kriteri yer alabilir. Aksi takdirde kontrol formu olarak onlarca sayfa doküman kullanılması gerekecektir. Bu durum Kontrol Talimatı adı verilen doküman ile çözüme kavuşur.

Kontrol talimatı, periyodik kontrolü nasıl gerçekleştireceğinizi; kontrolünü yaptığınız sistem bileşeni veya durumun hangi madde altına yazılması gerektiği, test ve ölçümleri nasıl yapmanız gerektiğini, uygunluk veya uygunsuzluk hangi durumlarda verilmesi gerektiğini en ince ayrıntısına kadar yazan dokümandır.

Kontrolleri gerçekleştirecek kişi konunun ne kadar uzmanı olursa olsun, bu kurgu ile yapılan periyodik kontroller hata yapılması veya bir şeylerin gözden kaçmasını engelleyecektir. Aynı zamanda bir kontrol standardizasyonu sağlayacaktır.

Çalışma Bakanlığının yayınladığı dokümanlar üzerinden örnek verirse, Kontrol raporu madde 5.3.7 "Yangın pompa performans test sonuçları uygundur" ifadesinin altındaki kontrol maddeleri onlarca olabilir.

Tablo 3: Örnek Talimat Maddeleri

5.7.1	Yangın pompası performans test sonuçları uygun mudur?	<i>Uygundur/Uygun Değildir.</i>
5.7.1.1	Yangın pompası etiket değerleri yönetmelik ve standartların tariflediği anma basınç ve anma debisi üzerinden limit değerleri sağlamalıdır.	Kapalı vana konumu maksimum basınç değeri anma basınç değerinin 1.4 katını aşamaz, Pompa anma debi değeri %150 olduğunda ölçülen basınç anma basınç değerinin %65' inden az olmaz. Pompa performans eğrisi katalog üzerinden de kontrol edilir. Sağlamıyorsa test aşamasına geçilmez. Test alınmasına gerek yoktur. Yangın pompası karakteristik eğrisi uygun değildir.
5.7.1.2	Yangın pompası performans testi için koşullar uygun mudur?	Uygun çapta test hattı veya ölçüm alınabilecek bir hat olmalıdır. (Ayrı bir tablo ile bu çaplar ve uygun ölçüm için hangi hattı nasıl alabileceğimiz belirtilebilir). Yangın pompası sistemden izole edilebilmelidir. Hat sonu vanası olmalıdır. Pompa giriş ve çıkışlarına kalibrasyonlu basınç ölçerler takılmalıdır. Ultrasonik debimetre bağlanacak hattın giriş ve çıkış mesafeleri uygun olmalıdır. Yangın panosundan akım ve gerilim değerleri ölçülebilmedir.
5.7.1.3	Kapalı vana durumunda ölçülen değer anma basınç değerinin 1.4 katını geçmemelidir.	Pompa kapalı vana durumunda çıkış manometresinde ölçülen basınç değeri (emiş basıncı dikkate alınarak) ölçüler ve not edilir. Etiket değerleri ile karşılaştırılır. Altında ise uygundur.
5.7.1.4	Anma debi ve basınç değerlerini sağlamalıdır.	Pompa anma debi değerine getirilir. Bu değerde okunan basınç değeri kaydedilir. Okunan basınç değer Anma basınç değerinin %95 alt değerine inebilir.
5.7.1.5	Anma debi değerinin %150 sinde okunan basınç değeri anma basınç değerinin %65 inden az olamaz	Kontrol vanası açılır debi artışı gözlenir. Debi anma debisinin 1.5 katına geldiğinde çıkış manometresinde okundan değer anma basınç değerinin %65 inden küçük olamaz.
5.7.1.6	Ölçülen devir etiket değeri ile uyumlu mudur?	Pompa mili üzerine reflektör yapıştırılır ve kalibrasyonlu lazer takometre ile devir ölçümleri alınır. Özellikle dizel tahrikli pompalarda çok dikkat ediniz.
5.7.1.7	Akım ve Gerilim Değerleri...	...
5.7.1.8

Tablo 3, bir pompa performans testinin nasıl yapılacağını ve pompanın nasıl uygunluk alabileceğinin örnek bir tablosudur. Örnek tabloda birçok detaya yer verilmemiştir. Bu test için bile sayfalarca alt madde ve açıklama gerekecektir. Talimatlara fotoğraflarda eklenerek okunabilirlik artırılır.

Bu durum örnek rapordaki tüm maddeler için geçerlidir. Bazı maddeler talimatta iki satır yer kaplarken bazı maddeler sayfalarca sürebilir. Her muayene kuruluşu kendisine uygun talimatı hazırlar.

Periyodik Kontrol, tasarım muayenesi ve ilk muayene ile karıştırılmamalıdır. Normal şartlarda bir tesisat tasarlanırken hali hazırda yönetmelik ve standartlara uygun olarak tasarlanmış ve ilk muayenesi yapılarak imalat onayını aldıktan sonra devreye alınmış olur.

Periyodik kontrol bu aşamalardan sonra yapıda çeşitli sebeplerden dolayı mevcut tesisat değişiklikleri ve yetersizlikleri, işletmeye ve bakıma bağlı oluşabilecek eksiklikler, bakım kayıtları yapılan revizyonların uygun yapıldığı yapılmadığı gibi durumların tespitinde gereklidir. Periyodik kontrolde proje müellifine ve tasarıma müdahale edilmez. Ancak tasarımın yönetmelik ve standartlarda yer alan asgari durumları kontrol edilmektedir.

Tasarım muayenesi ve ilk muayene sağlıklı yapılmadığı vakit birçok olumsuz durum periyodik kontrollerde tespit edilmektedir.

Tablo 4: Örnek Kontrol Maddesi

Kontrol Maddesi	Proje ve Uygulama Tespitleri	Değerlendirme
Hidrant çalışma basıncı 7 bar altında olmamalıdır. (Yönetmelik)	Projede hidrant sistemi var. Hidrolik hesaplar mevcut değil. Projede yangın pompası 6 bar anma basıncında seçilmiş.	Tasarım asgari koşulları sağlamıyor. Sistem basınç kayıpları hariç, 7 bar altına düşmemelidir.

Tablo 4'te yer alan kontrol maddesine göre zamanında proje kontrolünde gözden kaçan hidrolik hesapların olmaması devamında hangi sebepten seçildiği belli olmayan bir pompa sonucunda periyodik kontrolde uygunsuzluk tespit edilmiştir. Burada projede hidrolik hesapların olmaması ve pompa seçiminin 6 bar olması yönetmelik maddesine aykırı olduğundan projede bir eksiklik olarak gözükecektir.

Bu durum projeye müdahale olarak değerlendirilmemelidir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ilgili maddeleri gereği,

Madde 5- (1) (Değişik: 10/8/2009-2009/15316 K.) Projeler, kanuni düzenlemeler yanında, yangına karşı güvenlik bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise yapı ruhsatı verilmez. Yeni yapılan veya proje tadilatı ile kullanım amacı değiştirilen yapılarda bu Yönetmelikte öngörülen esaslara göre imalat yapılmadığının tespiti hâlinde, bu eksiklikler giderilinceye kadar binaya yapı kullanma izin belgesi veya çalışma ruhsatı verilmez.

MADDE 6- (2) 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, işletmeci kuruluş doğrudan sorumlu olur. Yangın güvenlik sistemlerinin yaptırılmasının gerekli olduğu yapı sahibine yazılı olarak bildirildiği hâlinde, yapı sahibi tarafından yaptırılmamış veya standartlara uygun yaptırılmamış ise, yapı sahibi sorumlu olur. **(4) (Değişik: 12/3/2012-2012/2958 K.)** Projeler; ruhsat vermeye yetkili merciler tarafından onaylanarak uygulanır. **(5)** Yapı ruhsatı vermeye yetkili merciler; yangın söndürme, algılama ve tahliye projelerinin ve uygulamalarının bu Yönetmelik hükümlerine uygun olup olmadığını denetler.

Madde 169- (2) (Değişik: 10/8/2009-2009/15316 K.) Belediyeler de dahil olmak üzere, kapsama dahil kurum ve kuruluşlar, bu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren bu Yönetmeliği uygulamak zorunda olup bu Yönetmeliğe aykırı veya bu Yönetmelikte öngörülen tedbirleri daha ağırlaştırıcı ve uygulanamaz hale getiren düzenlemede bulunamaz.

Periyodik kontroller yapılırken bu ve benzeri durumlarda projenin ruhsat vermeye yetkili kuruluş tarafından onaylı olması, sehven eksik veya hatalı olan projeyi meşru kılmamakla birlikte, periyodik kontrolde tespit edilmesi durumunda mutlaka bu eksikliğin raporlanması yönetmelik gereği yasal yükümlülüktür.

İEKSGŞY- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ilgili maddesi,

Madde 2.3.5. Yangın mekanik tesisatı, yangın algılama ve uyarı sistemleri tesisatı için periyodik kontrol esnasında tesisat projesi aranır. İşveren, projesi olmayan tesisatların 27/11/2007 tarihli ve 2007/12937 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe ve ilgili standartlara uygun projelendirmesini yaptırmak zorundadır. Yangın mekanik tesisatı, yangın algılama ve uyarı sistemleri tesisatının periyodik kontrollerinde tesisatın projesine uygunluğu ve projenin Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe ve ilgili standartlara uygunluğu değerlendirilir.

Proje yapmaya yetkili müellifler, branşlarına göre ilgili meslek odalarına üye yetkili mühendisler olmak zorundadır. İlgili imar yönetmelikleri ve oda yönetmelikleri gereği bir yangın tesisatı mekanik projesi

müellifi, yine oda yönetmeliği gereği “Yangın Tesisatı Mühendis Yetki Belgesi” sahibi makine mühendisi olabilir. Kontrollerde mutlaka bu bilgi kayıt altına alınmalıdır.

Projelerin asgari durumları BYKHY ve atıf yapılan standartlar kapsamında değerlendirilir. Asgari zorunluluk durumlarına göre ihtiyaç duyulacak bilgiler kayıt altına alınır. Sonrasında bu projeye istinaden saha kontrollerine geçilir.

Sahada yangın tesisatı proje ve standartların kriterlerine göre kontrolleri, gözle, ölçerek, yerleşim kontrolleri, testleri, kontrol edilerek kontrol ilerler. Kontrol formuna eksiklikler ve gözlemler not edilir.

Kontrol sonrası alınan tüm notlar talimatlar doğrultusunda rapora yazılarak rapor nihai halini alır imza, onayı yapılır ve firmaya tebliğ edilir.

1.7. Etik Anlayış

Periyodik kontrollerde etik yaklaşım, teknik bir konu olması sebebi ile “Mühendislik Etiği” kapsamında değerlendirilmesi daha doğru olabilir. Genel anlayışta etik, yapılan bir işte ahlaki ve güvenilir davranmak gerektiğini savunur. Mühendislik etiğinde, ahlaki ve güvenilir davranmak kavramları ise insan yaşamı ile direkt bağlantılıdır.

Söz konusu periyodik kontrolleri yapılan yangın söndürme sistemleri; tasarım, uygulama, işletme-bakım ve periyodik kontrol süreçleri birbirini tamamlar. Bir aşamada gösterilen özensizlik komple bir bütünü etkiler. Özetle yetkin olunmayan bir konuda yetki kullanmak vicdani bir sorumluluktan öte insan hayatına mal olacaktır.

Yangın söndürme sistemi tasarımı mühendislik ilgi alanına girmektedir. En etkili, hızlı, güvenli, uygulanabilir, optimum, işletmesi ve bakımı kolay olmasının yanı sıra yönetmelikler ve standartlara uygun sistemlerin tasarlanması hedefdir. Sistem tasarımda, diğer meslek gruplarının tecrübe ve uzmanlıklarından yararlanılır ve adapte edilir.

Bir yangın söndürme tesisatı projesi yoksa o tesisat periyodik kontrolden uygunluk alamaz. Kontrol parametrelerin birçoğu projede yer almaktadır.

Yapılan bir kontrolde, kusursuz gözükten bir sistemde basit gibi gözükten ancak sistemin çalışmasını etkileyebilecek bir sürü değişken olabilir. Kapalı bir vananın, arızalı veya yanlış değere ayarlanmış bir basınç düşürücünün, soğutma çevriminde sıkıntısı olan bir dizel tahrikli pompanın, uygun konumlandırılmamış bir basınç hissetme hattı tespit edilemez ise sistemi sabote edebilir.

Uygunluk değerlendirmesi yapılırken birbirine bağlı sistemler ayrı değerlendirilmemelidir. Yangın pompa dairesi tüm sistemi etkilemekle birlikte, sisteme bağlı diğer bileşenler sistemin çalışmasına etkisinin ne olduğuna bakılarak majör ve minör uygunsuzluk değerlendirilmesine alınmalıdır.

Majör eksiklik maddeleri, sistemin tasarım özelliklerine göre, doğru ve güvenli çalışmasına izin vermiyorsa veya bir tehdit oluşturuyorsa sistem uygunluk almamalıdır. Örnek, yangın pompası performans testini geçemezse veya sistemde yeterli kapasiteyi karşılayacak yedek pompa yoksa, su deposu kapasitesi yetersiz ise, projeye aykırı imalat yapılmış ise, projede seçilen değerde pompa tesis edilmediyse, yapıda sprinkler sistemi zorunlu iken korunmayan alanlar mevcutsa (özel durumlar hariç), sprinklerlerin tavan ve açıklıklara olan mesafeleri izin verilen sınırların üzerinde ise v.b. durumlarda sistemin genel çalışma güvenliğini etkilediği için majör eksiklik olarak değerlendirilmelidir.

2. SONUÇ

Yangın Söndürme Sistemlerini diğer ekipmanlar ve tesisatlardan ayırmak gerekir. İş ekipmanları dinamikler ve herhangi bir sorun olduğunda bu durumu tespit etmek daha kolaydır. Yangın söndürme sistemi belki bir veya birkaç kere devreye girecektir. O esnada tasarım kriterlerine uygun çalışması gerekir. Bakımı yapılmayan, kaderine terk edilmiş bir yangın söndürme sistemi kapalı bir kutudur. Yıllara bağlı olarak değişen şartlara uyum sağlaması gerekir.

İdeal koşullarda, tasarımı ve uygulaması tekniğe ve mevzuatlara uygun yapılmış olan yangın tesisatının periyodik kontrolleri yapmak rahattır. İlk kurulum aşamasında hatalı yapılan bir hesap veya tasarımın veya imalatın sonrasında geri dönüşü çok zor olabilmektedir.

Yıllara bağlı olarak yapı içerisinde değişen durumlar yangın söndürme sisteminin revize edilmesine sebep olabilir. Periyodik kontrolün diğer bir amacı bu değişikliği saptayabilmektir. Otopark alanı olarak tasarlanan bir alanın depoya dönüşmesi veya endüstriyel bir tesiste prosesin değişmesinden kaynaklı tehlike sınıfının değişmesi ve söndürücü tipinin değişmesi, mimari olarak yapı içerisine kat eklenip izin verilen kompartıman sınırlarının üzerine çıkılması sonucu yağmurlama sistemi zorunluluğunun doğması gibi durumlar ancak proje varlığında kontrol edilebilir. Değişiklikler tespit edilemediği durumda yangın söndürme sistemi yetersiz etkisiz daha da tehlikelisi söndürücü tipinin değişmesi gereken durumda yangını arttırıcı duruma sebebiyet verebilir.

Periyodik kontrollerin daha nitelikli hale getirilmesi için Çalışma Bakanlığı'nın ilgili birimleri tarafından çalışmalara devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [2] İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
- [3] İş Ekipmanlarının Periyodik Kontrollerini Yapmaya Yetkili Kişilerin Kayıt ve Eğitimlerine İlişkin Tebliğ
- [4] Yangın Tesisatı Proje Hazırlama Esasları Yayın Tarihi: 2009 Yayın Sayısı: 501
- [5] TS EN ISO/IEC 17020 Uygunluk Değerlendirmesi- Çeşitli Tiplerdeki Muayene Kuruluşlarının İşletimi İçin Şartlar
- [6] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İSGÜM İş Ekipmanları Güncel Doküman Arşivi

ÖZGEÇMİŞ

Onur Ayhan KILYAR

Makine Mühendisi, 1988 yılı doğumlu. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü 2011 yılı mezunu. Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü 2017 yılı mezunu. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın ve Yangın Güvenliği A.B.D. yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Mühendislik mezuniyeti sonrası mekanik tesisat alanında proje ve taahhüt firmalarında çalıştı. 2015 ve 2022 yılları arasında, Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nde Mekanik Tesisat Birim Sorumlusu, Makina Mühendisleri Odası Yangın Söndürme ve Önleme Sistemleri Periyodik Kontrolleri Türkiye Teknik Sorumlusu ve Eğitmeni olarak görev yaptı. 2022 yılından itibaren kurucu ortağı olduğu Tekno Birim Uzman Mühendislik Hizmetleri firmasında Proje Koordinatörü olarak görevini sürdürmektedir. Özel ilgi alanları; kaçış yolu optimizasyonu ve simülasyonları, alternatif söndürme ve önleme sistemleri üzerine çalışmalar yapmaktır.

SULU SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN İŞLETİLMESİNDE TEHLİKE DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMALARI

Memet GÜLTEK
A. Serdar GÜLTEK

ÖZET

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin 136. Maddesinde işletmeler tarafından, kurulmakta olan veya kurulacak olan bir binada yangın güvenliğini yönetmek üzere iç düzenleme hazırlanmasına hükmeder. 6331 sayılı İş Güvenliği Kanunu'nda sunulan çerçeveye göre hazırlanacak düzenlemede yangının önlenmesi temel prensip olmalıdır. Bu prensibe bağlı olarak, özellikle yangın öncesinde gerçekleştirilecek hazırlıklar sağlıklı geliştirilebilmesi için kapsamlı analiz ve değerlendirmeler yapılmalıdır. Söz konusu analiz kapsamında işyerinin durumu, işin akışına göre çok disiplinli bir ekip tarafından tehlikelerin belirlenmesi ve yangına dayanıklı yapılar içinde yaşanıp çalışılması hedeflenir. Bu hedef doğrultusunda tüm işyeri çalışanları ile gerekli ve doğru önlemleri planlayabilmek için doğru malzeme, doğru uygulama, doğru denetim, doğru kontrol, doğru işletme ve zamanında doğru bakım ile sürekliliği olan işletmeler kurulabilir. Sürdürülebilir bir sulu yangın söndürme sistemi ise, yangın söndürme tesisat (boru) sistemi, İtfaiye yangın suyu bağlantı sistemi, yangın söndürme suyu hortum dolabı, yangın söndürme suyu pompa sistemi, yangın söndürme suyu pompa odası, enerji sistemi, su deposu, su temin sistemi, algılama sistemi, uyarı sistemi ile entegre bir yapıdır. Bu yapının teknik vasıftaki her bileşeninin yönetilebilmesini desteklemek üzere yazarlarca hazırlanan, tamamen yürürlükteki mevzuatla uyumlu, iyi uygulama örneklerini içeren bir rehber niteliğindeki dokümanın içeriği bu çalışmada sunulmaktadır.

Anahtar sözcükler: Sulu söndürme sistemi, yangın güvenliği yönetimi, yangın güvenliği yönergesi

HAZARD ASSESSMENT PRACTICES IN OPERATION OF WATER BASED FIRE PROTECTION SYSTEMS

ABSTRACT

Turkish Fire Code, Article 136 stipulates that businesses are required to prepare internal regulations to manage fire safety in a building under construction or about to be established. According to the framework presented in Law No. 6331 on Occupational Safety, the prevention of fire should be the fundamental principle in the prepared regulation. In accordance with this principle, comprehensive analyses and evaluations must be conducted, especially before a potential fire, to enable effective development of preparations. Within the scope of this analysis, the condition of the workplace is assessed, and hazards are identified by a multidisciplinary team based on the workflow, aiming for living and working within fire-resistant structures. With this objective in mind, businesses with sustainability can be established by all employees of the workplace planning necessary and appropriate precautions through correct material selection, proper implementation, accurate monitoring, precise control, correct operation, and timely maintenance. A sustainable water-based fire extinguishing system is an integrated structure comprising fire extinguishing plumbing systems, fire brigade water connection systems, fire extinguishing hose cabinets, fire extinguishing water pump systems, fire extinguishing water pump rooms, energy systems, water reservoirs, water supply systems, detection systems, and alert systems. To support the management of each technical component of this structure, a document has been prepared by the authors, presenting the content of a guide with a completely compliant approach to existing regulations and containing examples of good practices.

Key words: Water extinguishing system, fire safety management, fire safety directive

GİRİŞ

Yangın güvenliği, önleme, korunma ve müdahale olarak bilinen 3 ana kavramın bir arada yürütülmesi ile sağlanabilir. Böylelikle yangın riskinin gerçekleşebileceği mekanın bina, hareketli araç veya açık alan olması fark etmeksizin canlıların bulunduğu tüm ortamlarda yangın kaynaklı zararın minimize edilebileceği ve can güvenliğinin sağlanacağından söz edilebilir.

Yangın güvenliği ve bağlantılı olarak can güvenliği birbiri ile ilişkili çok sayıda idari ve teknik önlemlerin varlığını gerektirir. Yasamanın gerekli mevzuatı oluşturması, yürütmenin yürürlükteki mevzuata uyulmasını sağlaması, toplumun bilgilendirilmiş ve bilinçlendirilmiş olması, kurumların ve kuruluşların güvenlik kültürüne yatırım yapması, mevzuata uymak için gayret göstermesi, gerekli bilgi/beceri/tutumaya sahip işgücünün mevcudiyeti, kuruluşların standartlara uygun tasarım ve uygulamalar gerçekleştirilmesi birbirinden bağımsız olması rağmen birlikte yürütülmesi halinde muhatap olan her canlı için yangın ve can güvenliği sağlanabilir. Belirtilen olguların bir veya birkaçının olmaması veya yürütülememesi halinde ağır zararlar sonuçlanan trajik olaylar gerçekleşmektedir. Zarar veren yangınlardan sonra gerçekleştirilen soruşturmalarda neredeyse her zaman, zarara yol açan esas sebebin bir veya daha fazla bileşenin bozulması olduğu görülmüştür.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin 136. Maddesinde işletmeler tarafından, kurulmakta olan veya kurulacak olan bir binada yangın güvenliğini yönetmek üzere iç düzenleme hazırlanmasına hükmeder. 6331 sayılı İş Güvenliği Kanunu'nda sunulan çerçeveye göre hazırlanacak düzenlemede yangının önlenmesi temel prensip olmalıdır.

NFPA (National Fire Protection Association) gibi kurumların uluslararası kabul gören düzenlemelerinde, can güvenliğinin birden fazla katmana sahip önlemler silsilesi ile sağlanmasına hükmedilir. Örneğin; bina risk değerlendirmesi, algılama sistemi ile erken uyarı, söndürme sistemi, yangına dayanıklı yapı elemanları ile yayılımın engellenmesi, duman kontrolü, yeterli kaçış mesafeleri, kaçış kapıları, acil aydınlatma önlemleri başta olmak üzere entegre bir çözümün varlığı kabulünde önleme ve korunma sistemlerinin tasarımlarına yönelik standartlar yayımlanır.

Yangın korunumunda, örneğin söndürme sisteminin tasarımı, bir binada gerçekleşecek bir yangını, tasarlanan noktada söndürecek ve/veya yayılmasını engelleyecek kapasiteye göre yapılır.

Yangınlar, yürütülen hatalı çalışma, hatalı depolama, hatalı mimari, hatalı/eksik/yanlış korunum sistemi tasarımı sonucu başlangıç noktasının ötesine hatta bina geneline yayılabilir, itfaiye müdahalesi gerektiren bir boyuta ulaşabilir. Bu durum yangından korunum sistemi tasarım kurallarının kapsamının dışındadır ancak yasal düzenlemeler binaya müdahale eden itfaiye personeli gibi insanların can güvenliğini de gözeterek yapının dayanmasını sağlayan ve yangının yayılmasını engelleyen tedbirleri ve tasarımda uygulanacak emniyet katsayılarını içerir.

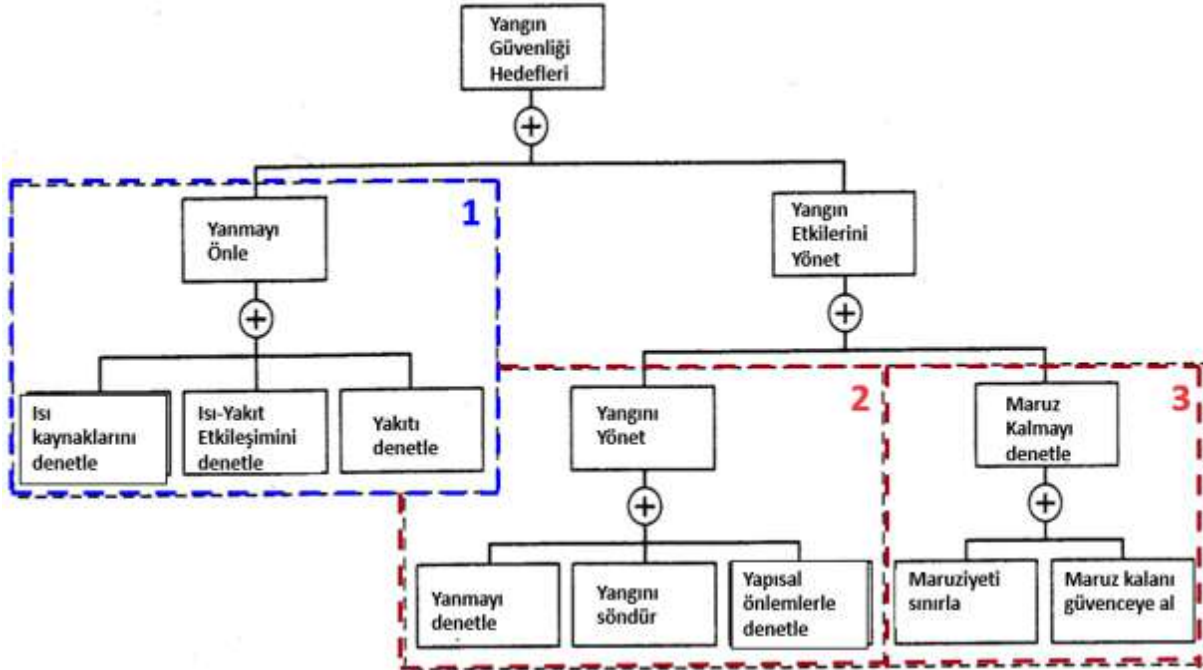
Uluslararası düzenlemelerden, ISO 23932-1: 2018 standardı yangın önleme ve yangın etkilerinden korunma tedbirlerine yönelik paydaşların ihtiyaçlarına yönelik tasarıma etki edecek temel gerekler ve can güvenliği kriterlerinin nasıl tespit edileceğinin temel çerçevesini sunmaktadır. ISO TR 16732-2 ve 3 standartları işletmelere uygulanacak yangın riskinin değerlendirilmesini örnek uygulamalar kapsamında anlatmaktadır. PD 7974-7:2019+A1:2021 dokümanı risk analiz uygulamalarının bina tasarımında kullanımı hakkında kılavuz bilgiler içermektedir.

ISO (International Standart Organization) bünyesinde yangın riskine ve yangın güvenliğinde tasarım mühendislik tedbirlerine uygulanmasına yönelik çok sayıda doküman mevcuttur. SFPE (Society of Fire Protection Engineers) tarafından yayımlanan SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection isimli kitapta bahsi geçen uluslararası dokümanların içeriği bir araya getirilmiştir.

NFPA 550 Guide to the Fire Safety Concepts Tree isimli kılavuz ise oldukça basitleştirilmiş şekilde yangın ve can güvenliği hedeflerine ulaşmak için gerekli adımları içermektedir.

YANGIN GÜVENLİĞİ ve SÖNDÜRME

Temel olarak yangını önleme ve yangının etkilerinden korunma hedeflerine erişmek için binanın/prosesin durumu, kullanıcı profili, bütçe ve yürürlükteki mevzuat koşullarına bağlı seçenekleri değerlendirmek üzere NFPA 550 kılavuzunda sunulan karar ağacının bir örneği Şekil.1'de gösterilmektedir.



Şekil.1 NFPA 550 kılavuzunda sunulan karar ağacının bir örneği

Şekilde (+) işareti VEYA kapısı anlamındadır ancak bilinen mantık kurallarından farklı olarak söz konusu karar noktası "kapsayıcı veya" olarak uygulanarak kapının altındaki tüm kavramların dahil edilebileceği ancak bunlardan yalnızca birinin gerekli olduğu anlamına gelir. Çünkü, teorik olarak bu, hedefe ulaşmak için tek başına önleme veya tek başına yangın etkilerinin yönetimin takip edilebileceği anlamına gelir. Ancak pratikte mükemmel bir önleme veya yönetime ulaşmak mümkün değildir. Uygulamada, hem yangın önleme hem de yangın etki yönetimi ilkeleri genellikle birlikte uygulanır. Yangın güvenliği hedeflerine ulaşma olasılığı her iki prensibin de varlığıyla artar. Bu uygulama ilave tedbirler yoluyla güvenilirliğin bir örneğidir. Dolayısıyla, Yangın Güvenliği Karar Ağacındaki "veya" kapıları, birden fazla stratejinin uygulanmasıyla bir hedefe ulaşma güvenilirliğinin nerede artırıldığını gösterir.

Yangın etkilerini yönetirken zararın boyutunu sınırlamak veya yangına (bir anlamda) karşı savunma hattı oluşturmak amacıyla yangına müdahale ve yangını söndürme seçeneklerinin uygulanması gerekir. Söndürme sistemleri içinde çoğu yanıcı malzeme ve ortamlarla uyumlu, kolay işletilebilen sulu söndürme sistemleri her zaman öncelikli seçenek olarak değerlendirilir.

TS EN 12845 veya Amerika Birleşik Devletleri muadili NFPA 13 otomatik yağmurlama sistemi uygulama standardı başta olmak üzere sulu söndürme sistem bileşenlerine yönelik çok sayıda tasarım ve uygulama standart ve kılavuzlar mevcuttur. Uluslararası kabul görmüş düzenlemeler arasında NFPA 25 "sulu yangın söndürme sistemlerinin kontrolü/testi/bakımı" konulu standart yaygın olarak başvuru bir kaynaktır.

Geniş konu kapsamının yanı sıra, NFPA 25 standardının beraberinde yayınlanmış el kitabı sayesinde halihazırda kurulu bir sulu söndürme sisteminin uzun yıllar operasyona hazır halde tutulmasını sağlayacak bilgiler İngilizce dilinde dünya kamuoyu ile paylaşılmıştır. Bahsi geçen dokümanlardaki bilgilerin özetini içeren teknik doküman geçtiğimiz yıllarda TÜYAK (Türkiye Yangından Korunma ve Eğitim Vakfı) tarafından yayımlandı.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik 7. Kısım maddeleri ile NFPA 25 standardı konu başlıkları benzer bir yapıya sahiptir. Tesisatı besleyecek su kaynağı, sürekli su kaynağının olmaması halinde su deposu ile başlayan sistem, tesisatın boruların, boru bağlantıları, vanaların yanı sıra boru içinde birikebilecek maddeler ile tıkanıklıkları da gözetmektedir. Tesisata basınçlı su sağlayan pompa düzeneğini takiben bina için boru tesisatı detayları, bina dışı boru tesisatı, ayrıca köpüklü sistemin ve su sisi sisteminin detayları da yer almaktadır.

Her bir sistem bileşeni özelinde haftalık, aylık, 3 aylık, 6 aylık, yıllık olmak üzere gereken zaman aralıkta kontrol işlemleri, test işlemleri ve bakım işlemleri tanımlanmıştır. Kontrol sırasında sistem bileşenin mevcudiyeti ile başlayıp, sızdırma, hasar veya bileşene erişimin engellenmesi (örneğin vananın önüne paletli ml istiflenmesi) hangi durumların gözetileceği belirtilmektedir. Hangi sistem bileşenine hangi zaman aralığında nasıl bir test işlemi uygulanacağı bilgisinden sonra bakım uygulanacak parçalar ve işlemler de anlatılmaktadır.

Bir sulu yangın söndürme sisteminin tasarımından başlayarak, nasıl kurulacağı, nasıl işletileceğine yönelik kapsamlı düzenlemeler ve bunlarla ilgili bilgiler mevcuttur. Ancak konu yangın güvenliği yönetimi olduğunda insan hatası faktörünün devreye girdiği sıklıkla görülmektedir. İnsan hatası kimi zaman yanlış teknik şartname hazırlama aşamasında ortaya çıkmakta, kimi zaman yanlış proje/hidrolik hesap aşamasında hatta yanlış / eksik proje onayı sonrası, yanlış uygulamalarda da ortaya çıkmaktadır. Kurulan tesisatın teslimi yapıldıktan sonra, tesis çalışanları tarafından kontrol, test ve bakımları ihmal edilen sistemlere yangın sırasında ihtiyaç duyulduğunda etkisiz müdahale akabinde can kaybı ile sonuçlanan zararlar yaşanabilmektedir.

TEHLİKE DEĞERLENDİRMESİ

Yangın, istenmeyen yerde, istenmeyen şekilde, istenmeyen zamanda gerçekleşen ve zarar veren yanma olayıdır ve bir sürecin sonucudur. Yangın, yanıcı madde-hava karışımının tutuşma kaynağı ile buluşmasının yarattığı tehlikenin, mevcuttaki yakıt yükü ve çevresel koşulları bağlı olarak şiddeti dolayısıyla risk değeri yüksek olabilen veya risk değeri düşük olabilen bir sonuçtur. Risk ancak güvensiz ortam ve güvensiz davranışın bileşkesi olan tehlikenin varlığı ile gerçekleşebilir. NFPA 550 karar ağacında özetlenen seçeneklerin yani tedbirlerin ve kontrollerin uygulanmasına bağlı olarak yangının risk değeri düşürülebilir yani zararı azaltılabilir.

Yangına karşı idari ve teknik tedbirler vardır. Taşınabilir yangın söndürme cihazları ve bina içi hortum dolapları ilk müdahale unsurları olarak bu tedbirlerin en bilinenleridir. Kuru kimyasal tozlu veya gazlı taşınabilir yangın söndürme cihazlarının temini, ayrıca periyodik kontrol, dolum, bakım, test işleri yanısıra planlama, hizmete alma ve kullanımından oluşan işletme sürecindeki uygulamaların durumu yazarlar tarafından daha önce değerlendirilmiştir [TUYAK 2021].

İlk müdahalenin ardından organize şekilde işletme acil durum ekipleri tarafından başlatılan söndürme faaliyetleri akabinde itfaiye unsurlarının dahil olacağı kurtarma, tahliye, duman kontrolü faaliyetleri ile yangının zararını kontrol altına alma ve söndürme sağlanır.

Belirtilen tüm bu faaliyetlerin kesintisiz ve etkili yürütülebilmesi için mevzuatta detaylı şekilde tanımlanan söndürme sistemleri ve tesisat bileşenlerinin çalışmaya hazır ve erişilebilir halde tutulması gerekir. Bu sürece hizmet etmesi amacıyla yazarlar tarafından Tablo.1'de yer alan düzende çalışmalar hazırlanmaktadır. Bölüm 1 ile ilgili detaylı çalışma daha önce sivil toplum kuruluşları, akademik/mesleki toplantılar ve sosyal medya kanalları vasıtası ile kamuoyu paylaşılmıştır. Bu bildiri bölüm 2-3-4 kapsamındaki çalışmalar hakkında bilgiler sunulmaktadır, bölüm 5-6-7 hakkında bilgilerin hazırlığı ve çalışmaları devam etmektedir.

Tablo.1 Çalışma Planı

BÖLÜM 1 Taşınabilir yangın söndürme cihazları	
1. KISIM	Ei ve Arabalı Yangın Söndürme cihazları mevcut durum tespiti
BÖLÜM 2 Bina içi, bina dışı yangın söndürme su tesisatı	
2. KISIM	Yangın söndürme tesisat (boru) sistemi mevcut durum tespiti
3. KISIM	İtfaiye yangın suyu bağlantı sistemi mevcut durum tespiti
4. KISIM	Yangın söndürme suyu hortum dolabı mevcut durum tespiti
BÖLÜM 3 Yangın söndürme suyu basınçlandırma (pompa) odası	
5. KISIM	Yangın söndürme suyu pompa sistemi mevcut durum tespiti
6. KISIM	Yangın söndürme suyu pompa oda mevcut durum tespiti
BÖLÜM 4 Yangın söndürme su deposu	
7. KISIM	Su deposu mevcut durum tespiti
8. KISIM	Su temin sistemi mevcut durum tespiti
BÖLÜM 5 Yangın algılama - alarm – ihbar - uyarı sistemi	
9. KISIM	Algılama sistemi mevcut durum tespiti
10. KISIM	Uyarı sistemi mevcut durum tespiti
BÖLÜM 6 Acil durum aydınlatma, yönlendirme sistemi	
11. KISIM	Acil aydınlatma sistemi mevcut durum tespiti
12. KISIM	Yönlendirme sistemi mevcut durum tespiti
BÖLÜM 7 Yangın söndürme sistem sorumlusu	
13. KISIM	Yangın söndürme sistem sorumlusu prosedürü
14. KISIM	Ekiplerin kuruluş, görevleri, eğitim ve çalışma esasları

İşin doğası gereği bir sistemin tasarımının ve uygulamasının proje düzeninde gerçekleştirilmesi gerekir. Dolayısıyla öncelikli olarak sorgulanması gereken unsurlar şunlardır:

- Sistemlerle ilgili proje olup olmadığı, eğer proje varsa, hazırlayan mühendislik ekibinin proje çizme yetkisinin ve yetkinliğinin olması gerekir.
- Projenin
 - ilgili mühendis odası tarafından,
 - ilgili itfaiye (yerel belediye - organize sanayi bölgesi) tarafından,
 - akredite - ekipnet'e kayıtlı uzman danışman tarafından,
 - yetkili yapı denetim firmasının ekipnet'e kayıtlı uzmanı tarafından,
 - yetkili sigorta firmasının ekipnet'e kayıtlı uzman tarafından kontrol edilip edilmediği,
- Tarih ve imza içeren onaylı güncel kontrol raporunun olup olmadığı

Sistemlerin her bir bileşeni aşağıda belirtilen durumlar sorgulanmalıdır:

BÖLÜM 2 Bina içi, bina dışı yangın söndürme su tesisatı

2. KISIM Yangın söndürme tesisat (boru) sistemi mevcut durum tespiti

- Su (boru) tesisatı uygundur
- Su (boru) tesisatı uygun yerdedir, dikkat çekici ve tanımlı yerdedir
- Su (boru) tesisatının hidrostatik basınç testi yetkili firma tarafından yapılmıştır (5 yılda bir hidrolik olarak yapılması gereken) Akış testi, boru devresinde pompadan en uzak noktadaki hortum bağlantı yeri (vanadan) yapılmıştır.
- Yatay ve dikey yönde montajlı boru devresi üzerinde sabitleme ve depreme karşı sismik koruma yapılmıştır
- Yatay ve dikey yönde montajlı boru devresi üzerinde yatayda (ayırıcı duvar/bölme/dilatasyon geçişlerinde); dikeyde kat geçişlerinde koruma ve sızdırmazlık yapılmıştır
- Bina içi, bina dışı sabit (yer altı gömülü) borulama sistemi çeşitli dış etkilere karşı korunmuştur / işaretlenmiştir (işaret şeridi kullanma) ve boyanmıştır.
- Bina dışı hidrant vanalarında otomatik su boşaltma tertibatı (drenaj) vardır
- Hidrant vanaları üzerinde rekor (bağlantı ağız) vardır ve rekor kapağı takılı haldedir
- Hidrant vanalarının hortum bağlantı rekorları yer seviyesinden (zeminden) en az 500 mm yüksektedir ve vanaların yerleri uygundur

3. KISIM İtfaiye yangın suyu bağlantı sistemi mevcut durum tespiti

- Bina dışı veya bina girişinde İtfaiye yangın suyu bağlantı (ağız) vardır
- İtfaiye yangın suyu bağlantısı tanımlı yerdedir ve sağlam durumdadır
- Rekor kapağı yerindedir, sağlamdır. Rekor sızdırmazlık contası sağlamdır (çatlak yok). Donanıma bağlı klapeler yerindedir ve düzgün çalışmaktadır.

4. KISIM Bina içi, bina dışı yangın söndürme suyu hortum dolabı mevcut durum tespiti

- Yangın söndürme suyu hortum dolabı vardır
- Yangın suyu hortum dolabını kapak – menteşe - hortum sarma yeri sağlamdır. Kapak kapanabilmektedir.
- Hortum dolabı içinde yassı bez yangın suyu hortumu ve hortum rekor bağlantıları sağlam durumdadır
- Hortum dolabı içinde yuvarlak yarı-sert lastik yangın suyu hortumu ve hortum rekor bağlantıları sağlam durumdadır
- Yassı bez / yuvarlak yarı-sert lastik yangın suyu hortumuna periyodik olarak hidrostatik test yapılmaktadır
- Hortum dolabı içinde malzeme listesi vardır ve listeye göre malzemeler mevcuttur
- Hortum dolabı – hidrant vanası yakınında elektrik tesisatı bileşenleri (anahtar- şalter - priz- pano) yoktur

BÖLÜM 3 Yangın söndürme suyu basınçlandırma (pompa) odası

5. KISIM Yangın söndürme suyu pompa sistemi mevcut durum tespiti

- Yangın söndürme suyu pompası tanımlıdır
- Elektrik motorlu yangın söndürme suyu pompalarının enerjisi bina enerji hattından ayrı özel kablo ile şehir şebeke hattından ve jeneratör transfer panosundan ayrı hat ile sağlanmaktadır.
- Yangın söndürme suyu pompaları otomatik çalıştırma sistemlidir, sistemde basınç düşüncü otomatik kendiliğinden çalışmaktadır ve otomatik çalışırken durdurulması manuel olarak veya özel kumanda ile durdurulabilmektedir
- Yangın söndürme suyu pompaları otomatik çalıştırma sistemli su deposunda su seviyesi sistemde düşüncü kendiliğinden otomatik uyarı verip (sistemde su kalmayınca) otomatik olarak kendiliğinden durmaktadır
- Yangın söndürme suyu pompaları test – kontrol – bakımlarda manuel çalıştırma – manuel durdurma kumanda sistemlidir
- Elektrik – dizel pompa sistemini kuran - montajını yapan – işleten –bakımını yapan personel gerekli mesleki yeterlilik sertifikasına sahiptir, deneyimlidir.
- Yangın söndürme suyu pompası periyodik olarak; her gün göz ile kontrol edilmektedir, her hafta bir defa elektrikli pompalar en az 10 (on) dakika dizel pompalar en az 30 (otuz) Dakika çalıştırıp kontrol edilmektedir. Yetkili ve akredite firma tarafından 12 ayda bir bakımı yapıp bakım sonrası en az 1 (bir) saat çalıştırılıp kontrol edilmektedir.
- Dizel yangın söndürme suyu pompa sistemi üzerinde basınç rahatlatma (relief valf) sistemi vardır
- Dizel yangın söndürme suyu pompası akülerinin periyodik kontrol ve bakımı mesleki yeterlilik belgesi olan yetkili eleman tarafından yapılmaktadır. Aküler, kolay erişilecek durumdadır ve kontrolü yapılmıştır
- Pompa sisteminde debi (akış) ölçer (giriş – çıkış) vanalarına ulaşılması kolaydır, test değerleri kolaylıkla okunabilir ve ölçerin dirsekten olan konumu standarda uygundur.
- Yangın söndürme suyu pompa emiş boru hattının çapı: pompa emiş çapına eşit ve/veya pompa emiş çapından büyüktür, emiş boru hattı üzerindeki vana devamlı açık durumdadır
- Yangın söndürme suyu pompa emiş hattı, dağıtım kolektörü üzerindeki, tesisat sistemindeki; hat vanaları açık veya kapalı pozisyonu vana üzerinde tanımlıdır. Vanaların konumu daimi bir elemanın bulunduğu yerdeki elektronik izleme uyarı sisteminden izlenmektedir. Elektronik izleme ile takip edilmeyen yerlerde açık ve kapalı olan vanaların konumunun değiştirilmemesi kilitle veya zincirle sağlanmıştır. Kilitlerin ve vananın durumu periyodik olarak izlenip takip edilmektedir.
- Dizel yangın söndürme suyu pompa motorunun egzoz borusu susturucu çıkışına konulan fleks borunun çapı egzoz borusu çapından büyüktür ve malzemesi uygundur, egzoz borusu bina

dışına yeterli uzaklıkta konumlanmıştır ve çıktığı konumda tahliye edilen egzoz gazı ters rüzgarda pompa dairesine girmemektedir.

6. KISIM Yangın söndürme suyu pompa odası mevcut durum tespiti

- Yangın söndürme suyu pompa odası komşu mahallerden (binalardan) en az 15 m. uzaktadır ve tanımlıdır. Zemin seviyesindeki ve/veya zemin seviyesinden aşağıda (yer altı) pompa odasında su/sel baskınına karşı su kaçak sensörü ve özel tahliye pompası vardır.
- Pompa odası kazan dairesi ile birlikte aynı mahalde ise ara bölmesi olan, yangından korunumlu yerdedir
- Pompa odası, su depo yanında ayrı bir bölümdür, su deposuna bitişik durumdadır.
- Pompa odası komşu mahallerde (binalarda) veya oda içinde çıkabilecek yangına karşı dayanımlıdır, otomatik yangın algılama uyarı sistemi, koruma, söndürme önlemi vardır
- Pompa odası içinde yeterli ve iyi bir havalandırma, ısıtma sistemi vardır. Termostat kontrollü olarak, dizel pompa için En az +10 oC ortamı sağlamaktadır, elektrikli pompa için en az +4 oC ortamı sağlamaktadır, ortam sıcaklığı belirtilen değeri altına düşmemektedir.
- Pompa odası sıcaklığı en fazla + 40 oC üzerine çıkmamaktadır. Uygun ısıtma- soğutma - havalandırma sağlama önlemi, düzeneği vardır.
- Pompa odasının; direk dışarı açılan çıkış kapısı vardır. Bina dışından kontrollü girişi sağlamak üzere kilit tertibatı vardı, kullanıma uygundur, makinelerin rahat girip çıkacağı boyuttur. Oda içinde yeterli aydınlatmanın yanısıra acil aydınlatma ve yönlendirmesi vardır. Odanın içinde tüm tertibata yönelik Türkçe (ve/veya kullanıcın ana dilinde) kullanma talimatı vardır.
- Yangın söndürme suyu pompa odası haşere ve kemirgenden korunaklı durumdadır.

BÖLÜM 4 Yangın söndürme suyu deposu

7. KISIM Yangın söndürme suyu deposu mevcut durum tespiti

Yangın söndürme, içme ve kullanma suyu deposu, suyun kaynağı ve gelen suyun kalitesine göre ortak kullanımda olabilir, ayrı ayrı da olabilir. Proses suyu veya proses soğutma suyu sistemi bu çalışma kapsamı dışındadır.

- Yangın söndürme, içme ve kullanma suyu depo ve kapasitesi tanımlıdır ve depo üzerinde silinmeyecek şekilde yazılıdır. Depodaki suyun seviyesi görsel olarak izlenebilmektedir.
- Yangın söndürme suyu deposunun iç yüzeyi bakteri üremesine engel olacak boya ile kaplanmıştır. Su deposunun içi periyodik olarak temizlenip usullerine uygun dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Depo içinde uzun süre bekleyen suda bakteri üremesini önlemek için suyun bir kısmı tahliye borusundan akıtılarak tortu ve çökelti temizlenmekte, depo dip kısmı temizlenmekte ve taze su girişi sağlanmaktadır. Periyodik tahlil ve su analizi yapılmaktadır.
- Yangın söndürme suyu deposu iç kısmının temizliği için erişim kapağı ve havalandırma kapısı (Kapağı) kilitleli durumdadır. Deponun en üst seviyesinde taşma borusu, depo yakınında taşıntı kirli su çukuru, su ile dolması ve taşmayı önlemek için flatörlü musluk, depo dışında uyarı sistemi, yazın ısınmaya / kışın donmaya karşı yeterli önlem ve izole edilmiştir.
- Depo içindeki su miktarı alt seviyeye düştüğünde pompaların susuz çalışıp arızalanmasını önlemek için depo içinde elektrikli alt seviye flatörü, depo dışında (sesli- ışıklı) uyarı sistemi vardır.
- Depo; tabiat olayları, çevresel olaylar, insan hareketlerine karşı, sismik koruma ve depremden dolayı yapısal olarak zarar görmeyecek şekilde inşa edilip sabitlenmiştir.
- Açık yangın söndürme suyu deposu (göl – nehir- deniz) suyu kullanıldığında suyun özelliğine uygun, depo - mekanik tesisat - hortum - pompa sistemi için onaylı malzeme seçilmiştir.
- Çelik malzemededen yangın söndürme su deposu topraklama hattına bağlıdır, zeminden yalıtımlıdır, gerekiyorsa katodik koruma yapıldığına dair kontrol raporu vardır.
- Su deposu dolm vanasının açık olduğunu garantilemek için, özel etiketleme / kilitleme sistemi kullanılmıştır veya zincirle bağlanmıştır.
- Su deposu içinde girdap önleyici plaka monte edilmiştir.
- Yangın sırasında ve sonrasında bina içi, bina dışı (dış saha) yangın söndürme suyu tesis dışına (şehir kanalizasyonuna) kontrollü tahliye edildiğine/edileceğine dair raporlama yapılmıştır.

8. KISIM Yangın söndürme suyu temininde mevcut durumun tespiti

- Suyun kaynağı ve ne şekilde temin edildiğine dair kontrol raporu vardır.

- Temin edilen su BYKHY 92. Maddesinde belirtilen tanıma uygundur. TS 266 İçme suyu standardı ayrıca İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik maddelerine uygun olduğuna dair kontrol raporu vardır.
- Depoya su temini konusunda prosedür ve talimat vardır.
- Yeraltı kuyu suyu depoya girmeden önce yönetmelik, standart, teknik şartname, suyun özelliğine uygun olarak dinlendirme havuzunda dinlendirilip, (tortu çökertme, su içinde olan eriyik gazdan arındırma, filtreleme/klorlama) yapıldıktan sonra suyun kullanıma uygun olduğuna dair kontrol raporu vardır. Kontrol raporunda belirtilen işlemlerle ilgili periyodik olarak analiz yapıldığı yer almaktadır.
- Dış kaynaklardan temin edilen, tankerle getirilen su depoya aktarılmadan önce numune su alınıp analiz yapıldıktan sonra her tanker üzerinde klorlama yapılmaktadır ve bu işlemten sonra aktarım gerçekleştirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 19.12.2007 tarihli, 26735 sayılı Resmî Gazete
- [2] İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, 18.06.2013 tarihli, 28681 sayılı Resmî Gazete
- [3] İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 25.04.2013 tarihli, 28628 sayılı Resmî Gazete
- [4] Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) 03.03.2009 tarihli, 27158 sayılı Resmî Gazete
- [5] TS 862-7 EN 3-7+ A1, Seyyar yangın söndürücüler - bölüm 7: Özellikler, performans gerekleri ve deney metotları, Türk Standartları Enstitüsü, 2010
- [6] ISO TR 16732-2: 2012 Fire Safety Engineering — Fire risk assessment — Part 2: Example of an office building, International Standards Organization, 2012
- [7] ISO TR 16732-3: 2013 Fire safety engineering — Fire risk assessment — Part 3: Example of an industrial property, International Standards Organization, 2013
- [8] Guidance Document for Incorporating Risk Concepts into NFPA Codes and Standards, National Fire Protection Association, USA, 2007
- [9] PD 7974-7:2019+A1:2021 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings Part 7: Probabilistic risk assessment, The British Standards Institution, 2021
- [10] NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, National Fire Protection Association, USA, 2022
- [11] NFPA 14, Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, National Fire Protection Association, USA, 2019
- [12] NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, National Fire Protection Association, 2022
- [13] NFPA 22, Standard for Water Tanks for Private Fire Protection National Fire Protection Association, 2023
- [14] NFPA 24, Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances, National Fire Protection Association, 2022
- [15] NFPA 25, Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, National Fire Protection Association, 2023
- [16] GULTEK, M., GULTEK, A.S., Taşınabilir Yangın Söndürme Tüpü Ve Yangın Risk Değerlendirmesinde Saha Uygulamaları TÜYAK 2021 Uluslararası Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, 2021
- [17] SFPE Guide to Fire Risk Assessment, 2nd Edition, Society of Fire Protection Engineers, 2022
- [18] NFPA 550 Guide to the Fire Safety Concepts Tree, National Fire Protection Association, 2022
- [18] NYC FC901, Chapter 9, Fire protection Systems NYC Fire Code, 2014
- [19] MMO/300/3 YSS - Makine Mühendisleri Odası Yangın Söndürme Sistemleri, Yayın No: (MMO/300/3)
- [20] TÜYAK - Acil Aydınlatma Ve Yönlendirme El Kitabı (Teknik Kitaplar Serisi: 08 Kasım 2015)
- [21] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı İstatistikleri, 2022
- [22] GÜLTEK, M., 1980 -2023 yılları arası (Teknik emniyet mühendisi – iş güvenliği uzmanı) olarak muhtelif iş kollarındaki iş yerlerine hizmet verirken saha tespitleri,
- [23] COGNİS KİMYA & PULCRA Kimya -TÜRK HENKEL - Çayırova – Gebze Fabrikası Acil Durum Planı, revize 03/2007

ÖZGEÇMİŞLER

Memet GÜLTEK

1975 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Çeşitli kamu görevlerinin ardından 1980 yılında özel sektörde teknik emniyet mühendisi olarak çalışmaya başladı. Yeditepe Üniversitesi'nde İş Güvenliği yüksek lisans çalışmasını gerçekleştirdi. 2005 yılından bu yana çeşitli sektörlerde yer alan işletmelerde (A) Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olarak hizmet vermektedir.

A. Serdar GÜLTEK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Amerika Birleşik Devletleri, Worcester Polytechnic Institute okulundan Yangın Güvenlik Mühendisliği Yüksek Lisans derecesini aldı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden Doktora derecesini aldı. A Sınıfı iş güvenliği uzmanı, NEBOSH-IGC sertifikası sahibidir. Özel sektörde yaptığı çalışmalardan sonra halen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu "Sivil Savunma ve İtfaiyecilik" ile "Özel Güvenlik ve Koruma" programlarında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

YANGINLA MÜCADELEDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇ VE MALZEMELER İLE PERSONEL KORUYUCU EKİPMANLARIN DEPOLAMA VE KULLANIM ESASLARI

Levent YASA

ÖZET

Günümüzde meydana gelen yangınlarla mücadele amacıyla çeşitli araç, gereç ve malzemeler ile personel koruyucu ekipmanlar kullanılmaktadır. Bahse konu araç, gereç ve malzemeler ile personel koruyucu ekipmanlar teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha verimli kullanılabilir hale gelmiştir. Bu malzemeler itfaiyeler haricinde bünyesinde acil durum ekipleri bulunan endüstriyel tesislerde de yangınla mücadele amacıyla tedarik edilerek depolanmakta ve ihtiyaç olduğu anlarda kullanılmak üzere hazır bulundurulmaktadır. Yangınla mücadelede kullanılan tüm malzemeler yüksek sıcaklığa dayanıklı ürünlerden oluştuğundan dolayı tedarik maliyetleri yüksek olmakta ve tesislerde doğru şekilde depolanıp kullanılmadığı takdirde çok hızlı biçimde kullanım özelliklerini kaybederek beklenen faydayı sağlayamayacak şekilde deforme olmaktadır. Bahse konu malzemelerin hem itfaiye teşkilatlarında hem de bünyesinde acil durum ekipleri barındıran endüstriyel tesislerde özelliklerine uygun biçimde depolanması ve kullanılması malzemelerin verimli ve daha uzun süre kullanımını sağlayacaktır.

Olası bir yangına etkili müdahale; sağlam, bakım tutumu zamanında yapılmış ekipmanlar ve personel koruyucu malzemeler ile gerçekleştirilebileceğinden hem müdahalenin etkinliği hem de personel güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yangınla mücadele malzemeleri, Personel koruyucu ekipmanlar.

STORAGE AND USE PRINCIPLES OF TOOLS, MATERIALS AND PERSONNEL PROTECTIVE EQUIPMENT USED IN FIRE FIGHTING

ABSTRACT

Various tools, equipment, materials and personnel protective equipment are used to combat fires that occur today. The tools, equipment, materials and personnel protective equipment in question have become more efficient with the development of technology. In addition to fire departments, these materials are also supplied and stored in industrial facilities with emergency teams for firefighting purposes and are kept ready to be used when needed. Since all materials used in fire fighting consist of high temperature resistant products, their supply costs are high and if they are not stored and used correctly in the facilities, they lose their usable properties very quickly and become deformed in a way that cannot provide the expected benefit. Storing and using the materials in question in accordance with their specifications, both in fire brigades and in industrial facilities with emergency teams, will ensure efficient and longer use of the materials.

Effective response to a possible fire; It is important for both the effectiveness of the intervention and personnel safety, as it can be carried out with robust, timely maintenance equipment and personnel protective materials.

Key words: Fire-fighting materials, Personnel protective equipment.

BÖLÜM - 1

PERSONEL KORUYUCU EKİPMANLAR

1. Yangına Yaklaşma Elbiseleri:

Yangınların tarihi gelişimini takip ettiğimizde meydana gelen yangınlara müdahale her zaman insan gücüyle gerçekleştirilmiştir. Günümüzde her ne kadar yangın korunum sistemleri çok gelişmiş olsa da herhangi bir yangın durumunda (yangın sönmüş olsa dahi) insan müdahalesi olmadan yangın tam olarak sonlandırılmamakta, kurulu olan korunum sistemleri kontrolü ve yangın sonrası alınacak tedbirler gerçekleştirilememektedir.

Bir yangın meydana geldiğinde yangına müdahale için görevli itfaiye personeli ya da acil durum ekiplerinde görevli Söndürme Ekibi personeli her zaman yüksek sıcaklık ve zehirli duman tehlikeleriyle karşı karşıya kalmaktadır.

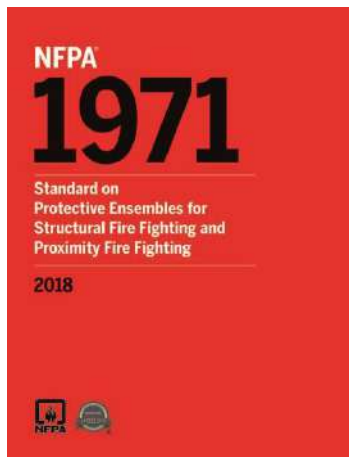
Yangın sırasında personelin karşı karşıya kaldığı bu etkiler, ağır yaralanmalara ve ölümlere yol açabilecek düzeyde tehlikeli olduğundan personelin korunması ihtiyacı doğmuş ve yeterli korunmayı sağlayabilmek için Yangına Yaklaşma Elbiseleri geliştirilmiş ve üretilmiştir.(Resim-1 / Resim-2)



Resim-1 / Resim-2

Yangına yaklaşma elbiseleri ülkemizde EN Standartları göz önünde bulundurularak belirlenmiş olan **TS EN 469 İtfaiyeciler İçin Koruyucu Giyecekler - Yangınla Mücadelede Kullanılan Koruyucu Giyecekler İçin Performans Kuralları** standartlarına göre üretilmektedir. (Resim-3)

Ayrıca National Fire Protection Association - **NFPA 1971, Yapısal Yangınla Mücadele ve Yakın Yangınla Mücadele İçin Koruyucu Teçhizat Standardı** da bu elbiselerin üretim standartlarını belirleyen kuruluşlardan biridir.(Resim-4/Resim-5)

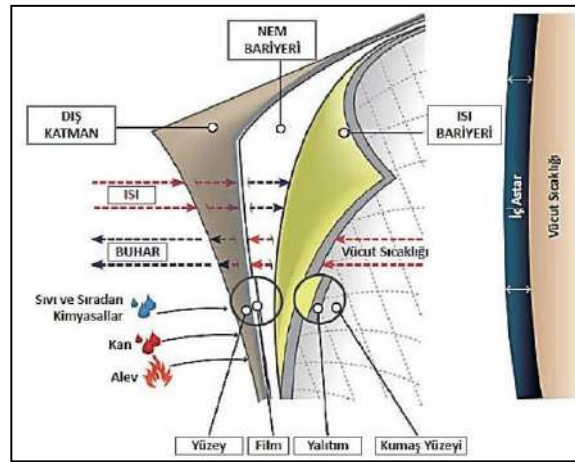


Resim-3 / Resim-4 / Resim-5

Yangına Yaklaşma Elbiseleri katmanlı yapıları sayesinde personeli yangın kaynaklı ısı, buhar ve nem etkilerinden korumakta, personelin müdahale esnasında ısı stresinden en az seviyede etkilenerek rahat hareket etmesini ve müdahale etkinliğinin artmasını sağlamaktadır. (Resim-6)

Bu katmanlar;

1. **DIŞ KUMAŞ:** Bu katman alev dayanıklılık ve sıvı itici özelliği sayesinde ısı, su, yağ ve kimyasal sıvıların belli oranda içeriye girmesini engelleyen katmandır.
2. **NEM BARIYERİ:** Bu katman dışardan içeriye su geçirmeyen, vücutta oluşan nemin dışarıya atılmasını sağlayan yüzeydir.
3. **ISI BARIYERİ:** Bu katman dış kumaş ve nem bariyerlerini geçerek gelen ısı yüklü hava kabarcıklarını absorbe ederek ısının vücuda ulaşmasını engeller.
4. **İÇ ASTAR:** Bu katman vücutla temasta kolaylık sağlaması için yumuşak kumaştan imal edilmiş olup ısıya dayanıklı malzemeden dokunmuştur. Alev, su, sıvı kimyasallar, kan v.b. maddelere karşı ek bariyer oluşturur.



Resim-6

Yangına Yaklaşma Elbiselerinin bakım, tutum ve onarımları konusunda en ayrıntılı kaynak, **NFPA 1851, Yapısal Yangınla Mücadele ve Yakın Yangınla Mücadele için Koruyucu Teçhizatların Seçimi, Bakımı ve Onarımı** standardıdır. (Resim-7)



Resim-7

NFPA 1851, Yapısal Yangınla Mücadele Koruyucu Teçhizatlarının Seçimi, Bakımı ve Onarımı Standardı, Yangına Yaklaşma Elbiselerinin kontrolü, temizlenmesi, onarımı, depolanması ve kullanımdan kaldırılması için asgari prosedürleri sağlamak için özel gereklilikleri belirler.

Bakım ve onarım için özel prosedür ve yöntemler gerekiyorsa bu gereklilikler üretici firma tarafından belirtilmiş olmalıdır. Bununla birlikte, kıyafetinin durumunun farkında olmak ve kıyafeti temiz ve uygun şekilde bakımlı tutmak kıyafeti kullanan personelin sorumluluğundadır.

Bu kapsamda; Yangına Yaklaşma Elbiselerinin en verimli şekilde ve uzun süreli kullanımları için aşağıdaki prosedür takip edilmelidir.

1.1. Muayene

NFPA 1851, teçhizatın her kullanımdan sonra kontrol edilmesi ve yılda en az bir kez gelişmiş bir kontrolden geçirilmesi gerektiğini belirtir.

İtfaiyecinin yangın sahası kirleticilerine maruz kaldıktan veya diğer tehlikeli maddelerle karşılaştıktan sonra teçhizatı dikkatle incelemesi önemlidir.

Dış katmanın renginin solması, yırtıklar, delikler, açık dikişler ve gevşek reflektörlü bantlar aşınma ve yıpranmanın belirgin işaretleridir, ancak çeşitli hasar türleri daha az belirgin olabilir.

Bununla birlikte, iç katmanlarda fark edilemeyecek sökülük, katmanlarda meydana gelen deformasyon gibi başka değişiklikler de meydana gelebilir. Bu gibi durumlarda en iyi uygulama, kıyafetin durumunu sık sık ayrıntılı şekilde kontrol etmek ve her türlü değişikliği not etmektir.

1.2. Temizlik

Koruyucu giysilerinin düzgün performans göstermesi için temiz tutulması gerekir. Kirli giysiler daha az yalıtım sağlar, ısı ve elektrik iletme olasılığı daha yüksektir, sıvı kaydırma özelliğinde azalma olur ve potansiyel olarak yanıcı hale gelebilirler. Ayrıca, yangınlarda meydana gelen atıkların birçoğu kanserojen ve cilt için toksik kimyasallardır.

Bu sorunları önlemek için kıyafetlerin düzenli olarak temizlenmesi gerekir. Ancak, yanlış temizlik de kıyafeti tahrip edebilir veya koruyucu performansını düşürebilir.

NFPA 1851'de tanımlanan üç tür temizlik vardır rutin, gelişmiş ve özel temizlik.

1.2.1. Rutin temizlik, kirlenmenin meydana geldiği herhangi bir yangın kullanımından sonra yapılır. Giysideki kalıntıların fırçalanmasını, suyla durulanmasını ve gerektiğinde nokta temizliği uygulanmasını içerir.

1.2.2. Gelişmiş temizlik, daha kapsamlıdır, giysinin kullanımına ve durumuna bağlı olarak en az altı ayda bir veya daha sık yapılmalıdır. Kıyafetlerin elde yıkanmasını veya makinede yıkanmasını içerir.

1.2.3. Özel temizlik, Bazı durumlarda giysiler kimyasal maddeler ya da kan yoluyla bulaşan patojenler tarafından kirletilebilir. Böyle bir durumda, kıyafetlerin uygun maddeler kullanılarak dezenfeksiyonunu gerektiren özel bir temizlikten geçmesi gerekir.

1.2.4. Kurutma, doğru kurutma da elbiselerin temizlenmesiyle aynı derecede önemlidir. Elbiseler kalın ve hacimli olduğu için kurutma işlemi uzun sürecektir.

Elbiseleri güneş ışığından uzak bir yere asmak en iyi kurutma yöntemidir. Makinede kurutma elbisenin dokusuna zarar vereceğinden kullanımı tavsiye edilmemektedir. Kurutma süresi, ısıtılmalı bir fan kullanılarak azaltılabilir.

1.3. Onarım

Yangına Yaklaşma Elbiseleri ancak küçük onarımlara uygundur. Yanma sonucu oluşmuş hasarlarda yama ve benzeri onarımlar yapılmaz. Ancak küçük dikiş ve cep sökülükleri, askı lastiklerinin gevşemesi, fermuar bozuklukları gibi durumlarda onarım yapılabilir. Onarımlar mümkünse üretici firma veya üretici tarafından yetkilendirilmiş firma tarafından yapılmalı ve onarım için mutlaka uygun malzemeler kullanılmalıdır.

Yanlış onarılan ya da onarımında uygun olmayan malzeme kullanılan giysiler güvensiz olabilir ve potansiyel olarak yaralanma tehlikesi yaratabilirler. Herhangi bir onarım yapmadan önce daima üreticiye danışılması gereklidir.

1.4. Depolama

Yangına müdahalede kullanılan teçhizatın uzun süre ve verimli şekilde fayda sağlaması için uygun şartlarda depolanması gereklidir. Depolama alanı doğrudan güneş ışığından, kimyasal maddelerden, tozdan ve giysilere fiziksel olarak zarar verebilecek nesnelere arındırılmış ve uzak olmalıdır. Ayrıca depolama alanı iyi havalandırılmış, nemsiz bir ortam olmalıdır. (Resim-8)

Yangınla mücadele teçhizat ve ekipmanları mümkünse oluşturulacak bir Acil Durum Odası ya da Acil Durum Konteynirinde uygun şartlarda depolanmalıdır. (Resim-9 / Resim-10)



Resim-8 / Resim-9 / Resim-10

1.5. Kullanım Dışına Çıkarma

Giysilerin ne zaman hizmetten çıkarılması gerektiğine karar vermek zordur ve deneyimli kişilerin karar vermesini gerektirir. Genel kural, giysinin güvenli olmadığı düşünüldüğünde, temizlenemeyecek kadar ağır kirlendiğinde ya da onarım maliyeti orijinal satın alma fiyatının yarısından fazla olduğunda kullanımdan kaldırılması gerektirir.

Koruyucu giysilerin ömrü, maruziyet türlerine, giyilme sıklığına ve bakım/ tutuma bağlıdır. Elbisenin yoğun şekilde kullanılması, yıpranması ya da bakımının düzgün yapılmaması durumunda kullanım ömrü iki ila üç yıl gibi kısa bir süreye kadar düşebilir. (Resim-11)



Resim-11

Tablo 1 - Kontroller

Rutin Kontrol

Her kullanımdan sonra giysilerin rutin kontrolünü yapın.

- Kirlenme
- Bulaşma
- Fiziksel hasar
- Hasarlı dōşeme
- Hasarlı kapaklar ve donanım

Gelişmiş Kontrol

Her 12 ayda bir defa ya da bir sorun olabileceği değerlendirildiğinde Gelişmiş Kontrol gerçekleştirilmelidir. Gelişmiş Kontrol şunları içerir:

- Nem bariyeri ve dikiş sızdırmazlık bütünlüğü
- Kalıp ve ceket/pantolon üst üste biniyor
- Kırık veya eksik dikişler dahil dikiş bütünlüğü
- UV veya kimyasal maddelere maruz kalma nedeniyle güç kaybına karşı malzeme bütünlüğü
- Termal astar malzemesinin kaybı veya kayması
- Bilekliğin bütünlüğü ve işlevselliği
- Yansıtıcı kaplama ve Velcro bütünlüğü, eki ve işlevselliği
- Etiket bütünlüğü ve okunabilirliği
- Astar bağlantı sistemleri
- Kapatma sistemi işlevselliği

Tablo 2 – Temizlik Prosedürleri

Rutin Temizlik

- Her kullanımdan sonra aşağıdaki adımları gerçekleştirin:
- Enkazları fırçalayın
- Suyla durulayın
- Gerekirse ürünü yumuşak kıllı bir fırçayla hafifçe fırçalayın
- Gerekirse temizleyin
- Öğeyi inceleyin
- Gerektiğinde tekrar temizleyin

Gelişmiş Temizleme

- En az altı ayda bir giysileri daha kapsamlı bir temizliğe tabi tutun; genel önlemler şunları içerir:
- Üreticinin etiketini inceleyin
- Klorlu ağartıcı veya klorlu solventler kullanmayın
- PH aralığı 6,0'dan az ve 10,5'ten büyük olmayan temizlik solüsyonları kullanın
- Elektrikli yıkayıcılar gibi yüksek hızlı su jetleri yok
- Koruyucu takımları koruyucu olmayan eşyalardan ayrı olarak temizleyin ve dezenfekte edin
- Kabukların ve astarların ayrılabilir olduğu durumlarda, bu öğeleri benzer öğelerle temizleyin ve dekontamine edin (örn. astarlar)

Elle Yıkama

1. Lavaboya aşırı yüklemeyin.
2. Gerekirse ön işleme tabi tutun.
3. Su 40 dereceyi geçmemelidir.
4. Temizleme solüsyonu veya deterjan ekleyin.
5. Koruyucu eldiven ve göz/yüz sıçramasına karşı koruma kullanın.

6. Yumuşak kıllı bir fırça kullanarak hafifçe fırçalayın. Nem bariyeri düzeneklerini dikkatli kullanın.
7. Lavabodan suyu boşaltın.
8. Lavaboyu yeniden doldurun; eldivenli el veya karıştırma çubuğu kullanarak hafifçe çalkalayın.
9. Giysileri yavaşça sıkın ve suyu boşaltın.
10. Giysi durulanana kadar 7 ve 8'i tekrarlayın.
11. Elemanları kurutun.
12. Gerekirse inceleyin ve yeniden yıkayın.
13. Lavaboyu durulayın.

Makinede Yıkama

1. Makineyi aşırı yüklemeyin.
2. Gerekirse ön işleme tabi tutun.
3. Cep kapamaları, cırt cırtlı kısımlar, çitçitler, fermuarlar, kancalar ve kapamalar da dahil olmak üzere tüm kapamaları sabitleyin.
4. Giysiyi ters çevirin ve ağ çamaşır torbasına koyun.
5. Yıkama sıcaklığı 140 dereceyi geçmeyecek şekilde.
6. Deterjan ekleyin.
7. En az iki kez durulayarak bir tam döngü çalıştırın.
8. Elemanları kurutun.
9. Gerekirse inceleyin ve yeniden yıkayın.
10. Makine koruyucu donanım elemanları dışında kullanılacaksa, makineyi 50 derece su ve deterjanla boş halde çalıştırarak durulayın.

Hava Kurutma Prosedürü

- a) Elbiseleri iyi havalandırılan bir alana yerleştirin.
- b) Doğrudan güneş ışığı altında kurutmayın.
- c) Kurutmayı hızlandırmak için sıcak hava fanı kullanılabilir.

Makine Kurutma Prosedürü(Zorunluluk Durumunda)

1. Makineyi aşırı yüklemeyin.
2. Tüm kapanışları sabitleyin.
3. Giysileri ters çevirin ve ağ çamaşır torbasına koyun.
4. Kurutucunun ısıtmasız seçeneği varsa bunu kullanın.
5. Isı kullanılması gerekiyorsa sıcaklık 40 dereceyi geçmemelidir.
6. Isı kullanılıyorsa giysileri tamamen kurumadan çıkarın.

Yangına Yaklaşma Elbiseleri Tamamlayıcı Ekipmanları

Yangına Yaklaşma Elbiselerinin personel koruma işlevini tam olarak yerine getirebilmesi için tamamlayıcı parçalar ile birlikte kullanılması gerekmektedir.

Bu parçalardan herhangi biri eksik olduğu takdirde personelin yüksek sıcaklık nedeniyle ağır yanıklarla yaralanması riski bulunduğundan tedarik, depolama, bakım/tutum ve kullanım esnasında tüm elbise ve parçalarının bir takım olarak değerlendirilmesi ve tüm işlemlerin buna göre yapılması gereklidir.

Yangına Yaklaşma Elbiselerinin parçaları ilgili standartlara göre üretilmiş ve elbise ile aynı koruma özelliklerini taşıyacak şekilde takım olarak tedarik edilmiş olmalı ve elbise ile birlikte her an kullanıma hazır bulundurulmalıdır.

Bu parçalar;

1. İtfaiyeci Bareti
2. İtfaiyeci Çizmesi
3. Eldiven
4. Başlık

olmak üzere 4 parçadan oluşur.

1. İtfaiyeci Bareti: İtfaiye personelini, darbelerden ve yüksek sıcaklık riski ile alevlerden korumak için baş bölgesine takılan ekipmandır. **TS 10224 EN 443** standartlarına göre üretilen baretler 3 kısımdan oluşur.

Ana Gövde: Darbelerden koruyan asıl kısım olup, ana gövdenin içinde darbe ve ısıya mukavim dolgu malzemesi bulunur.

Ense Koruması: Genellikle deriden, Nomex veya alüminize kumaş benzeri ısıya dayanıklı malzemelerden yapılır. Personelin ensesini ısıdan, alev yalamasından ve sıvılardan koruyan kısımdır.

Siperlik: Personelin yüzünü çene hizasına kadar koruyan darbe, ısı ve aleve dayanıklı şeffaf kısımdır.

Baretin içi kolaylıkla ayarlanabilmeli, mümkünse siperlik buhar yapmayan özellikte olmalı. Baret ortopedik ense kayışlı olmalı. Çene kayışı, belirli bir darbenin üzerindeki baskıya maruz kaldığında boyun kırılmasını engellemek için kendiliğinden açılabilen özellikte olmalıdır. Baret fosforlu olmalı ya da fosforlu şeritler ile desteklenmiş olmalıdır. (Resim-12 / Resim-13)



Resim-12 / Resim-13

2. İtfaiyeci Çizmesi: Çizmeler ayak koruyucu olup sıvıdan, ısıdan, darbelerden, ayak tabanına sert sicim saplanmasıyla itfaiyeciyi koruyan teçhizatır. **TS EN 15090** İtfaiyeciler İçin Ayak Giyecekleri standardına göre üretilir.

Bir itfaiyeci çizmesi 4 katmandan oluşur;

- Dış katman(Deri/nitril kauçuk)
- Nem bariyeri
- Isı bariyeri
- İç astar

Çizmeye bulunması gereken özellikler; ulusal ve uluslararası standartta üretilmeli ve belgeli olmalı, su geçirmez özelliğe sahip olmalıdır. Çizmenin burun kısmı 1,5 mm, taban kısmı 0,6 mm çelik destekli olmalıdır. Tabanı ısıya dayanıklı olmalı, rahat giyilip çıkarılabilecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır. (Resim-14 / Resim-15)



Resim-14 / Resim-15

3. İtfaiyeci Eldiveni: Eldiven koruyucu ve ısıya dayanıklı olup kumaş veya deriden üretilmiş, **TS EN 659** standardına göre test edilmiş ve onaylanmış olmalıdır.

Eldiven dört katmandan oluşur;

- Dış kumaş,
- Nem bariyeri,
- Isı bariyeri,
- İç astar.

Kumaş eldivenlerde nem bariyeri genellikle dış katmana presle yapıştırılmıştır. Eldivenlerin avuç ve parmakların iç yüzeylerine gelen kısımları delme ve kesilmeyi önleyen ısıya ve aşınmaya dayanıklı özel neopren veya nitril kauçuk grubundan bir malzeme ile kaplıdır. (Resim-16 / Resim-17)



Resim-16 / Resim-17

4. Isıya Dayanıklı Başlık: Yüz ve boyun bölgesini yüksek ısıya karşı korumak için gözleri ve yüzün bir bölümünü açıkta bırakacak şekilde boynu ve omuzları saracak formda üretilmiştir. Koruyucu ve ısıya dayanıklı başlık, nomeks, kevlar, karbon-meta aramid karışımı kumaşlardan imal edilir. Temiz hava solunum cihazının maskesi takıldıktan sonra baret ve elbisenin koruyamadığı boyun, yanak ve kulak kısımlarını örterek koruma sağlar. Koruma seviyesine göre 250 C°-1100 C° arasında belirli bir süre ısıya dayanıklı olan modelleri vardır. (Resim-18 / Resim-19)



Resim-18 / Resim-19

2. Temiz Hava Solunum Cihazı:

Bina ve tesislerde meydana gelen yangınlarda itfaiye personeli ya da Acil Durum Söndürme Ekibinin yangına müdahalede kullandığı en önemli personel koruyucu teçhizat Temiz Hava Solunum Cihazıdır.

Temiz Hava Solunum Cihazlarının tüm parçaları **TS EN 137 Solunumla İlgili Koruyucu Cihazlar-Kendi Kendine Yeterli Açık Devreli Sıkıştırılmış Hava Solunum Cihazı-Özellikler, Deney, İşaretleme** standartları ve ilgili takip eden standartlar göz önünde bulundurularak üretilir ve kullanılır.

Ayrıca, **National Fire Protection Association- NFPA 1981**, Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services - **Acil Durum Hizmetleri için Açık Devre Bağımsız Solunum Cihazı (SCBA) Standardı** da bu cihazların üretimini belirleyen standartların başında gelir. (Resim-20/Resim-21/Resim 22)



Resim-20 / Resim-21/Resim-22

Temiz Hava Solunum Cihazları;

- Tam Yüz Maskesi
- Temiz Hava Tüpü
- Sırtlık

parçalarının bileşiminden oluşur ve takım halinde kullanılması gereklidir. (Resim-23)



Resim-23

Maske: Tam yüz maskesi ahtapot lastik kayışlar sayesinde yüze tam olarak oturarak yangın anında oluşan duman, zehirli gazlar ve sıcak hava solunmasını engelleyen bir yapıya sahiptir.

Maskenin tüm parçaları sıcaklığa karşı dayanımlı şekilde üretilmiştir. (Resim-24)



Resim-24

Temiz Hava Tüpü: Temiz hava tüpleri çelik ya da fiber kompozit malzemeden üretilen, 300 bar basınçta 1800 litre depolayarak kullanıcı personele dış ortamdaki duman ve zehirli gazlardan etkilenmeden temiz hava sağlayan, filtrasyon özelliğine sahip kompresörlerle doldurulan tüplerdir. Temiz hava tüpleri, sıcaklık ve darbelere karşı dayanımlı şekilde üretilmiştir. (Resim-25)



Resim-25

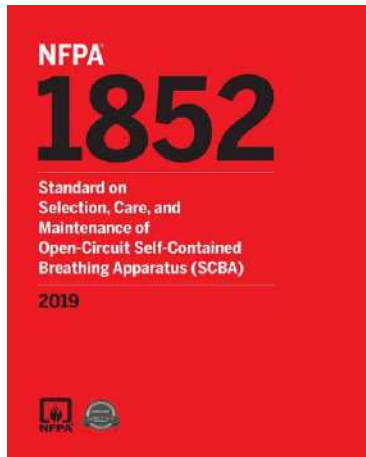
Sırtlık: Sırtlığın ergonomik yapısı sayesinde vücuda tam olarak oturan, yükü vücuda eşit ve dengeli olarak dağıtan, düşme ve çökme gibi olaylarda omurgayı koruyan aparatır.

Sırtlığın üzerinde omuz ve bel kayışları, basınç göstergesi, nefes otomatığı, basınç düşürücü gibi birden çok parça bulunmaktadır. (Resim-26/Resim-27)



Resim-26 / Resim-27

Temiz Hava Solunum Cihazlarının bakım onarım prosedürleri **NFPA 1852, Standard on Selection, Care, and Maintenance of Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) - Açık Devre Bağımsız Solunum Cihazlarının (SCBA) Seçimi, Bakımı ve Onarımına İlişkin Standardında** belirtilmiştir. (Resim-28)



Resim-28

Bakım ve onarım için özel prosedür ve yöntemler gerekiyorsa bu gereklilikler üretici firma tarafından belirtilmiş olmalıdır. Bununla birlikte, Temiz Hava Solunum Cihazını durumunun farkında olmak ve cihazı temiz ve uygun şekilde bakımlı tutmak cihazı kullanan personelin sorumluluğundadır.

Ekipman sahada kullanıldıktan sonra üzerinde birikmiş veya bulaşmış olan kalıntının yoğunluğuna göre personel tarafından ya da servis hizmeti alınan yetkili kuruluş tarafından işlemin yapılması ile ilgili karar alınmalıdır.

Bu kapsamda; Temiz Hava Solunum Cihazlarının en verimli şekilde ve uzun süreli kullanımları için aşağıdaki prosedür takip edilmelidir.

2.1. Ekipmanların Kullanıcı Personel Tarafından Temizliği

- Uygun temizleme maddeleri ve dezenfekte edici sıvılar kullanın
- Temizlik sıvısı olarak sabunlu ılık su kullanın

- Dezenfeksiyon işleminde deterjan, alkol, aseton gibi malzemeler kullanmayın
- Kullanılan maskenin her bir parçasını temizleyici sıvı ile çalkalayarak yıkayın
- Kaba ve ince temizliği elle yapın, sert fırça ve benzeri malzeme kullanmayın
- Dezenfeksiyon yaparken maske, gözlük, eldiven gibi koruyucular kullanın
- Maske parçalarını 1/50 su dezenfektan çözeltisi içinde 15 dakika bekletin
- Dezenfekte edilen malzemeler ılık su ile durulayın
- Malzemeler direk güneş ışığı olmayan alanda, gölgede kurumaya bırakın
- Her kullanımdan sonra temizlik ve dezenfeksiyon işlemini tekrarlayın
- Yapılan işlemleri kayıt altına alın

2.2. Ekipmanların Yetkili Servis Tarafından Temizliği

- İşlem uygulanacak cihazlar tutanakla yetkili servise teslim edilir
- Yetkili servis tarafından cihazlara ön temizlik uygulanır
- Cihaz bakım kılavuzuna uygun olarak parçalarına ayrılır
- Hasar görmüş, deforme olmuş parçalar onarım için ayrılır
- Her parça ayrıntılı olarak temizleme solisyonlarıyla temizlenir
- Tüm parçalar uygun ortamda kurutulur
- Temizlik işleminin ardından dezenfeksiyon için UV işlemi uygulanır
- UV işleminin ardından parçalar tekrar bir araya getirilir
- Arızalı ve deforme parçaların yerine yenileri kullanılmalıdır
- Gerekli işlev ve sızdırmazlık testleri yapılır
- Her cihaz için ayrı kayıt tutularak tüm işlemler ve testler kayıt altına alınır
- Cihazlar teslim alınırken kayıtların bir örneği alınarak arşivlenir. (Resim-29)



Resim-29

2.3. Periyodik Kontrol ve Bakım

Temiz Hava Solunum Cihazları herhangi bir arıza yapmasalar dahi her üç ayda bir periyodik kontrolden geçirilmelidir.

Periyodik kontrollerde vanalar, basınç regülâtörü, basınç göstergeleri, omuz ve bel askıları, yüz maskesi kontrol edilmeli ve testten geçirilmelidir.

Test ve kontrollerde sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır.

- Maskenin hava girişi avuç içi ile kapatılır ve kuvvetlice nefes alınarak maskenin sızdırmazlığı kontrol edilir. Kontrol sırasında maske yüze yapışmalıdır.
- Maske yüze yapışmışken hava girişinden el çekilir ve nefes vermeye başladığında hava giriş ventilinin kapandığı hissedilir.

(Bu sistemin çalışma prensibi: Nefes almaya başlandığında hava giriş ventili açılır. Akciğer otomatiği vasıtasıyla maskeye uygun miktarda hava girer. Bu sırada hava çıkış ventili kapanır. Nefes verme işlemi ile birlikte hava giriş ventili kapanır. Hava çıkış ventili devreye girmesiyle kullanılmış hava dışarı atılır.)

- Akciğer otomatiği maskeye takılarak regülâtörün ve dolayısı ile akciğer otomatiğinin performansı kontrol edilir. Derin ve hızlı nefes alarak regülâtörün ihtiyaç duyulan havayı sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir.
- Maskenin baş kısmı ahtapot sıkma bantları kontrol edilir, kopuk yırtık varsa değiştirilir.
- Maske camında çatlak, kırık varsa ve maske camı görüşü engelleyecek kadar saydamlığını yitirmişse değiştirilir.
- Omuz Askıları ve bel kayışları kontrol edilir, deformasyon varsa değiştirilir.
- Sırtlık kontrol edilir, çatlak, kırık varsa değiştirilir.
- Üretici firmanın teknik kılavuz ve kullanma talimatı gereğince sırtlık üzerindeki tüm donanımların ve hava tüpünün periyodik bakım ve testleri zamanında yapılmalıdır.
- Yapılan tüm işlemler kayıt altına alınarak arşivlenir.

BÖLÜM - 2

YANGIN MÜDAHALE EKİPMANLARI

(Yangın Dolapları ve Yangın Hortumları)

1. Yangın Dolapları:

Yangın dolapları yangın tesisatı içerisinde yer alan ve yangınla mücadele konusunda etkili bir yangın söndürme ekipmanıdır. Personel kullanımına uygun olarak dizayn edilmiş yangın dolapları manuel söndürme sistemlerindedir.

Genel olarak duvara monte edilen ve içerisinde yangına dayanıklı katlanmaz hortum barındıran yangın söndürme ekipmanlarıdır. Olası bir yangın ilk müdahale aracı olan yangın söndürme tüpleri ile söndürülemez ise en yakın yangın dolabından yangın hortumunun yangın vanasını açarak basınçlı su ile yangına müdahale edilir.

Bu açıdan yangın dolapları yangına ilk müdahalede ve itfaiye ekipleri yangına müdahale edene kadar yangının kontrol altında tutulmasında etkili bir rol oynamaktadır.

BYKHY Madde 94'e göre

94-4. Hortumları serme ve bağlama gibi becerilere sahip eğitilmiş personeli veya itfaiye görevlisi olmayan yapılarda, yuvarlak yarı-sert hortumlu yangın dolaplarının **TS EN 671-1 Yarı Sert Hortumlu Hortum Makaraları** standardına uygun olması şarttır.

94-6. Yetişmiş yangın söndürme görevlisi bulundurulmak mecburiyetinde olan yapılarda kullanılacak yassı hortumlu yangın dolaplarının **TS EN 671-2 Yassı Hortumlu Hortum Sistemleri** standardına uygun olması şarttır.

Yangın söndürme tüpünü içinde barındıran, tüp bölmeli siva üstü dikey tip cam kapaklı ve tüp bölmeli siva üstü yatay tip cam kapaklı yangın dolaplarının yanı sıra duvar tipi hortumlu makara, siva üstü tek kapı cam kapaklı, siva altı tek kapaklı cam kapaklı, siva üstü tek kapaklı saç kapaklı, siva altı tek kapaklı saç kapaklı yangın dolapları bulunmaktadır. (Resim-30)



Resim-30

Farklı çeşitlerde ve ebatla üretilen yangın dolaplarının genel olarak tüm binalarda kullanıma hazır olarak bulundurulması gerekmekte ve önerilmektedir.

Yangın Dolabı gereklilikleri aşağıda olduğu gibidir.

- Yüksek binalar ile toplam kapalı kullanım alanı 1000 m²'den büyük imalathane, atölye, depo, konaklama, sağlık, toplanma amaçlı ve eğitim binalarında,
- Alanlarının toplamı 600 m²'den büyük olan kapalı otoparklarda,
- Isıl kapasitesi 350 kW'ın üzerinde olan kazan dairelerinde olması gerekir.
- Yangın dolapları, her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki uzaklık 30 m'den fazla olmayacak şekilde yerleştirilir.
- Binanın yağmurlama sistemi ile korunması ve katlara ifaiye su alma ağız bırakılması hâlinde, yangın dolapları, ıslak tip yağmurlama branşman hattından beslenebilir ve aralarındaki uzaklık 45 m'ye kadar çıkarılabilir.
- Yarı sert yuvarlak hortumlu dolaplarda tasarım debisinin 100 l/dak ve tasarım basıncının 400 kPa olması şarttır.
- Yassı hortumlu dolaplarda tasarım debisinin 400 l/dak ve tasarım basıncının 400 kPa olması şarttır.

Bakım/Test/Periyodik Kontrol:

Yangın dolapları ve hortumlarının sürekli kullanıma hazır bulundurulması tesis ve binalarda yangın güvenliği açısından vazgeçilmez bir öneme sahiptir. İlgili bakım tutum ve kontrol faaliyetleri tesiste görevli bakım bölümü personeli, yangın güvenlik personeli ya da yetkili firmalar dan alınacak hizmet ile gerçekleştirilebilir.

BYKHY Madde 94'e göre

94-7. Binalarda bulunan yangın dolaplarının ve hortum makara sistemlerinin TS EN 671-3 Yarı Sert Hortumlu Hortum Makaraları Ve Yassı Hortumlu Hortum Sistemlerinin Bakımı standardında belirtilen periyodik bakımlarının, bina sahibi, yönetici veya sorumlu bina yetkilisi tarafından yaptırılması mecburidir.

Bu kontrollerde; hortum tamamen açılarak tesisteki basınca tabi tutulmalı ve aşağıdaki hususlar kontrol edilmelidir.

- a) Dolapta fiziki hasar ve sızdırma olmaması
- b) Kullanma talimatı olması
- c) Dolap konumu
- d) Dolabın duvara sabit olması
- e) Su akışının sabit ve yeterli olması
- f) Basınçölçer varsa uygun çalışmada olması
- g) Hortumda çatlama bozulma delik yırtık olmaması, basınç testine tabi tutulması
- h) Hortum kelepçe ve bağlayıcılarının doğru tipte olması
- i) Hortum tamburunun her iki yöne serbestçe dönmesi
- j) Lansın (Nozulun) doğru tipte olması

Yukarıda sayılan maddeleri içeren bir Aylık Kontrol Formu düzenlenerek yapılan işlemler kayıt altına alınmalı ve arşivlenmelidir. (Resim-31-32-33-34-35)



Resim-31-32-33-34-35

Yangın Hortumu Testleri:

Yangın hortumları olası bir yangın anında müdahalede kullanılacak yangın deposundan pompalar vasıtasıyla gelen basınçlı suyu müdahale alanına taşımamızı sağlayan ekipmanlardır.

Yangın hortumları aksi belirtilmediği sürece yılda bir defa test ve kontrolden geçirilmelidir. Endüstriyel tesislerde bu test ve kontrollerin yılda iki defa yaz mevsimi çıkışı ve kış mevsimi çıkışında yapılması hortumlarda sıcak/soğuk etkilerinden oluşabilecek hasarların erken tespit edilmesini ve önlem alınmasını

kolaylaştıracaktır.

Yangın hortumu test ve kontrolleri **TS 9811, TS EN 671-3, TS EN 12416-1+A2, TS EN 12416-2+A1, TS EN 12845** standartlarında belirtilen kriterlere uygun olarak yapılır. İlgili standartlarda aksi belirtilmediği sürece, tesisatın periyodik kontrolleri yılda 1 defa yapılır. (Resim-36-37-38-39-40)



Resim-36-37-38-39-40

Testlerde,

- Hortum tamamen açılmalı,
- Hortum ve rekor bağlantılarını sağlayan kelepçelerin sıkılığı kontrol edilmeli,
- Fiziki kontrolden sonra hortum hidrant veya dolap içindeki vana açılarak tesis basıncına tabi tutulmalı,
- Basınç tam sağlandıktan sonra hortuma bağlı lans (nozül) yavaşça kapatılarak basıncın tamamen hortuma binmesi sağlanmalı,
- Basınç hortuma tam olarak yansıdıktan sonra her bir hortum veya hortum dizisi için 5 dakika beklenerek hortumların sağlamlığından emin olunmalı,
- Sonrasında hortum tam olarak boşaltılarak dolaba uygun şekilde sarılmalı ve hortum basınç testi sonlandırılmalıdır.

Yukarıda sayılan maddeleri içeren bir Yangın Hortumu Formu düzenlenerek yapılan işlemler kayıt altına alınmalı ve arşivlenmelidir.

KAYNAKLAR:

- **BYKHY**, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- **TS EN 469**, İtfaiyeciler İçin Koruyucu Giyecekler - Yangınla Mücadelede Kullanılan Koruyucu Giyecekler İçin Performans Kuralları
- **NFPA 1971**, National Fire Protection Association -, Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting - (*Yapısal Yangınla Mücadele ve Yakın Yangınla Mücadele İçin Koruyucu Teçhizat Standardı*)
- **NFPA 1851**, Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting - (*Yapısal Yangınla Mücadele ve Yakın Yangınla Mücadele için Koruyucu Teçhizatların Seçimi, Bakımı ve Onarımı*)
- **TS 10224 EN 443**, Binalarda ve Diğer Yapılarda Yangınla Mücadele İçin Koruyucu Başlıklar
- **TS EN 15090**, İtfaiyeciler İçin Ayak Giyecekleri
- **TS EN 659+A1**, İtfaiyeciler İçin Koruyucu Eldivenler
- **TS EN 137**, Solunumla İlgili Koruyucu Cihazlar-Kendi Kendine Yeterli Açık Devreli Sıkıştırılmış Hava Solunum Cihazı-Özellikler, Deney, İşaretleme Standartları
- **NFPA 1981**, Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) for Emergency Services - (*Acil Durum Hizmetleri için Açık Devre Bağımsız Solunum Cihazı (SCBA) Standardı*)
- **NFPA 1852**, Standard on Selection, Care, and Maintenance of Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) – (*Açık Devre Bağımsız Solunum Cihazlarının (SCBA) Seçimi, Bakımı ve Onarımına İlişkin Standardı*)
- **TS EN 671-1**, Yarı Sert Hortumlu Hortum Makaraları
- **TS EN 671-2**, Yassı Hortumlu Hortum Sistemleri
- **TS EN 671-3**, Yarı Sert Hortumlu Hortum Makaraları Ve Yassı Hortumlu Hortum Sistemlerinin Bakımı
- **İBB-İBİTEM YAYINLARI**, Söndürme Malzemeleri
- **Kırtaş,H.A., Altundağ,H. (2022)**, Türk İtfaiye Teşkilatlarında Temiz Hava Solunum Cihazları Kullanımı Genel Bakımı ve Dolumu

ÖZGEÇMİŞ

Levent YASA

11 Kasım 1970 doğumlu olan Levent Yasa ilk ve orta öğrenimini İzmir de tamamlayarak Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesine bir yıl devam etmiş, ardından askeri okul sınavlarını kazanarak askeri eğitimi başarıyla tamamlamış, 1990 yılında kıta görevine atanmıştır.

Deniz Kuvvetlerindeki ilk görev yeri olan TCG MUAVENET K.lığı 1992 yılında USS SARATOGA uçak gemisinden atılan iki adet güdümlü füze ile vurulmuş, olay sırasındaki görev bilinci ve sonrasında çıkan yangının söndürülmesinde gösterdiği üstün başarıdan dolayı Genel Kurmay Başkanlığı tarafından ÜSTÜN CESARET ve FERAGAT şerit rozeti ile ödüllendirilmiştir.

1993 yılında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı için ABD den alınan TCG ZAFER Komutanlığında ilk personel olarak görev almıştır. ABD’de bulunduğu sırada Amerikan Deniz Kuvvetleri Yangın Okulu U.S FLEET TRAINING CENTER da İleri Seviye Yangın Söndürme Teknikleri, Yangın Timlerinin Kuruluş ve Eğitimleri konularında eğitim almış, akabinde Küba sınırları içinde bulunan GUANTANAMO Deniz Üssünde ileri seviye gemi savaş talimleri ve yangın eğitimlerine katılarak yangın üzerine uzmanlaşmıştır. Bu görevlerde gösterdiği başarıdan dolayı TCG ZAFER Komutanlığı Şeref Belgesi ile taltif edilmiştir.

1993-2007 yılları arasında çeşitli kıta görevlerinde bulunan Levent Yasa görevleri esnasında 9 adet takdirname ile taltif edilmiş, Bosna Hersek Savaşı sırasında katıldığı görevlerden dolayı NATO BARIŞ HİZMET MADALYASI ile ödüllendirilmiştir.

2007-2009 yılları arasında Foça Deniz. Üs Komutanlığı 1.Sınıf Yangın Merkezinde görev yapmış, görevi esnasında meydana gelen büyük çaplı Foça Bağarası ve Ilıpınar orman yangınlarına yapılan müdahaledeki başarısından dolayı Takdirname ile ödüllendirilmiştir.

Görevi esnasında Anadolu Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Kamu Yönetimi bölümünden lisans derecesi ile mezun olan Levent Yasa 2009-2014 yılları arasında İSTANBUL AKARYAKIT DEPO KOMUTANI görev icra etmiş Ekim 2014 tarihinde kendi isteği ile Deniz Kuvvetleri Komutanlığından emekli olmuştur.

2016 yılında Yasa Yangın Eğitim ve Danışmanlık firmasını kurarak Endüstriyel Tesislerde Yangın Eğitimleri alanında uzmanlaşmış olan Levent Yasa halen TÜYAK Türkiye Yangından Korunma Derneği Yönetim Kurulu Üyesi ve Orman Yangınları Komitesi Başkanı olarak yangın alanındaki çalışmalarına devam etmektedir.

ÇALIŞANLARIN PATLAYICI ORTAMLARIN TEHLİKELERİNDEN KORUNMASI

Muhammed ÇELİK

ÖZET

Rehberlik ve Teftiş Başkanlığınca bilgilendirici ve rehberlik edici bir yaklaşım benimsenerek; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına katkıda bulunmak, sektörel riskleri ve gereklilikleri tespit ederek bunların sistematik bir şekilde değerlendirilmesi, önleyici tedbirlerin alınması, farkındalık oluşması amacıyla yıllık teftiş programları hazırlanmaktadır. Teftiş programına alınan ve patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde, patlayıcı ortam değerlendirmelerinin yapıldığına ve gerekli tedbirlerin alındığına ilişkin kontroller yapılmaktadır. İşverenler işyerlerinde patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel riskleri değerlendirirken, patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığını, işyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri, tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimallerini, olabilecek patlama etkisinin büyüklüğünü değerlendirmelidir. Patlama riskinin ve alınacak önlemlerin belirlendiği ve değerlendirildiğine, patlayıcı ortamların sınıflandırıldığına, çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dahil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığına ilişkin patlamadan korunma dokümanı hazırlanır. Tesis, ekipman, koruyucu sistemler ve bunlarla bağlantılı cihazların patlayıcı ortamda güvenle kullanılabilmesinin, Patlamadan Korunma Dokümanında belirtilmesi halinde bunlar hizmete sokulabilir. Bakanlık iş müfettişlerince talep edilmesi halinde denetimlerde patlamadan korunma dokümanı ibraz edilir. Patlamadan korunma dokümanı kural olarak işin başlamasından önce hazırlanmalı, işyerinde, iş ekipmanında veya iş organizasyonunda önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığı takdirde yeniden gözden geçirilerek patlamadan korunma dokümanı güncellenmelidir. Yapılan denetimlerde patlamadan korunma dokümanının bulunmaması veya mevzuat gerekliliklerini karşılamadığının tespit edilmesi halinde mevzuatın öngördüğü idari para cezaları uygulanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Patlayıcı ortam, teftiş, iş güvenliği

PROTECTING EMPLOYEES FROM THE HAZARDS OF EXPLOSIVE ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Adopting an informative and guidance-oriented approach by the Directorate of Counseling and Inspection, annual inspection programs are prepared with the aim of contributing to the establishment of a culture of occupational health and safety in workplaces, identifying sectoral risks and requirements, evaluating them systematically, taking preventive measures, and creating awareness. In workplaces where there is a possibility of the formation of an explosive atmosphere and included in the inspection program, supervision is carried out regarding the assessment of explosive atmospheres and the implementation of required measures. When employers assess specific risks arising from explosive atmospheres in the workplace, they must evaluate the likelihood of the formation and persistence of an explosive atmosphere, along with factors such as the presence of facilities, utilized materials, processes, possible mutual interactions, the presence of ignition sources, and the likelihood of ignition becoming active and effective, as well as the potential magnitude of explosion effects. A document on explosion prevention is prepared, indicating the determination of explosion risks and measures to be taken, the classification of explosive atmospheres, and ensuring that the design, operation, control, and maintenance of work equipment, including workplaces and warning devices, comply with safety rules. If specified in the Explosion Prevention Document, the facility, equipment, protective systems, and related

devices can be put into service in explosive atmospheres. In case of a request by the Ministry's inspectors during inspections, the explosion prevention document is presented. The explosion prevention document shall be prepared before the commencement of work and shall be revised and updated in case of significant changes, expansions, or modifications to the workplace, work equipment, or work organization. In inspections, if it is observed that the explosion prevention document is not available or does not meet the legislative requirements, administrative fines prescribed by the legislation are imposed.

Keywords: Explosive environment, inspection, occupational safety

1. GİRİŞ

Rehberlik ve Teftiş Başkanlığına bilgilendirici ve rehberlik edici bir yaklaşım benimsenerek; işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşmasına katkıda bulunmak, sektörel riskleri ve gereklilikleri tespit ederek bunların sistematik bir şekilde değerlendirilmesi, önleyici tedbirlerin alınması, farkındalık oluşması amacıyla yıllık teftiş programları hazırlanmaktadır. Teftiş programına alınan ve patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde, patlayıcı ortam değerlendirmelerinin yapıldığına ve gerekli tedbirlerin alındığına ilişkin kontroller yapılmaktadır.

İşverenler sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanları korumak için gereken önlemleri almakla yükümlüdür. Patlama tehlikesine neden olabilecek yanıcı gazlar, buharlar, sisler veya tutuşabilir tozların isteyerek veya istemeyerek ortaya çıkması halinde, bunların güvenli bir yere uygun şekilde yönlendirilmesi veya uzaklaştırılması sağlanır, bunun yapılması pratik olarak mümkün değilse yayılmalarını önleyecek başka uygun önlemler alınır. İşverenler, patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemleri alır. Bu önlemler alınırken aşağıda belirtilen temel ilkelere ve verilen öncelik sırasına uyulur;

- Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,
- Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

Gerektiğinde patlamanın yayılmasını önleyecek tedbirlerle birlikte alınır. Alınan bu tedbirler düzenli aralıklarla ve işyerindeki önemli değişikliklerden sonra yeniden gözden geçirilir.

İşverenler işyerlerinde patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel riskleri değerlendirirken, patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığını, işyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri, tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimallerini, olabilecek patlama etkisinin büyüklüğünü değerlendirmelidir. Patlama riskinin ve alınacak önlemlerin belirlendiği ve değerlendirildiğine, patlayıcı ortamların sınıflandırıldığına, çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dahil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığına ilişkin patlamadan korunma dokümanı hazırlanır.

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmeliğin 10. Maddesinde patlamadan korunma dokümanı ile ilgili olarak;

İşveren, Yönetmeliğin 6. maddesinde belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, ikinci fıkrada belirtilen hususların yer aldığı Patlamadan Korunma Dokümanını hazırlar.

Patlamadan Korunma Dokümanında;

- Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği hususu,
- Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,
- İşyerinde Ek-1'e göre sınıflandırılmış yerler,
- Ek-2 ve Ek-3'te verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,

- d) Çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dahil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,
- e) İşyerinde kullanılan tüm ekipmanın 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğine uygunluğu yazılı olarak yer alır.

Tesis, ekipman, koruyucu sistemler ve bunlarla bağlantılı cihazların patlayıcı ortamda güvenle kullanılabileceğinin, Patlamadan Korunma Dokümanında belirtilmesi halinde bunlar hizmete sokulabilir. Bu kural 30/12/2006 tarihli ve 26392 sayılı Resmî Gazete'nin 4 üncü mükerrerinde yayımlanan Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmeliğe (94/9/AT) göre ekipman veya koruyucu sistem sayılmayan ancak tesiste yerleştirildikleri yerlerde kendileri bir tutuşturma tehlikesi oluşturan iş ekipmanları ve bağlantı elemanları için de geçerlidir. Bağlantı elemanlarında herhangi bir karışıklığa meydan vermemek için gerekli önlem alınır.

Bakanlık iş müfettişlerince talep edilmesi halinde denetimlerde patlamadan korunma dokümanı ibraz edilir. Patlamadan korunma dokümanı kural olarak işin başlamasından önce hazırlanmalı, işyerinde, iş ekipmanında veya iş organizasyonunda önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığı takdirde yeniden gözden geçirilerek patlamadan korunma dokümanı güncellenmelidir. İşveren, yürürlükteki mevzuata göre hazırladığı patlama riskini de içeren risk değerlendirmesini, dokümanları ve benzeri diğer raporları birlikte ele alabilir.

2. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Patlama riskini en aza indirmek ve olası bir patlamada, patlamayı kontrol altına almak, işyerine ve iş ekipmanlarına yayılmasını en aza indirebilmek için; işyerleri, iş ekipmanları ve bunlarla bağlantılı tüm cihazların tasarımı, inşası, montajı ve yerleştirilmesi, bakım, onarım ve işletilmesinde gerekli tüm önlemler alınır. Her bakım ve onarım sonrasında tesisin, ekipmanların veya koruyucu sistemlerin Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmeliğe (94/9/AT) uygunluğunun devam edip etmediği, bağlantılarının ve montajlarının durumu kontrol edilir. İşyerlerinde patlamanın fiziksel tesirlerinden çalışanların etkilenme riskini en aza indirmek için uygun önlemler alınır. Gereken durumlarda, patlama şartları oluşmadan önce, çalışanların sesli ve/veya görsel işaretlerle uyarılması ve ortamdan uzaklaşması sağlanır.

Patlamadan Korunma Dokümanında belirtildiği takdirde; bir tehlike durumunda çalışanların tehlikeli bölgeden anında ve güvenli bir şekilde uzaklaşabilmeleri için tahliye sistemi kurulur ve her an işler durumda bulunması sağlanır. Patlayıcı ortam oluşabilecek bölümleri bulunan işyerlerinde; faaliyete başlanılmadan önce bütün işyerinin patlama yönünden güvenliğinin sağlandığı kanıtlanacaktır. Patlamadan korunmayı sağlamak için bütün koşullar yerine getirilir. Patlama yönünden güvenliğin sağlandığının kanıtlanması, patlamadan korunma konusunda eğitim almış ve/veya deneyimli ehil kişilerce yapılır.

Yapılan denetimlerde patlamadan korunma dokümanının bulunmaması veya mevzuat gerekliliklerini karşılamadığının tespit edilmesi halinde mevzuatın öngördüğü idari para cezaları uygulanmaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

Muhammed ÇELİK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği bölümünden Yüksek Lisans derecesini aldı. İstanbul Üniversitesi, Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisliği bölümünden Doktora derecesini aldı. Yeni Yüzyıl Üniversitesi Hukuk Fakültesinden mezun oldu. A Sınıfı iş güvenliği uzmanıdır. Özel sektörde yaptığı çalışmalardan sonra halen Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nda İş Başmüfettişi olarak çalışmaktadır. Evli ve 3 çocuk sahibidir.

PROSES GÜVENLİĞİ PATLAMALARI VE YANGINLARI ENGELLEMEK, AZALTMAK İÇİN NELER YAPILMALI?

Uğurcan Çelebi

ÖZET

Yıllar içinde teknolojinin de gelişmesiyle üretim sektörünün ürün skalası da büyük miktarda genişledi. Bu üretim çeşitliliği artıkça üretimde kullanılan hammaddeler, kimyasallar, enerji kaynakları da aynı şekilde artış gösterdi. Nitekim bu hammaddeler, kaynaklar ve kimyasalların bir kısmının yanıcı, yakıcı ve patlayıcı etkilerinin bulunması; bu etkiler sebebiyle ortaya çıkan yangınlar, patlamalar ve endüstriyel kazaların gerek çalışanlara gerekse çevreye ciddi zararlar vermesi insanları ve devletleri bu konuda çözüm arayışlarına itti. Günümüze kadar da gerek dünyada gerek Türkiye’de yönergeler, kanunlar hazırlandı.

Bu konuşmamızda patlamalara ve yangına karşı insanları ve çevreyi korumak adına uygulanan yönetmelikleri, hazırlanması ve uygulanması gereken dokümanları, alınacak önlemleri ve amaçlarını konu alacağız.

Anahtar Kelimeler: ATEX 153, Ex-proof Ekipman, Patlamadan Korunma Dokümanı (PKD), Seveso, Zone Alanları, Patlama.

PROCESS SAFETY WHAT SHOULD BE DONE TO PREVENT OR REDUCE EXPLOSIONS AND FIRES?

ABSTRACT

Over the years, with the advancement of technology, the product range in the manufacturing sector has expanded significantly. As this production diversity has increased, so too have the raw materials, chemicals, and energy resources used in production. Indeed, some of these raw materials, resources, and chemicals have flammable, combustible, and explosive properties. Due to these effects, fires, explosions, and industrial accidents that occur have caused serious harm to both employees and the environment, prompting individuals and governments to seek solutions in this regard. Guidelines and laws have been developed both globally and in countries like Turkey up to the present day.

In our conversation, we will focus on regulations, documents that need to be prepared and implemented, precautions to be taken, and their purposes in order to protect people and the environment against explosions and fires.

Key Words: ATEX 153, Ex-proof Equipment, Explosion Protection Document, Seveso, Zone Area, Explosion.

GİRİŞ

Ülkemiz ve AB üye ülkelerde patlamaları engellemek veya patlamanın olası etkisini en aza indirmek için uygulanan direktifler, yönergeler bulunmaktadır. Bu yönergelerin amaçları işvereni ve çalışanı bilgilendirmek, uygun ekipmanların edinilmesini sağlamak ve olası bir acil durumda yapılması gerekenleri belirlemektir. Bu yönetmelikler:

ATEX Direktifleri,

Çalışanların Patlayıcı Ortamın Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik ve yönetmelik kapsamınca Patlamadan Korunma Dokümanının hazırlanması

Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik gereğince gerekli dokümanların hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır.

2014/34/AB ATEX Yönetmeliği:

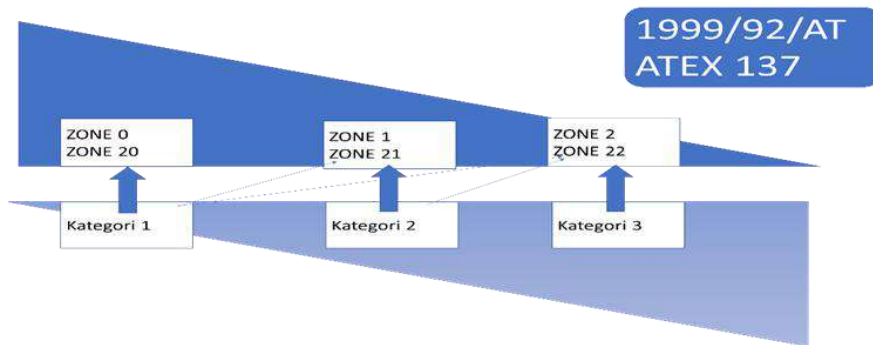
ATEX direktifi Patlayıcı Atmosferler teriminin Fransızcası "Atmosphères Explosibles" teriminin baş harflerinden gelen bir kısaltmadır. ATEX 153 patlayıcı ortam olarak sınıflandırılmış gerek gaz patlaması gerekse toz patlaması tehlikesi bulunduran alanlarda bulunan elektrikli ve elektriksiz ekipmanları daha güvenli şekilde kullanmayı ve böylece patlama tehlikesini düşürmeyi konu alan bir Avrupa Birliği direktifidir. Bu direktifin temel amacı patlayıcı ortamları sınıflandırarak tesisi daha güvenli hale getirmek için alınacak olan organizasyonel ve teknik anlamda alınması gereken tedbirleri aktarmaktır. Organizasyonel tedbirler eğitim, işçi ehliyeti, çalışma izni, bakım onarım gibi önlemleri konu alırken teknik önlemler ise patlayıcı ortamın engellenmesi ve tutuşma kaynaklarının bertarafı gibi önlemleri konu almaktadır. 30 Nisan 2013 tarihinde yayınlanan "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" kapsamınca işveren patlama riski bulunan ortamlarda çalışan personele bu eğitimi sağlamakla sorumludur.

Aynı zamanda ATEX direktifince belirlenen Zone alanlarında kullanılan ekipmanların uygun özellikleri barındırması konusunda gerekli talimatların uygulanması adına çalışmalar aktarılmaktadır. Bu eğitimin temel amacı Zone alanları için uygun Ex-Proof ekipmanların seçilmesi, bu ekipmanların montajının, muayenesinin ve bakımının sağlanması için gerekli bilgileri sağlamaktır. Bu ekipmanlar süpürge, priz kutusu, pano, aydınlatma armatürleri, sensörler, rakor vb. gibi birçok çeşitte olabilmektedir. Her ortam farklı tehlike unsurlarına sahip olabileceği için bu ekipmanların doğru şekilde seçilmesi; bakımlarının, muayenelerinin ve montajlarının düzenli ve uygun şekilde yapılması çok önemlidir. Bu ekipmanlar sınıflandırılırken öncelikle Grup 1 ve Grup 2 olarak ikiye ayrılmaktadır;

Grup 1: Maden ocaklarını ve var ise yer üstü tesislerin, kısaca maden sanayini kapsamaktadır. Kullanılan aletlerin yüzey sıcaklığı metan ve kömür tozuna göre dizayn edilecektir. Kömür tozu var ise 150 °C, yok ise 450 °C olabilmektedir.

Grup 2: Maden sanayi dışındaki sanayi kollarını kapsar.

Aynı zamanda maden sanayi dışındaki sanayi kollarında kullanılmakta olan Grup 2 ekipmanlar da gaz ve toz olarak ve sonrasında da gaz veya tozun tehlike durumuna göre tekrar gruplandırılmaktadır. Gazlar tehlike seviyelerine göre Zone 0, Zone 1, Zone 2 olarak isimlendirilirken tozlar ise Zone 20, Zone 21, Zone 22 olarak isimlendirilmektedir.



Şekil 1. Zone Alanları

Bir sonraki adım olarak da gaz ve tozlar tehlike tiplerine göre sınıflandırılırlar.

Gazlar;

IIA-Propan, Bütan

IIB-Etilen

IIC-Asetilen, Hidrojen olarak üç farklı tehlike tipine ayrılırlar. C tipi en tehlikeli gazları ifade ederken A grubu daha az tehlikeli gazları ifade eder.

Tozlar;

IIIA-Yanıcı ve Uçucu Maddeler

IIIB-İletken Olmayan Toz

IIIC-İletken Toz olarak üç farklı tehlike tipine ayrılırlar. C tipi en tehlikeli tozları ifade ederken A grubu daha az tehlikeli tozları ifade eder.

Ayrıca, toz ve gazlar için kullanılacak ex-proof ekipmanlar için sıcaklık grupları da bulunmaktadır.

T1-450 °C

T2-300 °C

T3-200 °C

T4-135 °C

T5-100 °C

T6-85 °C maksimum yüzey sıcaklığına kadar koruma sağlayan sıcaklık gruplarıdır.

Sıcaklık Sınıfı	Maksimum Yüzey Sıcaklığı(°C)	Patlayıcı Gaz Tutuşma Sıcaklığı(°C)
T1	450	> 450 °C
T2	300	> 300 °C
T3	200	> 200 °C
T4	135	> 135 °C
T5	100	> 100 °C
T6	85	> 85 °C

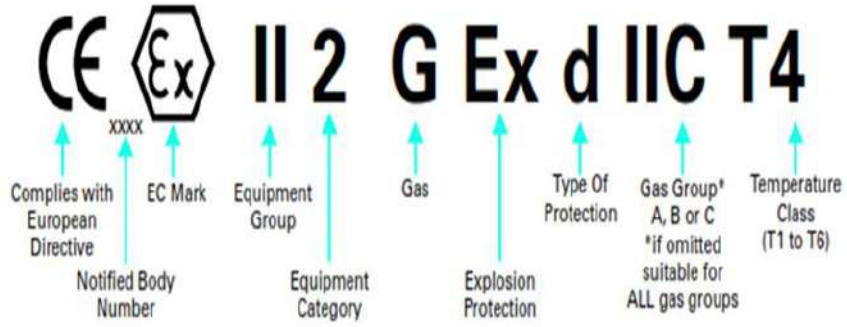
Şekil 2. Ex-proof Ekipman Sıcaklık grupları

Son olarak da gazlar ve tozlar için temel koruma tipleri bulunmaktadır:

EX KORUMA TİPİ	TANIM
Ex 'd'	Alevsizdirmaz Koruma
Ex 'e'	Arttırılmış Güvenlik
Ex 'i'	Kendinden emniyetlilik
Ex 'o'	Yağ Daldırma
Ex 'p'	Basınçlandırma
Ex 'q'	Toz Doldurma / Kum Doldurma
Ex 'm'	Kapsülleme
Ex 'n'	Harekete Geçirmeyen / Normal Çalışma

Şekil 3. Gazlar ve tozlar için temel koruma tipleri

Temel amaç sıcaklık, tehlikenin gaz veya toz olması, sıcaklık sınıfı ve koruma tipi gibi tüm bu unsurları dikkate alarak uygun ekipmanların belirlenip kullanılması ve olası tehlikelerin önüne geçerek çalışanları ve çevreyi olası patlamanın kötü etkilerinden korumak ve daha güvenli bir şekilde proses yürütmektir.



Şekil 4. Ex-proof Ekipman isimlendirme örneği

PATLAMADAN KORUNMA DOKÜMANI (PKD)

ATEX direktifleri ve 20/06/2012 tarihli, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkındaki Yönetmelik" gereğince patlayıcı ortam oluşması ihtimali bulunan iş yerleri tarafından hazırlanması yasal olarak zorunlu olan dokümandır.

Patlayıcı madde yanıcı maddelerin, gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımlar patlayıcı ortamı ifade eder. Fakat her zaman yanıcı gaz tutuşma kaynağıyla bir araya geldiğinde patlama meydana gelmez. Patlama olabilmesi için gazın miktarının LEL (Lower Explosion Limit) dediğimiz patlayıcı alt sınırı ile UEL (Upper Explosion Limit) dediğimiz patlayıcı üst sınırı arasında olması gerekmektedir.

Patlayıcıdan Korunma Dokümanının içerisinde;

Muhtemel patlayıcı ortamların belirlenmesi, risk analizi çalışması, boşalma noktalarının tespit edilmesi, hesaplarının yapılması ile tehlikeli bölgelerin belirlenmesi, vaziyet planı üzerinde zone bölgelerinin haritalanması, Azaltıcı ve operasyonel önlemlerin belirlenmesi, sistemin gözden geçirilmesi için tavsiyeler yer almalıdır.

Patlamadan Korunma Dokümanı Hazırlanması

1. İş yerinde kullanılan tüm MSDS'ler (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu) incelenerek yanıcı, patlayıcı ve parlayıcı özellikteki kimyasalların belirlenmesi,
2. Belirlenen kimyasallara göre EN 60079-10-1, EN 60079-10-2 ve CEI 31-35 standartları kullanılarak Zone (Bölge) hesaplamalarının yapılması,
3. Zone (Bölge) haritaları çizilerek, Patlamadan Korunma Dokümanının oluşturulması ile süreç noktaları.

Özetle Patlayıcıdan Korunma Dokümanı çalışanları sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ve yanıcı ortamların tehlikelerinden korumak için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esasları düzenlemekte; patlama risklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, patlamaların önlenmesi için gerekli çalışmaların yapılması, işyerinin güvenilir hale getirilmesi için gerekli zone alanları ve bunlara uygun ekipmanların belirlenmesini konu alan dokümandır.



Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik Gereğince Hazırlanması Gereken Dokümanlar;

SEVESO- BÜYÜK KAZALARIN ÖNLENMESİ DİREKTİFİ

Kuzeybatı İtalya'da Seveso Kasabasında 1976 yılında meydana gelen büyük bir fabrika kazasından sonra endüstriyel kazaların oluşmasının engellenmesi ve gerekli önlemlerin alınması adına hazırlanmış olan Seveso Direktifi (82/501/EEC) kabul edilmiştir.

İlk olarak 1982 yılında çıkarılan ve son olarak 2012 yılında güncellenen SEVESO Direktifi ülkemizin mevzuatına 2013 yılı sonunda yürürlüğe giren Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik ile aktarılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın yer aldığı bir komisyon tarafından hazırlanan bu yönetmelik, tehlikeli kimyasal maddeleri (yanıcı gazlar, sıvılar, brom, klor, hidrojen vb.) bulunduran kuruluşların bu maddeleri miktarlarıyla birlikte bildirmelerini ve kullanılan maddenin miktarına bağlı olarak çeşitli önlemler almalarını öngörüyor.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yazılım portalı olan Çevre Bilgi Sistemi bünyesinde yer alan Seveso Bildirim Sistemi (BEKRA Bildirimi), Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik Eki'nde yer alan Tehlikeli Kimyasal Maddeleri bulunduran kuruluşların, buldukları maddeler ile miktarlarını toplama kuralı yaparak Bakanlık'a beyan ettikleri sistemdir. Yönetmelik gereği işletmeler tarafından yapılması gerekli olan bu beyan, Seveso Bildirimi olarak adlandırılmaktadır.

Yapılan Seveso Bildirimi sonrasında işletmeler, sistem tarafından "Alt Seviyeli Kuruluş", "Üst Seviyeli Kuruluş" veya "Kapsam Dışı" olarak sınıflandırılır.

Alt Seviyeli Kuruluş olarak sınıflandırılan kuruluşların;

- 1-Büyük Kaza Önleme Politikası (BKÖP),
- 2-Büyük Kaza Senaryo Dokümanı (BKSD) dokümanlarını hazırlamaları gerekmektedir.

Üst Seviyeli Kuruluş olarak sınıflandırılan kuruluşların;

- 1-Güvenlik Raporu,
- 2-Büyük Kaza Senaryo Dokümanı (BKSD),
- 3-Dahili Acil Durum Planı (DADP) dokümanlarını bulundurmaları gerekmektedir.

Büyük Kaza Önleme Politikası (BKÖP)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığına yapılan BEKRA bildirim sonucunda alt seviyeli kuruluş olarak sınıflandırılan işletmeler Büyük Kaza Önleme Politikası Raporu hazırlamak zorundadırlar. Büyük kaza önleme politika belgesi büyük endüstriyel kazaları önlemek ve işyerinde yüksek seviyede koruma önlemi almak amacıyla hazırlanan belgedir.

Büyük Kaza Önleme Politikası İçeriği

- 1-Kuruluşun Tanımı, Proses İçeriği, Tesisin Tanımı
- 2-Kuruluşun Güvenlik Yönetim Sistemi hakkında bilgiler
- 3-Ekler (Kuruluşa ilişkin bilgiler, Planlar, Kurum yazıları, Tehlikeli maddeler ile ilgili değerlendirmeler, Güvenlik Yönetim Sistemi (GYS) dokümanları, Çeviriler)
- 4-Tablolar
- 5-Özet

Büyük Kaza Senaryo Dokümanı (BKSD)

Alt ve üst seviyeli kuruluşların işletmecisi tarafından büyük endüstriyel kaza tehlikelerinin belirlenmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerin değerlendirilmesi amacıyla büyük kaza senaryo dokümanı hazırlanır veya hazırlatılır.

Yönetmelikte Büyük Kaza Senaryo Dokümanı (BKSD); kuruluşta büyük endüstriyel kaza tehlikelerinin belirlenmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan doküman olarak tanımlanmıştır.

BKSD ana hatlarıyla büyük kaza senaryolarının belirlenmesinde kuruluşların gerçekleştirdiği tüm çalışmaların sistematik olarak aktarılacağı bir dokümandır. Senaryoların belirlenme yöntemleri, ulusal ve/veya uluslararası kabul görmüş teknikler, kullanılan olasılık ve frekans değerlerinin seçim yöntemleri, yönetmelikte belirtilen hedef frekans değerine ulaşma yöntemi, aktif ve pasif bariyerlerin değerlendirilmesi, yatırımın planlanması, fonksiyonel güvenlik hesaplamaları gibi tüm sürecin aktarılması amaçlanmaktadır.

Büyük Kaza Senaryo Dokümanı İçeriği

- 1-BKSD ekibinin belirlenmesi (koordinasyon, araç gereç, zaman, mekân)
- 2-BKSD hazırlanması için atılacak adımların belirlenmesi (tesisler)
- 3-Tehlikeli maddelerin belirlenmesi ve sınıflandırılması
- 4-Tehlikeli ekipmanların belirlenmesi
- 5-Dahili tehlikelerin tanımlanması
- 6-Harici tehlikelerin tanımlanması
- 7-BKSD oluşturulması, analizi ve değerlendirilmesi
- 8-Diğer hususlar
- 9-Tablolar, şekiller

GÜVENLİK RAPORU

Çevre ve Şehircilik Bakanlığına yapılan BEKRA bildirim sonucunda üst seviyeli kuruluş olarak sınıflandırılan işletmeler Güvenlik Raporu hazırlamak zorundadırlar. Güvenlik Raporu büyük endüstriyel kazaları önlemek ve işyerinde yüksek seviyede koruma önlemi almak amacıyla hazırlanan belgedir. Bir diğer deyişle Güvenlik Raporu; bir işletmede personellerin güvenli bir çalışma ortamlarının olup olmadığı tespit etmek amacı hazırlanan rapordur.

Güvenlik Raporu İçeriği

- 1-Özet
- 2-Kuruluşun, çevresinin ve kuruluştaki tesislerin tanımı
- 3-Büyük kaza senaryoları ve güvenlik tedbirleri hakkında bilgi
- 4-Ekler
- 5-Tablolar
- 6-Şekiller
- 7-Resimler
- 8-Haritalar

DAHİLİ ACİL DURUM PLANI (DADP)

İşletmeci; kuruluşunda meydana gelmesi muhtemel kazaların çevreye olan etkilerini önlemek ve azaltmak için gerekli her türlü tedbiri almakla yükümlüdür. Yönetmelikte, bu Tebliğde ve diğer ilgili mevzuatta belirtilen usul ve esasları dikkate alarak bir dâhili acil durum planı hazırlar veya hazırlatır, nihai planı bir ay içinde Bakanlığın bildirim sistemine yükler ve kuruluşta bulundurur.

Dâhili acil durum planı, büyük kaza senaryo dokümanında belirtilen her bir kaza türünü (yangın, patlama, toksik yayılım) içerecek şekilde tüm büyük kaza senaryolarına uygulanabilecek nitelikte ve endüstriyel kazayı tetikleyebilecek deprem, sel, taşkın gibi doğal afetler de dikkate alınarak hazırlanır.

Dahili Acil Durum Planı İçeriği

- 1-Özet
- 2-Organizasyon Yapısı
- 3-Koordinasyon ve İletişim
- 4-Kaynaklar ve Ekipmanlar
- 5-Kişisel koruyucu ekipmanın hazırda bulunması
- 6-Kullanılacak ekipmanların kullanım alanlarına uygunluğu
- 7-Eğitim
- 8-Tatbikatlar
- 9-Büyük kazaların insan sağlığını etkileyen yönleri
- 10-Büyük kazaların çevre üzerine etkileri
- 11-Toksik yayılımın kontrolü
- 12-İzleme ve örnekleme kaynak ve tedbirleri
- 13-Ekler

Kaynakça:

- [1] Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik
- [2] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [3] Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik
- [4] Büyük Endüstriyel Kazalarda Uygulanacak Dâhili Acil Durum Planları Hakkında Tebliğ
- [5] Büyük Endüstriyel Kazalarla İlgili Hazırlanacak Güvenlik Raporu Tebliği
- [6] Büyük Endüstriyel Kazalarla İlgili Hazırlanacak Büyük Kaza Önleme Politika Belgesi Tebliği
- [7] Büyük Endüstriyel Kazalarla İlgili Hazırlanacak Büyük Kaza Senaryo Dokümanı Tebliği

ÖZGEÇMİŞ

Uğurcan ÇELEBİ

Kocaeli Üniversitesi Rafineri Petrokimya Bölümünün ardından Hitit Üniversitesi Kimya Mühendisliğinden mezun oldu. Mezun olduktan sonra önce Proses Mühendisi olarak çalıştı, ardından Proses Emniyeti üzerine uzmanlaşıp Proses Emniyet Mühendisi ve Szutest Uygunluk Değerlendirme A.Ş.'de birim yöneticisi olarak çalışıyor.

ENDÜSTRİDE PATLAYICI ORTAMLARDA HAVALANDIRMA

Ali Serdar GÜLTEK

ÖZET

İşyerlerinde patlayıcı ortam oluşabilecek “tehlike bölgeleri” hem Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik içeriğinde, hem de Binaların Yangından Korunması Yönetmelik içeriğinde tanımlanmıştır.

Hangi çalışma ortamının hangi tehlike bölgesi olarak sınıflandırılacağını belirtir yöntem; TS EN 60079-10-1, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Alanların Sınıflandırılması - Patlayıcı gaz ortamları ve TS EN 60079-10-2, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-2: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Yanıcı toz atmosferler standartlarında yer almaktadır.

Yapılan patlayıcı ortam sınıflandırmasına bağlı olarak bu ortamlarda güvenli çalışacak enerjilendirilmiş donanım ve cihaz kategorileri belirlenebilmektedir. Ağırlıklı olarak boya, kimya, ilaç, baskı/ambalaj üretimleri gerçekleştiren işyerlerinde tatbik edilen TS EN 60079-10-1 standardının yeni sürümü 15/02/2021 tarihinde ülkemizde yürürlüğe girmiştir. Yanıcı gaz ve buharla çalışan işyerlerinde patlayıcı ortam güvenliğini sağlamak üzere en önemli tedbir havalandırma etkinliğidir.

Standart içeriğinde sunulan eşitliklerin haricinde, kapsama giren tehlikeli kimyasalların iş ortamına nasıl ve ne oranda yayıldığını tespit etmek, Alt Yanma Sınırı (LFL) kritik yüzdesine yatayda ve dikeyde hangi menzilde erişildiğini Hesaplamalı Akışkan Dinamiği – HAD / CFD yazılımları ile belirlemek mümkündür. Çalışmada, standart içeriğinde yer alan tablo kullanımına yönelik kısıtlamalar belirtilmiştir.

Anahtar sözcükler: Patlayıcı ortam, havalandırma, CFD

VENTILATION IN INDUSTRIAL EXPLOSIVE ATMOSPHERES

ABSTRACT

“Zones” where an explosive atmosphere may occur in workplaces are defined both in the Regulation on the Protection of Employees from the Hazards of Explosive Environments and in the Regulation on the Protection of Buildings from Fire.

The method that specifies which work environment will be classified as which danger zone is included in “TS EN 60079-10-1, Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of Areas - Explosive Gas Atmospheres” and “TS EN 60079-10-2, Explosive Atmospheres - Part 10-2: Classification of Areas - Combustible Dust Atmospheres” standards.

Depending on the explosive atmosphere classification, energized equipment and device categories that will operate safely in these environments can be determined.

The new version of the TS EN 60079-10-1 standard, which is mainly applied in workplaces that produce paint, chemistry, medicine, printing/packaging, entered into force in Türkiye on 15/02/2021.

Ventilation is the most important measure to ensure the safety of explosive atmospheres in workplaces operating with flammable gas and flammable vapor.

Apart from the formulas presented in the standard content, it is possible to determine how and at what rate the hazardous chemicals covered propagate to the work environment, and to determine in what range the critical percentage of the lower combustion limit (LFL) is reached horizontally and vertically using Computational Fluid Dynamics CFD software.

Keywords: Explosive atmosphere, ventilation, CFD

1. GİRİŞ

Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışım patlayıcı ortam olarak tanımlanır.

Basit bir cümleden oluşan bu tanımın içeriğindeki tamlamalar can güvenliğini sağlamak için önemli koşulları belirtmektedir. Bu çalışmaya dahil olan maddeler yanıcı özellikte olan maddelerdir. Bu maddelerin çalışmanın kapsamında yer aldığı fiziksel halleri elle tutulur katı bir cisim veya bir kap içindeki sıvı hali değil, çalışma ortamı havası içine karışmış halde gaz, sıvı buharı, sis formunda partikül veya toz formunda partikül halidir.

Bu çalışmada sözü geçen karışımların değerlendirildiği durumlar, basınçlı kaplar içinde değil, atmosfer basıncına denk kaplar içinde veya kap dışına yayılan kimyasalların bulunduğu çalışma ortamlarıdır. Yanıcı maddeler başka oksitleyici gaz ortamlar içinde karışımlar oluşturabilir. %78 azot, %21 oksijen gazları karışımından oluşan ve hava olarak adlandırılan gaz ortam içindeki karışımlar değerlendirme kapsamındadır.

Çalışma ortamındaki sıcak yüzey, açık alev, rezistanslı ısıtıcı, mekanik sürtünme, statik elektrik, kimyasal tepkime gibi farklı kaynaklar tutuşturucu etki oluşturabilir. Teorik olarak, yanıcı madde konsantrasyonu alt yanma limitine eriştiğinde patlama olarak adlandırılan yanma olayı gerçekleşmektedir. Gerçekte, alt yanma limitinin %25'i konsantrasyon emniyet değeri olarak kabul edilmektedir. Bu kadar az konsantrasyonda bile tutuşabilen hava/yakıt karışımının alevi kaynağa yaklaştıkça konsantrasyon artabilir ve tam yanma sonucunda patlama gerçekleşir. Bu süreç mikro saniye ölçeğinde gerçekleştiği için çalışma ortamındaki kişiler için hızlı yanma ile patlama arasındaki geçişi tespit etmek çok zordur. Dolayısıyla, bu tür çalışmaların gerçekleştiği ortamlar "tehlike bölgesi" olarak tanımlanır.

İşyerlerinde patlayıcı ortam oluşabilecek "tehlike bölgeleri" hem Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik içeriğinde, hem de Binaların Yangından Korunması Yönetmelik içeriğinde tanımlanmıştır. Bu düzenlemelerde tehlike bölgeleri aşağıdaki şekilde yer alır:

Bölge 0

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık olduğu boru ve kap içleri gibi yerlerdir.

Bölge 1

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan dolum borusu civarı ve armatürler gibi yerlerdir.

Bölge 2

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışarak normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan yerler ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu tankların yakın çevresi, boru bağlantısı gibi yerlerdir.

Hangi çalışma ortamının hangi tehlike bölgesi olarak sınıflandırılacağını belirtir yöntem; TS EN 60079-10-1, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Alanların sınıflandırılması - Patlayıcı gaz ortamları ve TS EN 60079-10-2, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-2: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Yanıcı toz atmosferler standartlarında yer almaktadır.

Tehlike bölgesi sınıflandırmasına bağlı olarak patlayıcı güvenli çalışacak enerjilendirilmiş donanım ve cihaz kategorileri belirlenebilmektedir.

1.1. Patlayıcı Ortam – Havalandırma İlişkisi

Yanıcı gaz ve buharla çalışan işyerlerinde havalandırmanın etkili uygulanması patlayıcı ortam güvenliğini sağlayacak çok önemli bir tedbirdir.

TS EN 60079-10-1, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Alanların Sınıflandırılması - Patlayıcı gaz ortamları standardına göre, patlayıcı ortam olarak belirlenen karışımın çalışma ortamında ne kadar yayılacağı havalandırma sisteminin seyreltme etkinliği ile değerlendirilmektedir. Ortama yayılan gaz veya yanıcı sıvının buharının debisi, yoğunluğu, alt yanma sınırı arasındaki fonksiyon havalandırmanın karakteristiğini belirler. Havalandırma karakteristiği ile ortamda bulunan hava hızı arasındaki ilişki ise havalandırma sisteminin seyreltme derecesini belirler. Havalandırma derecesi ilgili standartta yüksek, orta, düşük olarak belirlenmiştir.

Yüksek Seyreltme:

Hava değişim sayısının yüksek olduğu ve/veya çalışma hacminin küçük olduğu alanlarda söz konusu olmaktadır. Patlayıcı ortam oluşması beklenen çalışma alanının küçük tutulması önemli bir önlem olarak değerlendirilebilir.

Orta Seyreltme:

Havalandırmanın yanıcı sıvı buharını bir mertebeye kadar seyreltebildiği ancak çalışma alanındaki fiziki engeller, ortam havası sıcaklığı, ortam havası basıncı gibi etkenler yüzünden tam olarak ortamdaki uzaklaştırılmadığı durumları belirtir. Bu ortamlarda statik elektrik dahil bütün tutuşma kaynaklarına karşı önlemler yerine getirilmelidir.

Düşük Seyreltme:

Patlayıcı gaz ortamını seyreltme etkinliği cinsinden havalandırmanın verimi f değeri ile ifade edilir. Bu f değeri f=1 (ideal durum) ile tipik olarak f=5 (engellenmiş hava akışı) arasında değişir. Dolayısıyla bir havalandırma sisteminde kanalların ucunda yer alan menfezlerin yeri, şekli, menfez önünde yer alan engellerin varlığı son derece önemlidir. Şöyle ki, f-değerindeki bir değişim ortama verilmesi gereken hava debisinin misli ile değişmesi anlamına gelmektedir. Havalandırma etkinlik katsayısı ile birlikte birim zamandaki hava değişim sayısı C, seyreltme etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Hava değişim sayısı arttıkça, ortama yayılan kimyasalın seyreltilmesi o kadar hızlı gerçekleşecektir.

Her ne kadar düşük seyreltme içinde ifade edilen hava değişim sayısının yüksekliğinin etkili bir yöntem olduğu düşünülse de, dikkat edilmesi gereken hususlar vardır.

Normal çalışma koşullarında yanıcı madde depolanan bir bina içerisinde, örneğin numune almak gibi veya büyük varilden küçük kaba kimyasal aktarma gibi elleçleme işlemleri yürütülüyorsa kimyasal madde yayılması beklenmez. Dolayısı ile patlayıcı ortam oluşumu beklenmez. Ancak "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" 118. maddesi yanıcı ve patlayıcı kimyasalların depolandığı hacimleri 1. tehlike bölgesi (Zone 1) olarak tanımlamaktadır. Böyle bir depoda normal koşullarda yukarıda belirtildiği gibi işlemler yapılırken zeminde oluşan dökülmeler veya taşıma sırasında devirme sonucu zeminde oluşacak dökülmeler sonucu kimyasal madde yayılması tali olarak beklenebilir. Zeminde oluşan atmosfer basıncındaki serbest yayılmanın yani buharlaşmanın hangi miktarda gerçekleşmenin hesaplanması için 1 numaralı eşitlik kullanılabilir:

$$W_e = \frac{6,55 u_w^{0,78} A_p p_v M^{0,667}}{R x T} \left(\frac{kg}{s} \right) \quad (1)$$

Bu eşitlikte; u_w değeri yayılan kimyasal yüzeyine etkiyen hava hızı değeridir. Hava hızının yüksek olması buharlaşma oranını doğrusal olarak artırmakta dolayısıyla yayılan kimyasalın konsantrasyonunu patlama aralığının altında tutabilmek için daha fazla debide havanın ortama verilmesi gerekmektedir. Eğer kanal kesiti ve menfez kesiti doğru boyutlandırılmazsa hava hızı artacaktır. Akabinde patlayıcı ortamın sınırları genişleyecektir.

Bir patlayıcı ortamın oluşmasının engellenmesi veya kısa sürede emniyetli konsantrasyon değerine seyreltilmesi yeterli debide ve doğru boyutlandırılmış havalandırma sistemi ile sağlanabilir. Hava değişim sayısının (C) fazla olması sistem debisini dolayısıyla sisteme enerji veren motorun boyutunu doğrudan etkilemektedir. Hava hızının (u_w) fazla olması yayılan kimyasalın oluşturacağı tehlikeyi artırmaktadır. Kanal ve menfezin dar seçilmemesi gerekir ancak maliyet açısından optimum değer gözetilmelidir. Menfezin yanlış yerleştirilmesi veya sistem motorunun düzensiz çalışması havalandırma etkinliği değerini (f) değiştirmektedir. Havalandırma etkinliği değerindeki her değişim hava debisinin misli ile artmasına neden olacaktır. Menfez doğru ve engelsiz yerleştirilmelidir.

Ortama yayılan kimyasalın yayılma durduktan sonra ne kadar sürede emniyetli konsantrasyon değerine seyreltiğinin bilinmesi gerekir. Pratikte, kimyasal yayılması 15 dakikadan daha uzun süre seyrelmiyorsa o yayılmanın kalıcı olarak kabul edilmesi gerekir. Bir kimyasal yayılmasının kalıcılığı şu denklem ile hesaplanabilir:

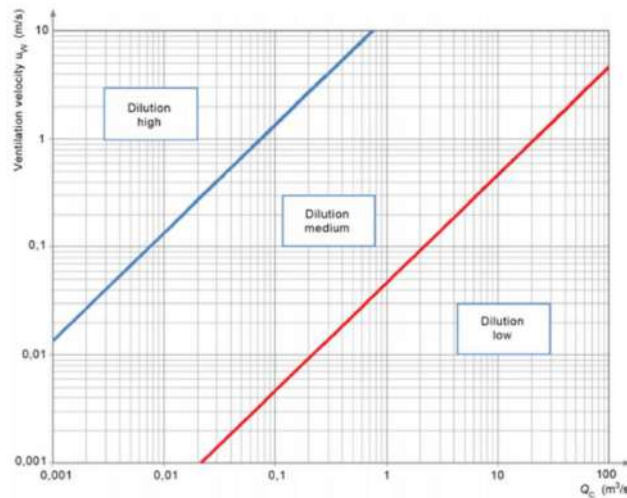
$$t = \frac{1}{C} \ln \frac{X_b}{X_c} \quad (2)$$

Denklemden yer alan X_b ve X_c değerleri havalandırma etkinlik katsayısı belirlerken kullanılan konsantrasyon değerleri olup havalandırma debisinin etkin olarak ortam iletildiğinin belirlenmesi kullanılır ve bu değerler ortam hacminde gerçekleştirilecek ölçümlerle doğrulanmalıdır. Konsantrasyon değerleri ile hava değişim sayısı (C), kalıcılık süresini doğrudan etkileyen unsurlardır. Menfez yerleşimi ve sistem debisinin doğru ve yeterli değerde belirlenmesi gerekir.

Ağırlıklı olarak boya, kimya, ilaç, baskı/ambalaj üretimleri gerçekleştiren işyerlerinde tatbik edilen TS EN 60079-10-1 standardının yeni sürümü 15/02/2021 tarihinde ülkemizde yürürlüğe girmiştir.

1.2. Patlayıcı Ortam Sınırlarının Değerlendirmesi

Standardın 2009 versiyonunda yer alan eşitliklerdeki bazı katsayılar 2015 yılındaki versiyonda değiştirilirken, seyreltme hacmi (V_z) yaklaşımı yerine grafikte yer alan değerlerin çakıştırılması yöntemi getirilerek metodoloji önemli şekilde değiştirilmişti. Standardın 2021 yılında çıkan yeni versiyonunda yer alan eşitliklerde ve tablolarda bazı katsayı değişiklikleri ve eklenen metinsel açıklamalar haricinde tehlike bölgesi belirleme metodolojisine yönelik fazla fark bulunmamaktadır. Ancak, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve patlayıcı ortam sınırlarının belirlenmesi sürecinde önemli bir kısıtlama önerilmektedir.



Şekil 1: Seyreltme derecesinin belirlenmesi

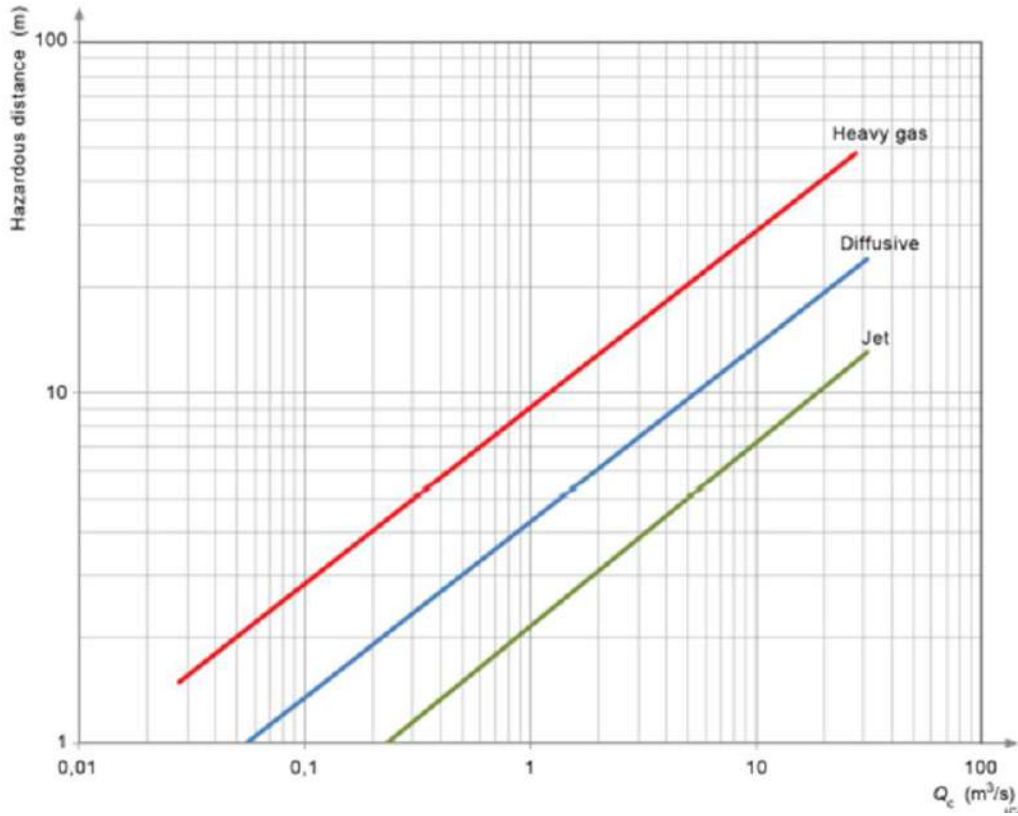
Standardın 2015 ve 2021 versiyonlarında tehlike bölgesinin metre cinsinden sınırlarını belirlemek için standardın içeriğinde yer alan D.1 numaralı şekil kullanılmaktadır. Ancak, standardın 2021 versiyonunda aşağıdaki kısıtlayıcı açıklama yer almaktadır:

“Şekilde yer alan eğriler, ortamda havalandırmanın etkilemediği yer olmadığı farz edilen yani sıfır arka plan konsantrasyon koşullarına dayanmaktadır. Bu eğriler iç mekanda orta seyreltme ve düşük seyreltme derecelerinde mesafe belirlemek için uygun değildir.”

Bu grafik, RMS kabininin içi gibi küçük ölçekli değerlendirmelerde kararlı sonuçlar vermeyebilir. Üretim holü gibi görece geniş ölçekli durumlarda yaklaşık değerler sunmaktadır. Zone (NE) olarak değerlendirilen koşullarda bu grafiğin kullanılması uygun değildir.

Tehlikeli mesafeler 1 m'den az ve Şekil D. 1'de gösterilenlerden daha yüksek olsa bile, belirtilen sınırların ötesinde değerlendirmeyi etkileyecek diğer faktörler nedeniyle eğrilerin grafik alanının ötesinde ekstrapolasyonu yapılmamalıdır.

Uygun olduğunda, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) veya teste dayalı diğer hesaplama veya değerlendirme biçimleri de uygulanabilir.”



Şekil.2: Tehlike bölgesi sınırlarının belirlenmesi

Pratikte; boya üretim tesislerinde ilk karıştırma işleminin yürütüldüğü alanlar veya kimyasal madde üretiminde karıştırma ve dozajlama başta olmak üzere, pigment/pasta hazırlama ve formül tamamlama alanlarında meydana gelecek patlayıcı ortamlarda kullanılacak karıştırıcı motoru, sirkülasyon pompası motoru, kontrol panosu, priz, şalter, aydınlatma armatürü gibi elektrikli ekipmanın örneğin Zone 2 tehlike bölgesine uygun olması için gerekli maliyet 1 birim ise Zone 1 tehlike bölgesine uygun olması için gerekli maliyet 5 birime kadar fark oluşabilmektedir. Yanlış boyutlandırılmış ve yerleştirilmiş kanal ve menfezler ile yetersiz debi kapasitesine sahip havalandırma sistemi, tehlikeli bölgede çalıştırılacak elektrikli ekipman maliyetini önemli ölçüde artıracaktır.

Tablo.1’de tehlike bölgesi tayininde kullanılan proses ve havalandırma ilişkisi gösterilmektedir.

Tablo 1. Havalandırma derecesinin tehlike bölgesi belirlenmesinde kullanılması [1]

Boşalma Derecesi	HAVALANDIRMA						
	YÜKSEK			ORTA			DÜŞÜK
	KULLANILABİLİRLİK						
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, Orta veya Kötü
Sürekli	(ZONE 0 NE) Tehlikesiz	(ZONE 0 NE) ZONE2	(ZONE 0 NE) ZONE 1	ZONE 0	ZONE 0 + ZONE 1	ZONE 0 + ZONE 1	ZONE 0
Ana	(ZONE 1 NE) Tehlikesiz	(ZONE 1 NE) Kuşak 2	(ZONE 1 NE) ZONE 2	ZONE 1	ZONE 1 + ZONE 2	ZONE 1 + ZONE 2	ZONE 1 veya ZONE 0
Tali	(ZONE 2 NE) Tehlikesiz	(ZONE 2 NE) Tehlikesiz	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 1 hatta ZONE 0

Patlayıcı ortamlara uygun elektrikli ekipmanların söz konusu maliyet artışından dolayı proses tasarlanırken tehlike bölgesinin en fazla Zone 2 olacağı proses kapasitesinin oluşturulması rasyonel yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Karıştırma proseslerinde kapak kullanımı yaygınlaşsa da, yanıcı özellikte kimyasal karıştırılan kapların yüzeyleri çoğu işletmede açık tutulmaktadır. İşletmelere patlamadan korunma dokümanı hazırlanırken “tali boşalma kaynağı” olarak zemine yayılan yanıcı özellikte kimyasal madde senaryosu da açık yüzeyden boşalma olarak kabul edilmektedir ve kaza senaryosu olarak değerlendirmede yer almaktadır.

Ancak tablo.1 incelendiğinde Tehlike Bölgesi (Zone) 2ağırlıklı olarak “orta” derece seyreltme koşullarına denk gelmektedir. Açık yüzeyden kimyasal buharı yayılması senaryosuna göre yapılan hesaplamalar, metodoloji içindeki eşitliklerde yer alan kabuller ve basitleştirmelerden dolayı çoğunlukla “orta” derece seyreltme ile sonuçlanmaktadır.

Orta derece seyreltme durumunda standarttaki yeni açıklamalar Şekil.2’de yer alan eğrilerin kullanılmasını kısıtlamakta ve “hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) – computational fluid dynamics (CFD)” olarak bilinen nümerik analiz çalışmasını önermektedir.

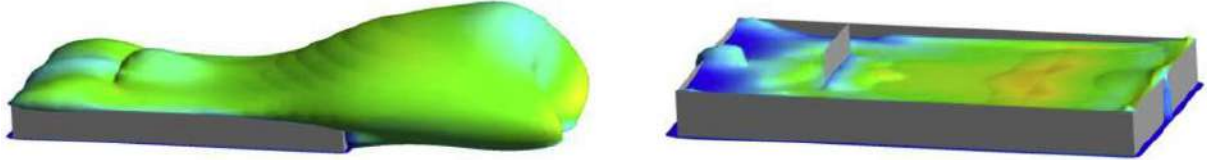
1.3. Patlayıcı Ortam Değerlendirmesi ve HAD Analizi

İlgili mevzuat, muhtemel patlayıcı ortam içeren işletmeler için patlamadan korunma dokümanı hazırlanmasını gerektirir. Bu dokümanın hazırlanması iki yönlüdür. İşletme muhtemel patlayıcı ortamlarda yer alan riskleri nasıl yöneteceğini beyan ederken, yasal denetleme yetkisine sahip iş müfettişleri söz konusu beyanın doğruluğunu ve uygulanabilirliğini kontrol ederler. 12 yıl kadar uzun süredir yürürlükte olmasına rağmen hali hazırda standartta yer alan el ile hesaplama (hand-calculations) yöntemi hem kullanıcılar tarafından hem de denetçiler tarafından ancak layıkıyla uygulanabilmektedir.

HAD analizinde hesaplama alanı binlerce küçük bölgeye ayrılmış durumdadır. Bu küçük hacimlere ayırma yaklaşımı kimyasal buharı / gaz yayılması sürecinin daha mekanik olarak gösterilmesini sağlar. İşlem sonrası elde edilen sayısal değerler kullanarak modeli oluşturulan geometri içinde sıcaklık ve basınç dağılımlarını, konsantrasyon ve ısı değerlerini görmek mümkündür.

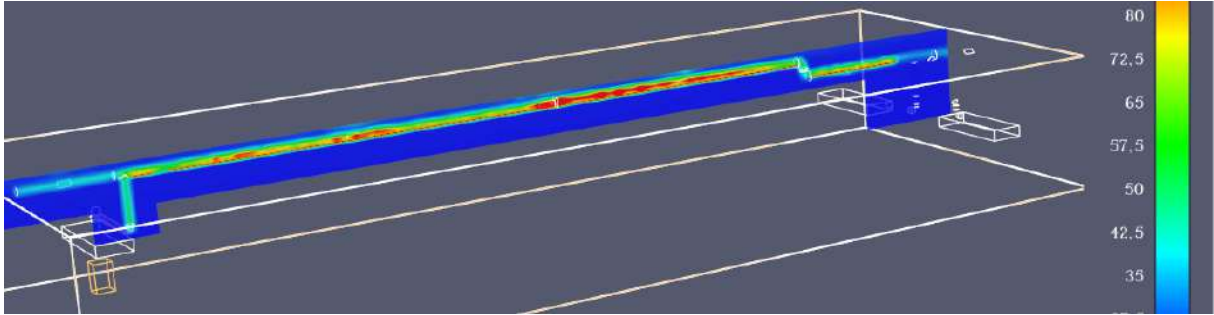
Analizi yapılan akışlar genellikle üç boyutlu, türbülanslı ve genişleyen gazlarla ortaya çıkan kaldırma kuvvetlerinin etkisi altındadır. Böyle karışık bir durumda kullanılacak en basit modelde ele alınan denklemlerle kartezyen koordinatlarda hız bileşenlerinin, gaz entalpisinin, basıncın ve türbülanslı viskozitenin çözülmesi gerekir. Bu bileşenleri önceden tanımlanmış (genellikle gerçek deneylerden alınan veriler kullanılarak) domenin içinde bulundurmamak gerekir.

Düşük mach hızında gerçekleşen termal akışların hesaplanmasında Navier-Stokes denklemlerinin Large Eddy Simulation (LES) formunu kullanarak çözümü yapan ve mevcutta ticari yazılımlar ile örneğin açık sahada LNG transfer tesisatındaki arızanın yayılma sınırları Şekil.3'de yer aldığı biçimde görsel olarak değerlendirilebilir.

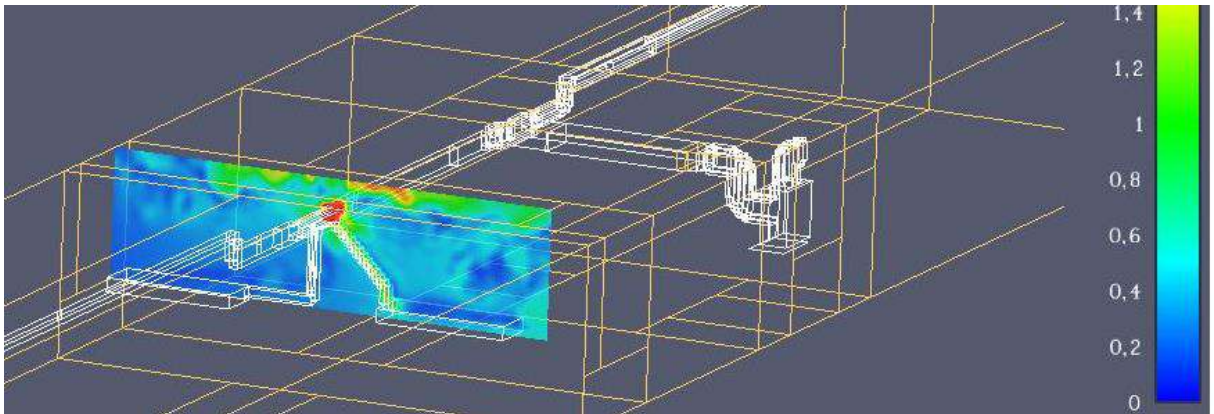


Şekil.3: Açık sahada havuz içinde LNG yayılmasının alt yanma sınırı (LFL) zaman ilişkisinin gösterimi

Ticari yazılımlar yanında, dünya çapında yaygın uygulanmakta olan açık kaynak kodlu Fire Dynamics Simulator (FDS) yazılımı kullanılabilir. Örneğin, Şekil.5 ve Şekil.6'da gösterildiği biçimde bir havalandırma tesisatı içindeki akışkan koşulları farklı kesitlerde ve farklı parametreler kullanılarak incelenebilir.

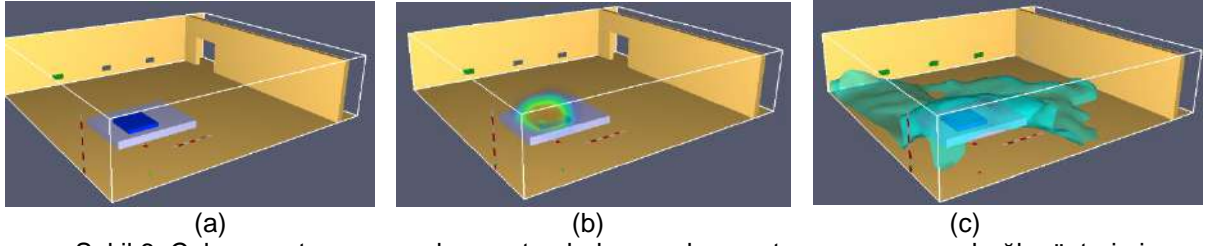


Şekil.4: Havalandırma kanalı boyunca gaz akışkanının durumunun incelenmesi



Şekil.5: Havalandırma tesisatına ait bir kesitteki gaz akışkan koşullarının incelenmesi

Örneğin zeminden yukarıda bir platform üzerinde aseton kimyasalı tesisattan kaba aktarılırken kap dışına yayılabilir. Şekil.7'de gösterildiği biçimde çalışma ortamına yayılan aseton kimyasalı acil müdahale kiti ile temizlenene kadar geçen sürede patlayıcı ortam oluşup oluşmayacağı senaryosu incelenebilir.



Şekil.6: Çalışma ortamına yayılan aseton buharının konsantrasyon-zamana bağlı gösterimi (a):başlangıç, (b) t=10s, (c) t=520s

HAD analizi yazılımları, genellikle aşağıda belirtilen korunum denklemleri ile hesaplamaları gerçekleştirmektedir. Kısmi diferansiyel eşitliklerden oluşan bu denklem seti bilinmeyenler olarak tanımlanan yoğunluk (ρ), hız (u), sıcaklık (T) ve basınç (p) değerlerinin hesaplanmasını sağlamaktadır

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho u = \dot{m}_b \quad (3)$$

Momentumun Korunumu

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u) + \nabla \cdot \rho u u + \nabla p = \rho g + f_b + \nabla \cdot \tau_{ij} \quad (4)$$

Enerjinin Korunumu - entalpi transport denklemi

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h_s) + \nabla \cdot \rho h_s u = \frac{Dp}{Dt} + \dot{q}'' - \dot{q}_b'' - \nabla \cdot \dot{q}'' + \Phi \quad (5)$$

İdeal Gaz Hal Denklemi

$$p = \frac{\rho RT}{W} \quad (6)$$

Gerek kapasite hesaplaması, gerekse bir kimyasal yayılması durumunda etkinliğinin sağlıklı değerlendirilebilmesi için modeli kullanacak kişiler hem akışkanın yayılması hakkında hem de model hakkında yeterli bilgi birikimine sahip olmalıdır. Aksi takdirde bir vakada son derece değerli olma potansiyeline sahip bir model, yanıltıcı sonuçlar verebilir. Teorik olarak elde edilmiş sonuçların yanlış şekilde anlaşılmasını önlemek için bu bilgi birikimi gereklidir. Teorik sonuçlar, patlayıcı ortam bilgisi ile beraber, akışkan bilgisi, ısı transferi bilgisi ve deneyimden kazanılan bilgiyle beraber kullanılmalıdır. Bu anlamda kullanıcı bilgisini diğer spesifik konularla pekiştirmelidir.

2. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

HAD analizi uygulayan yazılımlar bilgi kütüphaneleri ile çalışır. Kimyasal maddenin yoğunluk, molekül ağırlığı, kimyasal formülü, özgül ısı, kondüktivite, emisivite, absorpsiyon katsayıları, yanma ısı, buharlaşma ısı, kaynama noktası, alt yanma limiti (LFL) gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerinin tanımlanması gerekir. Etil alkol, aseton, ksilen gibi sık kullanılan hidrokarbonların erişmek nispeten kolaydır. Ancak, (hidroksietil)metakrilat gibi kimyasalların bütün verilerine erişmek mümkün olmayabilir. HAD analizi yazılımları kolay veya mucize çözüm değildir. Kullanıcı problemde hangi bileşenleri tanımlarsa, HAD yazılımı onu hesaplar. Bir yazılımda aynı problem için aynı koşulları kullanan farklı uygulayıcıların hepsinin sonuçları farklı çıkabilmektedir. Dolayısı ile HAD hesaplamasının sadece sonuçlarının değil, girdileri ile beraber sonuçlarının değerlendirilmesi gerekir.

Problemin geometrisi, kimyasal bilgisi, havalandırma tesisat bilgisi, yazılımın çözünürlüğü, kullanacağı hesaplama yöntemi çok iyi tanımlanmalıdır. Özellikle çözünürlük hesaplama için oldukça önemlidir. Çözünürlük arttıkça, hesaplanan hücre sayısı artmakta, dakikalar içinde bitecek bir çözüm saatlerce (örn. 16 saat) sürebilmektedir. Hatta probleme yanma senaryosu dahil edilirse hesaplama günlerce sürebilmektedir.

Unutulmamalıdır ki, elde edilen çözüm, kesin sonuç değildir. Bu duruma rağmen, özellikle kapalı ortamda, çalışma alanı ve havalandırma koşulları iyi tanımlanırsa karmaşık durumlar için Zone sınırı hesaplamada faydalı bir araç olabilir. Arka plan konsantrasyonu (Background concentration) – çalışma alanında nerelerde gerçekleşebilir? sorusunun cevabını ararken HAD analizi bir öngörü sağlar. Dolayısıyla, standardın bir sonraki sürümünde tablo ile çözüm yerine CFD hesaplamasının daha fazla ön plana çıkması beklenebilir.

3. KAYNAKLAR

- [1] TS EN 60079-10-1:2021 Patlayıcı Ortamlar- Bölüm 10-1: Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması- Patlayıcı Gaz Atmosferler, Türk Standartları Enstitüsü, Şubat 2021.
- [2] ZALOSH, R., "Industrial Fire Protection Engineering", Wiley, 2003.
- [3] Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, American Institute of Chemical Engineers, 2001.
- [4] Areal Locations of Hazardous Atmospheres Software, Technical Documentation, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), 2013
- [5] MCGRATTAN, K., Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide, Sixth Edition, NIST.SP.1018-1. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2015.
- [6] INGASON, H., Fire Dynamics In Tunnels, Handbook of Tunnel Fire Safety, 231. Londra: Thomas Telford Publishing, 2004
- [7] GÜLTEK, A.S., Boya Üretim Tesislerinde Endüstriyel Patlamalara Karşı Havalandırma Önlemi, IPRINTS 2016, Bildiriler Kitabı, 2016
- [8] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 19.12.2007 tarih ve 26735 sayılı Resmi Gazete
- [9] Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, 30.04.2013 tarih ve 28633 sayılı Resmi Gazete

ÖZGEÇMİŞ

Ali Serdar GÜLTEK

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Amerika Birleşik Devletleri, Worcester Polytechnic Institute okulundan Yangın Güvenlik Mühendisliği Yüksek Lisans derecesini aldı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünden Doktora derecesini aldı. A Sınıfı iş güvenliği uzmanı, NEBOSH-IGC sertifikası sahibidir. Özel sektörde yaptığı çalışmalardan sonra halen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu "Sivil Savunma ve İtfaiyecilik" ile "Özel Güvenlik ve Koruma" programlarında öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.

PATLAYICI ORTAM GÜVENLİĞİ VE PATLAMADAN KORUNMA UYGULAMALARININ FARKLI SEKTÖRLERDE UYGULAMALARI

Yusuf Mert SÖNMEZ
Mehmet DİLAVER
Fikret Ertan BÜTÜN

ÖZET

ATEX çalışmaları endüstri kuruluşlarında alevlenir sıvıların buharları, yanıcı gazlar ve yanabilen tozların sebep olduğu patlamaları önlemek ve etkilerini sınırlandırmak için yapılmaktadır. Bu çalışmada ilaç, gıda, kimya ve petrol ve gaz endüstrilerinde 23 farklı kuruluşta yapılan değerlendirmeler ile ATEX süreçlerinin endüstriyel güvenliğe bağlılığının sektörel olarak incelemesi yapılmıştır. İncelemede ele alınan değişimin yönetimi, proses güvenlik bilgisi elementleri ile beş ana başlıktan oluşan ATEX denetimleri (tehlikeli bölge belirleme, muayene süreçleri, kurulum ve devreye alma süreçleri, yetkinlik ve ATEX sürecinin genel yönetimi) arasındaki ilişki incelenmiştir. 23 farklı kuruluşta yapılan çalışmalarda tesislerin ATEX denetim skorları ortalama %44,97, Değişimin yönetimi skorları ortalama %42,56, proses güvenliği bilgisi skorları %42,75 ve ATEX muayenelerinde ekipman uyum skorları ise %27,80 belirlenmiştir. Bu çalışmada aynı zamanda sektörel bazda patlamaların önlenmesi için iyi uygulama örnekleri ve optimum yatırım önerileri ele alınmıştır.

Anahtar Sözlükler: ATEX, patlatıcı ortam, değişimin yönetimi, proses güvenliği bilgisi, endüstriyel güvenlik, yatırım, patlama önleme

APPLICATIONS IN DIFFERENT SECTORS OF EXPLOSIVE ENVIRONMENT SAFETY AND EXPLOSION PROTECTION PRACTICES

ATEX studies are carried out in industrial facilities to prevent explosions caused by vapors of flammable liquids, flammable gases and combustible dust and to limit their effects. In this study, evaluations made in 23 different facilities in the pharmaceutical, food, chemical and oil&gas industries and the adherence of ATEX processes were examined on a industrial basis. In the review, the relationship between the management of change, process safety information and ATEX audits consisting of five main titles (hazardous area determination, ex equipment inspections, installation and commissioning, competence, and general management of the ATEX process) were examined. In studies conducted in 23 different facilities, the facilities' ATEX inspection scores were determined as 44.97% on average, management of change scores were 42.56%, process safety information scores were 42.75%, and ex equipment compliance scores in inspections were 27.80%. In this study, good engineering practice examples and optimum investment proposals for the prevention of explosions on a industrial basis are also discussed.

Keywords: ATEX, explosive atmosphere, management of change, process Safety information, industrial safety, investment, explosion prevention

1. GİRİŞ

Endüstride tehlikeli kimyasallar elleçleme, transfer, üretim, katkılama, harmanlama, paketleme yığın depolama ve paketli depolama şeklinde kullanılabilir. Her bir kullanım türü farklı riskleri barındırmaktadır. Bu kullanım türlerinde endüstride sıklıkla kullanılan yakıtlar, solventler, reaktantlar yardımcı maddeler ve katkıları gibi organik ve metalik maddeler patlayıcı ortamlar oluştururlar [1].

“Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik” in 6. maddesine göre İşletmede patlama risklerinin değerlendirilmesi yapılırken sadece kullanılan kimyasallar değil, etkileşim sonucu oluşan örneğin, tam yanmanın gerçekleşmemesinden dolayı karbon monoksit gazının oluşması gibi yan ürünlerin ve/veya üretilen ürünlerinde dikkate alınması gereklidir.

Bu ortamların kontrol edilememesi durumunda patlama ve/veya yangın kaçınılmaz bir sonuç doğurmaktadır. Patlayıcı ortamın oluşması için tehlikeli kimyasalın bulunduğu ekipman, boru hattı veya ambalaj içerisinden dışarı çıkması gerekmektedir. Bu duruma fiziksel bütünlük kaybı (LOPC – Loss of Physical Containment) adı verilmektedir. Patlayıcı ortamın oluşmasına sebep olacak kimyasallar iki sınıfa ayrılabilir. Bunlar: Alevlenir gaz/buhar ve yanabilen katılardır [1].

İşletmelerde alevlenebilir kimyasallardan kaynaklı patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olarak teknik ve organizasyonel önlemlerin alınması gereklidir. Organizasyonel önlemler başlığı altında, talimatlar, iş izin sistemleri, eğitimler, işçi ehliyeti, güvenli bakım-onarım prosedürleri gibi önlemler yer almaktadır. Teknik önlemler başlığı altında ise verilen öncelik sırasına uygun olarak; patlayıcı ortam oluşmasını engellemek, patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek ve son olarak çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın etkilerini azaltacak önlemleri almak bulunmaktadır.

Patlayıcı atmosferlerin oluştuğu alanlarda birincil önlem patlayıcı atmosferlerin oluşmasını engellemeye yönelik önlemlerdir. İşin doğası gereği, alınan güvenlik önlemlerine rağmen hala tehlikeli bölge oluşumu gerçekleşiyorsa, bu durumda ikincil önlem olan tehlikeli bölge içinde bulunan ateşleme kaynaklarını engelleyecek önlemlere geçilmelidir [2].

TS EN 1127-1 “Patlayıcı Ortamlar – Patlamayı Koruma – Bölüm 1: Temel Kavramlar ve Metodoloji” Standardında 13 adet ateşleme kaynağından bahsedilmektedir. Bu ateşleme kaynaklarından biri elektriksel ekipman ve elektrik tesisatıdır. Patlama riskini en aza indirmek ve olası bir patlamada, patlamayı kontrol altına almak, işyerine ve iş ekipmanlarına yayılmasını en aza indirebilmek için; işyerleri, iş ekipmanları ve bunlarla bağlantılı tüm cihazların tasarımı, inşası, montajı ve yerleştirilmesi, bakım, onarım ve işletilmesinde gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Her bakım ve onarım sonrasında tesisin, ekipmanların veya koruyucu sistemlerin Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmeliğe (94/9/AT) uygunluğunun devam edip etmediği, bağlantılarının ve montajlarının durumu kontrol edilmelidir. İşyerlerinde patlamanın fiziksel tesirlerinden çalışanların etkilenme riskini en aza indirmek için uygun önlemler alınmalıdır [3].

Patlamadan korunma dokümanında tespit edilen uygunsuzlukların, ekipman kurulumu ve muayenesi sırasında tespit edilen uygunsuzlukların ortadan kaldırılması, tesisin daha güvenli bir hale getirilebilmesi için işletmelerde proses güvenliği kültürünün oluşturulması gereklidir. İşletmede güvenlik kültürünün oluşturulması işletmelerde riskleri tespit etmek ve yönetmek için uygulanacak uygulamaların (örneğin: değişim yönetimi, devreye alma süreçleri, proses güvenliği bilgisi, vb.) daha verimli bir hale gelmesini sağlayacaktır.

2. TÜRKİYE'DE MEVZUAT GEREKSİNİMLERİ VE STANDARTLAR

Ülkemizde birçok üretim tesisi yanıcı kimyasallar ile çalışmakta ya da üretim faaliyetleri göstermektedir. Bu kimyasallar havada belirli bir konsantrasyona ulaştıktan sonra tutuşturucu bir kaynak varlığında patlayarak can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Tutuşturucu kaynakların en belirgin olanlarından bir tanesi de tehlikeli alanlarda kullanılan elektrikli ekipmanlardır. Yaygın inanışın aksine bir ekipmanın uzun yıllar kullanılmasına rağmen patlamaya sebep olmaması, ilerleyen zamanlarda da patlamaya sebep olmayacağı anlamına gelmemektedir. Ekipmanlar ve altyapılar genellikle, uzun yıllar sonucunda aşınıp zarar gördükçe, arıza yapıp tutuşturucu kaynak olarak rol oynama ihtimalleri artmaktadır. Tehlikeli bölgeler içerisinde bulunan ekipmanlar her zaman patlamaya neden olmazlar.

Elektriksel ekipmanlar, alevlenir kimyasal boşalmaları sonucu oluşan tehlikeli bölgeler içerisinde normal çalışma koşullarında ark oluşturan ekipmanların bulunması durumunda ya da elektriksel ekipmanların bir arıza sonucu kıvılcım çıkarması veya olağan şartlara göre ekipmanların yüzey sıcaklığının daha yüksek yüzey sıcaklıklarına ulaşması gibi durumlarda tehlikeli bölgenin patlamasına neden olurlar.

Patlamaları engellemek adına ülkemizde de Ex-proof (Patlatmaz) adıyla bilinen özelliğe sahip elektrikli ekipmanların kullanılması gerekmektedir. Bu ekipmanlar yanıcı kimyasallardan kaynaklı patlamaları önlemek ya da etkilerini azaltmak adına özel olarak imal edilmiş elektrikli veya mekanik ekipmanlardır. Tehlikeli Bölge özellikleri belirlenmiş alanlarda buldukları bölgelere uygun özellik gösteren ex-proof ekipman kullanılarak patlama tehlikelerinden kaçınılabilmektedir.

Ex-proof ekipmanlar da koruma tiplerine ve güvenlik seviyelerine göre kendi içlerinde farklılık göstermektedir. Ekipmanları birbirinden ayıran en büyük özellik koruma tipleridir. Ekipmanların tasarımından kablolar ve boru hatlarına kadar birçok alanda farklılıklar bulunmaktadır.

Ex-proof ekipmanlarda kullanılan koruma yöntemleri ve bu korumalara özel hazırlanmış standart bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

Koruma tipleri beraberinde belirli özellikler ve gereksinimler getirmektedir. Bu gereksinimlerin başında da koruma tipine uygun bir şekilde kurulum ve bakımlarının yapılması gelmektedir. Eğer bu iki durum sağlanamıyorsa ex-proof ekipmanların olmayanlardan pek de bir farkı kalmayacaktır. Bu durum firmalara hem maddi olarak büyük ölçüde zarar vermektedir hem de güvenlik açısından olmaları gereken seviyenin altında kalmalarına sebep olmaktadır.

Tablo 1. Ex-proof Ekipman Koruma Yöntemleri

Koruma Tipi	İlgili Standart	Koruma Yöntemi
"d"	TS EN 60079-1	Alev dayanıklı mahfaza aracılığıyla mahfazanın iç kısmında meydana gelen patlamanın dış ortama etkisinin önlenmesi.
"p"	TS EN 60079-2	Mahfazanın iç kısmına sağlanan inert gaz ile pozitif basınçta tutularak içeri yanıcı gaz ya da buhar girişinin önlenmesi.
"q"	TS EN 60079-5	Ekipmanın elektrikli parçalarının bir dolgu maddesiyle (Kuars tozu, kuvars kumu gibi) kaplanmasıyla patlamaya sebep olmasının önlenmesi.
"o"	TS EN 60079-6	Ekipmanın elektrikli parçalarının koruyucu bir sıvıya batırılarak patlamaya sebep olmasının önlenmesi.

“e”	TS EN 60079-7	Elektrikli ekipmana uygulanan ek tedbirlerle, olması gerekenden yüksek sıcaklıklara çıkılması ve kıvılcım oluşumu ihtimallerine karşı artırılmış emniyet sağlanması.
“i”	TS EN 60079-11	Elektrikli ekipman içerisindeki elektrik enerjisinin ve patlayıcı ortamdaki geçen elektrik kablolarının kıvılcım ya da ısı etkisiyle tutuşmasına sebep olmayacak bir seviyeye sınırlanması.
“n”	TS EN 60079-15	Elektrikli ekipmana uygulanarak ekipmanı çevreleyen patlayıcı ortamı tutuşturulmasının önlenmesi.
“m”	TS EN 60079-18	Elektrikli ekipmanın kıvılcımla ya da ısı etkisiyle patlayıcı ortamı tutuşturabilecek parçaların bir komponent içerisinde tamamen kapatılmasıyla patlamanın önlenmesi.

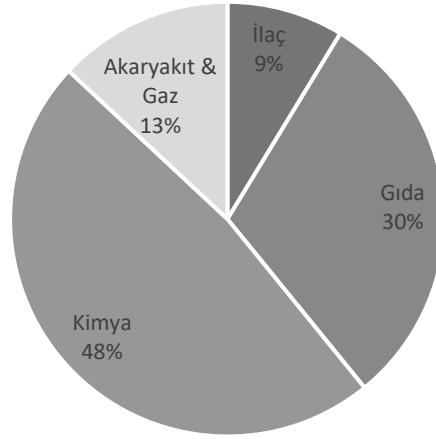
Ex-proof ekipmanların seçimi ve işletilmesi sürecinde farklı aşamalar mevcuttur ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ex-proof ekipmanların seçimi ve işletilmesi aşamaları

Çalışma Aşaması	Değerlendirme Metodu	İlgili Standart
Muhtemelen patlayıcı ortamın değerlendirilmesi ve tehlikeli bölgelerin belirlenmesi	Patlamadan Korunma Dokümanı	TS EN 60079-10-1 TS EN 60079-10-2
Belirlenen tehlikeli bölge tipine göre ex-proof ekipman ihtiyacının belirlenmesi	Patlamadan Korunma Dokümanı, ATEX uygunluk değerlendirmesi	TS EN 60079-0 TS EN 60079-14
Belirlenen tehlikeli bölge içerisinde bulunan ex-proof ekipmanların muayene edilmesi	ATEX uygunluk değerlendirmesi, Ex-proof Ekipman Muayenesi	TS EN 60079-17
Belirlenen tehlikeli bölge içerisinde bulunan ex-proof ekipmanların bakım-onarımının yapılması	ATEX uygunluk değerlendirmesi, Ex-proof Ekipman Muayenesi Ex-proof Ekipman Bakım-Onarımı	TS EN 60079-17 TS EN 60079-19
Yeni kurulacak ve mevcut ex-proof ekipmanları içeren sistemlerin tasarımı ve kurulumu	-	TS EN 60079-14

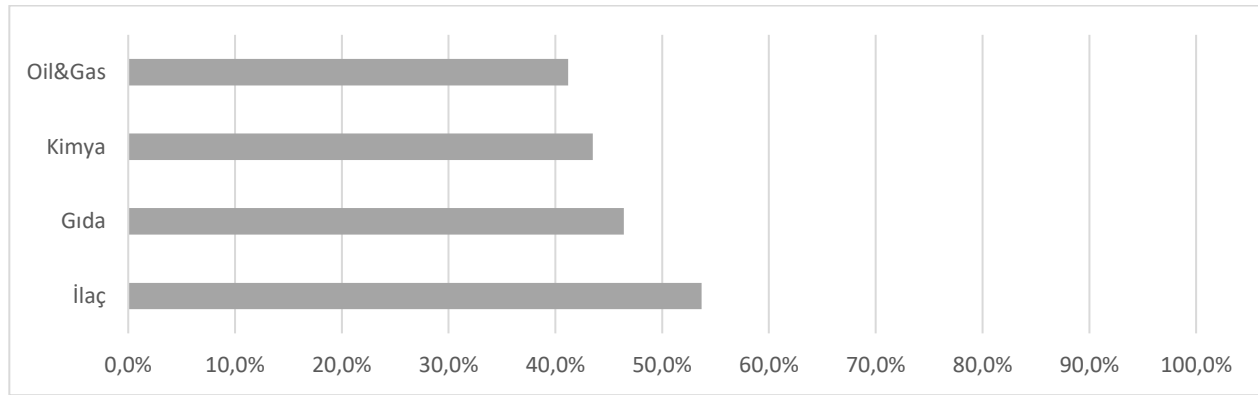
3. ÇALIŞMA KAPSAMI VE SEKTÖREL DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmada son 7 yıl içerisinde farklı sektörlerden seçilen 23 farklı kuruluşta gerçekleştirilen ATEX kapsamındaki çalışmaların istatistiksel sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada geçen işletmeler ve sektörleri büyükten küçüğe sırasıyla: Kimya sanayi 11 işletme, gıda sanayi 7 işletme, akaryakıt ve gaz 3 işletme, ilaç sanayi 2 işletme şeklindedir. Sektörlere göre yüzde dağılım Şekil 1’de verilmiştir. İlgili işletmelerin bilgileri ticari sır niteliğinde olduğundan çalışma içerisinde yalnızca bu bilgiler ile anılacaktır.



Şekil 1. Çalışmaya konu olan işletmelerin sektörel dağılımı

Çalışma yapılan tesislerde ATEX denetim sonuçları sektörlere göre Şekil 2'de verilmiştir. ATEX denetimi içerisinde 5 farklı unsur denetlenmiştir. Bunlar, tehlikeli bölge belirleme, muayene süreçleri, kurulum ve devreye alma süreçleri, yetkinlik ve ATEX sürecinin genel yönetimi süreçleridir. Tüm bu süreçlerin denetlenmesi sonucunda işletmelerin denetim skorları %100 en yüksek uyum ve %0 en düşük uyum şeklindedir.

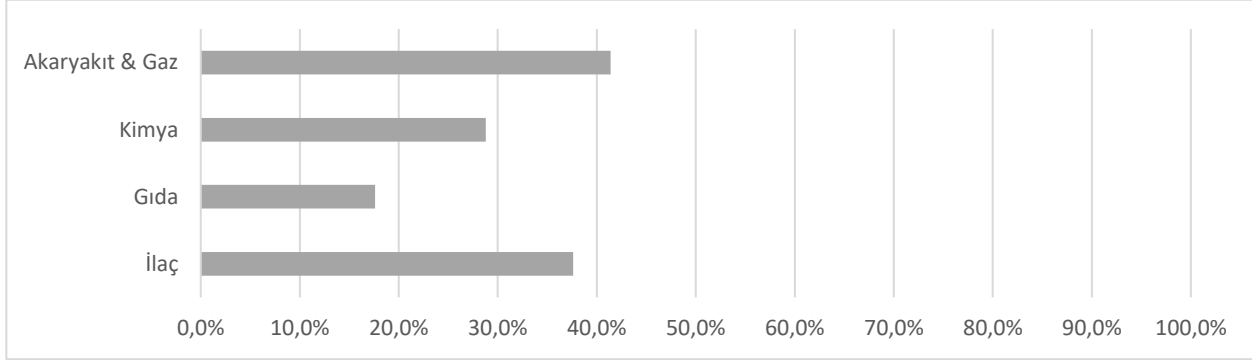


Şekil 2. ATEX denetim skorlarının sektörel yüzdeleri

Yapılan ATEX denetimlerinde en fazla uygunsuzluk içeren sektör akaryakıt & gaz olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla kimya, gıda ve ilaç endüstrisi gelmektedir. Kimyasal tehlikelere farkındalığın yüksekliği ve üretimde kullanılan hammadde miktarının diğer sektörlere göre daha az olmasından dolayı ilaç işletmelerinin en düşük uygunsuzluk seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca GMP ve benzeri ilave kontrol ve yönetim süreçlerinin bu işletmelerde başarı oranını artırdığı gözlenmiştir. Tüm işletmelerin uygunsuzluk ortalamaları değerlendirildiğinde 23 işletme için ortalama %44,9 oranında ATEX skoru belirlenmiştir.

ATEX kapsamında değerlendirilen bir diğer parametre ise Ex-proof ekipmanların muayenelerinde karşılaşılan uygunsuzluklardır. TS EN 60079-17 kapsamında uzman görüşü gerekmeksizin ex-proof ekipmanların 3 yılı aşmayacak şekilde periyodik muayenelerinin yapılması gerekmektedir. Ancak ülkemiz genelinde incelenen tüm tesislerde bu muayenelerde yüksek oranda eksiklikler tespit edilmiştir. 23

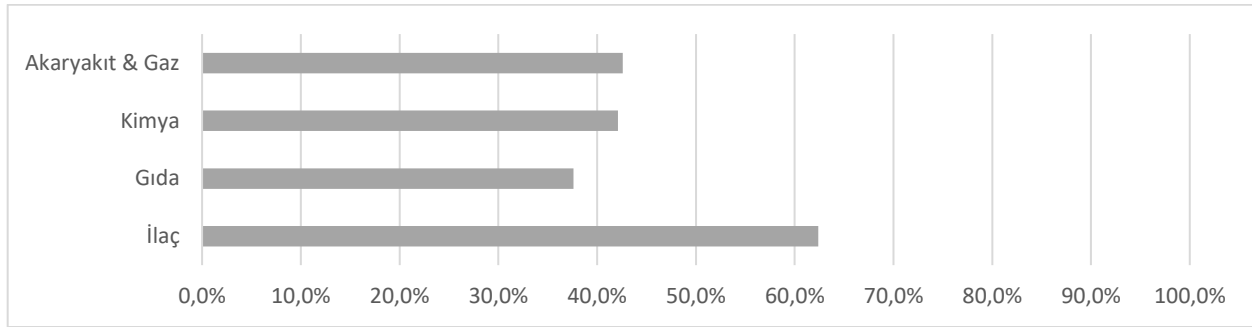
işletmede yapılan çalışmalar doğrultusunda ex-proof ekipmanların uyum oranı ortalama %27,80 belirlenmiştir. Ex-proof ekipmanlarda yer alan uygunsuzluklar sektörel bazlı değerlendirildiğinde en yüksek ekipman uyum oranı %41,4 ile akaryakıt & gaz endüstrisi olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırası ile ilaç, kimya ve gıda endüstrileri gelmektedir. Ex-proof ekipman uygunluklarının sektörel bazda değerlendirilmesi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Ex-proof ekipman muayene uygunluklarının sektörel yüzdeleri

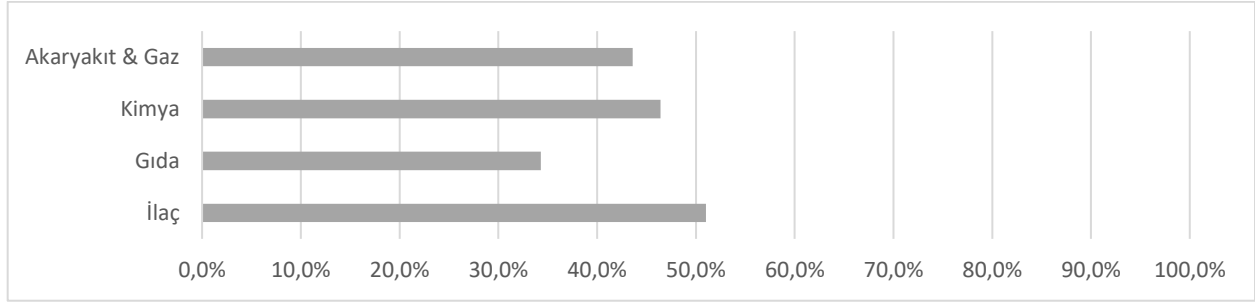
İşletmelerdeki ATEX süreçlerinin performansı proses güvenliği açısından yüksek öneme sahiptir. Aynı zamanda proses güvenliği açısından yönetilen pek çok süreç de doğrudan ve dolaylı olarak ATEX performansını etkilemektedir. Örneğin, değişim yönetimi süreçleri ATEX süreçlerinin sürdürülebilirliği ve yönetilmesi açısından kritiktir. Bir diğer önemli süreç ise proses güvenliği bilgisi sürecidir. Bu çalışmada değerlendirilen işletmelerde değişim yönetimi ve proses güvenliği bilgisi süreçleri de ayrıca denetlenerek ATEX sürecine etkileri ölçülmüştür.

Yapılan çalışmada işletmeler değişim yöntemi açısından ele alındığında değişim yönetimini en iyi uygulayan sektör ilaç endüstrisi olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla akaryakıt & gaz, kimya ve gıda gelmektedir. Tüm işletmelerin değerlendirildiğinde 23 işletme için ortalama %42,56 oranında değişim yönetimi skoru hesaplanmaktadır. Sektörel bazda değişim yönetimi skorları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Değişim yönetim skoru sektörel yüzdeleri

Çalışmada incelenen bir diğer husus ise proses güvenliği bilgisidir. İşletmelerde risklerin ortadan kaldırılması için alınacak önlemler, değişim yönetiminin başarılı bir şekilde yürütülmesi proses güvenliği bilgisinin bir girdisi ve aynı zamanda çıktısıdır. İşletmelerde proses güvenliği bilgisinin sektörel bazda değerlendirilmesi yapıldığında ilaç endüstrisi ilk sırada yer almaktadır. Tüm işletmelerin proses güvenliği ortalamaları dikkate alındığında 23 işletme için proses güvenliği bilgisi %42,75 olarak hesaplanmaktadır. Proses güvenliği bilgisi skorunun sektörel dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Proses güvenliği bilgisi skoru sektörel yüzdeleri

4. SONUÇLAR

Alevlenir ve yanabilir kimyasalların elleçleme, transfer, üretim, katkılama, harmanlama, paketlenme yığın depolama ve paketlenmiş depolama şeklinde kullanıldığı sektörlerde fiziksel bütünlük kaybı (LOPC – Loss of Physical Containment) beraberinde patlayıcı ortamın oluşmasına sebebiyet vermektedir. Ülke mevzuatı ve standartlar çerçevesinde 2016 – 2023 yılları arasında alanında uluslararası uzmanlarımız tarafından gerçekleştirilen saha uygulamaları ışığında hazırlanan bu çalışmada sektörel bazda eksikler analiz edilmiştir. İşletmelerin ATEX süreçlerinin denetlendiği denetim skorları değerlendirildiğinde en yüksek skor ilaç endüstrisinde tespit edilmiştir. Bu endüstride diğerlerine göre farklı olarak ilaç ve API (aktif ilaç hammaddesi) üretim süreçlerinde GMP (Good manufacturing practice) uygulamaları ile tasarım aşamasından başlayan validasyon süreçleri ATEX süreci iyileştirmelerini sağlamaktadır. İlaç endüstrisinde bu durum aynı zamanda değişim yönetimi ve proses güvenliği bilgisi skorlarının da yükselmesini sağlamaktadır.

Yönetilmesi gereken değişim sayısının yüksek olduğu kimya ve gıda endüstrilerinde değişim yönetim ipe proses güvenliği bilgisi skorları diğer endüstrilere göre düşük çıkmıştır. Bu durum doğla olarak Ex ekipmanların uyumu sonucunu da beraberinde getirmiştir.

Değerlendirme neticesinde endüstriden bağımsız olarak her işletme için aşağıdaki öneriler yapılmaktadır:

- İşletmelerin ATEX denetimi yaparak mevcut durumlarını analiz ettirmeleri sanal iyilik halini ortadan kaldıracaktır.
- Ex-proof ekipman envanterinin oluşturulması ve ex ekipmanların yönetilmesi için süreçler geliştirilmesi önerilir.
- Ex-proof ekipman muayenelerinin zamanında ve tüm ekipmanlara yapılması yasal bir yükümlülüktür. Muayene sonuçlarında elde edilen bulgu ve uygunsuzlukların giderilmesi için önceliklendirme içeren planlama yapılması önerilir.
- Tehlikeli sahalardaki tüm çalışanlara ATEX farkındalık eğitimi verilmesi önerilir.
- Mühendis ve uzman kadroları için eğitim verilmesi önerilir.
- İşletmede ATEX çalışmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için patlamadan korunma konsepti çalışmasının yapılması önerilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik, Sayı: 28848, Tarih: 11/12/2013.
- [2] Sönmez, Y. M.; Dilaver, M.; Bütün, F. E.; Şahin, İ. A.; Dilaver, V. M.; Efe, T. Y., (2022), Atex Patlamadan Korunma Prensipleri, ProSCon Yayınları, Ankara
- [3] Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik
- [4] TS EN 60079-10-1, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-1: Alanların sınıflandırılması - Patlayıcı gaz ortamları, TSE, 2021
- [5] TS EN 60079-10-2, Patlayıcı ortamlar- Bölüm 10-2: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Yanııcı toz atmosferler, TSE, 2015
- [6] TS EN 60079-0, Patlayıcı ortamlar - Bölüm 0: Donanım - Genel kurallar, TSEi 2020
- [7] TS EN 60079-14, Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan - Bölüm 14: Elektriksel tesislerin tasarımı, seçimi ve monte edilmesi, TSE, 2016
- [8] TS EN 60079-17, Patlayıcı ortamlar - Bölüm 17: Elektrik tesisatlarının muayenesi ve bakımı (IEC 60079-17: 2013), TSE, 2014

ÖZGEÇMİŞLER

Yusuf Mert SÖNMEZ

Yusuf Mert Sönmez lisans ve yüksek lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. İş hayatına kimyasal tesis tasarımı projelerinde proje mühendisi olarak başlamıştır ve tasarım projeleri ile ilgili 4'ü uluslararası 9 yayını bulunmaktadır. Kariyerine üretim müdürü ve tesis müdürü pozisyonlarında devam eden Yusuf Mert Sönmez verimlilik artışı üzerine araştırmalarda bulunmuş ve yaptığı üretim verimliliği çalışmaları ile 6 Sigma Yeşil kuşak sertifikası almaya hak kazanmıştır. 2013 yılından beri proses güvenliği alanında danışmanlık vermektedir. ÇASGEM'in ATEX eğiticilerinden olan Yusuf Mert Sönmez, bünyesinde bulunduğu ProSCon Mühendislik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin kurucu üyelerindedir.

Mehmet DİLAVER

Mehmet Dilaver lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. İş hayatına Sem A.Ş.'de Müşteri Destek Mühendisi olarak başlamıştır. Pozisyonu gereği spektroskopi cihazları odaklı önleyici bakım ve aplikasyon eğitimlerini Almanya ve Avustralya'da başarı ile tamamlamıştır. Kariyerine Linde Gaz A.Ş. Ülke Sağlık Birimi'nde Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesi Satış Mühendisi pozisyonunda devam etmiştir. 2013 yılından beri proses güvenliği alanında danışmanlık vermektedir. ÇASGEM'in HAZOP eğiticilerinden olan Mehmet Dilaver, bünyesinde bulunduğu ProSCon Mühendislik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin kurucu üyelerindedir.

Fikret Ertan BÜTÜN

Lisans eğitimini Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. Meslek hayatında ağırlıklı olarak patlamadan korunma dokümanı uzmanı olarak çalışmıştır. Farklı kurumlardan patlamadan korunma dokümanı hazırlama eğitimi (ATEX 137 yönetmeliği) sertifikasına sahiptir. Pozisyonu gereği birçok farklı şehirde farklı tesislere danışmanlık hizmeti vermiştir. 100'e yakın endüstriyel kuruluşun patlamadan korunma dokümanını hazırlamış olan Fikret Ertan BÜTÜN, kariyerine ProSCon Mühendislik'te ATEX uzmanı olarak devam etmektedir.

YANGIN SUYU TANKLARININ STANDARTLARI PROJELENDİRİLMESİ VE İMALATI

Gültekin GÜNGÖR

ÖZET

Yangından Korunmaya Yönelik Su Tankları için NFPA 22 Standardı, su tankları ve aksesuarların tasarımı, yapımı, kurulumu ve bakımı için minimum gereklileri belirler. Tankın boyutu ve yüksekliği, ilgili tüm faktörler dikkate alındıktan sonra bireysel mülkiyet koşullarına göre belirlenir. Tankı doldurmak için kullanılan su kaynağının, gelecekte de güvenilirliği dikkate alınarak yeterli ve sürekli olması gerekmektedir. Tankın ve yapının yangına maruz kalmaktan korunacağı şekilde yerleştirilmelidir.

Tankın kurulacağı yerin konumu ve zemin etüt hesapları ile tankın Rüzgâr Yüğü, Kar Yükleri ve Sismik Hareketlerin hesaplamaları ve buna göre yapılacak beton kaide, ankraj, sac kalınlıklarının detaylı hesapları yapılarak proje hazırlanmalıdır. NFPA 22 ve AWWA D-103 Standartlarında hazırlanan proje belgelendirme kuruluşlarına onaylatıldıktan sonra imalata geçilmelidir. Tankın pompa emiş ağızına NFPA standartlarında Vortex plaka, emiş ağızı ve test ağızlarını imalat aşamasında yapılmalıdır. Tankın montajı deneyimli uzman ve işçiler ile birlikte yapılarak sızdırmazlık testi yapılacaktır. Tankın kurulacağı coğrafyaya göre izolasyon ve ısıtıcı kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, yangın suyu depolarının özellikle sismik hareketlerde, kar ve fırtına gibi doğa olaylarına dayanıklı olarak dizayn, projelendirme ve uygun malzeme ile montajı ve testi anlatılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Yangın Suyu Depoları, AWWA D 103, NFPA 22

CALCULATION OF FIRE RESISTANCE RATING FOR STEEL LOAD BEARING ELEMENTS



SUMMARY

The NFPA 22 Standard for water tanks for fire protection establishes minimum requirements for the design, construction, installation and maintenance of water tanks and accessories. The size and height of the tank is determined by individual property conditions after taking into account all relevant factors. The water supply used to fill the tank must be adequate and reliable, taking into account its continuity in the future. The tank and its base must be located in such a way that it is protected from exposure to fire.

The project should be prepared by making detailed calculations of the location and ground survey calculations of the place where the tank will be installed, calculations of the Wind Load, Snow Loads and Seismic Movements of the tank and detailed calculations of the concrete base, anchorage and sheet thicknesses to be made accordingly. After the project prepared in accordance with NFPA 22 and AWWA D-103 Standards is approved by certification bodies, manufacturing should be started. Vortex plate, suction nozzle and test nozzles in NFPA standards should be made at the pump suction port of the tank during the manufacturing phase. The tank will be assembled with experienced experts and workers and leak tightness test will be performed. Insulation and heater should be used according to the geography where the tank will be installed.

In this study, the design, projecting, installation and testing of fire water tanks with suitable materials, especially in seismic movements, resistant to natural phenomena such as snow and storms are explained.

Keywords: Fire Water Tanks, AWWA D 103, NFPA 22

Beş farklı topoğrafik durum için yer seviyesinden 50 m yükseklikteki rüzgâr potansiyelleri ¹										
	Kapalı Araziler ²		Açık Araziler ³		Kıyılar ⁴		Açık Deniz ⁵		Tepe ve Dayırılar ⁶	
	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²
	> 8.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1000
	5.0-8.0	150-250	0.0-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

- Rüzgâr potansiyeli, rüzgâr gücünü temsil etmektedir. Rüzgâr türbini halihazırdaki potansiyelin %20 ile %30'luk bölümünü kullanabilir. Potansiyel hesaplamaları; deniz seviyesinde 1 Atm'lik standart basınç ve 15 °C sıcaklığa karşılık gelen 1.23 kg m⁻³ hava yoğunluğuna göre yapılmıştır.
- Yerleşim alanları, ormanlar ve rüzgâr kırıcıların yoğun olduğu tarım alanları (pürüzlülük sınıfı 3)
- Az sayıda rüzgâr kırıcının olduğu açık araziler (pürüzlülük sınıfı 1). İç bölgelerde en fazla tercih edilen alanlar genellikle bu sınıfta bulunmaktadır.
- Düzgün kıyı alanları ve az sayıda rüzgâr kırıcı içeren kara yüzeyleri (pürüzlülük sınıfı 1). Eğer hakim rüzgâr yönü deniz tarafından ve sürekli ise, potansiyel daha fazla olabilir. Tam tersi durumda ise potansiyel daha az olabilir.
- Kıyılardan en az 10 km uzaklıktaki açık denizler (pürüzlülük sınıfı 0).
- Bütün sınıflarda %50'ye varan bir hız artışı görülmektedir ve bu sonuç 400 m yüksekliğinde ve 4 km çapındaki simetrik bir tepede yapılan hesaplamalarda elde edilmiştir. Rüzgâr hızındaki artış; tepenin yüksekliğine, uzunluğuna ve yapısına bağlıdır.

Cross-Section	Type of Surface	h/D		
		1	7	25
Square (wind normal to face)	All	1.3	1.4	2.0
Square (wind along diagonal)	All	1.0	1.1	1.5
Hexagonal or octagonal	All	1.0	1.2	1.4
Round ($D\sqrt{q_z} > 2.5$) ($D\sqrt{q_z} > 5.3$, D in m, q_z in N/m ²)	Moderately smooth	0.5	0.6	0.7
	Rough ($D'/D = 0.02$)	0.7	0.8	0.9
	Very rough ($D'/D = 0.08$)	0.8	1.0	1.2
Round ($D\sqrt{q_z} \leq 2.5$) ($D\sqrt{q_z} \leq 5.3$, D in m, q_z in N/m ²)	All	0.7	0.8	1.2

Notes:

- The design wind force shall be calculated based on the area of the structure projected on a plane normal to the wind direction. The force shall be assumed to act parallel to the wind direction.
- Linear interpolation is permitted for h/D values other than shown.
- Notation:
 - D : diameter of circular cross-section and least horizontal dimension of square, hexagonal or octagonal cross-sections at elevation under consideration, in feet (meters);
 - D' : depth of protruding elements such as ribs and spoilers, in feet (meters); and
 - h : height of structure, in feet (meters); and
 - q_z : velocity pressure evaluated at height z above ground, in pounds per square foot (N/m²).

3. KAR YÜKÜ

Türkiye için zemin kar yükü TS EN 1991 -1 -3 tablosuna göre deponun kurulacağı bölgeye göre hesaplama yapılır. Risk kategorisi ve kar yükü önem faktörü dikkate alınmalıdır.

Ground Snow Loads	(TSEN1991-1-3 Table MA)	p_g	0.75	kN/m ²
Terrain Category		TC	C	
Exposure of Roof	(ASCE 7-10 Table 7-2)	ER	Fully Exp.	
⁽¹⁾ Exposure Factor	(ASCE 7-10 Table 7-2)	C_e	0.90	
⁽²⁾ Thermal Factor	(ASCE 7-10 Table 7-3)	C_t	1.00	
Roof Angle		θ	6.00	°
⁽³⁾ Roof Slope Factor	(ASCE 7-10 Fig. 7-2)	C_s	1.00	
Risk Category	(ASCE 7-10 Table 1.5-1)	RC	IV	
Snow Importance Factor	(ASCE 7-10 Table 1.5-2)	I	1.20	
⁽⁴⁾ Min Roof Snow Load	(ASCE 7-10 Section 7.3.4)	p_m	0.90	kN/m ²
⁽⁵⁾ Flat Roof Snow Load	(ASCE 7-10 Eqn. 7.3-1)	p_f	0.57	kN/m ²
⁽⁶⁾ Sloped Roof Snow Load	(ASCE 7-10 Eqn. 7.4-1)	p_s	0.57	kN/m ²

4. DEPREM YÜKÜ

Sismik tasarım, Bölüm 11 binalar dışındaki yapılarda belirtilen NAVFAC teknik kılavuz kodu parametrelerine ve metodolojiye uygun olacaktır. Su dolgusunun çalkalanma etkisi deprem yükü olarak kabul edilmektedir. Deprem sırasında yapısal çelik tankın atalet kuvvetleri, çalkantı etkisinden dolayı su dolgusunun hidrostatik basıncından oldukça azdır.

Deponun kurulacağı konumun Zemin Etüt çalışması ve Deprem Haritasına göre deprem dereceleri dikkate alınarak, Tasarım Spektral İvme Katsayıları, Yatay ve Düşey Elastik Spektral Tasarımları yapılır.

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_S)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 - 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak - katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler : 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer , 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Silindirik Yangın Modüler Su Depolarında üst yapısı Betonarme temeli modelleyip SAP2000 sonlu elemanlar analiz yazılım ile 3 boyutlu analiz yapılmalı.

Betonarme temele Ankraj ile deponun tabanı sabitlenmelidir. Ankrajın temele bağlantısı minimum 600 mm temelin içinde olmalıdır.

Ankrajın dışarıda kalan kısmı, deponun taban sacının her noktasından sabitlenmelidir.

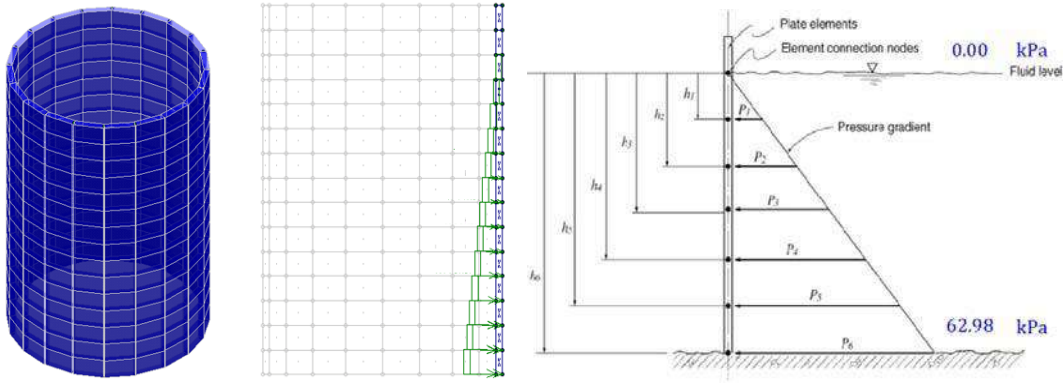
Tasarım Yükleri, NFPA22-2018, “Özel Yangın Koruma Su Tankları Standardı”, ASCE7-10 “Binalar ve Diğer Yapılar için Minimum Tasarım Yükleri”, NAVFAC P 355, AFM 88-3 ve AWWA D 103 göre dizayn ve imalatı yapılır.

Hidrostatik Basınç hesabı yapılır.

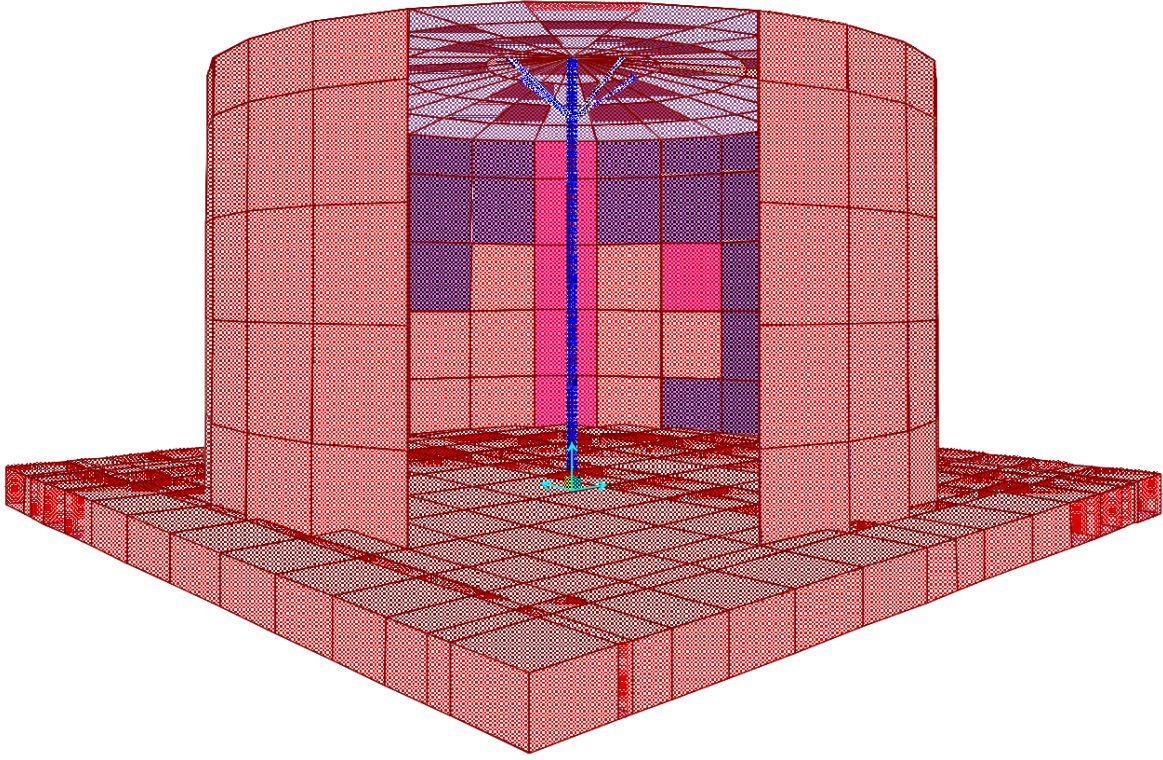
Sismik sarsıntıya maruz kalan bir tanktaki sıvı kütle iki parçaya bölünür. Birincisi, tankın tabanına yakın, tank duvarı ile uyum içinde hareket edici itici kütledir. İkincisi ise serbest yüzeye yakın olan ve çalkantı hareketine maruz kalan konvektif kütledir.

İmpulsif kütlelerin tepkisi tankın sismik taban kesmesini ve devrilme momentini belirler. Konvektif kütlelerin tepkisi, tankın serbest yüzeyine yakın çalkantı dalgasının yüksekliğini belirler.

Buna göre tankın sac kalınlıkları hesaplanır.



Description of Liquid	Water		
Unit weight of liquid	γ_w	10	kN/m ³
Total weight of liquid	W_w	6090	kN
Height of the tank	h_t	6.300	m
Height of the liquid	h_w	6.298	m
Lateral max. design pressure	$h_w \gamma_w$	62.98	kN/m ²
Lateral min. design pressure		0.00	kN/m ²
Vertical design pressure	$h_w \gamma_w$	62.98	kN/m ²



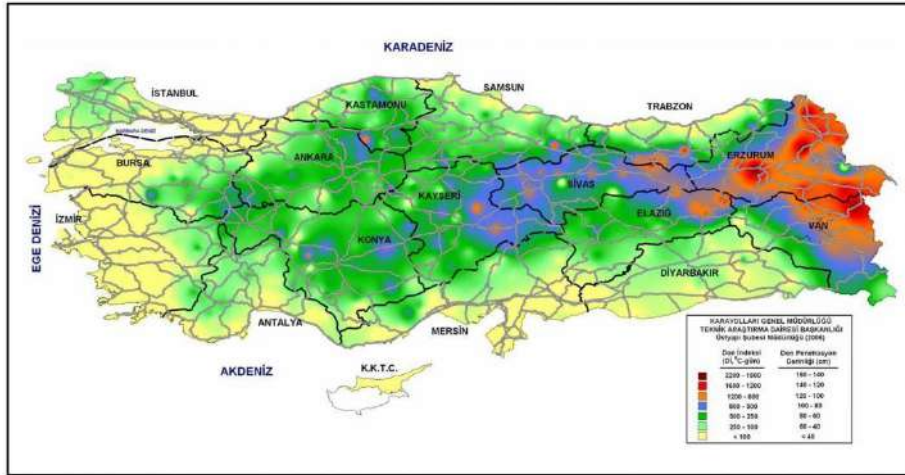
5. DON İNDEKSİ VE DERİNLİĞİ

Temel altı, Don İndeksi ve Don Derinliği deponun kurulacağı yerin Don Haritasına göre beton kaide hesapları yapılmalıdır.

Yangın Suyu Tanklarının içinde ki su hareketli olmadığı için bulunduğu iklim şartlarına göre donma riskine karşı korunmalıdır.

Maksimum Dış ortam sıcaklığına göre hesaplanan Taş Yünü veya Cam Yünü üzeri Galvaniz Trapez Sac ile izolasyonu dış ortamlardan korumak için kaplanmalıdır. İzolasyon tek başına yeterli olmadığı noktalarda Termostatlı Isıtıcılar Tanka Monte edilmelidir.

SEKİL:14:1 TÜRKİYE DON İNDEKSİ VE DON PENETRASYON DERİNLİĞİ HARİTASI



6. TANK MALZEMESİ

Silindirik Modüler Su Tanklarının en önemli avantajlarından birisi de malzeme seçeneklerinin çok olması. Sıcak Daldırma Galvaniz, St37 Sacın üzerine yapılacak olan her türlü kaplama.

Kaplama yapılacak olan panellerin yüzey kumlama ve temizliği fabrika ortamında robotik sistemde yapılarak ondan sonra Kaplama yapılmalıdır.

- EPOXY
- POLRUEA KAPLAMA
- ÖZEL MARIN BOYALARI (KOROZYONA KARŞI GARANTİLİ)

7. TANK MONTAJI

Fabrika ortamında cıvata delikleri açılan ve özel olarak bükülen paneller Kaplama veya Sıcak Daldırma Galvaniz işlemi yapıldıktan sonra özel paketlenir. Paketli gelen paneller sahada düzgün bir şekilde ayrılır.

Öncelikle taban saclar EPDM Contalar ile cıvata deliklerinin etrafı sarılarak cıvata ve somun ile sıkılır. Daha sonra paneller sırayla yine contalar ile birlikte yerleştirilir ve belli bir tork ile sıkma tabancısı ile sıkılır.

Temel beton atılırken özel kılavuz ile sabitlenen Ankrajlara tankın taban sacları birbirine özel parçalar bağlanır. Böylece tankın beton kaide ile bağlantısı sağlanır.

Tankın montajı bittikten sonra tesisat bağlantıları, yangın pompasına bağlantısı yapılarak test için su verilmeye başlar. Olası bir su kaçağı durumunda ekipler anında müdahale eder.

Tankın seviye ölçümü için Otomatik Dijital Seviye Göstergesi konulmalıdır. Ayrıca bu sistem pompalara da kontak verilmelidir.

Tank soğuk bir iklimde kuruluyor ise mutlaka Isıtıcı ve İzolasyon yapılmalıdır. Sıcaklık farkına göre Taş Yünü izolasyonu yoğunluğu ve kalınlığı belirlenmelidir. Tankın su seviyesinin üst kısmına en az 4 adet Termostatlı Isıtıcı konulmalıdır.

8. SONUÇ

Bu çalışmada, Yangın Suyu Depolarında Cıvatalı Silindirik Modüler Su Depolarının NFPA 22 Standartlarında dizaynı ve imalatı anlatılmaktadır. Rüzgâr Yüğü, Kar Yüğü ve Deprem Yüğü hesapları ile tankın sac kalınlıkları, beton kaidesi ve ankraj sistemlerinin önemi ve hesaplama teknikleri basitleştirilmiş şekilde özetlenmiştir.

3. KAYNAKLAR

- [1] NFPA 22-2018
- [2] AWWA D-103 Cıvatalı Silindirik Modüler Su

ÖZGEÇMİŞ

Gültekin GÜNGÖR

Ankara 1967 doğumludur. Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden unvanını alarak mezun oldu. Yaklaşık 30 yıl Modüler Su Depo imalatı, dizaynı üzerine çalıştı. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Asil Üyesidir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

RESIDENTIAL SPRINKLER SİSTEMLERİ

Esat ERSOY

ÖZET

Residential tür yağmurlayıcılar ABD’de 1975 yılından bu yana kullanılmaktadır. AB ve İngiltere ise 2018 yılında kullanmaya başladı. Yangın yağmurlama tesisatının maliyetini yaklaşık olarak %50 düşüren bu uygulama Türkiye’de bilinmiyor.

Türkiye’de “residential sprinkler” tür yağmurlayıcı kullanarak tasarım yapmak için Yangın Yönetmeliğine bu konuda cümleler konmalıdır. Tasarım standardı ve ürün test standardı TSE tarafından yayımlandı; ancak Yangın Yönetmeliği’nde söz edilmiyor.

Bu çalışmada, Residential tür yağmurlayıcılar kullanılan tesisat anlatılmaktadır. Hangi tür binalarda kullanıldığı hakkında bilgi verilmekte ve faydaları açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: NFPA 13D, NFPA 13R, residential sprinkler sistemleri, TS EN 16925

RESIDENTIAL SPRINKLER SYSTEMS

ABSTRACT

Residential sprinklers are used in the USA since 1975. EU and Great Britain began to use in 2018. Turkey does not know this concept; but it decreases the cost of fire sprinkler system approximately 50%.

In order to design using “residential sprinkler” type sprinkler in Turkey, sentences on this subject should be included in the Fire Regulation of Turkey. The design standard and product testing standard were published by TSE (Turkish Standards Institute); but it is not mentioned in the Fire Regulation of Turkey.

In this study, the installation using Residential type sprinklers is described. Information is given about which types of buildings it is used in and its benefits are explained.

Keywords: NFPA 13D, NFPA 13R, residential sprinkler systems, TS EN 16925

1. GİRİŞ

Residential Sprinkler'in ne olduğunu anlamak için önce yağmurlayıcı türlerine bakalım.

Yağmurlayıcı türleri:

- Standard spray
- Extended coverage
- ESFR
- Large drop
- Residential

Türkiye'de konutlarda, otellerde, ofislerde, otoparklarda kullandığımız yağmurlayıcılar "standard spray" tür. Bu bildiri başka bir türle ilgilidir.

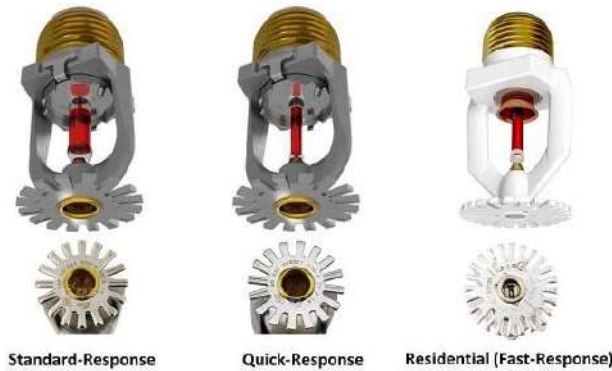
Tepki hızı ise başka bir konudur. Yağmurlayıcı belirli bir sıcaklığa ulaştığında açılır. Bu sıcaklığa ulaştıktan bir süre sonra açılır. Bu süre kısa ise Quick Response olarak onaylanır. Bu süre biraz daha uzunsa; Standard Response olarak onaylanır.

NFPA 13 standardı yağmurlayıcıları tepki hızına göre ikiye ayırır. Response time index (RTI) laboratuvarında ölçülür. RTI testinin nasıl yapılacağına dair test standardı var.

- fast response
- standard response

Aşağıdaki yağmurlayıcılar Fast Response sınıfıdır:

- Quick Response
- Residential
- Early Suppression Fast-Response (ESFR)



Şekil 1 : Yağmurlayıcı örnekleri

Yukarıda üç farklı yağmurlayıcının fotoğrafı var.

- Standard Response Standard Spray
- Quick Response Standard Spray
- Residential

Standard Response Standard Spray ile Quick Response Standard Spray yağmurlayıcıların saptırıcısı (deflector) aynıdır. Suyu püskürtme ve dağıtma şekli aynıdır. Quick Response yağmurlayıcının cam tüpü daha ince; fotoğrafta görülüyor.

Residential yağmurlayıcılar ile Standard Spray yağmurlayıcıların saptırıcı şekli birbirinden farklıdır.

Tablo 1 : Yağmurlayıcıları karşılaştırma

	Standard Spray	Residential
Damla boyutu	Küçük, orta, büyük	Küçük ve orta
Amacı	Zemin ıslatma. Can ve mal güvenliği.	Duvar ıslatma. Yangın su deposu küçük olan küçük bir binadan insanların tahliyesi. Can güvenliği.
Suyu dağıtma şekli	Şemsiye şeklinde.	Daha geniş bir alana.

Residential tür; Standard spray türe göre; odanın/duvarın yüksek kısımlarına daha çok su püskürtüyor. Residential tür yağmurlayıcı; standard spray yağmurlayıcıya göre; püsküren suyun daha yüksek bir oranını; odanın kenarlarına püskürtecek şekilde tasarlanır. Konutlarda yanıcı malzemelerin çoğu odanın kenarlarındadır. Kitaplık, elbise dolapları, perdeler, mobilyalar vb.

Residential tür yağmurlayıcıyı aşağıdaki binalarda kullanmak mümkün

- **Alçak** konutlar
- **Küçük** alanlı ve **alçak** olan oteller, yurtlar, yatakhaneler

2. NFPA 13D ve NFPA 13R STANDARLARI

Yangın yağmurlama tesisatının tasarımı ve montajıyla ilgili üç adet NFPA standardı var.

Standardın numarası	Adı
NFPA 13	Standard for the Installation of Sprinkler Systems
NFPA 13D	Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings (Konut) and Manufactured Homes
NFPA 13R	Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential (Otel, Bakımevi, Yurt, Konut) Occupancies

Tablo 2 : NFPA standartları

NFPA 13D standardında; Residential Sprinkler tanımı aşağıdaki şekilde:

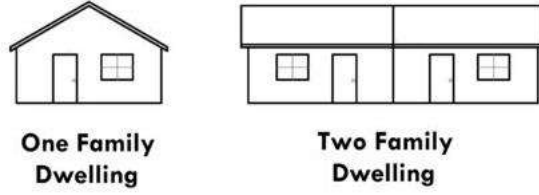
Yangın çıkan odadan insanların tahliyesi için geliştirilmiş; bir Fast Response yağmurlayıcı türü.

NFPA 13 D standardı kendini şu şekilde tanımlıyor:

Bu standardın amacı; evlerde can güvenliğinde yüksek bir seviyeyi sürdürürken; ekonomik bir yangın yağmurlama düzeni sağlamaktır.

NFPA 13D Standardı Kapsamındaki Binalar

Bir veya iki bağımsız bölümden oluşan konut (örneğin ikiz villa)



Şekil 2 : Dwelling

Her bağımsız bölümün müstakil çıkışının bulunması isteniyor.



Şekil 3: Bu apartman iki katlıdır. Her kat ayrı bir bağımsız bölümdür. Her bağımsız bölümün müstakil çıkışı var.

NFPA 13R Standardı Kapsamındaki Binalar

NFPA 13R madde 1.1: Bina en fazla 4 katlı olmalıdır. Binanın doğal zemin seviyesinden yüksekliği en fazla 18 metre olmalıdır. Konut, otel, bakımevi vb. amaçla kullanılmalıdır.

Az katlı konut/otel binasındaki; Orta Tehlike kullanım alanı sınıfındaki mahaller için tasarım kuralları NFPA 13R standardında yazılıdır. Otopark, kazan dairesi, dükkan vb.

NFPA 13R standardındaki uyarı:

NFPA 13R standardı konaklama (residential) amaçlı binalar içindir. Oteliniz kafe, lokanta, mağaza ve diğer ticari mahaller içeremez.

Küçük oteller için uygun. Kahvaltı salonu vb. alanları **küçük** (örneğin 46 m²'den küçük) oteller için uygun. Örneğin; apartmandan otele dönüşecek küçük alanlı binalar.

3. TS EN 16925 STANDARDI

TS EN 16925 standardı en fazla 4 katlı ve yapı yüksekliği en fazla 18 metre olan konut ve konaklama amaçlı (küçük otel, yurt, bakım evi) binalarla sınırlıdır.

Tasarım yoğunluğunun 2,04 litre/dakika.m² olmasının uygun olduğunu belirtiyor.

Alanı en fazla 100 m² olan ticari alanların (perakende satış ve otopark) TS EN 16925 standardı kapsamında korunabileceğini belirtiyor.

TS EN 16925 standardında “bed and breakfast” ve “small hotel” tanımları var.

Bed and breakfast: Kiraya verilebilir oda sayısı en fazla 4 olan; en fazla 3 katlı; bina sahibinin binada yaşadığı; kahvaltı hariç yemek verilmeyen konaklama.

Small hotel: Kiraya verilebilir oda sayısı en fazla 14 olan; konaklanan kat sayısı en fazla 4 olan veya kat yüksekliğinin en düşük itfaiye aracı ulaşım seviyesinden itibaren en fazla 18 metre olduğu; alkol satış yetkisi bulunmayan; otel veya misafirhane.

4. MALİYET DÜŞÜYOR

Pompa ve Su Deposu

Su kaynakları

NFPA 13D standardı aşağıdaki kaynakları kabul ediyor:

- 1) Güvenilir bir su şebekesine bağlantı. Otomatik çalışan bir pompası bulunan veya bulunmayan.
- 2) Yükseltilmiş tank. Yüksekte bulunan tank.
- 3) Basınç tankı. Güvenilir bir basınç kaynağına bağlı.
- 4) Yangın su deposu. Otomatik çalışan pompayla birlikte.
- 5) Kuyu. Otomatik çalışan pompayla birlikte. Pompa yangın yağmurlama tesisatının ihtiyacı olan debiyi ve basıncı sağlamalıdır.

Yedek pompa gerekli değil. Yangın su deposu hacmi küçük. Örneğin aşağıda fotoğrafı bulunan su tankı ve pompa ile tasarım yapılır.



Şekil 4: Basit bir pompa ve su deposu

NFPA 13D standardı; pompanın “yangın pompası” olmasını şart koşmuyor.

Su kaynağı olarak; sadece su deposu bulunacaksa; NFPA 13D standardına göre 10 dakika yetecek su hacmi gereklidir.

Eğer konut aşağıdaki ölçütleri sağlıyorsa; 7 dakika yetecek su hacmi gereklidir.

- Konut bir adet kattan oluşmalıdır
- Konutun alanı 185 m²'den az olmalıdır

Boru Çapları

Hidrolik hesap yapıldığında daha küçük boru çapları bulunuyor.

Koruma Alanı

Residential Sprinkler büyük bir alanı koruyabilir. Daha az sayıda yağmurlayıcı kullanılır.

Değişik K-faktörüne sahip modeller var. Örneğin metrik 71.



Şekil 5 : Residential sprinkler

Koruma alanı; Residential yağmurlayıcıda sağladığınız basınca göre değişir.
Marka ve modele göre değişir.
XX marka K-faktörü metrik 71 Residential sprinkler için koruma alanı aşağıdadır.

Tablo 3 : Koruduğu alan

Yağmurlayıcıda sağlanan basınç [bar]	Koruduğu alan [m x m]
0,48	4,9 x 4,9
0,83	5,5 x 5,5
1,15	6,1 x 6,1

0,48 bar sağlandığını farz edelim. $4,9 \times 4,9 = 24,01 \text{ m}^2$
Residential yağmurlayıcı 24 m^2 alanı korur.
Bir adet yağmurlayıcıdan püsküren debi 49,19 litre/dakika

Hidrolik hesap yapılacak. En az 2 adet Residential Sprinkler açılacak.
Bazı binalarda 3 veya 4 adet Residential sprinkler su püskürtecek şekilde hidrolik hesap yapılacak.

Üç adet açılacağını farz edelim. $3 \times 49,19 \text{ litre} = 147,57 \text{ litre/dakika}$
Hidrolik dengesizlik nedeniyle; hidrolik hesap sırasında biraz daha fazla debi oluşur.
Gerekli debi yaklaşık 160 litre/dakika çıkar.

Bu örnekte pompa debisi $160 \text{ litre/dakika} = 9,6 \text{ m}^3/\text{saat}$
Su deposu hacmi $1,6 \text{ m}^3$

NFPA 13 veya TS EN 12845 standardına göre tasarım yapıldığında; Standard Spray yağmurlayıcı kullanıldığında; pompa debisi ve yangın su deposu hacmi ihtiyacı çok yüksek olur. Tahmini değerler; aşağıdadır. Kıyaslama amacıyla verilmiştir; örnektir.

Tablo 4 : Pompa ve su deposu karşılaştırması

	Standard spray sprinkler NFPA 13 veya TS EN 12845	Residential sprinkler NFPA 13D veya TS EN 16925
Pompa [m^3/saat]	60	9,6
Su deposu [m^3]	60	1,6

NFPA 13R standardındaki istekler; NFPA 13D standardından daha fazladır.
NFPA 13R standardında hidrolik hesapta; genellikle 4 adet Residential Sprinkler açılır.

Su deposu hacmi 30 dakika yeterli olmalıdır.

Boru Türü

Konut ve otellerin yangın yağmurlama (fire sprinkler) tesisatında kullanım için LPCB, VdS, FM onaylı plastik boru modelleri var. Çelik boruya göre maliyeti düşürme ihtimali var.

Islak Alarm Vanası Kullanılmıyor

NFPA 13D veya NFPA 13R standardına göre Residential Sprinkler tasarımı yapıldığında; Riser Manifold kullanılır. Islak alarm vanasına gerek yoktur.



Şekil 6 : Riser Manifold

5. TÜRK STANDARDLARINDAKİ DURUM

TSE residential sprinkler için “tasarım ve montaj” standardı yayımladı.

TS EN 16925 / Kabul tarihi: 28.01.2019

Fixed firefighting systems - Automatic residential sprinkler systems - Design, installation and maintenance

2018 yılında Avrupa Birliği'nde yayımlanan EN 16925 standardını esas almıştır.

TSE ürün test standardı yayımladı.

“Residential Sprinkler” ayrı bir türdür. Residential Sprinkler olduğuna dair belgeli olmalıdır.

TS EN 12259-14+A1 / Kabul tarihi: 30.09.2022

Fixed firefighting systems - Components for sprinkler and water spray systems - Part 14: Sprinklers for residential applications

Tip onayı için gerekli test metodlarını açıklıyor.

6. RESIDENTIAL YAĞMURLAYICI NEDEN GEREKLİ ?

TS EN 16925 veya NFPA 13D veya NFPA 13R standardına göre tasarım ve montaj yapmak maliyeti düşürür.

Az katlı bir konutta/otelde TS EN 12845 yerine TS EN 16925 uygulanması maliyeti düşürüyor.

4 katlı oteldeki/konuttaki tasarım ile 12 katlı oteldeki/konuttaki tasarımın aynı olması mantıklı mı?

Yangın pompasının anma debisinin aynı olması; yangın su deposu hacminin aynı olması; boru çaplarının aynı olması vb.



Şekil 7: Sol tarafta bodrum kat dahil 4 katlı otel. Sağ tarafta 12 katlı otel.

Türkiye’de 4 katlı apartmanda yağmurlama tesisatı zorunlu değildir.

Ancak müteahhit; buna rağmen yapmak istediğinde; 12 katlı apartmandaki kurallara göre yapmak zorunda kalıyor.

TS EN 16925 standardı Yangın Yönetmeliğine eklendiğinde; dört katlı apartmana tesisat maliyeti düşecek.

Birçok müteahhidin 4 katlı apartmanda ve müstakil villalarda yağmurlama tesisatı yapmasına imkan sağlayacak.

TS EN 16925 : Düşük maliyetle yapılacak. Can güvenliği sağlanacak. Hiç yapmamak yerine; can güvenliğini sağlayan bir yağmurlama tesisatı yapacak.

Kaçış mesafeleri kurtar~~madığı~~ için; yağmurlama tesisatı yapılması gereken; 2 veya 3 katlı konutlar/oteller/yurtlar var. Maliyet düşecek.

Yangın Yönetmeliğine göre yağmurlama tesisatı gerek~~meyen~~ otellere/yurtlara; düşük maliyetle yağmurlama tesisatı yapma imkanı verecek.

Yangın Yönetmeliği’nde otele yağmurlama tesisatı maddesi:

Aşağıda belirtilen yerlerde otomatik yağmurlama (fire sprinkler) sistemi kurulması mecburidir:

ç) 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 metreden fazla olan bütün yataklı tesislerde.

Yangın Yönetmeliğine göre yağmurlama tesisatının zorunlu ol~~madığı~~ binalarda; yağmurlama tesisatı yapma ihtimalini yükseltiyor.

- Müteahhidi ikna etmek (düşük maliyet)
- Daireyi alacak kişiye avantaj (can güvenliği)

Az katlı apartmanlardan oluşan ve müstakil villalardan oluşan bir site tasarlanırken:

- Bir adet küçük yangın pompası konur
- Her villaya/daireye küçük çaplı boru ile su iletilir

Tasarımda ve montajda birçok kolaylık var.

- Debi ihtiyacı az

- Sıhhi tesisat ve Residential sprinkler tesisatı için aynı kolon borusunu kullanma seçeneği var. Bir veya iki haneli evlerde.
- Bir (1) adet yangın pompası yeterlidir

Örneğin; bodrum kat, zemin kat, birinci kattan oluşan küçük bir apartmanı otele dönüştürecek. 6 odalı bir otel tasarlayacak. Kaçış mesafesi kurtarmadığından; yangın yağmurlama tesisatı yapması gerektiğini farz edelim. Tahmini 60 m³ yangın su deposu koyması gerekiyor; ancak bodrum katta yer yok.

Örneğin; 3 katlı mevcut bir apartman var. Daire sahipleri can güvenliğine önem veriyor; yangın yağmurlama tesisatı yapmak istiyor. Mevcut bir apartmanda yağmurlama tesisatı yapmak zor bir iş. Residential yağmurlama tesisatı standardına göre tasarım ve montaj yapmak işi kolaylaştırıyor. Otuz altı metrekareye bir yağmurlayıcı koymak; küçük bir su deposu koymak vb. birçok kolaylık var.

36 metrekareye bir yağmurlayıcı koyma imkanı var. Gerekli debiyi ve basıncı sağlayınca.

7. SONUÇ

NFPA 13D standardı ilk kez 1975 yılında yayımlanmış. NFPA 13R ise 1989'da. Avrupa Birliği Residential Sprinkler için tasarım standardı ve ürün test standardı yayımladı. ABD ve AB bizden daha az para harcıyor; can güvenliğini sağlıyor.

Türkiye'de "residential sprinkler" tür yağmurlayıcı kullanarak tasarım ve montaj yapmak için Yangın Yönetmeliğine bu konuda cümleler konmalıdır.

Tasarım standardı ve ürün standardı TSE tarafından yayımlandı; ancak Yangın Yönetmeliği'nde söz edilmiyor. Türkiye Yangın Yönetmeliğinde; hangi yükseklikteki konutlarda, otellerde, yurtlarda Residential Sprinkler kullanmaya izin verildiği yayımlanmalıdır.

Örnek:

Kat sayısı en fazla 4 olan ve yapı yüksekliği en fazla 18 metre olan konutlarda, otellerde, yurtlarda, bakım evlerinde yağmurlama sistemi tasarımının TS EN 16925'e göre yapılmasına izin verilir.

Alanı 100 m²'den büyük kahvaltı salonu, lokanta, dükkan vb. mahaller varsa; bu mahaller TS EN 12845 standardına göre tasarlanmalıdır.

8. KAYNAKLAR

[1] NFPA 13D

[1] NFPA 13R

[1] TS EN 16925

[1] <https://blog.qrfs.com/390-the-difference-between-standard-response-and-quick-response-sprinklers/>

[1] <https://www.meyerfire.com/blog/the-benefits-of-residential-style-fire-sprinklers>

ÖZGEÇMİŞ

Esat ERSOY

1980 yılında doğmuştur. 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2007 yılından bugüne yangından korunma alanında çalışmaktadır. 2011 yılında Yangından Korunma Mühendisliği Danışmanlık Limited Şirketi'ni kurmuştur. NFPA sertifikalı yangından korunma uzmanıdır. Yangın danışmanı olarak çalışmaktadır.

MMO İstanbul Şubesi Yangın Güvenliği Komisyonu üyesidir. Tüyak Derneği üyesidir.

YAĞMURLAMA SİSTEMİ TESİSATINDA KOROZYON: SORUNLAR, ÖNLEME YÖNTEMLERİ VE YENİ ÇÖZÜMLER

Yusuf ARSLAN

ÖZET

Yağmurlama sistemi tesisatı borularında korozyon, yangından korunma sistemlerinde yaygın bir sorundur ve sistemin bütünlüğünü tehlikeye atarak sızıntılara, arızalara ve düşük performansa yol açabilir. Bu çalışmada yağmurlama sistemi borularındaki korozyonun nedenleri, korozyonun sonuçları ve korozyonu önlemek veya azaltmak için kullanılabilir çözümler ve yeni teknolojiler tartışılacaktır. Çalışma, homojen korozyon, oyuk (pitting) korozyonu ve galvanik korozyon dahil olmak üzere yağmurlama sistemi borularında meydana gelebilecek farklı korozyon türlerinin tartışılmasıyla başlayacaktır. Ayrıca su kalitesi, oksijen içeriği ve sıcaklık gibi korozyona katkıda bulunan faktörleri de kapsayacaktır.

Tesisatta oluşan korozyon nedeniyle meydana gelen sızıntılar, arızalar ve düşük performansın getirdiği çok çeşitli olumsuz finansal ve güvenilirlik sorunları karşımıza çıkabilmektedir. Yağmurlama sistemlerinde korozyonu tespit etmek, önlemek veya azaltmak için kullanılabilir çeşitli yöntem ve yeni teknolojiler bulunmaktadır. Yeni tesis edilecek yağmurlama sistemlerinde korozyonu önlemede tasarım ve kurulum uygulamalarının rolü son derece önemlidir.

Anahtar sözcükler: Korozyon, sprinkler boruları, teknolojiler

CORROSION IN SPRINKLER SYSTEM INSTALLATIONS: PROBLEMS, METHODS OF PREVENTION, AND NEW SOLUTIONS

ABSTRACT

Corrosion in sprinkler piping is a common problem in fire protection systems and can compromise the integrity of the system, leading to leaks, malfunctions or low performance. In this study, the causes of corrosion in sprinkler system pipes, the consequences of corrosion and the solutions and new technologies that can be used to prevent or reduce corrosion will be discussed.

The study will begin with a discussion of the different types of corrosion that can occur in sprinkler piping, including uniform corrosion, pitting corrosion, and galvanic corrosion. It will also cover factors that contribute to corrosion such as water quality, oxygen content and temperature.

Leaks caused by corrosion in the installation, malfunctions and various negative financial and reliability problems caused by poor performance can be encountered. There are various methods and new technologies that can be used to monitor, prevent or reduce corrosion in sprinkler systems. The role of design and installation practices is extremely important in preventing corrosion in newly installed sprinkler systems.

Key words: Corrosion, sprinkler piping, Technologies

1. GİRİŞ

Ulusal Yangından Korunma Derneği'ne (NFPA) göre korozyon, yağmurlama sistemi arızalarının önde gelen nedenidir ve tüm sistem arızalarının %10'unu oluşturmaktadır. Amerikan Yangın Sprinkleri Birliği (AFSA) tarafından yapılan bir araştırmada ise, korozyonun tüm yağmurlama sistemi arızalarının %20'sinde katkıda bulunan bir faktör olduğunu ortaya çıkarılmıştır.

Yangından korunum sistemlerinde korozyona bağlı arızaların maliyeti önemli olabilmektedir. ABD'de yapılan bazı araştırmalar yağmurlama sistemlerindeki korozyona bağlı arızaların, maddi hasar ve iş kesintisi kayıpları açısından yılda tahmini 300 milyon dolara mal olabildiğini göstermektedir.

Bu istatistikler, uygun tasarım, kurulum ve bakım uygulamalarının yanı sıra korozyondan koruyucu ile korozyona dayanıklı malzeme ve teknolojilerin kullanımı yoluyla yağmurlama sistemlerinde korozyonun ele alınmasının ve önlenmesinin önemini vurgulamaktadır.

2. YAĞMURLAMA SİSTEMİ TESİSATINDA GÖRÜLEN KOROZYON TÜRLERİ

2.1. Korozyon Şekilleri

Metallerin korozyonu çok farklı şekillerde gerçekleşse de, genel olarak korozyonun nasıl tanımlandığına bağlı olarak sekiz veya dokuz farklı şekilde karakterize edilebilir. Bu korozyon türlerinin içeriği:

1. Uniform (veya genel) korozyon (Bkz. Şekil 1.)
2. Galvanik veya iki-metal korozyonu (Bkz. Şekil 2.)
3. Oyuk (pitting) korozyonu
4. Yarık (crevice) korozyonu
5. Seçici Liç (alaşimsızlaşma)
6. Erozyon
7. Çevresel etkiyle çatlama
8. Taneler arası korozyon
9. Mikrobiyolojik etkilerle korozyon (MIC)

Mikrobiyolojik etkilerle korozyonun (MIC) yakın zamanda araştırılan ve oyuk korozyonu veya hasarlarına sebep olan bir korozyon fenomeni olduğu not edilmelidir. Bu çalışmanın amacına uygun olarak korozyon şekillerinin tartışılması sadece yangın korunum sistemlerinde korozyon meselelerine odaklıdır.[1]



Şekil 1. Islak borulu sistemde çelik yağmurlama boru dişli bağlantılarından su sızıntısının oluşturduğu genel korozyon. (Kaynak: FM Global)



Şekil 2. Anot görevi gören çelik bağlantının, daha büyük katot görevi gören paslanmaz çelik plakaya teması nedeniyle yüksek nem olan ortamda oluşturduğu galvanik korozyon. (Kaynak: FM Global)

2.2. Korozyona Sebep Olan Koşullar

Yangın korunum yağmurlama tesisatında en yaygın karşılaşılan korozyon sebepleri arasında boru kaynak noktaları korozyonu, kuru borulu sistemlerde su kalıntısı durumu ve ıslak borulu sistemlerde ise boru içerisinde hapsolan havadır. Diğer yaygın sebepler kullanılan suyun içindeki korozif mineraller, tesisattaki su yenilendiğinde oksijenin ilave olması, çok bekleyen su, mikrobiyolojik etkiler gibi sayılabilmektedir.

2.3. Tesisatta Korozyonun Ortaya Çıkardığı Sorunlar

Yağmurlama sistemi tesisatında bakım ve işletme sırasında karşılaşılan en büyük sorunların kaynağında genelde boru korozyonu bulunmaktadır. Korozyon hasarları ve mineral birikimleri borularda kaçaklara, yağmurlama başlıklarından suyun çıkmasının engellenmesine ve yangın korunum ekipmanının tasarlandığı şekilde çalışmamasına sebep olmakta, korunduğu düşünülen tesislerin kontrolsüz yangınlara ve kayıplara maruz kalınmaktadır.

3. KOROZYON RİSKLERİNE KARŞI ÇÖZÜMLER, MEVCUT VE YENİ TEKNOLOJİLER

3.1..Standartlardaki Mevcut Durum

Yağmurlama sistemleri için geçerli Avrupa Standardı olan EN12845'in 2019 yayınında, bakır boru kullanımı halinde galvanik korozyonun önlenmesiyle ilgili çok kısa bir yorum dışında, yağmurlama sistemi tesisatında korozyonla ilgili herhangi bir husus bulunmamaktadır. Şu anda son gözden geçirme ve onay sürecinde olan bu standardın yeni versiyonunda, yağmurlama sistemlerinin korozyona muanesinin ne zaman yapılacağı, ayrıca hangi durumda boruların uygunsuz olacağı ve değiştirilmesi gerekeceği konularında detaylı maddeler içermektedir. Ayrıca bu taslak standart, Hazen-Williams yöntemiyle hidrolik hesabı yapılacak kuru borulu sistemlerde azot jeneratörü gibi önleyici teknolojilerin kullanımını teşvik etmek adına C-faktörü değerinin 100 yerine 120 alınabilmesine imkan tanımaktadır. Bu durum galvanizli borular için de geçerlidir, ancak pek çok ülkede galvanizli borularda çok hızlı bir korozyon ilerleyişi gözlemlendiği için artık tavsiye edilen bir boru malzemesi olmaktan çıkacaktır. Ayrıca yine bu standartta yeni bir teşvik olarak polimer ile zenginleştirilmiş (polymer enhanced) çelik boruların C-faktörünün 140 alınabilmesine imkan tanınmaktadır.

Dünya genelinde en yaygın başvurulan yağmurlama sistemi standardı olan Amerikan NFPA 13'ün 2022 baskısında su kaynaklarının mikrobiyolojik kaynaklı korozyon (MIC) potansiyelinin değerlendirilmesi ve yağmurlama tesisatında korozyon önleyicilerin ve biyositlerin uygulanmasına ilişkin bazı bilgiler içermektedir. Kuru borulu sistemlerde bir seçenek olarak azot jeneratörleri bahsi geçmekte, ayrı bir bölümde korozyonu azaltma ve kontrol amaçlı kullanılan önleyiciler ve iç kaplamaların yağmurlama sistemlerinde kullanım için onaylı olması vurgulanmaktadır. Standartta ıslak borulu sistemlerde hava tahliye vanaları kullanımı ile mümkün olan en fazla oksijenin tesisattan tahliye edilebilmesi istenmektedir. NFPA13'te ayrıca galvanizli çeliğin korozyona dayanıklı olarak değerlendirilmeyeceği belirtilmektedir.

NFPA 25 Amerikan yağmurlama sistemleri bakım standardında "Boru İç Koşulları ve Engel Muayenesi" (Internal Piping Condition and Obstruction Investigation) bölümü bulunmakta olup, tesisatın içinin her beş yılda bir muayene edilmesini gerektirmektedir.

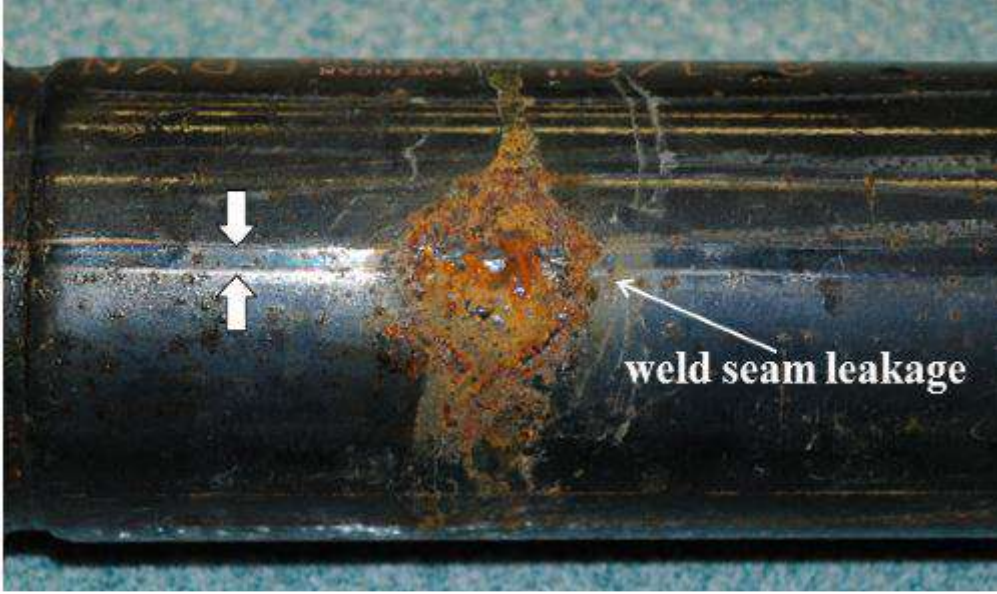
Sigorta odaklı kurum FM Global, korozyonu azaltan boru malzemeleri ve sistemlerin seçimine ilişkin tavsiyeler içeren "Corrosion in automatic sprinkler systems" FMDS-2-1 veri sayfasını yayınladı. FMDS-2-1, kuru, ön-etkili sistemler veya vakum sistemleri için azot jeneratörlü sistemleri uygun görür ve belirli koşullar altında siyah çelik borularla hidrolik hesaplamalar için 100 yerine 120 C faktörüne izin vererek bu teknolojilerin kullanımını teşvik etmektedir.

FM Onay süreçlerinde, polimerin borunun iç kısmına kimyasal olarak bağlandığı polimerle zenginleştirilmiş boruların onayı gerçekleştirilmektedir. FMDS 2-1 bunu yansıtmakta ve 'hidrolik hesaplamalar yapılırken iyileştirilmiş debi ve daha yüksek bir C faktörü sunduğu' yorumunu yapmaktadır. Kuru, ön etkili, ıslak ve baskın sistemler için 140'lık bir C faktörünün kullanılmasına izin vermektedir.

Sprinkler Sistemleri için VdS CEA Kılavuzlarının en yeni versiyonu – Planlama ve Kurulum – VdS CEA 4001: 2021-01 (07) VdS "ıslak alarm vana istasyonlarından sonra içten galvanizli boruların kullanılmasına şiddetle karşıdır". Bunun nedeni potansiyel hidrojen oluşumdur. VdS "Yağmurlama Sistemlerinde Galvanizli Borular" - VdS 3891 Veri Sayfasında daha fazla bilgi verilmektedir. Ayrıca VdS, korozyon oranındaki potansiyel artış nedeniyle kuru borulu sistemlerde galvanizli çelik kullanılmasını önermez. VdS ayrıca ıslak, kuru, ön etkili, baskın ve düşük basınçlı su sisi sistemlerinde hidrolik hesaplamalar için C faktörü 140 olan polimerle zenginleştirilmiş boruyu da yakın zamanda onaylamıştır.[2]

3.2. Geleneksel Yöntemler

Dikişli çelik boruların kaynak dikişlerinde hızlı korozyon ilerlemesi yaygın görülebilmektedir. Kaynak dikiş bölgesinde kararsız demir sülfidlerin oluşumu, kalıntı gerilmeler ve mikroyapıda oluşmuş değişimler bu tür hasarla ilişkilendirilmektedir. Gerilimi azaltılmış özelliklerde boruların kullanımı boru kaynak dikişi korozyonunun azaltılmasında faydalı olabilir. Fakat bu korozyonu yenmek için en iyi yöntem boyuna kaynak dikişini yatay borularda tavana bakacak şekilde hizalayarak boru içinde oluşacak kalıntıların kaynak dikişi üzerine gelmemesini sağlamaktır.



Şekil 3. Kaynak dikişinde oluşan korozyona örnek. Oklar, kaynak dikişinin konumunu ve borunun sızıntı yaptığı noktayı gösterir (Kaynak: FM Global – FMDS 2-1)

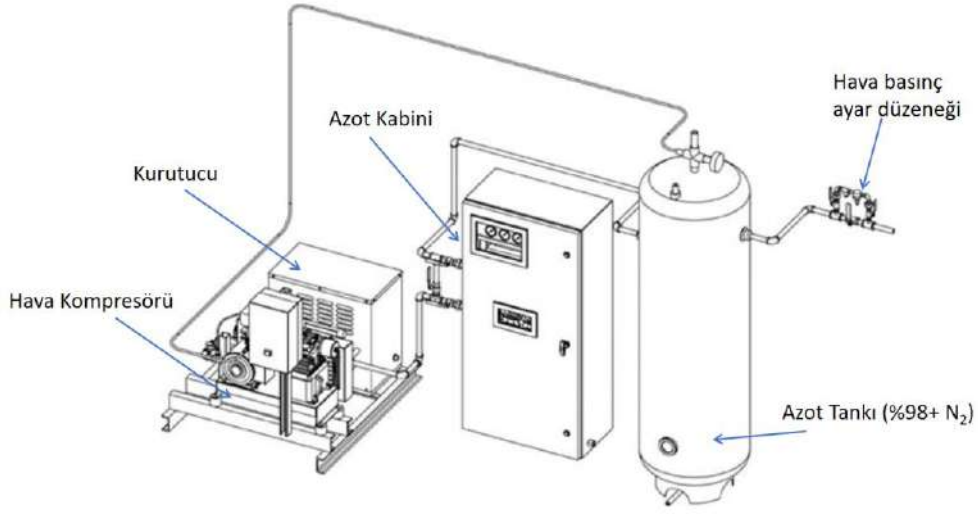
Kuru borulu veya ön etkili sistemlerde genelde galvanizli borularda korozyon veya kaçak görülebilmektedir. Kalıntı suyun üzerinde hava boşluğunun bulunması, sudaki çözülmüş oksijen ve karbon dioksit içeriğinin yükselmesine neden olur ve galvanizli çelik yağmurlama borusu için korozif bir sıvı haline getirir. Yeni kurulmuş kuru ve ön etkili sistemlerde, kurulumdan sonraki iki yıl gibi kısa bir sürede kalıntı su oluşumundan kaynaklı korozyon ve boru delinmesiyle karşılaşılabilir. Hidrostatik test veya bakım muayenelerinden sonra bu kuru sistemlerde kalan suyun tamamen boşaltılması, korozyonu azaltmanın en etkili yoludur. Uygulamada bu, borunun yetersiz eğimde olması veya tüm suyun sistemden boşaltılmasını önleyen sarkık sprinkler ve aşağı yönde bağlantı borusu kullanılması nedeniyle zor olabilmektedir.

Islak borulu yağmurlama sistemlerinde tesisat içinde sıkışan hava, çelik boru korozyonu için oksijen kaynağı sağlar. Islak borulu sistemlerde hava ceplerinin en aza indirilmesi tavsiye edilir. Boruda sıkışan havayı tahliye edebilen bir hava tahliye vanası bu tür korozyonu azaltabilir. Oksijenli tatlı suyun boru sistemine girişinin sınırlandırılması, ıslak borulu sistemler için ilave bir etkin korozyon önleme stratejisi olabilir.

Yangından korunum sistemlerinde yağmurlama tesisatı suyunun koroziflik derecesi, su kalitesinden önemli ölçüde etkilenir. Suyun kimyasal içeriği yani çözülmüş gazların (O₂, CO₂) ve çözülmüş anyonların (klorür, sülfat) konsantrasyonu, pH, alkalilik ve mikroorganizmaların varlığı suyun korozifliğini etkileyecektir. Örneğin daha yüksek çözülmüş oksijen konsantrasyonları korozyon hızını büyük ölçüde artırır. Bu nedenle yağmurlama suyu kaynağı olarak sadece şebeke suyu gibi işlem görmüş su kullanılmalı ve arıtılmamış ham su kullanımından kaçınılmalıdır.[3]

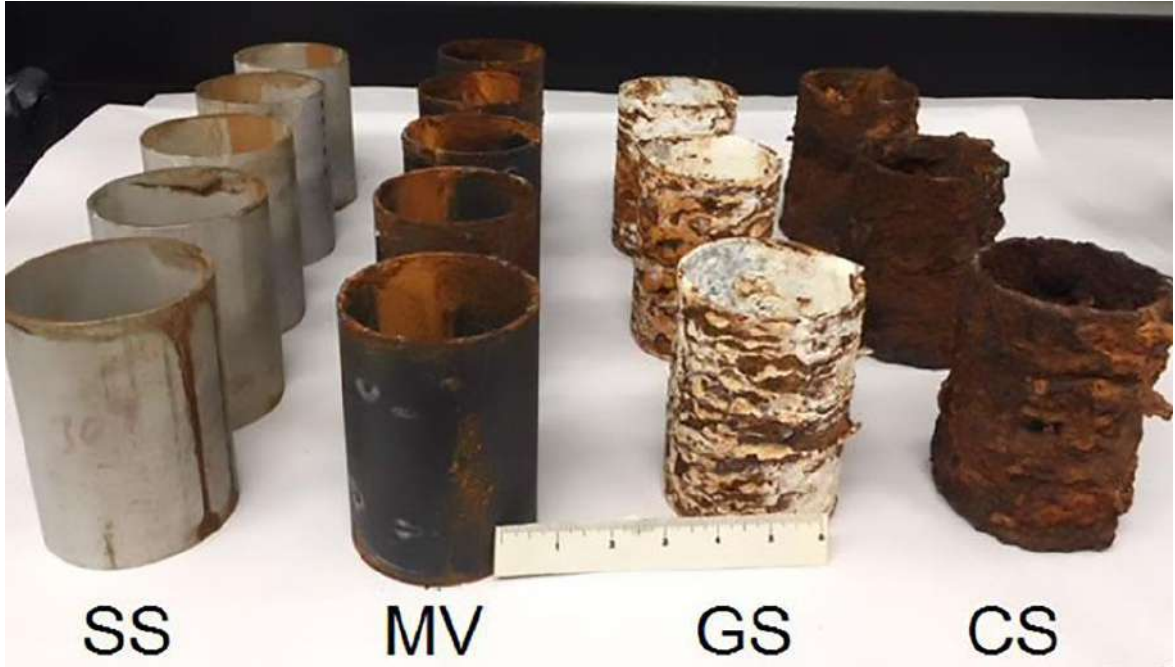
3.3. Yeni Teknoloji Ürünü Yöntemler

Korozyonu azaltma yaklaşımlarından biri kuru borulu veya ön etkili sistemlerde siyah çelik borular kullanıldığında azot gazıyla doldurmaktır. Bunu yapmak oksijeni uzaklaştırabilir ve böylece oksijenle ilgili elektrokimyasal reaksiyonları azaltabilir. Çeşitli saha denemelerinin sonuçlarına dayanarak, bu teknik kuru sistemlerde korozyonu azaltabildiğini söyleyebiliriz. FM Global'in gerçekleştirmiş olduğu testlerde, hava ile doldurulan karbon çelik boruların, azot kullanılanlara göre 20 kat daha hızlı korozyona uğradığı görülmüştür.



Şekil 4. Azot jeneratörü sistem şematığı (Kaynak: Potter)

Yakın zamanda kullanıma giren polimerle zenginleştirilmiş çelik borular, yangın korunum yağmurlama tesisatı için kullanıldığında çeşitli avantajlar sunmaktadır. Yüksek korozyon korunumu (bkz. Şekil 5), hidrolik hesaplamalar yapılırken iyileştirilmiş akış hızları ve daha yüksek bir C faktörü sunan sistemin doğası gereği yerleşiktir. Bu, bazı sistemlerde daha küçük çaplı boruların yanı sıra daha küçük pompaların kullanılmasına imkan sağlayabilmektedir. Bir sistemde polimerle zenginleştirilmiş çelik boruların kullanılması, hem bakım hem de korozyonla ilgili bozulmalarda uzun vadeli maliyet tasarrufu sağlanmasına yardımcı olabilir. [4]



Şekil 5. Altı aylık hızlandırılmış tuz banyosu yaşlandırma testi numuneleri. SS=paslanmaz çelik; MV=polimerle zenginleştirilmiş çelik; GS=galvanizli çelik; CS=karbon çelik (Kaynak: FM Global)

4. SONUÇ

Yağmurlama sistemi tesisatındaki korozyon sorunu, yangın korunum sistemlerinin güvenilirliğini ve performansını tehdit eden önemli bir meseledir. Bu nedenle, bu çalışmada yağmurlama sistemi borularındaki korozyonun nedenleri, sonuçları ve korozyonu önlemek veya azaltmak için kullanılabilen bazı çözümler ve yeni teknolojileri incelenmiştir.

Uniform korozyon, oyuk (pitting) korozyonu ve galvanik korozyon gibi, yağmurlama sistemi borularında meydana gelebilecek farklı korozyon türleri vardır. Ayrıca su kalitesi, oksijen içeriği ve sıcaklık gibi korozyona katkıda bulunan faktörleri de dikkate alınması gereken önemli hususlardır.

Tesisatlardaki korozyon, sızıntılar, arızalar ve düşük performansa yol açarak maliyetli sonuçlara ve güvenilirlik sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle yağmurlama sistemlerinde korozyonun tespiti, önlenmesi veya azaltılması için çeşitli yöntemler ve yeni teknolojiler kullanılmalıdır. Tasarım ve kurulum uygulamalarının, yeni yağmurlama sistemlerinde korozyonu engellemede kritik bir rol oynadığı unutulmamalıdır.

Ayrıca, uluslararası standartlar ve yönergeler, korozyonu azaltma ve kontrol etme konusunda yol gösterici bilgiler sunmaktadır. Yeni teknolojiler, polimerle zenginleştirilmiş çelik borular ve azot jeneratörleri gibi, korozyonla mücadelede daha etkili ve uzun vadeli çözümler sunmaktadır.

Sonuç olarak, yağmurlama sistemi tesisatındaki korozyon sorunlarının ciddiyeti göz önüne alındığında, doğru önlemler alınmalı ve yeni teknolojilere yatırım yapılmalıdır. Bu, yangın korunum sistemlerinin güvenilirliğini artırarak yangınla mücadelede daha etkili bir rol oynamasına yardımcı olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- [1] FULLER, D. ,SU, P. "Corrosion and Corrosion Mitigation in Fire Protection Systems", FM Global, 2014
- [2] ESNF, "Corrosion in Sprinkler Systems", European Fire Sprinkler Network, 2022
- [3] FULLER, D. , SU, P. "The Causes and Cost of Sprinkler Corrosion", FM Global, 2014
- [4] FMDS 2-1 , "Corrosion in Automatic Sprinkler Systems", FM Global, 2022

ÖZGEÇMİŞ

Yusuf ARSLAN

1983 yılında Kastamonu- Cide'de doğmuş olan Yusuf ARSLAN, 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2006-2012 yılları arasında farklı firmalarda Proje Satış konularında çalışmıştır. 2012 yılından bu yana Yangın Korunum Sistemleri konusuna odaklı olarak proje satış ve mühendislik görevlerinde çalışmakta olan Yusuf Arslan, 2017 yılının başından bu yana VIKING'de görev yapmaktadır, Türkiye ve Bölge Ülkeler Teknik Destek Yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. TÜYAK, ve TTMD üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

YANGINDAN KORUNUM 4.0 — DİJİTALLEŞMENİN GETİRDİĞİ FIRSATLAR VE RİSKLER

Adem ÇAKIR

ÖZET

Geleceğin inşasının dijital teknoloji ile karakterize edildiği bir dönemden geçmekteyiz. İster konutlarda ister uygulamaya özel binalarda olsun, çoklu sensör yapısına sahip birçok cihaz; kontrol, konfor ve güvenlik görevlerinin sorumluluğunu üstlenmeye başladı ve bunun yakın zamanda her alanda yaygınlaşması beklenmektedir. Bu cihazlar birbirleriyle ağ üzerinden bağlanacak, sensör okumalarını ve kontrol sinyallerini birbirlerine aktaracak ve yalnızca entegre bir bina yönetim sistemi tarafından yönetilebilen bir bilgi yığını oluşturacaklardır.

Binalar için tasarım süreçlerinde günümüzde dijital araçlar hali hazırda kullanılmaktadır ve bunun yakın gelecekte daha da artacağı ön görülmektedir. Tasarım aşamasında oluşturulan bina modelleri, kurulu sensörlerden ve cihazlardan gelen gerçek zamanlı verilerle birleştirilirse, kullanıcılara yatırımlarının eksiksiz ve sürekli güncel bir dijital modeli sağlanabilir. Bu modelleme çok da uzak olmayan gelecek vizyonunun dışında, yangından korunumun dijital bir dönüşüm yaşayacağı alanları belirlemeyi de mümkün kılacaktır.

Bu makalede, dijitalleşmenin yangından korunum sektöründe öne çıkan gelişmeleri, farklı paydaşlar için getirdiği fırsatlar ve riskler ile cihaz teknolojilerinin geçirdiği değişim ele alınacaktır.

Anahtar sözcükler: Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti, Bina Bilgi Modellemesi, Dijitalleşme

FIRE PROTECTION 4.0 — OPPORTUNITIES AND RISKS OF DIGITALIZATION

ABSTRACT

We are passing through a period in which the construction of the future is characterized by digital technology. Many devices with multi-sensor structure, whether in residences or application-specific buildings; has started to take responsibility for control, comfort and safety tasks and this is expected to become widespread in all areas in the near future. These devices will be networked with each other, transferring sensor readings and control signals from one device to another, creating an information stack that can only be managed by an integrated building management system.

Digital tools are already used in the design processes for buildings today and it is predicted that this will increase even more in the near future. If building models created during the design phase are combined with real-time data from installed sensors and devices, users can be provided with a complete and constantly up-to-date digital model of their investment. This modeling will make it possible to identify areas where fire protection will undergo a digital transformation, apart from the not-so-distant vision of the future.

In this article, the prominent developments of digitalization in the fire protection sector, the opportunities and risks it brings for different stakeholders and the change in device technologies will be discussed.

Key words: Industry 4.0, Internet of Things, Building Information Modeling, Digitalization

1. GİRİŞ

Geleceğin inşasının dijital teknoloji ile karakterize edildiği bir dönemden geçmekteyiz. İster konutlarda ister uygulamaya özel binalarda olsun, çoklu sensör yapısına sahip birçok cihaz; kontrol, konfor ve güvenlik görevlerinin sorumluluğunu üstlenmeye başladı ve bunun yakın zamanda her alanda yaygınlaşması beklenmektedir. Bu cihazlar birbirleriyle ağ üzerinden bağlanacak, sensör okumalarını ve kontrol sinyallerini birbirlerine aktaracak ve yalnızca entegre bir bina yönetim sistemi tarafından yönetilebilen bir bilgi yığını oluşturacaklardır.

Binalar için tasarım süreçlerinde günümüzde dijital araçlar hali hazırda kullanılmaktadır ve bunun yakın gelecekte daha da artacağı ön görülmektedir. Tasarım aşamasında oluşturulan bina modelleri, kurulu sensörlerden ve cihazlardan gelen gerçek zamanlı verilerle birleştirilirse, kullanıcılara yatırımlarının eksiksiz ve sürekli güncel bir dijital modeli sağlanabilir. Bu modelleme çok da uzak olmayan gelecek vizyonunun dışında, yangından korunumun dijital bir dönüşüm yaşayacağı alanları belirlemeyi de mümkün kılacaktır

2. ENDÜSTRİ 4.0

Giderek artan sayıda cihaz ve ürün, internet teknolojisi aracılığıyla birbirleriyle iletişim halindedir. Bu konseptin moda kelimesi: Nesnelerin İnterneti (IoT). Bu temelde oluşturulan, tamamen ağa bağlı ilk fabrikalar halihazırda hatırı sayılır noktada kurulmuş durumda ve endüstriyel üretim için otomasyon, kendi kendine optimizasyon ve makinelerin kendi kendine hata teşhisi gibi birçok geliştirmeleri de içinde barındırmaktadır. [1]

Nihayetinde, Endüstri 4.0 daha esnek; maliyet, zaman ve kaynak açısından verimli üretim süreçlerini ve daha yüksek bir üretim kalitesinin elde edilmesini sağlamalıdır. Pek çok uzman, sonuçta ortaya çıkan değişikliklerin o kadar derin olmasını bekliyor ki, dördüncü bir sanayi devriminden bahsedilmesinin ana sebebini buna dayandırılmaktadır.

Burada en önemli gereksinimlerden biri, bilgi teknolojileri (BT) sistemlerinin üretim teknolojileriyle birleştirilmesidir. Yangından korunum açısından bu, her şeyden önce tesis teknolojisinin gelecekte daha ucuza üretilbileceği ve aynı zamanda daha fazla sensör ve iletişim teknolojisi ile donatılabileceği anlamına gelir.

Ayrıca, endüstride çok sayıda iş alanının kaybı ve veri güvenliği sorunları, Endüstri 4.0'ın yüzleşmesi gereken sorunlardan bazılarıdır.[2]

2.1. Bina Bilgi Modellemesi (BIM)

BIM, dijital bina bilgi modellemesi anlamına gelir ve mimarlar, tasarımcılar ve operatörler için faydalı bir araçtır. BIM bina modelleri, bilgi yoğunluğu ve kalitesi açısından 3B modellerin çok ötesine geçer çünkü bina hakkındaki tüm ilgili verileri kaydeder, birleştirir ve ağa bağlarlar. Örneğin bir BIM modeli, belirli boyutlara sahip bir kapının, bir koridorda belirli bir konuma takılması gerektiğini yalnızca "bilmek" ile kalmayıp, aynı zamanda bu kapı ve çevresindeki bileşenler hakkında tüm ilgili bilgileri de içermektedir. Bu bilgiler arasında, kapının gerekli yangın direncini, açılma yönünü (örneğin bir kaçış kapısı olması durumunda önemlidir), en yakın duman dedektörü gibi kapıyı tetikleyici tüm öğeler bulunmaktadır.

BIM modelleri, projede yer alan uzman tasarımcılar arasındaki etkin iş birliğini ve onların alanlarındaki güçlerini de ön plana çıkarır. Proje tasarımcıları, aynı modelde tüm disiplinler üzerinde çalışabildiklerinden, tasarım değişikliklerinin herhangi bir disiplin üzerindeki etkileri hemen görünür hale gelir. Örneğin, yangından korunum proje tasarımcısı, yangın bölmelerini değiştirmeyi düşünüyorsa, binadaki hangi konumların ek bölmeler gerektirdiğine ilişkin bilgileri ve yapılacak değişiklikleri, hızlıca teknik bina ekipmanı tasarımcısına da iletilecektir. Otomatik çakışma testini de içeren işlevler, şantiyelerde birçok sürprizi önleyebilir ve ortaya çıkan gecikmeleri ve sonuç olarak ortaya çıkan maliyetleri önleyebilir. [3]

Tüm kurulu bileşenler için depolanan temel veriler, daha sonra bina operatörü tarafından da kullanılabilir. Modelleme, operatöre yangın kapıları, damperler, söndürme sistemleri vb. için bakım aralıklarına genel bir bakış sağlayabilir. İlgili model, bakım gerektiren ekipmanı bulmak için genellikle binaya pek aşına olmayan bakım şirketlerinin çalışanlarını da destekleyebilir ve hatta gerektiğinde onlara önceki bakım çalışmaları ile ilgili dökümanları ve ekipman üreticilerinden gelen bilgileri sağlayabilir. BIM modelleri, yangın durumunda da değerli bilgiler sağlayabilir. Binanın, ağa bağlı gerçek zamanlı modeli, tahliye rehberlik etmek ve desteklemek, acil durum merkezlerinin ya da müdahale ekiplerinin hızlı bir şekilde yönlendirmelerine yardımcı olmak ve onlara sistemlerin ve bileşenlerin durumu hakkında bilgi sağlamak için kullanılabilir. Bu nedenle BIM, yangından korunum ile ilgililenlerin çoğu için belirleyici bir dijital arayüz görevi görür ve önemi her geçen gün artmaktadır.

2.2. Her Yerde Sensör

Sadece akıllı telefonlarımızda kaç tane bulunabileceğini bile düşündüğümüzde, günümüzde her alanda mevcut sensörlerin ne kadar olabileceği zihnimizde netleşmektedir. Aşağıda bahsedilen bazı sensörler birçok iyi donanımlı cihazda bulunmaktadır[4]:

- GPS alıcılar
- Manyetometre
- Dönüş sensörü
- İvme sensörü
- Yakınlık sensörü
- Aydınlık sensörü
- Termometreler
- Nem sensörü
- Basınç ölçerler
- Parmak izi okuyucular

Üreticiler, özellikle fiyatlardaki büyük düşüş ve giderek küçülen tasarımları sayesinde ürünlerine daha fazla sensör entegre edebilmektedir. Örneğin duman dedektörleri, gelecekte de öncelikli olarak dumanı algılamak için tasarlanmaya devam edecektir; bunun yanında diğer dedektörlerle kolayca birleştirilebilir ve ek sensörlerle donatılabilirler hale de geleceklerdir.

Sensörler, geleceğin binalarında her yerde bulunacak. Sistemlerin durumu (ör. yangın ve duman damperlerinin, pencerelerin ve kapıların konumu) ve konfor verilerinin (sıcaklık, nem, aydınlık seviyesi) yanı sıra insanların konumlarını ve hareketlerini de kaydedebileceklerdir. Video teknolojisinin artan uygulama alanlarıyla birlikte sensörlerin kullanımının yaygınlaşması, aktif ve organizasyonel yangın önlemeyi optimize etmek için çok sayıda fırsat sunacaktır.[5]

Bunların dışında, bu alanda karşılaşılan zorluklar arasında, esnetilemeyen standartlar ve tekdüze arayüzler ile verinin korunması ve güvenliği bulunmaktadır.

2.3. Büyük Veri ve Tahmine Dayalı Analitik

Büyük hacimli verileri bir araya getirmek ve değerlendirmek, diğer şeylerin yanı sıra risk analizlerinde de iyileştirme potansiyeli sunar. Bir binadaki mevcut ve potansiyel zayıflıkların araştırılması ve değerlendirilmesi, eski uygulamalardan daha kesin bir şekilde gerçekleştirilebilir[6].

İtfaiye hizmetleri günümüzde, gelecekteki olaylar hakkında çok kesin tahminler elde etmek için büyük veri analizlerinin kullanılıp kullanılmayacağı sorusunu değerlendirmektedir. Bu tür olasılık hesaplamaları, acil yardım sağlamak için harcanan zamanı kısaltmak ve böylece yangın veya kaza kurbanlarının sayısını azaltmak amacıyla pozisyon belirlemeyi, talebi ve saha planlamasını optimize etmek için kullanılabilir. Bu veriye dayalı tahmin yöntemleri, tahmine dayalı analitik olarak tanımlanır. Aşağıdaki veri kaynakları ve benzerleri, önceliği önleyici yangından korunum olarak tasarlanan bilgisayar destekli analizler ve tahmin süreçleri için kullanılabilir [7]:

- Yangın istatistikleri
- Yapı verileri (yapı stoğuna ilişkin veriler)
- Coğrafi bilgi sistemleri
- Binalarda, sistemlerde ve ürünlerde bulunan sensörler
- Hava durumu verileri
- İtfaiye intikal istatistikleri
- Konum analizleri
- Nüfus istatistikleri (örn, nüfus yoğunluklarının ve yaş gruplarının konuma dayalı değerlendirilmeleri).

3. DİJİTALLEŞMENİN GETİRDİĞİ FAYDALAR

Dijitalleşme, verilerin karmaşıklığı ve kısa zaman içinde yenilenme gereksinimi sebebiyle getirdiği efor ihtiyacının yanında, birçok bileşen için faydalar sağlamaktadır. Yangından korunum bileşenleri açısından bakıldığında montaj, devreye alma, bakım ve kullanıcılar için getirdiği faydalar, sistemin yaşam döngüsünün her aşaması için kritik hale gelmiştir.

3.1. Montaj Firmaları

Dijital teknolojinin artan uygulamaları, yangından korunum bileşenlerinin montaj firmaları için de somut faydalar vaat etmektedir. Karmaşık bileşenleri veya sistemleri kurarken, gelecekte bir akıllı telefon ekranında veya veri gözlüklerinde, görsel destek sağlayacak, üreticiler tarafından sunulan özel uygulamalardan yararlanabileceklerdir. Bu tür artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları, canlı bir kamera görüntüsünü, ek bilgi ve notlarla birleştirilerek, sunulacak hizmetin kullanım kılavuzu kullanır gibi mükemmel olmasını sağlayacaktır. AR ve özellikle sanal gerçeklik (VR), personelin eğitiminde giderek daha önemli bir rol oynayacaktır.

3.2. Bakım ve Uzak Denetimler

Bir binanın operatörü, bakım süreçlerine ve aralıklarına uymak zorundadır. Örneğin, bir gazlı söndürme sistemi için söndürme tüplerinin ne zaman bakıma ihtiyacı vardır? Üretici tarafından belirlenen bakım aralıkları ilgili standartlarda belirtildiği gibi veya gerektiği gibi mi? Gelecekte bu ve benzeri sorulara farklı yanıtlar belirleyebileceğiz, çünkü bir yangından korunum sisteminin her bir unsuru sensörlerle donatılabilecek yetkinliğe erişecektir. Sistemler kendilerini izleyecek ve önceden tanımlanan ayar değerlerinden ilgili her sapmayı üst sistemlere rapor edeceklerdir. Operatörler ve bakım hizmetleri sağlayıcıları, değişiklikler ortaya çıktığında, genellikle sistemde kritik herhangi bir hasar oluşmadan veya oluşuktan sonra derhal bilgilendirilebilecektir. Üreticiler, ürünlerindeki zayıflıkları belirlemek için toplanan verileri kullanabilir ve bu bulguların ürün geliştirme çalışmaları için değerlendirilmesini sağlayabileceklerdir.

Özellikle, can güvenliği önceliği olan yangın sistemleri söz konusu olduğunda, uzmanlar tarafından uzaktan erişim de giderek daha önemli bir rol üstlenmektedir. Örneğin uzman firmalardaki çalışanlar, hataları düzeltmek veya program değişiklikleri yapmak için ağ teknolojisi ile her zaman ve her yerde bakımını yaptıkları merkezi yangın alarm sistemlerine erişebilirler. Yine de bir teknisyenin yerinde ziyaret yapması gerekiyorsa, binaya, arıza hakkında önceden bilgi sahibi olarak ve ayrıca gerekli yedek parçalarla gelirler, bu da ek yolculuklardan ve dolayısıyla maliyetlerden tasarruf sağlar. Bakım ve onarım çalışmalarını belgelemek ve kayıt altına almak için yazılım kullanmak, halihazırda yaygın bir uygulamadır. Belgeleme yönünün yanı sıra yazılımların asıl gücü, ağ oluşturma ve verilerin erişilebilirliğinde yatmaktadır. Bir binaya belirli bir sistemin bakımını yapmak için gelen yeni bir hizmet sağlayıcı, sistemin üretim, montaj ve kurulumundan, son bakımına kadar tüm geçmişini açıklayan elektronik belgelere (örn. Onaylar, kurulum talimatları ve bakım günlük defterleri) ve veri tabanlarına erişerek sürece uygun faaliyetlerini sürdürebileceklerdir. Bu tür sistemler ve iş akışlarının teknik açıdan gerçekleştirilmesi kolaydır ve faydaları o kadar belirgindir ki, kapsamlı bir temelde kullanılacağından emin olabilirsiniz.

3.3. Mühendislik Yöntemleri

Yangından korunum için mühendislik yöntemlerinin uygulanmasında genellikle özel yazılımlar kullanılır. Tahliye simülasyonları (insan akış analizleri), CFD yangın simülasyonları ve hepsinden önemlisi duman simülasyonları genellikle çok fazla hesaplama gücü gerektirir. Birkaç senaryo veya konfigürasyon karşılaştırılıyorsa, gerekli bilgisayar hesaplamaları çok uzun sürebilir. Büyük bilgisayarlar genellikle çok pahalıdır veya yangından korunum proje tasarımcıları için pek erişilebilir değildir. Büyük bilgi işlem görevlerinin daha küçük iş paketlerine bölündüğü ve daha sonra çok sayıda bağımsız bilgisayar tarafından paralel olarak işlendiği bulut tabanlı işleme kullanımı, bu alanda büyük destek vaat etmektedir. Böylece çok sayıda işlemci, büyük bir sanal bilgisayar oluşturmak için birbirine bağlanabilir. Bulut tabanlı işleme, gerektiğinde bir hizmet olarak satın alınabilir ve bu şekilde herhangi bir büyük yatırım yapmadan hızlı simülasyon sonuçlarına izin verebilir. Derin öğrenme (deep learning) gibi modern yazılım teknolojileri gelecekte bilgisayar programlarının belirli sorunları daha kısa sürede çözüme daha iyi hale gelmeleri için kendilerini optimize etmelerini sağlayacaktır. Bu tür araçlar milyonlarca CFD simülasyonunun sonuçlarını analiz etmek için kullanılacak olursa, bilgisayar destekli mühendislik yöntemlerinde büyük ilerlemeler bekleyebiliriz. Sanal ve artırılmış gerçeklik, gelecekte simülasyon hesaplamalarının sonuçlarını görselleştirmek için giderek daha fazla kullanılacaktır. İzleyiciler, bir insan akışı analizine kendilerini "kaptırabilir" ve örnek olarak kaçış rotalarındaki olası darboğazları belirlemek için avaturları kullanarak bir binanın VR modelini inceleyebilirler. Simülasyon sonuçlarını müşterilere ve ilgili makamların temsilcilerine sunarken, görsel olarak ikna edici VR veya AR sunumları, belirlenen çözümlerin kabul görmesine yardımcı olabilecektir.[8]

3.4. Eğitim

Burada açıklanan birleşik gelişmeleri göz ardı etsek bile, geriye tek bir şey net olarak kalacaktır: yangından korunumun karmaşıklığı ve dinamikleri, her seviyede iyi eğitilmiş ve bilgili uzman personelin gerekli olduğu anlamına gelir. İstihdam sırasında mesleki eğitim ve ileri eğitim giderek daha önemli hale gelmektedir. Yazılım, web seminerleri, dijital öğrenme ortamları, forumlar ve veri tabanları geleneksel yüz yüze etkinlikleri tamamlayabildiği ve konumdan bağımsız ve esnek eğitim sağlayabildiği için dijitalleşme aynı zamanda bu sektördeki gücünü de göstermektedir. Buna ek olarak, çok sayıda yayınevi, uzman bilgilerini, uygulamalar ve veri tabanları aracılığıyla erişilebilir hale getiriyor, böylece kullanıcılar her zaman her yerden kapsamlı arşivlere erişebilir ve güvenilir arama araçlarını kullanarak bu arşivlerde arama yapabilirler.

3.5. Yangına Müdahale Ekipleri

Acil durum yangına müdahale ekipleri halihazırda dijital teknolojiyi kullanmaktadır, ör. radyo iletişimi için ve mobil kızılötesi kameralarda. VR simülasyonlarının kullanımı, itfaiyecilerin eğitim ve öğretiminde de test edilmektedir. VR ortamı, herhangi bir önemli finansal maliyet veya çok sayıda personele ihtiyaç duyulmadan gerçek müdahale senaryolarının karşılaştırmalı olarak gerçekçi simülasyonuna izin vermektedir. Acil durum ekipleri için AR sistemleri, ör. bir kaska takılı küçük bir kızılötesi kameradan gelen görüntüyü, veri gözlükleri kullanarak bir kişinin gerçek görüş alanına yansıtılabilecek biçimde geliştirilmektedir. Acil ekibin elleri serbesttir ve artık kızılötesi kamerası ellerinde tutmak zorunda olmadıkları için yönlendirme yapmaları gerekmez.[9] AR sistemleri, konumla ilgili sistemlere (itfaiye erişim noktaları, hidrantlar, girişler, itfaiye terminalleri, teknik odalar vb.) hızlı ve kolay genel bir bakış sağlayabilmeleri için itfaiye hizmetleri tarafından kullanılmak için idealdir.

4. SONUÇ

Önümüzdeki yıllarda tasarımcıların, montaj firmalarının, operatörlerin ve dahil olan diğer tüm tarafların günlük işlerini bir dereceye kadar büyük ölçüde etkileyeceği için dijitalleşme yalnızca yangından korunum ile ilgili değildir. Süreçlerde de verimlilikte büyük gelişmeler beklenmektedir. Cihazların birbiriyle güvenli ve güvenilir bir şekilde ağa bağlanmasını garanti edecek uygun protokoller, arayüzler ve platformlar geliştirilmenin mümkün olup olmayacağı hala şüphelidir. Her arayüz ayrıca saldırı için ek bir risk anlamına gelmektedir. Bu nedenle geliştiricilerin ve kullanıcıların veri güvenliğini ve veri korumasını sürekli olarak sağlamaları gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Dil,E., Esmer,A.H., Firmaların Endüstri 4.0 Stratejilerine Dair Bir Araştırma, *Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi*, Cilt 3 (1), 85-110
- [2] İlhan,İ., Tekstil Üretim Süreçleri Açısından Endüstri 4.0 Kavramı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 25 (7), 810-823
- [3] Beşiroğlu,Ş., Serteser, N., (2023) *Bina Tasarımında Yangın Emniyetinin Dijital Dönüşümü ve Yapı Bilgi Modelleme (BIM) Üzerine Bir İnceleme*, Mimarlık ve Yangın Sempozyumu Bildiriler Kitabı (s.63-74), İTÜ Taşkışla, İstanbul.
- [4] Harrop, P. (2021), Sensors Everywhere, indirilen site: <https://www.idtechex.com/journal/print-articles.asp?articleids=22984>
- [5] Liu, Z.G., Makar, J.M., Kim, A.K.,(2001) *Development of Fire Detection Systems In The Intelligent Buildings*, 12th International Conference on Automatic Fire Detection Bildiriler Kitabı, (s.561-573)
- [6] Zhang X., Prediction Of Fire Risk Based On Cloud Computing, *Alexandria Engineering Journal*, Vol 60 (1537-1544)
- [7] Shah, A.S., Şeker, D.Z., Hameed, S., Draheim, D., The Rising Role of Big Data Analytics and IoT in Disaster Management: Recent Advances,Taxonomy and Prospects, *IEEE Access*, 7 pp. 54595 – 54614
- [8] Sanderasagan, A. N., Abd Aziz, A., & Daing Idris, D. M. N. (2020). Real-Time Computational Fluid Dynamics Flow Response Visualization And Interaction Application Based On Augmented Reality. *Journal of Information and Communication Technology*, 19(4), 559-581. <https://doi.org/10.32890/jict2020.19.4.5>
- [9] L. Yang, Y. Liang, D. Wu and J. Gault, "Train and Equip Firefighters with Cognitive Virtual and Augmented Reality," *2018 IEEE 4th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)*, Philadelphia, PA, USA, 2018, pp. 453-459, doi:10.1109/CIC.2018.00068

ÖZGEÇMİŞ

Adem ÇAKIR

1987 doğumlu Adem Çakır 2010 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Kontrol Mühendisliği bölümünden; 2011 yılında da aynı üniversitenin Elektrik Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2022 yılında aynı üniversitenin İşletme alanında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Çalışma hayatına 2010 yılında Schneider Electric firmasında proje mühendisi olarak başladı. 2013 yılında askerlik görevini yerine getirdi. 2014-2016 yılları arasında Honeywell firmasında Kahire Uluslararası Havalimanı TB2 proje saha sorumlusu olarak çalıştıktan sonra 2016-2023 yılları arasında Siemens Bina Ürünleri bölümünde, Yangın ve Güvenlik Sistemleri Ürün Yöneticisi olarak görev yaptı. Minimax Türkiye Yangın Söndürme firmasında halen Teknik Müdür Ürün Yöneticisi olarak görev yapmaktadır.

DERİN ÖĞRENME ALGORİTMASI EVRİŞİMLİ SINIR AĞI (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK) KULLANILARAK GÖRÜNTÜDEN YANGIN TESPİTİ

Himmet KAMAN

ÖZET

Yangınlar, özellikle de orman yangınları tüm canlıları tehdit eden ve çevreye ciddi anlamda zarar veren felaketlerin başında gelmektedir. Dünyanın içinde bulunduğu küresel ısınma nedeniyle orman yangınlarının artacağı uzmanlar tarafından öngörülmektedir. Orman yangınlarının algılamasında küçük yangın boyutu, arka plan karmaşıklığı ve görüntü bozulması gibi bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu zorlukları aşabilmek için gerçek görüntüler kullanılarak eğitilmiş bir derin öğrenme algoritması olan evrişimli sinir ağı önerilmiş olup bu evrişimli sinir ağını eğitmek için orman yangını içeren ve orman yangını içermeyen görüntülerin bulunduğu veri setinden yararlanılmıştır. Orman yangını tespiti için kullanılan evrişimli sinir ağı algoritması yapılan testlerde yüksek doğruluk oranı ile sınıflandırma ve tahminde yetenekli bir algoritma olduğunu göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Derin Öğrenme, Evrişimli Sinir Ağı, Bilgisayarlı Görü, Görüntü İşleme, Yangın Tespiti.

FIRE DETECTION FROM IMAGE USING DEEP LEARNING ALGORITHM (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK)

ABSTRACT

Fires, especially forest fires, are one of the leading disasters that threaten all living things and cause serious damage to the environment. It is predicted by experts that forest fires will increase due to global warming. There are some difficulties in the detection of forest fires such as small fire size, background complexity and image distortion. In order to overcome these challenges, a convolutional neural network, which is a deep learning algorithm trained using real images, is proposed and a dataset of images with and without forest fires is used to train this convolutional neural network. The convolutional neural network algorithm used for forest fire detection has shown that it is a capable algorithm in classification and prediction with a high accuracy rate in the tests performed.

Key words: Deep Learning, CNN Algorithm (Convolutional Neural Network), Computer Vision, Image Processing, Fire Detection.

1. GİRİŞ

Yangınlar, dünya üzerinde yaşayan insanlar ve diğer tüm canlılar için en önemli tehdit ve felaketlerin başında gelmektedir. Yangınlar insanları maddi ve manevi zarara uğratmış, doğadaki diğer canlıların ise hayatlarına mal olmuştur. 2021 yaz mevsiminde Türkiye’de büyük bir yangın felaketi sebebiyle, binlerce hektar orman ve yerleşim yerleri kullanılmaz hale gelmiş, insanlar hayatını kaybetmiş ve birçok canlı telef olmuştur. Bu durum sadece bizim ülkemize özgü bir durum olmayıp, Amerika, Avustralya, Brezilya, Avrupa ve Afrika ülkeleri de bu felaketle hemen hemen her yıl karşı karşıya kalmaktadır. Bu yangınların en başında da orman yangınları gelmektedir. [1]

Son dönemde yangın tespiti ile ilgili birçok akademik çalışmalar yapılmış ve endüstriyel çalışmalara hız verilmiştir. Teknolojinin de ilerlemesi ile yangın tespiti ve erken uyarı sistemleri ile ilgili cihaz, uygulama ve yazılım geliştirilmiş olup, büyük bir hızla geliştirilmeye de devam etmektedir. Yangın tespitinde bazı sensörler ve uydu sistemleri kullanılmış ve fayda sağladığı görülmüştür. Yangın tespitinde geleneksel olarak en yaygın kullanılan aygıtlar duman, yangın, gaz ve sıcaklık detektörleridir. Bu aygıtların kullanılmasındaki en büyük etken düşük maliyetli olmalarıdır. Kullanılan bu detektörler ve sensörlerin uzak mesafelerde doğru veri akışını sağlayamama, yanlış alarm verme, geniş alanlarda bağlantı sorunu gibi bazı dezavantajlara sahip olduğu bilinmektedir. [1-2]

Teknolojinin ve buna bağlı cihazların hayatımızda yerini almasıyla yeni yapay zeka uygulamaları ortaya çıkmış ve bu uygulamalar teknoloji, savunma sanayi, eğitim ve sağlık alanında hayatımızı kolaylaştırmak ve bizleri tehlikeden uzak tutmak; maddi, manevi fayda sağlamak adına aktif rol almaktadır. “Derin öğrenme” bu uygulamaların en popüler ve başta geleni olup, bağlı algoritmaların yangın tespiti için verimli araçlar olması popülerliğini arttırmaktadır. Derin öğrenme yapay sinir ağını referans almaktadır. Görüntüden yangın tespiti için kullanılan en yaygın algoritma yapay sinir ağına bir yöntemi olarak evrişimli sinir ağıdır.[3] Bu bilgiler ışığında yüksek doğruluk ile derin öğrenmeye dayalı görüntüden yangın tespiti önerilmektedir.

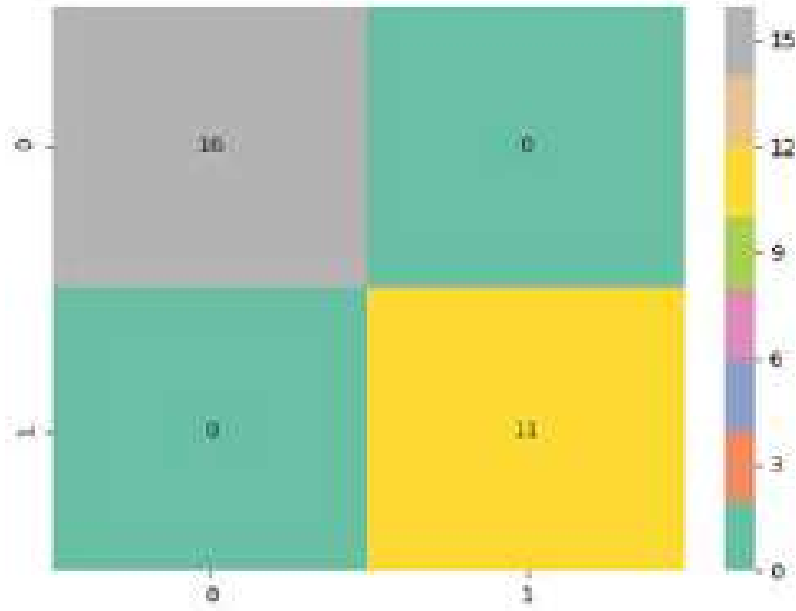
Bu çalışmanın asıl amacı gerçek yangın ve yangın olmayan fotoğrafları kullanarak derin öğrenme tabanlı evrişimli sinir ağı algoritması kullanılarak model oluşturma ve bu model ile görüntüde yangın olup olmadığını tespit etmektir. Bu çalışmanın sonraki kısımlarında derin öğrenme tabanlı evrişimli sinir ağı kullanılarak yangın tespiti ile ilgili çalışmalara, önerilen evrişimli sinir ağı modellenmesine ve modellemede kullanılan yöntemlere, test ve sonuçlara, tartışma ve bulgulara, sonuç ve öneriler kısmına yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Son dönemde yapılan çalışmalarda İnsansız Hava Aracı (İHA) ile elde edilmiş görüntüleri kullanarak orman yangınlarını tespit etmek ve sınıflandırmak için yeni bir derin öğrenme yöntemi sunulmuş, bu yöntem orman yangını özelliklerini çıkartmak için mimari olarak EfficientNET-B5 ve DenseNet-201 modelleri kullanılmış, ayrıca yangın piksellerini bölümlere ayırmak ve havadan çekilmiş görüntülerde yangının kesin şeklini tespit etmek için bir derin öğrenme modeli EfficientSeg ve iki görüntü transformatörü TransUNet ve TransFire kullanılmış ve iyi sonuçlar alındığı Tablo 1’de görülmüştür. [2]

Tablo 1. Orman yangını segmentasyon modellerinin performans değerlendirilmesi [2]

Model	Doğruluk (%)	F1 Skor (%)	Çıkarım Süresi(s)
TransUNet-R50-ViT	99.90	99.90	0.51
TransUNet-ViT	99.86	99.86	0.40
TransFire	99.83	99.82	1.00
EfficientSeg	99.63	99.66	1.38
U-Net	99.00	99.00	0.29



Şekil 1. Hata Matrisi [2]

Başka bir çalışmada uydu görüntülerinden yararlanılarak yine orman yangınlarını tahmin etmek için evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) mimarisi ve yangın görüntülerini sınıflandıran Inception v3 tabanlı evrişimli sinir ağı'nın (convolutional neural network) etkili bir yaklaşımı tasarlanmış, verimliliği görmek için hata matrisi (confusion matrix) oluşturulmuş ve yüksek doğruluk oranı sağlanmış, başarılı bir algoritma olduğu Şekil 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te görülmüştür. [4]

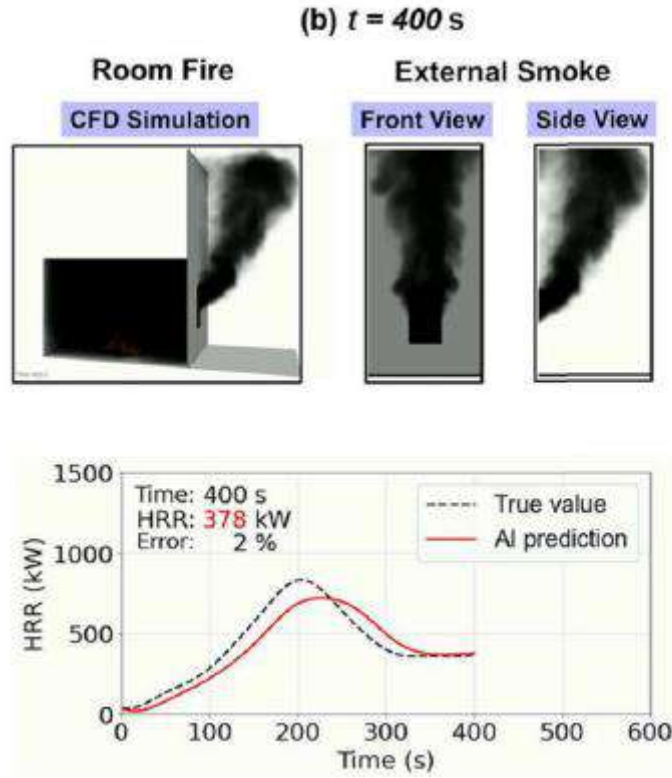
Tablo 2. Yangın algılama için kullanılan Inception-v3 doğruluk tablosu [4]

Sınıflar	Kesinlik	Duyarlılık	F1 - Skor
Yangın	0.95%	1.00%	0.97%
Yangın Olmayan	1.00%	0.97%	0.99%
Ağırlıklı ortalama	97.50%	98.50%	98.00%

Tablo 3. Farklı yangın algılama yöntemleri ile karşılaştırma ve uygulanan yöntem [4]

Metot	[31]	[33]	[32]	Uygulanan Evrişimli Sinir Ağı [9]
Tespit Etme Oranı	94%	94,39%	95,2%	98%

Farklı bir çalışmada harici duman görüntüleri ve derin öğrenme algoritması olan evrişimli sinir ağı kullanılarak veriler eğitilmiş, geçici yangın senaryoları ve kurtarma planları simüle edilmiş, alınan sonuçlarda farklı duman görüntüleri eğitilerek yapay zeka yöntemi yanan yakıtları bilmeden bile bina içindeki geçici yangın ısı yayılım oranını iyi bir şekilde tanımlayabilmiş, bina içindeki yangının gerçek zamanlı duman görüntüleri ile eğitilebileceğini ve akıllı yangın ile mücadele uygulamalarında kullanılabileceğini Şekil 2'de göstermiştir. [5]



Şekil 2. Simule edilmiş yangın tahmini [5].

Diğer bir çalışmada yangın tespiti için evrişimli sinir ağı kullanılarak bir model oluşturulmuş, oluşturulan modelde ayrıca görüntülerde yangın görselleştirmesi ve yangın yerinin belirlenmesi için Grad-CAM yöntemi kullanılmış, modelde ayrıca daha iyi ölçüde performans göstermesine olanak sağlayan bir dikkat mekanizması kullanılmış. Önerilen Grad-CAM yöntemiyle oluşturulan modelde elde edilen görüntülerde yangının en iyi lokasyonuna yönlendirme yapıldığı gözlemlenmiştir. Keşfedilen birçok model arasında efficientnetB0 yönteminin başarılı bir model olduğu görülmüştür. Gerçek görüntülerden oluşan veri setinde %95,40'lık bir test doğruluğu sağlanmış, oluşturulan modelin görüntülerden yangın algılamadaki başarısını güçlü bir şekilde desteklemiştir. Ayrıca %97,61'lik bir geri çağırma ile modelin yangın algılamada güvenilir olduğunu öne sürmüştür.[1]

Yapılmış başka bir çalışmada yangın görüntülerinin tespiti için gözetim videolarını kullanarak diğer mimarilerden daha düşük maliyetli bir evrişimli sinir ağı modeli olan Google Net mimarisi kullanılmış ve yapılan deneyler sonucunda önerilen mimarinin son teknoloji yöntemleri ile karşılaştırıldığında CCTV (kapalı devre televizyon sistemi) sistemlerinde başarılı bir performans sergilediği görülmüştür. [34]

Her görüntüden dumanı tanımak ve ayırt etmek zor bir işlem olup, yapılan çalışmada dumanın hareket özelliklerine ve evrişimli sinir ağı algoritmasına dayanan bir algoritma önerilmiştir. Şüpheli duman bölgelerini tespit etmek için arka plan dinamik güncellemesine ve ön taraf karanlık kanala dayalı bir hareketli nesne tespit algoritması önerilmiştir. Şüpheli bölgenin öz nitelikleri evrişimli sinir ağı tarafından otomatik olarak çıkartılarak duman tanımlaması gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerde test verisi üzerinde %99'a ulaşabilen bir algılama sağlanmış. Ayrıca algoritma çeşitli video sahnelerinde test edilerek iyi bir duman algılamasına sahip olduğu görülmüştür.[35]

Tablo 4'te görüldüğü gibi evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) sınıflandırma ve tanıma kısmında çok başarılı sonuçlar göstermiş, araştırmacılara endüstriyel üretimde çok sayıda katkı sunmuştur.

Tablo 4. Üretimde evrişimli sinir ağı (Convolutional Neural Network) karşılaştırmaları

Referans	Giriş Resmi Boyutu	Öğrenme Süreci için Kullanılan Ham Görüntü Sayısı	Evrişimli Katman Sayısı	Havuzlama Katman Sayısı	Tam Bağlantılı Katman Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu	Kayıp Fonksiyonu	Optimizasyon Algoritması	Doğruluk
[8]	100x100	520	9	9	2	Leaky-ReLU ve Softmax	Cross entropy	Adam	99.3%
[9]	6 kanal resim 20x20x6	1980	5	2	3	ReLU	MSE	Adam	Bahsedil-memiş
[10]	227x227	89	5	3	3	ReLU ve Softmax	Alexnet'e dayalı	Stokastik Gradyan iniş ile birlikte Momentum terimi	97% (üzeri)
[11]	300x300	211 çeşitli görüntü	2	1	2	ReLU ve Softmax	Cross entropy	Adam	~80%
[12]	160x160	1200	4 (her bir aktarım)	Bahsedilmemiş	2	ReLU ve Softmax	Cross entropy	Gradyan iniş Algoritması	99.4%
[13]	50x50	162	3	0	2	Leaky-ReLU ve Softmax	Cross entropy	Adam	[13]
[14]	224x224	4140 sonra bölünmüş Resim Blokları	3	3	3	ReLU ve Softmax	Cross entropy	Adam	92.1%
[15]	224x224	360000	49	2	3	Rasnet 50'ye dayalı	Rasnet 50'ye dayalı	Rasnet 50'ye dayalı	98%
[16]	600x600	7100	3	3	2	ReLU ve Softmax	Bahsedilmemiş	Toplu Gradyan iniş Algoritması	94%
[17]	19x19x11	4862	3	2	1	ReLU ve Softmax	Bahsedilmemiş	Bahsedilmemiş	[17]

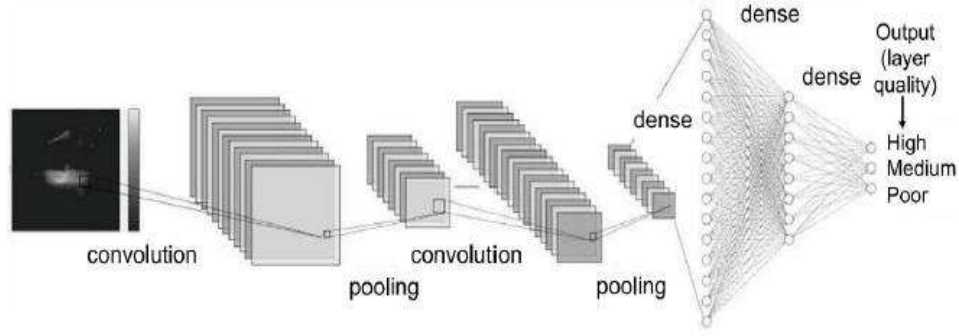
[18]	33x33	20	4	4	1	ReLU	Bahsedil-memiş	RMSprop	[19]
[19]	50x50	162	2	2	3	ReLU ve Softmax	Cross entropy	Bahsedil-memiş	82%
[20]	5x5 ve 10x10	1000k - 20	2	1	2	Softmax(içinde çıktı katmanı)	Cross entropy	Adam	96.4%
[21]	64x64x64	4500	3	3	3	ReLU ve Doğrusal Aktivasyon	Bahsedil-memiş	Adam	[21]
[22]	224x224	2842	5	5	3	ReLU	Bahsedil-memiş	Adam	91.2%
[23]	64x64	870 video	3	2	4	Relu ve Sigmoid	Cross entropy ve standart ortalama kare hata	Adam	93.1%
[24]	32x30	5689	2	2	2	ReLU	Bahsedil-memiş	Bahsedil-memiş	90.84%
[25]	75x100	3274	1	1	1	ReLU ve Softmax	Bahsedil-memiş	Bahsedil-memiş	99.5%
[26]	8x4	35960	1	Bahsedil-memiş	1	ReLU	Bahsedil-memiş	Bahsedil-memiş	98%
[27]	512x512	60,710 ve 2048	13	5	0	VGG16'ya dayalı	VGG16'ya dayalı	VGG16'ya dayalı	[27]
[28]	140x200	3408	4	2	2	ReLU ve Softmax	Bahsedil-memiş	Mini-toplu Gradyan iniş Algoritması	92.7%
[29]	64x64x64	6669	2	2	1	Sigmoid (içinde çıkış katmanı)	Cross entropy	Bahsedil-memiş	93.10%
[30]	128x128	156	12	6	3	ReLU ve Softmax	VGG19'a dayalı	Adam	96%

3. ÖNERİLEN YAKLAŞIM EVRİŞİMLİ SINIR AĞI

Evrışimli sinir ağları canlı biyolojisinden esinlenen bir makine öğrenmesi modeli olarak kabul edilir. Evrışimli sinir ağları derin öğrenme ve makine öğrenmesi kavramlarının aktif olarak kullanılmasıyla son zamanlarda özellikle görüntü işleme konusunda iyi bir performans sergilediği birçok literatür çalışmalarında ve araştırmalarda test edilmiş ve iyi sonuçlar aldığı görülmüştür. [1-2-3-4-5-6-7]

Evrışimli sinir ağı (Convolutional neural network) evrışim hesaplamalarını içeren derin bir yapıya sahip ileri beslemeli sinir ağıdır. Genellikle görüntü işlemede tercih edilir ve girdi olarak görselleri alır. Ham girdi verilerinden otomatik olarak daha yüksek seviyeli öznitelikler çıkartan derin öğrenme algoritmaları son birkaç yılda önemli derecede ilgi görmektedir. [3]

Evrişimli sinir ağları 3 katmandan oluşmaktadır. Bunlar evrişim katmanı (convolutional layer), havuzlama katmanı (pooling layer), tam bağlantılı katman (fully connected layer) şeklindedir. Şekil 3'te örnek bir evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) mimarisinin ana hatları gösterilmiştir.



Şekil 3. Örnek bir evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) mimarisinin ana hatları [3]

3.1. Evrişimsel Katman (Convolutional Layer)

Evrişimsel katman girdi görüntülerinden öznitelik çıkartmanın önemli görevini yerine getirir. Bu katmanın ilk bölümünde evrişim işlemi için bir filtre kullanılır. Filtreler çok kanallı renkli görüntüler için giriş görüntüleriyle aynı derinliğe sahiptir. Bu filtrelerin boyutları çeşitlidir ve özellik haritaları oluşturmak için giriş verileriyle kullanılmaktadır. Üst düzey özelliklerin çıkarılmasından sonra bu haritalar daha sonra havuzlama katmanına tabi tutulur. Modelimizde Şekil 6'da gözüktüğü gibi 32 adet 2x2, 64 adet 2x2, 128 adet 2x2'lik filtreler kullanılmıştır. Ayrıca giriş katmanında 256x256 piksel ve renkli (RGB) görüntü olduğu belirtilmiştir.

3.2. Havuzlama Katmanı (Pooling Layer)

Bu katman alt örnekleme katmanı olarak da bilinmektedir. Kıvrılan özelliklerin uzamsal boyutunu en aza indirme rolünü oynar. Bu işlemi yapmasındaki amaç gereken işlem gücünü azaltmak, yakalanan gereksiz ve işe yaramayan özellikleri yok sayarak daha önemli özelliklere odaklanmaktır. Evrişimli sinir ağlarında sıklıkla kullanılan iki farklı havuzlama tekniği bulunmaktadır. Bunlardan biri maksimum havuzlama bir diğeri de ortalama havuzlama tekniğidir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra havuzlama katmanının özellik vektörü bir sonraki katman olan tam bağlantılı katmanın girdisi olur. Modelimizde 3 adet havuzlama katmanı kullanılmıştır.

3.3. Tam Bağlantılı Katman (Fully Connected Layer)

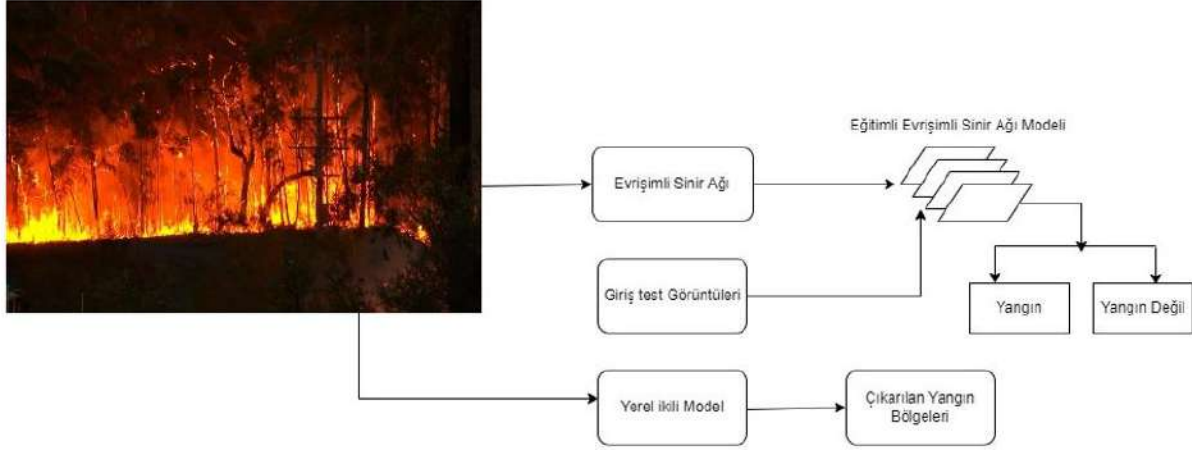
Tam bağlantılı katman, evrişimli katman ve havuzlama katmanlarının çıktısını düz bir vektöre dönüştürür. Tüm şekil ve nesnelere tanımayı öğrenmektedir. İlgili katman son çıktıyı temsil etmektedir.

3.4. Aktivasyon Fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonu bir sinir ağındaki her bir nöron için geçerli olan ve nöronlara doğrusal olmayan özellik kazandıran matematiksel fonksiyonlardan oluşmaktadır. Evrişimli sinir ağı (Convolutional neural network) mimarisinde yaygın olarak Sigmoid, TanH, ReLU, Softmax olmak üzere dört aktivasyon fonksiyonu bulunmaktadır. Bu çalışmada Sigmoid ve ReLU aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.

Sigmoid fonksiyonu 0 ile 1 aralığında çıktı ürettiğinden, çıktının hangi sınıfa ait olduğuna dair olasılıksal bir değer verdiğinden ve yapay sinir ağındaki nöronların aktivasyonu için kullanışlı olduğundan tercih edilmiştir. Modelimizde çıkış için 1 düğümlü sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

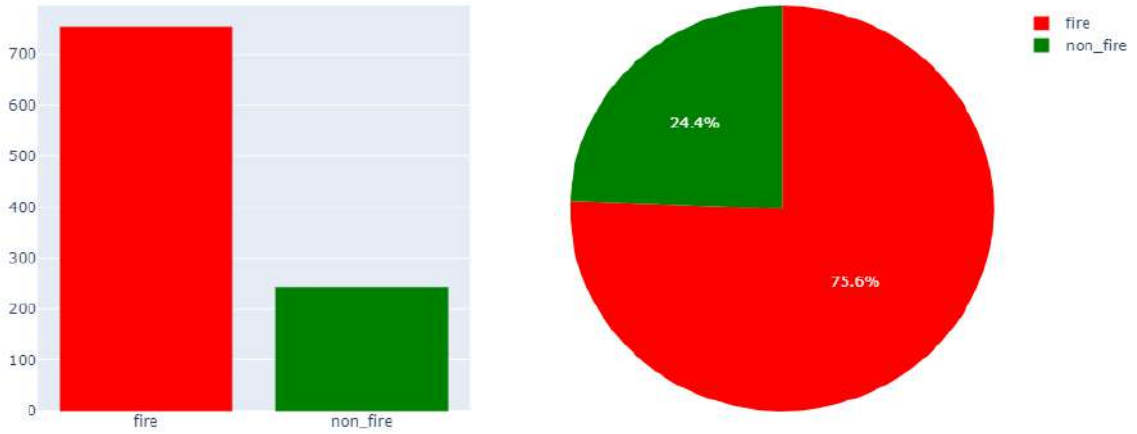
ReLU fonksiyonu çok katmanlı sinir ağlarında tüm nöronları aktive etmemesinden, diğer bir deyişle bir nöron negatif değer üretirse aktive edilmeyeceğinden, negatif değerler üreten nöronlar sıfır değeri alacağı için bu durum ReLU fonksiyonunun daha hızlı ve efektif çalışmasını sağlayacaktır. Bu durum çerçevesinde modelimizde 64 düğümlü ve 32 düğümlü ReLU fonksiyonu uygulanmıştır. Yangın sınıflama ve algılama mimarisine ait görüntü Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Yangın Sınıflama ve Algılama Mimarisi

4. TEST VE SONUÇLAR

Bu çalışmada yangın ve yangın olmayan normal görüntüler arasında ayırım yapmak ve bir model eğitmek için internet ortamından veriler toplandı. Bu veriler 755 adet orman yangını fotoğrafı, 244 adet orman yangını olmayan doğa fotoğrafı (orman, nehir, göl, sisli orman, hayvan, yol gibi) içermektedir.



Şekil 5. Veri Setinin Dağılımı

Çalışmada Python yazılım dili ile Tensorflow, Keras kütüphaneleri ve evrşimli sinir ağı ile önceden eğitilmiş Xception modeli kullanıldı. Bu modelde 3 adet evrşimsel (convolutional layer), 3 adet maksimum havuzlama (maximum pool) ve 64 düğümlü ReLU, 32 düğümlü ReLU, 1 düğümlü Sigmoid olmak üzere 3 adet gizli katman ve tam bağlantılı katman (fully connected layer) uygulandı. İlgili fotoğraflar 0 "Fire" ve 1 "Non_Fire" şeklinde etiketlendi.

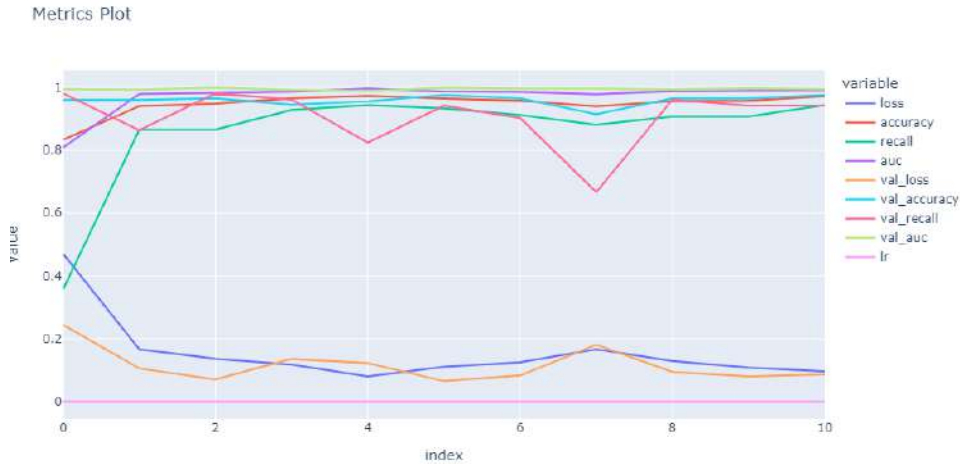
Öncelikle bir evrişimli sinir ağ (convolutional neural network) oluşturuldu. Şekil 6'da oluşturmuş olduğumuz bu evrişimli sinir ağının (convolutional neural network) özeti bulunmaktadır.

```
In [17]: model.summary()

Model: "sequential"
-----
Layer (type)                Output Shape              Param #
-----
conv2d (Conv2D)             (None, 255, 255, 32)     416
max_pooling2d (MaxPooling2D) (None, 127, 127, 32)     0
conv2d_1 (Conv2D)           (None, 126, 126, 64)     8256
max_pooling2d_1 (MaxPooling2 (None, 63, 63, 64)     0
conv2d_2 (Conv2D)           (None, 62, 62, 128)     32896
max_pooling2d_2 (MaxPooling2 (None, 31, 31, 128)     0
flatten (Flatten)           (None, 123008)           0
dense (Dense)                (None, 64)                7872576
dense_1 (Dense)              (None, 32)                 2080
dense_2 (Dense)              (None, 1)                  33
-----
Total params: 7,916,257
Trainable params: 7,916,257
Non-trainable params: 0
```

Şekil 6. Oluşturduğumuz evrişimli sinir ağın özeti

Önceden oluşturduğumuz bu evrişimli sinir ağı (convolutional neural network) modelimizi Xception fonksiyonumuz ile tekrar eğittik. Eğitmiş olduğumuz modelin val_auc değeri 0.99 şeklinde görülmektedir. Bu sonuç veri sınıflandırma işleminin ne kadar başarılı olduğunu göstermektedir. Modelimizin auc değeri 0.99'dur modelin sınıfları başarılı bir şekilde ayırt ettiğini göstermektedir. Val_accuracy değeri 0.97'olup yüksek bir doğruluğa sahiptir. Accuracy 0.97 şeklindedir, bu da gerçek değer ile modelimizin sağlamış olduğu değerlerin birbiri ile aynı olduğunu göstermektedir. Val_recall değeri 0.94 ve recall değeri 0.94 bu veri modelimizin doğru tespitte bulunduğunu göstermektedir. Loss değeri 0.096 ve val_loss 0.086 şeklindedir. Bu veriler sonucunda modelimizin hata oranının çok düşük olduğunu göstermektedir. Lr (learning rate) 0.001 şeklindedir, bu da modelimizin iyi ve hızlı bir öğrenmeye sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 7'de modelimizin performans grafiği görülmektedir.



Şekil 7. Modelimizin Performans Grafiği

Eğitmiş olduğumuz modelimize veri seti haricinde internet ortamından bulduğumuz duman veya sis görüntüsünü ayırt etmede güçlük çekebileceği Şekil 8'deki gibi sisli bir fotoğraf gösterdik.



Şekil 8. İnternet ortamından bulduğumuz sisli fotoğraf (Yangın durumu yok)

Algoritmamız bu görüntüyü düzenleyerek doğru bir Şekilde sınıflandırıp tahmin etti ve “1 non_fire” Şeklinde etiketledi. Yapılan bir diğer testte algoritmamızı tekrar çalıştırarak içeriğinde yangın olan bir diğer fotoğrafı Şekil 9 yüklediğimizde sistem doğru çalışarak 0 “Fire” Şeklinde sonuç çıkardı.

Out[34]:



Şekil 9. İnternet ortamından bulduğumuz yangın fotoğrafı (Yangın durumu var)

5. TARTIŞMA VE BULGULAR

Görüntü işleme konusunda, sınıflandırma ve tahmin etmede evrişimli sinir ağının (convolutional neural network) önemli bir başarıya sahip olduğu görülmüştür. Kullanılan evrişimli sinir ağı algoritması arka planda çok fazla hesaplama ve işlem yaptığından mevcut bilgisayarların birçoğunun bu işlemlerde mevcut bilgisayar işlemcisini kullandığı, bu sebeple yavaş işlem yaptığı tespit edilmiştir. Bu sorunu gidererek algoritmanın hesaplamasını hızlandırabilmek için Grafik İşlemci Ünitesi (Graphic Processing Unit) ve Tensör İşleme Ünitesi'ne (Tensor Processing Unit) sahip olan bilgisayarlardan yararlanılabilir.

6. SONUÇ

Son yıllarda evrişimli sinir ağının çeşitli alanlarda özellikle görüntü işleme ile ilgili alanlarda etkileyici sonuçlar gösterdiği gözlemlendi. Bu çalışmada gerçek dünya görüntüleri kullanılarak sınıflandırma ve yangın tespiti için bir evrişimli sinir ağı modeli oluşturuldu. Daha sonra önceden eğitilmiş modelimiz xception modeli ile tekrar eğitildi. Yapılan deneyler sonucunda oluşturmuş olduğumuz evrişimli sinir ağı modelimizin sınıflandırmada ve tahmin etmede yüksek performans sergilediği ve doğruluk oranı olarak tahmin etmede %97'lik bir oranla tahmin ettiği görülmüştür. Gelecekteki çalışmalar mevcut çalışmayı genişletmeye, derin öğrenme metodu kullanılarak farklı algoritmalar geliştirmeye zemin oluşturacak, İnsansız Hava Araçları (İHA) ve uydu teknolojileri kullanılarak gerçek ve canlı video görüntüleri ile orman yangınlarını tespit etmeyi sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Majid, S., Alenezi, F., Masood, S., Ahmad, M., Gündüz, E. S., & Polat, K. Attention based CNN model for fire detection and localization in real-world images. *Expert Systems with Applications*, 189, 116114, 2022
- [2] Ghali, R., Akhlofi, M. A., & Mseddi, W. S. Deep learning and transformer approaches for UAV-based wildfire detection and segmentation. *Sensors*, 22(5), 1977. 2022
- [3] Valizadeh, M., & Wolff, S. J. Convolutional Neural Network applications in additive manufacturing: A review. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 100072. 2022
- [4] Vani, K. (December). Deep learning based forest fire classification and detection in satellite images. In 2019 11th International Conference on Advanced Computing (ICoAC) (pp. 61-65). IEEE. 2019
- [5] Wang, Z., Zhang, T., Wu, X., & Huang, X. Predicting transient building fire based on external smoke images and deep learning. *Journal of Building Engineering*, 47, 103823. 2022
- [6] Chen, Y., Cao, Z., Zhang, J., Liu, Y., Yu, D., & Guo, X. (2022). Wearable Ultraviolet Sensor Based on Convolutional Neural Network Image Processing Method. *Sensors and Actuators A: Physical*, 113402. 2022
- [7] Liu, Z., Zhang, K., Wang, C., & Huang, S. Research on the identification method for the forest fire based on deep learning. *Optik*, 223, 165491. 2020
- [8] Saluja, A., Xie, J., Fayazbakhsh, K., A closed-loop in-process warping detection system for fused filament fabrication using convolutional neural networks. *J. Manuf. Process.* 58, 407–415. 2020
- [9] Zhu, Z., Ferreira, K., Anwer, N., Mathieu, L., Guo, K., Qiao, L., Convolutional neural network for geometric deviation prediction in additive manufacturing. *Procedia CIRP* 91, 534–539. 2020
- [10] Scime, L., Beuth, J., A multi-scale convolutional neural network for autonomous anomaly detection and classification in a laser powder bed fusion additive manufacturing process. *Addit. Manuf.* 24, 273–286. 2018
- [11] Li, X. Siahpour, S., Lee, J., Wang, Y., Shi, J., Deep learning-based intelligent process monitoring of directed energy deposition in additive manufacturing with thermal images. *Procedia Manuf.* 48, 643–649. 2020
- [12] Caggiano, A., Zhang, J., Alfieri, V., Caiazzo, F., Gao, R., Teti, R., Machine learning-based image processing for on-line defect recognition in additive manufacturing. *CIRP Ann.* 68 (1), 451–454 2019
- [13] Li, X. Jia, X., Yang, Q., Lee, J., Quality analysis in metal additive manufacturing with deep learning. *J. Intell. Manuf.* 31 (8), 2003–2017. 2020
- [14] Cui, W., Zhang, Y., Zhang, X., Li, L., Liou, F., Metal additive manufacturing parts inspection using convolutional neural network. *Appl. Sci.* 10 (2), 545. 2020
- [15] Jin, Z., Zhang, Z., Gu, G.X., 2019. Autonomous in-situ correction of fused deposition modeling printers using computer vision and deep learning. *Manuf. Lett.* 22, 11–15. Scime, L., Beuth, J., A multi-scale convolutional neural network for autonomous anomaly detection and classification in a laser powder bed fusion additive manufacturing process. *Addit. Manuf.* 24, 273–286. 2018

- [16] Banadaki, Y., Razaviarab, N., Fekrmandi, H., Sharifi, S., Toward enabling a reliable quality monitoring system for additive manufacturing process using deep convolutional neural networks. arXiv preprint arXiv:2003.08749. 2020
- [17] Snow, Z., Diehl, B., Reutzel, E.W., Nassar, A., Toward in-situ flaw detection in laser powder bed fusion additive manufacturing. 2021
- [18] Minnema, J., van Eijnatten, M., Kouw, W., Diblen, F., Mendrik, A., Wolff, J., CT image segmentation of bone for medical additive manufacturing using a convolutional neural network. *Comput. Biol. Med.* 103, 130–139. 2018
- [19] Zhang, B., Jaiswal, P., Rai, R., Guerrier, P., Baggs, G., Convolutional neural network-based inspection of metal additive manufacturing parts. *Rapid Prototyp. J.* 2019
- [20] Huang, J., Kwok, T.-H., Zhou, C., Xu, W., Surfel convolutional neural network for support detection in additive manufacturing. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 105 (9), 3593–3604. 2019
- [21] Williams, G., Meisel, N.A., Simpson, T.W., McComb, C., Design repository effectiveness for 3D convolutional neural networks: application to additive manufacturing. *J. Mech. Des.* 141 (11). 2019
- [22] Zhang, B., Liu, S., Shin, Y.C., In-process monitoring of porosity during laser additive manufacturing process. *Addit. Manuf.* 28, 497–505. 2019
- [23] Yuan, B., Guss, G.M., Wilson, A.C., Hau-Riege, S.P., DePond, P.J., McMains, S., Matthews, M.J., Giera, B., Machine-learning-based monitoring of laser powder bed fusion. *Adv. Mater. Technol.* 3 (12), 1800136. 2018
- [24] Yang, Z., Lu, Y., Yeung, H., Krishnamurty, S., Investigation of deep learning for real-time melt pool classification in additive manufacturing. In: 2019 IEEE 15th International Conference on Automation Science and Engineering. Case, IEEE, pp. 640–647. 2019
- [25] Narayanan, B.N., Beigh, K., Loughnane, G., Powar, N., Support vector machine and convolutional neural network based approaches for defect detection in fused filament fabrication. In: *Applications of Machine Learning*, Vol. 11139. International Society for Optics and Photonics, 1113913. 2019
- [26] Gu, G.X., Chen, C.-T., Buehler, M.J., De novo composite design based on machine learning algorithm. *Extrem. Mech. Lett.* 18, 19–28. 2018
- [27] Ling, J., Hutchinson, M., Antono, E., DeCost, B., Holm, E.A., Meredig, B., Building data-driven models with microstructural images: Generalization and interpretability. *Mater. Discov.* 10, 19–28. 2017
- [28] Zhang, Y., Hong, G.S., Ye, D., Zhu, K., Fuh, J.Y., Extraction and evaluation of melt pool, plume and spatter information for powder-bed fusion AM process monitoring. *Mater. Des.* 156, 458–469. 2018
- [29] Balu, A., Lore, K.G., Young, G., Krishnamurthy, A., Sarkar, S., A deep 3d convolutional neural network based design for manufacturability framework. arXiv preprint arXiv:1612.02141. 2016
- [30] Kim, H., Lee, H., Kim, J.-S., Ahn, S.-H., Image-based failure detection for material extrusion process using a convolutional neural network. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 111 (5), 1291–1302. 2020
- [31] Y.Zhao and Q.Li,Z.Gu , “Early smoke detection of forest fire video using CS Adaboost algorithm”, *Optik-Int.J.Light Electron Opt.* 2015
- [32] OleksiiMaksymiv,TarasRak,DmytroPeleshko, “Realtime Fire Detection Method Combining AdaBoost, LBP and Convolutional Neural Network in Video Sequence”, *CADSM*, 21-25 February, 2017
- [33] Khan Muhammad, Jamil Ahmadi, Irfan Mehmood, Seungmin Rho and Sung WookBailli, “Convolutional Neural Networks Based Fire Detection in Surveillance Videos”, vol6 2018
- [34] Muhammad, Khan, Jamil Ahmad, and Irfan Mehmood. "Seungmin Rho and Sung Wook Baik;". Convolutional Neural Networks Based Fire Detection in Surveillance Videos : 18174-18183. 2018
- [35] Luo, Y., Zhao, L., Liu, P., & Huang, D. Fire smoke detection algorithm based on motion characteristic and convolutional neural networks. *Multimedia Tools and Applications*, 77(12), 15075-15092. 2018

EKLER

Ek-1 Evrişimli sinir ağı modeli

```
In [15]: from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPool2D, Flatten, Dense

In [16]: model = Sequential()
model.add(Conv2D(filters=32, kernel_size=(2,2), activation='relu', input_shape=(256,256,3)))
model.add(MaxPool2D())
model.add(Conv2D(filters=64, kernel_size=(2,2), activation='relu'))
model.add(MaxPool2D())
model.add(Conv2D(filters=128, kernel_size=(2,2), activation='relu'))
model.add(MaxPool2D())
model.add(Flatten())
model.add(Dense(64, activation='relu'))
model.add(Dense(32, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))
```

Ek-2 Eğitilmiş olduğumuz Xception modeli

```
In [30]: from tensorflow.keras.applications import Xception
from tensorflow.keras.models import Model
from tensorflow.keras.layers import Dropout

In [31]: xception = Xception(include_top=False, input_shape=(256,256,3))
input_to_model = xception.input
#turn off training
xception.trainable = False

x = Flatten()(xception.output)
x = Dense(64, activation='relu')(x)
output_to_model = Dense(1, activation='sigmoid')(x)
model2 = Model(inputs=input_to_model, outputs=output_to_model)
```

Ek-3 internet ortamından bulduğumuz fotoğrafın dönüştürülmesi

```
In [30]: !curl https://resimdiyari.com/_data/i/upload/2012/12/24/20121224215742-8d46f618-me.jpg --output predict.jpg
```

% Total	% Received	% Xferd	Average Speed	Time	Time	Time	Current	
			Dload	Upload	Total	Spent	Left	Speed
0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	237k	100	237k	0	0	313k	0	314k

Ek-4 Dönüştürülen fotoğrafın çıktısı (Yangın durumu yok)

```
In [32]: img = image.img_to_array(img)/255
img = tf.image.resize(img, (256,256))
img = tf.expand_dims(img, axis=0)

print("Image Shape",img.shape)
Image Shape (1, 256, 256, 3)

In [33]: prediction = int(tf.round(model2.predict(x=img)).numpy())[0][0]
print("The predicted value is: ",prediction,"and the predicted label is:",class_indices[prediction])

The predicted value is: 1 and the predicted label is: non_fire
```

Ek-5 İnternet ortamından bulduğumuz fotoğrafın dönüştürülmesi

```
In [33]: !curl https://i2.milimaj.com/i/milliyet/75/0x410/5f3c4ca55542810f1cafe33f.jpg --output predict.jpg
```

% Total	% Received	% Xferd	Average Speed	Time	Time	Time	Current	
			Dload	Upload	Total	Spent	Left	Speed
0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	53600	100	53600	0	0	259k	0	260k

Ek-6 Dönüştürülen fotoğrafın çıktısı (Yangın durumu var)

```
In [35]: img = image.img_to_array(img)/255
img = tf.image.resize(img, (256,256))
img = tf.expand_dims(img, axis=0)

print("Image Shape",img.shape)
Image Shape (1, 256, 256, 3)

In [36]: prediction = int(tf.round(model2.predict(x=img)).numpy())[0][0]
print("The predicted value is: ",prediction,"and the predicted label is:",class_indices[prediction])

The predicted value is: 0 and the predicted label is: fire
```

ÖZGEÇMİŞ

Himmet KAMAN

1980'de Yozgat'ta doğdu. 1996 yılında Altındağ Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2020 yılında Anadolu Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri bölümünden, 2022 yılında ise Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Bilgisayar Bilimleri Yüksek Lisans Programı'ndan mezun oldu. 2015 yılından bu yana Yüksel Proje A.Ş.'de "Sistem Destek Uzmanı" olarak görev yapan Himmet KAMAN, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve görüntü işleme ile ilgili konularda çalışmalarını sürdürmektedir.

ÜÇ BOYUTLU YAPI BİLGİ MODELİ KULLANILARAK YANGIN DİNAMİĞİ VE YANGIN TAHLİYESİNİN SİMÜLASYONU

Koray AKSU
Tuğay ÖZCAN
İlker KARADAĞ
Hande DEMİREL

ÖZET

Bu çalışmada, seçilen kamu binasında yangın anında oluşacak alev ve dumanın ortamda nasıl yayıldığı simüle edilmiş olup elde edilen çıktılar bina içi tahliyeyi etkileyen dinamik risklerin üç boyutlu olarak modellenmesinde kullanılacaktır. Oluşturulan üç boyutlu Yapı Bilgi Modeli, yangın tahliye senaryolarının test edilebilmesi için simülasyon platformuna entegre edilmiştir. Yangın Dinamiği Simülatörü (YDS); yanma, ısı transferi, akışkan dinamiği ve duman hareketi dahil olmak üzere bir yangında yer alan fiziksel süreçleri modellemektedir. Yapı Bilgi Modeli ile YDS veri modelleri arasındaki dönüşümler Industry Foundation Classes (IFC) veri şeması kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem, simülasyonun hesaplanmasına hız kazandırmıştır. Yangın anında insan davranışlarının model üzerinde belirlenebilmesi için etmen tabanlı modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Geliştirilen kavramların test edilmesi için, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi ek binasında bulunan A-Z-18 no'lu laboratuvar dersliği seçilmiştir. Bu bölgede yangın tahliye senaryolarının gerçekleştirilmesi amacıyla 33 aktör tanımlanmış olup, bu aktörler fiziksel özellikleri, yangın anındaki sorumluluğu, hareket kısıtlamaları ve tahliye alanı tercihi gibi farklı özellik ve davranış biçimlerine sahiptir. Çalışma bölgesinde üç farklı tahliye alanı bulunmaktadır. Aktörlerin tahliye alanlarına olan maksimum yürüme mesafesi 83.5 metre olup, minimum değer ise 55.8 metre olarak simüle edilmiştir. Tahliye süresi ise maksimum 65.1 saniye, minimum ise 13.5 saniyedir. Elde edilen çıktılar üç boyutlu dinamik risk haritasının bileşenlerini oluşturacaktır. Simülasyonlar yapının mimari açıdan değerlendirilmesine ve yangına karşı kırılganlığının değerlendirilmesine destek olacaktır.

Anahtar sözcükler: Yapı Bilgi Modelleme, Üç Boyutlu Analiz, Bina Tahliyesi, Yangın Güvenliği, Mekansal Analiz

SIMULATION OF FIRE DYNAMICS AND BUILDING EVACUATION USING THREE-DIMENSIONAL BUILDING INFORMATION MODEL

ABSTRACT

In this study, it is simulated how the flame and smoke that will occur in the event of a fire spread in the selected public building. The obtained outputs will be used in the three-dimensional modeling of the dynamic risks affecting the indoor evacuation. To achieve this, it is crucial to simulate the diffusion of flames and smoke within the environment, which was accomplished using the advanced Fire Dynamics Simulator (FDS). This model accurately deploys the various physical processes inherent in a fire, such as heat transfer, fluid dynamics, and smoke movement. To facilitate data interchange between the BIM and FDS, the IFC data schema is employed, streamlining the simulation preparation process significantly. A distinctive feature of this study is the utilization of an agent-based modeling approach, which enabled the analysis of human behavior within the model. By defining 33 actors within the selected laboratory A-Z-18, situated in the ITU's Faculty of Civil Engineering, the fire

evacuation scenarios were examined. These actors exhibited distinct characteristics and behaviors, including obstacle status, assigned responsibilities during a fire, movement restrictions, and evacuation area preferences. Within the study area, three different evacuation areas were identified. The actors' maximum walking distance to these areas ranged from 83.5 meters to a simulated minimum value of 55.8 meters. Notably, evacuation times spanned from a maximum of 65.1 seconds to a minimum of 13.5 seconds, capturing the range of potential response durations. Via achieved results, architects and stakeholders can identify potential areas of improvement, enhance evacuation strategies, and optimize the structural design to evaluate overall safety and mitigate fire-related risks effectively.

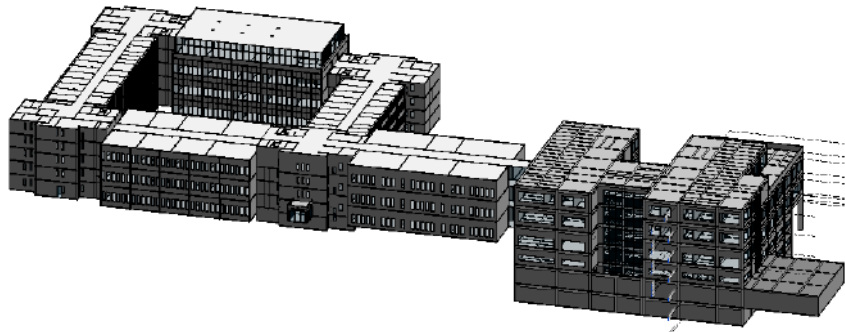
Key words: Building Information Modeling, Three-Dimensional Analysis, Building Evacuation, Fire Safety, Spatial Analyses

1. GİRİŞ

Yapı Bilgi Modelleme (YBM) teknolojisi bir binanın dijital bir ortamda sanal modelinin oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. YBM olarak bilinen bu model yapının tasarımı, inşaatı, tesis yönetim ve yıkılması süreçlerini kapsayan yaşam döngüsü boyunca kullanılabilir. İnşaat sektöründe, paydaşları tarafından olası tasarım, yapım veya işletme sorunları belirlemek ve yönetmek için simüle edilmiş bir ortam sağladığından sıklıkla kullanılmaktadır [1]. YBM, sağladığı imkanlar sayesinde inşaat sektörü için geliştirilmiş olmasına rağmen genel kullanım alanının dışında çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır [2].

YBM bir binanın dijital ortamda yaşayan bir üç boyutlu temsilidir. Tesis yönetiminden araştırma projelerine kadar çeşitli kullanım alanları bulunan YBM, modelin barındırdığı detay seviyeleri ile farklı alanlar için gereken bilgileri kapsamaktadır. Level of Development / Level of Detail (LoD) olarak adlandırılan detay seviyeleri YBM öğelerinin belirli içerik gereksinimlerini belirlemek için oluşturulmuş referanslardır. LoD kavramı ilk olarak 2008 yılında American Institute of Architects (AIA) tarafından tanımlanmıştır [3]. LoD tanımlarını ve yorumlarını gösteren bir çalışma ile BIMForum tarafından genişletilmiştir [Url-1]. Uygulanacak LoD referansı YBM'nin minimum boyutlu, uzamsal, niceliksel, niteliksel ve diğer verilerini tanımlamaktadır.

Yapılan bu çalışmada gerekli olan YBM, yangın dayanımı sürelerini incelemeye ve aktörlerin dahil olduğu senaryoları gözlemlemeye uygun olarak gerekli olan detay seviyesi LoD 300 - 350 olarak belirlenmiştir. İTÜ, İnşaat Fakültesi ve Ek Binası'nın '.dwg' uzantılı mevcut 2D kat planları kullanılarak 300 - 350 detay seviyesinde modellenmiş olup bina modelinin görünüşü Şekil 1'de yer almaktadır. Yangın tahliye simülasyonu için gerekli olan tüm detay yapı elemanları YBM'ye eklenmiştir.



Şekil 1. İTÜ, İnşaat Fakültesi ve Ek Binası LoD 300 - 350 seviyesindeki Yapı Bilgi Modeli
İTÜ İnşaat Fakültesi binasının ek binası olarak inşa edilen binada kolonlar, döşemeler, merdivenler, yangın merdivenleri, farklı tiplerde duvar ve sıvaları, farklı tiplerde döşeme ve kaplamalarının yanı sıra mevcut olan mekanik ve elektrik dosyaları kullanılarak gerekli detay bilgileri ve elemanları Yapı Bilgi Modeline eklenmiştir. Mevcut mekanik ve elektrik dosyalarında bilgileri bulunan bu elemanlar

Fakültenin taşıyıcı ya da bölücü yapı elemanları olmamakla birlikte oluşabilecek bir yangın anında önemli etki oluşturabileceğinden, üretilecek senaryolarda kullanılmak üzere modele entegre edilmiştir (Şekil 3).

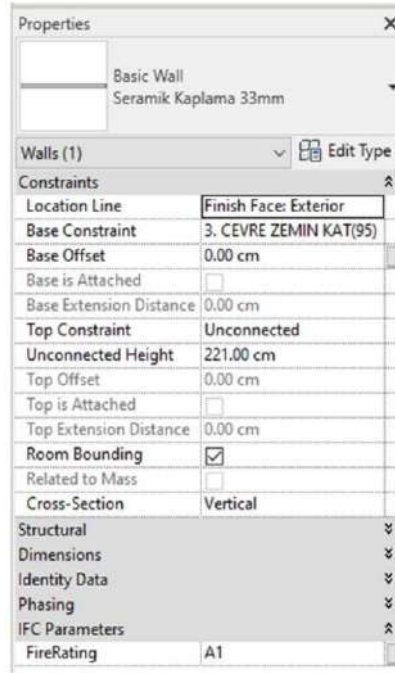


Şekil 3. İTÜ, İnşaat Fakültesi Ek Binası (a): Kat görünümü (b): Yapı Bilgi Modeli'nden kesit

IFC (Industry Foundation Classes) formatı, inşaat ve mimarlık endüstrilerinde kullanılan farklı yazılım uygulamaları ve platformları arasında bilgi alışverişini ve paylaşımını kolaylaştırmak için YBM'de kullanılan bir dosya formatıdır. IFC, YBM araçlarının ve süreçlerinin birlikte çalışabilirliğini geliştirmeye odaklanan, kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan buildingSMART International tarafından geliştirilmiş olup bu çalışmada da YBM olarak hazırlanan dosyanın Yangın Dinamiği Simülatörüne aktarımı esnasında dosya türü olarak kullanılmıştır.

IFC dosyaları, duvarlar, zeminler, kapılar, pencereler, yapısal elemanlar, HVAC sistemleri ve daha fazlası gibi çeşitli bina bileşenleri ve bunların ilişkileri hakkında veriler içerebilmektedir. IFC, çeşitli yapı elemanlarını, bunların özelliklerini, geometrisini ve daha fazlasını temsil etmek için çok çeşitli veri türlerini desteklemektedir. Bu özelliği sayesinde gerçek dünya yapılarının ayrıntılı ve doğru bir şekilde modellenmesine olanak tanımaktadır. Yapılan bu çalışmada Yapı Bilgi Modeli içerisinde yapı malzemelerinin yanıcılık katsayıları geometrik bilgi saklama yöntemleri ile saklanmamaktadır. Bu bilgiler elemanların öznitelik bilgisi sınıfına girmektedir. YBM öznitelik bilgilerini saklama ve paylaşma altyapısını sağlamaktadır. Hazırlanan YBM'ye 'Fire Rating' öznitelik kategorisi eklenmiştir. Fire Rating kategorisi format değişimlerinde de öznitelik bilgisi aktarımı sağlanabilecek IFC formatlı saklanan bilgiler kategorisindedir. Bu yöntem ile YBM içerisine mevcut yapı malzemelerin yanıcılık katsayı bilgileri saklanmaktadır. YBM'ye işlenmiş yanıcılık sınıfı öznitelik bilgisi örneği Şekil 3'de yer almaktadır.

IFC formatı ile saklanan bu veriler format değişiminden etkilenmeden saklanabilmekte ve aktarılabilir. Böylece veri kaybı olmadan yangın dinamiği simülatöründe kullanılmak üzere IFC aracılığıyla dosya dönüşümleri gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3. IFC formatında düzenlenmiş yangınlık sınıfı öznitelik bilgileri

2. YAPI BİLGİ MODELİNİN YANGIN DİNAMİĞİ SİMÜLATÖRÜNDE KULLANILMASI

Bina içi tahliyei etkileyen dinamik risklerin belirlenmesi için öncelikle, yangın anında oluşacak alev ve dumanın ortamda nasıl yayılacağıın simülasyonlarının yapılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmamızda, Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Kurumu (National Institute of Standards and Technology (NIST)) tarafından tasarlanmış açık kaynaklı bir modelleme aracı olan Yangın Dinamiği Simülatörü (YDS) kullanılmıştır. YDS; yanma, ısı transferi, akışkan dinamiği ve duman hareketi dahil olmak üzere bir yangında yer alan fiziksel süreçleri modellemektedir. Model ile yangının bina yapısı üzerindeki etkileri, duman ve zehirli gazların yayılması simüle edilebilmektedir.

YDS, yangının davranışını simüle etmek için binanın ve çevresindeki ortamın fiziksel ve matematiksel modelini kullanmaktadır. Simülatör, yapının üç boyutlu modeli, mekanın matematiksel parametreleri, yapımında kullanılan malzemeleri, kapı/pençere ve havalandırma sistemleri gibi bileşenlerini parametreler olarak dikkate almaktadır. Simülatör, yangın bakımından daha güvenli binalar tasarlamak, yangın güvenlik sistemlerini değerlendirmek ve yangınların nedenlerini araştırmak için kullanılabilir.

YDS'nin Yangın Güvenliği Mühendisliği için güçlü bir araç olmasını sağlayan özellikleri şunlardır:

- Binalarda ve diğer yapılarda yangın ve duman yayılmasının fiziğini modelleyen bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği aracıdır.
- Havuz yangınları, duman yangınları ve kompartıman yangınları dahil olmak üzere farklı yangın türlerini simüle edebilen bir dizi yanma modeli içermektedir.
- Bina boyunca dumanın ve zehirli gazların yayılmasını tahmin edebilen bir duman taşıma modeli bulunmaktadır.
- Yağmurlama (sprinkler) sistemleri, yangın alarmları ve duman dedektörleri dahil olmak üzere yangın söndürme sistemlerinin etkilerini analiz edilebilmektedir.

Gerçekleştirilecek alev ve duman simülasyonları, modelin boyutuna ve karmaşıklığına bağlı olarak yüksek performanslı bir bilgisayar veya hesaplama kümesi gerektirmektedir. Bu çalışma kapsamında, simülasyon çalışmaları için TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarımlı ve Grid Hesaplama Merkezi

(TRUBA) altyapısı kullanılmıştır. Simülasyonlar için binanın geometrisini, inşaatta kullanılan malzemeleri, ve tüm yapı elemanlarının matematiksel ifadelerini içermesi gereken YBM, IFC formatı aracılığıyla YDS ortamına aktarılmıştır. YDS'nin etkin bir şekilde kullanılması için yangın dinamikleri ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği bilgisi gerekmektedir olup, çalışmanın çok-disiplinli yapısı sayesinde başarılı bir şekilde girdi parametreleri oluşturularak, sonuçlar yorumlanmıştır.

YDS'nin çalışma prensipleri şunlardır:

- Geometri: Bir YDS modeli oluşturmanın ilk adımı olup, analiz edilen binanın veya yapının üç boyutlu modeline ihtiyaç duymaktadır. Bu model, alanın geometrisi, yapı elemanlarının bilgileri, havalandırma sistemleri ve inşaatta kullanılan tüm malzemeleri içermelidir.
- Yanma: YDS, bir yangının davranışını simüle etmek için bir dizi yanma modeli kullanmaktadır. Bu modeller, yakılan yakıtın türünü, ateşin sıcaklığını ve yanma oranını etkileyebilecek diğer faktörleri hesaba katmaktadır.
- Isı Transferi: YDS, duvarlar, zeminler ve tavanlar dahil olmak üzere binadaki farklı yüzeyler arasındaki ısı transferini simüle etmektedir. Bu bilgi, yangının nasıl yayılacağını ve ne kadar hasara yol açacağını tahmin edilmesinde yardımcı olmaktadır.
- Duman Taşıma: YDS, dumanın ve zehirli gazların bina içinde nasıl hareket edeceğini tahmin eden bir duman taşıma modeli içermektedir. Bu model, insanların duman soluma riski altında olabileceği alanları belirlemeye yardımcı olmaktadır.
- Söndürme Sistemleri: yağmurlama (sprinkler) ve yangın alarmları gibi yangın söndürme sistemlerinin etkileri simüle edilebilmektedir. Bu simülasyon, sistemlerin etkinliğinin değerlendirilmesine ve iyileştirilmesi için gerekebilecek alanların belirlenmesine yardımcı olmaktadır.
- Veriler: YDS'nin ihtiyacı olan veriler, binanın geometrisini, inşaatta kullanılan malzemeleri, yangın ve dumanın yayılmasını etkileyebilecek diğer faktörleri açıklayan düz metin dosyaları biçimindeki girdi dosyalarını gerektirmektedir. Girdi dosyaları, yazılımla birlikte sağlanan bir metin düzenleyici veya grafik kullanıcı arabirimi (GUI) kullanılarak oluşturulmaktadır. Model elemanlarının özelliklerini ve ilişkilerini bir metin formatında hazırlayıp YDS ortamına tanıtmak karmaşık olduğundan, gerekli olan metin dosyalarını üretebilmek için birtakım ön-işleme (pre-processor) yazılımlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, YDS ön-işleme adımlarının gerçekleştirilebilmesi için PyroSim yazılımı kullanılmıştır. PyroSim ortamında, YBM modelindeki geometrik ve parametrik temsil ve ilişkiler korunarak, üç boyutlu görselleştirme ve analiz yapılabilmektedir.

2.1. YDS Senaryolarının Oluşturulması ve Alev Yayılımının İncelenmesi

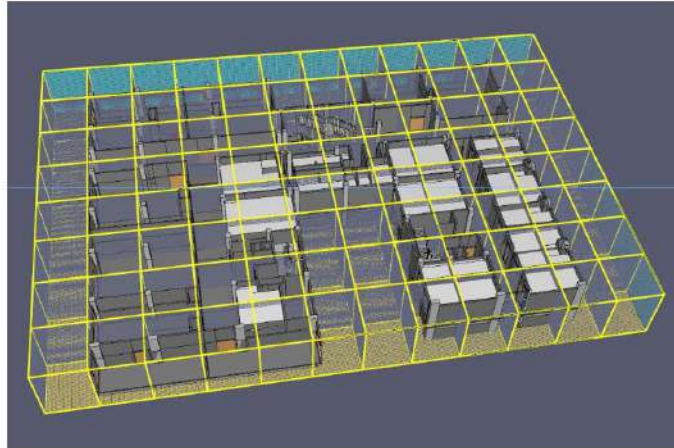
Bu çalışma kapsamında, simülasyonların karmaşık yapısı ve platformlarının yoğun bellek gerektirmesi sebebiyle bina içerisinde yangın davranışının incelenmesi için test bölgesi ve bir senaryo belirlenerek çalışmalar sürdürülmüştür. Senaryoların gerçekçi olabilmesi için test bölgesi olarak İTÜ, İnşaat Fakültesi, ek binada yer alan Çevre Mühendisliği bölümü zemin katında bulunan öğrenci kimya laboratuvarı dersliği (A-Z-18) seçilmiştir. Bu laboratuvarın seçilmesinin nedenleri arasında, içeride öğrencilerin sıklıkla deneyler yapması, yapılan deneylerde yangınlık bakımından risk oluşturabilecek kimyasal malzemelerin bulunması ve zemin kaplamasının oldukça yanıcı bir yapı malzemesi olan epoksi ile kaplanmış olması yer almaktadır. Ayrıca, yapılan literatür araştırmasına göre [4] öğrencilerin kimyasal reaksiyonlar ile ilgili deneyimleri az olduğundan, olası bir yangın ile ilgili deneyimleri de azdır veya bulunmamaktadır. Bu husus iş kazası ve olası yangın riskini arttırmaktadır.

Oluşturulan senaryoda derslikte 30 öğrenci (bir yürüme engelli öğrenci), bir öğretim üyesi, iki araştırmacı olmak üzere toplam 33 aktör belirlenmiştir. Senaryonun detaylı tanımı '3.1. Bina Tahliye Senaryosunun Oluşturulması' alt başlığında yer almaktadır. Yangın simülasyonunun gerçekleştirilmesinde kullanılacak olan parametreler ve işlemler için kullanılan veri, simülasyon süresi, sunucu altyapısı ve işlem süresi gibi parametre bilgileri aşağıdaki gibidir (Tablo 1).

Tablo 1. Yangın Dinamiği Simülatörü parametreleri

Kullanılan veri	İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Bölümü Binası Zemin Katı, Üç Boyutlu Yapı Bilgi Modeli (YBM)
Simülasyon Süresi	180 saniye
Donanım	TÜBİTAK ULAKBİM Yüksek Başarımli ve Grid Hesaplama Merkezi (TRUBA) altyapısı, Barbun (24 node-96 çekirdek)
İşlem Süresi	~ 8 saat

Yapı Bilgi Modeli ile YDS veri modelleri arasındaki dönüşümler IFC dosya formatı kullanılarak yapılmıştır. IFC farklı modelleme ortamlarında birlikte çalışılabilen YBM değişimleri için kullanılmakta olan uluslararası bir standarttır (ISO, 2018). İlk aşamada model IFC veri formatına dönüştürülerek, PyroSim ortamına aktarılmıştır. Ardından tüm YBM'yi kapsayacak şekilde mesh yapısı oluşturulmuştur. Model vektör veriler ile değil, üç boyutlu voksel yapıdaki meshler ile çalışmaktadır. Yangın esnasında yayılacak dumanın zemini aşmaması için oluşturulan mesh yapısının zemin yüzeyi hariç tüm yüzey sınırları atmosfere açık duruma getirilmiştir. Simülasyonların daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, modeli oluşturan meshler 96 parçaya ayrılmıştır. Çalışma alanı için oluşturulan mesh yapısı görsel Şekil 4'de yer almaktadır. Çalışma bölgesinde için daha sonra malzeme bilgisi, malzemenin yanıcılığı ve olası reaksiyonlar tanımlanarak ilgili nesneye eklenmiştir. İlk olarak, Yangın dinamiği simülatörü parametreleri, PyroSim'de tanımlı varsayılan malzeme bilgisi (heptan) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Modele mesh tanımlanması

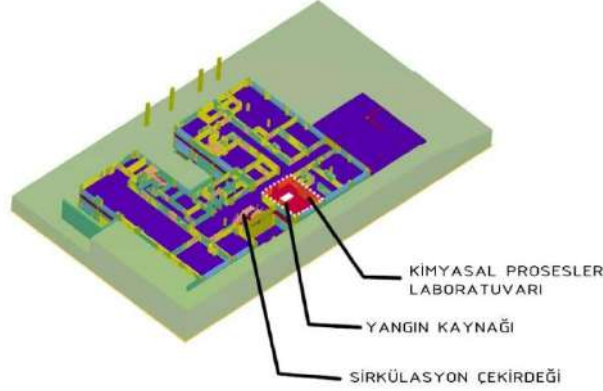
Pyrosim ortamında, simülasyon için seçilen İTÜ, İnşaat Fakültesi, zemin katta bulunan öğrenci kimya laboratuvarı dersliğinde (A-Z-18) dikdörtgen bir yanıcı obje tanımlanarak gerçekleştirilen simülasyonun 28. saniyesinde yangının durumu ve alev yayılımı Şekil 5'te yer almaktadır.



Şekil 5. Yangın simülasyonunun gerçekleştirilmesi ve Alev durumunun incelenmesi

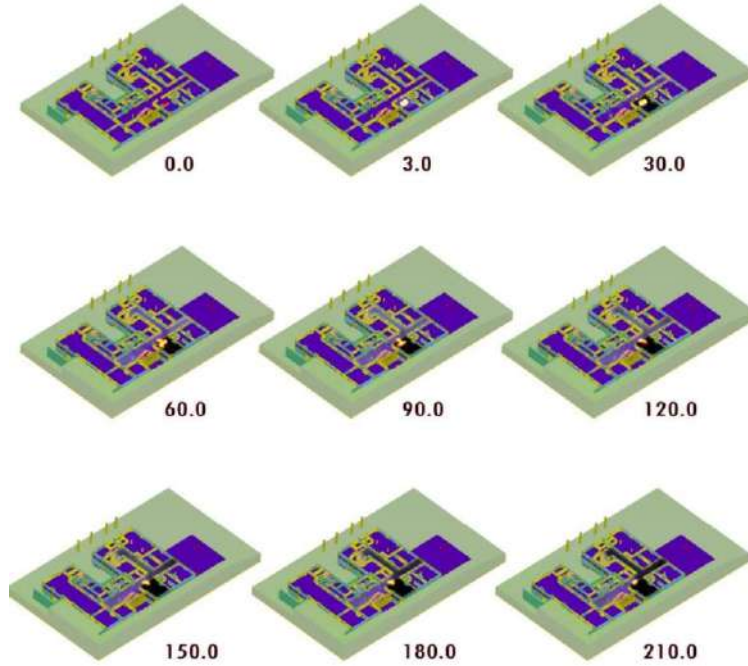
2.2. YDS'de Duman Yayılımının İncelenmesi

Duman yayılımının incelenmesi için Kimyasal Prosesler Laboratuvarı(A-B1-20)'nda başlatılan yangının; Yangın mahali, yangın kaynağı ve sirkülasyon çekirdeğini içeren PyroSim ortamındaki simülasyon kurgusu Şekil 6'da sunulmaktadır. Sirkülasyon, bir yapı veya yapı topluluğu içinde yatay ve düşeyde insanların dolaşımı anlamına gelmektedir. Bir mekandan diğerine ulaşmamızı sağlayan koridor, merdiven, rampa gibi çeşitli hacimler ve bu hacimleri birbirine bağlayan bu geçit elemanlarına ise sirkülasyon alanı denilmektedir. Binalarda düşey sirkülasyon elemanları düşeyde bir araya getirilerek bir mimaride çekirdek oluşturulmaktadır. Merdiven ve asansör gibi öğelerin bir araya gelerek oluşturduğu hacimlere ise sirkülasyon çekirdeği denilmektedir.



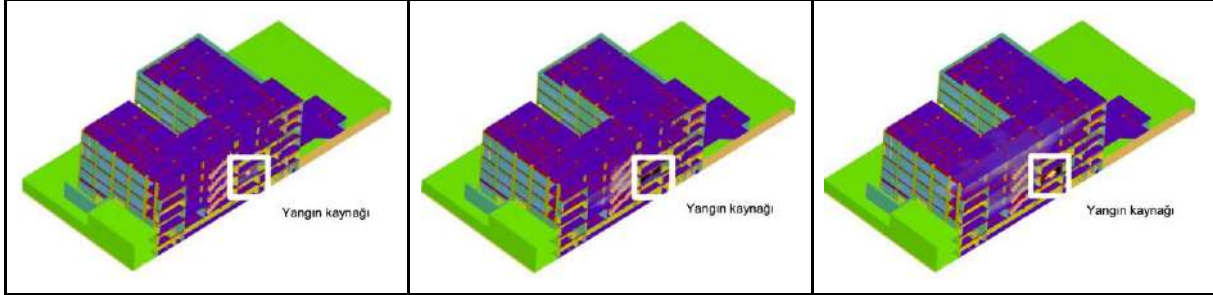
Şekil 6. PyroSim ortamında gerçekleştirilen simülasyon kurgusu

Duman yayılımının incelendiği bu senaryoda; dumanın üçüncü saniyeden itibaren mekandan koridora yayılmaya başladığı gözlenmiştir. Daha sonra duman, çok kısa süreler içerisinde de koridorun tamamını kaplamıştır. Her 30 saniyede bir duman dağılımını gösteren çıktılar Şekil 7de yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, dumanın koridordaki dağılımı 150. saniyeden itibaren siyah olarak görülmektedir.



Şekil 7. Malzeme etkisi altında, yangın davranışlarının 30 saniyelik periyodlarla izlenmesi

Yangın simülasyonunun detaylı analizi için farklı zaman aralıklarında kesit alınmış olup, yangının düşeyde dağılımı incelenmiştir. Yangının 10. saniyede sirkülasyon çekirdeğine ulaşırken 30. saniye itibariyle sirkülasyon çekirdeğinin tamamına yayıldığı gözlemlenmiştir. 70. saniyeden itibaren duman ek binada yer alan üst katlara dağılarak, üçüncü kat koridorunun tamamına yayıldığı gözlemlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Dumanın 10, 30 ve 70. saniyelerdeki yayılım durumları

Bina içi tahliye etkileyen dinamik risklerin üç boyutlu model üzerinde sunulması için, binanın en riskli bölgelerinden birinde iki ayrı senaryo test edilmiştir. Bu senaryolar alev ve duman yayılımının incelenmesi durumlarına göre değişiklikler göstermektedir. YDS aracıyla yangın ve duman yayılımının simülasyonları başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş olup binanın tahliye simülasyonu için parametreler üretilmiştir.

3. BİNA TAHLİYE SİMÜLASYONLARININ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Çevre etkileşiminin, karmaşık mekansal sistemlerde yüksek detay seviyesinde temsiliyeti gereklidir. Gerçek dünyadaki karmaşık mekansal sistemler, sistem karakteristiklerine ve mekansal kısıtlamalara bağlı olarak, birbiriyle etkileşim içinde olan birçok mekansal alt bileşenden oluşmaktadır. Mekansal etkileşimleri dikkate alan karar destek sistemleri üretmek, günümüzün çok boyutlu karmaşık sorunlarına cevap bulmak için nihai hedeftir.

Karmaşık sistemlerde bileşenler arasındaki doğal ve dinamik etkileşimleri simülasyonlara dahil etmek için aşağıdan yukarıya (bottom-up) modelleme yaklaşımları güncel araştırmalarda kullanılmaktadır [5][6][7][8][9]. Etmen Temelli Modelleme (ETM), bir sistemi oluşturan en küçük bileşenlerin eylemlerini, etkileşimlerini, davranışlarını vb. tanımlamak için aktör (agent) yaklaşımını kullanan bir aşağıdan yukarıya modelleme yaklaşımıdır. ETM'de, sistem için önem taşıyan her bileşen aktör olarak nitelendirilir ve bu aktörlerin davranışları ve etkileşimleri, sistemin genel davranışını türetmek için modellenir. Bu yaklaşım ETM'yi, yerel etkileşimlerin mikro düzeydeki tanımlarını dikkate almadan, sistem dinamiklerini olasılıksal bir yapıya dayalı olarak tanımlayan Sistem Dinamiği ve Kontrol Teorisi gibi yukarıdan aşağıya yaklaşımlardan ayırmaktadır [10].

Bina tahliye senaryosu kapsamında, geliştirilen tahliye modeli, sistemlerdeki bileşen özelliklerinin, buldukları çevrenin, insan davranışlarının ve davranışlar ile bileşenler arasındaki karmaşık ilişkilerin bireysel olarak tanımlandığı bir ölçekte tasarlanmıştır.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda tahliye modelinin, aşağıda belirtilen araştırma sorularına cevap içerek şekilde oluşturulması hedeflenmiştir. Bu sorular:

- Farklı mekansal özelliklere sahip karmaşık sistemlerde karar verme süreçlerini desteklemek için ETM yaklaşımı ile mekansal karar destek modelleri geliştirmek mümkün müdür?
- Bu modelleri kavramsal ve/veya uygulamalı bir şekilde tasarlamak için farklı mekansal modelleme yaklaşımları sisteme nasıl dahil edilebilir?

- Etmen temelli modellerde karar destek süreçlerini etkileyen bireysel ve mekansal faktörler/alt bileşenler nelerdir? Mekansal/zamansal ETM kullanılarak sistem ait bileşenlerin birbirleri ve çevre ile ilişkilerini daha sürdürülebilir ve verimli bir şekilde optimize etmek mümkün müdür?
- Farklı ölçeklerdeki ETM modellerinde insan davranışlarını, insan-insan ve insan-çevre etkileşimlerini mekansal analiz ve ağ analizi tekniklerine dayalı algoritmalar ile modellemek mümkün müdür? Farklı ağ yapılarından oluşan model ortamlarında optimizasyon amaçlı kullanılacak bütüncül erişilebilirlik göstergeleri önerilebilir mi?

Aşağıda detayları yer alan tahliye modelinin, karmaşık bir sistemin dinamik durumunu mümkün olduğunca gerçekçi bir şekilde temsil etmesi esas hedeftir.

3.1. Bina Tahliye Senaryosunun Oluşturulması

Etmen temelli modellerde alev-duman etki alanı ve iç mekan navigasyon ağını kullanarak, geliştirilen senaryolar farklı aktörlerin sorumluluk, fiziksel davranış ve sosyal davranışlarını tanımlamaktadır. Bu çalışma kapsamında tasarlanan tahliye senaryosunda bina içindeki aktörlerin görev, sorumluluk ve karar mekanizmalarının gerçeği yansıtır şekilde mekansal kısıtlar/olasılıklar dahilinde belirlenip modellenmesi gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon çalışmalarında farklı aktör grupları bulunabilmektedir. Bu gruplar:

- Refleks Tabanlı Aktörler; çevrelerine önceden belirlenmiş şekilde tepki veren aktörlerdir. Verdikleri kararlar geçmiş veya gelecekte etkilenmez yalnızca anlık duruma göre olduğu için hızlı karar veren aktör türleridir.
- Model Tabanlı Aktörler; önceden belirlenen bir modeli uygulayarak tepki veren aktör türleridir. Bu aktör türleri, algıladıkları güncel çevresel olaylara ve geçmiş deneyimlerine göre oluşturdukları modeli kullanarak tepki verirler.
- Amaç Tabanlı Aktörler; belirli bir amaçları olan ve bu amaca göre hareket eden aktör türleridir. Bu aktörler, karşı karşıya kaldıkları durumlar sonucunda hedeflerine ulaşmak için farklı senaryoları değerlendirip hedefleri için en uygun senaryoya göre hareket ederler.
- Öğrenen Aktörler; çevrelerinde meydana gelen olaylarla etkileşime girerek deneyim kazanırlar ve karar verme süreçlerini bu deneyime göre yönetirler. Bu deneyim sürecinin sonunda çevrelerindeki değişime uyum sağlayabilirler.
- Fayda Tabanlı Aktörler; bir amacı gerçekleştirirken faydasını en yüksek seviyede tutmaya çalışan aktörlerdir. Hedeflerine ulaşırken birden fazla alternatif içinde en fazla fayda sağlayacak yolu belirler ve buna göre hareket ederler.

Tahliye senaryosu oluşturulurken, aktör davranış ve özellikleri yukarıdaki hususlara göre düzenlenmiştir. Bina içerisinde yangın davranışının incelenmesi için yangın simülasyonlarının gerçekleştirildiği test bölgesi ve yine tahliye senaryo bölgesi olarak belirlenerek çalışmalar sürdürülmüştür. İTÜ, İnşaat Fakültesi, ek binası Çevre Mühendisliği Bölümü zemin katta bulunan öğrenci kimya laboratuvarı dersliğinin(A-Z-18) bulunduğu bölgede yangın merdiveni, duman dedektörleri, yangın söndürücüler gibi yangın için önemli yangın elemanları bulunmaktadır. Çalışma bölgesinde bulunan yangın merdiveni ve yangın kapısı, Şekil 9'da sunulmaktadır. Bu ve benzeri yangın elemanları hem modele parametre olarak girilmiş, hem de bina risk haritasının oluşturulmasında kullanılacak hesaplamalarda gerekli önlemler alındığı için risk önceliği bilgileri belirtilmiştir.



Şekil 9. Çalışma bölgesinde bulunan yangın merdiveni ve yangın kapısı

Senaryo gereği, derslikte biri yürüme engelli öğrenci olmak üzere toplam 30 öğrenci, iki araştırmacı ve bir öğretim üyesi olmak üzere toplam 33 aktör belirlenmiştir. Yangın anında:

- 10 öğrenci yangın merdiveni acil çıkışı,
- 20 öğrenci Zemin katta mevcut olan çıkışları kullanacak şekilde programlanmıştır.
- Bir araştırma görevlisi yangın anında yürüme engelli öğrencinin tahliye edilmesinde destek olacak, diğer araştırma görevlisi ise laboratuvar ekipmanlarının güvenliğini sağlamakla görevlendirilmiştir. Bu kural resmi olarak İTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvar kurallarında “Laboratuvarı terk eden son kişi; cihazların, gaz-su hatlarının ve tüm ateşleme kaynaklarının kapatıldığından ve kapıların kilitlendiğinden emin olmalıdır.” maddesinde yer almakta olup, seçilen ilgili aktöre görev olarak tanımlanmıştır.
- Öğretim görevlisi davranışı ise tüm sınıfın tahliye edildiğini kontrol edip, ardından sınıfı terk edecek şekilde modellenmiştir.

Bu senaryonun gerçekleştirilmesi ve sonuçlarının incelenebilmesi amacıyla YDS PyroSim ile uyumlu Pathfinder ortamında çalışmalar yapılmış ve ilgili simülasyon oluşturulmuştur.

Simülasyonların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle aktörlere ait farklı özellik ve parametrelerin tanımlanması, ayrıca aktörlerin birbiriyle olan ilişkilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu sayede aktörler yangın esnasında davranış biçimlerini tayin edecek ve tahliye senaryosunun gerçekçi olması sağlanacaktır. Bu kapsamda, Tablo 2’de aktörler, fiziksel özellikleri, kısıtları ve tahliye alan tercihleri sunulmaktadır. Ayrıca aktörlere ait hız parametreleri, Tablo 3’da yer aldığı şekilde modeldeki aktörlere tanımlanmıştır.

Tablo 2. Aktörlerin davranış biçimlerinin tanımlanması

Aktör	Engel Durumu	Görev	Kısıtlamalar				Tahliye Alanı Tercihi	
			Kapı	Merdiven	Engelli Rampası	Asansör	Acil Çıkış/Yangın Kaçış Odası	Yangın Merdiveni
Öğrenci-1						✓		✓
Öğrenci-2						✓	✓	
Yürüme engelli öğrenci	✓			✓		✓	✓	
Araştırmacı-1		✓				✓	✓	
Araştırmacı-2		✓		✓		✓	✓	
Öğretim üyesi		✓				✓	✓	

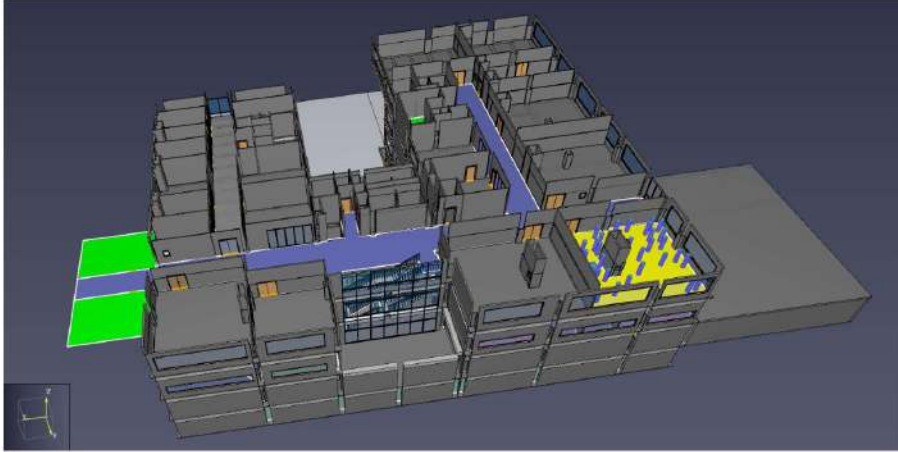
Tablo 3. Aktörlerin Aktörlerin hız parametreleri

Aktör	Hız (m/s)				
	Sabit	Normal dağılımlı			
		Standart Sapma	Ortalama	Minimum	Maximum
Öğrenci-1	-	2	3	1	5
Öğrenci-2	-	3	3	1	5
Yürüme engelli öğrenci	1.5	-	-	-	-
Araştırmacı-1	-	2	3	1	5
Araştırmacı-2	1.5	-	-	-	-
Öğretim üyesi	2	-	-	-	-

Oluşturulan modele ait iki boyutlu görünüm Şekil 10'da, üç boyutlu görünüm Şekil 11' de yer almaktadır. Her iki şekilde de, sarı renkli bölge yangının gerçekleşeceği laboratuvarı, mavi renkli bölge koridoru, yeşil renkli bölgeler ise tahliye alanlarını (kaçış odası ve toplanma bölgesi) ve yangın merdiveni konumlarını temsil etmektedir. Aktörlerin tamamı Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulan özelliklere göre oluşturulmuş olup, tamamı yangının gerçekleşeceği laboratuvarında konumlandırılmıştır.



Şekil 10. Simülasyon modelinin iki boyutlu görünümü (sarı: laboratuvar, mavi: koridor, yeşil: acil çıkış/yanğın merdiveni/kaçış odası)



Şekil 11. Simülasyon modelinin üç boyutlu görünümü (sarı: laboratuvar, mavi: koridor, yeşil: acil çıkış/yangın merdiveni/kaçış odası)

Etmen tabanlı modelleme çalışmaları kapsamında PyroSim aracı ile uyumlu çalışan etmen tabanlı modelleme yapmaya imkan sağlayan Pathfinder simülasyon ortamı kullanılmıştır. Girdi veri olarak gerekli üç boyutlu bina modeli YBM veri standardı olan IFC veri formatı kullanılarak simülasyon ortamına aktarılmıştır. Burada kapı, pencere, merdiven vb. yapı elemanları simülasyon ortamında otomatik olarak tanımlanmıştır. Bu tasarım ve iş akışı simülasyon altyapısının üretimini hızlandırmıştır.

3.1. Bina Tahliye Simülasyonunun Gerçekleştirilmesi

Yukarıda detayları açıklanan senaryo gereği yangın başladıktan sonra, Tablo 2’de yer alan aktörlerin davranış biçimlerinin tanımlanması ile Tablo 3’te yer alan aktörlerin hız parametreleri de kullanılarak, tahliye simülasyonu başarıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 12’de ve Şekil 13’te tahliyenin 8. saniyesinde aktörlerin konumu gösterilmektedir. Şekil 13’te Öğrenci-2 tipi bakış açısıyla tahliyenin incelendiği görsel yer almaktadır. Şekil 14’de, tüm aktörlerin modelde tanımlanan kurallar çerçevesinde daha önce tarif edilmiş toplanma alanları ve hedeflere ulaştıkları gösterilmiştir.



Şekil 12. Farklı davranış tiplerine göre tahliyenin sağlanması



Şekil 13. Öğrenci-2 tipi bakış açısıyla tahliyenin incelenmesi



Şekil 14. Tüm aktörlerin daha önce belirlenen farklı bölgelere çıkışı

Tüm aktörlerin binayı minimum 13.5 saniyede, maksimum 65.1 saniyede tahliye ettiği gözlenmiştir. Aktörlerin yürüme mesafeleri Tablo 4'te, tahliye süreleri ise Tablo 5'te yer almaktadır. Oluşturulan kurallar çerçevesinde aktörlerin tahliye rotalarının üç boyutlu model üzerinde Şekil 15'te yer almaktadır.

Tablo 4. Profil tiplerine göre yürüme mesafesi (m)

Aktör Profili	#	Min.	Aktörün kodu	Maks.	Aktörün kodu	Ort.	Standart Sapma
Engelli öğrenci	1	68.2	"00001"	68.2	"00001"	68.2	0
Öğretim üyesi	1	56.2	"00002"	56.2	"00002"	56.2	0
Araştırmacı-1	1	64.7	"00003"	64.7	"00003"	64.7	0
Araştırmacı-2	1	83.5	"00004"	83.5	"00004"	83.5	0
Öğrenci-1	10	61.1	"00007"	80.8	"00011"	72.3	6.5
Öğrenci-2	19	55.8	"00021"	71.5	"00019"	65.3	3.9
Tüm profiller	33	55.8	"00021"	83.5	"00004"	67.8	6.6

Tablo 5. Profil tiplerine göre tahliye süresi (sn)

Aktör Profili	#	Min.	Aktörün kodu	Maks.	Aktörün kodu	Ort.	Standart Sapma
Engelli öğrenci	1	65	"00001"	65	"00001"	65	0
Öğretim üyesi	1	47.8	"00002"	47.8	"00002"	47.8	0
Araştırmacı-1	1	28.5	"00003"	28.5	"00003"	28.5	0
Araştırmacı-2	1	65.1	"00004"	65.1	"00004"	65.1	0
Öğrenci-1	10	21.8	"00007"	32.6	"00011"	27.7	4.2
Öğrenci-2	19	13.5	"00026"	54.2	"00030"	27.2	13.1
Tüm profiller	33	13.5	"00026"	65.1	"00004"	30.3	13.9



Şekil 15. Tüm aktörlerin daha önce belirlenen farklı bölgelere çıkışı

4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, İTÜ İnşaat Fakültesi ana ve ek binaları Yapı Bilgi Modelleri hazırlanarak üç boyutlu ortama tüm yapı elemanları bilgileri de dahil edilerek aktarılmıştır. LoD 300 - 350 seviyesinde hazırlanan model IFC dosya aktarım formatı kullanılarak yanma, ısı transferi, akışkan dinamiği ve duman hareketi dahil olmak üzere bir yangında yer alan fiziksel süreçleri modellenen Yangın Dinamiği Simülatörü araçlarından PyroSim'e aktarılmıştır. Literatüre göre yangın hadisesi ile karşılaşılma ihtimalinin yüksek olduğu öğrenci laboratuvarında yangın kaynaklarının çeşitlilik gösterdiği simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. A-Z-18 mahal numaralı İTÜ, İnşaat Fakültesi, ek binası Çevre Mühendisliği Bölümü öğrenci kimya laboratuvarında başlayan yangının ve yangından yayılan dumanın tüm binada yayılımının saniyelere göre nasıl gerçekleşeceği simüle edilmiş ve görsellerle aktarılmıştır. Binanın tahliye senaryosu için ise etmen temelli modelleme prensibinden yola çıkılarak parametreleri çoğul olan ve ortamda bulunan tüm kullanıcıları kapsayacak senaryolar oluşturulmuştur. Bu noktada karmaşık bir sistemin dinamik durumunu mümkün olduğunca gerçekçi bir şekilde temsil etmek esas hedeftir. Binadan tahliyeleri gerçekleşen aktörlerin görev, sorumluluk ve karar mekanizmalarının gerçeği yansıtır şekilde belirlenmiş olup aktör kategorileri, aktör hız, tahliye olunan alanları gibi parametreler çok çeşitli tutulmuş olup modellenmesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonrasında bina tahliye süreleri ile ilgili elde edilen çıktılar ile binanın olası yangınları için bina kullanıcılarını bilgilendirmek ve can kayıplarının önüne geçmek için üç boyutlu dinamik risk haritasının bileşenlerini oluşturması mümkündür. Ayrıca simülasyon çıktıları ile yapının bina bileşenleri açısından yangına karşı üç boyutlu kırılabilirliğinin değerlendirilmesine destek olacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK ARDEB-1001 programı çerçevesinde 121Y099 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Ayrıca, bu araştırmada yer alan tüm/kısmi nümerik hesaplamalar TÜBİTAK ULAKBİM, Yüksek Başarım ve Grid Hesaplama Merkezi'nde (TRUBA kaynaklarında) gerçekleştirilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, The, 12(4), 15-28.
- [2] Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252.
- [3] Bedrick, J. (2008). Organizing the development of a building information model. *The American Institute of Architects*, 9.
- [4] Saputro, D. N., & Rahmawati, E. (2022, February). Fire Risk Analysis and Evaluation of Rescue Facilities in the Engineering Laboratory Building. In *2nd International Conference on Social Science, Humanity and Public Health (ICOSHIP 2021)* (pp. 270-274). Atlantis Press.
- [5] Tan, L., Hu, M., & Lin, H. (2015). Agent-based simulation of building evacuation: Combining human behavior with predictable spatial accessibility in a fire emergency. *Information Sciences*, 295, 53-66.
- [6] Ciari, F., Balac, M., & Axhausen, K. W. (2016). Modeling carsharing with the agent-based simulation MATSim: State of the art, applications, and future developments. *Transportation Research Record*, 2564(1), 14-20.
- [7] Tracy, M., Cerdá, M., & Keyes, K. M. (2018). Agent-based modeling in public health: current applications and future directions. *Annual review of public health*, 39, 77.
- [8] Klein, I., Levy, N., & Ben-Elia, E. (2018). An agent-based model of the emergence of cooperation and a fair and stable system optimum using ATIS on a simple road network. *Transportation research part C: emerging technologies*, 86, 183-201.
- [9] Herrera, M., Pérez-Hernández, M., Kumar Parlikad, A., & Izquierdo, J. (2020). Multi-agent systems and complex networks: Review and applications in systems engineering. *Processes*, 8(3), 312.
- [10] Bao, L., & Fritchman, J. C. (2018). Information of complex systems and applications in agent based modeling. *Scientific Reports*, 8(1), 1-11.
- [11] [Url-1] https://bimforum.org/wp-content/uploads/2022/06/BIMForum_LOD_2018_reprint.pdf

ÖZGEÇMİŞLER

Koray AKSU

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2016 – 2021 yılları arasında İTÜ Geomatik Mühendisliği ve İnşaat Mühendisliği lisans programlarında çift anadal eğitimini tamamlamıştır. Yüksek Lisans eğitimini İTÜ Geomatik Mühendisliği Programında “Makine Öğrenmesi Yöntemleri Kullanılarak Üç Boyutlu Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması” başlıklı tez ile tamamlamıştır. Eğitimine İTÜ Geomatik Mühendisliği Doktora Programında devam etmektedir. Çalışmalarını Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı mekansal analizler, yapay zeka destekli mekansal verilerin analizi, Yapı Bilgi Modelleme ve Dijital İkiz süreci için veri entegrasyonu alanlarında sürdürmektedir.

Tuğay ÖZCAN

2018 yılında Işık Üniversitesi Mimarlık Bölümünden %100 burslu olarak mezun olmuştur. Sektörde çeşitli firmalarda çalıştıktan sonra 2021 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Enformatik Bölümü Mimari ve Kentsel Enformatik Yüksek Lisans programında başladığı eğitime devam etmektedir. 2022 yılında İTÜ Geomatik Mühendisliği bölümü öğretim üyesi Prof. Hande Demirel’in yürütücülüğünde çalışmalarını sürdüren 121Y099 numaralı TÜBİTAK ARDEB - 1001 programına Yüksek Lisans Bursiyeri olarak katılmıştır. Mimari ve Bilişim alanlarında araştırma çalışmalarına devam etmektedir.

İlker KARADAĞ

Mimarlık lisans derecesini aldıktan sonra (2010), aynı yıl ODTÜ mimarlık bölümü yapı bilimleri programında yüksek lisansa başladı. Lisansüstü öğrenimine 2011 yılından itibaren aynı programda araştırma görevlisi olarak devam etti. 2013 yılında Yüksek Yapılarda Doğal Havalandırma özelinde yazmış olduğu teziyle mezuniyete hak kazandı. 2014 yılında İTÜ mimarlık fakültesi yapı bilimleri programında doktora öğrenimine başladı ve Yap Fiziği ve Çevre Kontrolü Kürsüsünde araştırma görevlisi olarak bulundu. 2019 yılında tamamladığı doktora tezi kapsamında artırılmış gerçeklik ortamında rüzgâr analizlerine imkân veren ArchPLUS adlı yazılımı geliştirdi. Sürdürülebilir mimari ve yapay zekâ alanında çok sayıda makale ve bildiri üretti. Doktora sonrasında uluslararası düzeyde yaygın kullanıma ulaşan ArchDynamics yazılımını geliştirdi. 2023 yılında geliştirmiş olduğu deney düzeneği ile ulusal patent aldı. Aynı yıl Mimarlık alanında Doçent unvanı aldı. Çalışma alanları arasında enerji etkin tasarım, bina aerodinamiği, binalarda yangın güvenliği, mikroişlemcilerin mimaride kullanımı, mimari üretim teknolojileri ve mimaride makine öğrenmesi bulunmaktadır.

Hande DEMİREL

Doktorasını Berlin Teknik Üniversitesi, Geoinformatik alanında tamamlamıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Profesör olarak görev yapmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sistem Mühendisliği ve Fotogrametri üzerine dersler vermektedir. 2011-2014 yılları arasında Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, İleri Teknolojiler Enstitüsünde bilimsel araştırmacı olarak görev yapmış olup, çalışmaları mekansal verilere dayalı ulaştırma, etki analizi ve iklim değişikliğinin etkilerinin farklı sektörlerle olan etkilerinin analizi üzerinedir. 3 boyutlu konumsal veri elde etme, modelleme ve mekansal analizin teorisi ve uygulamaları üzerinde çalışmaktadır.

