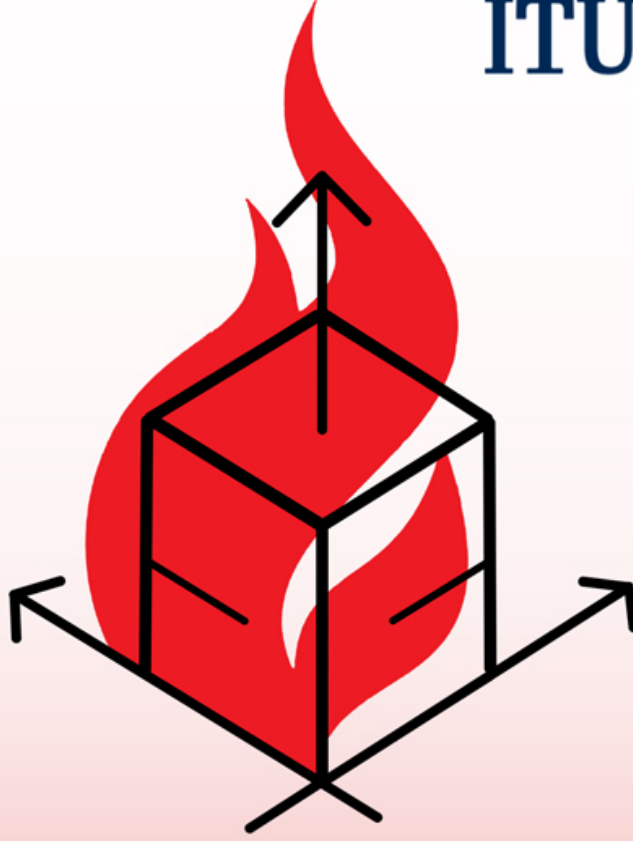




MİMARLIK VE YANGIN S E M P O Z Y U M U B İ L D İ R İ K İ T A B I

4-5 MAYIS 2023

İTÜ Taşkışla 109

Editörler

**Doç. Dr. Nuri SERTESER
Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU**

MİMARLIK VE YANGIN SEMPOZYUMU

4-5 Mayıs 2023

İTÜ Taşkışla

Bildiri Kitabı

Editörler

Doç. Dr. Nuri SERTESER
Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU

MİMARLIK VE YANGIN SEMPOZYUMU BİLDİRİ KİTABI

Editörler, Doç.Dr. Nuri SERTESER, Y.Mim. Şafak BEŞİROĞLU

Yayın Yönetmeni: Doç. Dr. Nuri SERTESER

Dizgi-Mizanpaj ve Kapak: Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU

İstanbul, 2023

e-ISBN 978-975-561-566-0

İTÜ Yayınevi. No: 2023.2/12

© ITU Yayınevi

Bu kitabın her hakkı saklıdır ve tüm yayın hakları “İTÜ Yayınevi”ne aittir. Bu kitabın tamamı ya da herhangi bir bölümü, yayınevinin izni olmaksızın yayınlanamaz, basılamaz, mikrofilme çekilemez, doğrudan veya dolaylı olarak kullanılamaz. Teksir, fotokopi veya başka tekniklerle çoğaltılamaz, bilgisayarda veya dizgi makinelerinde işlenebilecek bir ortama aktarılamaz. Kitapta yayınlanan tüm metin ve görsellerin sorumluluğu yazar/yazarlara aittir.

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu bildiri kitabı/ editörler, Nuri Serteser, Şafak Beşiroğlu.

İstanbul: İTÜ Yayınevi, 2023.

281 sayfa. -- (İTÜ Yayınevi. No: 2023.2/12)

Kaynakçalar vardır.

ISBN 978-975-561-566-0

1. Binalar-- Yangından korunma – Kongreler 2. Yapı endüstrisi-- Yangınlar ve yangından korunma – Kongreler 3. Yangından korunma-- Tesisat ve gereçler – Kongreler.

TH9112.M563 2023

CIP

İTÜ YAYINEVİ

Sertifika No: 70051

İTÜ Ayazağa Kampüsü

Mustafa İnan Kütüphanesi

34469 Maslak İSTANBUL

0212 285 75 05



www.ituyayinevi.itu.edu.tr / ituyayinevi@itu.edu.tr

DÜZENLEME KURULU

Doç. Dr. Nuri SERTESER

Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU

Mim. Ceyda BECENİ

Arş. Gör. Furkan ERUÇAR

Arş. Gör. Gökçe Saadet ARPACI COŞKUN

Mim. Esmâ KIRTAY BİREKUL

Mim. Nilüfer Gizem YAZKAN

Arş. Gör. Arca Gizem İPEKÇİ

SEMPOZYUM SEKRETARYASI

Doç. Dr. Nuri SERTESER

Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Füsün DEMİREL / *Gazi Üniversitesi*

Prof. Dr. Nurdil ESKİN / *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Prof. Dr. Özgür ATAYILMAZ / *Yıldız Teknik Üniversitesi*

Prof. Dr. Figen BEYHAN / *Gazi Üniversitesi*

Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER / *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*

Prof. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER / *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Doç. Dr. Mustafa ALTIN / *Konya Teknik Üniversitesi*

Doç. Dr. Nuri SERTESER / *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Doç. Dr. Serdar SELAMET / *Boğaziçi Üniversitesi*

Doç. Dr. Ümit Tugay ARPACIOĞLU / *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*

Doç. Dr. Zuhale ŞİMŞEK / *Bursa Uludağ Üniversitesi*

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi KORKMAZ / *Yıldız Teknik Üniversitesi*

Dr. Öğr. Üyesi Hikmet İSKENDER / *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Dr. Öğr. Üyesi Lale ERDEM ATILGAN / *İstanbul Teknik Üniversitesi*

Dr. Öğr. Üyesi Sedat ALTINDAŞ / *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*

Öğr. Gör. Dr. Ali Serdar GÜLTEK / *İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa*

ÖNSÖZ

Binaları tasarlayan bizlerin, belki de çoğunlukla gözden kaçırdığı önemli bir faktör var: yangın. Çoğunlukla binaları estetik ihtiyaçlardan vazgeçmeden insan konforunu üst seviyede gerçekleştirecek özelliklerde tasarlamayı iş edinirken, belki başımıza gelme ihtimali düşük olduğunu düşündüğümüz yangın emniyeti ile ilgili konuları ihmal edebiliyoruz. Hatta bunun çoğu zaman bir mimarın işi olmadığını düşünüyoruz. Yasal zorunluluklar olmasa, yangın emniyeti ile ilgili işler asla tasarımımızın bir parçası bile olmayacak.

Oysa İBB İtfaiye istatistikleri bunlardan başka veriler ortaya koyuyor. 2022 yılı Ocak-Ekim döneminde gerçekleşen 121.259 itfai olayın 18.925'i direkt yangınla ilgilidir. Aynı istatistiklere göre 2021 yılında gerçekleşen 11.463 yapısal yangının 6.340'ının sadece konutlarda meydana geldiği belirtilmektedir.

Bu rakamlar başta içinde yaşadığımız binaları tasarlayan meslek insanları olarak mimarlara, sonra malzeme üreticilerine, ithalatçılarına ve uygulamacılara bu konuda sorumluluklarımızın bulunduğunu ve bu sorumlulukların ihmal edilemez olduğunu ifade etmektedir. Kuşkusuz sadece bizlerin değil, bu binalarda yaşayan insanların da yaşam alanları ile ilgili yangın emniyetiyle ilgili risklerin farkında olmaları da ayrıca büyük önem taşımaktadır.

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu, hem mimarlık hem de yangın emniyeti ara kesitinde pek çok konu başlığının bilimsel açıdan ele alındığı güçlü ve yararlı bir zemin oluşturmuştur. Özellikle bir binanın tasarım süreci içinde yer alması gereken yangın önlemlerinin tasarımdan uygulamaya, kullanımdan restorasyona varıncaya dek ne düzeyde ve nasıl yürütüldüğüne ilişkin bilgi paylaşımı sağlanmıştır. Gerek akademide üretilen bilimsel çalışmalar gerekse meslek profesyonellerinin uygulama deneyimleri ve hatta yaşanan yangınlardan çıkartılan dersler, bizlere yangın felaketine karşı daha iyi binalar tasarlamamız konusunda yol göstermektedir.

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu'nun bu önemli misyonu en iyi biçimde yerine getirdiğini düşünüyor ve bu konuda sağlam bir başlangıç olmasını diliyorum.

Saygılarımla...

Doç.Dr. Nuri SERTESER
Sempozyum Düzenleme Kurulu Bşk.

PREFACE

There is one important factor that we who design buildings perhaps often overlook: fire. While we mostly make it our business to design buildings with features that will provide a high level of human comfort without sacrificing aesthetic needs, we may neglect the issues related to fire safety, which we think are unlikely to happen to us. In fact, we often think that this is not the work of an architect. Without legal obligations, fire safety jobs would never even be a part of our design.

However, Fire Department of Istanbul Municipality statistics reveal other data than these. 18.925 of the 121.259 fire incidents that took place in the January-October period of 2022 are directly related to fire. According to the same statistics, it is stated that 6.340 of the 11.463 structural fires in 2021 occurred only in residences.

These figures indicate that as professionals who design the buildings we live in, we have responsibilities in this regard to architects, then to material manufacturers, importers and practitioners, and these responsibilities cannot be neglected. Undoubtedly, it is also of great importance that not only us, but also the people living in these buildings are aware of the fire safety risks related to their living spaces.

The Architecture and Fire Symposium has created a strong and useful ground where many topics are discussed scientifically in the intersection of both architecture and fire safety. In particular, information was shared about the level and how the fire precautions, which should be included in the design process of a building, are carried out from design to implementation, from use to restoration. Both the scientific studies produced in the academy, the practical experiences of the professionals and even the lessons learned from the fires guide us to design better buildings against fire disasters.

I think that ***the Architecture and Fire Symposium*** fulfills this important mission in the best way and I wish it to be a substantial start in this regard.

Kind regards...

Assoc.Prof. Nuri SERTESER (Ph.D.)
Chairman of the Symposium Organizing Committee

TEŞEKKÜR

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu'nun ilk toplantısından bu kitabın basımına dek tüm süreçlerinde her konuda destek olan aşağıda isimleri bulunan yangın emniyeti alanında akademik çalışmalar yapan İTÜ LEE CKY Programı ve Yapı Bilimleri doktora programına kayıtlı öğrencilerim:

Y. Mim. Şafak BEŞİROĞLU

Mim. Ceyda BECENİ

Arş.Gör. Furkan ERUÇAR

Arş.Gör. Gökçe Saadet ARPACI

Mim. Esmâ KIRTAY BİREKUL

Mim. Nilüfer Gizem YAZKAN

Arş.Gör. Arca Gizem İPEKÇİ

katkıları için teşekkür ederim.

Sürecin başından bu yana çalışmaların yürütülmesinde, poster ve diğer görseller ile ***Mimarlık ve Yangın Sempozyumu Bildiri Kitabı***'nın hazırlanması, yayına hazır hale getirilmesi, tasarımı gibi pek çok konudaki editoryal çalışmaları için öğrencim Y.Mim. Şafak Beşiroğlu'na özel olarak teşekkürlerimi sunarım.

Sempozyuma sunulan bildiri özetleri ve tam metinlerin değerlendirilmesi sürecinde katkı sağlayan Bilim Kurulu'nun değerli üyelerine;

Bildirileriyle bu sempozyuma katılan ve sempozyumun ürettiği bilgi birikimine katkı sağlayan değerli katılımcılara;

Dinleyici olarak ***Mimarlık ve Yangın Sempozyumu***'nda yer alarak bilgi paylaşımına değer veren herkese teşekkürlerimi sunarım.

Doç.Dr. Nuri SERTESER

Sempozyum Düzenleme Kurulu Bşk.

İÇİNDEKİLER

I. OTURUM: Yangında İnsan Davranışları

- 1 Arş. Gör. Hüsniye Sueda YILDIRIM, Doç. Dr. Erkan AVLAR
Binalarda Yangına Karşı Alınacak Önlemlerin Belirlenmesinde Kullanıcının Önemi
The Importance of the User in Determining Measures to Be Taken Against Fire in Buildings
- 11 Gizem SÜNBÜL, Prof. Dr. Füsun DEMİREL
Yangında İnsan Davranışları
Human Behaviour in Fire
- 21 Latif ERDOĞAN, Rıdvan ÖZGÜN
Yangında İnsan Davranışlarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi
Investigation and Evaluation of Human Behaviours in Fire

II. OTURUM: Kaçış Yolları ve Tahliye Senaryoları

- 27 Arş. Gör. Muhsin Selçuk SATIR, Doç. Dr. Abdurrahman Yağmur TOPRAKLI
Camilerin Tahliye Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Analiz
An Analysis of the Evaluation Effectiveness of Mosques
- 37 Mehmet EKİM
Kaçış Kapıları ve Kaçış Merdivenleri Tasarımı
Escape Doors and Escape Stairs Design
- 47 Arş. Gör. Koray AKSU, Prof. Dr. Hande DEMİREL
Kapalı Alan Yangın Tahliye Senaryolarının Dijital Ortamda Oluşturulması
Creating Indoor Fire Escape Scenarios in A Digital Environment
- 55 Arş. Gör. Arca Gizem İPEKÇİ, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Yangın Tahliyesinde Dumanın Etkisinin Tatbikat ve Benzetim Yöntemleri İle İncelenmesi ve Karşılaştırılması: Ofis Binası Örneği
Investigation and Comparison of the Effect of Smoke On Fire Escape with Practice and Simulation Methods: Office Building Example

III. OTURUM: Yangın Emniyetinde Bilgisayar Uygulamaları

- 63 Şafak BEŞİROĞLU, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Bina Tasarımında Yangın Emniyetinin Dijital Dönüşümü ve Yapı Bilgi Modelleme (BIM) Üzerine Bir İnceleme
A Review On Digital Transformation of Fire Safety and Building Information Modeling (BIM) In Building Design
- 75 Ceyda BECENİ, Doç. Dr. Nuri SERTESER
CLT Konstrüksiyonlu Binalarda Yangın Yayılmının İncelenmesi
Investigation of Fire Extension in CLT Construction Buildings
- 85 Merve AKÇA, Fatih CEYLAN, Prof. Dr. Füsün DEMİREL
Eğitim Binaları Özelinde Kaçış Yolları Simülasyon Programlarının Analizi ve Bir Örneklem
Analysis of Escape Routes Simulation Programs Specific to Educational Buildings and A Sample
- 95 Arş. Gör. Selin KAYNAR
Yangın Emniyeti Alanında Ciddi Oyun: Literatür Araştırması
Serious Game in Fire Safety: Literature Research

IV. OTURUM: Tarihi Binalarda Yangın Emniyet Önlemleri

- 101 Elif ÇATAKLI, Mustafa Salih KORKMAZ
Tarihi Binalarda Yangın Güvenliği
Fire Safety in Historic Buildings
- 111 Esmâ KIRTAY BİREKUL, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Tarihi Binalarda Yangın Kompartımanları İçin Düzenlemeler
Regulations for Fire Compartments in Historic Buildings
- 123 Hazal Özlem ERSAN ERUŞ
Tarihi Yapıların Yangından Korunmasında Yapı Malzemeleri Özellikleri İle Önleyici Koruma Yaklaşımı
Preventive Protection Approach to Protection of Historic Buildings from Fire with Building Materials Properties

VI. OTURUM: Yangın Yönetmelikleri ve Standartlar

- 129 Arş. Gör. Furkan ERUÇAR, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Engellilerin Binadan Tahliyesiyle İlgili Ulusal ve Uluslararası Düzenlemelerin İncelenmesi
Examination of National and International Regulations Regarding the Escape of the Disabled from Buildings
- 137 Dilara BEDİR, Dr. Öğr. Üyesi Ezgi KORKMAZ
Müze Yangınlarının Geçmiş Olaylar ve Yönetmelikler Kapsamında İncelenmesi
Investigation of Museum Fires in The Context of Past Events and Regulations

VII. OTURUM: Mimari Proje Sürecinde Yangın Emniyet Önlemleri

- 147 Kübra DEMİR, Prof. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
Kent ve Bina Arayüzünde Yangın Güvenliği
Fire Safety in The City and Building Interface
- 157 Tolga AYCI
Mimari Detaylarda Pasif Yangın Durdurucu Sistemlerin Tasarım ve Uygulama Esasları
Design and Application Principles of Passive Fire-Stop Systems in Architectural Details
- 165 Cevdet İŞBİTİRİCİ, Mustafa SÖYLER
Mimari Proje Sürecinde Yangın Emniyet Önlemleri
Fire Safety Measures in The Architectural Project Process
- 175 Mehmet EKİM
Proje İncelemede Tespit Edilen En Yaygın Hatalar
Most Common Errors Detected in Project Review
- 183 Elif ÇATAKLI
Yangın Güvenlik Önlemlerini Proje Sürecinde Ele Almak
Handling Fire Safety Measures in The Project Process

VIII. OTURUM: Binalarda Yangın Emniyeti – Karma Konular

- 191 Öğr. Gör. Dr. Ali Serdar GÜLTEK
Atık Değerlendirme Sahalarında Pasif Yangın Güvenliği Önlemleri
Passive Fire Safety Measures at Waste Handling Areas
- 201 Yalçın PAŞAALIOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Lale ERDEM ATILGAN
İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi İçin Acil Durum Aydınlatması Tasarımı
Emergency Lighting Design for ITU Electrical-Electronics Faculty
- 211 Arş. Gör. Gökçe Saadet ARPACI COŞKUN, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinde Yangın Emniyetiyle İlişkilendirilebilir Faktörler
Factors Related to Fire Safety in Green Building Certification Systems
- 223 Arş. Gör. Eren KALAY, Öğr. Gör. Dr. Adem CANDAŞ,
Prof. Dr. Cevat Erdem İMRAK
Yüksek Katlı Binalarda Acil Durumlarda Asansör Tesislerinin Nitelikleri ve Davranışları
Characteristics and Behaviours of Elevator Facilities in Emergency Situations in High-Rise Buildings

IX. OTURUM: Yapı Kabuğu ve Yapı Malzemelerinde Yangın Emniyeti

- 231 Prof. Dr. Ayfer DÖNMEZ ÇAVDAR, Doç. Dr. Nilhan VURAL, Selen KALKIŞIM
Ahşap Kompozit Malzemelerin Çok Katlı Yapılarda Kullanımının Yangın Güvenliği Açısından Analizi
Analysis of The Use of Wood Composite Materials in Multi-Storey Buildings in Terms of Fire Safety
- 241 Nilüfer Gizem YAZKAN, Doç. Dr. Nuri SERTESER
Bitişik Nizam Yapılarda Cephe Yangınlarının Yayılmasına Rüzgarın ve Açıklıklar Arası Yatay Mesafenin Etkisi
The Effect of Wind and Horizontal Distance Between Openings On the Spread of Facade Fire in Connected Organization Structures

251	Doç. Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN <i>Cephe Tasarımında Kullanılan Kompozit Malzemelerin Yangına Karşı Performanslarının İncelenmesi</i> <i>Investigation of Fire Performance of Composite Materials Used in Facade Design</i>
261	Mehmet BULCA, Timur DİZ <i>Havalandırılmalı Giydirme Cephe Sistemlerinde Yangın Güvenliği</i> <i>Fire Safety in Ventilated Facade Systems</i>
269	Timur DİZ, Bulut SENYÜCEL <i>Sıvalı Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemlerinde Yangın Güvenliği</i> <i>Fire Safety in Plastered Exterior Thermal Insulation Systems</i>
280	Düzenleme Kurulu <i>Genel Değerlendirme Yazısı</i> <i>Letter of General Evaluation</i>

BİLDİRİLER / SYMPOSIUM PAPERS

BİNALARDA YANGINA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLERİN BELİRLENMESİNDE KULLANICININ ÖNEMİ

Arş. Gör. Hüsniye Sueda Yıldırım¹

Doç. Dr. Erkan Avlar²

Yıldız Teknik Üniversitesi^{1,2}

ÖZET

Yangın güvenliği terimi, yangından korunma, yangının ve dumanın yayılmasının sınırlandırılması, yangının söndürülmesi ve hızlı ve güvenli bir kaçış olanağı anlamına gelmektedir. Güvenli kaçış olanağı, bir binanın yangın güvenliği sürecinin en önemli aşamasıdır. Ancak bazı büyük yangınlar, yanan bir binadan güvenli kaçışın her zaman mümkün olmadığını göstermiştir. Türkiye’de ve dünyada, 1960’ların ortalarından buyana, yangınlardan kaynaklanan can kayıplarının azaltılması konusunda büyük gelişme kaydedilmiştir. Bu gelişme genellikle yangın uyarı ve söndürme sistemlerinin yaygın kullanımına, yasa, standart ve yönetmeliklerdeki kuralların gelişimine ve kullanıcıların bilinçlenmesi de dahil olmak üzere yaşam biçimindeki değişikliklere bağlanmaktadır. Özellikle yangınlarda can kaybını azaltmayı ve yangına müdahale performansını etkileyen literatür çalışmalarında, kullanıcıyı anlamının önemli bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yangın sırasında etkili bir tahliyenin sağlanmasında kullanıcı profili belirlenmelidir. Aynı zamanda bir yangın sırasında kullanıcı algısını ve tepkisini etkileyen karmaşık ve çok sayıda değişkenin birbiri ile ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada; binalarda meydana gelen yangınlar sırasında tahliyenin zamanında ve güvenli gerçekleştirilebilmesi için yangına karşı alınacak önlemlerin belirlenmesinde bina kullanıcısının yeri ve gereksinimleri ile uyumlu bina tahliye stratejilerinden bahsedilmektedir.

Anahtar sözcükler: Yangında kullanıcı davranışı, kaçış yolları, yangın güvenliği, yangınlarda kullanıcı profilin önemi.

ABSTRACT

The term fire safety means fire protection, restricting the spread of fire and smoke, extinguishing the fire and possibility of quick and safe escape. Safe escape is the most important aspect of building's fire safety process. However, some major fires have shown that safe escape from a burning building is not always a definite possibility. In the world as well as Turkey, great progress has been achieved in reducing loss of life caused by fires since the mid-1960s. This development is attributed to widespread use of fire warning and extinguishing systems, improvement of stipulations in laws, standards, regulations, changes in lifestyle, including awareness of users. Understanding the user is an important matter, especially in literature studies aiming to reduce loss of life in fires and affecting their fire response performance. Therefore, the user profile should be identified, to be able to ensure an effective evacuation during a fire. Interrelation of complex and multiple variables that affect user perception and response during a fire should be thoroughly examined. In this study; building evacuation strategies that are compatible with the location and requirements of building users in determining measures against fires in order to ensure timely and safe evacuation are discussed.

Keywords: User behaviour during a fire, escape routes, fire safety, importance of user profile in fires.

¹ suedaylm@gmail.com

² erkanavlar@hotmail.com

1.GİRİŞ

Dünyada 1960'ların ortalarından itibaren yangınlardan kaynaklanan can kayıplarının azaltılması konusunda büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Bu bağlamda 1970'li yıllarda yangın güvenliği alanında gerçekleştirilen en büyük çalışmalardan biri, bina kullanıcılarının yangın sırasında nasıl davrandıklarını anlamak üzerine gerçekleştirilmiştir. Hareket kısıtlılığı ve diğer fiziksel kısıtlamaları olan kişilerin tahliye endişesi, bu yıllarda yapılan yüksek binalardaki tahliye çalışmalarıyla ortaya konmuştur (Bryan, 1999). Ancak 1980 sonlarına kadar yapılan tahliye modelleme çalışmalarının birçoğunda insan davranışı dikkate alınmamıştır. Oysa insan bilişsel bir varlık olarak, tahliye anında birçok farklı davranışta bulunabilmektedir. 1980 sonrasında ise, bina yangınlarında kullanıcı davranışlarına ilişkin çalışmalar, öncelikle fiziksel kısıtlamaları bulunan bina kullanıcılarının tahliyesi için yapılmıştır. Binalarda yangın güvenliği konusunu tüm yönleriyle ele alabilmek için, bazı bina yangınların neden çok sayıda can kaybıyla sonuçlandığını ve büyük bir yangında neden az sayıda can kaybı olduğunu anlamak önem kazanmaktadır (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010).

2. YANGINLARDA BİNA KULLANICISININ DURUMU

Geçmişte meydana gelen birçok bina yangınında; binadaki ortam koşullarına, yangının niteliğine ve binayı ve kullanıcıyı etkileme biçimine göre, farklı sayıda can kayıpları oluşmuştur. Bu nedenle binalarda; bina işlevinin ve bina kullanıcısının tanımlanması, binada bulunan tehlike kaynaklarının belirlenmesi, yangına karşı önlemlerin belirlenmesinde standartlarla birlikte performansa dayalı yaklaşımların kullanılması, binanın kullanıcı yoğunluğuna uygun tasarlanması, kullanıcı ile uyumlu çıkış bileşenlerinin olması, yangın anında kullanıcıları yönlendirecek eğitimli personelin bulunması can kayıplarını azaltacak ölçütler olarak belirlenebilir.

L'Innovation (Belçika, 1967), Beverly Hills Supper Club (Kentucky, 1977), Stardust Night Clup (İrlanda, 1981) ve Happy Land Social Club (New York, 1990) yangınları binalardan güvenli kaçışın her zaman mümkün olamayacağını ortaya koymuştur. Can kaybının yüksek olduğu bu yangınların bazıları yasa ve standart ihlallerinden ya da eksikliklerinden kaynaklanmış ve bu nedenle yangın yönetmeliklerinde değişikliklere gidilmiştir. Ancak bazı durumlarda yangın yönetmeliklerindeki bütün kurallar uygulanmış olsa da kullanıcı faktörünün tasarıma sınırlı bir şekilde eklenmiş olmasının büyük can kayıplarına neden olduğu anlaşılmıştır (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010). Örneğin hapishanelerde ve hastanelerde, yangın anında binada bulunanların tahliyesinde zorluklar yaşanmaktadır. Bu tür binalarda kaçış koşulları riskli ve zordur. Honduras Hapishanesi yangını (350 can kaybı / 2012), Guyana Hapishanesi yangını (16 can kaybı / 2017) ve Endonezya Hapishanesi yangını (41 can kaybı / 2021) Hindistan Amri Hastanesi yangını (91 can kaybı / 2013) Japonya Orthopedic Hastanesi yangını (10 can kaybı / 2013) ve Rusya Psychiatric Hastanesi yangını (38 can kaybı / 2013) kullanıcı ile uyumlu kaçış yolu tasarımının önemini gösteren yangınlara örnek verilebilir. Bu nedenle bir binanın yangın karşısında güvenli kabul edilebilmesi için, kullanıcı odaklı kaçış olanağı sağlanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Bunun için, binada yeterli kaçış elemanları ile birlikte kullanıcı profili ve gereksinimleri ile uyumlu yangın tahliye stratejileri geliştirilmelidir. Ayrıca yangın sırasında binalarda etkili bir tahliyenin sağlanmasında insan algısını ve davranışını bilmek önemlidir (Alginahi, Mudassar, Kabir, & Omar, 2019). Bir yangın sırasında insan algısını ve davranışını etkileyen karmaşık ve çok sayıda değişkenin birbiri ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu değişkenler; kişinin durumu algılama yeteneği, yangının özellikleri ve yeri, binanın temel

özellikleri, yangından korunma sistemlerinin tipi, uygunluğu, müdahale süresi ve etkinliği, bireyin fiziksel ve psikolojik yapısı ile kültürel ve deneyimsel geçmişi, binadaki kullanıcı yoğunluğu ve yapısı olmak üzere beş temel alanda gruplandırılmaktadır (Bryan, 1975). Ancak öncelikle tahliye edilecek kullanıcıların tanımlanması hem kullanıcı özelliklerinin, tepki sürelerinin ve davranış biçiminin hem de önerilecek tahliye stratejilerinin belirlenmesi açısından en önemli etkidir.

Yangın olayı ile karşılaşacak kullanıcıların tanımlanabilmesi için; Kullanıcıların sosyoekonomik ve sosyokültürel durumları (Clark, Smith, & Conroy, 2015), Kullanıcıların yaş grupları (Clark, Smith, & Conroy, 2015) (0-5 yaş arası kullanıcılar, 65 yaş üstü kullanıcılar (Flynn, 2010), Kullanıcıların cinsiyetleri (Flynn, 2010), Kullanıcıların sosyal iletişimi ve toplumsal koşulları (Clark, Smith, & Conroy, 2015), Kullanım alanının sahiplik durumu (Clark, Smith, & Conroy, 2015), Kullanıcıların bireysel özellikleri (kullanıcının yaşam tarzı, sağlık ve refah durumu, ilaç kullanım durumu, uyuşturucu ve alkol kullanım durumu, geçmiş yangın deneyimleri) (Clark, Smith, & Conroy, 2015), (hareket hızı, gözlem kabiliyeti, bilinç durumu, karar verme yeteneği) (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010)), Kullanıcılara yönelik yönetmelikler, yangın önleme stratejileri ve alınan önlemler (Clark, Smith, & Conroy, 2015), Kullanıcıların binaya aşına olma durumları (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010) (Flynn, 2010), Kullanıcıların hareket kabiliyetlerinde sınırlılık durumları (Flynn, 2010), kullanıcıların fiziksel hareket kabiliyetleri (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010), Kullanıcıların farkındalık durumları (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010), Kullanıcıların gelir düzeyleri (Shai & Lupinacci, 2003), Kullanıcıların dış uyaranlarla birlikte tehlikelere karşı farkındalık durumları (işaret doğrulama süresi) (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010), Tehlike göstergelerinin doğrulanması ve bunlara yanıt verme süresi (karar verme dönemi) (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010), Güvenli bir yere taşınma/sığınma süresi (hareket süresi) (Kobes, Helsloot, de Vries, & Jos G., 2010), Kullanıcıların eğitim düzeyleri (Flynn, 2010), Kullanıcıların psikolojik ve sosyolojik durumları (Mohan, 2019), Binanın yoğunluk durumu (Wales & Thompson, 2013) vb. etkenlerin analiz edilmesi gerekli görülmektedir.

3. BİNA YANGINLARINDA GÜVENLİ TAHLİYE İÇİN KULLANICIYA İLİŞKİN ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

Bina yangınlarında tahliye edilecek kullanıcının belirlenmesi hem özelliklerinin, tepki sürelerinin ve kullanıcı davranış biçiminin hem de önerilecek tahliye stratejilerinin belirlenmesi açısından en önemli faktördür. Kullanıcı özellikleri; bireysel özellikler, sosyal özellikler ve durumsal özellikler olarak üç grupta incelenebilir.

3.1. Bireysel Özellikleri

Bireysel özellikler; Fiziksel ve bilişsel yetenekler (A), Kullanıcının davranışı (B), Yangın etkilerine fizyolojik tepki (C), Kullanıcının karar verme yeteneği (D), Geçmiş yangın deneyimleri (E), Kullanıcının yaşı (F) ve Kullanıcının cinsiyeti (G) olarak belirlenmiştir.

A. Fiziksel ve bilişsel yetenekler

Bina kullanıcılarının tahliyeye başlamaya karar verme ve ardından tahliye eylemlerini üstlenme süreleri, tahliye için gereken toplam süreyi belirlemede kritik etkenlerdir (Tubbs & Meacham, 2007). Bazı durumlarda, fiziksel ve bilişsel yetenekler, doğrudan bina kullanımı veya binada

gerçekleştirilen eylemler ile ilgili olabilir. Bina; bir hastane, yaşlılar için konut veya özel bakım tesisi ise, bina sakinleri tahliye gereksinimini fark etmede, kendilerini güvenli bir yere taşımada veya her ikisinde de zorluk çekebilir. Alkollü eğlence mekanlarında, ikaz ışıkları bulunan üretim tesislerinde veya yatma eylemi bulunan konaklama ve konut binalarında, kullanıcıların yangın uyarılarına tepkileri gecikebilir (Tubbs & Meacham, 2007).

B. Kullanıcının davranışı

Acil durumlara verilen tepkiler çok çeşitlidir. Bu durumda kullanıcıların tepkileri ve müdahaleler yangın güvenliğinde dikkate alınmalıdır. Yangına ilişkin ipuçlarını belirlemek, acil bir durum olduğuna karar vermek, bir eylem planı hazırlamak ve bu eylemi gerçekleştirmek kullanıcıların can güvenliği açısından önem taşımaktadır. Bina tasarımında, bina kullanıcısının tanımlanması ve acil durum anındaki davranış biçiminin önceden değerlendirilmesi, binada seçilmesi gereken alarm sistemlerinden, kaçış için gerekli sürenin belirlenmesine kadar, çıkış sistemi tasarımının birçok yönünü belirlemede etkili olacaktır (Tubbs & Meacham, 2007).

C. Yangın etkilerine fizyolojik tepki

Kullanıcılar yangına müdahale konusunda karar verirken sesli ve görsel uyarı sistemlerinin yanı sıra yangına ilişkin ipuçlarını da değerlendirmektedir. Yangına ilişkin ipuçları; dumanı koklamak veya görmek, bir yangının sesini duymak, alev görmek veya ısıyı hissetmektir. Bu ipuçlar, karar verme süresini kısaltmaya yardımcı olsa da yangın durumundaki insanlar üzerinde olumsuz fizyolojik ve psikolojik etkileri olabilir. Kabul edilemez duman veya ısı seviyelerinin kaçış yollarını kapattığı algılandığında, kullanıcılar çıkış yönü hakkında kötü kararlar almaya yönlenebilir (Tubbs & Meacham, 2007).

D. Kullanıcının karar verme yeteneği

Bina kullanıcıları, bir veya daha fazla yangın ipucunu aldıktan, fark ettikten ve doğru bir şekilde yorumladıktan sonra, ne yapacaklarına karar vermeleri gerekir (Canter, 1990) (Bryan J., 1991). Kullanıcılar, tehdidin ciddiyetinden emin olmadıklarında, kendilerine güven vermeye çalışırlar. Tehditler daha ciddi görüldüğünde, insanların başkalarından bilgi istemesi olası hale gelmektedir. Bir yangın durumunda, durumu doğrulamak için daha fazla bilgi aramak ciddi bir sorun olabilir (Tubbs & Meacham, 2007).

E. Geçmiş yangın deneyimleri

Yangın alarmı çaldığında verilecek olan tahliye kararı, bina kullanıcılarının yangın alarm sistemiyle ilgili önceki deneyimlerine bağlıdır. Uyarı sinyaline yüksek derecede güven olmadan insanlar uyarıya inanmayabilir veya beklendiği gibi tepki vermeyebilir (Moore, 1988).

Örneğin Cry Wolf sendromu, yanlış alarmların bina sakinlerinin gelecekteki alarmlara tepki verme isteklerini azaltmaktadır (Breznitz, 1984). Cry Wolf etkisi, bir alarm birkaç kez etkinleştirildiğinde (Cornell & Claudio, 1987) veya yaklaşan tehlike tahminleri yapıldığında ve tehdit asla gerçekleşmediğinde gözlemlenmiştir (Dow & Cutter, 1998) (Moore, 1988). Aynı zamanda yanlış alarm oranı gerçek alarm oranından yüksek olduğunda, kullanıcılar alarm sistemlerine olan güvenini kaybetmeye başlamaktadır. Bazı çalışmalar, çok sayıda yanlış alarmın kullanıcıların tamamen yanıt vermemesine neden olarak alarm sistemini etkisiz hale

getirebileceğini öne sürmektedir. Cry Wolf sendromunun etkileri, bireysel ve kurumsal yanıt verme isteksizliğinin yanı sıra toplum üzerinde önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olmaktadır (ISSE, 2000).

F. Kullanıcının yaşı

Bina kullanıcılarının fiziksel, bilişsel veya algısal durumuna ilişkin özel bilgi olmasa da yaş gibi belirli etkenler, tepki kabiliyetini etkileyen değişkenliğin (örneğin işitme kaybı) göstergesi olabilir (Tubbs & Meacham, 2007). Özellikle engelli veya yaşlı kullanıcıların bulunduğu binalarda güvenlik önlemlerine duyulan gereksinim artmaktadır. Bu tür kullanıcıların acil bir durumu fark etmeleri, kaçmaya karar vermeleri ve güvenli bir yere geçmeleri için gereken süre oldukça uzun olabilmektedir. Bu nedenle engelli veya yaşlı kullanıcıların bulunduğu binalarda kullanıcılara iyi bilgi sağlamak önemlidir (Tubbs & Meacham, 2007).

3.2. Sosyal Özellikler

Sosyal özellikler; Kullanıcıların bağımlılıkları (G), Sosyal ve kültürel bağlılıklar (H) ve Rol ve sorumluluklar (I) olarak belirlenmiştir.

G. Kullanıcıların bağımlılıkları

Fiziksel ve bilişsel yetenekler konusuyla yakından ilgili olan bağımlı ilişkiler can güvenliğini sağlamada büyük önem taşımaktadır. Hastaneler ve yetişkin bakım üniteleri gibi bazı binalarda bakıcıya bağlı ilişkilerin olması kaçınılmazdır. Bu gibi durumlarda, bazı fiziksel ve bilişsel engeller veya diğer bozukluklar bina sakinlerinin büyük bir çoğunluğunun kendilerini tahliye etmelerini engellemekte ve onları yardım için başkalarına bağımlı hale getirmektedir (Tubbs & Meacham, 2007). Gündüz bakım evlerinde, anaokullarında ve çok sayıda bebek, küçük çocuk ve gencin bulunduğu diğer binalarda, kullanıcılar güvenlikleri için yetişkinlere bağımlıdır. Tutukevlerinde ve kısıtlı erişimin olduğu kullanım alanlarında, personelin ziyaretçileri ya da kullanıcıları uygun çıkışlara yönlendirmesi gerektiği durumlarda, kullanıcılar tahliyenin sağlanması ya da kapıların açılması için bağımlı oldukları kişilere güvenmektedir (Tubbs & Meacham, 2007).

H. Sosyal ve kültürel bağlılıklar

Bazı durumlarda, sosyal ve kültürel bağlılık tahliyenin başlamasını geciktirebilir (Sime,1985;1993). Bir ailenin veya bir arkadaş grubunun her bir üyesi, gruptaki herkes ayrılmaya hazır olana kadar tahliye konusunda isteksiz olabilir. Grup bir kez tahliyeye başladığında, en yavaş üye muhtemelen tüm grubun hareket hızını belirleyecektir. Bağlılık o kadar güçlü bir kavramdır ki, tehdidin kendisini geçersiz kılabilir. Ebeveynler çocukları olmadan ve çocuklar kardeşleri olmadan tahliye edilmek istemeyecektir. Bağlılık durumu, bireyin sevilen birini kurtarmak için yanan bir binaya geri dönmeye karar vermesine de neden olabilir. (Tubbs & Meacham, 2007).

I. Rol ve sorumluluklar

Kullanıcıların binadaki durumunu yangın veya acil durum anındaki sorumlulukları belirleyebilir (Proulx, 1994). Görev durumu (sağlık, eğitim vb.) ve hiyerarşik durum (amir ve çalışan) olan binalarda, genellikle rehberlik için sorumlu kişiler aranmaktadır. Örneğin, işveren-çalışan ilişkisi olan binalarda, bina sakinleri talimat için bazen amirlerine ve diğer yetkili kişilere başvurabilir. Binada bulunan denetçiler, kalmak veya ayrılmak gibi eylemleri dikte edebilir. Benzer şekilde, ziyaretçiler veya müşteriler bir acil durum sırasında çalışanlardan daha pasif olabilir (Tubbs & Meacham, 2007).

3.3. Durumsal Özellikler

Durumsal özellikler; Binaya aşinalık (J), Kullanıcı sayısı ve yoğunluğu (K), Yangın ipuçlarını tanıma ve tepki verme (L), Kullanıcı eylemleri (M), Yalnız veya başkalarıyla olma durumu (N), Kalabalık etkisi (O), Uyku eylemi (Ö) ve Kullanıcıların binadaki konumu olarak belirlenmiştir.

J. Binaya aşinalık

Yangın güvenli yapı tasarımında kullanıcının binayı tanıması, binada geçici ya da sürekli kullanıcı olarak bulunması ve buna benzer birçok durum yangın anında kullanıcının güvenliğini etkileyebilir. Örneğin; bir sağlık yapısında binada bulunan personelin kullanıcıları tahliye etmesi, bir eğlence yapısında uyarıların çok olmasından dolayı acil durum alarmı anlaşılmayabilir ve personelin ziyaretçileri uyarması ya da bir eğitim yapısında öğrencilerin sınıf öğretmenleri tarafından tahliye prosedürlerine uygun şekilde tahliye edilmesi beklenebilir. Kullanıcının bina ile etkileşimi binaya aşına olma durumu ve acil durum anındaki etkileşimi kaçışların zamanında gerçekleşmesi açısından önem kazanmaktadır (Tubbs & Meacham, 2007).

K. Kullanıcı sayısı ve yoğunluğu

Bir mekanın kullanıcı yükü, o mekanın kullanımı için bulunması beklenen maksimum kişi sayısıdır. Kullanıcı yükü, doluluk alanının tasarım gereksinimlerine, koltuk sayısına veya alanı uygun kullanıcı yükü faktörüne bölerek tanımlanabilir. Kullanıcı yükü genellikle kabul edilen kod, standart ve yönetmeliklerde belirlenir. Hesaplamalar yapılırken doluluk veya kullanımdaki olası değişiklikler dikkate alınmalıdır. Bir binayı veya alanı kullanan insan sayısı ve bu alandaki dağılımı veya yoğunluğu kaçış hızlarını etkileyecektir ("SFPE Guid. to Hum. Behav. Fire," 2019) Binadaki kullanıcı sayısı, binanın genel korunmasında olduğu kadar, çıkış stratejisi ve kaçış yolu tasarımının belirlenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Tahliyenin kapsamı (tamamen veya kısmi) ve sıralanması, çıkışların sayısı, yeri, türü ve kapasitesi ve alarm sinyali türü hakkındaki seçimleri etkilemektedir. Bir binanın bazı bölümlerinde büyük insan grupları varsa ya da eylemler farklılık gösteriyorsa, tasarım daha zorlayıcı hale gelebilir (Tubbs & Meacham, 2007).

L. Yangın ipuçlarını tanıma ve tepki verme

Bina kullanıcıları yangının varlığını belirlemek ve harekete geçme kararı almak için yangın ipuçlarına güvenmektedir. Yangın ipuçları, bir yangınla doğrudan (artan sıcaklık, duman vb.)

veya dolaylı olarak (duman detektörü veya sprinkler aktivasyonunun ardından alarm sinyali, başka bir kişi tarafından bildirim, olağandışı bir aktivite duyma veya görme vb.) ilgili olabilir. Kullanıcının fiziksel ve bilişsel durumu da alarm sinyallerini algılamada önemli bir rol oynamaktadır. Bir bireyin duyularının keskinliği veya bir yangından kaynaklanan ısı, duman ve gazların fiziksel etkilerine dayanma yeteneği, önemli ölçüde değişebilir. Ayrıca duyuları, karar verme yeteneklerini veya sağduyuyu bozabilecek ilaç, uyuşturucu, alkol veya diğer maddeleri kullanan kullanıcıların varlığı, bireyin alarm sinyaline tepki vermesinde önemli faktörler olabilir. Bir alarm sinyali tasarımının standartlarla belirlenmiş değerlere göre düzenlenmesi çoğu durumda yeterli olsa da bu değerler bir tesisteki dahili veya harici değişiklikleri dikkate almayabilir. Bu tür değişiklikler, zaman içinde artan trafik gürültüsü seviyelerini, yaz aylarında bir oda iklimasının kurulmasını, ofis veya fabrika bölümlerinin yeniden yapılandırılmasını içerebilir (Tubbs & Meacham, 2007).

M. Kullanıcı eylemleri

Üretim tesislerindeki bazı çalışma ortamlarında güvenlik ışıklarının yanıp sönmesi, çalışanların işitme ve göz koruması takma gereksinimi gibi durumlar olabilir. İş aktivitesiyle ilişkili bu faktörler, bina sakinlerinin sesli ve görsel alarm bildirim sinyallerini algılama yeteneğini olumsuz etkileyebilir (Tubbs & Meacham, 2007). Kullanıcıların alkol tükettiği kullanım alanlarında tepki süreleri ve karar verme kapasiteleri etkilenebilir. Buna ek olarak, yanıp sönen ışıklar veya bir şekilde yangın işaretlerini benzer özellikler içeren eğlence mekanlarında, bina sakinlerinin yangını algılamasının ve tahliye için gereken sürenin daha uzun olması beklenebilir (Tubbs & Meacham, 2007).

N. Yalnız veya başkalarıyla olma durumu

Yangın anında diğer insanların varlığı, davranışı ve karar vermeyi etkileyebilir. Alarmlara veya yangın ipuçlarına verilen tepkiler, insanların yalnız veya başkalarıyla birlikte olup olmamasından etkilenmektedir. Diğer insanların varlığı hareketin tanımlanması ve başlatılması üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olabilir (Proulx, 2001). Bununla birlikte, diğer kullanıcıların varlığı, bireyin acil bir durumdan haberdar olma şansını artırabilir ve hangi eylemlerin yapılacağına ilişkin grup kararlarına uymasına izin verebilir. Sosyal etki olarak adlandırılan bu olgu (Nilsson et al., 2009) normatif ve bilgilendirici olarak adlandırılır. Normatif sosyal etki ile insanlar sosyal normları karşılamaya ve kendilerinden 'beklenen' şeyi yapmaya çalışırlar. Başkaları harekete geçmediğinde insanların, dikkat çekmemek için alarmları görmezden gelmesine neden olabilir. Yalnız olan insanlar, belirsiz ipuçlarına daha hızlı yanıt verme eğilimindedir (Bibb et al., 1968). Bilgilendirici sosyal etki, insanların bir durumu daha iyi anlamak için başkalarını gözlemledikleri etkidir. Örneğin, çıkış seçiminde genellikle kullanıcıları sürü davranışına teşvik ettiği gösterilmiştir (Ruggiero Lovreglio et al., 2014).

O. Kalabalık etkisi

Kalabalık grupların psikolojisi ve davranışı, büyük toplanma alanları ve kalabalıkların toplanacağı diğer mekanlar için çıkış sistemleri tasarlarırken dikkate alınmalıdır. Bir grup insanın herhangi bir yerde toplanması kalabalık oluşturabilir. Ancak kalabalığın birçok farklı çeşidi ve toplanma amacı bulunmaktadır. Bu çeşitlilik, kalabalık davranışını normal ve acil durumlar için farklılaştırmaktadır (Berlonghi, 1993). Her kalabalık çeşidi, kendisine özgü farklı şekillerde

tanımlanabilir. Birçok bina kodu, bu karakterlerin birçoğunu dikkate almaktadır. Uluslararası Bina Kodu (IBC), koruma ve çıkış bileşenlerinin gerekliliklerini, yolcu yükü (ICC) gibi etkenlere ek olarak bina kullanıcılarının özellikleriyle ilişkilendiren beş kategoride (A-1 - A-5) toplamıştır. Örneğin alkol sunan ve yüksek duygusal yoğunluk veya değişkenlik beklenen mekanlarda (gece kulüpleri vb.), bu tür risk faktörleri olmayanlara (ibadethaneler vb.) göre daha sıkı koruma önlemleri alınmaktadır (ICC, 2006). Uluslararası Kod Konseyi Performans Kodu (ICCPC) ise, bina ve bina kullanıcılarını koruma performans hedeflerini belirlemek için, etkenlerin birkaçını (ICC, 2006) kullanarak bina kullanıcılarına yönelik riski karakterize etmeye çalışmaktadır (ICC, 2006).

P. Uyku Eylemi

Bir binada gerçekleştirilen kullanıcı eylemleri yangın güvenliği açısından önemlidir. Örneğin, konutlarda, konaklama vb. binalarda uyku eylemi vardır. Uyku hali, ipuçlarına yanıt vermeyi ve karar vermeyi etkileyerek, bina kullanıcılarını uyanık olduklarından daha fazla risk altına sokabilir. Buna karşılık, ofis binalarında bulunan kullanıcılar uyanık ve farkındadır. Bu binalarda kullanıcıların daha hızlı yanıt vermeleri beklenmektedir (Tubbs & Meacham, 2007).

R. Kullanıcıların binadaki konumu

Yangın acil durumları sırasında bina kullanıcılarının hareketlerini yönetmek için standart uygulamalar, çıkış modellemeleri, kodlar ve araştırmalar, literatüründen elde edilen mevcut kılavuzlar, bir yangın senaryosu göz önüne alındığında, bina sakinlerinin nereye yerleştirilmesi gerektiği konusunda sorumluluk almakla yükümlü kişilere çok fazla sorumluluk düşmektedir. Bina kullanıcısının yangın esnasında kaçmak için yeterli süresi, hareket kabiliyeti ya da imkanı olmadığı durumlarda kullanıcıları bina içerisinde güvenli bir alana yönlendirmek için prosedürler belirlenmiş olmalıdır. Bina kullanıcısının çıkış yolları üzerinde meydana gelen büyük yangınlar kullanıcının kaçmasını imkansız hale getirebilir. Yüksek tehlikeli görülen binalarda ya da yanıcı madde yükü fazla olan bina alanlarında kullanıcının binadaki konumu önem kazanmaktadır. Kullanıcılar önerilen yeni konuma hareket etme yolları da dahil olmak üzere, binanın içinde veya dışında daha güvenli bir alana yerleştirilmelidir (Tubbs & Meacham, 2007).

4. KULLANICIYA İLİŞKİN ÖZELLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Binalarda yangın güvenliğini analiz ederken dikkate alınması önemli olan kullanıcı grubunu veya gruplarını belirlemek için, kullanıcı özelliklerinin gözden geçirilmesi gereklidir. Kullanıcı grubu veya grupları, kullanıcı özellikleri belirlenerek birbirinden ayırt edilebilir. Tüm kullanıcı özellikleri temel etkenler değildir, ancak kritik olan ve bir grup veya grupların tepkisini ve davranışını etkilemesi beklenen özellikler tahliye üzerinde önemli rol oynamaktadır. Tahliye analizi gerçekleştirilirken, tanımlanmış tek bir grubun kullanılması mümkün olabilir. Bununla birlikte, belirli bir binada tanımlanmış birkaç kullanıcı grubu, değişen özellikleriyle ayırt edildiğinde ek analiz yapmak gerekli olabilir (SFPE Guid. to Hum. Behav. Fire, 2019).

Bina yangınlarında kullanıcıların belirlenmesinde dikkate alınması gereken özellikler uluslararası literatürden derlenmiştir. Bu özelliklerin önem derecelerinin literatürde bulunma sayılarına göre ölçülebileceği düşünülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1: Kullanıcı Özelliklerinin Literatürdeki Yeri

	(R. Lovreglio	(Alginahi et	(Paulsen,	(Satir et al.,	(Wales et	(Jansen et	(Ruggiero	(Haghani et	(Kobes et	(Pires, 2005)	(Proulx,	(Lee et al.,	(Kinsey et	(Bryan,	(Levin,	(Flynn,	(Terms,	(Lionelli et	(Nilson et	(Yasemin et	(Sekizawa et	(Shields et	(Babrauskas	(Architect,	(Elder et al.,	(Shai et al.,	(Jennings,	(Clark et al.,	(Nilsson et	Toplam
A																														16
B																														22
C																														7
D																														13
E																														16
F																														16
G																														5
H																														13
I																														9
J																														12
K																														13
L																														7
M																														14
N																														13
O																														10
P																														10
R																														10

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir yangın sırasında güvenlik önlemlerini bina sakinlerinin özellikleriyle uyumlu hale getirmek ve tahliyenin zamanında ve güvenli gerçekleşebilmesi için, binada kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi, yangın tahliyesi için kullanıcının tanımlı hale gelmesi önemli görülmektedir. Ancak binalarda yangın güvenliğinin sağlanması konusunda alınacak önlemlere mimari tasarımın en önemli girdilerinden biri olan kullanıcı profili etkeni eklenmediğinden, binaların yangın tahliye performansının doğru ve/veya yeterli sonuç veremeyeceği düşünülmektedir. Kullanıcı profilinin, kullanıcıların fizyolojik, psikolojik ve acil durum anındaki davranışlarının özellikle bina kullanım koşullarını etkilediği durumlarda, gece konaklamanın olduğu yapılarda, toplu kullanımın ve yaşlı nüfusun fazla olduğu ibadethaneler, sağlık yapıları, bakım evleri gibi alanlarda, çocuk kullanıcıların bulunduğu eğitim yapıları, kreşler, anaokullarında, sürekli yaşam alanı olan konutlarda, fabrikalar, alışveriş merkezleri, tutukevleri gibi kullanıcıları özel olan yapılarda, yangın tahliye planlamasının binanın ve bina kullanıcılarının özellikleriyle uyumlu olması gereklidir. Geçmişte meydana gelen yangınlar ve yangınlarla ilgili yapılan çalışmalar, kullanıcıya ait bütün etkenlerin binaların yangından korunması hakkında alınacak önlemlere sınırlı bir şekilde eklendiğini, tahliye modelleme çalışmalarının ise bütün ölçütlerin göz önünde bulundurmadığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Alginahi, Y. M., Mudassar, M., Kabir, M. N., & Tayan, O. (2019). Analyzing the Crowd Evacuation Pattern of a Large Densely Populated Building. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(4), 3289–3304. doi: 10.1007/s13369-018-3411-z
- Babrauskas, Ph.D., V. (Vyto). (2013). Some Neglected Areas in Fire Safety Engineering. *Fire Science and Technology*, 32(1), 35–48. doi: 10.3210/fst.32.35
- Bibb, L., & John, D. (1968). Group inhibition of bystander intervention in emergencies. *Journal of Personality and Social Psychology*, 10(3), 215–221.

- Bryan, J. L. (1999). Human behaviour in fire: The development and maturity of a scholarly study area. *Fire and Materials*, 23(6), 249–253. doi: 10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<249::AID-FAM696>3.0.CO;2-K
- Clark, A., Smith, J., & Conroy, C. (2015). Domestic fire risk: A narrative review of social science literature and implications for further research. *Journal of Risk Research*, 18(9), 1113–1129.
- Elder, A. T., Squires, T., & Busuttil, A. (1996). Fire fatalities in elderly people. *Age and Ageing*, 25(3), 214–216. doi: 10.1093/ageing/25.3.214
- Flynn, J. D. (2010). Characteristics of home fire victims. *NFPA No. USS01, March*.
- Haghani, M., & Sarvi, M. (2016). Human exit choice in crowded built environments: Investigating underlying behavioural differences between normal egress and emergency evacuations. *Fire Safety Journal*, 85, 1–9. doi: 10.1016/j.firesaf.2016.07.003
- ICC. (2006). *ICC, 2006 International Building Code*.
- Jansen, P. C. P., Snijders, C. C. P., & Willemsen, M. C. (2021). Determinants of Domestic Risk Prevention Behavior: The Importance of Separating Effects Within-Persons and Between-Persons. *Risk Analysis*, 41(6), 929–943. doi: 10.1111/risa.13632
- Jennings, C. R. (2013). Social and economic characteristics as determinants of residential fire risk in urban neighborhoods: A review of the literature. *Fire Safety Journal*, 62(PART A), 13–19.
- Kinsey, M. J., Gwynne, S. M. V., Kuligowski, E. D., & Kinatader, M. (2019). Cognitive Biases Within Decision Making During Fire Evacuations. *Fire Technology*, 55(2), 465–485. doi: 10.1007/s10694-018-0708-0
- Kobes, M., Helsloot, I., de Vries, B., & Post, J. G. (2010). Building safety and human behaviour in fire: A literature review. *Fire Safety Journal*, 45(1), 1–11. doi: 10.1016/j.firesaf.2009.08.005
- Lee, A., Jonathan, M., & Sharon, W. (2004). a Review of the Sound Effectiveness of Residential Smoke Alarms. In U.S. Consumer Product Safety Commission Washington, D.C. 20207-0001 (Vol. 1, Issue 4).
- Levin, B. (1989). EXITT- A Simulation Model Of Occupant Decisions And Actions In Residential Fires. *Fire Safety Science*, 2(July), 561–570. doi: 10.3801/iafss.fss.2-561
- Lionelli, G. T., Pickus, E. J., Beckum, O. K., DeCoursey, R. L., & Korentager, R. A. (2005). A three decade analysis of factors affecting burn mortality in the elderly. *Burns*, 31(8), 958–963. doi: 10.1016/j.burns.2005.06.006
- Lovreglio, R., Fonzone, A., dell’Olio, L., Borri, D., & Ibeas, A. (2014). The Role of Herding Behaviour in Exit Choice During Evacuation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160(Cit), 390–399. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.12.151
- Lovreglio, Ruggiero, Ronchi, E., & Borri, D. (2014). The validation of evacuation simulation models through the analysis of behavioural uncertainty. *Reliability Engineering and System Safety*, 131, 166–174. doi: 10.1016/j.res.2014.07.007
- Nilson, F., Bonander, C., & Jonsson, A. (2015). Differences in Determinants Amongst Individuals Reporting Residential Fires in Sweden: Results from a Cross-Sectional Study. *Fire Technology*, 51(3), 615–626. doi: 10.1007/s10694-015-0459-0
- Nilsson, D., & Johansson, A. (2009). Social influence during the initial phase of a fire evacuation-Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre. *Fire Safety Journal*, 44(1), 71–79.
- Paulsen, R. L. (1981). *Behavior and Fire Emergencies : An Annotated Bibliography National Bureau of Standards*.
- Pires, T. T. (2005). An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models. *Fire Safety Journal*, 40(2), 177–189. doi: 10.1016/j.firesaf.2004.10.004
- Proulx, G. (2001). Occupant behaviour and evacuation. *Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium*, 219–232. Retrieved from <http://www.nrc.ca/irc/ircpubs>
- Satir, M. S., & Toprakli, A. Y. (2020). A Review of Evacuation of High-Rise Buildings. *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 8(1), 553–563.
- Sekizawa, A., Ebihara, M., Notake, H., Kubota, K., Nakano, M., Ohmiya, Y., & Kaneko, H. (1999). Occupants’ behaviour in response to the high-rise apartments fire in Hiroshima City. *Fire and Materials*, 23(6), 297–303. doi: 10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<297::AID-FAM702>3.0.CO;2-2
- SFPE Guide to Human Behavior in Fire. (2019). In SFPE Guide to Human Behavior in Fire.
- Shai, D., & Lupinacci, P. (2003). Fire fatalities among children: An analysis across Philadelphia’s census tracts. *Public Health Reports*, 118(2), 115–126. doi: 10.1016/S0033-3549(04)50226-1
- Shields, T. J., Boyce, K. E., & Silcock, G. W. H. (1999). Towards the characterization of large retail stores. *Fire and Materials*, 23(6), 325–331. doi: 10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<325::AID-FAM706>3.0.CO;2-0
- Terms, R. T. (1993). *A stress model for people facing a fire*.
- Wales, D., & Frank Thompson, O. (2013). Human behaviour in fire: Should the fire service stop telling and start listening? *International Journal of Emergency Services*, 2(2), 94–103. doi: 10.1108/IJES-07-2012-0030
- Yasemin, A., Doğan, M., & Bayramlı, E. (2009). The effect of red phosphorus on the fire properties of intumescent pine wood flour – LDPE composites Yasemin. *Finnish-Swedish Flame Days 2009, August 2008*, 4B.

YANGINDA İNSAN DAVRANIŞLARI

Gizem Sünbül¹

Prof. Dr. Füsün Demirel²

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü¹

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi²

ÖZET

Birçok farklı nedenle meydana gelen yangınlar, dünyada ve ülkemizde çok sayıda can ve mal kaybına yol açan önemli ve tehlikeli bir olaydır. Bu tehlikeli durumun oluşturduğu yeni şartlar ve zaman baskısı altında bireylerin tepkisel davranışları, binada çıkan bir yangında hayatta kalma sürecinde, oldukça büyük önem taşır. İnsan davranışı bu süreçte, özellikle yangının ilk aşamasında belirleyici bir faktördür. Bu çalışmada bina yangınlarında kullanıcı davranışları süreci, örneklerle üç aşamada incelenmiştir. Bunlar; ipuçlarını doğrulama, karar verme ve harekete geçme sürecidir. Amerika ve İngiltere’de yapılan araştırma örnekleri üzerinden bireylerin yangına tepkileri ve ilk eylemleri incelenmiş, karşılaştırılmış ve daha sonra bu eylemler, cinsiyet faktörü üzerinden tekrar karşılaştırılarak incelenmiştir. Ek olarak daha küçük yaş aralığına göre ve tek ya da grup halinde olma durumuna göre davranışsal tepkilerdeki farklılıklar da irdelenmiştir.

Anahtar sözcükler: İnsan davranışı, yangın, davranışsal tepki

ABSTRACT

Fires, which occur for many different reasons, are an important and dangerous event that causes many loss of life and property in the world and in our country. Under the new conditions and time pressure created by this dangerous situation, the behavioural response of individuals is of great importance in the process of surviving a fire in buildings. Human behaviour is a determining factor in this process, especially in the initial stage of the fire. In this study, the user behavior process in building fires was examined in three stages with examples. These are the process of clue validation, making decisions, and movement phase. Responses to fire and first actions of individuals were examined and compared through research samples made in the USA and England, and then these actions were compared again on the gender factor. In addition, differences in behavioral responses according to younger age range and whether they are alone or in a group were also examined.

Keywords: Human behaviour, fire, manuscript, behavioural response

¹ sunbulgizem@gmail.com

² fusundgk@gmail.com

1.GİRİŞ

İnsanlar her gün rutin haline getirdiği faaliyetleri gerçekleştirerek, işe giderek, okula giderek ya da bir markette ihtiyaçları için alışveriş yaparak normal hayatlarına devam eder. Acil bir durum olduğunda, bir alarm çaldığında ya da herhangi bir mekanda dumanla karşılaştıklarında normal hayat rutinlerinden farklı yeni ve tehlikeli bir durumla karşılaşır. Bu tehlikeli durumun oluşturduğu yeni şartlar ve zaman baskısı altında bireyler birtakım tepkisel davranışlar gösterir. Bu davranışlar bir binada çıkan bir yangında hayatta kalma sürecinde, oldukça büyük önem taşır. İnsan davranışı bu süreçte, özellikle yangının ilk aşamasında belirleyici bir faktördür. İnsan davranışı, insanların durum algısına, eylemlere yönelik niyetlere ve eylemler gerçekleştirilmeden önceki düşüncelere dayalı olarak gerçekleştirdiği eylemler olarak tanımlanır (Kobes, 2008). Bu nedenle, yangınlarda insan davranışına dayalı olarak binaların yangın riskini karakterize etmek mantıklıdır. Yangın riski kavramı, bir yangının can kaybına veya yaralanmaya ya da mal hasarına neden olma olasılığı olarak tanımlanabilir (Tillander, 2004; Kobes, 2008).

Ek bir önemli faktör, yangın söndürücüler ve erişilebilir kaçış yolları gibi yangın güvenliği önlemlerinin mevcudiyetidir. İtfaiyeciler tarafından yürütülen kurtarma operasyonları ve sağlık görevlileri tarafından yapılan acil müdahaleler gibi profesyonel acil durum hizmetlerinin yardımı ancak bir yangının ilk ve en önemli döneminden hemen sonra sağlanabilir (Kobes, 2008). Bu nedenle, bir yangından kurtulma olasılığı, insanların yangına karşı gösterdiği tepkisel davranışlar ve eylemler ile belirlenir.

2. YANGINLARDA BİNADAKİ KULLANICILARIN DAVRANIŞ AŞAMALARI

Bir binada çıkan yangında kullanıcının yangına tepkisel davranışları, bir bireyin tehlike sinyallerini algılama ve doğrulaması sonucu, bu yangın durumunda hayatta kalmaya ilişkin etkili kararlar alabilme ve uygulayabilme yeteneğidir. Bu kullanıcı davranışları etraftaki diğer insanların davranışlarından, binanın mekansal tasarımından ve yangının fiziksel etkilerinden de etkilenir.

Bir yangında hayatta kalmak için üç farklı strateji vardır. İlk strateji, yangını söndürmek ya da söndürmeyi denemektir. İkinci strateji sığınmak ve kurtarılmayı beklemektir. Üçüncü strateji tahliye etmektir (Tong, 1985; Kobes, 2008) (**Şekil 1,2 ve 3**).



Şekil 1,2 ve 3: Yangını söndürme, sığınma ve tahliye stratejileri (<https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/woman-office-worker-holds-red-fire-1762724837>) (<https://www.freepik.com/free-photos-vectors/inclusion-icon/2>)

Literatür çalışmalarında, bir yangının bina sakinleri tarafından söndürülmesine ilişkin çok az bilgi bulunmaktadır. 'Sığın ve bekle' stratejisiyle ilgili olarak, insanların sığınmak yerine dumanın içinde yürümeyi veya hatta binadan atlamayı tercih ettiği birçok yangın olayında

görülmüştür. (Proulx, 2003; SFPE, 2002; Gwynne et al., 2001; Graham, 2000; Kobes, 2008) (Şekil 4).



Şekil 4: Yangından kaçmak için binadan atlayan bir insan

(<https://www.express.co.uk/news/world/398320/Moment-man-jumps-in-desperation-from-multi-story-building-to-escape-engulfing-flames>)

Tahliye, bir binada bulunan kişilerin bir yangını fark etmeleri ve bunun üzerine bina içinde veya dışında güvenli bir yere taşınmadan önce ve/veya hareket sırasında çeşitli zihinsel süreçler yaşamaları ve çeşitli eylemler gerçekleştirmeleri sürecidir (SFPE, 2002; Kobes, 2008). Bu tahliye süreci, üç belirli temel faaliyet ve aşama ile karakterize edilir (Frantzich, 1994; Purser, 2001; O'Connor, 2005; Kobes, 2008). Bunlar:

Dış uyaranlarla tehlike farkındalığı (işaret doğrulama süreci),

Tehlike göstergelerinin doğrulanması ve bunlara müdahale edilmesi (karar verme süreci) ve

Güvenli bir yere hareket / sığınmadır (hareket süreci).

2.1. İşaret Doğrulama Aşaması

Tahliye sırasında karar verme, bina sakinlerinin algıladığı ipuçlarına ve bina sakinlerinin bu ipuçlarını yorumlamalarına bağlı olduğundan, işaret doğrulama tahliyede önemli bir süreçtir. Tehlike algısı, tehlike belirtilerine verilen tepkiyi belirler (Graham, 2000; Kobes, 2008).

Pek çok araştırmaya göre yangın sırasında çalan alarm zili, bina kullanıcıları tarafından genellikle tehlike işareti olarak algılanmaz ve çoğu zaman göz ardı edilir. (Proulx, 2001; Kobes, 2008). Ayrıca uyuyan çocukların, yaşlıların, uyku gecikmesi yaşayan kişilerin, narkotik, alkol veya uyuşturucu etkisi altındaki kişilerin ve arka planda önemli gürültü olan ortamlarda bulunan kişilerin bir yangın alarmıyla uyandırılma olasılığı oldukça düşüktür (Bruck, 2001; Kobes, 2008).

Yangın durumunda genel olarak durumun araştırılmasına yol açan göstergeler ve işaretler garip bir ses duymak, çevredeki diğer insanların alışılmadık davranışları ve ateş, ısı ya da dumanı gözlemlemektir (Tong, 1985; Kobes, 2008).

Pek çok durumda, tehlikeyi algılayamamak ya da belirsizlik tahliye sürecinin geç başlamasına neden olur. Bu yüzden belirsizliğin oluşmaması, yangınlarda kullanıcı davranışını iyileştirmede önemli bir adımdır.

2.2. Karar Verme Aşaması

Karar verme aşaması yangından kaçış rotasını belirlemede çok önemlidir. Bina kullanıcıları, tahliye sırasında genelde binanın ana girişi olan çıkışları yani bilindik rotaları kullanma eğilimindedirler (Graham, 2000; Sandberg, 1997; Kobes, 2008). Güzergah seçimi, kullanıcıların

bina geometrisini ne kadar bildiklerine, çıkışların sayısına, güzergahın çıkışlara yakınlığına ve planın karmaşıklığına bağlıdır (SFPE, 2002; O'Connor, 2005; Kobes, 2008). Güzergahın asıl uzunluğu yerine nasıl algılandığı da kaçış rotasına karar vermede önemli bir unsurdur. Örneğin, çok köşeli koridorlar, düz rotalara göre daha uzun algılanırlar.

Düzenli olarak kullanılmayan yangın çıkışları, bina kullanıcıları üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Bir mağazada yapılan tahliye deneylerine dayanarak, yangın çıkışının sadece kapı açıksa ve ayrıca ana girişe olan yürüme mesafesinin yangın çıkışlarına olan yürüme mesafesinden iki kat daha uzun olması durumunda kullanıldığı görülmüştür.

Ayrıca bir yaşlı bakımevinde çıkan yangında hastaların %95'i ana merdivenden tahliye edilmiş ve mevcut diğer üç acil durum merdiveni hiç kullanılmamıştır. Sonuç olarak, toplam tahliye süresi mimar tarafından hesaplanandan daha uzun sürmüştür. Deneyler ve olay değerlendirmeleri, kaçış rotası seçimine ilişkin personel direktiflerinin yangın çıkışlarının kullanımı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Graham, 2000; Sandberg, 1997; Benthorn, 1996; Johnson, 2005; Kobes, 2008).

2.3. Hareket Aşaması

Bina kullanıcılarının tahliyeye başlayıp güvenli bir noktaya ulaşana kadar geçen aşamadır. Yangın olayları değerlendirmelerine bakıldığında insanların tahliye sırasında dumana maruz kaldığı görülmüştür. Dumana maruz kalarak tahliye edilmeye çalışılan kullanıcılarla görüşüldüğünde birkaç kişi, nefes alma sorunları, görüşün azalması, korku veya başka nedenlerle yön değiştirmek zorunda kaldıklarını ve hatta geri dönmek zorunda kaldıklarını belirtmiştir (Gwynne et al., 2001; Kobes, 2008) (**Şekil 5**).



Şekil 5: Tahliye sürecinde dumana maruz kalan kullanıcılar (https://img.freepik.com/premium-photo/firefighter-holding-child-boy-save-him-fire-smoke_42044-4763.jpg)

Dumanın oluşturduğu bu fiziksel ve duygusal etkiler, kullanıcıların kaçış yolu bulma performansı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Kaçış yolu bulma, yangın sırasında insanların kendilerini bir bina içinde nasıl yönlendirdikleri ile ilgilidir. Hareket aşamasında bulunan kaçış yolu bulma performansında iki nokta çok önemlidir. Bunlar; ipuçları ve seçimlerdir. Kaçış yolu bulma performansı, bir bina içinde yolunu bulması gereken kişilerin algısı ve ön bilgileri ile belirlenir.

Kaçış yolunu bulmanın daha çok binanın yerleşim planına bağlı olduğu varsayılmakta ve kaçış yolu işaretlerine (Raubal, 1998; Kobes, 2008) çok az bağımlı olduğu görülmektedir. Olay değerlendirmeleri, tahliye edilenlerin tavan seviyesindeki kaçış yolu işaretlerinin varlığından neredeyse hiç haberdar olmadıklarını veya rota seçimlerinin bunlara dayalı olmadığını göstermektedir (Johnson, 2005; Ouelette, 1993; Kobes, 2008) (**Resim 6 ve 7**).



Şekil 6 ve 7: Kaçış yolu işaretleri ve levhaları (https://img.freepik.com/free-photo/fire-exit-filtered-image-processed-vintage-effect_1232-3418.jpg?size=626&ext=jpg&ga=GA1.2.735075955.1671998907&semt=ais)
(<https://www.ready.gov/home-fires>)

3. KULLANICILARIN YANGINDAKİ DUYGUSAL DURUM VE DAVRANIŞSAL TEPKİLERİ

Psikolojik araştırmalarda sıkça görülen bir kararlılık test cihazı kullanılarak insanların yangın dumanına maruz kaldıklarında duygusal ruh halleri izlenmeye çalışılmıştır. Deney başlangıcında 5 x 4 m taban alanına sahip, penceresiz ve zemin seviyesinde aydınlatma ortalama 30 lx olan bir test odası kullanılmıştır. Elektrikli bir fırına odun yongaları yerleştirilerek beyaz duman üretilmiştir.

Teste tabi tutulan 49 insanın yaklaşık yarısı, Yangın Araştırma Enstitüsü'nden (eski adı Ulusal Yangın ve Afet Araştırma Enstitüsü) araştırmacılardan, geri kalanların çoğu ev hanımından oluşmaktadır (Tadahisa, 2002).

Deney sonrasında bazı insanlarla yapılan görüşmeler sonucu insanların belirttiği ortak deneyimleri şu şekildeydi; “Yangın dumanı inceyken beni pek korkutmuyordu ama gözlerimi ve boğazımı tahriş etmesi beni gerginleştiriyordu. Dumanın daha da kalınlaştığını düşündüğümde, birdenbire bundan sonra olacaklardan korktum.” Başka bir deyişle, bu insanlar, fizyolojik olarak dumana dayanamamaktan çok, ileride olacaklardan daha çok korkmuşlardır.

Deneye katılan araştırmacıların ise, ön test brifinginden duman hakkında biraz bilgi sahibi olmalarına ve test odasındaki geometri hakkında iyi bilgi sahibi olmalarına rağmen çoğunun, duman yoğunluğu belli bir seviyeyi aştığında duygusal olarak etkilenmeye başladığı görülmüştür. Bu insanların test sırasındaki duygusal dengesizliklerinin psikolojik nedenlerden çok fizyolojik nedenlerden kaynaklandığı düşünülebilir.

Bu duman yoğunluklarında görüş, yanan binanın iç geometrisini bilenlerin güvenli kaçış için 4 m görüş mesafesine ihtiyaç duyduğunu, bilmeyenlerin ise 13 m görüş mesafesine ihtiyaç duyduğunu göstermiştir (**Çizelge 1**) (Tadahisa, 2002).

Çizelge 1: Duman yoğunluğunda kullanıcının binaya aşinalığa göre gerekli görüş mesafesi ihtiyacı (Tadashia, 2002)

Binayla Aşinalık Derecesi	Görüş Mesafesi
Aşına	4 m
Aşına Değil	13 m

İngiltere’de Wood (1972) tarafından yapılan başka bir araştırma, 952 yangın olayını ve yangın olay mahallinde itfaiye personeli tarafından görüşülen 2.193 kişiyi içermektedir. Bu araştırmada yangına karşı en sık görülen davranışsal tepkilerin binanın tahliyesi, yangınla mücadele veya kontrol altına alınması ve diğer kişilere veya itfaiyeye haber verilmesi olarak kategorize edilebileceği bulunmuştur. Bryan tarafından yapılan başka bir çalışmada Amerika Birleşik Devletlerindeki yangın olaylarında benzer türde davranışsal tepki kategorizasyonları oluşturulmuştur. Bu konut yangın olayı çalışması, yangın olayı mahallinde anket kullanan itfaiye personeli tarafından 335 yangın olayında 584 katılımcıyla yapılan görüşmeleri içermektedir.

Hem İngiliz hem de Amerika Birleşik Devletleri nüfusu için birinci, ikinci ve üçüncü eylemlerin genel sınıflandırması, "tahliye", "yeniden giriş", "yangınla mücadele", "dumandan geçme" ve "geri dönme" davranışı olarak kategorize edildi. İki popülasyonun davranışsal karşılaştırmasında istatistiksel farklar görülmektedir (**Çizelge 2**) (Bryan, 2002). Türkiye’de bu konuda bir çalışmaya rastlanmamaktadır.

Çizelge 2: İngiliz ve Amerikalı kullanıcıların davranış farklılıkları (Bryan, 2002; Wood, 1972)

Davranışsal Tepki	İngiliz (%)	Amerikalı (%)
Tahliye	54.5	80.0
Tekrar bina içerisine girme	43.0	27.9
Yangınla mücadele	14.7	22.9
Duman içinde hareket	60.0	62.7
Yön değiştirme	26.0	18.3

3.1. Cinsiyete Göre Davranışsal Tepkiler

Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan çalışmalarda bina kullanıcılarının cinsiyete göre ilk davranışsal tepki eylemleri arasındaki farklar incelenmiştir. Bu çalışmalarda, “yangını arama”, “itfaiyeyi arama”, “ailesini arama” ve “söndürücüyü alma” kategorilerinde kadın ve erkekler arasında önemli istatistiksel farklar görülmektedir.

Yangınla mücadele etme ya da söndürmeye çalışma faaliyetlerinde erkek katılımcıların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Buna göre, erkeklerin yüzde 14,9’u, kadınların yüzde 6,3’ü "yangını aradı", erkeklerin yüzde 6,9’u kadınların ise yüzde 2,8’i "yangın söndürücülerini bulma" davranışını göstermiştir (**Çizelge 3**).

Amerika Birleşik Devletleri popülasyonunda, uyarı ve tahliye faaliyetlerinde kadınlar erkeklerden önemli ölçüde farklıydı- erkeklerin yüzde 6,1’ine karşılık ilk davranışsal müdahale eylemi olarak kadınların yüzde 11,4’ü "itfaiye çağırdı". Tahliye süreci davranışları incelendiğinde kadınların yüzde 10,4’ü ilk davranışsal tepki eylemi olarak “binayı terk etti”, erkeklerin ise yüzde 4,2’sinin bu eylemde bulunduğu görülmüştür (Bryan, 2002).

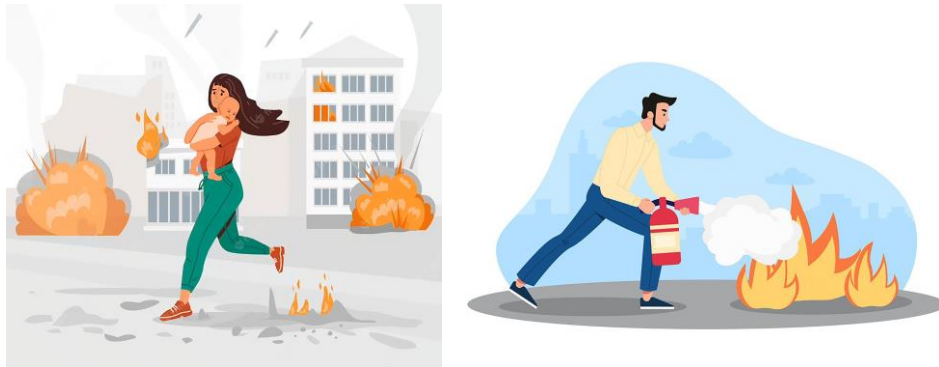
Çizelge 3: Amerika Birleşik Devletlerindeki katılımcıların cinsiyete göre gösterdiği ilk eylemler (Bryan, 2002)

İlk Eylemler	Erkek (%)	Kadın (%)
Diğer insanların bilgilendirilmesi	16.3	13.8
Yangını araştırmak	14.9	6.3

İtfaiyeyi aramak	6.1	11.4
Giyinmek	5.8	10.1
Binayı terk etmek	4.2	10.4
Aileyi bulmak	3.4	11.0
Yangınla mücadele etmek	5.8	3.8
Yangın söndürücüleri bulmak	6.9	2.8
Alanı terk etmek	4.6	4.1
Harekete geçmek	3.8	2.5
Hiçbir şey yapmamak	2.7	2.8
Kişisel eşyaları almak	1.5	2.5
Çıkışı bulmaya çalışmak	1.5	1.6
Alarmı bulmak	1.1	1.9
Diğer insanları telefonla aramak	0.8	1.6
Yangını söndürmeye çalışmak	1.9	0.6
Evcil hayvanları kontrol etmek	0.8	0.9
Diğer	6.5	2.5

Kadın kullanıcıların üzerindeki kültürel rolün etkisi, diğer aile üyeleriyle ilgili endişe eyleminde gözlemlenmiştir; kadınların yüzde 11'inin ilk davranışsal tepki olarak "aileyi aradığı", erkeklerin ise yalnızca yüzde 3,4'ünün bu davranışsal tepkiyle meşgul olduğu incelenmiştir. Çizelge incelendiğinde "yangını aradı" veya "yangınla mücadele etti" gibi eylemler erkeklerde yoğunlukta, "itfaiyeyi aradı" ve "ailesini buldu" gibi eylemler kadınlarda yoğunluk göstermektedir.

Yapılan çalışmada bireylerin davranışları cinsiyetlerine göre farklılık göstermektedir. Kadın ve erkek davranışları öncelikle kültürel olarak belirlenmiş birincil grup rollerine göre bölünmektedir. Erkeklerin ağırlıklı olarak yangınla mücadelede daha aktifken, kadınların ağırlıklı olarak başkalarını uyarmak ve diğerlerinin binayı boşaltmasına yardım etmekle ilgilendiği incelenmiştir (Bryan, 2002) (**Şekil 7 ve 8**).



Şekil 7 ve 8: Kadınların ve erkeklerin davranışsal tepki farklılıkları (https://img.freepik.com/premium-vector/people-are-fleeing-bombings-mom-child-banner-poster-military-operations-ukraine-conce_206735-108.jpg?w=826) (<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/man-putting-out-fire-vector-41926396>)

3.2. Tek veya Grup Halinde Olma Durumuna Göre Davranışsal Tepkiler

Bir gruptaki potansiyel sosyal ilişkiler, küçük grup davranışının ifadesini daha karmaşık hale getirebilir. Acil durum tahliyesi sırasında akrabalığın tahliye verimliliğini etkileyen önemli bir faktör olduğu bulunmuştur (Yang, 2005; Ding, 2020). Örneğin; Şanghay'daki "11.15" yangını

sırasında, diğer akrabaların kaçmasını bekledikleri için alçak katlarda bulunan bazı aile üyeleri hayatını kaybetmiştir. Tahliye sürecinde en önemli özelliklerden biri lider-takipçi ilişkisidir. Acil durum tahliyeleri sırasında "lider ve takipçi" davranışını inceleyen önceki çalışmalar, sürü davranışının acil durum tahliyesi sırasında daha belirgin olduğunu öne sürmüştür (Low, 2000; Ding, 2020). Yangın gibi acil durumlarda çoğu insan takipçi olarak hareket eder. Başlangıçta tehlikeye tepki vermezler, bunun yerine birlikte hareket etmek için diğerlerini takip ederler. Başkaları tarafından takip edilen insanlar lider olurlar. Sonuç olarak, kalabalığın sürü davranışı, tahliyeyi karakterize eden baskın davranış haline gelir. Liderler ve takipçiler arasındaki ilişkiyi incelemek, tahliyenin etkinliğini artırabilir (Moussaid, 2010 ;Ding, 2020).

Çin’de yapılan bir çalışma sonuçlarına göre liderleri ve lider olmayanları karakterize eden sosyal ilişkiler istikrarlı olsa bile, tahliye yolu seçiminde dış çevresel faktörlerin, bireysel psikolojik faktörlerin, kişisel duyuların liderler tarafından seçilen yollardan daha önemli olduğu görülmüştür. Tahliye edilen öğrenciler, acil bir durumda liderleri tamamen takip etmediler ve bir yol seçerken muhakemelerini kullandılar. Çoğu öğrenci önlerindeki yollarını takip etme eğiliminde olduğundan, sürü olgusu bu durumlarda daha belirgindi. Önceki çalışmalar, tahliye sürecindeki tahliye edilenlerin liderle aynı yolu seçme eğiliminde olduklarını öne sürmektedir. Bununla birlikte, deneysel sonuçlar, istikrarlı bir sosyal gruptaki öğrenciler arasında bile, önlerindeki kişiyi takip eden tahliye edilenlerin oranının liderlerden daha yüksek olduğunu göstermiştir (Ding, 2020).

3.3 Daha Küçük Yaş Aralığına Göre Davranışsal Tepkiler

Çocuklar, toplumda yangının etkilerine karşı daha savunmasız bir gruptur ve tahliye sırasındaki davranışları hakkında yetişkinlere göre daha az bilgi bulunmaktadır. İrlanda’da yapılan bir çalışmada ilkökul ortamındaki çocukların tahliye parametreleri hakkında ampirik veriler incelenmiş ve dört ayrı ilkökulun on iki tam ölçekli tahliyesi sırasında kaydedilen veriler analiz edilmiştir. Bu araştırmada şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Daha küçük çocuklar için ön tahliye süresi, ilkökul çağındaki daha büyük çocuklara göre daha uzundur.

Özellikle merdivenlerde, daha küçük sınıflardaki çocuklar, daha büyük sınıflardaki çocuklara göre daha yavaş hareket eder.

Grup bir öğrenci tarafından yönetildiğinde, çocukların yatay düzlemde ve merdivenlerde tahliye hareketi daha hızlıdır.

Merdiven geometrisi ve çocukların merdivene aşinalığı, merdivenlerde hareket hızını etkileyen faktörlerdir (Hamilton, 2017).

4. SONUÇLAR

Yangın sırasında binadaki kullanıcı davranışları, yangında hayatta kalma sürecinde belirleyici bir unsur olup, insanların tahliye sürecini güvenli bir şekilde sonuçlandırmalarında oldukça etkilidir. Bu çalışmada; bir yangından hayatta kalma sürecinde, bina kullanıcılarının cinsiyeti, yaş aralığı, tek veya grup halinde olma faktörlerinin, farklı davranışsal tepkiler oluşturduğu incelenmiştir. Bu tepkiler tahliye süresini de etkilemektedir. Bu nedenle yangın çıkışları belirlenirken bu faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Kullanıcıların kaçış rotası seçiminde alışıldık rotalara yöneldiği göz önünde bulundurularak çıkışlar insanların konumuna göre kolayca görülebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Binalarda yangın sırasında tahliyeye

rehberlik edecek eğitimli kişilerin bulunması gerekmektedir. Çıkış levhaları tahliye sırasında algılanabilecek şekilde tasarlanmalı ve kullanıcıları yönlendirmelidir.

KAYNAKLAR

- Benthorn, L., Frantzich, H. 1996. Fire Alarm in a Public Building: How Do People Evaluate Information and Choose Evacuation Exit, Lund University, Lund.
- Bruck, D. 2001. The Who, What, Where and Why of Waking to Fire Alarms: A Review. *Fire Safety Journal*, 36, 623–639.
- Bryan, J.L. 1977. *Smoke as a Determinant of Human Behavior in Fire Situations:(Project People)*, US Department of Commerce, National Bureau of Standards.
- Bryan, J.L. 2002. Behavioral Response to Fire and Smoke. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third Edition*. The National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 315-342.
- Demirel, F., Arı, S. 2009. Yangın ve İnsan Davranışları. TÜYAK Yangın ve Güvenliği Sempozyumu, Türkiye.
- Demirel, F., Daylan, S. 2013. Yangının Algılanmasına Bağlı Davranış Süreçleri. TÜYAK Yangın ve Güvenliği Sempozyumu, Türkiye.
- Ding, N., & Sun, C. 2020. Experimental Study of Leader-and-Follower Behaviours During Emergency Evacuation. *Fire Safety Journal*, 117, 103189.
- Fahy, R.F., Proulx, G. 2001. Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Evacuation Modelling. *2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire*, 175-183.
- Frantzich, H. 1994. A Model for Performance-Based Design of Escape Routes. Lund Institute of Technology, Lund University.
- Graham, T.L., Roberts, D.J. 2000. Qualitative Overview of Some Important Factors Affecting the Egress of People in Hotel Fires. *Hospitality Management*, 19,79-87.
- Gwynne, S. et al.1999. A Review of the Methodologies Used in the Computer Simulation of Evacuation from the Built Environment. *Building and Environment* ,34, 741-749.
- Gwynne, S. et al. 2001. Modelling Occupant Interaction with Fire Conditions Using the Building Exodus Evacuation Model. *Fire Safety Journal*, 36, 327-357.
- Hamilton, G. N., Lennon, P. F., & O’Raw, J. 2017. Human Behaviour During Evacuation of Primary Schools: Investigations on Pre-evacuation Times, Movement on Stairways and Movement on the Horizontal Plane. *Fire Safety Journal*, 91, 937-946.
- Hurley, Morgan J., et al., eds. 2015. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Springer.
- Johnson, C.W. 2005. Lessons from the Evacuation of the World Trade Centre, 9/11 2001 for the Development of Computer-Based Simulations. *Cognition, Technology and Work* 7, 214–240.
- Kobes, Margrethe, et al.2008. Fire Risk of High-Rise Buildings Based on Human Behavior in Fires. Conference Proceedings FSHB ,07-09.
- Kobes, Margrethe, et al.2010. Building Safety and Human Behaviour in Fire: A literature Review. *Fire Safety Journal*,45.1, 1-11.

- Kuligowski, E. 2013. Predicting Human Behavior During Fires. *Fire Technology*, 49.1, 101-120.
- Low, D. J. 2000. Following the Crowd. *Nature*, 407.6803, 465-466.
- Moussaïd, M., et al. 2010. The Walking Behaviour of Pedestrian Social Groups and Its Impact on Crowd Dynamics. *Plos One*, 5(4), e10047.
- O'Connor, D.J. 2005. Integrating Human Behaviour Factors into Design. *Fire Protection Engineering*, 8-20.
- Ouellette, M.J. 1993. Visibility of Exit Signs. *Progressive Architecture*, 3, 9-42.
- Proulx, G., Laroche, D. 2001. Study Shows Low Public Recognition of the Temporal-Three Evacuation Signal. *Construction Innovation*, 6.4, 1-6.
- Proulx, G. 2003. Playing with Fire: Understanding Human Behavior in Burning Buildings. *ASHRAE Journal* 45, 33-35.
- Purser, D.A., Bensilum, M. 2001 Quantification of Behaviour for Engineering Design Standards and Escape Time Calculations. *Safety Science*, 38, 157-182.
- Raubal, M., Egenhofer, M.J. 1998. Comparing the Complexity of Wayfinding Tasks in Built Environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25.6, 895-913.
- Sandberg, A. 1997. Unannounced Evacuation of Large Retail-Stores- an Evaluation of Human Behaviour and the Computermodel Simulex, Lund University, Lund.
- SFPE.2002. Engineering Guide to Human Behaviour in Fire: Review Draft
- Tadahisa, J. 2002. Visibility and Human Behavior in Fire Smoke. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third edition*. The National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts ,2, 42-54.
- Thompson, Owain F., Edwin R. Galea, and Lynn M. Hulse.2018. A Review of the Literature on Human Behaviour in Dwelling Fires. *Safety science*, 109, 303-312.
- Tillander, K. 2004. Utilisation of Statistics to Assess Fire Risk in Buildings. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Tong, D., Canter, D. 1985.The Decision to Evacuate: A Study of the Motivations Which Contribute to Evacuation in the Event of Fire. *Fire Safety Journal*, 9, 257-265.
- Turner RH, Killian LM.1987. *Collective Behavior*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Yang, L. Z., et al. 2005. Simulation of the Kin Behavior in Building Occupant Evacuation Based on Cellular Automaton. *Building and Environment*, 40(3), 411-415.
- Wood, P.G. 1972. The Behaviour of People in Fires. *Fire Safety Science* 953, 1-113.

YANGINDA İNSAN DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Latif Erdoğan¹

Rıdvan Özgün²

Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı^{1,2}

ÖZET

Yangın, insanların can ve mal kaybına sebep olan gerekli tedbir ve önlemler alındığında insanlar üzerindeki etkisi azaltılabilen bir olaydır. Gerekli tedbir ve önlemlerin alınabilmesi için ise öncelikli olarak insanların bu konuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Yangın esnasında insanların olabilecek en kısa sürede tahliye edilmesi büyük önem arz etmektedir. Yapılan tatbikatlar ve gerçek yangınlarda tahliye sürelerine bakıldığında aralarında ciddi zaman farkları olduğu görülmektedir. Bu da yangında insan davranışının önemini ortaya koymaktadır. Olası bir yangında insanların yaptığı her hareket, oluşabilecek kayıplara ve yangının seyrine olumlu ya da olumsuz olarak önemli ölçüde etki etmektedir. Bu sebeptir ki yangında insan davranışları konusunda önemli çalışmalar yürütülmüştür. Yangında insan davranışı denilince akla ilk önce şüphesiz yangın anında mağdur olan kişiler gelmektedir fakat profesyonel itfaiyecilerimizin de yangın anındaki tutum ve davranışları göz ardı edilmemelidir. Yangının her aşamasında önemli titizlikle çalışan itfaiyecilerimiz de bildiri kapsamında ele alınacaktır. Özetle bu bildiride yangında insan davranışları konusunda yapılan çalışmalar itfaiyeci perspektifinden incelenerek değerlendirilecektir. Ayrıca yangın anında insanda oluşabilecek panik, korku gibi durumların tahliye senaryolarındaki etkisine değinilecektir.

Anahtar sözcükler: Yangın, tahliye, davranış, itfaiye

ABSTRACT

Fire is an event that causes loss of life and property and its effect can be reduced if precautions are taken. In order to take the necessary precautions and measures, people need to be made aware. It is important to evacuate people as soon as possible during a fire. There is a time difference between evacuation times in real fires and drills. This reveals the importance of human behavior in fire. Every action of people in a fire affects the losses that may occur and the course of the fire. For this reason, important studies have been carried out on human behavior in fire. When it comes to human behavior in fire, those who are victims of the fire undoubtedly come to mind, but the attitudes and behaviors of our professional firefighters at the time of the fire should not be ignored. Our firefighters, who work meticulously at every stage of the fire, will also be discussed within the scope of the paper. In this paper, studies on human behavior in fire will be evaluated from the perspective of firefighters. In addition, the effect of panic and fear on escape scenarios will be mentioned.

Keywords: Fire, evacuation, behavior, fire brigade

¹ latif.erdogan@konya.bel.tr

² ridvan.ozgun@konya.bel.tr

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 sebeplerine bakıldığında 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 Devletlerinde 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 devletlerinde, yapılan araştırma ve yayınlar için en verimli dönemi 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 sebepli 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.

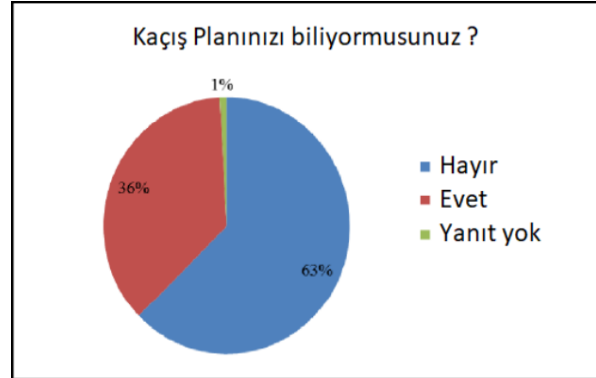
2.2 Yangın Anında İnsan Davranışları Araştırma ve Anket Sonuçları

Yangında insan davranışları ile ilgili Portekiz’de yapılan araştırmalara ait sonuçlar daire grafiği ile gösterilmiştir (Cordeiro, 2011).

Grafik incelendiğinde insanların %53'ünün yangın anında bulundukları binaya göre farklı davranış sergileyeceği görülmektedir. %44 lük bir kesim ise aynı davranışı göstereceğini belirtmektedir (**Şekil 1**).

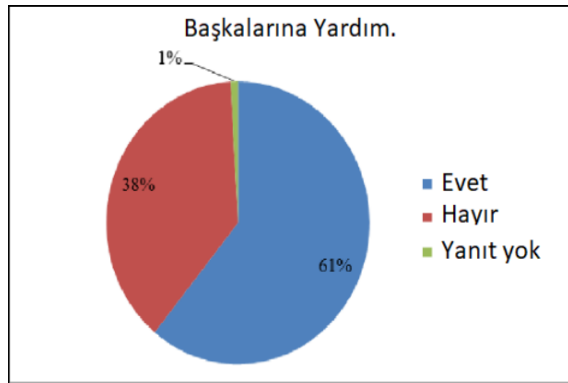


Şekil 1: Yaşadığınız ve çalıştığınız binada yangın anında davranışlarınız aynı mı olur?

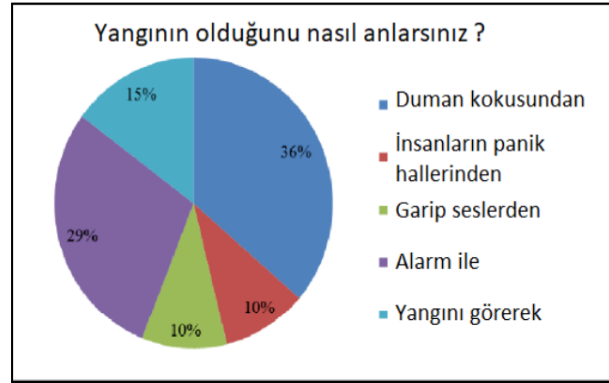


Şekil 2: Kaçış planınızı biliyor musunuz?

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 (**Şekil 2**).



Şekil 3: Başkalarına yardım eder misiniz?



Şekil 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 (**Şekil 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 oranında yangını bizzat görerek veya duman kokusundan anladığı görülmektedir (**Şekil 4**).

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 (İpekçi ve Serteser, 2022).

Ön tahliye süreleri ile alakalı genel itibari ile batı ülkelerinde yapılan araştırma sonuçları Çizelge 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 (**Çizelge 1**).

Çizelge 1: Ön tahliye verileri gösterim tablosu (Serteser, 2022)

	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			Habersiz	Siren	4	348	101,58
6	Kanada				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				Anons	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	Kütüphane		Anons	-	-	21,8
19	Polonya			Anons		192	69,9
20	Türkiye			Anons		51	56,1
21	İngiltere			Anons		247	91.6
22	Brezilya			Anons		34	46,7

3.2 Tahliye

Tahliye, insanların yangın anında kaçış yolları ve yangın merdivenlerini kullanarak en yakın çıkışa ulaşması amacını 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 m/s) kadınların yürüme hızından (1,40 m/s) ortalama 0,10 m/s daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bu fark genç ve yaşlılar arasında 0,20 m/s olmaktadır. Çocukların yürüme hızı ise yaklaşık 1,00 m/s olarak ölçülmüştür.

Tahliye anında özellikle çocukların ve yaşlıların yavaş hareket etmesi, düşmesi ve kaçış yönünde engel oluşturması gibi durumlar düşünüldüğünde 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 arttırma 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 direk 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

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 gördüğünde 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 yuvarlanılmalıdır. 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).
- İtfaiye ekiplerinin yangın mahalline varış süresi ortalama 6 ile 8 dakika arasındadır. Tahliye sırasında binada mahsur kalan ve dışarıya çıkamayan kişiler kendilerini 6-8 dakika koruyabilecekleri uygun bir alana geçmelidir.

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

- 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

CAMİLERİN TAHLİYE ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ANALİZ

Arş. Gör. Muhsin Selçuk Satır¹
Doç. Dr. Abdurrahman Yağmur Topraklı²
Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü^{1,2}

ÖZET

Camiler, yapıları gereği büyük kalabalıkları içinde bulunduran yüksek kullanıcı yüküne sahip toplanma yapılarıdır. Bu kalabalığın cami içinden normal veya acil durumlarda etkin şekilde tahliye edilebilmesi önemli bir konudur. Bu çalışmada camilerin tahliye etkinliğinin değerlendirilmesinde 4 nicel kriter kullanımı üzerine bir model önerisinde bulunulmuştur. Model önerisi, Süleymaniye Camii, Selimiye Camii ve Şehzade Camii örnekleri üzerinde tahliye analizi değerlendirmesi yapılmasında kullanılmıştır. Önerilen metot ile camilerin tahliye verimlilikleri üzerine bir puanlama yapılmasında kullanılabilecek bir yöntem gösterilmiştir.

Anahtar sözcükler: Cami, tahliye, simülasyon, tahliye değerlendirmesi

ABSTRACT

Mosques are assembling places with a high occupant load, which, by their nature, contain large crowds. It is an important issue that this crowd can be evacuated effectively from the mosque in normal or emergency situations. In this study, a model has been proposed with the use of 4 quantitative criteria to evaluate the evacuation efficiency of mosques. The model proposal was used to evaluate the evacuation analysis on the sample mosques of Suleymaniye Mosque, Selimiye Mosque and Sehzade Mosque. With the proposed framework, a method that can be used in scoring the evacuation efficiency of mosques is shown.

Keywords: Mosque, evacuation, simulation, evacuation evaluation

¹ muhsinselcuksatir@gazi.edu.tr

² toprakli@gazi.edu.tr

1.GİRİŞ

Uluslararası Yangın Güvenliği Standartları Koalisyonu, bina tahliyesini tüm bina kullanıcılarının güvenli bir şekilde bina dışına çıkmalarını ifade eden prosedürler ve süreçler bütünü olarak tanımlamaktadır (International Fire Safety Standards: Common Principles-Safe Buildings Save Lives, 2020). Binanın güvenli tahliye edilmesi, özellikle yoğun kullanıcı yüküne sahip binalarda daha güç olabilmektedir. İslam dininin ibadet alanları olan camiler, en yüksek kullanıcı yüküne sahip bina tiplerinden biri olarak tahliye analizine ayrıca önem verilmesi gereken binalardır. Tarihi camiler ise modern tahliye standartlarına adapte edilemedikleri için tahliye risklerinin tespit edilmesi ve herhangi bir acil durumda güvenli tahliyenin sağlanabilmesi büyük önem kazanmaktadır.

Tarihi camilerin tahliye risklerini değerlendirmek için sürekli ağ modelleri (continuous network models) kullanılabilir. Bu çalışmada, tahliye sürecinin simüle edilmesi ve kaynakların tahsisi gibi farklı tahliye stratejilerinin performansını değerlendirmek için sürekli ağ modelleri üzerine kurulan bir model önerisi yapılmıştır. Bu yaklaşım ile, karar vericilerin tarihi camiler için en etkili ve verimli tahliye stratejilerini belirlemesine yardımcı olabilecek nicel bir değerlendirme modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.1. Camilerin Kullanıcı Yüğü

Oldukça yüksek kullanıcı yüküne sahip olmalarına karşın camilerin kullanıcı yüküne yönelik bir tanım, uluslararası standartlarda ve ülkemiz yönetmeliklerinde bulunmamaktadır. Buna karşın birkaç dokümanda teorik olarak bir değerlendirme yapılmıştır. Abu Dabi'nin cami tasarımına yönelik hazırladığı bir kılavuzda, saf boyunun 1,2 m. olacak şekilde tasarlanması tavsiye edilmektedir (Abu Dhabi Mosque Development Regulations, 2018). Bunun yanında kişi başı en az 0,75 m genişlikte alan öngörülmekte ve bu durumda kişi başı $1,2 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^2$ net ibadet alanı tavsiye edilmektedir. Uluslararası Yangından Korunma Kurumu (National Fire Protection Association) ve Uluslararası Yasa Konseyi (International Code Council) tarafından hazırlanan NFPA 101 (NFPA 101, 2018) ve International Building Code (International Building Code, 2018) gibi standartlarda camiler özelinde bir tanım yapılmamış fakat yoğun kullanıma sahip toplanma alanlarının kullanıcı yükü katsayısı $0,65 \text{ m}^2/\text{kişi}$ olarak belirlenmiştir. Yazarlar tarafından yapılan gözleme göre ise 50 cm. omuz genişliği ve 1,2 m saf boyu göz önüne alınarak $0,6 \text{ m}^2/\text{kişi}$ kullanıcı yükü çarpanının fiili cami kullanımına daha uygun olduğu öngörülmüştür. Bu çalışmada, $0,6 \text{ m}^2/\text{kişi}$ kullanıcı yükü katsayısı esas alınmıştır.

1.2. Camilerin Tahliyesi

Camiler, yapısı gereği büyük kalabalıkları içine alan binalardır. Bu binaların, meydana gelebilecek acil durumlara hazırlıklı şekilde tasarlanması gerekmektedir. Camilerde meydana gelen acil durumlara birkaç örnek şunlar olabilir. Fas'ın Kazablanka kentindeki bir camide, bir kadının fare görmesi üzerine çığlık atması sonucu meydana gelen izdiham sonucu 81 kişi yaralanmıştır ("Casablanca mosque stampede blamed on mouse", 2015). İzdihamı neden olan bir diğer örnek ülkemizde görülmüştür. Adana'da Cuma namazı esnasında bir kişinin, üzerinde bomba olduğunu iddia etmesi sonucu meydana gelen izdihamda birçok kişi yaralanmıştır ("Man threatens Turkish mosque-goers with bomb - report", 2016). Camilerde meydana gelen büyük felaketlerden bir diğeri Kuveyt'teki bir camide yaşanan bombalı saldırıdır. Saldırı 27

kişinin ölümüne ve 227 kişinin yaralanmasına neden olmuştur (Sabah vd., 2018). Yakın zamanda Yeni Zelanda’da meydana gelen bir silahlı saldırıda ise 51 kişi ölmüş ve 40 kişi yaralanmıştır. Tüm bunlar konunun önemini ortaya koymakta ve camilerin tahliye etkinliğinin ölçülmesini, değerlendirmelerin yapılmasını ve yönetmeliklerde gerekli düzenlemelerin yapılması gereğini ortaya koymaktadır.

Camilerin tahliyesi üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde sınırlı sayıda çalışma göze çarpmaktadır. Bunlardan biri, 170 binin üzerinde kullanıcı kapasitesine sahip Mescidi Nebevi’nin tahliyesinin analiz edildiği çalışmadır (Alginahi vd., 2019). Çalışmada binanın tamamen tahliye edilmesinin 21 dakika sürdüğü ancak binanın farklı bölümlerinin tahliye performansının oldukça farklı olduğu bulunmuştur. Başka bir çalışmada, her bir bina kullanıcısının konumunu ayırık elemanlar metodu (distinct elements method) kullanarak hesaplayan bir model önerisi ile bir caminin tahliye analizi yapılmıştır (Alighadr ve Fallahi, 2016). Camilerde farklı çıkış kapısı konfigürasyonlarının tahliye süresine etkisinin analiz edildiği bir çalışmada ise cami çıkışlarının sadece yan taraftan verilmesi ile en etkin tahliyenin sağlandığı görülmüştür (Nassar ve Bayyoumi, 2012).

2. ÖNERİLEN METOT

Tarihi camilerin tahliye risklerinin değerlendirilmesi amaçlı model önerisinin kriterleri **Çizelge 1’de** verilmiştir. Görüldüğü üzere 4 adet nicel kriter belirlenmiştir. Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu, Nappi ve Souza’nın çalışmasından (Nappi ve Souza, 2015), ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı ise Chen vd.’nin çalışmasından (Chen vd., 2015) alınmıştır. Tahliye süresi ve Ortalama tıkanma süresi kriterleri ise yazarlar tarafından önerilen modele adapte edilmiştir.

Çizelge 1. Tarihi Camilerin Tahliyesinde Kullanılan Kriterler

	Kriter	Fayda/Maliyet Durumu	Açıklama
Nicel Kriterler	Tahliye Süresi	Maliyet	Tahliye süresi (sn. cinsinden)
	Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu	Maliyet	Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu (m. cinsinden)
	Ortalama tıkanma süresi	Maliyet	Kullanıcıların 0,25 m/sn. altında geçirdikleri süre ortalaması
	ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı	Fayda	ASET içinde tahliye edilen kullanıcı sayısının kullanıcı yüküne oranı

Kriterlere ait veriler ise bir Sürekli Ağ Modeli ile tasarlanmış Pathfinder yazılımı ile yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda elde edilen verilerden elde edilmektedir. **Çizelge 1’de** görüldüğü üzere önerilen metotta 4 adet nicel kriter bulunmaktadır. Bunlardan ilki tahliye süresidir. Tahliye süresinin uzaması, bina kullanıcılarının içeride kalma sürelerini uzattığı ve güvenli alana ulaşmalarını geciktirdiği için bir maliyet kriteri olarak nitelendirilmiştir.

Bina kullanıcılarının bina içinde bulundukları noktadan en yakın veya en hızlı çıkışa ulaşabilmeleri için bu noktalara mümkün olduğunca yakın olmaları önemlidir. Binanın tasarımı ve büyüklüğü burada önem kazanmaktadır. Bina kullanıcılarının en yakın çıkışa olan rota

uzaklıklarının ortalaması, binanın değerlendirilmesinde kullanılabilecek önemli bir parametredir. Bu değerin artması tahliye riskini artıracığı için bu kriter bir maliyet kriteri olarak nitelendirilmiştir.

Bina kullanıcılarının çıkışa takılma ve yavaşlama yaşamadan ulaşabilmeleri en optimal çözümdür. Ancak bu takılma süresinin uzaması, çıkışlar önünde meydana gelen sıraların ve bina içindeki darboğazların etkisiyle güvenli tahliyeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, bina kullanıcılarının tahliye esnasında 0,25 m/sn. hızın altına düştüğü süre ortalaması alınarak bir değerlendirme kriteri oluşturulmuştur. Bu değerin artması tahliye riskini artıracığı için bu kriter bir maliyet kriteri olarak nitelendirilmiştir.

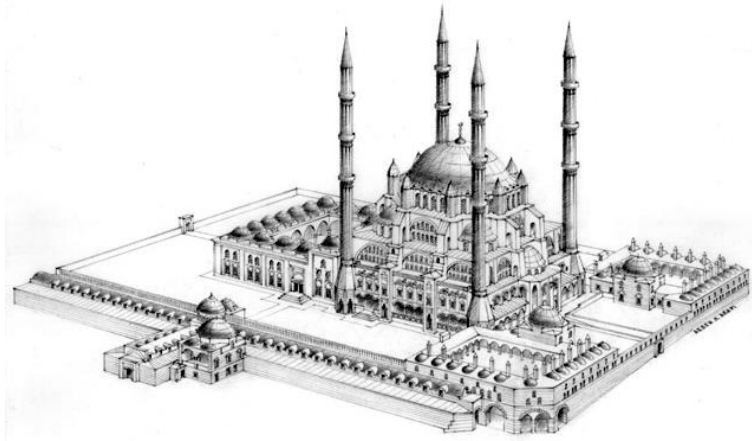
Bilindiği üzere bina kullanıcılarının güvenli sınırların aşıldığı ve dayanılmaz koşulların oluştuğu ASET (Available Safe Egress Time-Mevcut Güvenli Çıkış Süresi) içinde tahliye edilmeleri gerekmektedir. Binanın tahliye yeterliğini değerlendirebilmek adına ASET süresi içerisinde tahliye edilen kullanıcı sayısının binanın kullanıcı yüküne bölünmesi ile elde edilen oran, güvenlik faktörü olarak da tanımlanmaktadır. ASET süresi için Marzouk ve Mohamed'in çalışmasında (Marzouk ve Mohamed, 2019) olduğu gibi 2,5 dakika (150 sn.) esas alınmıştır. ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranının 1 olması en ideal durumu ifade ederken, değer 0'a yaklaştıkça riskin arttığı söylenebilir. Bu durumda bu kriter bir fayda kriteri olarak değerlendirilebilir.

Çalışmada kullanılan Pathfinder benzetim yazılımı, Sürekli Ağ Modelinin (Continuous Network Model) örneklerindendir. Yazılım, insan yürüme karakteristiğini ve rota seçimlerini modelleyen "Steering Model" üzerinden hesaplamalarını yapmaktadır. Camilerin modeli hazırlanırken öncelikle CAD ortamındaki planları Pathfinder yazılımına aktarılmıştır. Ardından odalar ve çıkışlar modellenmiş ve son olarak cami kullanıcıları, belirlenen kullanıcı yükü doğrultusunda mekana rastgele olarak yerleştirilmiştir. Çalışmanın ana odağı caminin kullanıcı karakteristiği olmadığı için tüm kullanıcılar programın varsayılan yürüme hızı olan 1,19 m/sn hızında olacak şekilde model oluşturulmuştur. Ayrıca tıkanma süresinin hesaplanabilmesi için eşik, 0,25 m/sn. olarak belirlenmiştir.

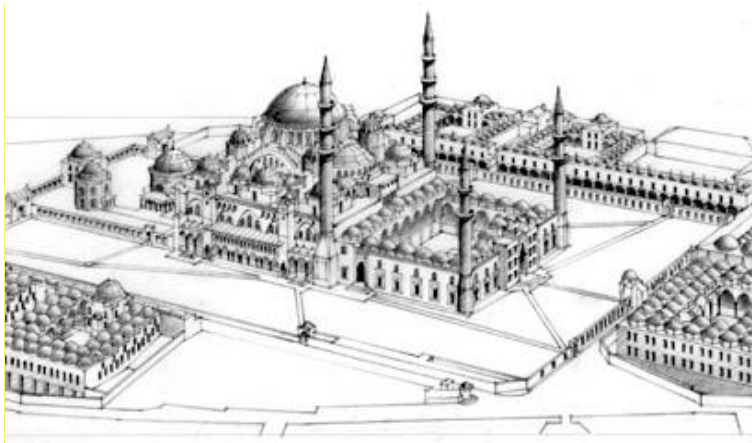
3. VAKA ÇALIŞMASI

Tarihi camilerin tahliye değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla önerilen model kapsamında üç camiye dair veriler derlenmiştir. Bu yapılar, tarihi cami denince ilk akla gelen yapılardan olan Selimiye Camii, Süleymaniye Camii ve Şehzade Camii olarak belirlenmiştir. Bu üç cami, sürekli ağ modelini kullanan bir tahliye programı olan Pathfinder programı ile modellenmiş ve elde edilen çıktılar, önerilen modele uygulanarak caminin tahliye risk değerlendirme metodu elde edilmiştir.

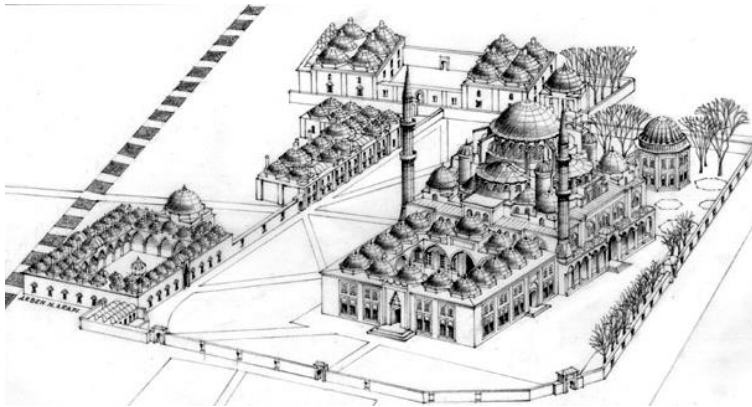
İzometrik perspektifleri **Şekil 1**, **Şekil 2** ve **Şekil 3**'te verilen Selimiye, Süleymaniye ve Şehzade Camilerinin sadece ibadet alanları (harim) çalışma kapsamına alınmıştır. Çalışma kapsamına alınan kısımlar, **Şekil 4**, **Şekil 5** ve **Şekil 6**'da camilerin planları üzerinde renkli gösterilen alanlardır. Bu kısımlar, caminin ibadet edilebilen alanlarını göstermekte olup bu alanlar simülasyon çalışmasına dahil edilmiştir. Fil ayakları, müezzin mahfilini taşıyan direkler ve minber, bu alanlarda ibadet edilemediği için çalışma dışı bırakılmıştır.



Şekil 1. Selimiye Camii'ne Ait İzometrik Perspektif (Selimiye Külliyesi, 2023)

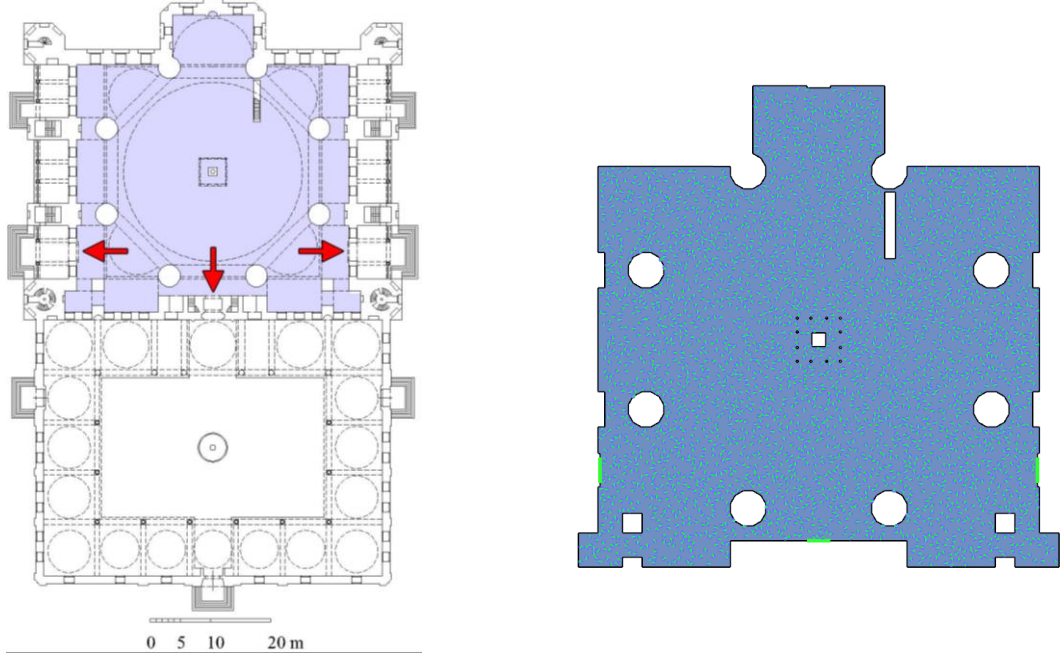


Şekil 2. Süleymaniye Camii'ne Ait İzometrik Perspektif (Süleymaniye Külliyesi, 2023)



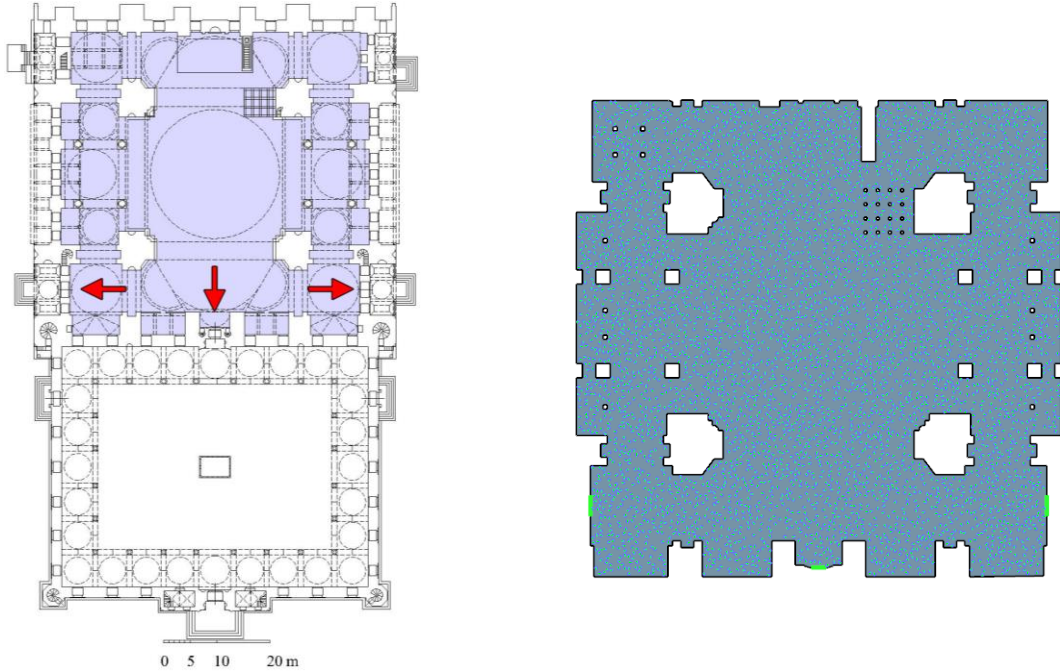
Şekil 3. Şehzade Camii'ne Ait İzometrik Perspektif (Şehzade Külliyesi, 2023)

Selimiye Camii planı ve sürekli ağ modeli ile çalışan Pathfinder yazılımında üretilen modele ait görsel **Şekil 4'**te verilmiştir. Soldaki plan incelendiğinde caminin çıkış kapılarının kırmızı oklarla gösterildiği görülmektedir. Bu çıkışların ikisi cami kompleksinin dışına, diğeri ise cami avlusuna açılmaktadır. Cami avlusuna açılan kapı 2,3 m genişliğinde, diğeri ise 2,6 m genişliğindedir. Caminin ibadet edilebilen net alanı 1845 m²'dir. Kişi başı 0,6 m² alan bırakılacak şekilde kullanıcı yükü modele tanımlandığında caminin kullanıcı yükü 3075 kişi olacaktır. Kullanıcılar cami içerisine rastgele konumlandırılmıştır.



Şekil 4. Selimiye Camii Planı ve Simülasyon Görseli

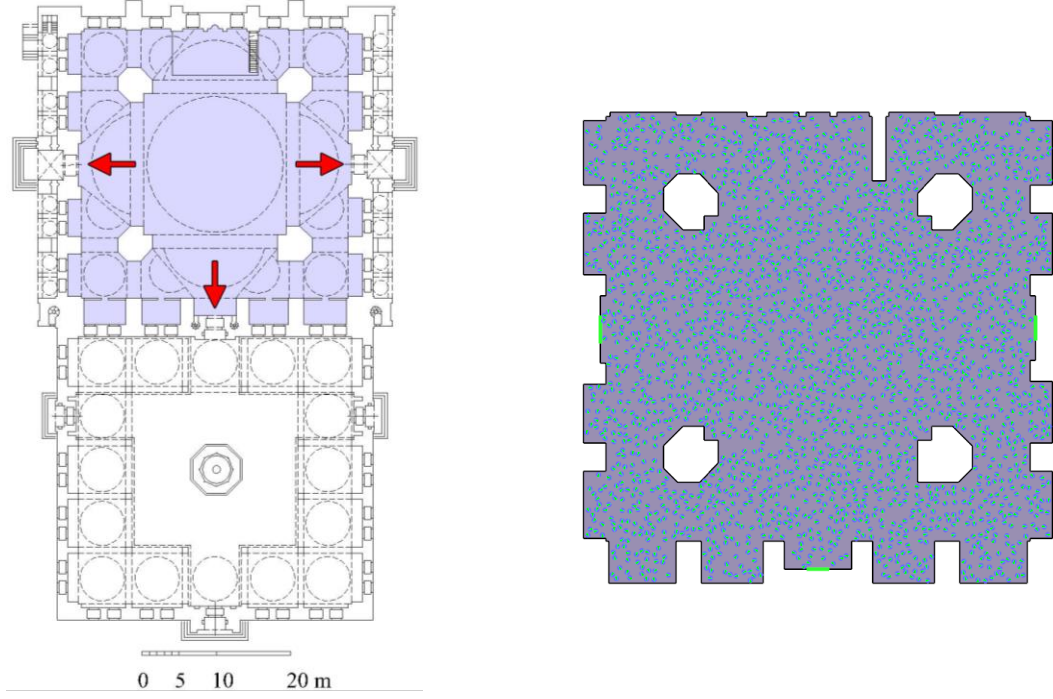
Süleymaniye Camii planı ve tahliye modeline ait görsel Şekil 5’te verilmiştir. Soldaki planda caminin 3 çıkışı kırmızı oklarla gösterilmiştir. Bu çıkışların ikisi cami kompleksinin dışına, diğeri ise cami avlusuna açılmaktadır. Cami avlusuna açılan kapı 1,8 m genişliğinde, diğeri iki kapı ise 2,5 m genişliğindedir. Caminin ibadet edilebilen net alanı 2879 m²’dir. Kişi başı 0,6 m² alan bırakılacak şekilde kullanıcı yükü modele tanımlandığında caminin kullanıcı yükü 4799 kişi olacaktır. Kullanıcılar cami içerisine rastgele konumlandırılmıştır.



Şekil 5. Süleymaniye Camii Planı ve Simülasyon Görseli

Şehzade Camii planı ve tahliye modeline ait görsel Şekil 6’te verilmiştir. Soldaki planda caminin 3 çıkışı kırmızı oklarla gösterilmiştir. Bu çıkışların ikisi cami kompleksinin dışına, diğeri ise cami avlusuna açılmaktadır. Cami avlusuna açılan kapı 1,9 m genişliğinde, diğeri iki kapı ise 2,14 m

genişliğindedir. Caminin ibadet edilebilen net alanı 1402 m²'dir. Kişi başı 0,6 m² alan bırakılacak şekilde kullanıcı yükü modele tanımlandığında caminin kullanıcı yükü 2337 kişi olacaktır. Kullanıcılar cami içerisine rastgele konumlandırılmıştır.



Şekil 6. Şehzade Camii Planı ve Simülasyon Görseli

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda Selimiye, Süleymaniye ve Şehzade Camilerine ait veriler Çizelge 2'de derlenmiştir. Çizelgede, model önerisinde bulunan 4 kriter için birer sütun açılmış ve 3 camiye ait değerler ilgili kriterin sütununda gösterilmiştir. Görüldüğü üzere Selimiye Camii 4 dk. 42 sn. içinde, Şehzade Camii ise 4 dk. 19 sn. içinde tahliye edilmiştir. Süleymaniye Camii ise diğer iki camiden çok daha uzun bir tahliye süresine (8 dk. 19 sn.) sahiptir. Bu ayrışmanın birkaç sebebi bulunmaktadır. Öncelikle Süleymaniye Camii'nin kullanıcı yükü (net ibadet alanı büyük olmasından dolayı) diğer camilerden büyüktür. Bunun yanında Toplam çıkış genişliği Selimiye Camii'nden küçüktür. Bu durumda Süleymaniye Camii'nin kullanıcıları, tahliye sırasında çıkış kapılarının önünde oluşan sırada daha uzun beklemektedirler. Bu durum ortalama tıkanma süresi değerlerinde de görülmektedir. Selimiye ve Şehzade camilerinin değerleri neredeyse aynı iken Süleymaniye Camii'nde çok daha uzun takılma süresi gözlenmektedir.

Çizelge 2. Selimiye, Süleymaniye ve Şehzade Camilerine Ait Simülasyon Çıktıları

	Tahliye Süresi (sn.)	Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu (m.)	Ortalama tıkanma süresi (sn.)	ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı
Selimiye Camii	281,50	81,04	102,09	0,54
Süleymaniye Camii	498,50	103,05	192,11	0,30
Şehzade Camii	258,00	70,00	101,86	0,60

Simülasyon sonucunda elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki karar matrisi oluşturulmuştur. Üç cami birer satıra yerleştirildikten sonra her bir kriterle ait değerlerin normalize edilebilmesi için en alta bir toplam satırı açılmış ve her bir kriterin değerlerinin toplamı buraya

yerleştirilmiştir. Ardından **Çizelge 3**'te verilen normalize karar matrisinin oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Her bir kriterin aldığı değer, o kriterin toplam değerine bölünerek normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Böylece tüm değerler normalize edilmiş ve birimlerinden kurtarılmıştır.

Çizelge 3. Karar Matrisi

	Tahliye Süresi (sn.)	Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu (m.)	Ortalama tıkanma süresi (sn.)	ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı
Selimiye Camii	281,50	81,04	102,09	0,54
Süleymaniye Camii	498,50	103,05	192,11	0,30
Şehzade Camii	258,00	70,00	101,86	0,60
TOPLAM	1038,00	254,09	396,06	1,44

Normalize karar tablosunda (**Çizelge 4**) 3 cami için de 4 kriterin değerleri toplanarak sağda oluşturulan Risk Puanı sütununa yazılmıştır. Burada, Tahliye Süresi, Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu ve Ortalama tıkanma süresi değerleri maliyet kriteri iken ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı değeri fayda kriteridir. Elde edilecek olan Risk Puanı da bir maliyet değeri olduğu için Tüm maliyet kriterlerinin değerleri toplanırken son kriter fayda kriteri olduğu için çıkarılır. Elde edilen Tahliye Risk Puanları Selimiye Camii için 0,47, Süleymaniye Camii için 1,14 ve Şehzade Camii için 0,36'dır.

Çizelge 4. Normalize Karar Matrisi

	Tahliye Süresi (normalize)	Kullanıcıların ortalama rota uzunluğu (normalize)	Ortalama tıkanma süresi (normalize)	ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı (normalize)	Risk Puanı
Selimiye Camii	0,27	0,32	0,26	0,38	0,47
Süleymaniye Camii	0,48	0,41	0,49	0,21	1,16
Şehzade Camii	0,25	0,28	0,26	0,42	0,36

4. SONUÇ

Camileri tahliye etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bir model önerisi sunan bu çalışmada tarihi camilerin tahliye verimliliğini ölçmek üzere bir cami tahliye değerlendirme metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model Süleymaniye Camii, Selimiye Camii ve Şehzade Camii örnekleri üzerinde test edilmiştir. Önerilen metotta; üçü maliyet ve biri fayda kriteri olmak üzere toplam 4 nicel kriter kullanılmıştır. Bunlar tahliye süresi, kullanıcıların ortalama rota uzunluğu, ortalama tıkanma süresi ve ASET içinde tahliye edilen kullanıcı oranı kriterleridir.

Kriterlerin tamamı tahliye simülasyon programı ile yapılan çalışma sonucu elde edilen verilerden oluşmaktadır. Simülasyon çalışmalarında elde edilen bulguların önerilen model ile değerlendirilmesi sonucunda Selimiye Camii'nin risk puanı 0,47 olurken Süleymaniye Camii 1,16 değerini almış ve Şehzade Camii ise 0,36 puan almıştır. Bu puan caminin tahliye riskini ifade ettiği için değer artması camiye tahliye riskinin arttığını, azalması ise tahliye riskinin azaldığını ifade etmektedir. Önerilen model sonucu yapılan puanlama, sadece 3 caminin

değerlendirilmeye alınmasıyla sınırlı sonuçlar verecektir. Daha ayrıntılı bir sıralama elde edebilmek için örneklem sayısı artırılmalıdır. Elde edilen bulgular sonucunda aşağıdaki çıkarımlarda bulunulmuştur.

- Tahliye riski yüksek tarihi camilerin tespit edilmesinin ardından bu camilerdeki kullanıcı yükünün sınırlandırılması tavsiye edilmektedir. Burada caminin çıkış kapasitesi yol gösterici olacaktır. Caminin kullanıcı kapasitesi çıkış kapasitesi ile sınırlandırılmalıdır.
- Kullanıcı yükünün yüksek olduğu camilerde genellikle birden fazla görevli bulunmaktadır. Tahliye riskinin yüksek olduğu tespit edilen camilerde bu görevlilerin tahliye eğitimi almaları ve insanlara rehberlik edecek şekilde yetiştirilmeleri önerilmektedir. Bu görevliler hazırlanacak tahliye planı doğrultusunda camilerin tahliyesinde öncelik verilmesi gereken yaşlı ve engelli gibi kişilere öncelik verilmesini ve kişilerin kapasiteleri ölçüsünde çıkış kapılarına yönlendirilmesini sağlamalıdır.
- Özellikle büyük camilerde tüm kapılar her zaman erişime açık olmalıdır. Acil bir durumda açılacak durumda olan kilitli kapıların bile her zaman açık tutulması önemlidir. Bilimsel araştırmalar, insanların binayı tahliye ederken girdiği kapıdan çıkma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle tek kapıdan erişim sağlanması tahliye süresini artıracaktır.
- Ayakkabılıkların cami içindeki yerleri yeniden düzenlenmelidir. Özellikle çıkışın yakınında bulunan ayakkabılıkların cami içinde farklı alanlara küçük bölümler halinde ayrılması sağlanarak çıkış kapısında oluşabilecek sıkışmalar engellenebilir.
- Camide kot farkları bulunan yerlerin takılmaya sebep olabileceği ve tahliyeyi zorlaştırabileceği için, caminin tarihi dokusuna zarar vermeden düzenlenmesi, düzenlenemeyen durumlarda ise uyarı levhaları ile görünür hale getirilmesi tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

Abu Dhabi Mosque Development Regulations. (2018). Mosque Development Committee.

Alginahi, Y. M., Mudassar, M., Kabir, M. N., & Tayan, O. 2019. Analyzing the Crowd Evacuation Pattern of a Large Densely Populated Building. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(4), 3289-3304. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3411-z>

Alighadr, S., & Fallahi, A. 2016. DEM Evaluation of Evacuation Behavior: A Case Study of "The Mosque of ASMU". *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 18(1), 47-58.

Casablanca mosque stampede blamed on mouse. 2015. BBC. <https://www.bbc.com/news/world-africa-33542870>

Chen, Y., Cai, Y., Li, P., & Zhang, G. 2015. Study on Evacuation Evaluation in Subway Fire Based on Pedestrian Simulation Technology. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2015/357945>

International Building Code. 2018. International Code Council.

International Fire Safety Standards: Common Principles-Safe Buildings Save Lives. 2020. International Fire Safety Standards Coalition.

Man threatens Turkish mosque-goers with bomb—Report. 2016. News24. <https://www.news24.com/News24/man-threatens-turkish-mosque-goers-with-bomb-report-20160701>

Marzouk, M., & Mohamed, B. 2019. Integrated agent-based simulation and multi-criteria decision making approach for buildings evacuation evaluation. Safety Science, 112, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.10.010>

Nappi, M. M. L., & Souza, J. C. 2015. Disaster management: Hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. Natural Hazards, 75(3), 2421-2436. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1437-4>

Nassar, K., & Bayyoumi, A. 2012. A simulation study of the effect of Mosque design on egress times. Proceedings Title: Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC), 1-8. <https://doi.org/10.1109/WSC.2012.6465153>

NFPA 101. 2018. National Fire Protection Association.

Sabah, S. A., Alsharqawi, N., & Haddad, E. A. 2018. The aftermath of the Kuwait mosque bombing: A retrospective cohort analysis and lessons learned. International Journal of Surgery, 56, 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2018.06.003>

Selimiye Külliyesi. 2023. ARCHNET. <https://www.archnet.org/sites/1941>

Süleymaniye Külliyesi. 2023. ARCHNET. <https://www.archnet.org/sites/2024>

Şehzade Külliyesi. 2023. ARCHNET. <https://www.archnet.org/sites/2018>

KAÇIŞ KAPILARI VE KAÇIŞ MERDİVENLERİ TASARIMI

Mehmet Ekim¹

İzmir İtfaiye Dairesi Başkanlığı Denetim ve Önleme Şube Müdürlüğü¹

ÖZET

Herhangi bir afet durumunda binalardan çıkabilmek çok önemlidir. Yangın durumu dışında patlama, deprem vb olduğunda da yapı içerisinde hızlı tahliye olmak gerekir. Tahliye için Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte kaçış kapıları ve kaçış merdivenleri tanımlanmıştır. Bina tasarımında doğru konumlandırılmamış kapılar ve kaçış merdivenleri telafisi mümkün olmayan durumlara hatta afet anında can kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle yapı tasarlanırken yapının parsel, sokaklara, ulaşım yollarına olan konumu çok iyi planlanmalıdır. Bina kullanım sınıfı-tehlike sınıfı mutlaka belirlenmeli ve kaçış yolları tasarımı buna göre yapılmalıdır. Yapı yüksekliği, bina kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, kattaki kullanıcı yükü hesaplanmalı ve bunlara göre merdivenler tasarlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki düzgün tasarlanmış bir yapı ve kaçış yolları hayat kurtarır.

Anahtar sözcükler: Yapı, bina, kaçış kapısı, kaçış merdiveni, merdiven tasarımı

ABSTRACT

It's very important to get out of buildings in the event of any disaster. Not only fire conditions also in the event of explosions, earthquakes, it is necessary to evacuate quickly from within the structure. Regulation on Fire Protection of Buildings describe escape doors and escape stairs for evacuation. Unpositioned doors and escape stairs in building design can cause irreparable situations, even loss of life in disaster. Therefore, the location of the structure to the parcels, streets, transportation routes must be well planned when the structure is designed. The class of use of the building-hazard class must be determined and the design of escape routes must be carried out accordingly. The height of the structure, the class of use of the building, hazard class, the user load on the floor must be calculated and the stairs must be designed accordingly. Remember, a well-designed structure and escape routes save lives.

Keywords: Regulation on Fire Protection of Buildings Structure, building, escape doors, escape stairs, stair design

¹ mehmetbio39@hotmail.com

1.GİRİŞ

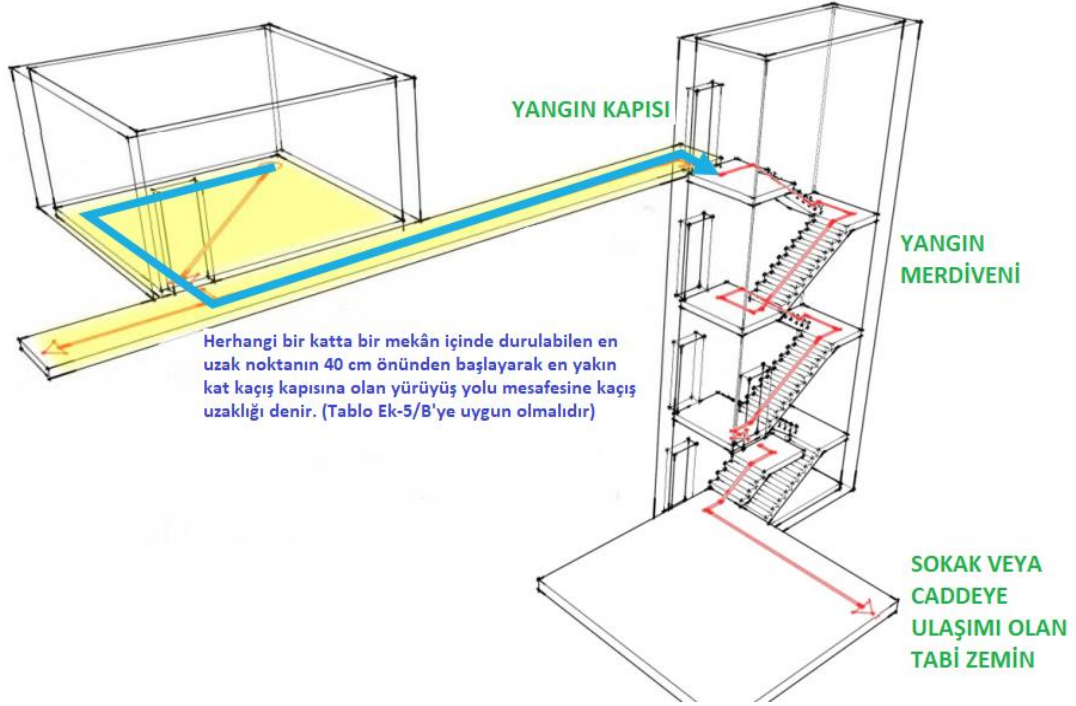
Parselde yapılması planlanan yapının kullanım sınıfına ve tehlike sınıfına uygun olarak mimari proje aşamasında planlanan, bina yapıldıktan sonra da uzun yıllar boyunca işlevini sürdüren önlemlere pasif yangın önlemleri denir. Bina kullanım sınıfına-tehlike sınıfına göre komşu parsellerle olan emniyet mesafeleri de önemlidir. Bu sebeple tasarımcıların ve müelliflerin kendi parselleri ile birlikte komşu parselleri de gözlemlemesi buna göre bina veya tesisi konumlandırması, bina etrafında acil durumlarda itfaiye araçlarının dolaşımını (itfaiye ring sahası) da göz önüne alarak binayı tasarlaması uygun olacaktır.

Binanın veya tesisin parsele doğru yerleşiminden sonra faaliyet konusuna uygun doğru yapı malzemelerinin seçilmesi, taşıyıcı sistemin yangına dayanıklı olması gerekmektedir. Faaliyet konusu ve tehlike sınıfına göre yapı malzemelerinin özellikleri Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte (BYKHY) tanımlanmıştır. Buna göre yapıda yangın geçirimsiz bölümler (kompartıman) oluşturulmalı, yanıcı olmayan ya da tutuşma ısı yüksek, duman çıkarmaz yapı malzemeleri kullanılmalıdır.

Yangının meydana gelmesi durumunda tüm binaya yayılması engellenmeli, zehirli gaz ve duman uygun şekilde uzaklaştırılmalıdır. Kaçış yollarına duman ve zehirli gazlar dolmayacak şekilde tasarım yapılmalı, kullanıcıların her koşulda kaçış yollarını görmesi ve ulaşması sağlanmalıdır.

2. KAÇIŞ KAPILARI VE KAÇIŞ MERDİVENLERİ

BYKHY’de kaçış yolu tanımı; yapının herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye veya sokağa kadar olan devamlı ve engellenmemiş yolun tamamıdır, şeklinde yapılmıştır. Buna göre tek katlı yapılarda kaçış yolu bina dışı açık alana ulaşımı sağlayan kapılara kadar olan yürüyüş yoluna denirken, çok katlı yapılarda ise içerisinde bulunan odanın en uzak noktasındaki duvarın 40cm önünden başlayarak kattaki en yakın korunumlu kaçış (yangın) merdiveninin kapısına kadar olan yürüyüş yolu mesafesidir. BYKHY Tablo Ek-5A’ya göre hesaplanan kişi yükü 50 den fazla ise veya Tablo Ek-5B’de belirtilen ölçülerin aşılması durumunda mahalden ve binadan ikinci çıkışların açılması gerekmektedir.



Şekil 1. Kaçış uzaklığı ve kaçış yolu bütünü (City of Chicago Department of Buildings, 2019)

Yapının parselle kitlesel yerleşiminin tasarlanmasına ek olarak binayı dolaylı yoldan boyutlandıran kaçış mesafelerine göre acil durum kaçış kapıları ve kaçış merdivenleri oluşturulmalıdır. Örneğin; yağmurlama sistemi olmayan tek katlı yapıdaki, CNC demir işleme yapılan bir endüstriyel yapıda kolay alevlenici ve parlayıcı malzeme üretilmiyorsa ve depolanmıyorsa, kaçış mesafeleri tek yönde 15 metreden 22.5 metreye çift yön kaçışta ise 30 metreden 45 metreye çıkmaktadır. Binanın her noktasından iki yönlü kaçış mesafesi uygulandığını varsayarsak binanın bir cephesinin boyutu 90 metreden az olmalıdır ki yürüyüş yolu olarak alacağımız iki yönlü mesafe olan 45 metrede bina dışına açık alana ulaşabilelim. Bu örnek bize göstermektedir ki kaçış mesafeleri dolaylı olarak binanın boyutunu belirlemektedir.

Çizelge 1. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Tablo Ek-5/A

Ek-5/A Kullanıcı Yükü Katsayısı Tablosu

	Kullanım Alanı		m ² /kişi
1	Konferans salonu, çok amaçlı salonlar (balo vs), lokanta, kantin, bekleme salonları, konser salonları, sinema ve tiyatro salonları, topluma açık stüdyo, düğün salonu vb.		1.5
2	Dans salonları, bar, gece kulüpleri ve benzeri yerler	Oturulan kısımları için	1.0
		Ayakta durulan kısımları için	0.5
3	Sergi alanları, stüdyolar (film, radyo, televizyon, kayıt)		1.5
4	Terminallerin yolcu geliş gidiş bekleme salonları		3
5	Derslikler, bilgisayar odaları, seminer salonları		1.5
6	Resepsiyon alanları, bekleme alanları, atrium zemini		3
7	Çok amaçlı spor tesisleri		3
8	Süpermarketler, mağazalar, dükkânlar		5
9	Sanat galerileri, müzeler, atölyeler		5
10	Fitnes merkezleri, aerobik salonları, okuma salonları		5
11	Ofisler, dernek merkezleri, halk kütüphaneleri		10
12	Öğrenci yatak odaları		10
13	Paketleme yerleri, fabrika üretim alanları		10
14	Hastane yatak odaları, hemşire odaları		20
15	Mutfaklar, çamaşırhaneler		10
16	Otel yatak odaları		20
17	Hastane laboratuvarları, eczaneler		20
18	Muayenehane, öğrenci laboratuvarları		5
19	Depolar, ambarlar, makina daireleri		30
20	Otoparklar		30

Kullanıcı yükü; gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere 1, 2, 3 ve 4. satırlarda yeralan kullanım alanlarında net alana, diğer satırlarda yeralan kullanım alanları için brüt alana göre hesaplanır. Kişi sayısı belirli olan mahallerde, yukarıdaki değerlere göre hesaplanan değerden az olmamak üzere, belirtilen kişi sayısı esas alınır.

Çizelge 2. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Tablo Ek-5/B

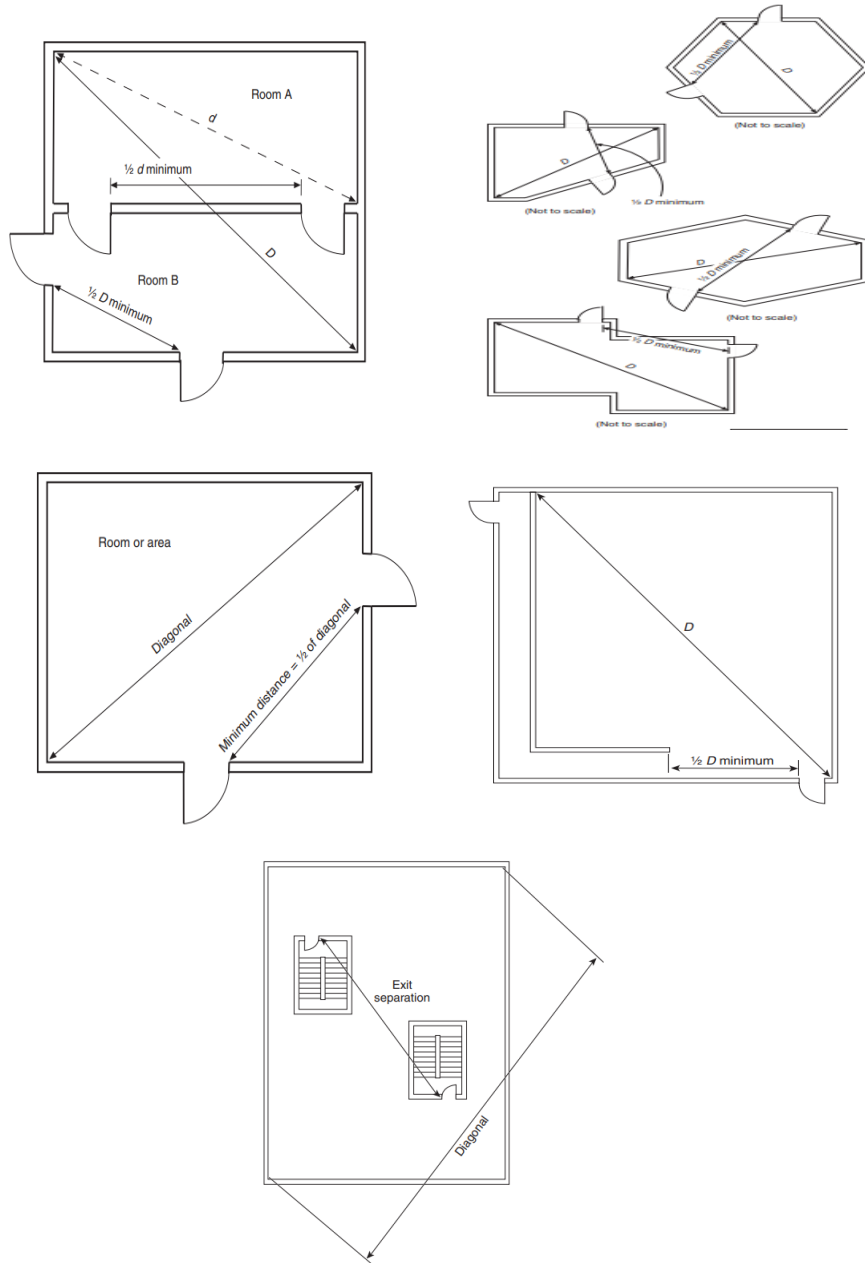
Ek-5/B Çıkışlara Götüren En Uzun Kaçış Uzaklıkları ve Birim Genişlikleri

Kullanım Sınıfı	Tek yön en çok uzaklık (m)		İki yön en çok uzaklık (m)		Birim genişlik için kişi sayısı				Çıkamaz koridor en çok uzaklık(m)	
	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemi	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemi	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdivenlerinde	Rampalar ve Koridorlarda	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemi
					Dışarı çıkış kapısı	Diğer kapılar ve koridor kapıları				
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
Yurtlar, Yatakhaneler	15	30	45	75	50	40	30	50	15	20
Mağazalar, Dükkânlar, Marketler	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Otoparklar ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Okul ve Eğitim Yapıları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Toplanma Amaçlı Binalar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Hastaneler, Huzurevleri	15	25	30	45	30	30	15	30	15	20
Oteller, Pansiyonlar	15	20	30	45	50	40	30	50	15	20
Apartmanlar	15	30	30	75	50	40	30	50	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.

BYKHY Madde 39'a göre aksi belirtilmedikçe bütün yapılarda en az 2 çıkış tesis edilmesi ve çıkışların korunmuş olması gerekmektedir. Kaçış yolu kapılarını konumlandırırken BYKHY Madde 39'a göre bölünmemiş alanlarda iki yönlü kaçış mesafesi alabilmek için iki kaçış kapısı arasındaki mesafenin köşegen uzunluğunun (diyagonal mesafe) yarısından, binada yağmurlama sistemi varsa köşegen uzunluğunun 1/3'ünden daha uzak olması gerekmektedir.



Şekil 2. Köşegen uzunluğuna göre çıkış kapıları tasarımı (NFPA 101, 2009)

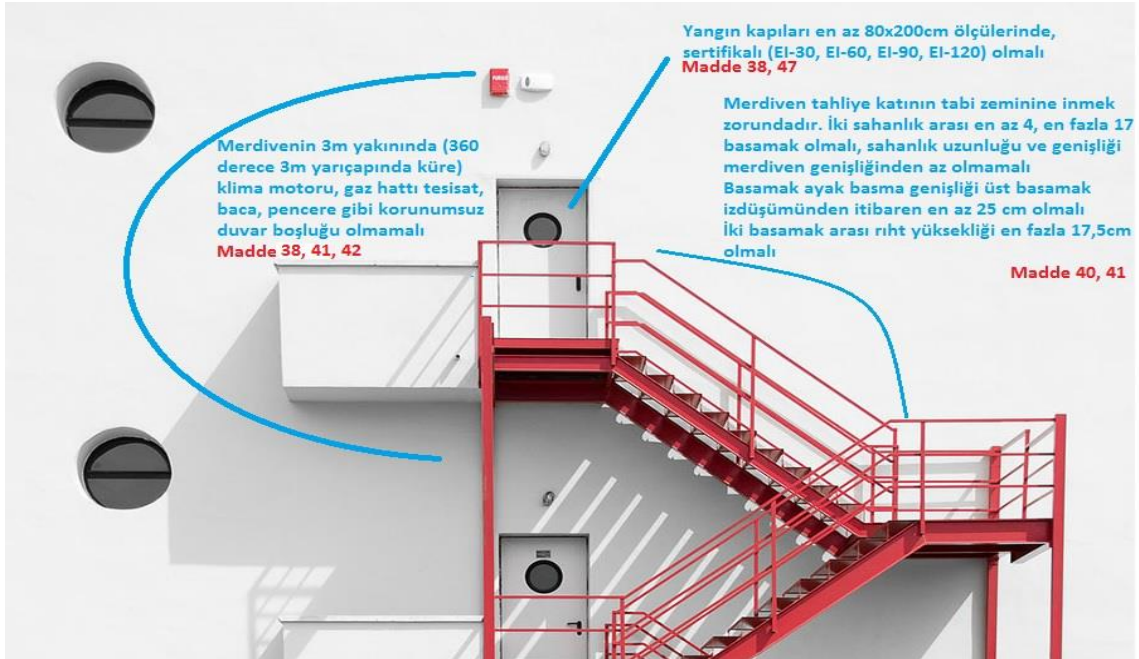
Kapıların mekan içerisindeki konumunu belirledikten sonra kapıların genişliğini belirlemek için Tablo Ek-5/A'da belirtilen katsayılara ($m^2/\text{kişi}$) göre kullanılan mekan metrekaresi üzerinden kullanıcı yükünün bulunması gerekmektedir. Kişi sayısı bulunduğundan sonra Tablo EK-5/B'de belirtilen birim genişlik için kişi sayısı katsayılarından faydalanarak kapı genişlik ölçüleri ve merdiven genişlik ölçüleri hesaplanmalıdır.

Örneğin 600 metrekaresel (30mx20m) bir konferans salonunda en az 2 çıkış kapısı bulunmalıdır. Bu kapılar arasındaki mesafe köşegen uzunluğunun (yaklaşık 36m) yarısı 18m'den daha yakın olmamalıdır. Bu salondaki kişi yükü 600 metrekaresel/1.5(konferans salonu) hesabı ile 400 kişidir. Madde 33'e göre 400/100(toplanma amaçlı binada dışarı çıkış

kapısı katsayısı)x0.5m=2m olmalıdır. Yani iki kapıdan her biri en az 100 cm genişlikte olmalıdır.

Kişi yükü hesabı her bir mahal için ayrı ayrı yapılmalı ve buna göre kapı genişlikleri hesaplanmalıdır. Daha sonra kişi yükleri toplanarak bir kattaki toplam kullanıcı yükü bulunmalı ve buna göre bu kata hitap edecek olan merdivenlerin genişlikleri hesaplanmalıdır. Örneğin bir okul binasının en yoğun katında bulunan tüm sınıflar, ofisler, toplantı salonları, yemekhane gibi alanların kişi yükleri toplanmalı ve kattaki toplam kullanıcı yükü hesaplanmalıdır. En yoğun katta 1200 kişi olduğunu varsayarsak madde 39-2 'ye göre katta en az 4 çıkış (kaçış merdiveni) olmalıdır. $1200/60$ (okul ve eğitim yapıları merdiven katsayısı) x 0.5 m=10 m merdiven genişliğine ihtiyaç vardır. Kişi yoğunluğunun 1200 olduğu bir katta Tablo Ek/5B'de belirtilen kaçış mesafelerine uygun konumlandırılmış en az 4 yangın merdivenine ve bu merdivenlerin kaçış kol genişlikleri toplamının 10 m olmasına ihtiyaç vardır.

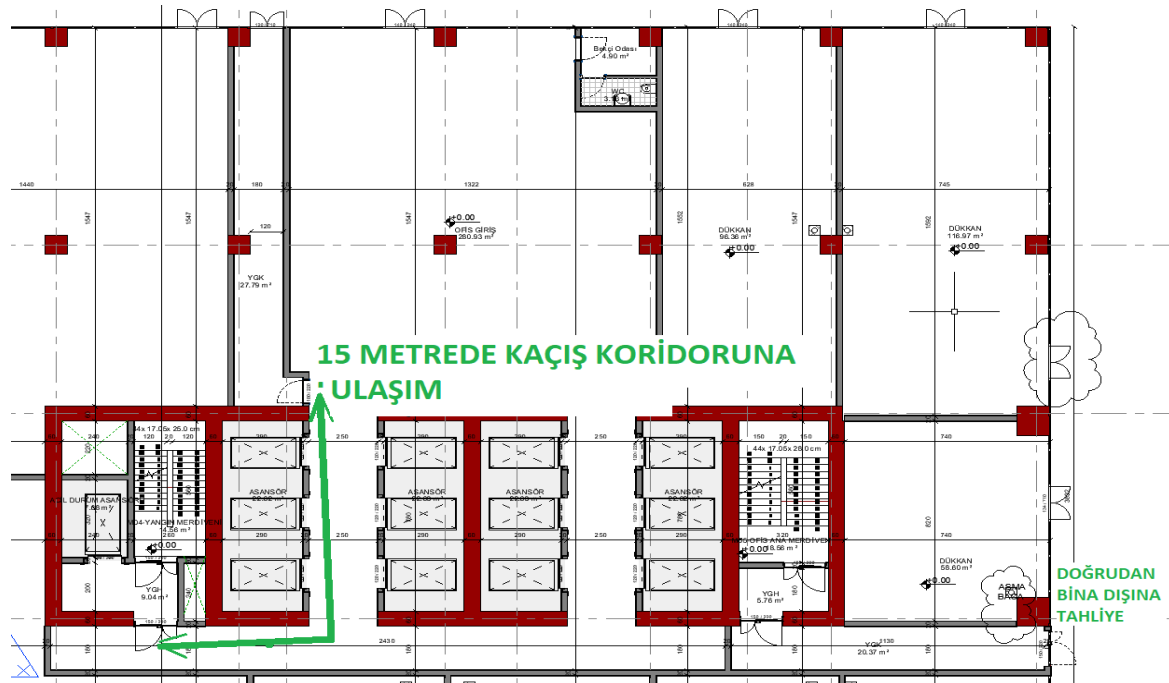
Bir binada yangın hangi noktada çıkarsa çıksın o katta bütün insanların çıkışlarının sağlanması için kaçış yollarının ve kaçış merdivenlerinin birbirine alternatif olması gerekmektedir. Kaçış merdivenleri yan yana yapılamaz ve bir merdivenin içerisinden geçilerek diğer merdivene ulaşım sağlanamaz. Merdiven başladığı kattan tahliye olunacak kata kadar sürekliliğini korumalıdır, merdivenden kaçan birisinin merdivene girdikten sonra tahliye katına kadar merdiven kovanından çıkmadan yol alması ve tahliye katında çıkışa yönlendirilmesi gerekir.



Şekil 3. Bina dışı kaçış merdiveni özellikleri

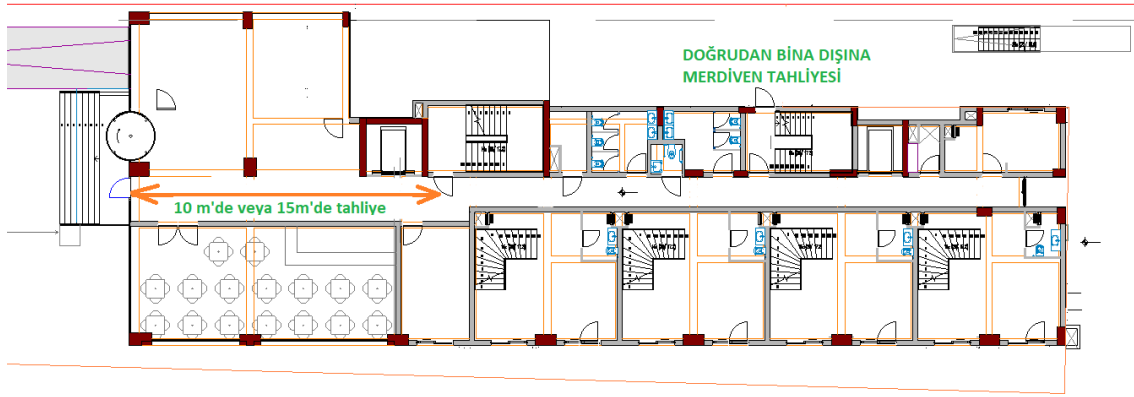
BYKHY Madde 41'e göre kaçış merdivenlerinin kapasite ve sayı bakımından en az yarısının doğrudan bina dışına açılması gerekmektedir. Merdivenlerin diğer yarısının ise zemin düzeyindeki dışarı çıkışın görülebildiği ve engellenmediği hol, fuaye, lobi gibi bir dolaşım

alanına inmesi halinde, kaçış merdiveninin indiği nokta ile dış açık alan arasındaki uzaklık, kaçış merdiveni bir kattan daha fazla kata hizmet veriyor ise 10 m'yi aşmamalıdır. Yağmurlama sistemi olan yapılarda bu uzaklık en fazla 15 m olabilir.



Şekil 4. Yapı yüksekliği 51.50m'yi geçen bir binanın zemin kat merdiven tahliyesi (İzmir İtfaiyesi Proje arşivi)

Yukarıdaki **Şekil 4** yapı yüksekliği 51.50 m'yi geçen konut ve ofis kullanımlı bir kule yapısının zemin kat merdiven tahliyelerini göstermektedir. Kulelerde alanı verimli kullanmak için ve statik hesaplamalardan ötürü merdivenler ve asansörler bina kitlesinin tam ortasında yer almakta ve merdivenlerin yarısının doğrudan bina dışına, diğer yarısının ise 15 m'de (yağmurlama sistemi olan) bina dışına tahliyesi mümkün olamamaktadır. Bunu sağlayabilmek için sol taraftaki merdivenin yangın güvenlik holü kapısından çıktıktan sonra 15 metrede ulaşılacak şekilde bina dışına tahliye sağlayan bir yangın kaçış koridoru tasarlanmıştır. Sağ taraftaki merdivenin doğrudan bina dışına tahliyesini sağlamak için ise yangın güvenlik holü kapısından sonra yangın kaçış koridoru bina kitlesi dışına kadar uzatılmış ve doğrudan bina dışına tahliye sağlanmıştır.



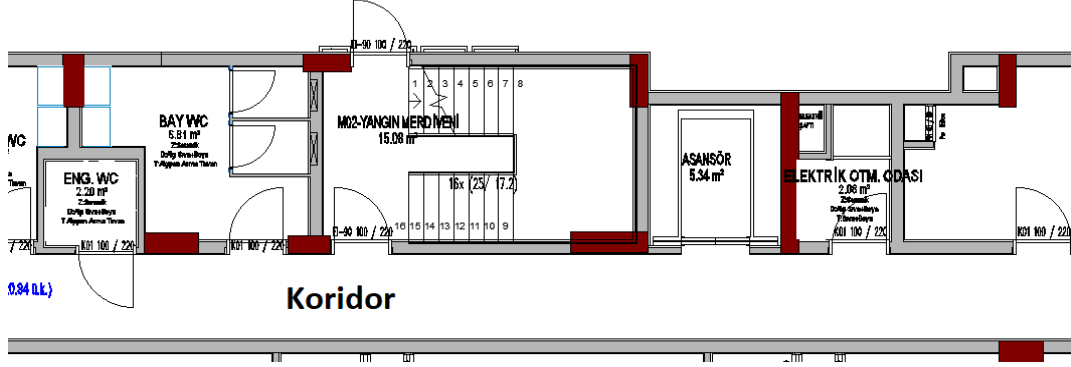
Şekil 5. Otel binası zemin kat merdiven bina dışı tahlieleri (İzmir İtfaiyesi Proje arşivi)

Yukarıdaki **Şekil 5** bir otel yapısına ait zemin kat merdiven tahliyelerini göstermektedir. BYKHY madde 41'e göre soldaki merdiven otel lobi kısmından bina dışı açık alana 15 m'de (yağmurlama sistemi ile) ulaşmakta, sağdaki merdiven ise doğrudan bina dışı açık alana ulaşım sağlamaktadır. Bu yapıda tüm katlarda ve tüm bölümlerde kaçış mesafeleri Tablo Ek 5B'ye uygun olmalıdır ayrıca Madde 39-4 bendine göre; çıkış mesafelerinin kapıdan alındığı kullanım sınıflarında (Madde 48, Madde 50), bir koridor içerisindeki 2 kaçış merdiveni arasındaki mesafe, yağmurlama sistemi olmayan yapılarda koridor uzunluğunun yarısından ve yağmurlama sistemi olan yapılarda ise koridor uzunluğunun 1/3'ünden az olamaz denilmektedir. (**Şekil 6**)

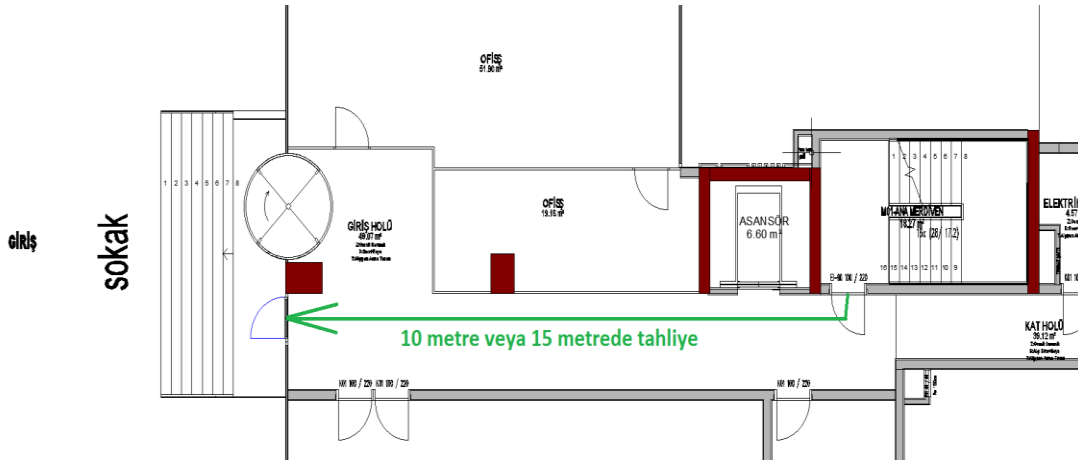


Şekil 6. Otel binası normal katlarda merdiven konumlandırılması (İzmir İtfaiyesi Proje arşivi)

DOĞRUDAN SOKAĞA TAHLİYE



Şekil 9. Zemin katta doğrudan bina dışına tahliye olan yangın merdiveni (İzmir İtfaiyesi Proje arşivi)



Şekil 10. Zemin katta yağmurlama yoksa 10m’de, yağmurlama varsa 15m’de bina dışına tahliye (İzmir İtfaiyesi Proje arşivi)

3. SONUÇ

Bu metinde Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte belirtilen pasif yangın önlemlerinden kaçış kapıları ve kaçış merdivenleri tasarımında yapılması gerekenler özetlenmeye çalışılmıştır. Kaçış yolu tasarlanırken yapı kitlesinin parselde yerleşimi, kullanım sınıfı, tehlike sınıfı, kullanım alanı, yapı yüksekliği belirlenmeli bu kriterlere göre BYKHY Tablo Ek-5/A’da belirtilen kullanıcı yükü hesaplanmalı, sonrasında Tablo Ek-5/B’de belirtilen kaçış mesafelerine ve genişliklere uygun olacak şekilde kaçış kapıları ile kaçış merdivenleri tasarlanmalıdır. Kullanım sınıfına uygun olmayan faaliyetlerin uygun olmayan parsellere inşaa edilmesi veya yapılırken kullanım amacı olmayan, ne amaçla kullanılacağı belli olmadığı binaların projelendirilmesi telafisi mümkün olmayan mimari hatalara sebep olmaktadır.

Bu sebeple Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte belirtilen görev, yetki ve sorumluluklara göre tasarım ve denetim yapılması çok önemlidir. Bütün doğal afetlerde olduğu gibi yangınlarda da can ve mal kayıplarının sebebi; yanlış ve kötü tasarlanmış

binaların, denetimlerinin yeterli olmaması, hatalı yapılmış binalarda insanların yaşamak zorunda olmasıdır.

KAYNAKLAR

Binaların Yangından korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayı:26735 Tarih:19.12.2007 ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Sayı:27344 Tarih:9.09.2009

City of Chicago Department of Buildings 2019. -Basics of the Chicago Construction Codes-Morning Session2:Egress and Fire Resistance Rated Construction-Self Certification Permit Program (12.10.2019)

NFPA 101, 2009. Life Safety Code s 351.

KAPALI ALAN YANGIN TAHLİYE SENARYOLARININ DİJİTAL ORTAMDA OLUŞTURULMASI

Arş. Gör. Koray Aksu¹

Prof. Dr. Hande Demirel²

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü^{1,2}

ÖZET

Gelişmiş ülkelerde insanlar zamanlarının %90'ını iç mekanlarda geçirmektedir. Bu mekanların büyük çoğunluğu şehirlerdeki alışveriş merkezleri, hastaneler, tiyatrolar, hava limanı gibi büyük ve karmaşık yapılardır. Yapıların karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda, olası bir afet anında can kaybının en aza indirilmesi ve insanların güvenli bir şekilde tahliyesi çok önemli bir konudur. Ancak tahliye tatbikatları maliyetli, sınırlı temsil kapasitesine sahip ve çok fazla planlama gerektirmektedir. Bu çalışma kapsamında, üç boyutlu Yapı Bilgi Modeli platformunu etmen tabanlı bir oyun platformuna entegre eden öncül bir yangın tahliye simülasyonu tasarlanmıştır. Geliştirilen kavramlar, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi binasında test edilmiştir. Yangın anındaki insan davranışlarını temsil edecek farklı fiziksel özelliklere sahip karakterler tanımlanmış ve toplanma alanlarına erişilebilirlikleri incelenmiştir. Yapı Bilgi Modelinin farklı bölümlerinde konumlandırılan toplam 100 karakterin tahliye rotaları ve süreleri analiz edilmiştir. Tahliye yolları ve süreleri her karakter için izlenmektedir. Çalışmanın önemli bulgularına göre, karar vericiler olası risklerin en aza indirilebildiği bu tür platformlar aracılığıyla karmaşık binalarda daha verimli ve senaryo bazlı tahliye planlayabilirler.

Anahtar sözcükler: Yapı bilgi modelleme, bina tahliyesi, yangın güvenliği, mekansal analiz

ABSTRACT

In developed countries, people spend %90 of their time indoors. The majority of these places are large and complex structures such as shopping malls, hospitals, theaters, and airports, which people do not frequently visit. In case of a possible disaster in such complex structures, the evacuation of people to minimize the loss of life is very crucial. However, evacuation drills are costly, have limited representation capacity, and require huge planning efforts. Within the scope of this study, a preliminary scenario-based fire evacuation simulation is designed that integrates a three-dimensional Building Information Modelling platform into an agent-based game platform. The developed concepts are tested in the building of the Faculty of Civil Engineering, Istanbul Technical University. Characters with different physical characteristics are defined to represent human behaviors at the time of the fire, and accessibility to assembly areas is examined. The evacuation routes and times of a total of 100 characters positioned in different parts of the Building Information Model were analyzed. Evacuation paths and times are monitored for each character. According to the major findings of the study, decision-makers could plan more efficient, scenario-based evacuation for complex buildings via such platforms, where possible risks can be minimized.

Keywords: Building information modeling, building evacuation, fire safety, spatial analyses

¹ aksuko@itu.edu.tr

² demirelha@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Şehirde yaşayan insanlar çoğunlukla kapalı mekanlarda vakit geçirirler ve bu mekanların çoğu büyük şehirlerde yer alan alışveriş merkezleri, çok katlı binalar ve kamu binaları gibi karmaşık yapılardır. Bu durum göz önüne alındığında, afet durumunda can kaybının en az düzeye indirilmesi, güvenli ve hızlı bir şekilde tahliye sağlanması oldukça önemli bir faktördür. Bu durum yangın için incelendiğinde, yangın esnasında etrada yayılan zehirli gazlar, duman etkisiyle görüş mesafesinin kısıtlanması gibi faktörler insan hayatını önemli ölçüde etkilemektedir. Avrupa ülkelerinde yıllık olarak iki milyon yangın gerçekleşmekte olup, bu yangınların yaklaşık %90'lık bir kısmı binalarda meydana gelmektedir. Bu yangın kaynaklı ölümlerin yarısı duman ve zehirli gazların solunması nedeniyle meydana gelmektedir (Brushlinsky ve diğ., 2020). Yangın anında, özellikle etkilenebilecek insan sayısının fazla olduğu karmaşık yapılarda, gelişmiş teknolojiler kullanarak çeşitli yangın senaryolarına bağlı tahliye analizlerin gerçekleştirilmesi, kayıpların önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır (Wang ve diğ., 2021; Wehbe ve Shahrour, 2021). Mevcut binaların büyük çoğunluğunda yangın konusunda yapılan çalışmalar kat planları, yangın tüpü ve uyarı levhaları gibi nesnelerin binanın belirli bölgelerine yerleştirilmesi ile sınırlı kalmaktadır. Yangın esnasında oluşabilecek panik, karmaşık binanın yeteri kadar bilinmemesi gibi faktörler nedeniyle alınan önlemler yetersiz kalmaktadır. Dijital ortamlarda olası tüm bu senaryoların modellenmesi ve gerçekliğe uygun bir şekilde simülasyonların oluşturulması, olası tüm risklerin belirlenmesine katkı sağlayacak ve çözüm önerileri geliştirilmesine destek olacaktır.

1.1. Yapı Bilgi Modelleme (YBM) ve Yangın Tahliye Senaryoları

Yapı Bilgi Modelleme (YBM), nesne tabanlı üç boyutlu tasarımlar yapılmasına olanak sağlayan, yapılara ait geometrik ve semantik bilgiler arasında ilişkilerin tanımlandığı, binaya ilişkin bileşenlerin dijital ortamda yönetilmesine ve çok disiplinli çalışmalar için altlık oluşturan süreç ve teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Bryde ve diğ., 2013). YBM, çok disiplinli çalışmalar için uygun bir ortam olması ve yapıların yönetilmesi sürecine katkı sağlaması nedeniyle mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe önemli konuma gelmiştir (Liu ve diğ., 2019). Türkiye’de YBM’nin kullanımı incelendiğinde, Kabataş-Mahmutbey metro hattı, İstanbul Havalimanı gibi büyük projelerde inşaat süreci, proje yönetimi ve tesis yönetimi amaçlı olarak kullanıldığı gözlenmektedir (Akın ve diğ., 2017; Sürücü, 2020). YBM, sağladığı geometrik ve semantik bilgiler sayesinde üç boyutlu mekansal analiz, üç boyutlu görselleştirme ve simülasyonların gerçekleştirilmesi için mekansal veri altyapısı sağlamaktadır. Bu platform kullanılarak yangın güvenliği yönetimi için çeşitli yangın simülasyonları ve tahliye senaryoları planlanabilir (Sun ve Turkan, 2020).

1.2. Yangın Tahliyeleri için En Kısa Rotanın Belirlenmesi

Yangın esnasında binaların en güvenli ve hızlı şekilde tahliye edilmesi oldukça önemli bir unsur olup ve kapalı alan rota planlaması acil durum yönetim sistemlerinin önemli bir parçasıdır (Gao ve Zhao, 2017; Chou ve diğ., 2019; Wang ve diğ., 2019; Mirahadi ve McCabe, 2021). Bu kapsamda yapılan çalışmalarda farklı algoritmalar kullanılmaktadır. En kısa rota problemlerinin çözümünde A*, Dijkstra, Floyd-Warshall ve Bellman-Ford algoritmaları sıklıkla tercih edilmektedir. Graf teorisine göre çalışan bu algoritmalar kaynaktan hedefe doğru en kısa rotayı bulmaya odaklanmakta ve yangın tahliye planlamasında optimum rotaların belirlenmesi için

kullanılmaktadır (Chou ve diğ., 2019). Bu çalışmada, diğer yöntemlere göre daha hızlı sonuç üreten A* algoritması kullanılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

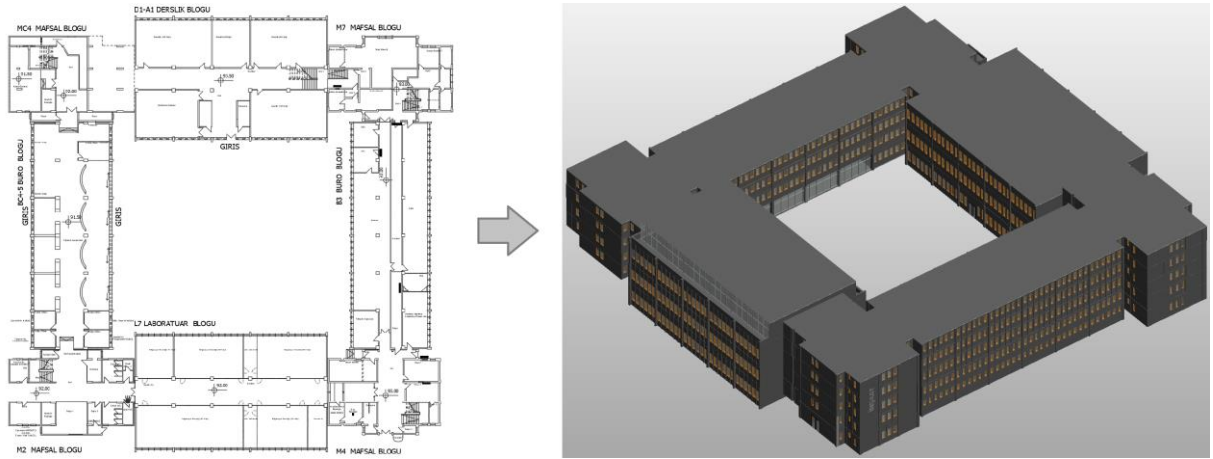
2. VERİ VE YÖNTEM

Yangın tahliye senaryolarının yapılacağı üç boyutlu dijital ortamın YBM çerçevesinde sağlanması için, farklı veri kaynaklarının birbirlerine entegrasyonu gerçekleştirilmelidir. Öncelikle, çalışma bölgesinin yükseklik bilgisi içeren iki boyutlu kat planları İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı Teknik Daire Başkanlığı'ndan sağlanarak çalışma bölgesine ait YBM, AutoDesk Revit ortamında oluşturulmuştur. Ardından, YBM-oyun platformu entegrasyonu yapılarak modelin Unity3D ortamına aktarımı gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada zemin ve merdiven yüzeyleri için rotalama yüzeyi tanımlanarak en kısa yol algoritması için uygun altyapı oluşturulmuştur. Simülasyonlar için farklı fiziksel özelliklere sahip karakter modelleri tasarlanmıştır. Çalışma bölgesinin belirli bir bölümünde yangın olmadığı durum ve yangın olduğu durumda en kısa rota analizi ile tahliye senaryoları süre açısından incelenmiştir.

Çalışma bölgesi İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Binası'nın dört bloğunu kapsamakta olup, toplamda 11 katı kapsamaktadır. Bu binada; sınıflar, ofisler, tuvaletler, koridorlar, depolar, arşivler gibi yaklaşık 500 bağımsız alan bulunmaktadır. Kat yükseklikleri 3 - 4.5 metre arasında olup, bu ölçüme ara katlar da dahil edilmiştir.

2.1. Yapı Bilgi Modelinin Oluşturulması

YBM'nin oluşturulması için yükseklik bilgisi içeren iki boyutlu kat planları kullanılmıştır. Kat planları AutoDesk Revit ortamına aktarılarak binaya ilişkin kolon, duvar, pencere, kapı vb. nesnelerinin kütüphanesi oluşturulmuştur. Ardından zemin katın kat planları referans kabul edilerek diğer kat planlarıyla birleştirilmiştir. Tüm kat planları aynı koordinat sistemine getirildikten sonra YBM üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen YBM **Şekil 1**'de sunulmaktadır.



Şekil 1: İTÜ, İnşaat Fakültesi Yapı Bilgi Modeli (YBM)

2.2. Yapı Bilgi Modeli'nin Unity Oyun Platformuna Entegrasyonu

YBM'nin oluşturulduğu ortam ile simülasyonların gerçekleştirileceği ortam farklı olduğu için entegrasyon yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda Unity3D eklentisi olan Tridify aracı kullanılmıştır. Tridify, IFC veri formatındaki modelleri bulut ortamında dönüştürerek Unity3D platformuna aktarmak için geliştirilen bir araçtır. Oluşturulan YBM, IFC veri formatına dönüştürülerek Tridify aracılığıyla Unity ortamına aktarılmıştır. YBM'nin Unity ortamında temsili **Şekil 2**'de yer almaktadır.



Şekil 2: YBM-Unity entegrasyonu

2.3. Rotalama Yüzeyinin Oluşturulması ve Karakterlerin Tanımlanması

Model içerisinde yer alan karakterlerin hareketinin sağlanması için rotalama yüzeyinin oluşturulması gerekmektedir. Bunun için nesnelerin yüzeyinde hareket edilebilirlik bilgisi modele eklenmelidir. Bu kapsamda nesnelere ait yürünebilirlik bilgileri eklenerek rotalama yüzeyi oluşturulmuştur. Ayrıca modelin dışına iki adet toplanma bölgesi tanımlanmış ve rotalama yüzeyine dahil edilmiştir. Nesne gruplarına ait yürünebilirlik bilgisi **Çizelge 1**'de sunulmaktadır.

Çizelge 1: Obje yüzeylerine ait yürünebilirlik durumu

Objeler	Yürünebilir yüzey	Yürünemez yüzey
Kapı		✓
Pencere		✓
Kolon		✓
Duvar		✓
Zemin	✓	
Merdiven	✓	
Korkuluk		✓

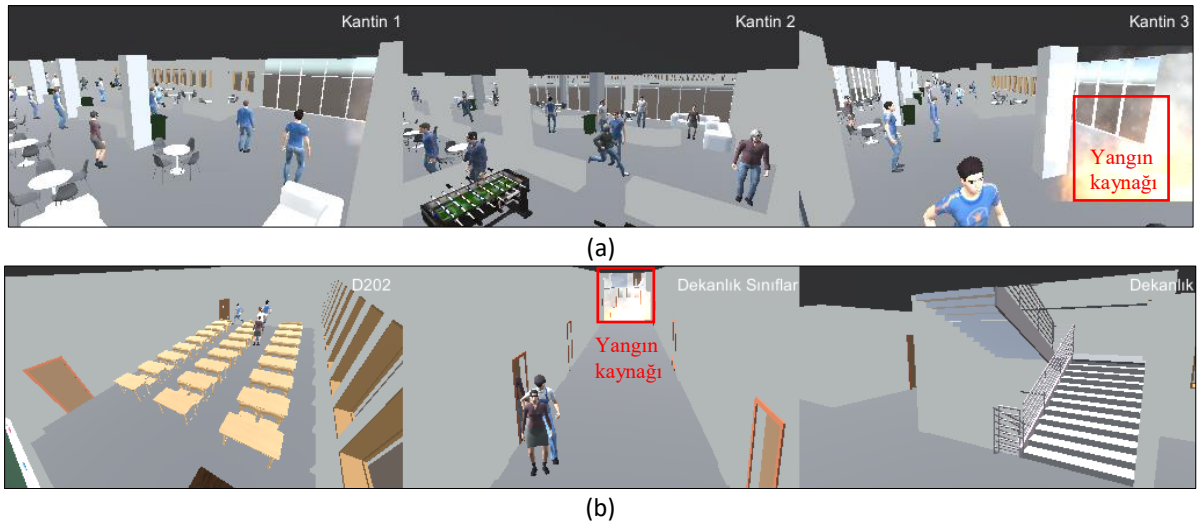
Simülasyon ortamında insanların temsil edilebilmesi için üç boyutlu insan modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda boy, kilo, görünüm gibi fiziksel açıdan birbirinden farklı 10 karakter tasarlanmış ve modele dahil edilmiştir.

2.4. Farklı Senaryolar için Tahliye Simülasyonlarının Uygulanması

Yangın tahliye senaryoları, farklı konumlarda bulunan yangın kaynaklarına göre ve yangının olmadığı durum için planlanmış ve binadan tahliye süreleri incelenmiştir. Bu kapsamda iki farklı senaryo model üzerinde uygulanmıştır. İlk senaryoda kantinin mutfak bölümünde yangın meydana gelmesi durumunda simülasyon oluşturulmuştur. İkinci senaryoda D202 no'lu sınıfın bulunduğu koridorun merdivenlere yakın bölümünde yangın meydana geldiği durum incelenmiştir. İlgili sonuçlar **Çizelge 2**'de yer almaktadır.

Yangın kaynağı merkezi	Çizelge 2: Farklı senaryolar için tahliye sonuçları		
	İlk tahliye süresi (s)	Son tahliye süresi (s)	Ortalama tahliye süresi (s)
Kantin mutfak	15	67	37
Koridor	18	80	55

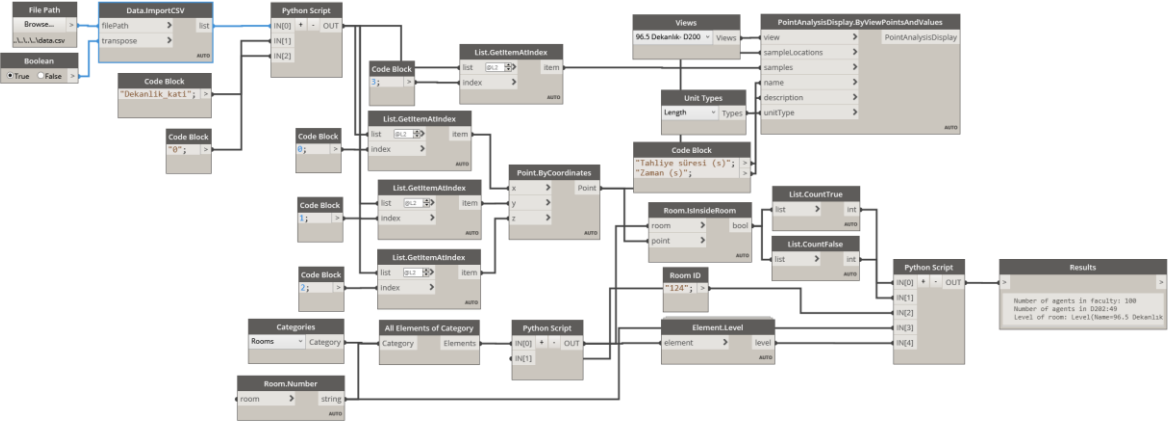
Farklı yangın kaynaklarına göre oluşturulan simülasyonlar **Şekil 3**'de yer almaktadır. Şekil 3.a'da kantin mutfakında çıkan yangın, karakterlerin en kısa yol rotasında olduğundan, karakterler yangını fark ederek, uzun bir rota olmasına rağmen diğer bina çıkışı kullanmaktadır. Yangın kaynağına yakınlık 20 metre olarak belirlenmiştir. Yangına yakınlık mesafesi senaryoya ve yangın türüne göre değişkenlik göstermektedir. Şekil 3.b'de ise benzer bir yangın kaynağı Dekanlık koridorunda bulunmaktadır. Yine karakterler kendileri için tasarlanan algoritmalarla göre hareket etmektedir. Aynı simülasyon platformu ile yangın olmaması durumunda binanın tahliyesi tüm karakterler için ortalama 28 saniyedir.



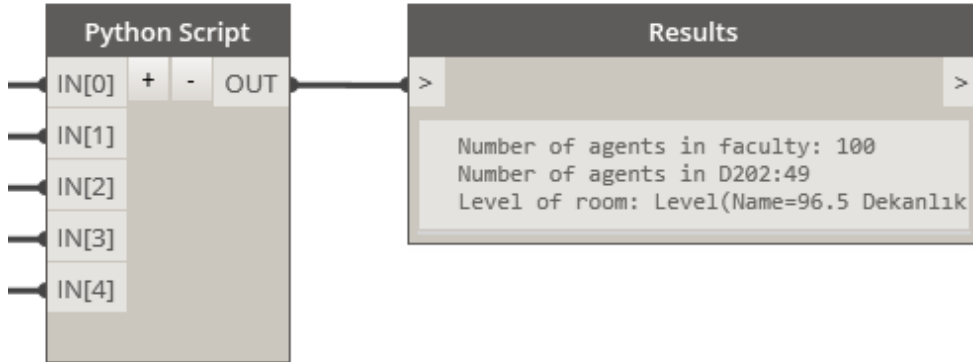
Şekil 3: Farklı senaryolar altında simülasyon sonuçları; (a): Kantin mutfak merkezli, (b): Koridor merkezli

2.5. Simülasyon Sonuçlarının DynamoBIM Ortamına Aktarımı

Unity ortamında yapılan simülasyonların sonucunda her karaktere ait ilk konumlarının bilgileri ve tahliye zamanı (x, y, z, t) oluşturulmuştur. Sonuçlar DynamoBIM ortamına aktararak tahliye süreleri incelenmiştir. Ayrıca modelde bulunan bağımsız alanlara ait etiket bilgileri de kullanılarak farklı mekansal sorgulamalar gerçekleştirilmiştir. DynamoBIM modeli **Şekil 4**'de sunulmaktadır. Örnek bir sorgu, **Şekil 5**'te yer almaktadır. Sorgu, binada bulunan toplam karakter sayısını, D202 no'lu sınıfta bulunan karakterlerin sayısını ve kat bilgisini içermektedir.



Şekil 4: DynamoBIM grafik modeli



Şekil 5: DynamoBIM ortamında sorguların gerçekleştirilmesi

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, farklı veri kaynakları ve platformlar kullanılarak belirlenen koşullar altında senaryolar oluşturularak yangın tahliye simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Binada bulunan toplam 100 karakter için, iki farklı yangın kaynağı ile simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve tahliye süreleri elde edilmiştir. Kantinin mutfak bölümünde yangın kaynağı bulunduğu durumda karakterlerin ortalama 37 saniyede, koridor merkezli yangın kaynağı olduğunda ortalama 55 saniyede binayı tahliye ettiği gözlenmiştir. Ortaya çıkan tahliye süresi farklılıklarının nedeni ise, yangın kaynaklarının en kısa rota üzerinde bulunmasıdır. Bu nedenle karakterler en kısa rotayı tercih edememektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan YBM iki boyutlu kat planları kullanılarak oluşturulmuştur. Kat planlarının zamana bağlı olarak güncelliğini yitirmesi ve içerdiği detay seviyesinin az

olmasından dolayı YBM üretiminin daha güncel ve teknolojik yöntemlerle üretilmesi sürece katkı sağlayacaktır. Burada makina öğrenmesi temelli fotogrametrik görüntü ve nokta bulutu işleme ve sınıflandırma yöntemleri ile daha doğru ve yüksek detay seviyesine sahip YBM oluşturulabilir.

Yangın simülasyon modelinde bulunan karakterler fiziksel olarak birbirinden farklılık göstermektedir, birbiriyle olan etkileşimleri yalnızca fiziksel özelliklerine bağlıdır, karakterlerin birbiriyle ve çevreyle olan etkileşimini artırmak ve farklı karar mekanizmaları oluşturmak için gelişmiş karar mekanizma modelleri (etmen tabanlı modelleme vb.) kullanılabilir.

Simülasyonda bulunan yangın kaynağı belirli bir alanı kapsamakta ve duman etkisi gözardı edilmektedir. Simülasyonun gerçekliğinin artırılması için akışkanlar dinamiği modeli yaklaşımını kullanan Yangın Dinamiği Simülatörü kullanılarak alev ve dumanın iç mekanda oluşturacağı etki modele dahil edilerek daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilir. Elde edilen sonuçlar, tahliye güvenliği ve yangın riskinin en az düzeye indirilmesi açısından karar vericilere destek sağlayabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK ARDEB-1001 programı çerçevesinde 121099 numaralı “Yapı Bilgi Modeli Tabanlı Yangın Tahliye Simülasyonu (YBIMS)” projesi kapsamında desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

Akın, Ö., Mert, B., Eroğlu, O., Arslan, M., Şeker, D. Z., & Demirel, H. 2017. Yapı Bilgi Modellerinde Mekansal Verilerin Rolü, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(3), 137-143.

Brushlinsky, N. N., Ahrens, M., Sokolov, S.V., Wagner, P. 2020. World Fire Statistics 2020 Report 25, Center of Fire Statistics.

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. 2013. The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM), International Journal of Project Management, 31(7), 971-980.

Chou, J. S., Cheng, M. Y., Hsieh, Y. M., Yang, I. T., & Hsu, H. T. 2019. Optimal Path Planning in Real Time for Dynamic Building Fire Rescue Operations Using Wireless Sensors and Visual Guidance. Automation in Construction, 99, 1-17.

Gao, Y., & Zhao, J. 2017. Computer Aided Fire Safety Engineering Model Based on Shortest Path Algorithm. Journal of Digital Information Management, 15(3).

Liu, Z., Lu, Y., & Peh, L. C. 2019. A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in The Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry. Buildings, 9(10), 210.

Mirahadi, F., & McCabe, B. Y. 2021. Evacusaft: A Real-Time Model for Building Evacuation Based On Dijkstra's Algorithm. Journal Of Building Engineering, 34, 101687.

Sun, Q., & Turkan, Y. 2020. A BIM-based simulation framework for fire safety management and investigation of the critical factors affecting human evacuation performance. Advanced Engineering Informatics, 44, 101093.

Sürücü, N. 2020. BIM for Infrastructure: A Spatial Perspective to Utility Network Management Using BIM Applications, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Wang, L., Li, W., Feng, W., & Yang, R. 2021. Fire Risk Assessment for Building Operation and Maintenance based on BIM Technology. Building and Environment, 205, 108188.

Wang, W., Liu, G., Chen, X., Liu, Z., Zhang, A., Xing, Z., ... & Fei, T. (2019). Dijkstra Algorithm Based Building Evacuation Recognition Computing And Iot System Design and Implementation. In 2019 IEEE 13th International Conference on Anti-Counterfeiting, Security, and Identification (ASID). IEEE.

Wehbe, R., & Shahrour, I. 2021. A BIM-Based Smart System for Fire Evacuation. Future Internet, 13(9), 221.

YANGIN TAHLİYESİNDE DUMANIN ETKİSİNİN TATBİKAT VE BENZETİM YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI: OFİS BİNASI ÖRNEĞİ

Arş. Gör. Arca Gizem İpekçi¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü¹

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Ofis binaları, çok sayıda kişinin bir çalışma ortamında bir arada bulunduğu ve yoğun kullanılan ortamlardır. Yangın durumunda ortaya çıkan olumsuz koşullardan bina kullanıcılarının etkilenmemesi için planlı ve hızlı bir tahliyenin yürütülmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, ofis binalarında yangın anında kullanıcıların tahliyesi ve dumandan etkilenme oranlarının incelenmesi için bir ofis binasında, ofis çalışanlarıyla dumanlı-aydınlık, dumanlı-karanlık, dumansız-aydınlık ve dumansız-karanlık olmak üzere 4 farklı ortamda tahliye tatbikatı yapılmıştır. Bu tatbikatların daha sonra sayısal benzetim destekli incelenmesi için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) tabanlı yangın benzetimi Fire Dynamic Simulator (FDS) ile birlikte Pathfinder tahliye benzetimi kullanılarak ofis binalarına özel tahliye olanaklarının irdelenmesi hedeflenmiştir. Yangın benzetiminde ilgili standartlarda belirtilen yangın yükleri temel alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Hazırlanan örnek yangın durumu tahliye benzetimine aktarılmış ve bu programda bina kullanıcılarının tahliye süreleri, dumana maruz kalma düzeyleri, maruz kalınan sıcaklık değerleri ve yangın emisyonu olan toksik gazlara maruziyet dereceleri irdelenmiştir. Bu irdellemeler tatbikat anındaki yolcu hızları ve tahliye süreleri ile karşılaştırılarak, tahliye analizi için tatbikat ve benzetim yöntemlerinin tutarlılığı karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Yangın, yangın benzetimi, tahliye, yangın tatbikatı

ABSTRACT

Office buildings are environments where a large number of people are together in a working environment and are used intensively. It is very important to carry out a planned and quick evacuation so that the building users are not affected by the adverse conditions that arise in the event of a fire. In this study, evacuation drills were conducted in an office building with office workers in 4 different environments: smoky-light, smoky-dark, smokeless-light and smokeless-dark, in order to examine the evacuation of users in the event of a fire in office buildings and their rates of exposure to smoke. In order to analyze these exercises with simulation support, it is examined the evacuation possibilities specific to office buildings by using the Computational Fluid Dynamics based fire simulation Fire Dynamic Simulator (FDS) together with the Pathfinder evacuation simulation. Calculations were made based on the fire loads specified in the relevant standards in the fire simulation. And this prepared sample fire situation was transferred to the evacuation simulation and in this program, the evacuation times of the building users, their exposure levels to smoke, the temperature values they were exposed to and their exposure to toxic gases, which are fire emissions, were examined. These considerations were compared with the passenger speeds and evacuation times at the time of the exercise, and the consistency of the drill and simulation methods for the evacuation analysis was compared.

Keywords: Fire, fire simulation, evacuation, fire drill

¹ gizemipekci@yildiz.edu.tr

² serteser@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Binaların standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak yapılması emniyetli bir tahliye için yeterli koşulları sağlar ve yangın riskini azaltır. Ancak, bu uygulamaların başarısı büyük ölçüde bina sakinlerinin yangın durumundaki davranışlarına bağlıdır. Yangın çıktığında insanların farklı davrandığı görülür. Örneğin bazıları hemen çıkışlara yönelebilir, bazıları alarmları görmezden gelip bir süre daha çalışmaya devam edebilir, bazıları odada kalıp yardım beklemeyi tercih edebilir, ya da yangına müdahale etmeye çalışabilir. Tahliye öncesi sürecin analizi ile ilgili olarak, bina sakinlerinin yangının meydana geldiğini fark ettikleri andaki hareket eylemlerini ve davranış kalıplarını başlatmak için geçen süreyi dikkate almak gerekir. İnsanların davranışsal tepkileri, çevreyle ilgili bilişlerinden ve algılarından etkilenebilir ve bu da bina sakinlerinin özellikleri, binanın özellikleri ve yangının özellikleri ile ilgili faktörlere bağlıdır.

Tahliyede, tahliye süresinin önemi ve insan davranışlarına göre bu zamanın değişimi göz önüne alındığında bu davranışlar öngörülebilir olmalıdır. Tahliye anında insan davranışı üzerine yapılan çalışmalar bugüne kadar dört şekilde yürütülmüştür: Haberli veya habersiz tahliye tatbikatları, yangın sonrası anketler, laboratuvar araştırmaları ve bilgisayar benzetimleri. Dördünün de çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır. Gerçek bir yangın anında insanın gözlenmesi, binada yangın anında kamera olsa bile yangın ortamından etkileneceği için mümkün olamayacaktır. Yangını gerçek bir binada canlandırıp incelemek tehlikeli olabileceği için risklidir. Gerçek bir yangından tahliye olabilen insanlarla yapılan anketler, yangın anında insanların ne yapmayı tercih ettiği, sosyal davranış durumları ile ilgili bir öngörü verebilir ancak tahliye süreleri ile ilgili gerçekçi bir veri elde etmek olası değildir. Laboratuvar çalışmalarında, gerçek yangın senaryoları bir laboratuvarın kontrollü ortamına aktarılır. Burada davranış, öznel veriler ve fizyolojik veriler gibi değişkenler deneysel yöntemlerle araştırılabilir. Laboratuvar çalışmalarının etik olarak kabul edilebilir olması çok önemlidir. Yani deneyi yapan kişi, yalnızca katılımcıya gerçekten zarar vermeyen uyarıları/stres etkenlerini kullanabilir. Tatbikatlar, kontrollü durumlarda belirli tipteki senaryolara insanların nasıl tepki vereceğini incelemek için bir fırsat sağlayabilir. Ancak, gerçek yangın durumlarındaki insan davranışının, tatbikat anındakinden son derece farklı olabileceğine dikkat edilmelidir. İnsanlar gerçek yangın durumlarına tepki verdiğinde stres hissedebilir; bu da bilinci kapatabilir. Tatbikatlarda bu stres düzeyinin aynı olmaması yöntemin güvenilirliğini düşürür. Benzetim çalışmalarında Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) tabanlı yazılımlarla insanların tahliye süreleri incelenebilir. Ancak bu süreler hesaplanırken ön tahliye süresi, hareket hızı gibi veriler daha önceki çalışmalardan referans alınarak girdi olarak dışardan girilir. Tahliye hızının, ön tahliye süresinin cinsiyete, yaşa ve engel durumuna göre farklılıkları gözetilir. Bu verilerin kültürden kültüre değişebileceği de kabul edilir ancak her kültürde yeterli çalışma yapılmadığı için girilen verilerin gerçekçiliği sorgulanabilir.

2. METODOLOJİ

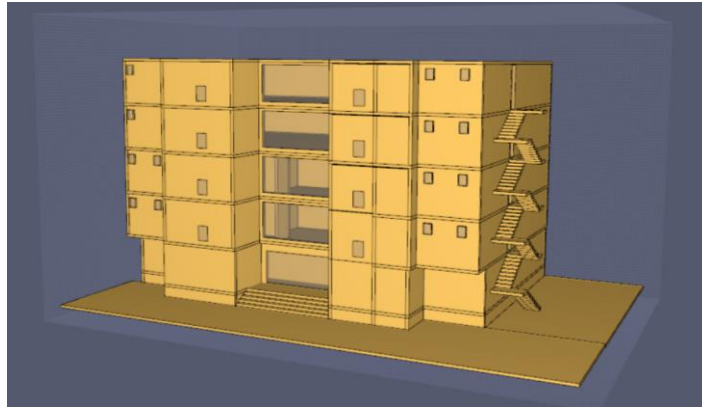
Bu çalışmada bu dört araştırma yönteminden ikisi olan tatbikat ve benzetim yöntemleri kullanılmıştır. Tatbikatların gerçekliğini arttırmak ve ölçmek için tatbikatın yapıldığı ofis binasında soğuk duman üreten bir duman makinesi kullanılmıştır. Bu makine kullanılarak, dumanlı-aydınlık, dumanlı-karanlık, dumansız-aydınlık ve dumansız-karanlık durumlarındaki

davranışlar dört ayrı senaryoda tatbikat yapılarak incelenmiştir. Daha sonra tatbikatlarda duman makinesinin çalıştırıldığı yerde bir yangın başladığını varsayan bir senaryonun HAD tabanlı Pyrosim programıyla sayısal benzetimi yapılmış ve tahliyede ise Pathfinder yazılımı kullanılmıştır. Pathfinder yazılımı, Reynold Kontrollü Hareket Davranış Modeli'ni kullanması ve akademik literatürde geçerli kabul edildiği için seçilmiştir. Reynold Kontrollü Hareket Davranış Modeli, modeldeki tüm kullanıcıların ayrı ayrı tanımlandığı (mikroskobik model), kullanıcıların hareketlerini otonom olarak tanımladığı bir yöntemdir (Reynolds, 1999). Kullanıcıların, yoluna çıkan engellere göre hareket etmesi ve davranış değiştirmesi gibi özellikleri bulunmaktadır. Bunun yanında SFPE modu ise kullanıcıların tahliyesini akışkanlar dinamiği prensiplerine göre modeller (Sosnowski ve Pisarek, 2014). Kapıların akış kapasitesi SFPE Handbook'ta belirtildiği gibi tanımlanır ve kullanıcıların bulundukları odadaki yoğunluğa göre belirlenen azami hızla hareket ettiği varsayılır (Hurley vd., 2015). Ayrıca Reynold modelinde kullanıcılar aynı konumu paylaşamazken bu moda göre kullanıcılar aynı konumda bulunabilirler (Topraklı ve Satır, 2022). Bu iki programın entegrasyonu hem tahliye süreleri görülebilmüş hem de yangın durumunda görünürlük, ortam sıcaklığı, duman ve zehirli gazların etkileri gibi veriler elde edilmiştir. Bu verilerin tatbikat verileri ile kıyaslanarak analizi yapılmıştır.

3. TATBİKAT ÇALIŞMALARI

3.1. Binanın Özellikleri

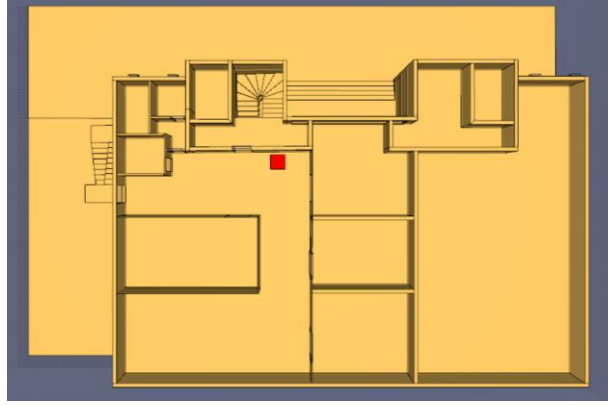
İstanbul Tuzla'da bulunan taban alanı 450 m² olan 5 katlı bir iş merkezinin 2. katındaki ofiste dört ayrı tatbikat gerçekleştirilmiştir (**Şekil 1**). Binanın giriş katının kat yüksekliği 3,60 m iken, diğer katlarının kat yüksekliği 3,00 metredir.



Şekil 1: Tatbikatın ve benzetimin yapıldığı ofis binası modeli

Ofiste biri toplantı odası olmak üzere 4 oda bulunmaktadır (**Şekil 2**). 3 odayı yöneticiler kullanırken, geri kalan personel ortak alanda birlikte çalışmaktadır. Toplantı odası, sürekli kullanılmadığı için tatbikat sırasında toplantı odasında kimse bulunmamaktadır. Binada ofisin tahliye için kullanabildiği kol genişliği 100 cm olan bir dış yangın merdiveni ve kol genişliği 120 cm olan bir de bina iç merdiveni bulunmaktadır. BYKHY Madde 42, 3. fıkrasına göre “Bina yüksekliği 21.50 m’den fazla olan binalarda, bina dışında açık merdivenlere izin verilmez”. Bu binanın yüksekliği 15.60 m olduğu için dış açık merdiven bulunması yönetmeliğe uygundur. Tatbikat sırasında hangi çıkışı tercih edecekleri kullanıcılara

bırakılmıştır. Ayrıca binada yağmurlama sistemi bulunmazken, yangın algılama ve alarm sistemleri yer almaktadır.



Şekil 2: Ofis binasında tatbikatın yapıldığı 2. kat planı

3.2. Tatbikatların Özellikleri

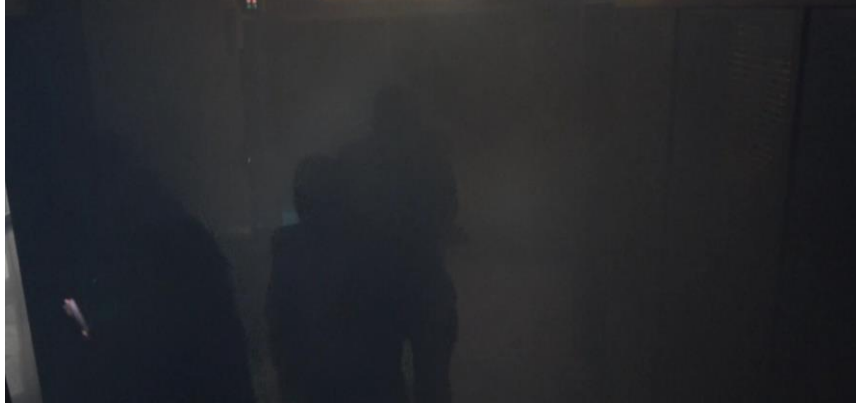
Tatbikatlara 11'i erkek 7'si kadın 30-50 yaş aralığında toplam 18 kişi katılmıştır. Tatbikat öncesinde 3 kişi bireysel olarak odalarında, 15 kişi ise ortak çalışma alanında bulunmaktadır. Tatbikatın yapılacağı önceden haber verilmiş olup, sirenle birlikte tahliye olmaları istenmiştir. Duman kaynağı en riskli bölge olarak belirlenen kaçış yolunun üzerinde, ana çıkış kapısına yakın bir konuma yerleştirilmiştir. Her iki merdivenden de geçmek için bu alandan geçiş zorunludur. Olası bir yangın durumunda o alanın kapanması iki çıkışı da engelleyecektir. Duman kaynağının üstünde tavanda bir yangın dedektörü bulunmaktadır.

Tatbikatlar kaçış yollarında ve iki ayrı çıkışta bulunan kameralarla kaydedilmiş, tatbikat sonunda kaçış merdiveni tercihleri, tahliye süreleri ve tahliye hızları incelenmiştir.



Şekil 3: Dumanlı-Aydınlık tatbikat

Gün içerisinde tatbikatların yapılacağı ve tatbikatların ikisinde duman kullanılacağı haber verilip onayları alınan çalışanlar ile sirenle birlikte önce dumansız-aydınlık, sonra dumansız-karanlık, dumanlı-aydınlık (**Şekil 3**) ve dumanlı-karanlık (**Şekil 4**) olmak üzere aynı gün içerisinde dört tahliye tatbikatı yapılmıştır. Ofis personeli her tatbikat sonrasında tekrar yukarı çalışma alanına geçip, siren sesiyle birlikte tekrar tahliyeye başlamışlardır.



Şekil 4: Dumanlı-Karanlık tatbikat

4. SAYISAL BENZETİM ÇALIŞMASI

Tatbikatların yapıldığı ofis binası birebir ölçekte PyroSim yazılımında modellenerek, tatbikatlarda duman kaynağının bulunduğu konumda bir yangın durumu senaryosunun benzetimi yapılmıştır. PyroSim, çeşitli yangın parametrelerinin görsel olarak benzetimini yapabilen ve veri tabanındaki kullanıcı tanımlı kat ve alan üzerindeki verilere dayanarak yangın sahası çevresindeki sıcaklığı, duman yoğunluğunu ve görünürlüğü görselleştirilebilen bir yazılımdır. Yangın yükü ile ilgili değerler ofis binası yangınları referans alınarak belirlenmiştir. Buna göre meydana gelecek olan yangının yangın yükü yoğunluğu 250 MJ/m^2 olarak alınmıştır. Yangın büyüme hızı BS PD 7974-1' e göre hızlı olarak seçilmiştir. Bu durumda hız sabiti $0,012 \text{ kW/s}^2$ olmaktadır. Buna göre, yangının 1055 kW ' a ulaşması 300 saniye sürecektir. Benzetimi yapılan yangında yanan malzeme poliüretan_GM27 olarak seçilmiştir. Bunun sebebi bu malzemenin karbon monoksit salınımının yüksek olmasıdır. Yapısal ve yapısal olmayan elemanlar ile bilgisayar performansı ve optimum sonuca ulaşma isteği göz önünde bulundurularak ağ (mesh) boyutları $0,2 \times 0,2 \times 0,2 \text{ m}$ olarak seçilmiştir. Buna göre toplam mesh sayısı 1.075.250 olarak hesaplanmıştır.

PyroSim benzetiminin sonuçları, sayısal ortamda tahliye benzetimi için Pathfinder yazılımına aktarılmıştır. Pathfinder'a tatbikattaki insanların konumları, cinsiyetleri ve sayıları tatbikatla aynı olacak şekilde girilmiştir. Tahliyeler, yazılımdaki Steering modunda yapılmıştır. Davranış aşamaları için nicel veriler, özellikle uyarı ve kaçışa başlama öncesi süreler, yangın olayları sırasında bina kullanıcısının davranışının gözlemlenmesiyle elde edilmiştir. Buna göre ofis binaları A sınıfı bina olarak değerlendirilmiştir. Tahliye senaryoları için, mevcut uyarı sistemine bağlı olarak alarmin başlama süresi ve kullanıcı aşinalığı, kullanıcı yoğunluğu, binanın mimari olarak karmaşıklığı gibi parametrelere bağlı olarak da ön seyahat sürelerinin tahmini yapılmaktadır. Bu çalışmada tahliye öncesi bekleme süresi 30 saniye olarak alınmıştır. Çıkış seçimleri ise yarısı yangın merdiveni, yarısı ise ana çıkış merdiveni olacak şekilde tanımlanmıştır.

5. SONUÇLAR

5.1. Tatbikatların Sonuçları

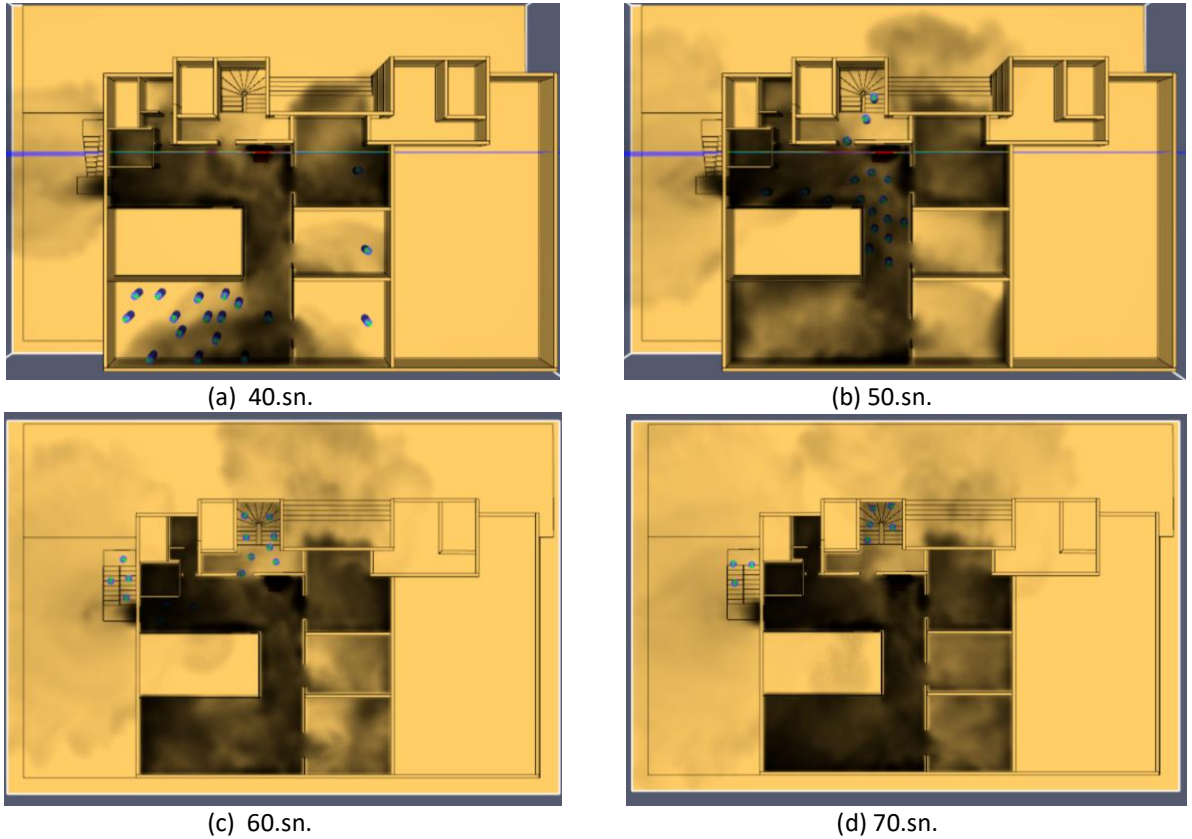
Tahliye olan insanlar çıkışın yoğunluğuna, etraflarındaki insanların seçimine göre yangın merdivenini ya da ana merdiveni seçmiştir. Tatbikatların sonunda çıkış seçimlerinde bir grup

davranışı olduğu anlaşılmıştır. İkili, üçlü ve dörtlü grupların olduğu 4 tatbikatta da bu grupların çıkış tercihleri farklı olsa da grubu oluşturan kişilerin beraber hareket ettikleri gözlenmiştir. Çizelge 1'deki çıkış seçimleri oranından da görüldüğü gibi oranlar birbirlerine çok yakındır. İlk tahliye başlayan kişi değişse de dört tatbikatta da ilk tahliye olan ve onun grubunda olanlar ana çıkışı tercih etmişlerdir. Ana çıkışı yoğunluk oluşmasıyla gruplar yangın merdivenine yönelmiştir. Bir önceki tatbikatta ana çıkışı seçen bir kişi, bir sonraki tatbikatta ana çıkışın yanındayken ana çıkış yoğun olduğu için yangın merdivenine yönelmiştir.

Çizelge 1'de tatbikatlardaki ortalama tahliye hızları, tahliye süreleri ve çıkış seçimleri verilmiştir. Her tatbikatta insanların hızında bir artış gözlenmiştir. Dumanlı-karanlık senaryoda koşulların zorluğundan dolayı bir miktar hız düşse de dumansız-aydınlık koşula göre ortalama hızın daha düşük olması beklenirken daha yüksek olması, tatbikat yaptıkça hızın arttığını doğrulamaktadır. Bu da tahliye tatbikatların ve tahliye eğitiminin önemini ortaya koymaktadır.

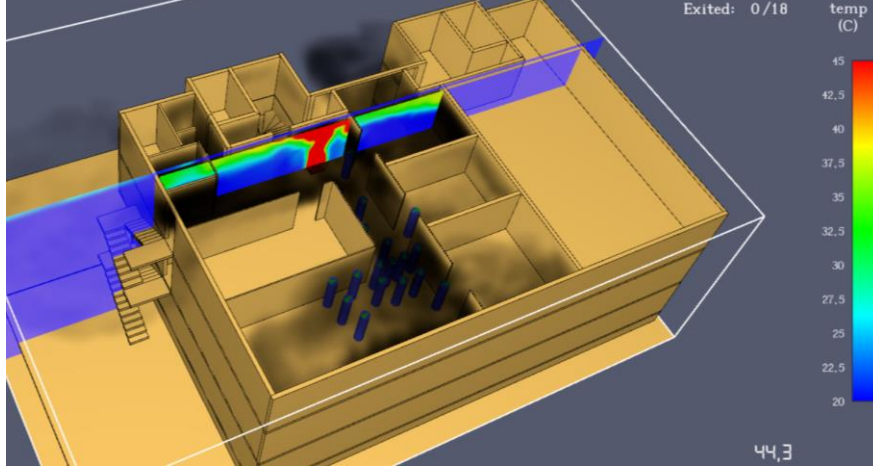
5.2. Sayısal Benzetim Sonuçları

PyroSim yazılımında yangının başladığı noktaya en yakın duman dedektörü 10. sn. de algılama yapmıştır. Pathfinder yazılımıyla daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veriler referans alınarak belirlenen 30 sn. ön tahliye süresi ile birlikte tahliye katılanlar 40. sn. de (**Şekil 5**) harekete başlamıştır. Yangın merdiveninin kapalı olması durumu ayrıca incelenmiş ve bu durumda ana kapıda sıkışıklık olacağı, dumanın olumsuz etkilere neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle yangın merdiveni kapısı herhangi bir eşyayla ya da kitlenerek devre dışı bırakılmamalıdır.

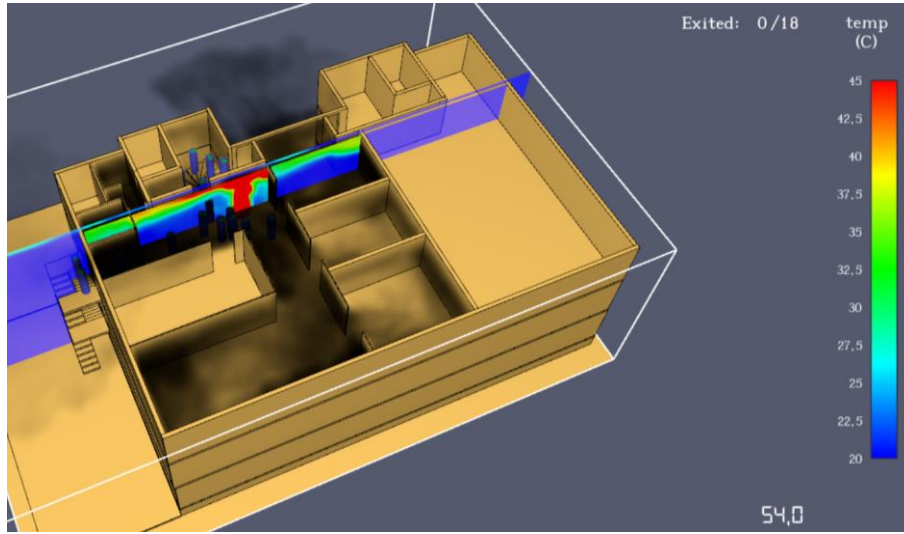


Şekil 5: Pathfinder benzetiminde 40.sn. 50.sn. 60.sn. ve 70.sn. deki duman ve tahliye katılan kişilerin dağılımı

Senaryoda yangın iş yeri giriş kapısının yanında başladığı için yangın sonucu oluşan sıcaklık iş yeri giriş kapısından tahliye engelleyebilir ve bu durum; tahliyeye katılan kişileri dış yangın merdivenine yönlendirebilir. (Şekil 6) (Şekil 7) Tahliyeye katılan kişilerin dış yangın merdivenine yönelmesi tahliye süresini uzatabilir.



Şekil 6: Pathfinder benzetiminde 44. sn. deki sıcaklık, duman ve tahliyeye katılan kişilerin durumu



Şekil 7: Pathfinder benzetiminde 54. sn. deki sıcaklık, duman ve tahliyeye katılan kişilerin durumu

5.3. Sonuçların Karşılaştırılması

Çizelge 1’de görüldüğü gibi benzetim ile tatbikatların tahliye süreleri arasında ciddi farklar ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni tatbikat haberli olduğu için insanlar alarmı duyar duymaz eşyalarını toplamadan, etrafındakilere haber vermeden, ne olduğunu anlamaya çalışmadan kısa sürede harekete geçmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca duman dedektörünün yangını algılaması için geçen zaman tatbikatta hesaplanamamıştır. Bu süreler çıkarıldıktan sonra kalan sürenin de sayısal benzetimde yüksek bir değer oluşturduğu görülmektedir. Bunun nedeni daha önce yapılan çalışmalara göre otomatik olarak tanımlanan insan hızları sıkışıklık olmadan tamamlanan tatbikatın ortalama hızına göre düşük kalmıştır.

Çizelge 1: Tatbikatların ve sayısal benzetimin sonuçları

	Ortalama Tahliye Hızları	Tahliye Süresi	Çıkış Seçimleri
<i>Dumansız-Aydınlık Tatbikat</i>	0,77m/sn	47sn	%61 Ana Ç.- %39 Yangın M.
<i>Dumansız- Karanlık Tatbikat</i>	1,19 m/sn	36sn	%61 Ana Ç.- %39 Yangın M.
<i>Dumanlı-Karanlık Tatbikat</i>	1,00 m/sn	38sn	%55 Ana Ç.- %45 Yangın M.
<i>Dumanlı-Aydınlık Tatbikat</i>	1,24 m/sn	34sn	%45 Ana Ç.- %55 Yangın M.
<i>Benzetim</i>	0,2 - 1,2m/s	85sn	%50 Ana Ç.- %50 Yangın M.

Bu çalışmada görülmüştür ki, tahliye araştırma yöntemlerinden tatbikat ve benzetimin aynı bina için sonuçları birbirlerinden farklıdır. Bu farklılığın tahliyeye katılan insan özellikleri, birbirini ve binayı tanıma durumu, tatbikat eğitimi olması gibi pek çok parametreyle ilişkilendirilmesi mümkündür. Özellikle bina kullanıcılarının yangına tepki süresi ve tahliye hızlarının artmasında bu tür bir duruma hazırlıklı olmanın getirdiği avantajlar oldukça açıktır.

KAYNAKLAR

Thunderhead Engineering Consultants, Inc. (2022). Pathfinder User Manuel. Manhattan. Thunderhead Engineering Consultants, Inc., (1-266)

BS PD 7974-1:2019 Part 1: Initiation and development of fire within the enclosure of origin (Sub-system 1).

BS EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire.

BS PD 7974-6:2019 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 6: Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6)

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik-(20/11/2021)-31665, 2021.

Hurley, M. J., Gottuk, D. T., Hall, J. R., Harada, K., Kuligowski, E. D., Puchovsky, M., ... WIECZOREK, C. J. 2015. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.

Topraklı, A. Y., Satır, M. S. 2022. Yüksek Binaların Tahliye Etkinliğinin İncelenmesi: Gaziantep Ek Adliye Binası Örneği. Afet ve Risk Dergisi 5, 545-559.

Reynolds, C. W. 1999. Steering Behavior for Autonomous Characters. Game Developers Conference, 763– 782.

Sosnowski, M., & Pisarek, J. 2014. Comparative analysis of evacuation modelling using different numerical models. Prace Naukowe Akademii Im. Jana Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa, 2, 383–390.

BİNA TASARIMINDA YANGIN EMNİYETİNİN DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ VE YAPI BİLGİ MODELLEME (BIM) ÜZERİNE BİR İNCELEME

Şafak Beşiroğlu¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yapı Bilimleri¹

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Yapı bilgi modelleme (BIM), paydaşlar arasında tasarımdan yıkım ve yönetime kadar binanın yaşam döngüsü boyunca veri yönetimiyle yapı sektörünün dijital dönüşümünde önemli bir yere sahiptir. Bir disiplin olarak "yangın emniyeti" alanında hala BIM ortamının sağladığı entegre yaklaşımlar ve ortamın sağladığı avantajları yeterli düzeyde kullanılmamaktadır. Bu çalışma, mimarlık alanında özellikle bina tasarımında dijital dönüşümün yangın emniyeti ve yapı bilgi modelleme kavramlarının potansiyellerini vurgulamak için literatür incelemesi sunmaktadır. Yangın emniyeti ve BIM arakesitinde yayınlanmış kaynakların çoğu FDS (Fire Dynamics Simulator) tabanlı teknolojiler olmakla birlikte ilgilenilen konuların sırasıyla yangın ve tahliye simülasyonları ile acil durum yönetimi olduğu gözlenmiştir. Yazılımlardan bağımsız BIM ortamında yangın emniyeti uygulamaları için standartlaştırılmış veri paylaşımının olmaması diğer disiplinlerin gerisinde kalmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, yapılan inceleme yangın emniyeti ve BIM etkileşiminin faydalarını, gelecekteki potansiyellerini ve bu konudaki sınırlamaları vurgulamaktadır. İncelemede ortaya konan çıkarımlar, binalarda yangın emniyeti ve yapı bilgi modelleme alanındaki eksikliklerin analiz edilmesine katkı sağlamaktadır. Yangın emniyeti disiplininin BIM aracılığıyla dijital dönüşümü mevcut veya tasarlanacak binaların yangın emniyeti tasarımının daha etkili sonuçlandırılmasına yardımcı olacaktır.

Anahtar sözcükler: Yapı bilgi modelleme, BIM, yangın emniyeti

ABSTRACT

Building information modeling (BIM) has a significant place in the digital transformation of the building industry, with data management across the building lifecycle, from design to demolition and management among actors. In the field of "fire safety" as a discipline, the integrated approaches and advantages provided by the BIM environment are still not used sufficiently. This study presents a literature review underline the potential of fire safety and building information modeling concepts of digital transformation in the field of architecture, especially in building design. Although most of the resources published in the fire safety and BIM interface are Fire Dynamics Simulator (FDS) based technologies, it has been observed that the topics of interest are fire and evacuation simulations, and emergency management, respectively. In conclusion, the review highlights the benefits, potentials and limitations of fire safety and BIM interaction. The implications of the review contribute to the analysis of deficiencies in fire safety and BIM. The digital transformation of the fire safety discipline through BIM will help finalize the fire safety design of existing or future buildings more effectively.

Keywords: Building Information Modelling, BIM, fire safety

¹ besiroglu18@itu.edu.tr

² serteser@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Yangın; ne zaman, nerede ve nasıl gerçekleşeceği belli olmayan felaketler arasında yer almaktadır. Buna paralel olarak her binanın belirli oranda yangın riski içermesi ve yangın oluşumunun tamamen engellenememesi, bina tasarımında proje paydaşlarına önemli sorumluluklar yüklemektedir (Beşiroğlu, 2022). İstanbul İtfaiyesi'nin istatistik verilerine göre 2017-2021 yılları arasında İstanbul'da gerçekleşen 109.379 yangın vakasından 69.120'si (yaklaşık %63) yapısal yangın olarak nitelendirilmektedir (İBB İtfaiye Daire Başkanlığı, 2022). Oysa yangın emniyet önlemleri dikkate alınarak tasarlanan binalarda can kaybı ve ekonomik kayıpların büyük ölçüde önünde geçilmesi mümkün olmaktadır.

Yapı Bilgi Modelleme (BIM), binalarda yaşam döngüsündeki aşamaların bütünü destekleyen, mevcut sistemlerle karşılaştırıldığında ciddi avantaj sağlayan bir metodolojidir (Kymmell, 2008). Binalarda yangın emniyeti ile ilgili önlemler ön tasarım aşamasından, yapım ve yönetim aşamalarına kadar yaşam döngüsü boyunca önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, binalarda yangın emniyeti ile ilgili kriterleri daha efektif biçimde tasarlayabilmek için yapı sektöründe BIM kullanımı potansiyel bulundurmaktadır. Dünya Ekonomik Forum'a göre yapı sektöründe BIM kullanımının gayri safi yurtiçi hasıla değerinde yıllık yaklaşık olarak %20'lik bir tasarruf sağlayabileceği raporlanmıştır (WEF, 2018).

BIM ve yangın emniyeti ilişkisi üzerine daha önceden de çeşitli çalışmalar yapılmasına rağmen 2011 yılında Society of Fire Protection Engineers (SFPE) tarafından yayınlanan bir raporla bu durum resmiyet kazanmıştır. SFPE'nin yayınladığı bu rapor BIM'in bir binanın yaşam döngüsünün tüm aşamalarında kullanılabilecek dinamik ve güçlü bir araç olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca yangından korunmanın BIM ile entegre edilebilecek bir alan olduğunu tanımlamaktadır. Özellikle yangın emniyeti alanında geleneksel olarak yürütülen bilgilerin çoğunun BIM modeline eklenebileceği vurgulanmaktadır (SFPE, 2011).

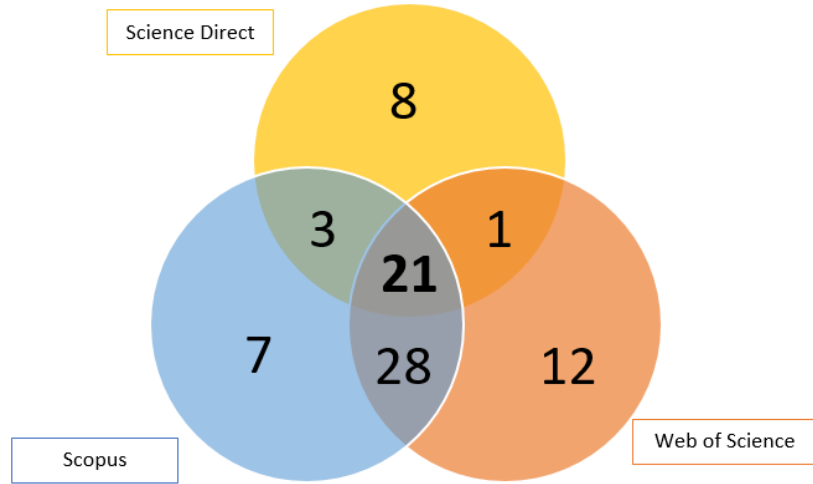
Tüm bu girişimlere karşın BIM ve yangın emniyeti kavramları arasındaki entegrasyonun faydalarına ve sınırlarına ilişkin büyük oranda eksiklikler görülmektedir. Bu çalışma, son yıllarda binalarda yangın emniyet önlemleri ve yapı bilgi modelleme arasındaki etkileşimin dönüşümüne ilişkin literatür taraması sunmaktadır. Çalışmanın amacı, bu alandaki gerçekleştirilen çalışmalarda bulguları ortaya koymak ve gelecekte yapılacak çalışmalara rehber niteliğinde geniş bir çerçeve sunmaktır. Yapılan bu çalışma aşağıdaki çalışma sorularına yanıt vermektedir.

- Yangından korunma disiplini, BIM ortamından nasıl fayda sağlayabilir?
- BIM ve yangın emniyeti arasındaki etkileşimden maksimum fayda sağlamak için bilgi düzeyi ve sınırlamalar nasıl belirlenir?

2. YANGIN EMNİYETİ VE BIM ARA KESİTİNDE ÇALIŞMALAR

Çalışma, elektronik ortamdaki akademik veri tabanlarından ulaşılan yayınlar üzerinden yürütülmüştür. İncelemelerde son 10 yılda yayınlanan makalelere dikkate alınmıştır. Science Direct, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında "Fire Safety, Fire, Building Information Modeling, BIM" anahtar kelimeleri kullanılarak, sadece İngilizce dilinde üretilmiş yayınlar incelenmiştir. Araştırma, mimarlık ve mühendislik disiplinleriyle sınırlandırılmıştır.

Science Direct’de 33, Scopus’ta 59 ve Web of Science’da 62 olmak üzere toplamda 154 çalışmaya ulaşılmıştır. Veri tabanlarında arama işlemi yapılırken her iki anahtar kelimeyi (fire – BIM) de içermeyen çalışmalar incelemeye dahil edilmemiştir. Veri tabanlarında yinelenen çalışmalar elenmiş, geriye 80 çalışma kalmıştır. İncelenen çalışmaların veri tabanlarına göre sayısal dağılımları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Bildiri kapsamında incelenen çalışmaların veri tabanlarına göre sayısal dağılımları.

3. YANGIN EMNİYETİ ALANINDA BIM KULLANIMI

BIM modeli, projenin tasarım aşamasından yıkım aşamasında kadar bina yaşam döngüsü boyunca temel kararların verilmesini destekleyebilen ve paylaşılabilen bir bilgi kaynağıdır. Bu nedenle BIM, binaya ait öğelerin akıllı ve sayısal temsiline çoğu özelliğini kapsamaktadır (Nawari ve Alsaffar, 2015). İncelenen makaleler çalışma konuları, amaçları ve vardıkları sonuçlar açısından farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle makaleler, araştırma içeriğine göre 7 başlık altında gruplandırılmıştır. Çizelge 1’de tanımlanan araştırma alanları yer almaktadır.

Çizelge 1: Yangın Emniyeti ve BIM alanında incelenen makalelerin araştırma içeriğine göre gruplandırılması (Malagnino ve diğ., 2022).

Yangın Emniyeti ve BIM	Yangın Emniyetli Tasarım
	Yangın ve Tahliye Simülasyonları
	Kod ile Model Kontrolü
	Acil Durum Yönetimi
	Yangına Neden Olan Faktörler
	Ekipman Modelleri ve Bakım
	Eğitim

3.1. Yangın Emniyetli Tasarım

Yangın emniyetli tasarım başlığı altında 12 makaleye ulaşılmıştır (Çizelge 2). Bu makaleler yangın emniyet önlemlerinin farklı yönlerini ele almaktadır. Her biri kendi içerisinde BIM araçlarını kullanarak farklı yöntemlerden faydalanmış ve çeşitli sonuçlara ulaşmıştır. Fakat hemen hemen tüm makalelerde, binalarda yangın emniyetinin sağlanması hayati bir değer taşımasına rağmen BIM yaklaşımlarından uzun süre faydalanamadığı belirtilmiştir. İncelenen

makaleler, yangın emniyeti ve BIM alanındaki araştırmaların sıklaşması ve literatürde daha fazla yer alması gereken bir konu olduğunu ortaya koymaktadır. Makale sayısı oldukça sınırlıdır.

Çizelge 2: Yangın Emniyetli Tasarım başlığında incelenen makaleler.

Shino, 2013	Wang ve diğ., 2015	Vaughn, 2017	Shi ve diğ., 2019
Wang ve diğ., 2021a	Davidson ve Gales, 2021	Tang ve diğ., 2021	Siddiqui ve diğ., 2021
Sabbaghzadeh ve diğ., 2022	Malagnino ve diğ., 2022	Meschini ve diğ., 2022	Hsiao ve Hsieh, 2023

3.2. Yangın ve Tahliye Simülasyonları

Simülasyonlar, bu alanda yapılan çalışmalar arasında makale sayısı en yüksek olan başlıktır. Yangın ve tahliye simülasyonları, bu alanda önceden de yürütüldüğü gibi matematiksel modellere dayalı olduğu için diğer konu başlıklarına oranla daha aşına olunan bir alandır. Toplamda 23 makaleye ulaşılmıştır (Çizelge 3). Tahliye simülasyonları üzerine gözden geçirilen çalışmaların çoğu tahliye süresini kısaltmak için algoritmalar oluştururken, bazı çalışmalar insan davranışlarına odaklanmıştır. İncelenen makalelerin birçoğu yangın simülasyonlarında kullanılan araçları BIM ile entegre etmeye çabalamıştır. CFD, FDS, VR, AR, oyun motorları, GIS vb. araçlar BIM ile entegre bir şekilde kullanılmıştır.

Çizelge 3: Yangın ve Tahliye Simülasyonları başlığında incelenen makaleler.

Abolghasemzadeh, 2013	Wang ve diğ., 2014	Chen ve diğ., 2014	Vandecasteele ve diğ., 2017
Mirahadi ve diğ., 2019	Xu ve diğ., 2020	Sun ve Turkan, 2020	Xu ve Peng, 2020
Peeters ve diğ., 2020	Mirahadi ve McCabe, 2021	Deng ve diğ., 2021	Gerges ve diğ., 2021
Wehbe ve Shahrour, 2021	Abadi ve diğ., 2021	Sukmono ve diğ., 2021	Hassanpour ve diğ., 2022
Lorusso ve diğ., 2022	Sun ve diğ., 2022	Gerges ve diğ., 2022	Zheng ve diğ., 2022
Zhang ve diğ., 2022	Yakhov ve diğ., 2023	Kanangkaew ve diğ., 2023	

3.3. Kod ile Model Kontrolü

BIM kullanıcıya yazılımlar ile yönetmeliklerin ve kodların doğrulanabileceği bir ortam sağlamaktadır. BIM platformları arasında bilgi alışverişi sağlayabilmek için buildingSMART, IFC (Industry Foundation Classes) veri standardını geliştirmiştir (Beşiroğlu, 2022). IFC, ISO 16739-1 (Industry Foundation Classes for Data Sharing in the Construction and Facility Management Industries) kapsamında resmi uluslararası standart olmuştur (ISO 16739, 2013). Dosya formatlarından veya yazılımdan bağımsız bir biçimde, uluslararası ölçekte birlikte çalışabilirliği sağladığı için IFC, yönetmeliklere ve kodlara göre model kontrol etmede büyük rol oynamaktadır. Bu bölümde 5 makaleye ulaşılmıştır (Çizelge 4). İncelenen araştırmaların sayısı göz önünde bulundurulduğunda, uluslararası anlamda bir kod kontrolünün henüz sağlanamadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca yangın yönetmeliklerine ve kodları bağlı

olarak yürütülen otomatik kontrol sistemi, performansa dayalı bir yöntem olarak algılanmamalıdır.

Çizelge 4: Kod ile Model Kontrolü başlığında incelenen makaleler.

Choi ve diğ., 2014	Kincelova ve diğ., 2020	Kong ve diğ., 2022	Arias ve diğ., 2022
Jiang ve diğ., 2023			

3.4. Acil Durum Yönetimi

Çalışma kapsamında 16 makale acil durum yönetimi başlığında değerlendirilmiştir (Çizelge 5). Bu alan simülasyonlardan sonra üzerine diğer konulara oranla daha çok araştırma yapılan alan niteliğindedir. Genel olarak, incelenen çalışmalar yangın anında acil müdahaleyi kolaylaştıracak ve süreyi kısaltacak sistem önerilerinde bulunmuşlardır. Bu çalışmalar, farklı ülkelerde farklı bina tipolojilerinde farklı kullanım sınıflarında ve farklı kullanıcı tipleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5: Acil Durum Yönetimi başlığında incelenen makaleler.

Shiau ve diğ., 2013	Li ve diğ., 2014	Cheng ve diğ., 2017	Chen ve diğ., 2018
Ma ve diğ., 2019	Zhang ve diğ., 2019a	Ma ve Wu, 2020	Jung ve diğ., 2020
Perera ve diğ., 2021	Hosseini ve Maghrebi, 2021	Safayet ve diğ., 2021	Wang ve diğ., 2022
Yang ve diğ., 2022	Wong ve Lee, 2022	Rezaeifam ve diğ., 2023	Wong ve Lee, 2023

3.5. Yangına Neden Olan Faktörler

Bu başlık altında “Kod ile Model Kontrolü” başlığında olduğu gibi az sayıda makaleye ulaşılmıştır. Yangın nedenleri araştırılan toplamda 6 makaleye ulaşılmıştır (Çizelge 6). Veri tabanlarında görüntülenen makaleler genellikle deprem sonrası çıkan bina yangınlarının nedenlerini araştırmaya odaklanmıştır. Binalarda meydana gelen yangının neden kaynaklandığına yönelik BIM araçları kullanılarak üretilmiş bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çizelge 6: Yangına Neden Olan Faktörler başlığında incelenen makaleler.

Xu ve diğ., 2018	Lu ve diğ., 2020	Chen ve diğ., 2021	Lotf ve diğ., 2021
Liu ve diğ., 2022	Cui ve diğ., 2023		

3.6. Ekipman Modelleri ve Bakım

Bu bölüm, binalarda yangın emniyeti sağlayan ekipmanların BIM araçları kullanarak modellenmesi ve bina yaşam döngüsü süresince bakım ve onarım işlemlerin sürdürülmesi üzerine yapılan çalışmaları incelemektedir. Çalışma kapsamında 8 makale ekipman modelleri ve bakım başlığı altında değerlendirilmiştir (Çizelge 7). İncelenen makalelerde önerilen çözümler, BIM ve BIM araçlarıyla entegre geliştirilen sistemler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak yangından korunma ve BIM kullanılarak bir binanın yaşam döngüsü boyunca hala tam etkinliğini gösterdiğini söylemenin güç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 7: Ekipman Modelleri ve Bakım başlığında incelenen makaleler.

Yenumula ve diğ., 2015	Chen ve diğ., 2020	Fu ve Liu, 2020	Khan ve diğ., 2020a
Wang ve diğ., 2021b	Wong ve diğ., 2022	Zhou ve diğ., 2022	Xie ve diğ., 2023

3.7. Eğitim

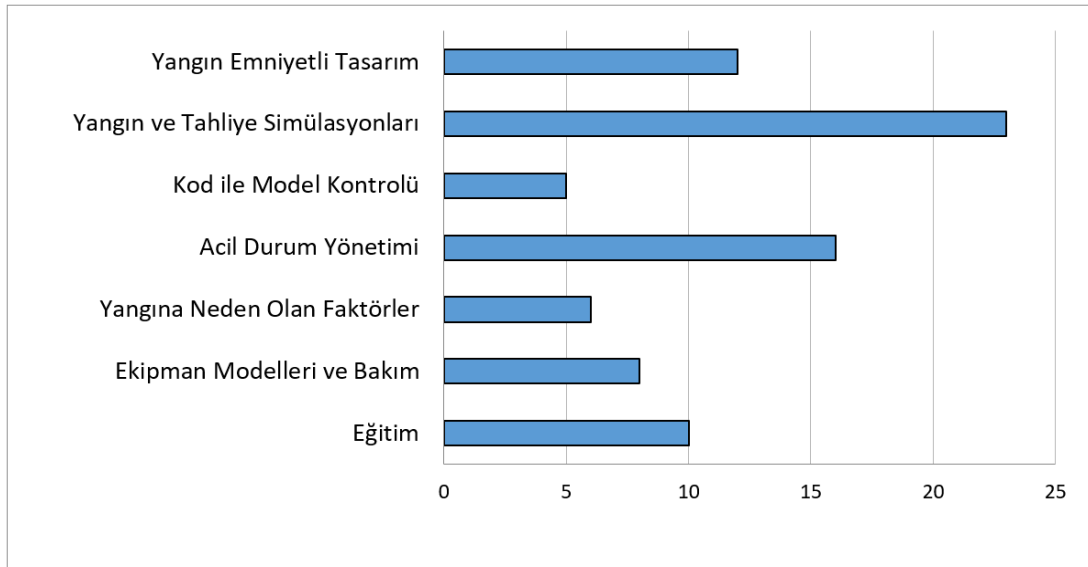
Eğitim başlığı altında yapılan çalışmalar, BIM araçlarının kullanımı ve yaygınlaşması için yapılan girişimlerden oluşmaktadır. Yangından korunma disiplini ve BIM teknolojilerinin ortak paydada fayda sağlayan eğitim uygulamaları bağlamında 10 makale incelenmiştir (Çizelge 8). Eğitim amaçlı yangın emniyeti uygulamaları genellikle bu alanda farkındalığı arttırmak ve mevcut bilgi düzeyinin geniş kapsamlı olarak incelenmesine yönelik çalışmaları içermektedir.

Çizelge 7: Ekipman Modelleri ve Bakım başlığında incelenen makaleler.

Hong ve Lee, 2018	Zhang ve diğ., 2019b	Khan ve diğ., 2020b	Yan ve diğ., 2020
Feng ve diğ., 2021	Jiang ve diğ., 2022	Yu ve diğ., 2022	Shishehgarkhaneh ve diğ., 2022
Xu ve diğ., 2023	Menzemer ve diğ., 2023		

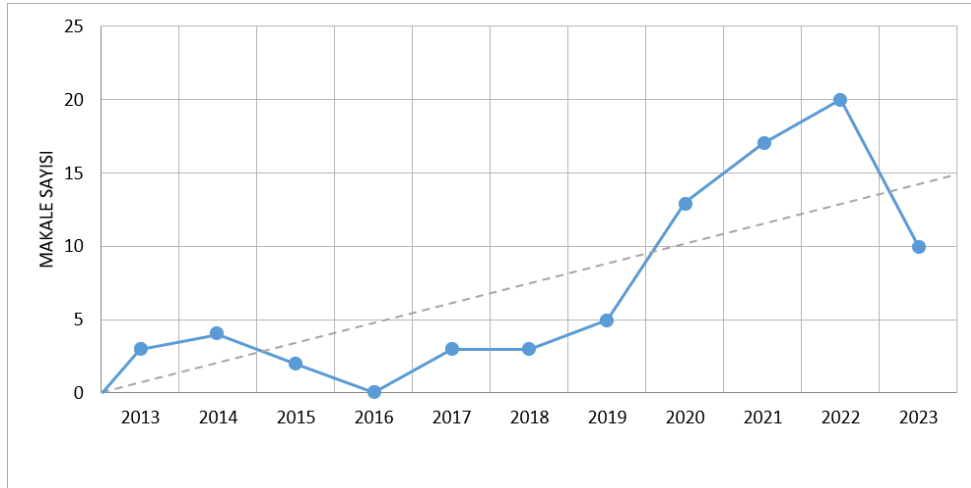
4. BIM KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İncelenen 80 makalenin çoğunda, BIM'in binalarda yangın emniyeti konusunda kullanımının potansiyellerinden bahsedilmiştir. Öte yandan her çalışma ayrı yönlerden bu konuyu ele almaktadır. 80 çalışmanın tümünde BIM ile sonuca ulaşılmış, olumsuz sonuçlanan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum, BIM'in yangın emniyeti alanında verimli kullanımı bakımından heyecan vericidir. Konu başlıklarına göre incelenen 80 çalışmanın sayısal dağılımı Şekil 2'de görülmektedir.



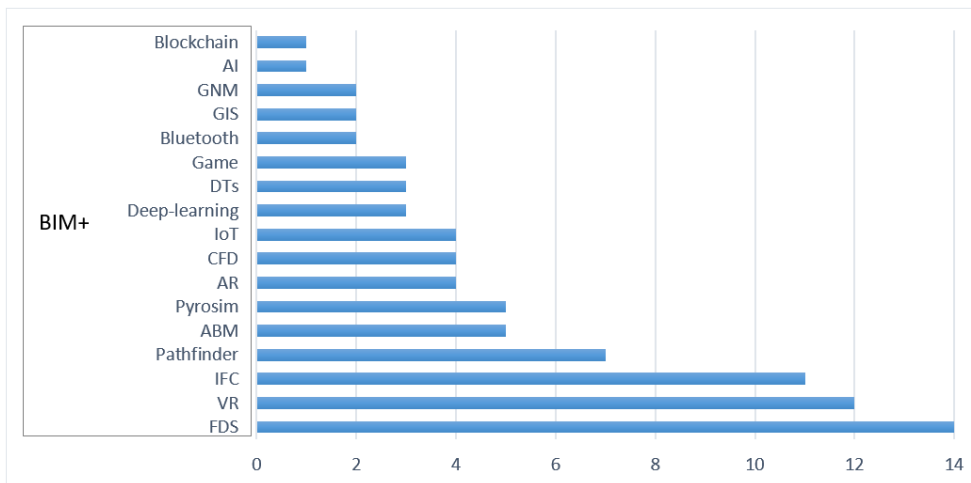
Şekil 2: İnceleme yapılan makalelerin konu başlıklarına göre sayıları.

Literatür taraması son 10 yılda yayınlanan makalelere atıfta bulunmaktadır. İncelenen makalelerin yayın yılına göre dağılımı Şekil 3'te verilmiştir. Özellikle son 5 yıl içerisinde (2018'ten başlayarak) BIM ve yangın emniyeti konusunda yapılan çalışmaların sayısında artış görülmektedir. 2023 yılında bu artışın kesintiye uğrama sebebi, konuyla ilgili incelemenin 2023-Mart ayında gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Grafiğin önceki dönemlerdeki ivmesine bakılarak bu artışın yıl sonuna dek devam edeceği söylenebilir.



Şekil 3: İnceleme yapılan makalelerin yayınlanma yıllarına göre dağılımları.

İnşaat sektörü ve teknolojinin gelişimi ile birlikte kullanıcıların beklentilerine paralel olarak BIM ile entegre çalışan sistemlerin sayısı arttıkça daha etkili çalışmalar ortaya çıkmaktadır. İncelenen 80 makalenin 20'si haricinde, BIM araçlarının işlevselliğini arttırmak için çeşitli eklentiler kullanılmıştır. FDS (Fire Dynamics Simulator), IFC (Industry Foundation Classes), Pyrosim/Pathfinder, CFD (Computational Fluid Dynamics), ABM (Agent Based Modelling), VR (Virtual Reality) / AR (Augmented Reality), IoT (Internet of Things), derin öğrenme (deep-learning), AI (Artificial Intelligence), Blockchain, ciddi oyun (serious game), Bluetooth, GIS (Geographic Information System) gibi birçok teknolojik eklentiden yararlanılmıştır. Şekil 4'te BIM haricinde bir teknolojiden yararlanılmayan 20 makale dışarıda tutularak incelenen makalelerin kullandığı eklentilerin sayısal dağılımları yer almaktadır.



Şekil 4: Makalelerde BIM ile entegre kullanılan araçların sayısal dağılımı.

İncelenen makalelerden elde edilen sonuçlara göre, BIM ve yangın emniyeti uygulamalarında en çok kullanılan araç Şekil 4’de de görüldüğü gibi Fire Dynamic Simulator (FDS) olmuştur. FDS, çalışma kapsamında gruplanan 7 başlık arasında “Kod ile model kontrolü” ve “Ekipman modelleri ve bakım” bölümleri haricindeki başlıkların hepsinde kullanılmıştır. FDS’den sonra VR/AR teknolojileri, “Yangın ve Tahliye Simülasyonları” ağırlıklı olacak şekilde “Eğitim” alanında da sıklıkla kullanılmıştır. Industry Foundation Classes (IFC) ise ortak çalışabilirlik ve paylaşım için gerekli olduğundan hemen hemen tüm başlıklar altında kullanılmıştır. IoT, derin öğrenme, AI, blockchain, ciddi oyun ve bluetooth teknolojileri bu alanda yapılacak gelecekteki çalışmalar için ivme kazandıran eklentiler olarak görülmektedir. İncelenen makalelerde nadiren yer almış olsalar da bahsedildiği kadarıyla bile heyecan uyandıran bir konuma sahiplerdir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, bina tasarımında yangın emniyetinin dijital dönüşümü ve yapı bilgi modelleme (BIM) ile ilgili incelemeler Science Direct, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında yapılmış; yangın emniyeti disiplininin BIM ortamında gelişimini ortaya koymak amacıyla son 10 yılda İngilizce dilinde yayınlanan 80 makale 7 başlık altında incelenmiş ve bina tasarımında yangın emniyetinin dijital dönüşümünün genel durumu sergilenmiştir.

İncelenen makaleler, BIM’in metodolojisinin getirdiği yangın emniyeti disiplininin bina yaşam döngüsündeki adımlarını oluşturduğu düşünülen “Yangın Emniyetli Tasarım, Yangın ve Tahliye Simülasyonları, Kod ile Model Kontrolü, Acil Durum Yönetimi, Yangına Neden Olan Faktörler, Ekipman Modelleri ve Bakım, Eğitim” başlıklarıyla 7 gruba ayrılmıştır. Bu makaleler çalışma alanları, yayın yılı, BIM’i destekleyen teknolojiler gibi kriterlere göre incelenmiş ve çalışmaların ortaya koydukları katkılar kaleme alınmıştır. Çalışma kapsamında başlangıç kabul edilen 2013 yılına oranla (3 makale), 2022 yılında (20 makale) yaklaşık 7 katı olması, konuya olan ilginin gün geçtikçe arttığını ortaya koymaktadır. Yangın emniyeti ve BIM arakesitinde yayınlanmış çalışmaların çoğu FDS tabanlı teknolojiler olmakla birlikte ilgilenilen konular sırasıyla yangın ve tahliye simülasyonları ile acil durum yönetimi olduğu gözlenmiştir. Özellikle yangına neden olan faktörler ve kod ile model kontrolü, araştırmacılar tarafından az tercih edilen alanlar olmuştur. Yangın emniyeti ve BIM yaklaşımlarında literatürde yer alan makalelerin genellikle tasarım ve uygulama aşamalarına odaklandığı gözlemlenmiştir. BIM uzun yıllardır sektörde tercih edilen bir yöntem olmasına rağmen yangın emniyeti alanında BIM ve diğer teknolojiler arasındaki bağlantı hala keşif aşamasındadır.

Sonuç olarak, BIM’in ne olduğu ve nasıl kullanılabileceğine dair fikirler araştırmacılar arasında farklılık gösterdiğinden kullanım olanaklarının tam olarak anlaşılmadığı düşünülmektedir. Bina yangın emniyet önlemlerine BIM sistemi hala tam anlamıyla entegre olmadığından, bu alanda sistemin sağladığı avantajlar ve dijital veriler büyük ölçüde kullanılamamaktadır. Araştırmalara göre halen yangın emniyeti alanındaki mevcut olan BIM etkinliği belirli konulardaki ihtiyaçları karşılamasına rağmen eksiklerinin bulunduğu görülmektedir. Buna rağmen, binalarda yangın emniyet önlemleri ile ilgili BIM metodolojisinin mevcut ve gelecekteki durumu, inşaat sektöründeki herkes için umut vericidir. Gözlemlenen faydalar ve sınırlar, gelecekte bina tasarımında yangın emniyeti ve BIM ilişkisi üzerine yapılacak çalışmalara rehber olabilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Abadi, S. T. S., Tokmehdash, N. M., Hosny, A., Bakht, M. N. (2021). BIM-Based Co-Simulation of Fire and Occupants' Behavior for Safe Construction Rehabilitation Planning. *Fire*, 4 (4). DOI:10.3390/fire4040067
- Abolghasemzadeh, P. (2013). A Comprehensive Method for Environmentally Sensitive and Behavioral Microscopic Egress Analysis in Case of Fire in Buildings. *Safety Science*, Vol. 59. DOI:10.1016/j.ssci.2013.04.008
- Arias, J., Törmä, S., Carro, M., Gupta, G. (2022). Building Information Modeling Using Constraint Logic Programming. *Theory and Practice of Logic Programming*, 22 (5). DOI:10.1017/S1471068422000138
- Beşiroğlu, Ş. (2022). BIM Ortamında Bina Yangın Emniyet Önlemlerinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Chen, H., Hou, L., Zhang, G., Moon, S. (2021). Development Of BIM, IoT and AR/VR Technologies for Fire Safety and Upskilling. *Automation in Construction*, Vol. 125. DOI:10.1016/j.autcon.2021.103631
- Chen, L-C., Wu, C-H., Shen, T-S., Chou, C-C. (2014). The Application of Geometric Network Models and Building Information Models in Geospatial Environments for Fire-Fighting Simulations. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 45. DOI:10.1016/j.compenvurbsys.2014.01.003
- Chen, X-S., Liu, C-C., Wu, I-C. (2018). A BIM-Based Visualization and Warning System for Fire Rescue. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 37. DOI:10.1016/j.aei.2018.04.015
- Chen, Y-J., Lai, Y-S., Lin, Y-H. (2020). BIM-Based Augmented Reality Inspection and Maintenance of Fire Safety Equipment. *Automation in Construction*, Vol. 110. DOI:10.1016/j.autcon.2019.103041
- Cheng, M-Y., Chiu, K-C., Hsieh, Y-M., Yang, I-T., Chou, J-S., Wu, Y-W. (2017). BIM Integrated Smart Monitoring Technique for Building Fire Prevention and Disaster Relief. *Automation in Construction*, Vol. 84. DOI:10.1016/j.autcon.2017.08.027
- Choi, J., Choi, J., Kim, I. (2014). Development of BIM-Based Evacuation Regulation Checking System for High-Rise and Complex Buildings. *Automation in Construction*, Vol. 46. DOI:10.1016/j.autcon.2013.12.005
- Cui, J., Mei, H., Sun, H., Ye, J., Hu, W., Xu, Y. (2023). An Experimental Study on Fire Characteristics of Urban Complex Underground Space Based On BIM. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*. DOI:10.1049/cit2.12160
- Davidson, A., Gales, J. (2021). A Dynamic Fire Escape Path Planning Method with BIM. *International Journal of High-Rise Buildings*, 10 (4). DOI:10.21022/IJHRB.2021.10.4.251
- Deng, H., Ou, Z., Zhang, G., Deng, Y., Tian, M. (2021). BIM and Computer Vision-Based Framework for Fire Emergency Evacuation Considering Local Safety Performance. *Sensors*, 21 (11). DOI:10.3390/s21113851
- Feng, Y., Wang, J., Fan, H., Hu, Y. (2021). A BIM-Based Coordination Support System for Emergency Response. *IEEE*, Vol. 9. DOI:10.1109/ACCESS.2021.3077237
- Fu, M., Liu, R. (2020). BIM-Based Automated Determination of Exit Sign Direction for Intelligent Building Sign Systems. *Automation in Construction*, Vol. 120. DOI:10.1016/j.autcon.2020.103353
- Gerges, M., Demian, P., Adamu, Z. (2021). Customising Evacuation Instructions for High-Rise Residential Occupants to Expedite Fire Egress: Results from Agent-Based Simulation. *Fire*, 4 (2). DOI:10.3390/fire4020021
- Gerges, M., Demian, P., Khalafallah, A., Salamak, M. (2022). Occupants' Perspectives of the Use of Smartphones during Fire Evacuation from High-Rise Residential Buildings. *Applied Sciences-Basel*, 12 (11). DOI:10.3390/app12115298
- Hassanpour, S., Gonzalez, V., Liu, J., Zou, Y., Cabrera-Guerrero, G. (2022). A Hybrid Hierarchical Agent-Based Simulation Approach for Buildings Indoor Layout Evaluation Based on The Post-Earthquake Evacuation. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 51. DOI:10.1016/j.aei.2022.101531
- Hong, S. W., Lee, Y. G. (2018). The Effects of Human Behavior Simulation on Architecture Major Students' Fire Egress Planning. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 17 (1). DOI:10.3130/jaabe.17.125
- Hosseini, O., Maghrebi, M. (2021). Risk of Fire Emergency Evacuation in Complex Construction Sites: Integration of 4D-BIM, Social Force Modeling, and Fire Quantitative Risk Assessment. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 50. DOI:10.1016/j.aei.2021.101378
- Hsiao, C.-J., Hsieh, S-H. (2023). Real-Time Fire Protection System Architecture for Building Safety. *Journal of Building Engineering*, Vol. 67. DOI:10.1016/j.jobbe.2023.105913
- ISO 16739. (2013). Industry Foundation Classes (IFC) for Data Sharing in The Construction and Facility Management Industries. <https://www.iso.org/standard/70303.html>
- İBB İtfaiye Daire Başkanlığı (2022). 2017-2021 Dönemi İstatistikleri. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı.

- Jiang, A., Mo, Y., Kalasapudi, V. S. (2022). Status Quo and Challenges and Future Development of Fire Emergency Evacuation Research and Application in Built Environment. *Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 27. DOI: 10.36680/j.itcon.2022.038
- Jiang, L., Shi, J., Wang, C., Pan, Z. (2023). Intelligent Control of Building Fire Protection System Using Digital Twins and Semantic Web Technologies. *Automation in Construction*, Vol. 147. DOI:10.1016/j.autcon.2022.104729
- Jung, S., Cha, H. S., Jiang, S. (2020). Developing a Building Fire Information Management System Based on 3D Object Visualization. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (3). DOI:10.3390/app10030772
- Kanangkaew, S., Jokkaw, N., Tongthong, T. (2023). A Real-Time Fire Evacuation System Based on The Integration of Building Information Modeling and Augmented Reality. *Journal of Building Engineering*, Vol. 67. DOI:10.1016/j.jobbe.2023.105883
- Khan, N., Ali, A. K., Tran, S. V-T., Lee, D., Park, C. (2020b). Visual Language-Aided Construction Fire Safety Planning Approach in Building Information Modeling. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (5). DOI:10.3390/app10051704
- Khan, N., Lee, D., Chanwoo, B., Park, C-S. (2020a). Converging Technologies for Safety Planning and Inspection Information System of Portable Firefighting Equipment. *IEEE*, Vol. 8. DOI:10.1109/ACCESS.2020.3039512
- Kincelova, K., Botton, C., Blanchet, P., Dagenais, C. (2020). Fire Safety in Tall Timber Building: A BIM-Based Automated Code-Checking Approach. *Buildings*, 10 (7). DOI:10.3390/BUILDINGS10070121
- Kong, L., Yang, Q., Zhou, Q., Xing, J., Sun, X., Zou, R. (2022). Embedding Knowledge into BIM: A Case Study of Extending BIM with Firefighting Plans. *Journal of Building Engineering*, Vol. 49. DOI:10.1016/j.jobbe.2022.103999
- Kymmell, W. (2008). *Building Information Modelling – Planning and Managing Construction Projects With 4D CAD and Simulations*. 1st edition, New York: McGraw Hill Construction.
- Li, N., Becerik-Gerber, B., Krishnamachari, B., Soibelman, L. (2014). A BIM Centered Indoor Localization Algorithm to Support Building Fire Emergency Response Operations. *Automation in Construction*, Vol. 42. DOI:10.1016/j.autcon.2014.02.019
- Liu, H., Zhang, R., Zhang, H., Jiang, H., Ju, Q. (2022). Identification and Analysis of Key Barriers of BIM Application for Small- and Medium-based numerical simulation of fire safety and evacuation behaviour of college buildings. *Journal of Environmental and Public Health*, Vol. 2022. DOI:10.1155/2022/9240224
- Lorusso, P., Iulii, M. D., Marasco, S., Domaneschi, M., Cimellaro, G. P., Villa, V. (2022). Fire Emergency Evacuation from a School Building Using an Evolutionary Virtual Reality Platform. *Buildings*, 12 (2). DOI:10.3390/buildings12020223
- Lotfi, N., Behnam, B., Peyman, F. (2021). A BIM-Based Framework for Evacuation Assessment of High-Rise Buildings Under Post-Earthquake Fires. *Journal of Building Engineering*, Vol. 43. DOI:10.1016/j.jobbe.2021.102559
- Lu, X., Yang, Z., Xu, Z., Xiong, C. (2020). Scenario Simulation of Indoor Post-Earthquake Fire Rescue Based on Building Information Model and Virtual Reality. *Advances in Engineering Software*, Vol. 143. DOI:10.1016/j.advengsoft.2020.102792
- Ma, G., Tan, S., Shang, S. (2019). The Evaluation of Building Fire Emergency Response Capability Based on the CMM. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (11). DOI:10.3390/ijerph16111962
- Ma, G., Wu, Z. (2020). BIM-Based Building Fire Emergency Management: Combining Building Users' Behavior Decisions. *Automation in Construction*, Vol. 109. DOI:10.1016/j.autcon.2019.102975
- Malagnino, A., Corallo, A., Lazoi, M., Zavarise, G. (2022). The Digital Transformation in Fire Safety Engineering over the Past Decade Through Building Information Modelling: A Review. *Fire Technology*, 58 (6). DOI:10.1007/s10694-022-01313-3
- Menzemer, L. W., Ronchi, E., Karsten, M. M. V., Gwynne, S., Frederiksen, J. (2023). A Scoping Review and Bibliometric Analysis of Methods for Fire Evacuation Training in Buildings. *Fire Safety Journal*, Vol. 136. DOI:10.1016/j.firesaf.2023.103742
- Meschini, S., Pellegrini, L., Locatelli, M., Accardo, D., Tagliabue, L. C., Giuda, G. M. D., Avena, M. (2022). Toward Cognitive Digital Twins Using A BIM-GIS Asset Management System for A Diffused University. *Frontiers in Built Environment*, Vol. 8. DOI:10.3389/fbuil.2022.959475
- Mirahadi, F., McCabe, B. Y. (2021). EvacuSafe: A Real-Time Model for Building Evacuation Based on Dijkstra's Algorithm. *Journal of Building Engineering*, Vol. 34. DOI:10.1016/j.jobbe.2020.101687
- Mirahadi, F., McCabe, B., Shahi, A. (2019). IFC-Centric Performance-Based Evaluation of Building Evacuations Using Fire Dynamics Simulation and Agent-Based Modeling. *Automation in Construction*, Vol. 101. DOI:10.1016/j.autcon.2019.01.007

- Nawari, N.O. & Alsaffar, A. (2015). Understanding Computable Building Codes. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 3 (6). DOI:10.13189/cea.2015.030601
- Peeters, M., Compennolle, T., Passel, S. V. (2020). Influence of Information Provided at The Moment of a Fire Alarm on The Choice of Exit. *Fire Safety Journal*, Vol. 117. DOI:10.1016/j.firesaf.2020.103221
- Perera, U. D. S., Kulatunga, U., Abdeen, N., Sepasgozar, S. M. E., Tennakoon, M. (2021). Application of Building Information Modelling for Fire Hazard Management in High-Rise Buildings: An Investigation in Sri Lanka. *Intelligent Buildings International*, 14 (2). DOI:10.1080/17508975.2021.1874858
- Rezaeifam, S., Ergen, E., Günaydin, H. M. (2023). Fire Emergency Response Systems Information Requirements' Data Model for Situational Awareness of Responders: A Goal-Directed Task Analysis. *Journal of Building Engineering*, Vol. 63, Part A. DOI:10.1016/j.job.2022.105531
- Sabbaghzadeh, M., Sheikhhoshkar, M., Talebi, S., Rezazadeh, M., Moghaddam, M. R., Khanzadi, M. (2022). A BIM-Based Solution for the Optimisation of Fire Safety Measures in the Building Design. *Sustainability (Switzerland)*, 14 (3). DOI:10.3390/su14031626
- Safayet, M. A., Rahman, M., Anam, S.M. A. (2021). Development of Building Information Modeling (BIM)-Based Real-Time Fire Alert System to Reduce Fire Impact in Bangladesh. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 15 (3).
- SFPE. (2011). Building Information Modeling and Fire Protection Engineering. Position Statement, Society of Fire Protection Engineers.
- Shi, J., Dao, J., Jiang, L., Pan, Z. (2019). Research on IFC- And FDS-Based Information Sharing for Building Fire Safety Analysis. *Advances in Civil Engineering*, Vol. 2019. DOI:10.1155/2019/3604369
- Shiau, Y-C., Tsai, Y-Y., Hsiao, J-Y., Chang, C-T. (2013). Development of Building Fire Control and Management System in BIM Environment. *Studies in Informatics and Control*, 22(1).
- Shino, G. K. (2013). BIM and Fire Protection Engineering. *Consulting-Specifying Engineer*, 50(3).
- Shishehgharkhaneh, M. B., Azizi, M., Basiri, M., Moehler, R. C. (2022). BIM-Based Resource Tradeoff in Project Scheduling Using Fire Hawk Optimizer (FHO). *Buildings*, 12 (9). DOI:10.3390/buildings12091472
- Siddiqui, A. A., Ewer, J. A., Lawrence, P. J., Galea, E. R., Frost, I. R. (2021). Building Information Modelling for Performance-Based Fire Safety Engineering Analysis – A Strategy for Data Sharing. *Journal of Building Engineering*, Vol. 42. DOI:10.1016/j.job.2021.102794
- Sukmono, A., Putra, F. A., Bashit, N., Nugraha, A. L. (2021). Utilization of Terrestrial Laser Scanning Data in Building Information Modelling (BIM) for Fire Disaster Evacuation Simulation. *Civil Engineering and Architecture*, 9 (7). DOI: 10.13189/cea.2021.090702
- Sun, Q., Turkan, Y. (2020). A BIM-Based Simulation Framework for Fire Safety Management and Investigation of The Critical Factors Affecting Human Evacuation Performance. *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 44. DOI:10.1016/j.aei.2020.101093
- Sun, Q., Turkan, Y., Fischer, E. C. (2022). A Building Information Modeling-Fire Dynamics Simulation Integrated Framework for The Simulation of Passive Fire Protection in A Mid-Scale Cross-Based Numerical Simulation of Fire Safety and Evacuation Behaviour of College Buildings. *Fire and Materials*. DOI:10.1002/fam.3070
- Tang, Y., Xia, N., Lu, Y., Varga, L., Li, Q., Chen, Luo, J. (2021). BIM-Based Safety Design for Emergency Evacuation of Metro Stations. *Automation in Construction*, Vol. 123. DOI:10.1016/j.autcon.2020.103511
- Vandecasteele, F., Merci, B., Verstockt, S. (2017). Fireground Location Understanding by Semantic Linking of Visual Objects and Building Information Models. *Fire Safety Journal*, Vol. 91. DOI:10.1016/j.firesaf.2017.03.083
- Vaughn, A. (2017). Coordinating Fire Protection Designs via 3D BIM. *Consulting-Specifying Engineer*, 54 (3).
- Wang, B., Li, H., Rezgui, Y., Bradley, A., Ong, H. N. (2014). BIM Based Virtual Environment for Fire Emergency Evacuation. *Scientific World Journal*, Vol. 2014. DOI:10.1155/2014/589016
- Wang, J., Wei, G., Dong, X. (2021a). A Dynamic Fire Escape Path Planning Method with BIM. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, Vol. 12. DOI:10.1007/s12652-020-02794-2
- Wang, L., Li, W., Feng, W., Yang, R. (2021b). Fire Risk Assessment for Building Operation and Maintenance Based on BIM Technology. *Building and Environment*, Vol. 205. DOI:10.1016/j.buildenv.2021.108188
- Wang, R-G., Wu, P-Y., Liu, C-Y., Tan, J-C., Chuang, M-L., Chou, C-C. (2022). Route Planning for Fire Rescue Operations in Long-Term Care Facilities Using Ontology and Building Information Models. *Buildings*, 12 (7). DOI:10.3390/buildings12071060
- Wang, S-H., Wang, W-C., Wang, K-C., Shih, S-Y. (2015). Applying Building Information Modeling to Support Fire Safety Management. *Automation in Construction*, Vol. 59. DOI:10.1016/j.autcon.2015.02.001
- WEF. (2018). Shaping The Future of Construction—An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption. *World Economic Forum Annual report*.
- Wehbe, R., Shahrour, I. (2021). A BIM-Based Smart System for Fire Evacuation. *Future Internet*, 13 (9). DOI:10.3390/fi13090221

- Wong, M. O., Lee, S. (2022). IFC-Based Information Exchange for Multi-Agency Response to Indoor Fire Emergencies. *Automation in Construction*, Vol. 144. DOI:10.1016/j.autcon.2022.104623
- Wong, M. O., Lee, S. (2023). Indoor Navigation and Information Sharing for Collaborative Fire Emergency Response with BIM and Multi-User Networking. *Automation in Construction*, Vol. 148. DOI:10.1016/j.autcon.2023.104781
- Wong, M. O., Zhou, H., Ying, H., Lee, S. (2022). A Voice-Driven IMU-Enabled BIM-Based Multi-User System for Indoor Navigation in Fire Emergencies. *Automation in Construction*, Vol. 135. DOI:10.1016/j.autcon.2022.104137
- Xie, Y., Li, S., Liu, T., Cai, Y. (2023). As-Built BIM Reconstruction of Piping Systems Using PipeNet. *Automation in Construction*, Vol. 147. DOI:10.1016/j.autcon.2022.104735
- Xu, M., Peng, D. (2020). Pyrosim-Based Numerical Simulation of Fire Safety and Evacuation Behaviour of College Buildings. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 10 (2). DOI:10.18280/ijssse.100218
- Xu, W., Chan, S. C., Leong, W. Y. (2023). Effectiveness Study of Artificial Intelligent Facility System in Maintaining Building Fire Safety (Case Study: Typical Public Building Cases of Fire-based numerical simulation of fire safety and evacuation behaviour of college buildings. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Vol. 2023. DOI:10.1155/2023/2592322
- Xu, Z., Wei, W., Jin, W., Xue, Q.-R. (2020). Virtual Drill for Indoor Fire Evacuations Considering Occupant Physical Collisions. *Automation in Construction*, Vol. 109. DOI:10.1016/j.autcon.2019.102999
- Xu, Z., Zhang, Z., Lu, X., Zeng, X., Guan, H. (2018). Post-Earthquake Fire Simulation Considering Overall Seismic Damage of Sprinkler Systems Based on BIM and FEMA P-58. *Automation in Construction*, Vol. 90. DOI:10.1016/j.autcon.2018.02.015
- Yakhou, N., Thompson, P., Siddiqui, A., Abualdenien, J., Ronchi, E. (2023). The Integration of Building Information Modelling and Fire Evacuation Models. *Journal of Building Engineering*, Vol. 63, Part B. DOI:10.1016/j.jobe.2022.105557
- Yan, F., Hu, Y., Jia, J., Ai, Z., Tang, K., Shi, Z., Liu, X. (2020). Interactive WebVR Visualization for Online Fire Evacuation Training. *Multimedia Tools and Applications*, 79 (4). DOI: 10.1007/s11042-020-08863-0
- Yang, Y., Sun, Y., Chen, M., Zhou, Y., Wang, R., Liu, Z. (2022). Platform Development of BIM-Based Fire Safety Management System Considering the Construction Site. *Buildings*, 12 (8). DOI:10.3390/buildings12081268
- Yenumula, K., Kolmer, C., Pan, J., Su, X. (2015). BIM-Controlled Signage System for Building Evacuation. *Procedia Engineering*, Vol. 118. DOI:10.1016/j.proeng.2015.08.428
- Yu, X., Yu, P., Wan, C., Wang, D., Shi, W., Shou, W., Wang, J., Wang, X. (2022). Integrating Virtual Reality and Building Information Modeling for Improving Highway Tunnel Emergency Response Training. *Buildings*, 12 (10). DOI:10.3390/buildings12101523
- Zhang, D., Zhang, J., Xiong, H., Cui, Z., Lu, D. (2019b). Taking Advantage of Collective Intelligence and BIM-Based Virtual Reality in Fire Safety Inspection for Commercial and Public Buildings. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9 (23). DOI:10.3390/app9235068
- Zhang, J., Guo, J., Liu, X., Xiong, H., Zhang, D. (2019a). A Framework for An Intelligent and Personalized Fire Evacuation Management System. *Sensors (Switzerland)*, 19 (14). DOI:10.3390/s19143128
- Zhang, N., Liang, Y., Zhou, C., Niu, M., Wan, F. (2022). Study on Fire Smoke Distribution and Safety Evacuation of Subway Station Based on BIM. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12 (24). DOI:10.3390/app122412808
- Zheng, H., Zhang, S., Zhu, J., Zhu, Z., Fang, X. (2022). Evacuation-Based Numerical Simulation of Fire Safety and Evacuation Behaviour of College Buildings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19. DOI:10.3390/ijerph192316254
- Zhou, X., Li, H., Wang, J., Zhao, J., Xie, Q., Li, L., Liu, J., Yu, J. (2022). CloudFAS: Cloud-Based Building Fire Alarm System Using Building Information Modelling. *Journal of Building Engineering*, Vol. 53. DOI:10.1016/j.jobe.2022.104571

CLT KONSTRÜKSİYONLU BİNALARDA YANGIN YAYILIMININ İNCELENMESİ

Ceyda Beceni¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı¹
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Artan yapılaşmayla birlikte günümüzde sürdürülebilirlik konusu giderek önemini daha çok hissettirmektedir. Yapıda kullanılan malzemelerin sağlam olması, deprem gibi bir afette yıkılmaması, yıkılması halinde bina kullanıcılarının minimum zararla bu durumu atlama, yeniden kullanılabilir, ekonomik, uygun fiyatlı ve hızlı inşa edilebilir olması gibi pek çok kriteri karşılaması beklenmektedir. Bütün bu kriterlere baktığımızda ahşap, betona göre önemli avantajlar sunmaktadır. Ahşap yapı elemanlarını üreten ve inşaat sektöründe kullanan gelişmiş ülkelerde ahşap konstrüksiyona sahip binaların sayısı bilinçli bir şekilde artmakta ve endüstriyel ahşabın üretimi desteklenmektedir. Ahşabın binalarda kullanımındaki en önemli dezavantajlarından birinin yangın olduğu düşünüldüğünde, tasarım ve uygulamada dikkat edilmesi gereken noktalar olduğu açıktır. Özellikle endüstriyel ahşabın kullanımı ve yangın gibi afetlerde göstereceği davranışların incelenmesi, bina kullanıcılarının can güvenliklerinin sağlanması açısından önemlidir. Bu çalışmada endüstriyel ahşap konstrüksiyona sahip 3 katlı bir konut binasında çıkan bir yangının bina içinde yayılması, sayısal benzetim ortamında incelenmiş ve aynı binanın betonarme konstrüksiyonlu hali ile kıyaslanmıştır. Yangının meydana getirdiği sıcaklık etkileri ve duman dağılımı plan ve kesit düzlemlerinde gözlenmiştir. Elde edilen verilere göre CLT konstrüksiyonlu binada betonarme binaya göre sıcaklık dağılımı daha hızlı gerçekleşmiş, daha geniş alana yayılmış ve daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşmıştır. Duman yayılımında ise iki bina arasında çok büyük farklar tespit edilmemiştir.

Anahtar sözcükler: CLT yapı, yangın, yangın benzetimi, endüstriyel ahşap, sürdürülebilirlik

ABSTRACT

With the increasing construction, the issue of sustainability is becoming more and more important today. It is expected that the materials used in the building should be strong, not collapse in a disaster such as an earthquake, in case of collapse, the building users will overcome this situation with minimum damage, and meet many criteria such as being reusable, economical, affordable and fast to be built. When we look at all these criteria, wood offers significant advantages over concrete. In developed countries that produce wooden construction elements and use them in the construction sector, the number of buildings with wooden construction is deliberately increasing and the production of industrial wood is supported. Considering that one of the most important disadvantages of the use of wood in buildings is fire, it is clear that there are points to be considered in design and application. In particular, examining the use of industrial wood and its behavior in disasters such as fire is important in terms of ensuring the life safety of building users. In this study, the spread of a fire in a 3-storey residential building with an industrial wooden construction was examined in the digital simulation environment and compared with the reinforced concrete construction of the same building. The heat effects and smoke distribution caused by the fire were observed in plan and section planes. According to the data obtained, the temperature distribution in the CLT construction building was faster, spread over a wider area and higher temperature values were achieved compared to the reinforced concrete building. There was no significant difference in smoke spread between the two buildings.

Keywords: CLT building, fire, simulation, industrial wood, sustainability

¹ ceydabeceni@hotmail.com

² serteser@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Doğal ahşap, yüzyıllardır yapı üretiminde yaygın olarak kullanılan geleneksel yapı malzemelerinin başında gelir. Ahşabın işleme ve temin kolaylığı hem yapı strüktüründe hem de yüzey kaplamalarında çokça kullanımına neden olmuştur. Bilinen diğer olumlu özelliklerine rağmen ahşabın yangın durumundaki davranışı, özellikle yüzeyi vasıtasıyla alev yayılımına katkı sağlaması doğal ahşabın yapıda kullanımını sınırlamıştır. Ahşabın yangın durumundaki olumsuz özellikleri kullanılan çeşitli yöntemlerle iyileştirilmekle birlikte büyük açıklıkları da geçmek üzere üretilen endüstriyel ahşabın üretimi sayesinde yapı sektöründe kullanım olanaklarına yeni bir pencere açılmıştır. Bu nedenle son yıllarda yapıda endüstriyel ahşabın kullanımında artışlar görülmektedir. Daha estetik olması, ekonomik üretim süreci, prefabrikasyon, hızlı inşa edilmesi, sürdürülebilir olması, düşük karbon üretimi, sismik olarak avantajlı oluşu ve yangına dayanımı ile bir çok alanda yapı üretiminde ön plana çıkmaktadır. Bununla beraber yakın zamanda yapılan araştırmalar dışında özellikle CLT ve glulam gibi endüstriyel ahşap türlerinin yangın durumunda strüktürel davranışının anlaşılması hakkında yapılan çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir.

2. ENDÜSTRİYEL AHŞAP YAPILAR

2.1. Endüstriyel Ahşap

Kereste, levha, yonga, lif, talaş gibi ahşap ürünlerinin bağlayıcı maddeler kullanılarak çeşitli şekillerde fabrika ortamında bir araya getirilmesiyle oluşturulan homojen ve izotrop malzemeye endüstriyel ahşap denilmektedir (Güzel ve Yesügey, 2015).

Endüstriyel ahşap türlerinde en çok kullanılanlar:

- Tutkalı Tabakalı Ahşap (Glue-Laminated Timber [GLT, Glulam])
- Çapraz Lamine Ahşap (Cross Laminated Timber [CLT])
- Soyma Tabakalı Lamine Ahşap (Laminated Veneer Lumber [LVL])
- Çivili Lamine Ahşap (Nail-Laminated Timber [NLT])
- Ahşap-Beton Kompozit (Timber Concrete Composite [TCC])
- Dübelli Lamine Ahşap (Dowel Laminated Timber [DLT])
- Yonga Lamine Ahşap (Laminated Strand Lumber [LSL])
- Paralel Lamine Ahşap (Parallel Strand Lumber [PSL]) (Özşahin, 2021)

Endüstriyel ahşaptan inşa edilen binalarda günümüzde en çok tercih edilen yapı malzemesi CLT ve GLT'dir. Özellikle Kuzey Avrupa ülkeleri ve Kanada başta olmak üzere ahşabın temininin kolay ve ekonomik olması sebebiyle endüstriyel ahşap en çok bu bölgelerde kullanılmaktadır.

Endüstriyel ahşap yapılar günümüzde 3 farklı gruba ayrılmış üretim tekniğine göre isimlendirilen sistemlerden oluşturulabilmektedir. Bu sistemler:

- Panel Sistem
- Çerçeve Sistem
- Hibrit Sistem (Green & Taggart, 2017)

2.1.1. Panel Sistem

Yatay ve dikey yüklerin duvar panelleri ile taşındığı sistemdir. Genellikle CLT'den yapılan paneller binanın ideal olarak her katında aynı konfigürasyona ve boşluklara sahip olacak şekilde düzenlenir. Bina kullanıcı ihtiyaçlarının sabit olduğu ve fazla değişikliğe olanak sağlamayan sistemlerdir. Daha çok konut binalarının inşaatında kullanılır. Hem ekonomiktir, hem de hızlı üretim imkanı sunar.

Panel sisteme STRANDPARKEN HUS B, Sundbyberg, Sweden (2013) binası örnek verilebilir. Bina 8 katlıdır ve CLT panel sistem ile inşa edilmiştir. Binanın yanal direnci, CLT merdiven ve asansör boşluklarının bir kombinasyonu ve perde duvar işlevi gören çoklu CLT bölmeleri tarafından sağlanmaktadır (Green & Taggart, 2017)

2.1.2. Çerçeve Sistem

Kolon ve kirişler tarafından yüklerin taşındığı sisteme çerçeve sistem denir. Daha büyük esnek iç mekanlar ile ticari ve kurumsal kullanımlar için tasarlanan bina programlarına uygundur. Yanal stabilite için ise perde duvar veya çapraz destekler ile önlem alınmalıdır.

T3 (2016) binası çerçeve sisteme örnek olarak verilebilir (DLR Grp / Michael Green Arch.). Çerçeve sistem yöntemi ile 7 katlı ahşap bina 2016 yılında Minneapolis'te tamamlanmıştır. Kolon ve kirişler glulam (GLT), döşemeler çivili lamine ahşap (NLT) paneldir. T3 binasında vidalı, çivili ve bulonlu çelik levhali birleşimler kullanılmıştır (Aydın, 2019; Şentürk, 2020; CTBUH, 2021; T3, 2021)

2.1.3. Hibrit Sistem

Farklı malzeme ve yapısal çözümlerin bir arada kullanıldığı sistemlere hibrit sistem denir. Bu sistemde bazı yapı elemanları CLT, bazıları da betonarme ya da çelik malzemeden imal edilerek harmanlanabilmektedir.

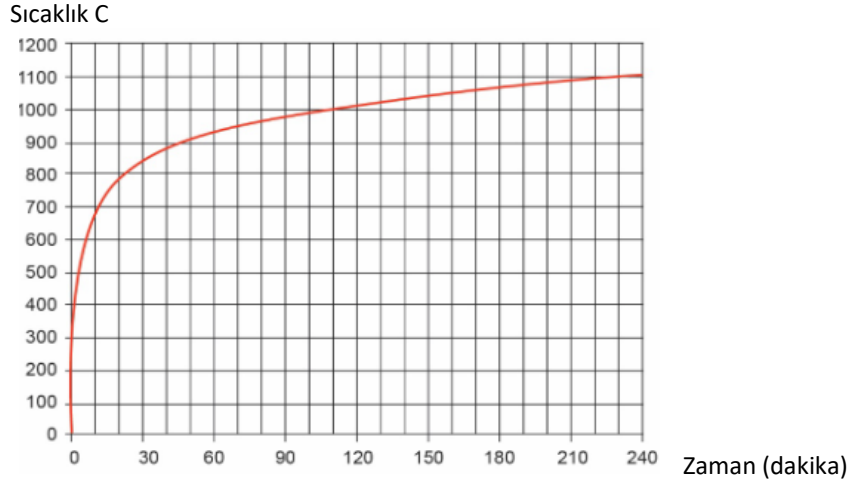
Hibrit sisteme Treet, Norveç (2015) binası örnek verilebilir. Ahşap betonarme kompozit taşıyıcı sisteme sahip Treet binasının inşaatı 20 ay sürmüş, 2015 yılında 14 katlı bina tamamlanmıştır. Binanın temeli, bodrum katı ve ara kat döşemeleri betonarmedir. Ahşap kısmın taşıyıcı sistemi, ahşap karma sistem olan binada kolon, kiriş ve çapraz elemanlar glulam (GLT), taşıyıcı duvar panelleri çapraz lamine ahşap (CLT)'dir. Treet binasında vidalı geçmeli çelik birleşimler kullanılmıştır (Aydın, 2019; Şentürk, 2020; CTBUH, 2021; Treet, 2021).

2.2. Endüstriyel Ahşap Yapılarda Yangın

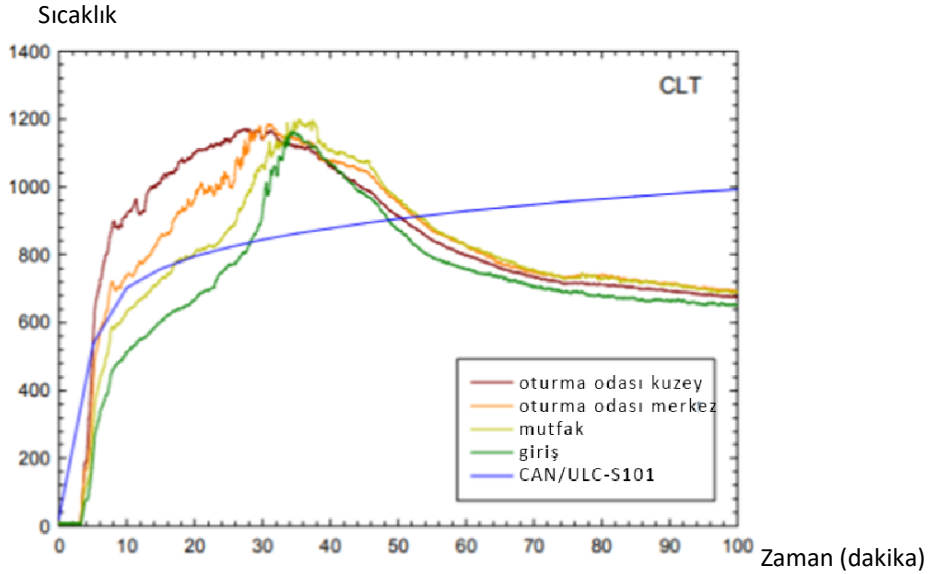
Bina standart ve yönetmelikleri kullanılan malzemeye bakılmaksızın, tüm bina sistemlerinin aynı seviyede emniyette olmasını gerektirir. Ahşap karkas yapı sistemleri için yangından korunma ve kanıtlanmış güvenlik ve performans standartları mevcuttur. Bunlar yangına dayanıklılık derecesini artıran duvar, döşeme ve tavan bileşenleri, yangın algılama ve alarm, söndürme sistemleri ve binanın çevresinde açık alanların bırakılmasına varıncaya kadar yangına dayanım sürelerini artıracak ilave tedbirlerin alınması gibi yöntem ve uygulamalardır.

Büyük kesitli normal ve tutkallı glulam, CLT gibi ahşap malzemelerle oluşturulan yapı elemanları yangında daha fazla avantaja sahiptir. Çünkü kalın ve geniş yüzeyler yangını yavaşlatmakta ve binayı tahliye, müdahale ve kurtarma sürelerini uzatmaktadır.

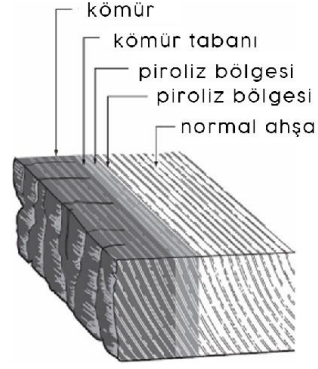
CAN/ULC-S101 (ULC, 2014a) yangın test yöntemi, bir duvar, zemin veya çatı bileşeni ya da bir kolon veya kiriş gibi yapısal bir elemanın, yangında üretilen gaz sıcaklığının standartlaştırılmış bir zaman-sıcaklık eğrisini takip ederek zamanla arttığı flashover sonrası bir yangına maruz kalmasını gerektirir (Şekil 1). CAN/ULC-S101 (ULC, 2014a) standart zaman-sıcaklık eğrisi Şekil 2’de görüldüğü gibi, gerçek veya doğal bir yangını temsil etmeyebilir. Bu nedenle bazı durumlarda alternatif bir çözümün parçası olarak, kompartıman konfigürasyonuna, beklenen sınır koşullarına (termal ataletleri dahil), bölme geometrisine, mevcut havalandırma koşullarına (yanmayı sürdürmek için gerekli oksijen), yakıt yükü (mobilya ve içeriği) dağılımına ve otomatik yağmurlama başlıklarının ısı salınım hızı (HRR) ve sıcaklık üzerindeki etkilerine bağlı olarak belirli bir kompartımanda beklenen profili daha uygun şekilde temsil eden bir tasarım yangın (design fire) eğrisinin kullanılması gerekebilir. Karakteristiğine bağlı olarak bu tasarım yangını standart yangından daha yoğun veya daha düşük yoğunlukta olabilir.



Şekil 1 : CAN/ULC-S101 standart zaman-sıcaklık eğrisi (Karacabeyli & Lum, 2022)

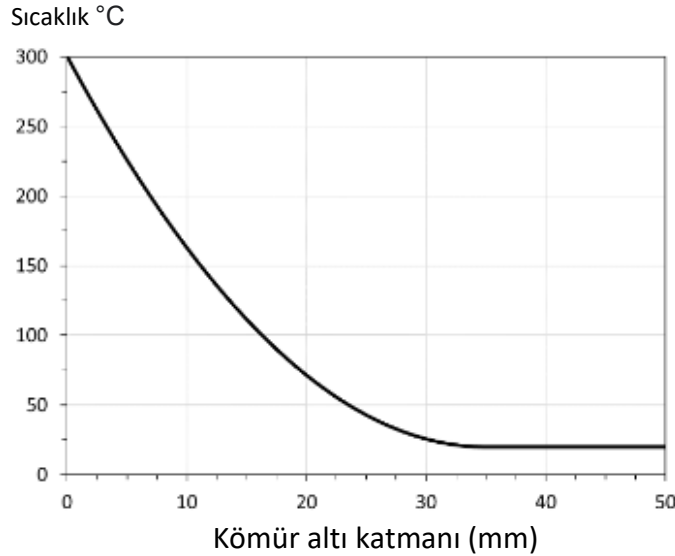


Şekil 2: CAN/ULC-S101'e kıyasla bir CLT bölmesi yangın deneyinde örnek yangın süresi-sıcaklık eğrileri (ULC, 2014a) standart sıcaklık eğrisi (Karacabeyli & Lum, 2022)



Şekil 3: Küçük ölçekli bir alev testi sırasında oluşan kömür tabakası (CSA O177-06 [CSA, 2011a])

Ahşabın açıkta kalan yüzeyinin etrafında oluşan kömürleşmiş tabaka, iç çekirdeğe termal koruma vazifesi görerek yanma oranını azaltır ve dengeler. Kömürleşmiş katman iç çekirdeği termal ve mukavemet bozulmasından korur. Kömür katmanının tabanındaki sıcaklık yaklaşık 300°C'dir ve kömürün altında yaklaşık 35 mm kalınlığında ısıtılmış bir katman bulunur. Kömür tabakası tarafından sağlanan etkili termal koruma (ahşapta mukavemeti düşüren sıcaklık artış seviyelerini önleyen), kömür tabakasının üzerinden itibaren yaklaşık 25 mm (CEN, 2004)'dir (Karacabeyli & Lum, 2022).

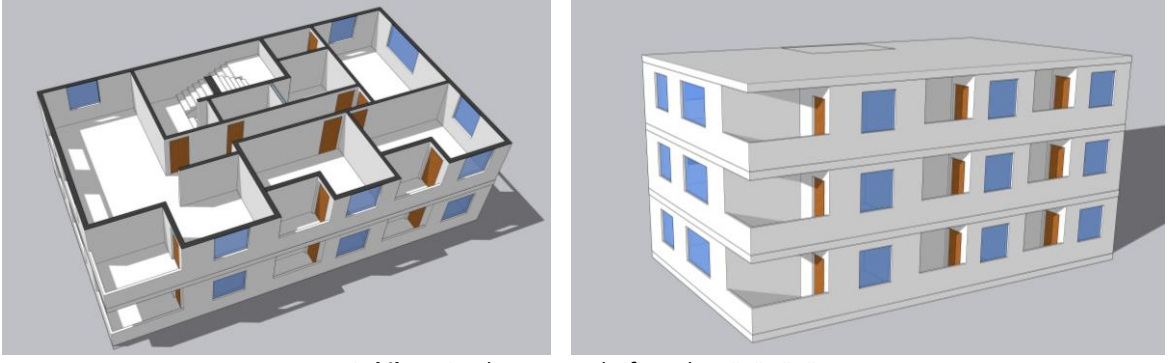


Şekil 4: kömür katmanı altındaki sıcaklık profili

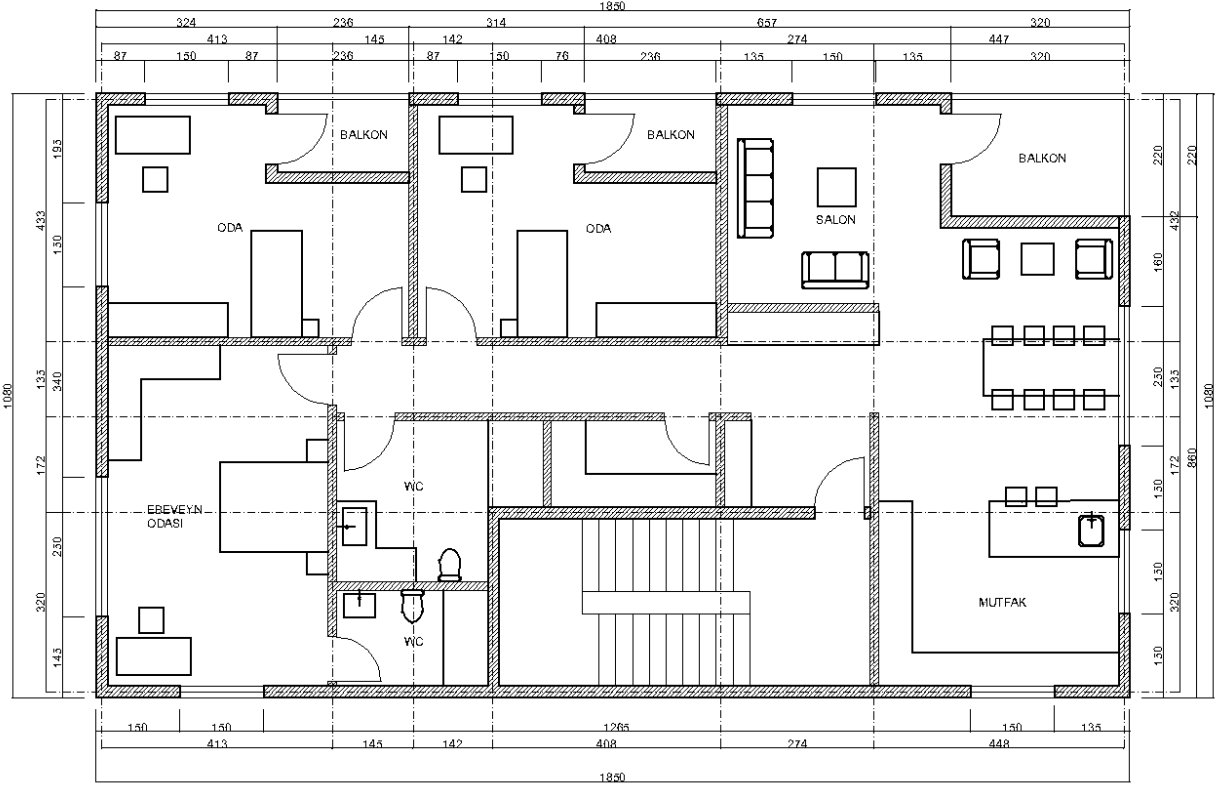
3. ENDÜSTRİYEL AHŞAP BİNA MODELİ VE YANGIN BENZETİMİ

Bu çalışmada yaygın kullanım sınıfı olması nedeniyle bir konut binası ele alınmıştır. Yapı strüktüründe malzeme olarak CLT ve betonarme kullanılmış ve bina konut inşaat sistemleri için en uygun sistem olan panel sistem ile tasarlanmıştır. Binanın 3 kattan oluştuğu kabul edilmiştir.

Panel sistemde inşa edildiği için tüm duvarlar, döşemeler ve merdiven taşıyıcı özellikteki CLT'den oluşmaktadır. Katlar arasında açık bir merdiven yer almaktadır. Daire 3 oda, 1 salon, 1 mutfak, 2 banyo ve 1 depodan oluşmaktadır. Dış duvarların kalınlığı 20 cm iç duvarlar ise 15 cm olarak tasarlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 5: Bina kat perspektifi ve dış görünüşü



Şekil 6: Kat planı

CLT için aşağıda yer alan emisyon, iletkenlik ve yoğunluk değerleri değerleri Pyrosim yazılımına veri olarak girilmiştir.

Emisyon = 0.9 , Özısı = 1.6 kJ/(kg·K) , İletkenlik = 0.11, Yoğunluk = 470 kg/m³ (Iringová & Vandlíčková, 2021)

Betonarme malzemenin kullanıldığı durumda ise aşağıda yer alan değerlerden yararlanılmıştır.

Emisyon = 0.9 , Özısı = 1.08 kJ/(kg·K) , Yoğunluk = 2,36 kg/m³ S48R2 isimli betondan özellikler alınmıştır. (Howlader M. K. , 2012)

Yangının 2. katın salonunda 1.5 m ye 1.5 m lik bir kaynaktan başladığı varsayılmıştır. Kaynağın ürettiği ısı miktarı m² başına HRRPUA= 660 kW/m² olarak kabul edilmiştir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Aynı ölçülere ve plana sahip, farklı malzemelerden imal edilmiş yapı elemanı ve strüktürünün kullanıldığı iki binada, yangının sıcaklık ve duman dağılımının anlaşılabilmesi için sayısal benzetim yöntemiyle incelemeler yapılmıştır. Sayısal benzetimde, FDS tabanlı PyroSim programından yararlanılmıştır. Duvar, döşeme ve merdivenlerinde betonarme kullanılarak inşa edilmiş bina ve CLT panel sistem ile yapılmış binanın sıcaklık ve duman dağılımı 360 saniye boyunca incelenmiştir. Konut kullanımlı binaların 2. katında ve salonda başlayan yangının benzetim süresi içinde binaya yayılımı gözlenmiş, her 60 sn.de bir her iki benzetimden görüntü alınarak kıyaslama yapılmıştır.

Şekil 8’de A-A kesiti ile koridor boyunca binaların boydan boya sıcaklık değişimleri görülmektedir. 60. sn.den 360. sn.ye kadar CLT malzemeli binada sıcaklık yayılımının daha fazla ve daha geniş alana yayıldığı görülmektedir. Siyah bölgeler 350 °C sınırını göstermektedir ve net bir şekilde CLT kullanımlı binada koridor boyunca yüksek sıcaklık değerleri daha ileri düzeylere ulaşmıştır.

Şekil 9’de B-B kesitinde de yangının salon içerisinde 360 sn. boyunca oluşturduğu sıcaklık değerleri görülmektedir. Kesitte CLT kullanımlı binada betonarme yapıya kıyasla 350 °C den fazla sıcaklık değerlerine sahip olan bina bölümlerinin daha yaygın bir alanı kapladığı görülmektedir. CLT kullanımlı binada 360. sn.de ulaşılan sıcaklık değeri, 60. saniyede ulaşılan değerin yaklaşık iki katıdır.

Şekil 10’de Plan düzleminde iki örnek model arasındaki sıcaklık farkları çok daha net görülmektedir. CLT ile inşa edilen binada 60. sn.de yangın antre ve salon içerisinde daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşmıştır. 120. saniyede daha geniş alanlar sıcaklıktan etkilenmiş durumdadır. 180. sn.de ise betonarme binada merdiven boşluğu ve salonun yanındaki ilk odada sıcaklık değerleri 100 °C değerini bulmamışken CLT ile inşa edilen binada koridorun etkisiyle birlikte ebeveyn odası ve diğer odalarda sıcaklık bu değeri aşmıştır. 360. sn.de betonarme binada en çok etkilenen alanlar salon , antre ve ardından koridorun etkisiyle ebeveyn odası olmuşken CLT binada tüm odalar 150-200 °C değerleri arasına çıkmış, salonda ise yangının sıcaklığı 500 °C’ lere ulaşmıştır.

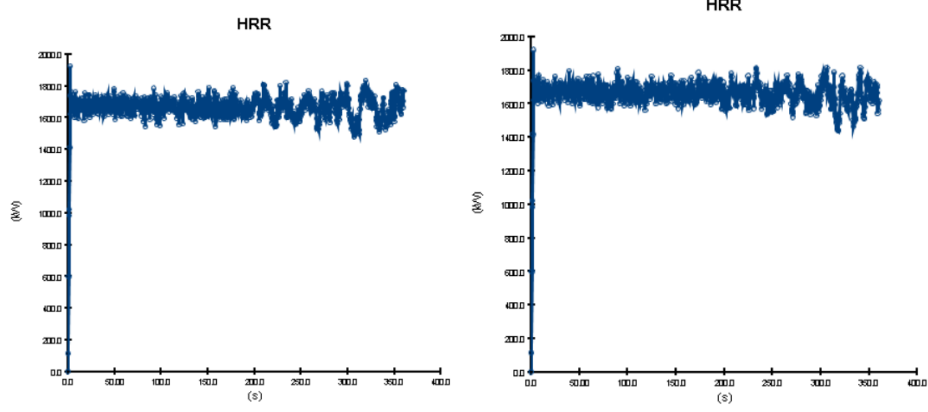
Şekil 11’de iki binadaki duman değişimleri yer almaktadır. 60. sn.de her iki binada da 2. kat ve koridoruna ek olarak merdiven boşluğunda duman yayılımı görülmektedir. 120. sn.de 3. kata ulaşan duman hızlı bir şekilde yayılmaya devam etmiştir. 180. sn.den itibaren ise 2. kat tamamen dumanla dolmuş durumdayken 3. katta duman, odaların ve koridorun yarısına kadar ulaşmıştır. 240. saniyeden itibaren 2. ve 3. katlar tamamen duman altında kalmıştır. 360. sn.de sınırlı miktarda dumanın 1. kata geçtiği görülmüştür..

Şekil 12’deki B-B kesitinde de A-A kesitindekine benzer durumlar görülmektedir. Fakat dumanın merdiven boşluğundan 3. kata yayılımının 60. sn.den itibaren etkisini artırdığı net bir şekilde görülmektedir.

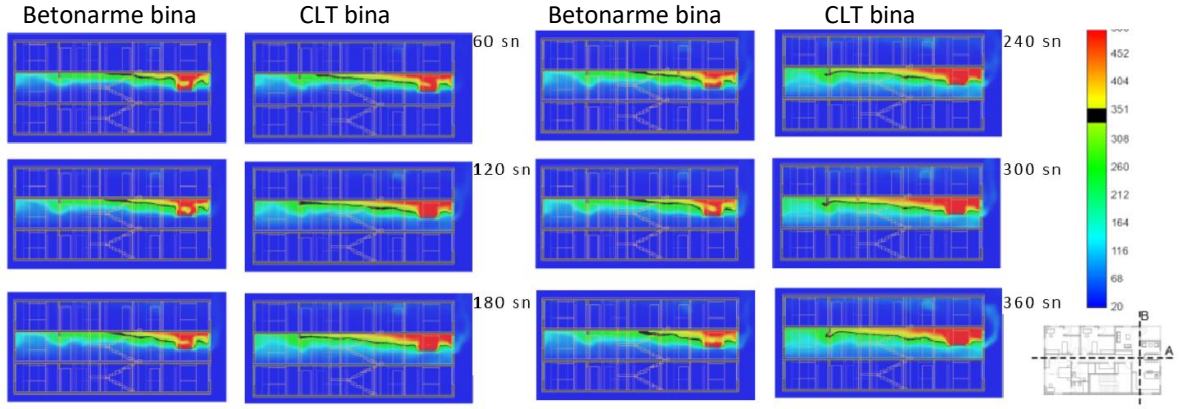
2. katın plan düzleminde 30. sn.den itibaren her iki binada da dumanın tüm odalara ulaştığı incelenmiştir(Şekil 13).

Şekil 7’da HRR değerlerinin 360. saniye boyunca değişimleri görülmektedir.

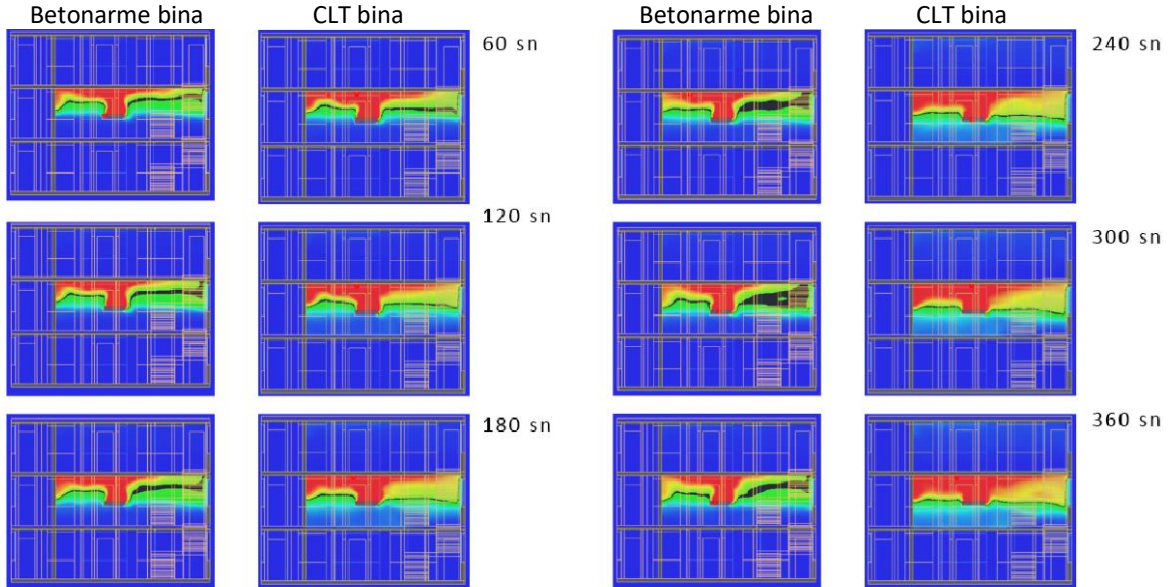
Sonuç olarak; CLT kullanımlı binada betonarme binaya kıyasla yangına karşı hiç bir önlem alınmadığı takdirde alev ve duman hızlı bir şekilde daha geniş alana yayılarak, daha yüksek sıcaklık değerleri oluşturmaktadır.



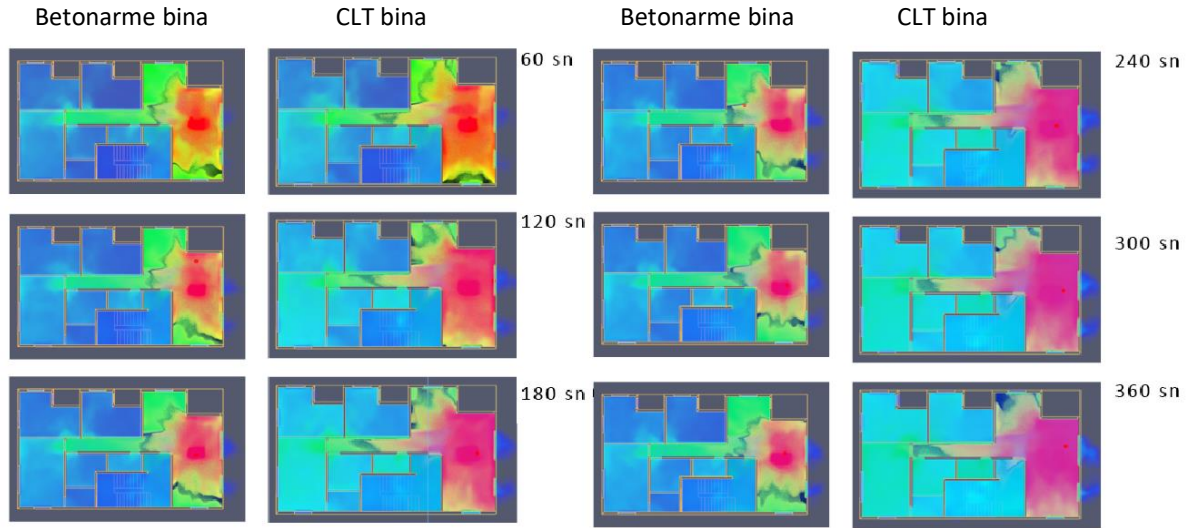
Şekil 7: Sırasıyla CLT ve Beton kullanımlı simülasyonda zamana göre HRR değerleri



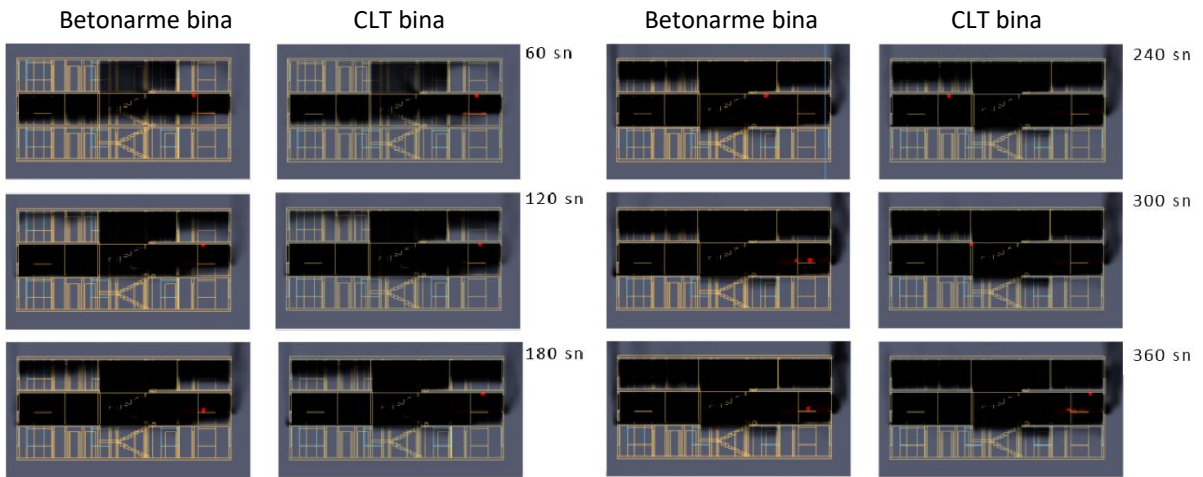
Şekil 8: A-A Kesiti Betonarme ve CLT binalarda sıcaklık yayılımının görselleri



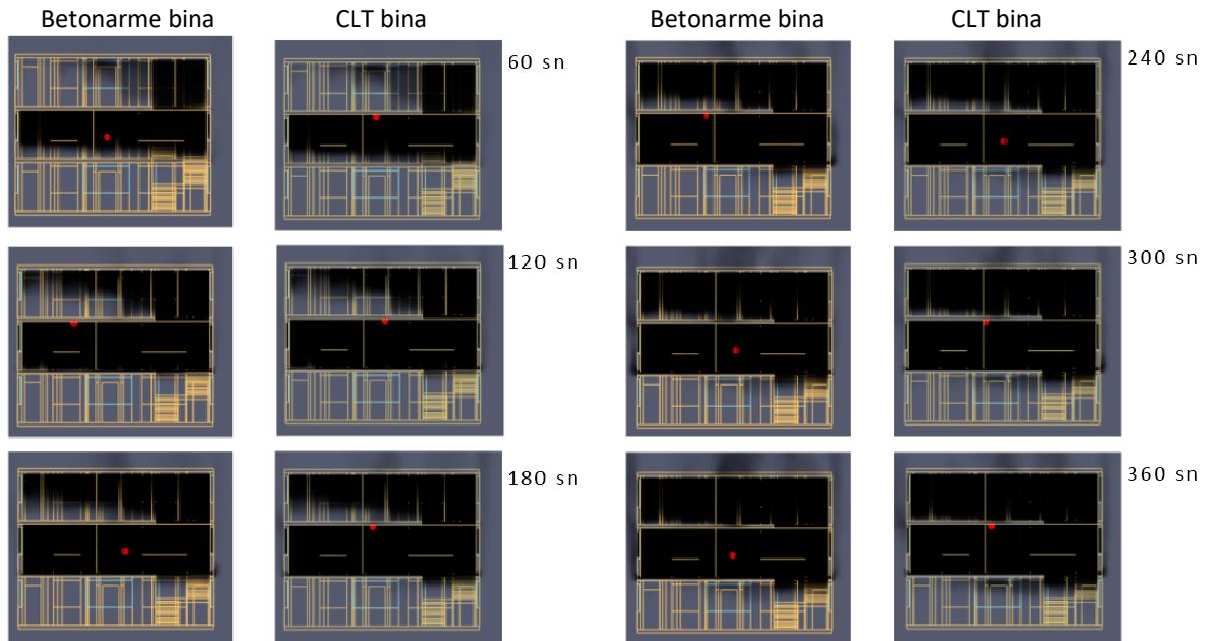
Şekil 9 : B-B Kesiti Betonarme ve CLT binalarda sıcaklık yayılımının görselleri



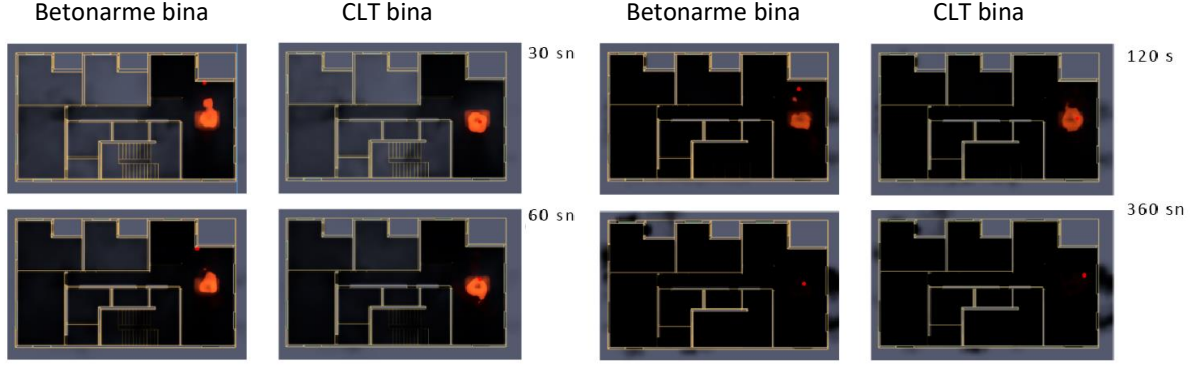
Şekil 10: Plan düzleminde Betonarme ve CLT binalarda sıcaklık yayılımının görselleri



Şekil 11 : A - A kesitinde Betonarme ve CLT binalarda duman yayılımının görselleri



Şekil 12 : B - B kesitinde Betonarme ve CLT binalarda duman yayılımının görselleri



Şekil 13 : Plan düzleminde Betonarme ve CLT binalarda duman yayılımının görselleri

KAYNAKLAR

Güzel N. ve Yesügey S. C. (2015). Çapraz lamine ahşap (CLT) malzeme ile çok katlı ahşap yapılar, Mimarlık Dergisi, Sayı: 382, Mart-Nisan 2015

Canadian Standards Association (CSA). (2011a). CSA O177-06: Qualification code for manufacturers of structural glued-laminated timber. Mississauga, ON: Author.

European Committee for Standardization (CEN). (2004). Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1–2: General – Structural fire design. Brussels, Belgium: Author.

Giraldo, M. P., Avellaneda, J., Lacasta, A., & Burgos, C. (n.d.). NUMERICAL-SIMULATION RESEARCH ON BUILDING-FAÇADE GEOMETRY AND ITS EFFECT ON FIRE PROPAGATION IN WOODEN FAÇADES.

Green, M., & Taggart, J. (2017). *Tall wood buildings: design, construction and performance*.

Iringová, A., & Vandlíčková, D. (2021). Analysis of a Fire in an Apartment of Timber Building

Depending on the Ventilation Parameter. Civil and Environmental Engineering, 17(2), 549–558. <https://doi.org/10.2478/cee-2021-0056>

Karacabeyli, E., & Lum, C. (2022). Technical Guide for the Design and Construction of Tall Wood Buildings in Canada.

<https://archello.com/story/22355/attachments/photos-videos>

Cvetkovic, R., Stojic, D., Krasic, S., & Markovic, N. (2015). Innovative structural CLT system in projecting and building of student houses. *Facta Universitatis - Series: Architecture and Civil Engineering*, 13(1), 57–64. <https://doi.org/10.2298/fuace1501057c>

CTBUH, Council on Tall Buildings and Urban Habitat (2021), Illinois Institute of Technology, S.R. Crown Hall, 3360 South State Street, Chicago, Illinois, USA, www.ctbuh.org

Aydın, H. (2019). Çok katlı ahşap yapılarda strüktürel kurgunun analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon

Şentürk, H. (2020). 21. yüzyılda üretilen çok katlı ahşap yapıların yapım sürecinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul

<https://www.archdaily.com/802831/t3-michael-green-architecture>

Malo K. , Abrahamsen R., Bjertnæs M , (2016), Some structural design issues of the 14-storey timber framed building “Treet” in Norway

Howlader M. K. , (2012), Effects of aggregate types on thermal properties

EĞİTİM BİNALARI ÖZELİNDE KAÇIŞ YOLLARI SİMÜLASYON PROGRAMLARININ ANALİZİ VE BİR ÖRNEKLEM

Merve Akça¹

Fatih Ceylan²

Prof. Dr. Füsün Demirel³

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Öğrencisi^{1,2}

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Öğretim Üyesi³

ÖZET

Günümüzde binalarda çıkan yangınlardan dolayı sıklıkla can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Bu bağlamda çalışmada; tasarım, yapım, kullanım sürecinde sağladığı faydalar nedeniyle dünyada yaygın olarak kullanılan, acil kaçış ve tahliye simülasyon programlarının özellikleri üzerinden analizi yapılmış ve ilgili programlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu analiz ışığında Pathfinder simülasyon programı seçilerek, bir örneklem üzerinden yangın tahliye simülasyonu yapılmıştır. Örneklem olarak, İzmir Bornova ilçesinde yapılacak olan bir anaokulu projesi Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmanın sonunda; yangından kaçış yollarının önemi vurgulanmış ve binanın güvenli bir şekilde tahliye edilip edilmediği ortaya konularak simülasyon programlarının önemi vurgulanmıştır.

Anahtar sözcükler: Pasif yangın güvenlik önlemleri, simülasyon, acil kaçış, eğitim binaları, yangın, kaçış yolları

ABSTRACT

Today, loss of life and property is frequently experienced due to fires in buildings. In this context, in the study; The analysis of the features of the emergency escape and evacuation simulation programs, which are widely used in the world due to the benefits they provide in the design, construction and usage process, has been made and the related programs have been compared with each other. In the light of this analysis, the Pathfinder simulation program was chosen and a fire evacuation simulation was performed on a sample. As a sample, a kindergarten project to be built in Izmir Bornova district was examined within the framework of the Turkish Regulation on the Protection of Buildings from Fire. At the end of the study; The importance of fire escape routes was emphasized and the importance of simulation programs was emphasized by revealing whether the building was evacuated safely or not.

Keywords: Passive fire safety measures, simulation, emergency escape, education buildings, fire, means of egress

¹ merveakca1998@outlook.com

² fthcyln@gmail.com

³ fusundgk@gmail.com

1. GİRİŞ

Günümüzde eğitim binalarının tasarımı ve güvenliği giderek önem kazanmaktadır. Bu binaların yangın, deprem, terör saldırısı gibi acil durumlar karşısında etkili bir şekilde tahliye edilebilmesi hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, eğitim binalarının tasarımında kaçış yollarının planlanması ve analiz edilmesi oldukça önemlidir.

Kaçış yollarının planlanması, analiz edilmesi için simülasyon programları kullanılmaktadır. Bu programlar, yangın veya deprem gibi acil durumlar sırasında bina sakinlerinin tahliyesini simüle ederek, kaçış yollarının etkinliğini ve güvenliğini analiz etmek için kullanılır.

Tahliyenin çabuk ve güvenli olması için binaların tasarım ve inşaat aşamasında güvenli sürede binayı boşaltmaya uygun olarak tasarlanması gereklidir. Uzun yıllardır, tahliye planlaması ve güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi, çeşitli yazılım uygulamaları aracılığıyla sunulan simülasyon modelleri temelinde gerçekleştirilmektedir. Çalışmaların tasarım aşamasındayken yapılması, sonuçların tasarıma dahil edilmesi tercih edilmektedir. Tam olarak bu noktada yangın tahliye simülasyon programlarının önemi anlaşılmaktadır.

Örneklem kapsamında İzmir’de yapılacak olan bir anaokulu projesi mevzuatlar çerçevesinde incelenmiş, Pathfinder programı kullanılarak yangın tahliye simülasyonu yapılmıştır. Bu analizin amacı, seçilen eğitim binasının tasarımı ve güvenliği için en uygun kaçış yollarını belirleyerek, bu binanın daha güvenli hale getirilmesine katkıda bulunmak ve seçilen binanın güvenli bir şekilde ve sürede tahliye edilebileceğini görmektir.

2. ACİL KAÇIŞ SİMÜLASYON PROGRAMLARI

Acil kaçış simülasyon programları, bir bina veya tesiste yangın, deprem veya diğer acil durumlarda tahliye işlemlerinin nasıl yapılacağını öngörmek ve acil durumlarda insanların binalardan güvenli bir şekilde çıkmasını sağlamak için kullanılır.

Bu programlar, özellikle büyük binalar, stadyumlar, havaalanları, hastaneler ve okullar gibi birçok kişinin bulunduğu binalar için yaygın olarak tercih edilmektedir. İlgili programlar sayesinde, tahliye işlemlerinin en iyi şekilde nasıl yapılacağı öngörülür ve acil durumlarda ne yapmaları gerektiği önceden belirlenmiş olur.

İlaveten, günümüzde acil kaçış simülasyon programlarının tasarım ve yapım süreçlerine entegre edilmesiyle birlikte, tehlike oluşmadan, olası birçok sorunun önüne geçilebilmektedir. Sorunlar yaşanmadan, insanlar zarar görmeden alınabilecek pasif önlemler sayesinde zamandan ve paradan tasarruf edilebilmektedir.

2.1. Building Exodus

Greenwich Üniversitesi tarafından geliştirilen, İngiltere menşeli olan program binalarda tahliye senaryolarını simüle etmek için kullanılan bir yazılım programıdır.

BuildingEXODUS, tahliye senaryoları sırasında insanların hareketini simüle etmek için gelişmiş algoritmalar ve modelleme teknikleri kullanır. Tahliye senaryolarının gerçekçi simülasyonlarını oluşturmak için bina yerleşimi, yangının yayılması, duman hareketi ve insan davranışı gibi faktörleri hesaba katar.

Temel özelliklerinden bazıları;

Karar verme, iletişim ve grup dinamikleri dahil olmak üzere tahliye senaryoları sırasında insan davranışının gelişmiş modellemesi,

Kat planları, animasyonlar, hızlandırılmış videolar dahil olmak üzere tahliye senaryolarının ayrıntılı görselleştirmesi,

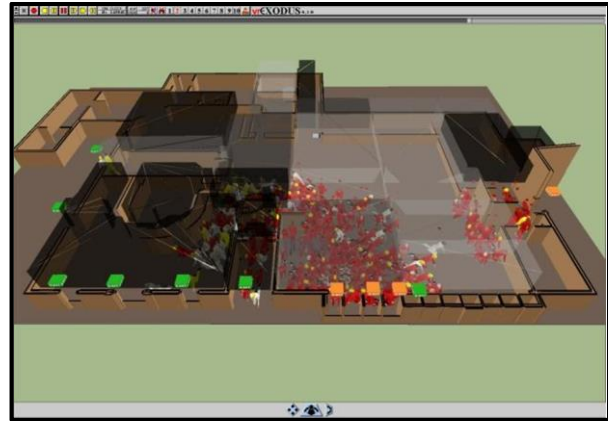
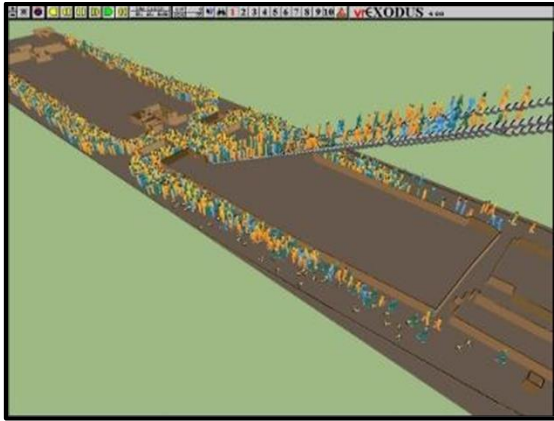
Yangın yayılması, duman hareketi ve insan davranışı dahil olmak üzere özelleştirilebilir simülasyon parametreleri,

Tahliye süresini, çıkış kapasitesini ve yolcu güvenliğini değerlendirmek için analiz araçları,

Hem tahliye simülasyonu hem de yaya dinamikleri, dolaşım, yoğunluk analizi için kullanılabilir. Yüksek maliyet ve potansiyel tehlike olmaksızın en uygun çözüme ulaşmak için kısa sürede daha fazla tasarımı test edebilmektedir.

Mimarların, mühendislerin ve diğer profesyonellerin tahliye planlarını ve stratejilerini güvenlik ve verimlilik için optimize etmelerine yardımcı olabilir ve çok çeşitli senaryoları ve faktörleri değerlendirmek için kullanılabilir.

3 Boyutlu simülasyon yapılabilen program, BIM programları ile entegredir.



Şekil 1: Yer Altı Metro İstasyonu Tahliye Simülasyonu, Birleşik Yangın ve Tahliye Analizi
(<https://fseg.gre.ac.uk/fire/course1.html>, 2023)

2.2. Massmotion

Yaya hareket analizi ve kalabalık simülasyonu için kullanılan bir simülasyon programıdır. Verimliliği, güvenliği en üst düzeye çıkarmak için insanların alanlarda nasıl hareket ettiğini, binaların ve kamusal alanların tasarımını nasıl geliştireceğini incelemek için mimari ve kentsel tasarımda yaygın olarak kullanılır.

Program, alanın düzeni, engellerin konumu ve kalabalıktaki bireylerin davranışları gibi faktörleri dikkate alarak büyük insan gruplarının hareketini simüle etmek için matematiksel algoritmalar kullanır. Farklı senaryoları ve tasarım seçeneklerini test etmek için kullanılabilir. Mimarların ve tasarımcıların simülasyonlar tarafından üretilen verilere dayalı olarak bilinçli kararlar vermesine olanak tanır.

Temel özelliklerinden bazıları;

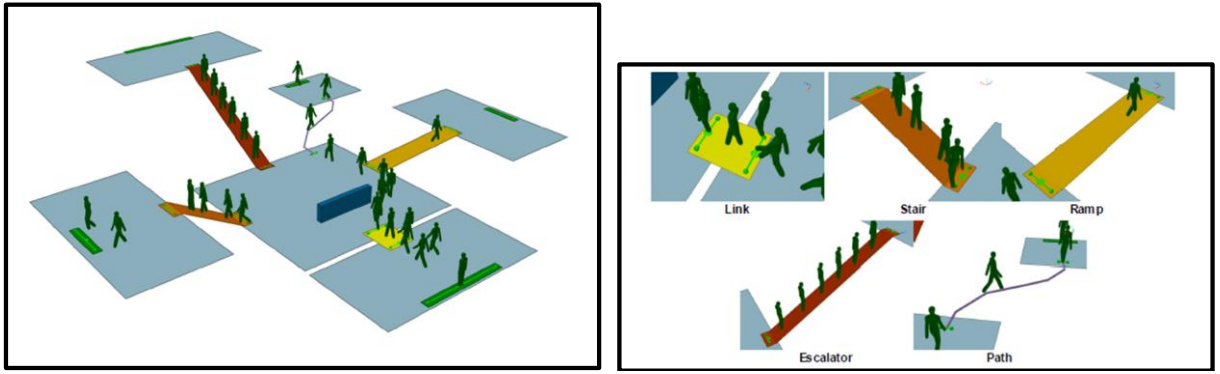
Simülasyonun gerçekçi bir 3D görselleştirmesini sağlayarak tasarımcıların, insanların mekanda nasıl hareket ettiğini ve farklı tasarım seçeneklerinin yaya akışını nasıl etkilediğini görmelerini sağlar.

Simülasyon verilerinin gerçek zamanlı analizini sağlayarak tasarımcıların ayarlamalar yapmasına, sonuçları anında görmesine olanak tanır.

Kullanıcıların farklı senaryoları doğru bir şekilde simüle etmek için yaya hızı, yoğunluğu, davranışı gibi çeşitli parametreleri özelleştirmesine olanak tanır.

BIM programları ile entegredir ve tasarımcıların tasarımlarını içe aktarmalarına, simülasyon programında test etmelerine olanak tanır.

Programda oluşturulan bireylere farklı roller, aktiviteler ve kişilikler atanabilmektedir. İnsanların nasıl hareket ettiğini, nasıl davrandığını ve nasıl etkileşimde bulunduğunu kavramayı mümkün kılar. Sınırsız birey ve grup ekleme imkanı vardır. Simülasyon içerisine taşıtlar, alışveriş yapanlar, seyirciler, bisikletçiler, yayalar olarak hareket halindeki birçok nesne ve birey eklenebilmektedir. Simülasyon için kullanılan ana bileşenler; kat döşemeleri, merdiven, rampa, yürüyen merdiven, yol ve asansör olarak ifade edilebilir. Simülasyon içinde atanan bireylerin kendine has fiziksel özellikleri, karakter özellikleri bulunmaktadır. Atanan bireylere görevler verilebilmektedir (Tahliye dışında yolculuk, alışveriş, dolaşım vs. gibi). Bireyler en yakın çıkışa odaklı şekilde tahliye yapmaya çalışmakla birlikte, çıkışa ulaşmaya çalıştığı sürece değişen şartlarla birlikte sürekli alternatif çıkış yolları aramaktadırlar. İngiltere menşelidir.



Şekil 2: Örnek Tasarım Sahnesi, Örnek Model Tasarım Bileşenleri (Oasys Software Inc., 2019)

2.3. Pathfinder

Binalarda, diğer inşa edilmiş ortamlarda yaya hareketini ve davranışını simüle etmek için kullanılan bir yazılım programıdır. Program, yangın ve diğer acil durumlarda binaların tahliyesi için gerekli olan hız ve güvenliği sağlamak için tasarlanmıştır.

Program, binanın fiziksel özelliklerini (kat planları, merdivenler, asansörler vb.), bina sakinlerinin davranışlarını (yürüme hızı, engellilik durumu, tahliye yollarını takip etme vb.) dikkate alarak yangın durumunda binanın tahliyesinin ne kadar sürede tamamlanacağı ve olası engellerin neler olabileceği konusunda bilgi sağlar.

Pathfinder, karmaşık ortamlarda büyük insan gruplarının hareketini simüle etmek için gelişmiş algoritmalar ve modelleme teknikleri kullanır. Tahliye senaryoları, kalabalık akışı, kalabalık yoğunluğu ve yolcu davranışı dahil olmak üzere çok çeşitli senaryoları analiz etmek için kullanılabilir.

Temel özelliklerinden bazıları;

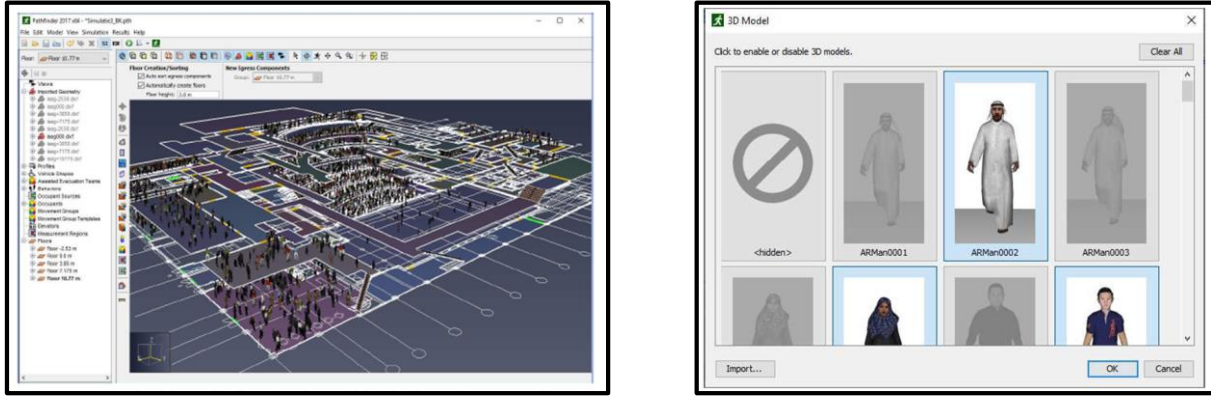
Yol bulma, engellerden kaçınma ve grup dinamikleri dahil olmak üzere insan davranışının gelişmiş modellemesi,

Isı haritaları, akış vektörleri, yoğunluk haritaları dahil olmak üzere yaya hareketinin ve davranışının ayrıntılı görselleştirilmesi,

Yaya hızı, yoğunluğu ve davranışı dahil olmak üzere özelleştirilebilir simülasyon parametreleri, Yaya güvenliğini, verimliliğini ve konforunu değerlendirmek için analiz araçları,

Stadyumlar, hastaneler, gökdelenler, uçaklar, diğer binalar ve araç tipleri için analiz yapılabilir. Yönlendirme Modu ve SFPE Modu olmak üzere iki simülasyon modunu

desteklemektedir. Yönlendirme modunda bireyler, diğer birey ve engellerden kaçınırken hedeflerine bağımsız olarak ilerlemektedirler. SFPE modunda bireyler, yoğunluğa bağlı yürüme hızları, atanan özellikler ve yönergelerle göre tüm özellikleri (davranış, algılama hızı, fiziksel hız vb.) manipüle edilebilecek şekilde oluşturulabilir. 3 Boyutlu simülasyon yapılabilen program, BIM programları ile entegredir. SBIR isimli yenilikçi araştırma hibesi ile geliştirilmiş olup Amerika menşelidir.



Şekil 4: Örnek Program Arayüzü Görseli, İstenilen Özellikte Birey Atama Görseli (Thunderhead Engineering Consultants, Inc., (2022)

2.4. Simulex

Simulex, acil durumlarda binalardaki insanların tahliyesini, hareketini modellemek ve analiz etmek için kullanılan bir simülasyon programıdır. Program, bina tahliye planlarını, sistemlerini tasarlamak ve değerlendirmek için kullanılır.

Simulex, yangın, patlama veya diğer acil durumlarda bir binadaki insanların hareketini simüle etmek için gelişmiş algoritmalar kullanır. Program, binanın düzeni, çıkışların ve merdivenlerin konumu, kalabalık içindeki bireylerin davranışları, duman ve yangının görüş, hareketlilik üzerindeki etkileri gibi faktörleri dikkate alır.

Temel özelliklerinden bazıları;

Binanın gerçekçi bir 3B görselleştirmesini sağlayarak, tasarımcıların acil bir durumda insanların boşlukta nasıl hareket ettiğini görmelerine olanak tanır.

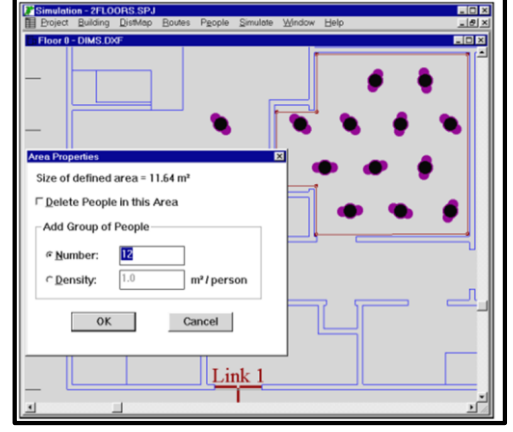
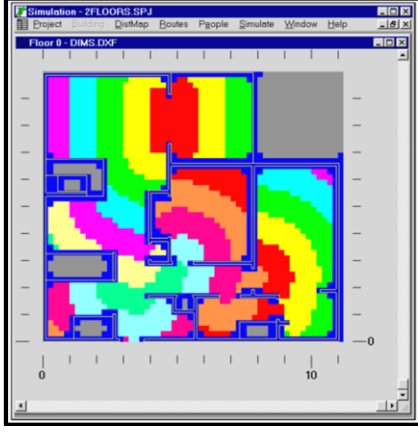
Simülasyon verilerinin gerçek zamanlı analizini sağlayarak tasarımcıların ayarlamalar yapmasına, sonuçları anında görmesine olanak tanır.

Program, kullanıcıların farklı acil durum senaryolarını doğru bir şekilde simüle etmek için yangın yayılması, duman üretimi ve tahliye hızı gibi çeşitli parametreleri özelleştirmesine olanak tanır.

Binalarda bulunan nüfusun nasıl tahliye edildiğinin (sıkışıklık, sıraya girme, sollama vb.) olduğu gibi görüntülenmesini sağlamaktadır. Maksimum 100 kat eklenebilmesi, 50 çıkışa kadar izin verilmesi, 200 adet merdiven eklenebilmesi gibi belli sınırlamaları bulunmaktadır. Modellerde katlar entegre olduğu halde her kat ayrı ayrı gözlemlenebilmektedir.

Bir binanın tahliye yollarındaki potansiyel tehlikeleri, darboğazları belirlemeye yardımcı olabilir. Güvenlik ve verimlilik için acil durum prosedürlerinin nasıl optimize edileceğine dair içgörüler sağlayabilir.

3 Boyutlu simülasyon yapılabilen program, BIM programları ile entegredir. İskoçya menşelidir.



Şekil 5: Örnek Mesafe Haritası Görseli, Birey/Grup ekleme Ekran Görseli (Integrated Environmental Solutions Limited., 2015)

2.5. Simülasyon Programlarının Karşılaştırılması

Çizelge1: Simülasyon Programlarının Karşılaştırılması

Parametreler	Building Exodus	Massmotion	Pathfinder	Simulex
BIM Programları ile Uyum	✓	✓	✓	✓
İçe Aktarma Dosya Formatları	dxf, ifc, smf, fds,	3ds, dae, dgn, dwg, dxf, fbx, ifc, obj, skp, bmp, jpg, jpeg, png	bmp, gif, jpg, png, tga, dwg, fbx, dae, obj, gltf, glb	dxf
3B Simülasyon Yapabilme	✓	✓	✓	✓
Program Dosya Formatı	exo, mta, egx, egm, sfe, emx, rux, emv, run, vrg, vrs, eso, pop, pan, ini, sim, out, epf, hi, dat, ehf, sce, scn, dat, ebf	mm, mmdb, mmv, mmxml, mmxsi	Pth, pfr, csv,	Spj
Program Ücreti (Normal)	3.900,00\$	11.981,42£	2.250\$	- (Ulaşılamadı.)
Program Ücreti (Akademik)	2.700,00\$	- (Mevcut değil.)	0\$ (Ücretsiz)	30,00£
Eklenebilen Objelerde Sınır	- (Sınır bulunmamaktadır.)	- (Sınır bulunmamaktadır.)	- (Sınır bulunmamaktadır.)	Maksimum 100 Kat, 50 Çıkış, 200 Merdiven
Bireylere Özellik Atama	✓	✓	✓	✓
Kullanım Alanları	Yangın Güvenliği ve Kaçış Planlaması, Yaya-kalabalık tasarımı, Terminal binaları yoğunluğu tasarımı, Stadyum vs. toplanma amaçlı yapı tasarımı	Yangın Güvenliği ve Kaçış Planlaması, Yaya-kalabalık tasarımı, Terminal binaları yoğunluğu tasarımı, Stadyum vs. toplanma amaçlı yapı tasarımı	Yangın Güvenliği ve Kaçış Planlaması, Yaya-kalabalık tasarımı, Terminal binaları yoğunluğu tasarımı, Stadyum vs. toplanma amaçlı yapı tasarımı	Yangın Güvenliği ve Kaçış Planlaması, Yaya-kalabalık tasarımı, Terminal binaları yoğunluğu tasarımı, Stadyum vs. toplanma amaçlı yapı tasarımı

2.6. Tahliye Süreci

Tahliye süreci, tahliye süresinin tespitinde deneyimler, gözlemler kullanılarak oluşturulmuş ve toplam tahliye süresi elde edilmeye çalışılmıştır. Bu noktaya göre, tahliye süresi genel olarak dört farklı aşamaya ayrılmıştır:

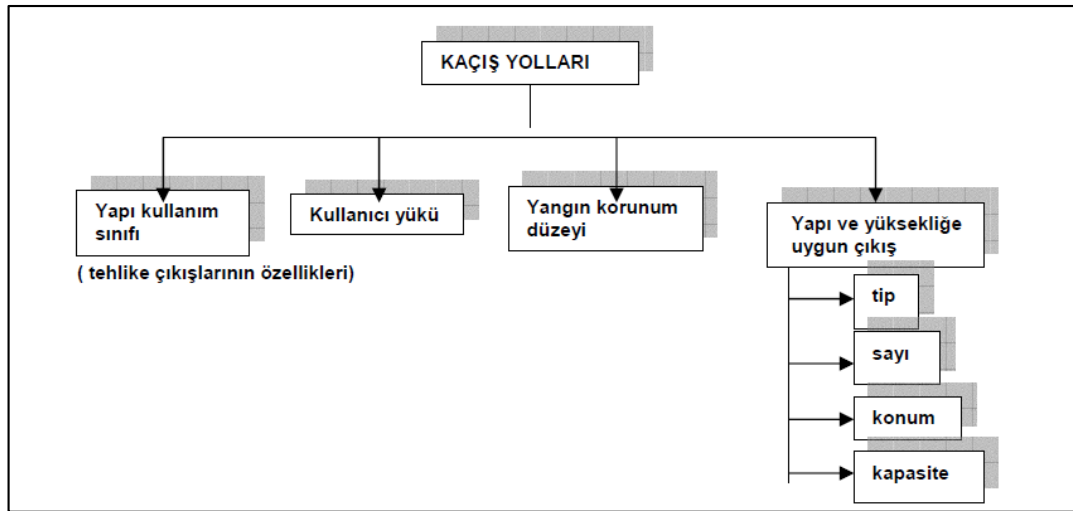
1. Algılama süresi
2. Tanıma süresi
3. Karar verme zamanı
4. Hareket zamanı (Soyhan, H., 2019)

2.7. Kaçış Yollarının Önemi

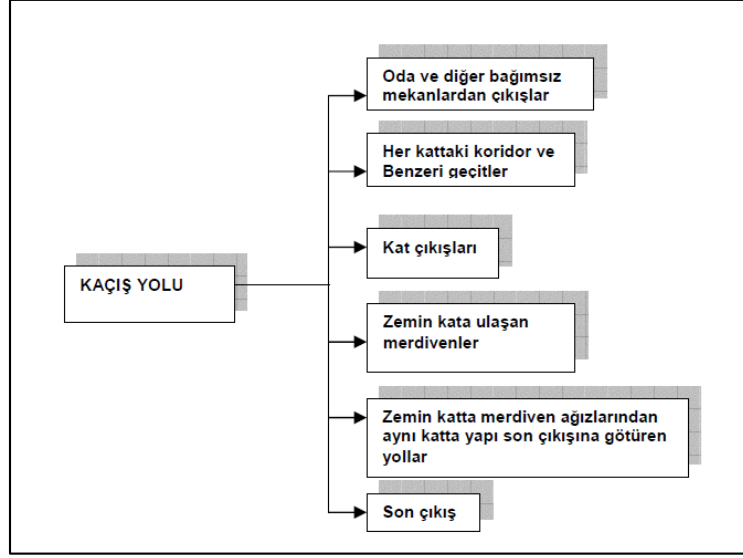
Mimarlık disiplininin, yangın güvenliği konusundaki en etkili olduğu alan, “kaçış yolları planlaması”dır. Bir binadaki kaçış yollarının tasarımının başarılı olması, insanların can güvenliği açısından çok önemlidir. Yangın güvenliği açısından, yangın sırasında, yapıyı kullananların en kısa sürede, güvenli bir biçimde tahliye edilebilmeleri esastır. Mimarlara kaçış yolları tasarımında ışık tutacak yaptırımlar ilgili TSE Standartları’nda ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te belirtilmiştir. (Gültek, M. Ö., 2005)

Kaçış yollarının düzenlenmesindeki amaç, insanların yangın sırasında, binanın içinde bulundukları yerden, güvenli ve yangından zarar görmemiş bir alana ulaşmalarını sağlamaktır. Güvenli veya korunmuş alan, diğer alanlar içinde yeterli derecede yangın direncine ve alternatif kaçış yollarına sahip, kişilerin yangın tehlikesinden uzak oldukları alanlardır. (TS 7486, 1989)

BYKHY’in (BYKHY; 2015) kaçış yollarını ele alış biçimiyle; kaçış yolu belirleyicileri ve gereklilikleri aşağıda şekiller ile sunulmuştur.



Şekil 6: Kaçış Yolları Ve Çıkışların Belirlenmesi (BYKHY; 2015)



Şekil 7: Kaçış Yolu Gereklilikleri (BYKHY; 2015)

3. BİR ÖRNEKLEM; İZMİR'DE BİR ANAOKULU PROJESİ

İncelenen proje kapsamında İzmir'in Bornova ilçesinde bulunan 8 derslikli bir anaokulu incelenmiş ve yangın kaçış simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bina zemin + 1 normal kat olmak üzere toplam 2 kattan oluşmaktadır. Çatıda klima santrallerinin dış üniteleri yer almaktadır. Anaokulu 5.903,00 m² arsa üzerine kurulu olup toplam inşaat alanı 1.290,00 m²'dir. Binanın oturum alanı 608,00 m²'dir.



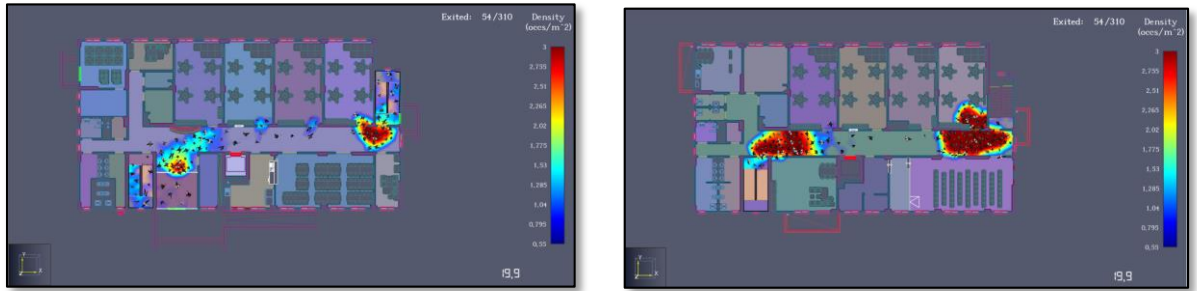
Şekil 8: Bina 3B Görselleri

BYKHY Ek-5/B'deki en uzun kaçış mesafeleri ve çıkışlara yönelik ünite genişlikleri tablosunda, okul ve eğitim binaları kullanım sınıfında; sprinkler sisteminin bulunmadığı binalarda çift yönlü kaçış mesafesi en çok 45 m, tek yönlü kaçış mesafesi en çok 15 m, sprinkler sistemi bulunan binalarda çift yönlü kaçış mesafesi en çok 75 m, tek yönlü kaçış mesafesi en çok 30 m'dir(BYKHY; 2015). Örnekleme konu olan projede sprinkler sistemi bulunmamakta olup, iki yönlü yangın merdiveni arası mesafe 25 m'dir. Bu bağlamda tasarım; BYKH Yönetmeliğe (BYKHY; 2015) uygundur.

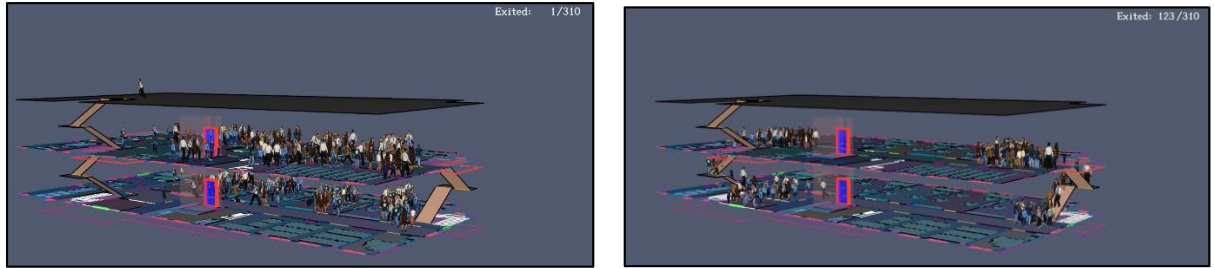
Yangın tahliye planlarında, derslik ve diğer mekanlarda kullanıcı yükü yönetmeliğe göre yapılmıştır. Yangın tahliye planlarında kullanıcı yükü 310 kişi olarak hesaplanmıştır. Proje kapsamında yangın tahliye planlarında kaçış yolları aşağıda yer almaktadır.



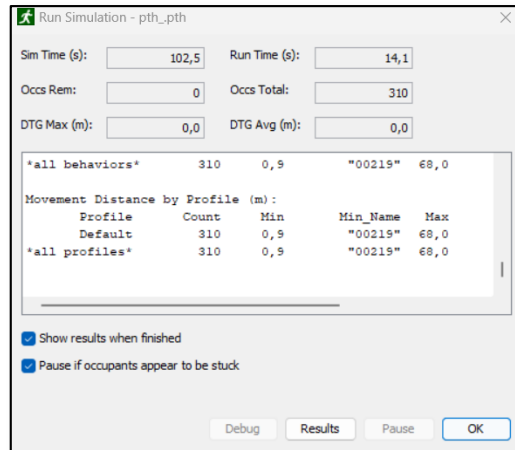
Şekil 9: Zemin Kat Ve 1. Kat Yangın Tahliye Planları



Şekil 10: İnsan Yoğunluğu Haritası (Dar Geçitlerdeki Kapılar, Birikmeler)



Şekil 11: Pathfinder Programı İle Anaokulu Yangın Simülasyonundan Görüntüler



Şekil 12: Simülasyon Analiz Sonuçları

4. SONUÇLAR

Okullarda en sık karşılaşılan acil durumların başında, acil müdahale gerektiren yangınlar gelmektedir. Yangının olası etkileri; ölüm ve yaralanma, mali kayıplar, yangınla ortaya çıkan duman, toz ve diğer kirleticilerden kaynaklı çevre kirliliği, tahliye zorunluluğu, maruz kalan kişilerin stres yaşaması ve psikolojik etkiler, trafik aksaklığı olarak sıralanabilir. (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2010) Okul yapılarında yangına karşı önlem almak için simülasyon ve tatbikat çalışmalarının yapılması son derece önem taşımaktadır.

Yangın tahliye simülasyonu sonucunda, bina sakinlerinin yangın durumunda nasıl hareket edecekleri, yangının neden olduğu duman ve ısı gibi faktörlerin tahliye süresini ne kadar etkileyeceği, acil durum çıkış yollarının yeterliliği, bina sakinlerinin yangın anında kaçış yollarına ulaşmaları için yeterli zaman olup olmadığı, yangın sırasında oluşan duman, ısı seviyesi, insan davranışları gibi konuların değerlendirilebilmesi mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada örneklem olarak seçilen binanın Pathfinder simülasyon analizi ışığında, güvenli bir şekilde ve sürede tahliyesinin sağlanabilmesinden ötürü, tasarımın değiştirilmesine ihtiyaç duyulmamıştır.

KAYNAKLAR

Gültek M. Ö. (2005), Yangın güvenliği çerçevesinde atriumlu alışveriş merkezlerinin mevzuat değerlendirilmesi ve örnek projeler aracılığı ile kaçış yollarının modellenmesi (Doctoral dissertation, Gazi University Institute of Science and Technology, 2005)

<https://fseg.gre.ac.uk/fire/course1.html>, Son Erişim Tarihi 14.03.2023

Integrated Environmental Solutions Limited. Egress: Simulex User Guide. Glasgow. Integrated Environmental Solutions Limited. (1-40)

Oasys Software Inc. (2019). Massmotion Help Guide. London. Oasys Software Inc., (1-323)

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2010), Okullarda Afet Ve Acil Durum Yönetimi El Kitabı.

Thunderhead Engineering Consultants, Inc. (2022). Pathfinder User Manuel. Manhattan. Thunderhead Engineering Consultants, Inc., (1-266)

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliği (2015). Resmi Gazete, 26735.

YANGIN EMNİYETİ ALANINDA CİDDİ OYUN: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Arş. Gör. Selin Kaynar¹

İstinye Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Dijital Oyun Tasarımı¹

ÖZET

Gelişen teknolojilerle birlikte yangın emniyetinde bilgisayar uygulamaları oldukça yaygınlaşmaktadır. Bilgisayar uygulamaları içerisinde önemi artan "Dijital Oyun Tasarımı" disiplini oyunlarda eğlence dışında amaçları bulunan pek çok farklı alanda öğretici içerikleri barındıran "ciddi oyun" kavramı öne çıkmaktadır. Yangın emniyeti konusunda "ciddi oyun" türünde BIM tabanlı oyunlar, sanal gerçeklik oyunları, simülasyon oyunları üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda yangına acil müdahale, yangın güvenliği tahliye simülasyonları, okul yangınına karşı hazırlık eğitimi gibi konuların araştırıldığı görülmektedir. Ciddi oyunlarda yangın emniyeti konusunda mekansal olarak yangının mekanda yayılımı, yangından kaçış gibi konularda mimari mekanla ilişkili olarak farklı alanlarda örnekler bulunmaktadır. Bu kapsamda, literatürde yangın emniyeti alanında oyun tasarımı ve ciddi oyun üzerinde çalışılan konular kategorize edilmiş ve araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı yangın emniyeti konusunda dijital oyun tasarımı alanında yapılan çalışmaları derleyip analiz ederek, oluşturdukları farkındalıkları ve sağladığı faydaları inceleyerek bu kapsamda yapılacak yeni çalışmaları teşvik etmektir.

Anahtar sözcükler: Yangın, ciddi oyun, yangın emniyeti, oyun tasarımı

ABSTRACT

With the developing technologies, computer applications in fire safety are becoming widespread. In the "Digital Game Design" discipline, which has an increasing importance in computer applications, the concept of "serious game", which contains educational content in many different fields that have purposes other than entertainment in games, comes to the fore. There are various studies on BIM-based games, virtual reality games, and simulation games in the "serious game" type on fire safety. In these studies, it is seen that subjects such as fire emergency response, fire safety evacuation simulations, and school fire preparation training are investigated. In serious games, there are examples in different areas related to the architectural space on issues such as the spatial spread of fire in the space, and fire escape in terms of fire safety. In this context, the topics studied on game design and serious games in the field of fire safety in the literature have been categorized and researched. This study aims to compile and analyze the studies in the field of digital game design on fire safety, examine the awareness they have created and the benefits it provides, and encourage new studies to be made in this context.

Keywords: Fire, serious game, fire safety, game design

¹ selin.kaynar@istinye.edu.tr

1.GİRİŞ

Yangın güvenliği oldukça önemli olan ve gelişen teknolojilerle birlikte pek çok farklı biçimde ele alınmaya başlayan bir konudur. Yangın emniyetinde bilgisayar uygulamaları ile çeşitli teknolojiler sayesinde yangın önleme, yangın arama-kurtarma, yangın tahliye-kaçış, yangında insan davranışları gibi oldukça farklı konularda yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Günümüzde önemi artan dijital oyun tasarımı alanında da “ciddi oyun” olarak adlandırılan çoğunlukla öğretici içerikli oyunlar yaygınlaşmaktadır. Ciddi oyun alanında yangın emniyeti ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ciddi oyun, içerisinde eğlence barındıran ama çoğunlukla oyuncuya öğretmeyi amaçlayan pek çok farklı platformda ve türde olabilen oyunlardır (Yıldız ve Özkil, 2015). Bu kapsamda ciddi oyunlar içerisinde yangın emniyetini mimarlık bakış açısıyla ele almak birlikte ele alınmamış ve ihmal edilmiş bir konu olduğundan değerlidir. Yangın emniyeti alanında ciddi oyun konusunda; BIM tabanlı yangın tahliye simülasyonu (Rüppel & Schatz, 2011); VR yangın kaçış simülasyonu (Oliva et.al,2019); yangın acil durum müdahale simülasyonu (Kerne & Hamilton, 2009) konuları çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmıştır. Yangın emniyeti yapıların güvenliği konusunda en tehlikeli durumlardan biridir, yangının gerçek ortamda oluşturularak yangın emniyeti üzerine çalışmak hem zor hem tehlikeli olduğundan sanal ortamda gerçekleştirilen çalışmalar, simülasyonlar kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada, yangın emniyeti alanında ciddi oyun kavramı hakkında yapılan çalışmalar üzerinden literatür araştırması yapılmıştır.

2. CİDDİ OYUN

2.1. Ciddi Oyun Kavramı

Ciddi oyun popülerleşen dijital oyunlarla birlikte, oyunların eğlence-oyalanma dışında amaçlarla çoğunlukla öğretici amaçlar için kullanıldığı oyun türleridir. Bu oyun türlerinde kullanıcılar/ oyuncular öğrendikleri bilgileri oyun oynar şekilde öğrenerek hem sıkılmadan hem de daha akılda kalıcı bir şekilde öğrenmektedir.

2.2. Ciddi Oyun Kullanım Alanları

Ciddi oyunlar günümüzde askeri, madencilik, sağlık, doğal afetler, eğitim alanlarında karşımıza çıkmaktadır. Örneğin bir tez çalışması kapsamında “Yeraltı Madenciliğinde İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi İçin Sanal Gerçeklik Tabanlı Ciddi Oyun Geliştirilmesi” konusunda Unity3D ile bilgisayar ve sanal gerçeklik için oyun geliştirilmeye çalışılmıştır (Gürer, 2021). Farklı ülkelerde ciddi oyunlar ile meslek sertifikaları verildiği bilinmektedir. El ile yapılması gereken işlerin haptik eldivenler, VR kolları gibi aletlerle birlikte verimli bir şekilde öğretilmesi de ciddi oyunlarla sağlanmaya çalışılmaktadır. Örneğin pandemi döneminde tıp eğitimi alanında bu konuda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.

3. TEMALAR

Ciddi oyunun kullanıldığı yerlerden biri de “Yangın Emniyeti” alanıdır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar incelenmiş ve 3 farklı tema altında incelenebileceği gözlenmiştir. (**Çizelge 1**). Bu temalar; Yangın Tahliye; Yangına Hazırlık (Eğitim); Yangına Müdahale (İtfaiyecinin Eğitimi) olarak belirlenmiştir.

İncelenen çalışmalarda ağırlıklı olarak sanal gerçeklik (VR) tabanlı yöntemler kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca BIM tabanlı yöntem kullanan ve Unity3D gibi oyun motoru kullanan çalışmalar da saptanmıştır.

Çizelge 1: Temalar ve Kaynaklar Tablosu

Temalar	Kaynaklar	Yazar-Yıl
Yangın Tahliye	Fire simulation-based adaptation of SmartRescue App for serious game: Design, setup and user experience	(Radianti, Lazreg & Granmo, 2015)
	Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations	(Rüppel & Schatz, 2011)
	Virtual reality as a communication tool for fire safety – Experiences from the VirPa project	(Oliva et.al, 2019)
	The Development of Scenarios for Serious Game: A Case for Fire Evacuation	(Taleb, Belayutham, & Ibrahim, 2019)
	A scoping review and bibliometric analysis of methods for fire evacuation training in buildings	(Menzemer et.al, 2023)
	Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research	(Arias et.al, 2021)
	Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review	(Feng et.al, 2018)
	A Multi-player Approach in Serious Games: Testing Pedestrian Fire Evacuation Scenarios	(Oliveira et.al, 2015)
Yangına hazırlık (eğitim)	Design, Development, and Evaluation of a Virtual Reality Serious Game for School Fire Preparedness Training	(Mystakidis et.al, 2022)
	Immersive Virtual Reality Serious Games With DL-Assisted Learning in High-Rise Fire Evacuation on Fire Safety Training and Research	(Chen & Chien, 2022)
	Blaze: A Serious Game for Improving Household Fire Safety Awareness	(DeChamplain et.al, 2012)
	Prototyping and Validating a Non-immersive Virtual Reality Serious Game for Healthcare Fire Safety Training	(Rahouti et.al, 2021)
	Research Study Design for Teaching and Testing Fire Safety Skills with AR and VR Games	(Tarkkanen et.al, 2020)
	Serious games for training occupants of a building in personal fire safety skills	(Chittaro & Ranon, 2009)
	Preliminary Experiments with EVA - Serious Games Virtual Fire Drill Simulator	(Silva et.al, 2013)
	A Serious Game for EVAcuation Training	(Silva et.al, 2013)
	Using Serious Games and Virtual Simulation for Training in the Fire Service: A Review	(Williams-Bell et. al, 2015)
Yangına Müdahale (İtfaiyecinin Eğitimi)	Game Design Principles for Engaging Cooperative Play: Core Mechanics and Interfaces for Non-Mimetic Simulation of Fire Emergency Response	(Toups, Kerne & Hamilton, 2009)
	A framework and serious game for decision making in stressful situations; a fire evacuation scenario	(Daylamani-Zad, Spyridonis, & Al-Khafaaji, 2022).
	Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training	(Lovreglio et.al, 2021)
	Simulation tool for fire and rescue services	(Fanfarová & Mariš, 2017).

3.1. Yangın Tahliye

Yangın tahliye konusundaki çalışmalarda, bina tahliyesinin bina planları üzerinde incelendiği, yangın anında yapılması ve yapılmaması gerekenlerin aktarıldığı oyunlar mevcuttur. Örneğin bir oyunda kaçış için asansörlere gittiğinizde oyun yangın anında asansör kullanılmaması gerektiği yönünde uyarıda bulunmakta ve asansöre binmeye izin vermemektedir. Bu sayede kullanıcı / oyuncu gerçek durumda karşılaştığında bunu yapmaması gerektiği konusunda bilinçlenmektedir. Başka bir çalışmada yangın kaçış durumu dört örnek olay ve mekan üzerinden VR ile simüle edilerek incelenmiştir, bunlar; iki katlı ev, parçacık hızlandırıcı tünelin 440 m uzunluğundaki bölümü, otel odası ve gece kulübüdür (Arias et.al, 2021). Bu dört farklı mekanda gerçekleşen yangın sonucunda tahliye durumu ve katılımcıların davranışları araştırılmıştır (Arias et.al, 2021). Oldukça farklı ve yenilikçi bir yaklaşımla Technische Universität Darmstadt'taki "Ciddi İnsan Kurtarma Oyunu" araştırma projesi kapsamında yapılan bir başka çalışmada ise, BIM'e (Building Information Modelling, Bina Bilgi Modelleme) dayalı bir ciddi oyun üzerine çalışılmıştır (Rüppel & Schatz, 2011). Yangın esnasında tahliye testleri yapmak imkanı olmadığı için oyun yardımıyla yangın anında insan davranış pratiklerini Autodesk Revit ile modellenen yapı içerisinde BIM'den faydalanılarak mühendislik simülasyonları (yangın, duman) ile canlandırıp simüle etmek amaçlanmıştır (Rüppel & Schatz, 2011). BIM tabanlı teknolojilerden yangın emniyeti alanında da yararlanılarak yangın tahliye konusunda gelecekte de yeni çalışmalar yapılması öngörülmektedir.

3.2. Yangına Hazırlık (Eğitim)

Bu kategorideki araştırmalarda insanların yangına karşı bilinçlenmesi ve farkındalık oluşturmaları amaçlandığı saptanmıştır. Örneğin çocukların bu konuda eğitim almasını sağlamak amacıyla geliştirilen oyunlar bulunmaktadır. Sıkıcı ve didaktik olmaktan uzak çoğu zaman VR ile birlikte interaktif ve olay mekanında hissedilebilen bir şekilde çocukların öğrenmesini kolaylaştırmaktadır. Bir örnekte sağlık yapılarında yangına karşı nasıl önlemler alınabileceği, hasta odalarında yangın durumunun oyun üzerinde simüle edilerek eğitim alınması sağlanmıştır (Rahouti et.al, 2021). Okul mekanında öğrencilerin yangına hazırlık eğitimi alabilmesi amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise; sanal gerçeklik (VR) ortamında eğitimin gerçekleştiği odalar bulunmaktadır, ancak bu odalara girmek ve oyunda ilerlemek için oyuncuların cep telefonlarının kamerasını kullanarak gerçek mekandaki yangın güvenlik işaretlerini taramaları gerekmektedir bu sayede artırılmış gerçeklik (AR) kullanılarak gerçek dünya ve sanal dünya iç içe bir şekilde yangın güvenliği becerilerini çocuklara öğretme ve bilgilendirme ile farkındalık oluşturulması amaçlanmıştır (Tarkkanen et.al, 2020). Yapılan çalışmada VR ve AR teknolojilerini kullanan iki bağımsız oyun açıklanmıştır ve AR ve VR teknolojilerinin öğretme ve onaylama konusunda birbirini destekleyebileceği sonucu ortaya çıkmıştır (Tarkkanen et.al, 2020). Özellikle çocuklar için yapılan çalışmalar erken yaşlardan itibaren yangın güvenliği konusunda bilinçlenme noktasında önem kazanmaktadır.

3.3. Yangına Müdahale (İtfaiyecinin Eğitimi)

Bu bölümdeki çalışmalarda ağırlıklı olarak itfaiye personeline ya da yangın durumunda müdahalede bulunacak kişiyi eğitmek amaçlanmıştır. Yangın tüpü kullanımı (Lovreglio et.al, 2021), arama-kurtarma durumlarında yapılması gerekenler, yangın anında insan davranışları, yangın sırasında itfaiyecilerin streslerini yönetmeleri gibi konularda oyunlar itfaiyecileri eğitmektedir. Yapılan bir çalışmada itfaiyecilerin interaktif olmayan video ile öğrenme ve VR ciddi oyun ile öğrenme arasındaki verimlilik farkı karşılaştırılmıştır ve sonuç olarak akılda kalma süresi bakımından değerler benzer olsa da hem öz yeterlilik hem bilgi elde etme açısından VR ile gerçekleştirilen eğitimin daha verimli olduğu çıkarımı yapılmıştır (Lovreglio et al, 2021). Bu eğitimde “Çekin, Hedefleyin, Sıkıştırın ve Süpürün” (Pull, Aim, Squeeze, and Sweep) adımları ile yangına en kısa sürede müdahale etme ve söndürme kapsamında itfaiyecileri eğitmek amaçlanmıştır (Lovreglio et al, 2021). Fanfarová & Mariš’ in çalışmasında yazarlar halihazırdaki durum analizine, yapılan anketin sonuçlarına ve ayrıca Yangın ve Kurtarma Birlikleri 'nin ihtiyaçlarına dayanarak yeni bir simülasyon modeli önermiş ve acil durumlar için itfaiyecilerin detaylı hazırlığı ile başarılı olma oranlarının artmasını sağlayacağı ve bunun için de güncel yöntemler ve teknolojilerin eğitimlerine dahil edilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır (2017). Bu çalışmalar ışığında yangına müdahale eğitimlerinde güncel teknolojilerden yararlanılarak daha hızlı ve nitelikli yangına müdahale ekipleri oluşturulabileceği söylenebilir.

4. SONUÇLAR

Sonuç olarak, bu çalışmada yangın emniyeti ve ciddi oyun konularının birlikte işlendiği literatürdeki çalışmalar incelenerek araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar belirlenen üç ana tema; Yangın Tahliye, Yangına Hazırlık (Eğitim), Yangına Müdahale (İtfaiyecinin Eğitimi) kapsamında ele alınmıştır. Yapılan çalışmalarda hangi teknolojilerin ve yazılımların kullanıldığı

da incelenmiştir. Araştırma sonucunda pek çok farklı konuda ve yöntemle araştırmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda literatürde bu konularda eksikler, çalışmalarda boşluklar bulunduğu, çoğu zaman gerçekleştirilmemiş prototip aşamasında ciddi oyun örnekleri görülmekte olduğu fark edilmiştir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında; incelenen örnek çalışmalar hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamak ve yapılacak yeni çalışmalara öncülük etmek amaçlanmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda boşluk bulunan konularda araştırma yapılması, gerçekleştirilmiş ve denenmiş ciddi oyun uygulamalarının ele alınması konunun kapsamını karşılamak ve önemini vurgulamak için faydalı olacaktır. Ayrıca gerçek uygulamalar ile yangın emniyeti alanında gelişme ve gerçekleşen olası yangın durumlarında güvenliği sağlama konusunda iyileşmeler olacaktır.

KAYNAKLAR

Arias, S., Wahlqvist, J., Nilsson, D., Ronchi, E., & Frantzich, H. (2021). Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research. *Fire and materials*, 45(4), 462-472.

Chen, S. Y., & Chien, W. C. (2022). Immersive virtual reality serious games with DL-assisted learning in high-rise fire evacuation on fire safety training and research. *Frontiers in psychology*, 13.

Chittaro, L., & Ranon, R. (2009, March). Serious games for training occupants of a building in personal fire safety skills. In *2009 Conference in games and virtual worlds for serious applications* (pp. 76-83). IEEE.

Daylamani-Zad, D., Spyridonis, F., & Al-Khafaaji, K. (2022). A framework and serious game for decision making in stressful situations; a fire evacuation scenario. *International Journal of Human-Computer Studies*, 162, 102790.

DeChamplain, A., Rosendale, E., McCabe, I., Stephan, M., Cole, V., & Kapralos, B. (2012, September). Blaze: A serious game for improving household fire safety awareness. In *2012 IEEE International Games Innovation Conference* (pp. 1-4). IEEE.

Fanfarová, A., & Mariš, L. (2017). Simulation tool for fire and rescue services. *Procedia engineering*, 192, 160-165.

Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., & Cabrera-Guerrero, G. (2018). Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 127, 252-266.

Gürer, S. (2021). *Development of a virtual reality-based serious game for occupational health and safety training in underground mining* (Master's thesis, Middle East Technical University).

Lovreglio, R., Duan, X., Rahouti, A., Phipps, R., & Nilsson, D. (2021). Comparing the effectiveness of fire extinguisher virtual reality and video training. *Virtual Reality*, 25(1), 133-145.

Menzemer, L. W., Ronchi, E., Karsten, M. M. V., Gwynne, S., & Frederiksen, J. (2023). A scoping review and bibliometric analysis of methods for fire evacuation training in buildings. *Fire Safety Journal*, 103742.

Mystakidis, S., Besharat, J., Papantzikos, G., Christopoulos, A., Stylios, C., Agorgianitis, S., & Tselentis, D. (2022). Design, development, and evaluation of a virtual reality serious game for school fire preparedness training. *Education Sciences*, 12(4), 281

Oliva, D., Somerkoski, B., Tarkkanen, K., Lehto, A., & Luimula, M. (2019, April). Virtual reality as a communication tool for fire safety-Experiences from the VirPa project. In *GamiFIN* (pp. 241-252).

Oliveira, M., Pereira, N., Oliveira, E., Almeida, J. E., & Rossetti, R. J. (2015). A multi-player approach in serious games: testing pedestrian fire evacuation scenarios. *Oporto, DSIE15*.

- Radianti, J., Lazreg, M. B., & Granmo, O. C. 2015. Fire Simulation-Based Adaptation of SmartRescue App for Serious Game: Design, Setup and User Experience. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 46, 312-325.
- Rahouti, A., Lovreglio, R., Datoussaïd, S., & Descamps, T. (2021). Prototyping and validating a non-immersive virtual reality serious game for healthcare fire safety training. *Fire technology*, 1-38.
- Rüppel, U., & Schatz, K. 2011. Designing a BIM-based Serious Game for Fire Safety Evacuation Simulations. *Advanced engineering informatics*, 25(4), 600-611.
- Silva, J. F. M., Almeida, J. E., Pereira, A., Rossetti, R. J., & Coelho, A. L. (2013). Preliminary experiments with eva-serious games virtual fire drill simulator.
- Silva, J. F., Almeida, J. E., Rossetti, R. J., & Coelho, A. L. (2013, May). A serious game for EVAcuation training. In *2013 IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1-6). IEEE.
- Smith, R. B. 2007. R.G. Collingwood's Definition of Historical Knowledge. *History of European Ideas*, 33, 350-371.
- Taleb, M. S., Belayutham, S., & Ibrahim, C. K. I. C. (2019, December). The Development of Scenarios for Serious Game: A Case for Fire Evacuation. In *2019 IEEE 7th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)* (pp. 194-199). IEEE.
- Tarkkanen, K., Lehto, A., Oliva, D., Somerkoski, B., Haavisto, T., & Luimula, M. (2020, September). Research study design for teaching and testing fire safety skills with AR and VR games. In *2020 11th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)* (pp. 000167-000172). IEEE.
- Toups, Z. O., Kerne, A., & Hamilton, W. (2009, August). Game design principles for engaging cooperative play: Core mechanics and interfaces for non-mimetic simulation of fire emergency response. In *Proceedings of the 2009 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games* (pp. 71-78).
- Van der Spek, E. D., van Oostendorp, H., Wouters, P., & Aarnoudse, L. (2010, March). Attentional cueing in serious games. In *2010 second international conference on games and virtual worlds for serious applications* (pp. 119-125). IEEE.
- Williams-Bell, F. M., Kapralos, B., Hogue, A., Murphy, B. M., & Weckman, E. J. (2015). Using serious games and virtual simulation for training in the fire service: a review. *Fire Technology*, 51, 553-584.

TARİHİ BİNALARDA YANGIN GÜVENLİĞİ

Elif Çataklı¹

Mustafa Salih Korkmaz²

Efectis Era Avrasya^{1,2}

ÖZET

Ülkelerin geçmişini ve kültürel mirasını yansıtan tarihi yapılarda yangın güvenliğinin sağlanması insanoğlu olarak toplumsal bir sorumluluğumuzdur. Geçmişten günümüze tarihe meydan okuyarak ulaşabilen az sayıdaki tarihi binaların ayakta kalabilmesi için yangın ve deprem risklerine karşı güvenli hale getirilmelidir. Tarihi binalarda çıkan yangınlar incelendiğinde yangınların çoğunun ısıtma ve elektrik sistemlerinden kaynaklandığı fark edilmektedir. Bunların dışında tarihi bir yapının kullanım amacı da önemli bir kriterdir. Topluma açık tarihi bina ile konut olarak kullanılan yalıda bulunan yangın riskleri birbirlerinden farklıdır. Tarihi binaların kullanım amacına göre gerekli önlemler alınırken, binanın yangından korumak kadar binanın tarihi özelliklerini muhafaza etmek de önemlidir. Bina yangına karşı korunmak istenirken tarihi özelliklerine zarar veriliyorsa kültürel miras korunmamış olacaktır. Restorasyonlarda kullanılacak malzeme ve sistemler günümüz şartlarında değerlendirilerek yangına dayanıklı takviyelerle güçlendirilmelidir. Restorasyon sırasında oluşabilecek yangınların en aza indirgenmesi için mevcut malzemelerin hassasiyetine göre uygulama seçilmelidir. Uygun tipte söndürme ve algılama sistemleri yangına karşı müdahale olanakları geliştirilmelidir. İnsanların tahliyesi için erken uyarı sistemi ne kadar önemli ise itfaiye ekiplerinin binaya ulaşma süresi boyunca yangını kontrol altında tutacak söndürme sistemleri de bir o kadar önemlidir. Bu çalışmada, tarihi binaların yangın riskleri irdelenerek olası sebepler üzerinde durulmuş ve yangına karşı alınması gereken önlemlerden bahsedilmiştir.

Anahtar sözcükler: Tarihi binalar, yangın güvenliği, tarihi binalarda yangın güvenliği

ABSTRACT

It is our social responsibility as human beings to ensure fire safety in historical buildings that reflect the past and cultural heritage of countries. The few historical buildings that have survived from the past to the present day by defying history should be made safe against fire and earthquake risks. When fires in historical buildings are examined, it is noticed that most of the fires are caused by heating and electrical systems. Apart from these, the purpose of use of a historical building is also an important criterion. The fire risks in the historical building open to the public and the mansion are different from each other. While taking the necessary precautions according to the purpose of use of historical buildings, it is also important to preserve the historical characteristics of the building as well as to protect the building from fire. If the historical features of the building are damaged while protecting against fire, the cultural heritage will not be protected. The materials and systems to be used in restorations should be evaluated in today's conditions and strengthened with fire resistant reinforcements. Appropriate types of extinguishing and detection systems should be developed to respond to fire. As important as the early warning system is for the evacuation of people, the extinguishing systems that will keep the fire under control during the time the firefighters reach the building are just as important. In this study, fire risks of historical buildings are examined, possible causes are emphasized and precautions to be taken against fire are mentioned.

Keywords: Historical buildings, fire safety, fire safety in historic buildings

¹ elif.catakli@efectis.com

² salih.korkmaz@efectis.com

1.GİRİŞ

Tarihi yapılar ülkelerin geçmişini yansıtır ve kültürel sürekliliğin sağlanması için tarihi binaları korumamız insanoğlu olarak temel görevlerimizden biridir. Ülkemizdeki olduğu gibi dünyanın her yerinde tarihi yapılar deprem ve yangın gibi yıkıcı hasar verebilecek tehlikeler ile karşı karşıya kalmaktadır. Kültür varlıklarımızın yok olma tehlikesini bertaraf etmek için uygun güvenlik önlemlerinin alınması gereklidir. Kontrolsüz bir yanmanın yangına dönüşmesi durumunda tarihi binalar yangının etkilerine maruz kalmakla birlikte yangınla müdahale aşamasında kullanılan su ve kimyasal gibi öğeler de yapısal hasarlara sebebiyet vermektedir.

Tarihi binalarda yangınların çıkış sebepleri farklılık gösterse de istatistiklere göre genellikle ısıtma sistemlerinden, elektrik sistemlerinden veya yenileme çalışmalarında yapılan uygun olmayan metotlardan meydana gelmektedir. Elektrik arki, ahşap bir yapıda pürmüz kullanılması, elektrikli ısıtıcılar, baca sistemleri gibi nedenlerle yangınlar çıkabilmektedir. Bunların dışında tarihi bir yapının kullanım amacı da önemli bir kriterdir. Topluma açık tarihi bina ile konut olarak kullanılan yalıda bulunan yangın riskleri birbirlerinden farklıdır.

Tarihi binalarda yangın güvenliği konusuna daha fazla önem verilmelidir. Geçmişten günümüze gelirken yıpranan malzemelerin yanmaya daha elverişli olması, daha fazla önlem almayı gerektirir. Bu noktada kültürel varlıkları korumak adına restorasyon çalışmaları sırasında doğru uygulama ve denetim süreçleri çok iyi kurgulanmalıdır.

2. TARİHİ BİNALARDA ÇIKAN YANGINLAR

Tarihi binalarda çıkan yangınlar detaylı incelendiğinde yangınların çıkış sebeplerinin ve yangının büyüme nedenlerinin pek çok faktörün etki ettiği gözlenmektedir. Tarihi binalarda en sık görülen yangın çıkış noktaları ve yayılma nedenleri aşağıda özetlenmiştir.

- **Elektrik sistemleri**

Elektrik beslemesi ve aydınlatma amacı ile kullanılan eskimiş elektrik tesisatları yangınların çıkış nedenlerinde ön sıralarda yer almaktadır. Eski yapılarda mikroorganizmalar, böcekler ve özellikle kemirici fareler elektrik kablolarında kısa devre olmasına neden olabilmektedir. Sistemin ihtiyacı olan yükü kaldırabilecek sigortaların ve kaçak akım rölelerinin kullanılmaması da önemli nedenlerden biridir.

- **Isıtma sistemleri**

Gerekli önlemler alınmayan mutfaklar, şömineler, sobalar veya kalorifer daireleri, elektrikli ısıtıcılar ve temizliği yapılmayan bacalar başlıca yangın çıkış sebeplerindendir.

Konut olarak kullanılan tarihi yalı ve köşklere sıvılaştırılmış petrol gazı kullanımı yangının çıkmasına ve yangın çıktıktan sonra hızlı bir şekilde genişleyerek bütün binaya yayılmasına neden olabilmektedir. Bu etmenlerin yanı sıra binanın dışından gelen risklerde yangına sebep olabilmektedir. Depremlerden veya büyük gemilerin ve kara taşıtlarının neden olduğu sarsıntılar ve malzeme yorulması nedeniyle çatlayan bacalar yangının genişlemesinde önemli rol oynamaktadır.

- **İnsan faktörü**

Özellikle topluma açık tarihi binalarda çalışan, ikamet eden veya ziyaretçilerin dikkatsizlikleri, ihmalleri veya beklenmeyen kazalar sebep olmaktadır. Dalgınlıkla atılan sigaraların meydana getirdiği yangınların sayısı da oldukça fazladır.

Restorasyon çalışmalarında gerekli önlemler alınmadan kullanılan alev tabancası pürmüzlerin kullanılması da yangın çıkış sebeplerinden biridir.

- **Yapısal etmenler**

Geleneksel mimari anlayışımızda oldukça yer alan malzeme ahşaptır. Dışı kagir içi ahşap binalar dışarıdan baktığımızda yangına dayanıklı bir yapı imajı çizmese de bu yapıların günümüze kadar yıpranmış durum olması ve ahşabın zaman geçtikçe daha fazla kurumması kolayca bir ısı kaynağı ile buluşup yanmasına olanak sağlamaktadır. (Arif Atılğan 2013) (**Çizelge 1**).

Zamanla çatılarda biriken kuş gübreleri yanıcı özelliğe sahiptir. Genelde tek bir hacim olarak planlanan çatılarda çıkan yangında, yangın hızlı bir şekilde çatı üzerinde yayılım gösterebilmektedir. Çatı yangınlarına müdahale zor olduğundan, yangının söndürülmesi kolay olmamakta ve çoğu zaman sıkılan su, diğer katların da büyük oranda zarar görmesine neden olmaktadır.

Tarihi yapılarda yangının genişlemesinin bir nedeni de bağdadi duvar ve tavanlardır. Yangına dayanım ve tepki kriterleri sınırlı olan yapı malzemelerinin kullanılması durumunda duvar içine giren kıvılcımlar bütün duvarın iç kısmında yavaş yavaş ilerlemekte ve beklenmeyen bir noktadan yangını diğer bölümlere geçirmektedir.

Yangınların genişlemesine neden olan bir başka etmen ise tesisat şaftlarıdır. Havalandırma, kablo ve boru iletimi amacıyla bırakılan dikey ve yatay boşluklardan ilerleyen ısı ve sıcak duman yangın kaynağından uzak noktalarda da yangın çıkmasına imkan sağlayabilmektedir.

Çizelge 1: Tarihi Binalarda Çıkan Yangınlar

Tarihi Yapı	Yer - Tarih	Sebebi
Çırağan Sarayı	İstanbul – 03.12.2022	Belirlenemedi
Tarihi Balıklı Rum Hastanesi	İstanbul – 03.12.2022	Pürmüzden sıçrama
Notre Dame Katedrali	Fransa – 15.04.2019	Tadilat sırasında kısa devre
Brezilya Ulusal Müzesi	Brezilya – 02.09.2018	Kalitesiz elektrik tesisatı
Drenoc Köyü Camii	Kosova – 14.01.2017	Elektrik kontağı
Dukezong Antik Kenti	Çin – 11.01.2014	Komşu parsellere sirayet
Galatasaray Üniversitesi	İstanbul – 22.01.2013	Elektrik kablolarının tutuşması
İl Milli Eğitim Müdürlüğü	İstanbul – 25.12.2012	Elektrik kontağı
Kapalı Çarşı Kapısı	İstanbul – 23.12.2012	Elektrik kontağı
Hünkar Kasrı	İstanbul – 19.02.2011	Elektrik kontağı
Kılıç Ali Paşa Camii	İstanbul – 11.02.2011	Elektrik kontağı
Haydarpaşa Garı	İstanbul – 28.11.2010	Elektrik kontağı
Taş Mektep (Bakırköy İlkokulu)	İstanbul – 29.05.2009	Kundaklama
Gazi Osman Paşa İlkokulu	İstanbul – 13.07.2002	Elektrik kontağı

Notre Dame Katedrali ve Haydarpaşa Garı yangınlarına bakıldığında yukarıda bahsi geçen etmen veya etmenlerin bir araya gelmesi ile çok büyük yangınların çıkmasına sebep olmuştur.

Notre Dame Katedrali, Nisan 2019’da şiddetli bir yangın geçirmiştir. Tadilat sırasında oluşan bir kısa devre ve otomatik devreye girmeyen alarm sistemi, binanın büyük bir kısmını tahrip etmesine neden olmuştur. Söndürme sırasında binaya zarar vermemeye çalışılması, yangının diğer mahallere sıçramasına sebep olmuştur. (Anonim 2019) (**Şekil 1**).



Şekil 1: Notre Dame Katedrali Yangını (Anonim 2019)

2010 yılında Haydarpaşa Garı’nda, döşeme üzerindeki elektrik kabloların birleşim noktalarının ıslanması ile kısa devre oluşturması yangına sebebiyet vermiştir. Restorasyon sırasında ihmal sonucu yangının, çatı arasında başladığı düşünülmektedir. Yeterli önlemin alınmaması binada ağır hasar meydana gelmesiyle sonuçlanmıştır (Yasin Alkış 2013) (**Şekil 2**).



Şekil 2: Haydarpaşa Gar Binası Yangını (Yasin Alkış 2013)

3. TARİHİ BİNALARIN YANGIN GÜVENLİĞİNDE KULLANILAN MEVZUATLAR

Ülkemizde tüm yapı türleri için yasal bağlayıcılığı olan son ulusal mevzuatımız 2007 tarihinde yürürlüğe giren “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” ‘tir.

İlk yürürlüğe girdiğinde tarihi binalarda alınabilecek yangın güvenlik önlemleri için ayrı bir bölüm veya yaptırım bulunmamaktaydı. Daha sonra yaşanan Haydarpaşa Gar yangını gibi tarihi bina yangınları sonrasında, 2015 yılında yönetmeliğimize “Tarihi Yapılar” adı altında on birinci kısım eklenmiştir.

Bu ilave maddeler kısmen de olsa bazı eksikliklerin giderilmesine olanak sağlamıştır ancak tam olarak yeterli değildir. Bu nedenle yönetmelikte yeterli hüküm olmadığı durumlarda uluslararası geçerliliği kabul edilen standartlar da kullanılabileceğini ifade etmektedir. (2. Bölüm 5/b.)

Tarihi binalar için uluslararası kabul gören önemli yangın kodları NFPA 914 (Code for Fire Protection of Historic Structures) ve NFPA 909 (Code for the Protection of Cultural Resource

Properties-Museums, Libraries and Place of Worship)’dur. NFPA 909 müze, kütüphane, ibadet yerleri gibi tarihi ve kültürel yapıların korunması ile ilgili en az ortak gereksinimleri sıralayan bir kılavuz niteliğindedir. NFPA 909 bina kullanıcılarının ve sahiplerinin binaya veya binanın bir bölümüne, bina kullanımına bağlı olarak kendi ihtiyaç ve isteklerini uygulamalarına izin vermektedir.

Tarihi binalarda yapılacak çalışmalarda; binanın korunması gerekli tarihi özellikleri, önemi ve yangından korunma için alınacak önlemlerin çok iyi dengelenmesi gereklidir. Yeni binalarda kolaylıkla uygulanabilecek birçok yöntem tarihi binalarda uygulanması çok güç çözümler oluşturabilmektedir. Bu gibi durumlarda yönetmeliğin “11. Bölüm 167/b. maddesinde belirtildiği gibi “Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, yangın güvenliği ile ilgili yapılacak tesisatlar için “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun” görüşü alınır ve yapının özelliğini etkilemeyecek biçimde algılama, uyarı ve/veya söndürme sistemleri yapılır” şartı bulunmaktadır.

Tarihi binalara ait bölümde yer alan maddelerde aksi belirtilmedikçe, Yönetmeliğin Onuncu Kısım hükümleri uygulanmaktadır. 10. Kısımda mevcut bina niteliğinde olan binalar için gerekli olan asgari şartları tanımlanmaktadır. Özellikle yapısal yangın güvenliği konusunda yönetmelik maddelerinde sınırlı şartlara değinilmiş olup, diğer yönetmelik ve mevzuatlardan yararlanmak faydalı olacaktır. Tarihi binalarda yangın güvenliğinin temininde ortak amaç, binanın tarihi dokusuna en az zararı vererek şekilde optimum yangın güvenliği sağlamaktır.

4. TARİHİ BİNALARDA YAPISAL YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Tarihi binalarda yapısal yangın güvenlik önlemlerinde, zaman geçtikçe bakımsızlıktan ve ilgisizlikten ötürü bozulmalar meydana gelebilmektedir. Özellikle yapı malzemelerinde aşınmalar, eskimeler yangın karşısındaki direnci düşürmesi anlamına gelmektedir.

Yapısal yangın güvenliğinde taşıyıcı sistemler, yangını sınırlamak için kompartımanlama, yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının yangın performansları, merdivenlerin konumlandırılması, tahliye şartları gibi konular değerlendirilmektedir.

4.1. Yapı Malzemelerinin Yangın Performansı

Yapı malzemelerinin veya sistemlerinin yangın karşısındaki davranışları ölçümlemek için iki metot kullanılmaktadır. Yapı malzemelerinin yangın performansı için “yangına tepki” kriteri, yapı malzemesinden çıkıp bir sistem oluşturulduğunda ise “yangına dayanım” kriteri sorgulanmaktadır. Yangına tepki, yanmazlık sınıflarını tanımlayarak bizlere cevap sunarken, yangına dayanım süre bazında cevap sunar.

Yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının yangın karşısındaki davranışı, hem binanın bozulmasını engelleyerek tarihi kültürel varlıklarımızı korumamızı sağlar hem de içerisinde bulunan insanların tahliyesi için süre kazandırır. Aynı zamanda yangının sınırlı alanda kalması veya yapı malzemeleri üzerinden yürüyerek ana kaynağı dışında olan bölgeler transfer olmasına engel olmaktadır. Restorasyon çalışmalarında ister kapsamlı ister mevcut durumu güçlendirecek şekilde yapılsın, akredite yangın laboratuvarlarında test edilmiş ve performansı kanıtlanmış ürünler seçilmelidir.

Tarihi yapılarda çıkan yangınların genelini elektrik kaynaklı olduğu bilinmektedir. Bunun engellenmesine yönelik tarihi yapının ahşap kısımlarında kullanılan elektrik kablolarının yangına en az 60 dakika dayanıklı olması ve çelik boru içerisinden geçirilmesi gerekir. Buat ve kasaların da yanmaz malzemeden yapılması gerekmektedir. (BYKHY 2007). Bu sayede elektrik kaynaklı bir yangında yangının ahşap üzerinde engellenmesi amaçlanmaktadır.

Ahşap yapılarda, ahşap malzemenin korunması veya boyanmasında kolay yanıcı ve parlayıcı özelliğindeki maddelerin kullanılmasına da izin verilmemektedir. Ahşabı yangına dirençli hale getirirken doğru uygulama seçilmelidir. Tarihi binalarda çatı bölümlerinin temiz tutulması şarttır. Bu alanlarda biriken tozlar ve kuş gübreleri alanı daha yanıcı bir hale getirmektedir. Doğrudan oksijen teması olacağından, çıkan bir yangının beslenerek yoğunlaşması çok olasıdır. Bu nedenlerden dolayı yanması daha mümkün olacak yerleri kaplamalar, sıvalar veya boyalarla korumak gerekmektedir. Özellikle iskeleti ahşap olan çatılarda kaplama olarak zor alevlenici maddeler tercih edilmelidir (Kılıç 2011).

4.2. Bina Taşıyıcı Sistemi

Tarihi binaların, içinde bulunan insanlara güvenli şekilde tahliye edecek ve itfaiye personelinin yapıya güvenli bir şekilde girip müdahale edebilmesi imkan sağlayacak süre boyunca ayakta kalması gereklidir.

Ülkemizdeki tarihi binaların geleneksel olarak ahşap malzemeden inşa edilmektedir. Yangın yönetmeliği de ahşap taşıyıcı sisteme sahip olan tarihi binalar için bazı gereksinimleri şart koşturmaktadır. Ahşap taşıyıcı kolonları ve ana kirişlere sahip olan tarihi binaların zemin kat harici diğer tüm katları yataklı sağlık hizmeti, huzurevi, bakımevi, anaokulu, ilköğretim okulu ve öğrenci yurdu olarak kullanılması yasaktır. Bu tip yapıları hem kullanıcı yükü hem de yangın yükü artmış olacaktır. Ayrıca bir kattan fazla katı olan topluma açık tarihi yapılarda ise taşıyıcı kolonların ahşap olması durumunda ana taşıyıcıların restorasyon sırasında yangına en az 90 dakika dayanıklı olacak şekilde yalıtılması gereklidir (BYKHY 2007).

4.3. Yangının Sınırlandırılması

Kompartıman oluşturmak, belirli bir mahalın tavanı, tabanı ve tüm duvarlarını belirli bir süre kadar sınırlandırmak anlamına gelmektedir. Bir mahalde çıkan yangının o mahalde sınırlandırılması ve başka kısımlara sıçramaması, yangın güvenliği sağlama konusunda önemli bir husustur. Bunun için de yapı elemanlarının istenilen yangın dayanımını sağlaması gerekmektedir.

Kompartıman planlanırken tüm duvarların yangına dayanıklı planlanması pek mümkün değildir. Mevzuat açısından da zorunlu bir durum değildir. Yangının çıkma ihtimalinin yüksek olduğu, kolayca yayılabileceği alanlarda yangın kompartımanları oluşturulmalıdır. Bina içinde tarihi özelliğini bozmadan dikey ve yatay olarak kompartıman sağlanmalıdır. Mutfak, teknik odalar, kazan dairesi, yanıcı ve parlayıcı madde bulunduran alanlar, yangın merdivenleri ve shaftlar yangının yayılmaması için başlıca yangına dayanıklı olması gereken mahallerdir. Bununla beraber tarihi binalar bitişik nizam yapılmış ise binaları ayıran duvarında yangına karşı dayanıklı olması gereklidir.

Duvarlar yıkılıp tekrar inşa edilemeyeceği durumlarda alınabilecek en verimli önlem mevcut duvarları iyileştirmelerle yangına karşı daha dayanıklı hale getirmektedir. Bu kapsamda alev geciktirici boyaların kullanılması ya da mevcut duvarların yangına dayanıklı paneller ile kaplanması ile sağlanabilir. Bu uygulamaları yapılırken binanın taşıyıcı yükünü arttırmayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

Tarihi yapılarda kapsamlı bir restorasyon söz konusu olduğunda ise, yangına dayanımlı duvarların imal edilmesi daha kolay olacaktır. Bu durumlarda, mevcut duvarları güçlendirmek yerine yeni yangına dayanıklı duvar oluşturmak daha uygun olacaktır. (Kılıç 2011).

4.4. Kaçış Yollarının Düzenlenmesi

Yapı malzemelerinden ve yapı elemanlarından tahliye süresi boyunca yangına karşı direnç göstermesi beklenir. Kaçış yolları, güvenli alana çıkılacak süre boyunca binanın herhangi bir noktasından cadde seviyesine gidilen engelsiz yolun tamamını ifade etmektedir.

Binanın kullanım amacına ve binada bulunabilecek maksimum kişi sayısına göre kaçış merdivenlerinin adetleri, bu merdivenlerin genişlikleri belirlenmelidir. Kullanıcı sayısı tahliye ile ilgili tüm kriterleri etkilemektedir. Tarihi binalar için aşağıdaki çizelgede yer alan ölçülere uyulmalıdır. (**Çizelge 2**).

Çizelge 2: Kaçış Merdiveni Sayısı (BYKHY 2021)

Değerlendirme	Kaçış Merdiveni Sayısı
Toplam Kullanıcı Sayısı > 25 (Yüksek Tehlikeli Yer)	2 adet
Toplam Kullanıcı Sayısı > 60	3 adet
Toplam Kullanıcı Sayısı > 600	4 adet
Toplam Kullanıcı Sayısı > 1000	
Çıkış kapıları arası mesafe	Diagonal mesafe / 3
Yağmurlama sistemi varsa	Diagonal mesafe / 4

Binalarda yangın merdiveni ile bina arasında bir geçit olması amacıyla dumandan ve yangından arındırılmış bir yangın güvenlik holü yapılır. Ancak tarihi binalarda bu yangın merdivenlerine koridor, hol, lobi gibi bir geçitten geçerek ulaşılıyorsa, yangın güvenlik holü yapma zorunluluğu yoktur. Eğer kullanılan merdivenlerinin yarısı yangına dayanıklı bir şekilde korunmuşsa diğer merdivenler de kaçış için kullanılabilir. Yangın anında çıkışlara ulaşmak için kapılar oldukça önemlidir. Bir katın kullanıcı sayısının 100 kişiyi geçmesi durumunda kaçış kapıları, kaçış yönüne açılacak şekilde panik bar sistemiyle uygulanmalıdır. Tarihi bir yapıda bir değişikliğin mümkün olmadığı durumlarda mevcut merdiven yangın merdiveni olarak kabul edilebilmektedir (BYKHY 2021).

Tahliye stratejisi oluşturulurken insanları koşabileceği maksimum koşu mesafelerine de dikkat edilmesi gereklidir. Kullanım amacına ve bina yüksekliğine bağlı olarak tek ve çift yön

maksimum kaçış mesafeleri değişmektedir. Tarihi binalar için yangın yönetmeliğinin ek-14 bölümünde belirtilen mesafe şartlarına uyulması gereklidir (BYKHY 2021).

5. TARİHİ YAPILARDA AKTİF YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

5.1. Algılama ve Uyarı Sistemleri

Bir yangın durumunda yangının en erken safhada fark edilmesi binada bulunan insanları can sağlığı kadar yapının sağlığı içinde önemlidir. Erken uyarı sisteminin olmaması veya doğru çalışmaması yangının büyümesine ve büyük kayıpların yaşanmasına sebep olmaktadır. Özellikle tarihi binanın yapısı gereği küçük bir yangın erken fark edilip müdahale edilemez ise yangın çok hızlı bir şekilde tüm binaya yayılma tehlikesi vardır.

Erken uyarı sistemi, sürekli kontrol eden kişilerce veya otomatik sistemler ile kurgulanabilir. Tarihi binanın kullanım amacına göre sürekli kontrol edecek kişiler bulunmayabilir. Bu nedenle insan kontrolünden bağımsız olarak çalışabilen otomatik algılama sistemleri pek çok binada kullanılmaktadır.

Ülkemizdeki yangın yönetmeliğine bakıldığında tarihi binalarda otomatik algılama sistemini yapı boyutunu bağlı olarak şart koşmaktadır. Ancak tarihi binaların yapı boyutu ne olursa olsun kullanım amacına ve tarihi dokuyu bozmadan algılama sistemleri yapılmalıdır. Kültürel mirasımızı korumak adına erken müdahale çok önemlidir.

Son yıllarda algılama sistem üreticilerin tarihi binalar için özel olarak geliştirdikleri farklı tip detektörler bulunmaktadır. Tarihi binanın içinde yer alan bir odanın tavan ve duvar dekorlarına uygun tipte detektörler geliştirilmiştir. Örneğin kabloların çekilmesi zor olan veya kablo görüntüsünün istenmediği yerlerde pilli dedektörler, çok ince bir şerit gibi gözükebilecek kablo tipi detektörler veya ışın tipi detektörler kullanılabilir. Tarihi binanın kendi özelliklerini koruması kaydıyla standartlara uygun otomatik algılama sistemi planlanmalı ve bakım prosedürlerinin çok ciddi şekilde işletilmesi gereklidir.

Örneğin Notre Dame Katedrali için alarm sisteminin hemen devreye girmediği belirtilmektedir. Bu gecikme nedeni ile müdahalede gecikme yaşanmış ve yapıdaki tahribat ciddi oranda artmıştır. Özellikle tarihi yapılarda bu ve benzeri ihmallere yer vermemelidir. Yangın anında her bir dakika önemlidir. Alarm sistemi ne kadar erken çalışırsa, söndürme işlemine ne kadar erken başlanırsa sonuç o kadar az hasarlı olacaktır.

5.2. Söndürme Sistemleri

Tarihi bir binada yangına erken müdahale hayati öneme sahiptir. Algılama sisteminin erken yangın bilgisini verdikten sonra çok kısa sürede söndürmeye yönelik aksiyon alınmalıdır. Yangının ilk evresi büyüme evresidir ve pek çok yangın doğru müdahale imkanları ile daha büyümeden söndürülebilmektedir. Bu müdahale yapılırken yanan malzemenin özelliğine göre farklı söndürme ajanları kullanılabilir. Erken evredeki yangınlara ilk müdahale taşıyıcı portatif yangın söndürücü tüpleri veya yangın dolapları ile yapılabilir. Buradaki kritik husus eğitimli bir personelin müdahale etmesidir. Uygun olmayan söndürme ajanlarının

kullanılması durumunda tabiri caizse kaş yaparken göz çıkarmaya benzemektedir. Yangını istemsizce büyütme ihtimali söz konusu olabilmektedir.

Tarihi binanın kullanım amacına göre eğitilmiş müdahale personeli olmayabilir. Bu nedenle insan kontrolünden bağımsız olarak çalışabilen otomatik söndürme sistemleri pek çok tarihi binada korunabilmektedir. Bununla beraber bir yangın sırasında gelen itfaiyecinin güvenlik bir şekilde yapıya girebilmesine de olanak sağlanmalıdır. İtfaiyenin dışarıdan müdahale ederek yangına karşı koyması zorlu bir süreçtir.

Yönetmeliğimizde tarihi binalarda otomatik söndürme sistemlerinin zorunluluğu algılama sisteminde olduğu gibi yapı boyutunu bağlı olarak şart koşturmaktadır. Aşağıdaki maddelere bakıldığında tarihi binanın boyutu çok büyük olmadıkça otomatik söndürme sistemine zaruri değildir. Ancak tarihi binaların yapı boyutu ne olursa olsun kullanım amacına ve tarihi dokuyu bozmadan söndürme sistemleri yapılmalıdır. Otomatik söndürme sistemleri, itfaiye ekiplerinin tarihi binaya ulaşmasına zaman kazandıracak ve yangını kontrol altına alınmasına yardımcı olacaktır.

Mevcut ve tarihi binalarda yağmurlama sistemi, yönetmeliği 96. maddesinin diğer hükümleri saklı kalmak şartıyla aşağıdaki yerlerde uygulanmaktadır (BYKHY 2021):

- a) Bina yüksekliği 30.50 m'den fazla olan konut ve büro haricindeki bütün binalarda,
- b) Yapı yüksekliği 51.50 m'yi geçen büro binalarında,
- c) Toplam alanı 1000 m²'den fazla olan kapalı otoparklar ile 10'dan fazla aracın asansörle alındığı kapalı otoparklarda,
- ç) İki'den fazla katlı bir bina içerisindeki yatak sayısı 200'ü geçen otellerde, pansiyonlarda, misafirhanelerde,
- d) Birden fazla katlı ve toplam yapı inşaat alanı 3000 m²'nin üzerinde olan mağazalarda, alışveriş ve eğlence yerleri ile kongre ve toplantı salonları gibi yerlerde,
- e) Aksi belirtilmedikçe, birden fazla katlı binalardaki, kolay alevlenen madde bulundurulan ve toplam kapalı alanı, bodrum katlarda 2000 m² ve diğer katlarda 4000 m²'den fazla olan depolarda.

Bununla beraber bazı söndürme sistemleri ise yapının boyutundan bağımsız olarak yangın riskine göre ele alınmaktadır. Suyun söndürmede yeterli olmayacağı veya reaksiyona girme ihtimali olan alanlarda ise uygun tipte otomatik söndürme sistemlerinin yapılması gereklidir. Örneğin bir yüksek voltaj içeren bir elektrik odasında su ile müdahale etmek yerine otomatik gazlı söndürme sistemleri ile yangın kontrol altına alınabilmektedir.

Alınması gereken tüm güvenlik önlemlerinde olduğu gibi söndürme sistemleri planlanırken tarihi binaların özelliklerini korumak esastır. Sistemde kullanılan ekipmanları hem görsel hem de teknik açıdan tarihi binaya uyumlu olması gereklidir. Bunun için geleneksel yağmurlama sistemi yerine daha ince ve hafif borularla müdahale etmeye imkan sağlayan su sisi söndürme sistemleri geliştirilmiştir.

Tarihi binaların genel kullanım alanlarında su sisi söndürme sistemi uygulamaları suyun vereceği zararları minimize etmesine olanak sağlamaktadır. Su sisi söndürme sisteminin su ihtiyacı standart sprinkler sistemi su ihtiyacından daha azdır. Kullanımı ve düşük su ihtiyacı

nedeni ile küçük boru çaplarının kullanımı, tarihi binaların yapısal dokusuna minimum hasar verecek montaj kolaylıkları sağlaması açısından da tercih edilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarihi yapılarda yangın güvenliğinin sağlanması, birbirinden değerli tarihi binalarımızı korumak ve gelecek kuşaklara milli mirasımızı aktarmak adına çok önemlidir. Tarihi yapılar içinde yapısı gereği yangın en büyük risklerden birisidir. Alınacak önlemlerle yangının çıkışını tamamen engelleyemsek de yangının çıkma ihtimalini, çıktığında kontrol altında tutabilmemize olanak sağlayacaktır. Ne kadar önlem alınırsa alınsın insan olan yerde elbet olacaktır.

Bu nedenle tarihi yapıların restorasyonu, kullanımı, işletilmesi kısaca her aşamasında bir risk unsuru bulunmaktadır. Topluma açık yapı olarak kullanılması durumunda hem teknik hem de işletmesel güvenlik önlemleri alınmalıdır. Örneğin müze olarak kullanılıyor ise kontrollü ziyaretçi alınmalıdır. Restorasyon çalışmaları sırasında daha dikkatli davranılmalıdır. Özellikle bir restorasyon çalışmasına başlamadan önce risklerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tarihi yapılarda, yapıyı yangından korumaya çalışırken tarihi özelliklere zarar vermemek için kurallara sıkı sıkıya bağlı olmamalıdır. Her ne kadar güvenlik önlemlerini alırken ulusal ve uluslararası standartlarda kılavuz niteliğinde olan bilgilerden faydalansak da tarihi dokuyu korumak da aklımızın bir yerinden sürekli bulunmalıdır.

Bunu sağlamak için tarihi binanın yapısına özgü yangın mühendisliği çalışmaları ile performansa dayalı güvenlik önlemleri planlanmalıdır. Bu durum tam tersi ile de karşılaşılması mümkündür. Mevzuat olarak önlem alma zorunlu olmayan durumlarda bile yangın güvenliğinin sağlanması için tüm olanakları değerlendirmeliyiz.

KAYNAKLAR

Alkış, Y., 2013, Taşınmaz kültür varlıkları niteliğindeki kamu yapılarında yangın güvenliği; Galatasaray Üniversitesi ve Haydarpaşa Garı yangınları, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Anonim, 2019, https://tr.wikipedia.org/wiki/Notre_Dame_yang%C4%B1n%C4%B1, Erişim Tarihi: 03.03.2023

Atılğan, A., 2013, <https://www.arkitera.com/gorus/tarihi-binalarda-cikan-yaniginlar/>, Erişim Tarihi: 02.03.2023.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007, T.C. Resmî Gazete. 12937, 27.11.2007.

Kılıç, A., 2011. Tarihi Yapılarda Yangın Güvenlik Önlemleri. Yalıtım Dergisi, Sayı:91, İstanbul.

Özgünler, M., 2018. Tarihi Binalarda Yangına Karşı Korunma ve Mevzuatın İrdelenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı: 9(1), İstanbul.

Ünal, G. Z., ve Gündoğdu, D.,F., 2011. Kültür Mirasımız Afet Risklerine Ne Kadar Hazırlıklı. Haydarpaşa Garı Yangını, İstanbul. ss.4-7

TARİHİ BİNALARDA YANGIN KOMPARTİMANLARI İÇİN DÜZENLEMELER

Esma Birekul¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı¹
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Yangın, kültürel mirasın en önemli göstergelerinden olan tarihi binaların zarar görmesine veya yok olmasına neden olan en büyük afetlerdendir. Bu kültürel mirasın yangın güvenliği ise yangın önlemleri içeren düzenlemeler ile sağlanabilir. Günümüzde pasif yangın önlemleri çoğunlukla çağdaş yapım teknolojileri ile üretilen binalarda uygulanmakla birlikte aynı önlemlerin tarihi binalara uygulaması, bu binaların sahip olduğu tarihi doku özellikleri ve inşasında kullanılan eski yapım teknikleriyle nedeniyle son derece güçtür. Bu nedenle tarihi binaların yangın güvenliğini sağlamak için binaya özgü düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Tarihi binalarda yangına dayanıklı kompartıman alanları oluşturma stratejisi, bu binalarda gerçekleştirilecek yangınları kontrol altına almak için etkin pasif yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada, tarihi binalarda yangın güvenliği konusuna ilişkin dünya genelindeki farklı ülkelerde uygulanan yürürlükteki düzenlemeler araştırılmış ve bu düzenlemelerde tarihi binalarda yangın kompartımanları oluşturulması ile ilgili maddeler incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Yangın, tarihi binalar, yangın düzenlemeleri, kompartımanlar

ABSTRACT

Fire is one of the biggest disasters that causes damage or destruction of historical buildings, which are the most important indicators of cultural heritage. The fire safety of this cultural heritage can be ensured by regulations containing fire precautions. Although passive fire precautions are mostly applied in buildings produced with modern construction technologies, the application of the same precautions to historical buildings is extremely difficult due to the historical texture characteristics of these buildings and the old construction techniques used in their construction. For this reason, it is necessary to make building-specific regulations to ensure the fire safety of historical buildings. The strategy of creating fire resistant compartment areas in historical buildings is one of the effective passive methods to control fires that may occur in these buildings. In this study, the current regulations applied in different countries around the world on the subject of fire safety in historical buildings were investigated and the articles related to the creation of fire compartments in historical buildings in these regulations were examined.

Keywords: Fire, historical buildings, fire regulations, compartments

¹ esma.birekul@gmail.com

² serteser@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Tarihi binalarda yangın güvenliği, tarihi karakteristiği bulunmayan diğer binalarda olduğu gibi çeşitli pasif ve aktif önlemlerin alınmasıyla sağlanabilir. Bu önlemler ise tüm dünyada alanında uzman kişiler tarafından hazırlanmış yönetmelik, kod, standart, kılavuz not, el kitabı vb. yasal ve yasal olmayan düzenlemeler vasıtasıyla kullanıcılara sunulmuştur. Ancak tarihi binalar özelinde yangın güvenliği ile ilgili düzenlemelerin sayısı ve içeriği gerek ülkemizde gerekse dünya genelinde oldukça sınırlıdır. Birçok ülkede ise, ülkemizdeki yürürlükte olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) gibi tüm yapıları ilgilendiren genel yangın düzenlemelerinin içerisinde bu konuya ilişkin maddeler sınırlı düzeyde yer almaktadır.

Bu çalışmada, başta ABD’ deki NFPA standartları olmak üzere, Avrupa ülkeleri ve diğer ülkelerdeki tarihi binalarda yangın güvenliği konusunu içeren 40’a yakın düzenleme pasif ve aktif önlemler bakımından incelenmiştir. Bu düzenlemelerdeki pasif önlemlerden yangın kompartımanı ve bunu oluşturan yapı elemanlarının yangına dayanım özellikleriyle ilgili maddeler ayrıca ele alınmıştır.

2. TARİHİ BİNALARDA YANGIN GÜVENLİĞİ KONUSUNDA DÜZENLEMELER

Tarihi binalarda yangın güvenliğinin sağlanması için gerekli önlemlerin bir kısmı standart, kod, yönetmelik vb. olarak yasal yükümlülüğü olan düzenlemeler olup, diğer kısmı kılavuz, el kitabı vb. olarak yasal yükümlülüğü olmayan öneri niteliğindeki düzenlemelerdir.

2.1. Yasal Düzenlemeler

Dünya genelinde yangından korunma için gerekli önlemler, can ve mal güvenliğinin sağlanması için çeşitli yasal düzenlemelerle zorunluluk haline getirilmiştir. Mimari açıdan bu önlemlere bakıldığında özellikle tarihi öneme sahip binaların yangından korunması için ise bu binalara özgü düzenlemeler gerekmektedir.

Aşağıda bu konu kapsamında ABD, Avrupa ülkeleri ve diğer ülkelerdeki yasal düzenlemeler incelenmiştir (**Çizelge 1**). Bu düzenlemelerden tarihi binalara özgü olanlar ise şunlardır:

- NFPA 909
- NFPA 914
- Edifici Storici-Normativa Di Prevenzione Incendi (Tarihi Binalar-Yangından Korunma Mevzuatı-İtalya)
- Réglementation et recommandations Pour la protection du patrimoine- désenfumage et compartimentage (Mirasın korunması için düzenlemeler ve tavsiyeler-duman tahliyesi ve bölümlendirme-Fransa)
- The Fire Protection Management Rules of the Cultural Relics (Kültür Varlıklarının Yangından Korunma Yönetim Kuralları-Çin)

Çizelge 1: İncelenen yasal düzenlemeler

	İNCELENEN YASAL DÜZENLEMELER	GEÇERLİ OLDUĞU ÜLKELER
AMERİKA	NFPA 909 (Code for the Protection of Cultural Resource Properties – Museums, Libraries, and Places of Worship-2021)	ABD
	NFPA 914 (Code for the Protection of Historic Structures-2023)	ABD
	The Society of Fire Protection Engineers (SFPE)	ABD
	Underwriters Laboratories(UL)	ABD
	Alberta Fire Code (AFC) 2014	Kanada
AVRUPA	British Standards Institution (BSI)	Birleşik Krallık
	The Regulatory Reform (Fire Safety) Order (RRO) 2005): Guidance No:1 Enforcement	İngiltere ve Galler
	The Regulatory Reform (Fire Safety) Order (RRO) 2007): Call for Evidence Summary of Responses	İngiltere ve Galler
	Fire Safety Act 2021	İngiltere ve Galler
	The Fire Safety (Scotland) Regulations 2010	İskoçya
	Fire (Scotland) Act 2005	İskoçya
	Norme di Prevenzione Incendi	İtalya
	Edifici Storici – Normativa Di Prevenzione Incendi	İtalya
	USAG ITALY Fire Prevention Regulation 420-1	İtalya
	Linea Guida - Valutazione, in deroga, dei progetti di edifici sottoposti a tutela	İtalya
	DIN EN 16893 (Conservation of Cultural Heritage)	Almanya
	Etablissements culturels-Analyse des risques, Mesures de prévention	Fransa
	Réglementation et recommandations Pour la protection du patrimoine-désenfumage et compartimentage	Fransa
DİĞER	Fire Regulations in the People’s Republic of China	Çin
	The Fire Protection Management Rules of the Cultural Relics	Çin
	Code of Practice for Fire Safety in Buildings 2011	Hong Kong
	Fire Service Act	Japonya
	Fire Safety Act 1993 (Chapter 109A-The Statues of Republic of Singapore)	Singapur
	Fire Code 2018	Singapur
	Code Of Practice For Fire Precautions in Buildings 2018 (8th Edition)	Singapur
	Fire Services Act 1988 (Act 341)	Malezya

Yangından korunmaya ilişkin pek çok ülkede uygulanan kanunlar ve uygulamalar oldukça gelişmiştir; ancak bu yasal düzenlemeler genellikle tarihi binalarla ilgili uygulamalarda eksik ya da yetersiz kalmaktadır.

2.2. Yasal Olmayan Düzenlemeler

Çoğunlukla kılavuz veya el kitabı niteliğinde olan bu düzenlemelerde yapılan incelemelerde, tarihi binalarda yangın güvenliği konusuna ilişkin kapsamlı içeriklerin yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle birçok düzenlemenin meydana getirilme sürecinde, yangın güvenliği önlemleri için bu belgelerin referans alınması beklenmiştir.

Bu çalışma kapsamında dünya genelinde tarihi binalarda yangın konusu içeriğine sahip aşağıda **Çizelge 2’**de yer alan yasal olmayan düzenlemeler incelenmiştir.

Çizelge 2: İncelenen yasal olmayan düzenlemeler

İNCELENEN YASAL OLMAYAN DÜZENLEMELER	GEÇERLİ OLDUĞU ÜLKELER
CFPA-E Guideline No 30:2021 F (Basic Principles of Fire Safety of Historic Buildings)	Avrupa ülkeleri
Protection of Heritage Buildings and Structures(IRMP Steering Group Integrated Risk Management Planning: Policy Guidance-August 2008)	Birleşik Krallık
Fire Safety for Traditional Church Buildings of Small and Medium Size (Historic England)	İngiltere
Fire Safety Guidance Note: Heritage and Buildings of Special Interest GN 80	Londra
Vacant Historic Buildings Guidelines on Managing Risks (Historic England)	İngiltere
Vacant Historic Buildings - An owner's guide to temporary uses, maintenance and mothballing (English Heritage)	İngiltere
Advisory Standards of Conservation and Repair for The Historic Building Environment in Scotland (Historic Environment Scotland)	İskoçya
Managing Change in the Historic Environment: Fire Safety Management (Historic Scotland)	İskoçya
Guide for Practitioners 7:Fire Safety Management in Traditional Buildings (Historic Scotland)	İskoçya
Fire Safety and Heritage Places 2012 (New Zealand Historic Places Trust(NZHPT))	Yeni Zelanda
Guidelines for Identifying and Preventing Fire Risks to Heritage Buildings and Collections (Opus Consulting Ltd,November 2004)	Yeni Zelanda
Protecting Marae from Fire(2002)	Yeni Zelanda

Tarihi binalarda yangın güvenliği konusu, yalnızca yangın düzenlemelerinde değil, tarihi binaları koruma ve restorasyon konularını içeren düzenlemelerde de yer almaktadır.

3. TARİHİ BİNALARDA YANGIN KOMPARTİMANLARI

Bir binanın yangına dayanıklı döşemeler, duvarlar, kapılar ve diğer yapı elemanlarıyla yatay ve dikey daha küçük hacimlere bölünmesiyle oluşturulan yangın kompartımanları, pasif yangından korunmanın önemli bir parçasıdır ve çeşitli amaçlara hizmet eder (Historic Scotland, 2010b). Bu amaçlar:

- Yangın ve dumandan kaynaklanan hasarın sınırlandırılması
- İtfaiyeciler tarafından daha kolay kontrol edilebilmesi için potansiyel yangının boyutunun sınırlandırılması
- Etkilenen hacmin dışında yangının ani etkilerinden korunan alanların oluşturulması, yalnızca can güvenliği için değil, aynı zamanda tarihi doku ve içeriklerin hasarını veya kaybını en aza indirmede önemli bir faktör olması
- Yangınla mücadele için erişime yardımcı olması
- Yangın sırasında yapısal bozulma olasılığının azaltılmasıdır (Historic Scotland, 2010b).

Bu alanlar, binalara zarar verme riskini sınırlamanın en basit ve en uygun maliyetli çözüm şeklidir. Ancak, bu etkili pasif önlemin tarihi binalarda uygulanması, modern binalara göre daha zordur (**Şekil 1**). Bu nedenle, birtakım düzenlemelerle uygulama esasları oluşturulmuştur. Bu uygulama esasları; yasal düzenlemelerde kompartımanlar ve yasal olmayan düzenlemelerde kompartımanlar olarak iki başlık altında incelenmiştir.



Şekil 1: Tarihi bir binada oluşturulmuş örnek kompartıman alanları (URL-1)

3.1. Yasal Düzenlemelerde Kompartımanlar

Yasal düzenlemelerde tarihi binalar için yer alan hükümler veya esaslar oldukça sınırlıyken, tarihi binalarda yangın kompartımanı uygulamaları ile ilgili madde yok denecek kadar azdır.

Ancak bazı genel yangından korunma düzenlemelerinde yer alan kompartımanlarla ilgili maddelerin, mevcut binalarda geçerli olduğu ifade edilmektedir. Bu sebeple, tarihi binalar özelinde yangın düzenlemesi yer almayan ülkelerde, bu genel yangın yönetmelikleri tarihi binalar için de kullanılmaktadır. Tarihi binalarda kompartımanlarla ilgili maddelerin yer aldığı düzenlemeler **Çizelge 3'**de verilmiştir.

Çizelge 3: Yasal düzenlemelerde kompartıman maddeleri

YASAL DÜZENLEMENİN ADI	YANGIN KOMPARTIMANI MADDELERİ
NFPA 914 (Code for the Protection of Historic Structures-2023)	B6.1 Yatay Yangın ve Duman Bariyerleri (Horizontal Fire and smoke Barrier): Tarihi yapının rehabilitasyonu için planlama, bina alanlarını ayrı yangın alanlarına bölmek ve fırınlar, kazanlar veya depolama alanları gibi belirli tehlikeleri binanın geri kalanından ayırmak için yangına dayanıklı duvarların ve kapıların kullanımı dikkate alınmalıdır. Bu yangına dayanıklı bariyerler, dumanın geçişine karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır. Diğer duvarlar da duman geçişine direnecek ve yangının etkilerini sınırlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu tür bir tasarım, genellikle yapının tarihi dokusunu ve karakterini korurken planlamaya dahil edilebilir (NFPA 914,2023).
	B.6.2 Dikey kapatıcılar (Vertical enclosers): Merdivenlerin, havalandırma bacalarının ve diğer dikey açıklıkların yangına ve dumana maruz kalmasını önlemek için yangına dayanıklı yapıya sahip diğer dikey açıklıkların etrafının kapatılması için önlemler alınmalıdır. Binanın tarihi dokusunun bu tür kapatmaları engellediği durumlarda, yağmurlama sistemleri gibi alternatif koruma sağlanmalıdır (NFPA 914,2023).
	B.6.3 Yangın durdurucular (Fire-stop): Yangının duvarların içinde ve mertekler ile döşeme kirişleri arasında yayılmasını önlemek için kapalı alanlarda yangın durdurucular yer almalıdır. Gizli boşlukların mineral yün yalıtım veya diğer benzer yangına dayanıklı malzemeler gibi inert malzemelerle doldurulması yangının yayılmasını daha da geciktirebilir (NFPA 914,2023).

Linea Guida- Valutazione, in deroga, dei progetti di edifici sottoposti a tutela (italya)	III.3.2.1 Kompartımanlar: Korunan binalarda, aşığıdaki nedenlerle kompartıman gereksinimlerine uyulmayabilir: a) Bölümlere ayrılacak döşeme alanlarının teknik düzenlemenin gerektirdiğinden daha büyük olması; b) Yeterli yangın direncine sahip sınırlayıcı elemanların yapımının imkansız olması nedeniyle sağlanan alt bölümlemenin uygun olmaması (Linea Guida,2016). III. 3.2.1.2 Korumalı kompartımanın mümkün olmadığı durumlar: Korunan binalarda, aşığıdaki iki çözümden birinin benimsenmesi koşuluyla, kompartıman yapılmamasına izin verilebilir: 1) Tüm faaliyette yangın algılama ve alarm sistemlerinin kurulduğu kompartımanları oluşturmak için mobil duman geçirmez bariyerlerin kurulması; 2) Aşığıdaki tüm önlemlerin uygulanması: • D tipi bina kullanıcılarının yaygın özelliğinin faaliyetten hariç tutulması; • Belirli risk altındaki alanların ve yangın güvenliği açısından ilgili alanların yerleştirileceği otonom yangınla mücadele bölümlerinin oluşturulması; • Tüm faaliyetlere yayılan yangın algılama ve alarm sistemlerinin kurulması; • Bölümlere ayrılmamış odalarda duman ve ısının doğal veya zorunlu tahliyesini kontrol etmek için bir sistemin kurulması; • Yangın yükü 900 MJ/m²'den yüksek olan ve kompartımanlara ayıramayan odalara otomatik söndürme sisteminin kurulması; • Aşığıdaki yanıcı malzemelerin bina içinde özel mevcudiyeti: ✓ Korumaya tabi olan ve faaliyetin icrası için kesinlikle işlevsel olan malzemeler; ✓ Risk değerlendirmesi sonucunda izin verilen yangın tepki değerleri ile belgelendirilen malzemeler; • Güvenlik yönetim sisteminde bulunan yanıcı maddelerin kontrol edilmesi için bir prosedürün hazırlanması. • Faaliyette listelenmiş olan yüzey, yatak, yolcu parametreleri için risk değerlendirme belgesinde belirtilen gerekli itfaiyeci sayısı aşığıdaki durumlarda artış gösterir: ✓ her 2.000 m² yüzey için bir birim; ✓ her 150 yatak için bir birim; ✓ her 300 kişi için bir birim (Linea Guida,2016).
Réglementation et recommandations Pour la protection du patrimoine-désenfumage et compartimentage (Fransa)	Yangın ve dumanın yayılmasını sınırlamak ve bina sakinlerinin tahliyesini kolaylaştırmak için bir tesisin bölümlere ayrılması esastır. Bu nedenle, kuruluşun iç dağıtımını uygun şekilde tasarlamak söz konusudur. Bina içinden geçen kanal ve kanallara ilişkin hükümler de konulmalıdır. Odalar bitişik odalardan, duvarlar ve yangına dayanıklı kapılarla korunan boşluklardan ayrılmalıdır. Çoğu kuruluşun geleneksel bölmeleri vardır ve yönetmelikler, binalar arasındaki bölmelerin ve kapıların yangına dayanıklılığını belirler. Kapalı uzun yatay sirkülasyon alanları, her 25 m ila 30 m'de bir duvarlar ve bir kapı kapatıcı ile donatılmış 1/2 saat PF kapı setleri ile ayrılmalıdır. Özel risk altındaki binaların duvarları, korunan merdivenler ve güvenli bekleme alanları belirli hükümlere uygun olmalıdır. (Ministère de la Culture et de la Communication, 2011).

	1. Riskli tesisler Özel risk altındaki tesisler: Bu odaların yangın kapıları, bir kapı kapatıcı ile donatılmış CF 1h veya CF 2h özelliğinde olmalıdır. (kazan daireleri [> 70 kW], jeneratör ve elektrik odaları, trafolar, çöp öğütme odaları, ambalaj atıklarının depolanması) Müzeler için: Sanat eserlerinin, koleksiyonların, belgelerin ve diğer yanıcı nesnelerin rezervleri, restorasyon atölyeleri, arşiv tesisleri, atık paketleme ve işleme odaları, bakım ve onarım atölyeleri. Kitaplıklar ve arşivler için: Ciltleme ve restorasyon atölyeleri, belge saklama depoları, arşiv tesisleri, atık paketleme ve işleme odaları, tehlikeli maddelerin depolanması ve taşınması için tesisler. Tüm kuruluşlar için orta riskli tesisler: Bu odaların yangın kapıları, bir kapı kapatıcı ile donatılmış CF1/2h kapı ile CF1h özelliğinde olmalıdır. (kazan daireleri (20 ila 70 kW), asansör makine daireleri, mutfak, ofisler, rezerv alanlar, depolar, çamaşırhaneler) Müzeler için: fotoğraf atölyeleri, en az 150 litre yanıcı sıvı (veya benzeri) içeren tesisler. Kitaplıklar ve arşivler için: Hacmi $<300 \text{ m}^3$ olan yerel rezervler (Ministère de la Culture et de la Communication, 2011).
--	---

3.2. Yasal Olmayan Düzenlemelerde Kompartımanlar

Birçok ülke tarihi binaların yangından korunması konusunu çoğunlukla kılavuz ve el kitabı gibi yasal olmayan düzenlemelerde uygulama esaslarını belirtmiş olup, yasal sorumluluk olmamasına rağmen bu kılavuzların uygulanması konusunda uygulamacıları teşvik etmektedir. Bu kılavuzlarda yer alan pasif önlemlerden kompartımanların tarihi binalar özelinde uygulama esasları veya bu kompartıman alanlarının özelliklerine dair maddelere yer verilmiştir (**Çizelge 4**).

Çizelge 4: Yasal olmayan düzenlemelerde kompartıman maddeleri

YASAL OLMAYAN DÜZENLEMENİN ADI	YANGIN KOMPARTIMANI MADDELERİ
CFPA-E Guideline No 30:2021 F (Basic Principles of Fire Safety of Historic Buildings) (Avrupa ülkeleri)	Kompartıman: Kalıcı olarak korunabilen döşeme altı boşluklar ve acil bir durumda kapatılması gereken kapılar, kanallar ve borular gibi olanlar da dahil olmak üzere tüm açıklıklar dikkate alınmalıdır (CFPA-E,2021). Kapı tertibatları, yeterli yangın direnci sağlayacak şekilde seçilebilir. Sıradan bir kapı bile kapatıldığında, başladığı odada bir süre yangını tutabilir (CFPA-E,2021). Söz konusu tarihi binanın yakınına geçici bir binanın yerleşimine özen gösterilmelidir. Yangının yayılma riskine ilişkin bir değerlendirme yapılmalıdır. Algılama ve söndürme sistemlerinin kurulumu gibi gelişmiş yangın güvenliği eylemlerinin kapsamı, risk değerlendirmesi temelinde tanımlanmalı ve Yangın Güvenliği El Kitabında detaylandırılmalıdır (CFPA-E,2021).
Fire Safety for Traditional Church Buildings of Small and Medium Size (Historic England) (İngiltere)	Kompartıman, yangının yayılmasını sınırlamak için bir alanın yangına dayanıklı bir bölme ile ayrıldığı yerdir. Bu, örneğin bir duvarın bir merdiveni çevrelediği veya bir kulenin iki çatı boşluğunu ayırdığı durumlarda doğal olarak meydana gelebilir. Birçok kilisenin iki bölmesi vardır: kule ve nef; diğer kiliselerde ise tek bölme bulunur. Yangından ayrılması gereken üç alan vardır: kiliseden kazan dairesi, kuleden çatı boşlukları ve mutfaklar veya müstemilat olarak inşa edilmiş diğer yüksek riskli alanlar. Bu alanlar 30 dk'lık yangına dayanıklı yapı ile korunmalıdır (Historic England, 2009).

	Yangın kompartımanlarında boruların veya kabloların geçişi için tesisat boşlukları açılmışsa, buralarda etkin bir şekilde yangın durdurulmalıdır. Hassas alanlarda bu delikler kireç sıva ile doldurularak kapatılabilir, ancak gizli alanlarda intümesan (yangında şişen) yastıklar kullanılabilir. Acil durum stratejisi, kilise içindeki kompartıman hatlarını gösteren bir plana sahip olmalıdır (Historic England, 2009). Hem dikey hem de yatay gizli boşluklar eski binalarda yaygındır; Görünmeyen yangın yayılmasına neden olabilirler ve hatta yanıcı yapıdaysalar veya içlerinde yanıcı maddeler varsa yangının büyümesini teşvik edebilirler. Bu boşluklar, kabloları ve boruları dağıtmak için gizli yollar olarak faydalı olsa da pil paketleri veya transformatörler gibi potansiyel yangın kaynaklarını gizlemek için kullanılmamalıdır (Historic England, 2009). Boşluklar, kompartıman duvarlarından veya tavanlarından geçiyorsa ve yanıcı yapıdaysa veya içlerinde açıklıklar varsa, kompartıman sınırında yangın durdurulmalı veya yangına dayanıklı hale getirilmelidir (Historic England, 2009). Eski bir kilisede fazladan kaçış yolları sağlamak veya özellikle kemerli açıklıklarda kapıların açılma yönünü değiştirmek genellikle pratik veya arzu edilen bir şey değildir (Historic England, 2009). Bazen kilise binalarından normalde kaçış yolu olarak kabul edilmeyen çıkış yolları vardır. Bunlar, vestiyerden veya kuleden ve genellikle cemaatin çoğunluğu tarafından kullanılmayan kilisenin diğer alanlarından çıkışları içerir. Bu çıkışlar büyük toplantılar veya özel etkinlikler için kullanıldığında, kilitleri açık tutulmalı ve gerekirse piktogramlar içeren yeşil çıkış işaretleri ile gösterilmelidir (Historic England, 2009).
Fire Safety Guidance Note: Heritage and Buildings of Special Interest GN 80 (Londra)	7.1 Kompartıman, bir binanın yangına dayanıklı duvarlar, döşemeler ve tavanlar kullanılarak ayrı yangın bölmelerine ayrılmasıdır. Bu uygulama, yangının boyutunu sınırlamak ve binanın bir bölümünden diğerine veya merdivenlere ve diğer çıkış yollarına yayılmasını önlemek içindir. Çoğu bina biraz dikkatle incelendiğinde, her birinin bir düzeyde yangından korunma sağlayabilen kompartıman elemanları olarak kullanılacak kendi doğal kompartıman hatlarına sahip olduğu görülecektir. Bina için bir kompartıman stratejisine karar verirken, kararlardan sorumlu olanlar için tüm gizli boşlukların yerinin tam olarak anlaşılması gerekir (GN 80, 2015). 7.2 Servislerin bir kompartıman döşemesi, duvar veya boşluktan geçtiği durumlarda, 60 dk'lık yangın dayanımı sağlayan yangın durdurucular uygulanmalıdır. Tüm boruların çevresi döşemenin, duvarın veya boşluğun yangına dayanıklılığını koruyabilen tescilli bir sızdırmazlık sistemi ile doldurulmalıdır. Kompartıman duvarlarındaki herhangi bir kapı, yangına dayanıklı olmalı veya belirlenen süre boyunca yangının geçişine dayanabilmeli ve bir şey dayayarak ya da altına kama konularak açık bırakılmamalıdır. Çerçevelerin içine tam olarak oturması için etkili bir şekilde kendi kendine kapanmalıdır. Menteşelerin eğilmesi veya düşmesinden kaynaklanan aşırı boşlukların düzeltilmesi sağlanmalıdır. Kompartıman duvarlarında veya tavanlarında kablo veya boru geçişi için oluşturulmuş deliklerde uygun standartta yangın durdurucu olmalıdır (GN 80, 2015). 7.3 Çatı ve çatı boşlukları da herhangi bir binanın yangına dayanıklılık özelliklerinin araştırılması açısından yangın riski değerlendirmesinin önemli bölümüdür. Çatı boşluğunun kompartımanlara ayrılması, binanın yangın performansının

	yükseltilmesinde önemli bir unsurdur. Alt katlardaki yaşam alanının mevcut kompartıman hatlarıyla aynı hizada olmayan yangın yalıtım bariyerleri konulması, yapının yangın bütünlüğünü bozacaktır. (GN 80, 2015). 7.4 Gizli boşlukların varlığını tespit etmek bazen çok zordur, ancak binanın orijinal planları nerede bulunabileceklerini ortaya çıkarabilir. Bu boşluklarla ilgili sorun, yangının, dumanın ve yanma ürünlerinin, yangının başladığı yerden oldukça uzak bölümlerine fark edilmeden yayılması için gizli yollar oluşturmalarıdır. Yangının gizlenmiş olması da bina dokusunda büyük bir sökülme yapmadan müdahale etmeyi neredeyse imkansız kılar (GN 80, 2015). 7.5 Geleneksel binalarda döşeme konstrüksiyonu, zarar görmeye uygun bir alandır. Mükemmel yangın direncine sahip taş veya tuğla tonozlu döşemelere sahip az sayıda bina dışında, geleneksel binalarda en yaygın döşeme konstrüksiyonları ahşap konstrüksiyondur. Erken inşaat biçimlerinde, kirişlerin üzerine konulan ahşap levhalardan oluşan düşük yangın dayanımına sahip döşemeler uygulanmaktaydı. Bir döşemenin aşağıdan gelen bir yangına karşı sağladığı koruma, sıvalı tavanın durumuna bağlıdır. Sıvanın yaşı ve durumu ve üzerine uygulanan lataların dayanıklılığı, yangında performans gösterme kabiliyetini büyük ölçüde etkileyecektir (GN 80, 2015). 7.6 Bir döşemenin yangına dayanıklılığını artırmak tarihi dokuda bazı kayıplara neden olabilecek zor bir görev olabilir. Ancak bir dizi bilinen yangına karşı dayanıklılığı artırma yöntemi bulunmaktadır: (a) Orijinal yapıdaki eksikliklerin güçlendirilmesi, (b) Kirişler arasında veya altında mineral elyaf kullanılması, (c) Mevcut yüzeylerin üzerine veya altına intümesan levha malzeme yerleştirilmesi, (d) Yangın durumunda duvar boşlukları ile bağlantıyı kapatmak için döşemenin çevresine intümesan malzeme yerleştirilmesi, (e) Tavanlara intümesan kaplamalar uygulanması, (f) Tavanlara ilave yangına dayanıklı levha katmanları uygulanması (GN 80, 2015).
Vacant Historic Buildings Guidelines on Managing Risks (Historic England) (İngiltere)	Pasif yangından korunma, yangın yayılmaması için kontrol altına alma esasına dayanır. Kompartıman duvarlarındaki kapı ve kepenkler, duvarların kendileri ile aynı süre boyunca yangının etkilerine dayanabilmelidir (Historic England, 2018). Boş binalarda zemin kat pencere ve kapılarının delikli sac ile kaplanması, kundaklama saldırılarında kullanılabilecek kontrplak kaplamaya tercih edilebilir (Historic England, 2018). Yanıcı mobilya ve mobilyalar kaldırılarak yangın yükü azaltılmalıdır. Boş binalar yanıcı maddelerin depolanması için kullanılmamalıdır. Depolardaki veya müşterilerdeki küçük yangınlar hızla yayılabilir ve tüm binayı sarabilir (Historic England, 2018). Kompartıman, vandalizm veya kazara hasar nedeniyle ihlal edilirse eski haline getirilmelidir. Korunmalı bölgeler oluşturmak veya özellikle çatı boşluklarında önemli unsurları korumak için ek geçici kompartımanlar önerilebilir. Yangın kapıları kapalı tutulmalıdır (ancak kilitli olmamalıdır) (Historic England, 2018).
Vacant Historic Buildings - An owner's guide to temporary uses, maintenance and mothballing (English Heritage) (İngiltere)	Kompartıman, vandalizm veya kazara hasar nedeniyle zarar görürse eski haline getirilmelidir. Korunan bölgeler oluşturmak veya önemli unsurları korumak için ek geçici kompartımanlar önerilebilir. Yangın kapıları kapalı tutulmalıdır (ancak kilitli olmamalıdır). Çapraz havalandırma ihtiyacı düşünülmeli ve gerekirse yangın kapılarının açık kalmasını sağlamak için otomatik olarak çalışan kapatıcılar bulunmalıdır (English Heritage, 2011).

Managing Change in the Historic Environment: Fire Safety Management (Historic Scotland) (İskoçya)	Kompartıman, boşlukların daha küçük yangın geçirmez hücrelere bölünmesidir. Yangın ve dumanın yayılmasını önlemenin en etkili yoludur. Bununla birlikte kompartıman oluşturmak, tarihi bir binanın karakterine zarar verebilir. Bu nedenle, mevcut duvarların ve tavanların yangın direncini yükselterek mevcut herhangi bir bölümü geliştirmek genellikle tercih edilir. Modern yangına dayanıklı malzemeler yüzeylere uygulanabilir veya döşeme altı gibi boşluklara yerleştirilebilir. Çatı boşlukları gibi bir binanın daha az önemli alanlarında, binanın karakteri üzerinde fazla bir etki olmaksızın daha yüksek derecede müdahale mümkün olabilir (Historic Scotland, 2015). Tarihi kapıların, intümesan boyalar ve cilalar, intümesan şeritler ve duman contaları kullanılarak veya hatta uygun olduğunda yanmaz “sandviç” paneller yerleştirilerek yangın dayanımı artırılabilir. Tarihi bir kapının yangın dayanımının artırılıp değiştirilmeyeceği aşağıdaki faktörlere bağlı olacaktır: Kapı özellikleri (ahşap türü, kalınlığı, durumu), bina içindeki konumu (ana kaçış yolu üzerinde mi?), gerekli yangın direnci (genellikle 30 veya 60 dk.) (Historic Scotland, 2015).
Guide for Practitioners 7: Fire Safety Management in Traditional Buildings Part1 - Part 2 (Historic Scotland) (İskoçya)	Bir binanın kullanımı, en üst katın yüksekliği, otomatik yangın söndürme sistemlerinin bulunması ve yangına dayanıklılık süresi, bir bina içindeki bölmelerin maksimum alanını belirleyecektir. Tasarımcılar ayrıca müşteri ve estetik ihtiyaçlara göre bölmeler oluşturmayı da seçebilirler (Historic Scotland, 2010a). Tesisatların bir bölme döşemesi, duvar veya boşluk bariyerinden geçtiği durumlarda, yangına dayanıklılığı 60 dk. boyunca sürdürmek için yangın durdurucular sağlanmalıdır. Tüm borular, döşeme, duvar veya boşluk bariyerinin yangına dayanıklılığını koruyabilen tescilli bir sızdırmazlık sistemi ile donatılmalıdır. Bölmelere giren havalandırma kanallarında, otomatik olarak kapanan ve böylece ilgili bölümün yangına dayanıklılık süresini koruyan, duman algılama ile çalıştırılan yangın damperleri bulunmalıdır (Historic Scotland, 2010a). Bir kompartıman duvarındaki herhangi bir kapı, duvarla aynı yangına dayanıklılık süresine sahip kendiliğinden kapanan bir yangın kapısı olmalı ve farklı amaçlarla kullanılan katların bulunduğu çok katlı binalarda kullanımlar arasında kompartıman duvarları ve kompartıman döşemeleri bulunmalıdır (Historic Scotland, 2010a). Kompartımanda iyileştirmeler yapılacak ve etkili olarsa, yapısal önlemler yangını ve yanma ürünlerini önceden belirlenmiş bir süre boyunca kontrol altına alacak şekilde tasarlanmalıdır; aynı zamanda, bir binanın geri kalanının yangın koşulları altında sağlamlığı sürdürülebilirliktir. Duvarlar ve döşemelerin mevcut özellikleri, mümkünse yangın bariyerlerinin yerleştirilmesi için temel olarak kullanılmalı ve hem eksiksiz çalışabilmeli hem de yangına dayanıklılık göstermelidir. Mevcut bir özelliği iyileştirmek için gerekli olabilecek tek şey, döşemenin altına veya tavanın üstüne uygun malzemenin eklenmesidir (Historic Scotland, 2010b). Belirli alanlarda yeni, ek yangın bariyerleri oluşturmak için boşluklara veya katlar arasına modern malzemeleri yerleştirmek mümkün olabilir. Örneğin, yalnızca 8 mm'lik alçı panel levhalar, 30 dk'dan fazla yangına dayanıklılık sağlayabilir. Silikon köpük dolgu macunu gibi modern esnek malzemeler, iki bölme arasındaki boşlukta yangına dayanıklılık seviyelerini yükseltecek ve ayrıca kablolar, borular veya kanalların çevresinde yangına dayanıklı bir bariyer sağlayacaktır (Historic Scotland, 2010b).

Yukarıdaki tabloda yer alan kılavuzlarda görüldüğü üzere bazılarında kompartımanların genel özelliklerine değinilmişken, bazılarında kompartımanı oluşturan yapı elemanları ile ilgili de bilgi verilmiştir. Bu kılavuzlar detaylı incelendiğinde ise bir kompartımanda bulunan yapı elemanları (duvar, kapı, döşeme) ayrı başlıklar altında genel yangın dayanımı hakkında uygulama esasları olarak yer alabilmektedir. Bu nedenle kılavuzlar incelenirken bu yapı elemanlarının yangına karşı sağlaması gereken özellikler salt kompartıman başlığı altında yer almasa bile kılavuz içinde kompartımana atıfta bulunduğu yerlerdeki değerler ve özellikler dikkate alınarak uygulanabilir.

4. SONUÇLAR

Tarihi ve kültürel değeri olan binaların en büyük tehlikelerinden olan yangından korunmak için alınması gerekli pasif ve aktif önlemler, modern binalardan oldukça farklıdır. Ülkelerin yapısal yangın önlemleri ile ilgili düzenlemeler çoğunlukla yeni yapılan ya da mevcut binalar ile ilgili maddeleri içerse de bu özel binaların korunması hususunda eksik kalmaktadır. Bu nedenle Avrupa'daki bazı ülkelerde olduğu gibi tarihi binaları korumak için yasal yangın düzenlemelerine ek olarak kılavuz, el kitabı vb. yasal olmayan düzenlemelere de yer verilmiştir. Yasal bir yükümlülüğü olmamasına rağmen kültür mirası olarak kabul edilebilen pek çok tarihi binanın yangına karşı korunması için kurum ve kuruluşlar tarafından bu düzenlemelerin uygulanması teşvik edilmektedir.

Ayrıca mevcut düzenlemelerde özellikle kompartımanlara ayırarak pasif yangın önlemlerinin alınması konusu eksik kalmaktadır. Bu durum, birbiri ile iç içe geçmiş mekanları ve katları bulunan tarihi binalar düşünüldüğünde yangının yayılması bakımından endişe vericidir. Yangın kompartımanları, yangının yayılmasını engelleyerek tarihi mirasın korunmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle kompartımanların binanın tasarım ve inşaat tekniklerine uygun olarak oluşturulması gereklidir.

Ülkemizde yürürlükteki BYKHY'de tarihi binalar için son derece sınırlı sayıda ve içerikte maddeler içeren bir kısım bulunmaktadır. Tarihi binalarda alınacak yangın önlemleri ise bu sınırlı içerikle tanımlanamayacak kadar önemli ve özeldir. Bu nedenle tarihi binalarda yangına karşı alınması gereken önlemler için bu binalara özgü düzenlemeler hazırlanmalı ve titizlikle uygulanması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alberta Municipal Affairs. (2014). Alberta fire code, Canadian.
- British Standards Institution. (BSI). Erişim tarihi: 14.01.2023, <https://www.bsigroup.com/tr-TR/CFPA-E>. (2021). Guideline No 30:2021 F, Basic Principles of Fire Safety of Historic Buildings.
- Code of Practice for Fire Precautions in Buildings (8th edition), (2018). Singapore Civil Defence Force. (SCDF). Erişim tarihi: 10.01.2023, <https://www.scdf.gov.sg/firecode2018/firecode2018>
- Code of Practice for Fire Safety in Buildings 2011, (2015). Hong Kong Special Administrative Region Government, Hong Kong.
- DIN EN 16893:2018-06. Conservation of cultural heritage - Guidelines and procedures for protection of cultural heritage from fire, Germany.
- English Heritage. (2011). Vacant Historic Buildings - An owner's guide to temporary uses, maintenance and mothballing.
- Fire (Scotland) Act, 2005. Scottish Parliament.

- Fire Code 2018. Singapore Civil Defence Force. (SCDF). Erişim tarihi: 07.12.2022, <https://www.scdf.gov.sg/firecode/table-of-content>
- Fire Prevention Regulation 420-1. (2016). US Army Garrison Italy.
- Fire regulations in the People's Republic of China. (2014). State Council of the People's Republic of China.
- Fire Safety (Scotland) Regulations, 2010. Scottish Parliament.
- Fire Safety Act 1993. (2000). Chapter 109A-The Statutes of Republic of Singapore, the Law Revision Commission under the Authority of the Revised Edition of the Laws Act, Ministry of Home Affairs, Singapore.
- Fire Safety Act, (2019). Fire and Disaster Management Agency, (Act No. 186 of 1948), Japan.
- Fire Safety Act, 2021, (UK). Erişim tarihi: 20.09.2022, <https://www.acesecurity.co.uk/rro-fire-safety>
- Fire Services Act 1988, Act 341 (Malaysia).
- GN 80, (2015). Fire Safety Guidance Note – Heritage and Buildings of Special Interest, London Fire Brigade, London.
- Historic England. (2009). Fire Safety for Traditional Church Buildings of Small and Medium Size.
- Historic England. (2018). Vacant Historic Buildings Guidelines on Managing Risks.
- Historic Environment Scotland. (n.d.). Advisory Standards of Conservation and Repair for The Historic Building Environment in Scotland.
- Historic Scotland. (2010a). Guide for Practitioners 7: Fire Safety Management in Traditional Buildings, Part 1.
- Historic Scotland. (2010b). Guide for Practitioners 7: Fire Safety Management in Traditional Buildings, Part 2.
- Historic Scotland. (2015). Managing Change in the Historic Environment: Fire Safety Management.
- IRMP Steering Group. (2008). Protection of Heritage Buildings and Structures: Policy Guidance.
- Linea Guida. (2016). Valutazione, in deroga, dei progetti di edifici sottoposti a tutela.
- Ministère de la Culture et de la Communication. (2011). La sécurité des personnes et des biens-Réglementation et recommandations pour la protection du patrimoine- Désenfumage et compartimentage, France.
- Ministère de la Culture et de la Communication. (2013). La sécurité des personnes et des biens-Etablissements culturels, France.
- Ministero dell'Interno. (2010). Edifici storici: Normativa di prevenzione incendi, Italia.
- Ministero dell'Interno. (yayın tarihi yok). Norme di Prevenzione Incendi, Italia.
- N.H. Salleh & A.G. Ahmad. (2009). Fire Safety Management in Heritage Buildings: The Current Scenario in Malaysia, 22nd CIPA Symposium, October 11-15, 2009, Kyoto, Japan.
- New Zealand Fire Service Commission. (2002). Protecting Marae from Fire.
- New Zealand Historic Places Trust (NZHPT). (2012). Fire Safety and Heritage Places 2012.
- NFPA 909, (2021). Code for the Protection of Cultural Resource Properties - Museums, Libraries and Place of Worship. NFPA, Massachusetts.
- NFPA 914, (2023). Code for Protection of Historic Structures. NFPA, Massachusetts.
- Opus Consulting Ltd. (2004). Guidelines for Identifying and Preventing Fire Risks to Heritage Buildings and Collections.
- Regulatory Reform (Fire Safety) Order 2005: Call for Evidence Summary of Responses. (2020). Department for Communities and Local Government, London.
- Regulatory Reform (Fire Safety) Order 2005: Guidance Note 1 Enforcement. (2006). Department for Communities and Local Government, London.
- Society of Fire Protection Engineers. (SFPE). Erişim tarihi: 05.02.2023, <https://www.sfpe.org/>
- State Administration of Cultural Heritage. (2013). the Fire Protection Management Rules of the Cultural Relics, China.
- Underwriters Laboratories. (UL). Erişim tarihi: 12.01.2023, <https://ulstandards.ul.com/>
- URL-1: <http://www.buildingconservation.com/articles/intumescent-products/intumescent-products.htm>

TARİHİ YAPILARIN YANGINDAN KORUNMASINDA YAPI MALZEMELERİ ÖZELLİKLERİ İLE ÖNLEYİCİ KORUMA YAKLAŞIMI

Hazal Özlem Ersan Eruş¹

İBB Kültür Varlıkları Dairesi Başkanlığı Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü – Viyana Uygulama Sanatlar
Üniversitesi Konservasyon Bilimleri Bölümü ¹

ÖZET

Tarihi yapıların yangından korunmasında dikkate alınacak temel yaklaşımlar yanında yangın sırasında yapı malzemelerinden kaynaklı olarak ortaya çıkacak farklı risklerin mevcut olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Yangına karşı önleyici koruma kapsamında yapıda yangın yükü oluşturabilecek tarihi yapı malzemelerinin önceden tespiti, olası bir yangında bu malzemelerden kaynaklanacak ek risklerin bertaraf edilmesine imkan tanıyacaktır. Tarihi yapılarda kullanılan farklı dönemlerde ve farklı tekniklerle üretilmiş yapı malzemeleri parlayıcı, tehlikeli, zehirli veya kanserojen vb. özellikler gösterebilir. Olası bir yangın durumunda bu zararlı özelliklerin yangının yayılımına ve çevre sağlığına etkisi ayrıca ele alınarak söndürme ve korunma önlemleri tespit edilmelidir. Tarihi yapıların bütünlüğü ve otantikliğinin muhafaza edilmesinde yangına karşı önleyici koruma yaklaşımı büyük önem taşımaktadır, bu yaklaşımın tam olarak ele alınması ise ancak yapıyı oluşturan malzemelerin özelliklerinin koruma planlarına dahil edilmesi ile sağlanabilir. Bu çalışmada tarihi yapıların yangından korunmasında malzeme bilgisinin dahil edilmesinin önemine değinilerek bir planlama yaklaşımı geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Tarihi yapılar, yangın, tarihi yapı malzemeleri, yapı malzemeleri

ABSTRACT

It should be noted that there are different risks that may arise from building materials during a fire in addition to the basic approaches to be taken into account in the protection of historical structures from fire. Within the scope of preventive protection against fire, the pre-detection of historical structure materials that may create a fire load in the building will allow the elimination of additional risks that may arise from these materials in a possible fire. Building materials used in historical structures constructed in different periods and with different techniques can show flammable, dangerous, poisonous or carcinogenic, etc. features. In case of a possible fire, the effects of these harmful properties on the spread of the fire and environmental health should be handled separately and extinguishing and protection measures should be determined. Preventive fire protection approach is of great importance in preserving the integrity and authenticity of historical structures and fully addressing this approach can only be achieved by incorporating the properties of the materials that make up the building into the conservation plans. In this study, it is aimed to develop a planning approach by emphasizing the importance of including material information in the protection of historical structures from fire.

Keywords: Historic buildings, fire, historic building materials, building materials

¹ ozlemhazal@gmail.com

1. GİRİŞ

Tarihi yapıların korunmasında en önemli başlıklardan biri olan yangın, birbirinden çok farklı teknikler ve malzemeler kullanılarak inşa edilmiş yapılar göz önünde bulundurulduğunda, tek tipleştirilmesi zor, detaylı hazırlanmamış plan ve çalışmalarla bertaraf edilemeyecek bir risk haline gelir. Mevcut koruma ilkelerine ek olarak tarihi yapılar özelinde yangın önlemlerine eklenecek bir takım detay bilgiler ile kültürel mirasımızı tam olarak korumak mümkün olacaktır. Bu çalışma özelinde tarihi yapıların yangından korunmasında yapı malzemelerinin özellikleri göz önünde bulundurularak önleyici koruma için yapılacak planlamalarda bu önemli detaylara dikkat çekilerek güncel planlarda malzeme odaklı bir yaklaşım benimsenmesi için bazı öneriler yer almaktadır. Geliştirebileceğimiz bu çok yönlü bakış açısıyla eşsiz kültürel mirasımızı gelecek nesillere teslim etmek daha kolay olacaktır.

2. TARİHİ YAPILAR VE YANGIN

Tarihi yapılar, gerek bakımsızlık gerekse çeşitli nedenlerle işlevlendirilememeleri nedeniyle yıkım, işgal veya yangın gibi büyük sorunlara daha açık olabilirler. Günümüz koruma yaklaşımlarında birçok tarihi yapı onararak gelecek nesillere aktarılmayı başarsa da maalesef bu şansa erişemeyen eserler de bulunmaktadır. Tarihi yapıların zarar görmesinde belki de en yıkıcı etken yangındır. Yapının ölçeğine ve tescil sınıfına bakılmaksızın tüm yapılar için yangından koruma çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Tarihi yapıların yangınları incelendiğinde karşılaşılan sonuç iki başlıkta toplanabilir. Birincisi elektrik tesisatı, sigorta, deprem gibi afetler sonrası veya kundaklama gibi nedenlerle ortaya çıkan ve yaşayan tarihi yapılarda görülen yangınlar, ikincisi ise koruma onarım çalışmaları sırasında kullanılan uygunsuz iş ekipmanı (pürmüz gibi), elektrik tesisatı veya malzeme kaynaklı (yalıtım malzemeleri gibi) çıkan yangınlar olarak sınıflandırılabilir. Her iki durumda da yangın esnasında bilinen riskler yanında yapıda bulunan malzemelerden kaynaklı tehlike ve riskler bulunabilir.



Şekil 1: 15 Kasım 2020 tarihinde gerçekleşen Vaniköy Cami yangını (URL-1).

Tarihi yapı malzemeleri göz önüne bulundurulduğunda günümüz anlayışındaki üretim standartlarından uzak, yerel değişiklikler gözlenen, gelişen dönem imkanlarına göre değişiklik gösteren çok farklı malzeme türleri ile karşılaşmak mümkündür. Tarihi eserlerin incelemesinde bu malzeme farklılıkları dönem tekniğine dair bilgi vermesi ve çeşitli otantik unsurları göstermesi açısından önemliken, yangın gibi acil durumlarda bu farklılıklar birer risk olarak karşımıza çıkabilir. Bu malzeme ve teknik farklılıkları göz önünde bulundurarak alınacak önlemler ise yapıyı yangından korumak için önemli bir adım olacaktır. Tarihi yapının birçok alanında kullanıma ihtimali olan ahşap, boya, vernik, tekstil gibi malzemeler yapının yangın yükünü arttırabilir. Bu nedenle tarihi yapıların yangına karşı korunması çalışmalarına mutlaka, mevcut veya önceki restorasyon çalışmalarına ait malzeme analizleri ve tespit çalışmaları dahil edilmeli, restorasyon uzmanlarından görüş alınarak bu planlar tamamlanmalıdır. Yangın güvenliği açısından üzerinde çalışılan bina kültürel miras olarak kabul edilen tarihi bir bina olduğunda korunması gereken değerler arasında binanın kendisi, binanın içinde bulunan tarihi değeri olan objeler ve bina aktivitesinin devam etmesini sağlayacak önlemler de girmektedir. Bu nedenden ötürü bu tip binalarda binaya özel ihtiyaçların ve sorunların tanımlanması daha sonra belirlenen amaca göre çok iyi bir dengeleme yapılması gerekmektedir (Özgünler, 2018).



Şekil 2: 22 Ocak 2013 tarihinde gerçekleşen yangın sonrası Galatasaray Üniversitesi'nin görünümü (URL-2).

Bu planlama sırasında malzeme özelliklerinin dikkate alınarak yangın önlemlerine dahil edilmesi, yapının yangın yükünün tespiti ve önleyici koruma önlemlerinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Daha önce veya mevcut restorasyonlar sırasında elde edilmiş malzeme analiz sonuçları, uzmanlar ile değerlendirilmelidir. Örneğin organik esaslı katkıları içeren boyaların kullanıldığı yapılarda yangın yükünü artırmanın yanında pigmentlerinin özelliklerine göre yangın sırasında ortama farklı türde zararlı, kanserojen veya zehirli kimyasalların katılmasına da neden olabilirler. Tehlikeli boyalardan biri olan vermilyon (civa II sülfid-HgS) incelendiğinde bir kimyasal olarak tehlike sınıflamasında zararlı, zehirli, kanserojen ve çevre için zararlı olarak etiketlendiği görülür (ECHA Infocard, 2022). Bunun yanında güvenlik bilgi formu incelendiğinde yangın anında ortam ve çevre için uygun söndürücüler kullanılabileceği ve kullanılacak söndürücü tipinde özel bir sınırlama yoktur. Bu maddenin yandığı ortamda bulunan yangın söndürme ekiplerinin solunum aparatı kullanması gerektiği, gaz/buhar/tozların su ile kontrol altına alınması gerektiği ve yangın söndürme sularının toprak veya suya karışmasının önlenmesi gerektiği bilgileri yer alır. Bu bileşiğin açık alevle karşılaştığında tehlikeli buharların serbest kalabileceği uyarısı yapılmıştır. Tarihi yapılarda dolgu malzemesi veya pigment olarak daha fazla miktarlarda kullanılan dolayısıyla karşımıza çıkma ihtimali fazla olan kimyasal maddelerden biri olan üstübeç (kurşun II karbonat-PbCO₃) kanserojen, zararlı ve çevre için zararlı olarak sınıflandırılmıştır (ECHA Infocard, 2022). Güvenlik bilgi formu incelendiğinde yangınla mücadele önlemleri altında yangın anında ortam ve çevre için uygun söndürücüler kullanılabileceği ve kullanılacak söndürücü tipinde özel bir sınırlama yoktur. Yangın söndürme ekiplerinin solunum aparatı kullanması gerektiği, gaz/buhar/tozların su ile kontrol altına alınması gerektiği ve yangın söndürme sularının toprak veya suya karışmasının önlenmesi gerektiği bilgileri yer alır. Bu bileşiğin açık alevle karşılaştığında tehlikeli buharların serbest kalabileceği uyarısı yapılmıştır. Yapıda karşılaşılan boya, vernik, astar gibi malzemeler kimyasal açıdan ele alınırken, yapı malzemeleri ve bunların kullanım tekniği de ayrıca değerlendirilmelidir. Bağdadi tip eski duvarlar yangın güvenlik tekniği açısından yangınla mücadeleyi güçleştirdikleri için özellikle dikkate alınmalıdır. Bu tür duvarların içindeki boşluklarda uzun yıllar boyunca biriken yanıcı

tozlar, örümcek ağları ve haşere kalıntıları yangının çıkmasını kolaylaştıran ve yayılmasını çabuklaştıran etkenlerdir (Kılıç ve Balık, 2020).

Bu yaklaşımlar göz önüne bulundurulduğunda malzeme bilgisi ile yapılacak planlama ve müdahalenin ne kadar önemli olduğu görülmektedir. NFPA 909 binanın tarihi özelliklerini, önemli tarihi elemanlarını, mevcut durumunun yönetmeliklere uymayan yanlarını, yangın ve can güvenliği açısından tehlike yaratacak unsurlarını ayrıca koruma ve onarım (restorasyon) amaçlarını sıralayan bir ön inceleme raporu hazırlanmasını ister (Özgünler, 2018). Yapıya dair elde edilmiş eski ve güncel bilgileri hazırlanacak ön inceleme raporunda malzeme özelliklerine uzman görüşleri ile birlikte değinilmesi yangın önlemlerinin daha doğru belirlenmesine imkan sağlayacaktır.

3. SONUÇ

Tarihi yapıların üretim teknikleri dolayısıyla kullanılmış olan ahşap, tekstil ve boya gibi yapı malzemeleri nedeniyle yangın yüklerinin daha fazla olabilmektedir. İçinde bulundukları eser ve objeler de göz önünde bulundurulduğunda, yangına karşı doğru koruma için detaylı planlamanın ne kadar önemli olduğu görülebilmektedir. Buna göre tarihi yapılarda yangın koruma planlamaları yapılırken, yapıda varsa ahşap malzemeler ve bunların korunmuşluk durumları ile vermilyon, krom sarısı, Scheele yeşili gibi içinde kurşun, bakır, krom, arsenik elementlerini bulunduran ve kimyasal bir malzeme olarak ele alındığında kanserojen, zehirli veya çevre için zararlı olabilen boyaların varlığının ve bunların bulundukları alanların tespiti ile doğru yangın önlemlerinin alınması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Tarihi yapıların restorasyon süreçleri öncesinde yapılan malzeme analiz sonuçlarını yangın önleme planlarına dahil etmek ve bu sonuçlarda tespit edilen ek risklere göre yangın önlemleri almak kültür mirasımızın korunmasına önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKLAR

ECHA (European Chemicals Agency) CAS No:1344-48-5, 2022, <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.014.270>

ECHA (European Chemicals Agency) CAS No:598-63-0, 2022, <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.009.041>

Cıva II sülfid Güvenlik Formu, <https://www.sigmaaldrich.com/TR/tr/sds/aldrich/243566>

Kurşun II karbonat Güvenlik Formu, https://www.merckmillipore.com/TR/tr/product/msds/MDA_CHEM-107381?Origin=PDP

IRINGOVÁ, Agnes, IDUNK, Róbert, Solution of fire protection in historic Buildings, Civil and Environmental Engineering, 2016

KIDD, Stewart, Heritage under Fire a guide to protection of historic buildings, 2nd Edition, Fire Protection Association, London, 1995

KILIÇ, Abdurrahman, BALIK, Gökhan, Tarihi Yapılarda Yangın Güvenlik Önlemleri, TÜYAK Yangın Mühendisliği Dergisi, Sayı 14, s46-58, 2020.

ÖZGÜNLER, Mustafa, Tarihi Binalarda Yangına Karşı Korunma ve Mevzuatın İrdelenmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(1): 14-21, 2018.

TORERO, José L., Fire Safety of Historical Buildings: Principles and Methodological Approach, International Journal of Architectural Heritage Conservation, Analysis, and Restoration Volume 13, 2019 - Issue 7: Special issue on SAHC 2018 Conference, Published online 12 Jun 2019

URL-1: <https://arkeofili.com/uskudardaki-tarihi-vanikoy-camisinde-yangin/>, Erişim Tarihi: 03.2023

URL-2: <https://www.cnnturk.com/turkiye/galatasaray-universitesinin-yanan-binası-5-yıl-sonra-restore-ediliyor>, Erişim Tarihi: 03.2023

ENGELLİLERİN BİNADAN TAHLİYESİYLE İLGİLİ ULUSAL VE ULUSLARARASI DÜZENLEMELERİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Furkan Eruçar¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü¹

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Yangın, can ve mal kaybına yol açan ve tüm kullanıcılar için büyük tehlike arz eden bir afettir. Böyle bir afet karşısında kullanıcıların can güvenliğinin sağlanması yangın emniyetinin ana hedefidir. Ancak, bir yangın durumunda fiziksel veya zihinsel yetersizlikleri olan kullanıcıların durumu diğer sağlıklı kullanıcılara kıyasla daha büyük risk oluşturur. Bunun en büyük sebebi bu yetersizliklere sahip kişilerin acil durumların farkına varamaması, farkına vardığı takdirde ise tahliye için özel gereksinimlere ya da diğer kişilerin yardımına ihtiyaç duymalarıdır. Bu nedenle bu tip yetersizliklere sahip olan kullanıcıların binalardan tahliye olanakları özel bir önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde ve dünyada engelli kullanıcıların tahliye süreçleriyle ilgili geliştirilen standartları ve yönergeleri ortaya koymak ve bu düzenlemelerin engel türlerine göre nasıl değişiklik gösterdiğini açıklamaktır. Bu doğrultuda, engelli kullanıcıların yangın durumunda binadan tahliyesi ile ilgili ulusal ve uluslararası kaynaklarda yer alan düzenlemeler incelenmiştir. İnceleme sonucunda özellikle ulusal mevzuatın yetersiz kaldığı yorumu yapılmış ve ulusal mevzuatın geliştirilmesi amacıyla çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Yangın, erişilebilirlik, engellilik, tahliye

ABSTRACT

Fire is a disaster that causes loss of life and property and poses great danger to all users. Ensuring the life safety of users in the face of such a disaster is the main goal of fire safety. However, users with physical or mental deficiencies are at greater risk than other users in the event of a possible fire. The major reason of this risk is that people with disabilities are not aware of emergency situations, and if they do, they need special needs or the help of other people for evacuation process. For this reason, the evacuation possibilities of the users who have such inadequacies from the buildings are of special importance. The aim of this study is to reveal the standards and guidelines developed for the evacuation processes of disabled users in our country and in the world, and to explain how these regulations differ according to the types of disability. Accordingly, the regulations in national and international sources regarding the evacuation of disabled users from the building in case of fire were examined. As a result of the examination, it was commented that the national legislation is insufficient and various suggestions were made in order to improve the national legislation.

Keywords: Fire, accessibility, disability, evacuation

¹ furkan.erucar@medeniyet.edu.tr

² serteser@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Yangın yaşadığımız ortamları tehdit eden ve önlem alınmadığı takdirde can ve mal kaybına neden olan bir afettir. Böyle bir afet karşısında alınacak tüm tedbirler bina kullanıcılarının can güvenliğini korumaya yöneliktir. Bunun yolu da hızlı ve etkin bir tahliye sürecinden geçmektedir. Tahliye, kişilerin veya korunması gereken varlıkların tehlikeli bir ortamdan güvenli bir ortama transferi olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla binalardan, alanlardan, şehirlerden ve hatta ülkelerden tahliye süreçleri gerçekleştirilebilir. Yangın durumunda binalardan tahliye için dikey ve yatay yönde hareket ile güvenli alanlara ulaşılmaya çalışılır.

Tahliye esnasında bazı kullanıcılar tahliye sürecini kendileri yürütemeyebilirler. Bu kullanıcılar hastaneler, bakımevleri, huzurevleri gibi binalarda yoğun olarak bulunmaktadır. Bu binaların ortak paydası, kullanıcılarının genellikle kendi başlarına hareket edemeyen, duyma yetisi olmayanlar gibi kalıcı veya hamilelik ve alçı gibi geçici engeli bulunan insanlar ya da daha yavaş hareket eden yaşlı insanlardan oluşmasıdır. Bu kullanıcılar tahliye sırasında genellikle diğer insanların yardımına ihtiyaç duymaktadır. Bina tahliyelerinde geçici ya da kalıcı fiziksel engeli bulunan kullanıcılar hem diğer insanların yardımına ihtiyaç duymakta hem de hareket hızları daha düşük olduğu için tahliye sürecini yavaşlatabilmektedir (Shi vd., 2009; Koo vd, 2012).

Dünya üzerinde yapılan çeşitli araştırmalarda, ilerleyen yıllarda toplumda yaşlı bireylerin artacağı öngörülmektedir. Örneğin bir araştırmada, 2030 yılına kadar 65 yaş üstü bireylerin toplam dünya nüfusunun %12'sini oluşturacağı düşünülmektedir. Aynı araştırmada, 2050 yılına kadar dünyada 1.6 milyar insanın 65 yaş ve üzerinde olacağı öngörülmektedir (US Census Bureau, 2018). Şu anda dünya nüfusunun neredeyse %16'sı bir tür engel durumuyla hayata devam ederken bu oranın artması olağan görülmektedir (WHO, 2023). Gelecekle ilgili bu araştırmaların sonucunda yaşlı ve engelli kullanıcıların afet durumlarında tahliyesi için yeni çalışmaların yapılması bir zorunluluktur.

2. ENGELLİLERİN BİNADAN TAHLİYESİ İLE İLGİLİ ULUSAL DÜZENLEMELER

Ülkemizde yürürlükte olan 5378 numaralı Engelliler Hakkında Kanun incelendiğinde, erişilebilirlik konusuna değinen maddeler haricinde engelli-fiziksel çevre ile ilişkisi, olası afet anında durumları hakkında hükümlere ulaşılammıştır (5378 Numaralı Engelliler Hakkında Kanun). Yine ülkemizde kullanılan TS 9111 (Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gerekləri) standardında hareket zorluğu yaşayan kullanıcıların tahliyesine ilişkin bazı hükümler getirilmiştir. Bu standartta:

- Tahliyenin, tasarımın ilk aşamalarından itibaren ele alınması gerektiği,
- Binalarda yatay yönde güvenli alana tahliyenin ilk düşünce olması gerektiği ve
- Yeni binalardaki tüm asansörlerin yangın durumunda kullanılacak kapasitede olması gerektiği

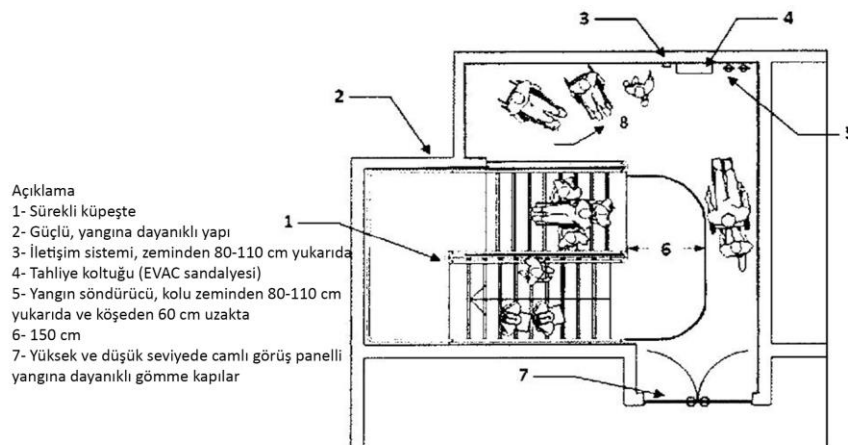
Belirtilmiştir (TS 9111 Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gerekləri). Yine TS 1911 standardında, merdiven, basamak ve yürüyen merdivenin ulaşılabilir çıkış yollarının bir parçası olamayacağı ifade edilmektedir. Çıkışın üstünde veya aşağısında katları olan çok katlı binalarda tahliye asansörlerinin de ulaşılabilir

çıkış yollarının bir elemanı olarak kullanılabileceği vurgulanmaktadır. Standartta örnek olarak sunulan bir tahliye merdiveni tasarımı Şekil 1’de verilmiştir.

Ülkemizde her türlü yapı, bina, tesis ile açık ve kapalı alan işletmelerinde alınacak yangın önleme ve söndürme tedbirlerini belirleyen Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik incelendiğinde, geçici veya kalıcı fiziksel engeli bulunan kullanıcıların güvenlik ve tahliyesine yeterli düzeyde önemin verilmediği görülmektedir. Yönetmelikte yer alan:

- Gerekli zamanlarda engelli kullanıcıların yangın güvenlik hollerinde bekletilebileceği,
 - Acil durum asansörlerinin engelli kullanıcıların tahliyesinde kullanılabileceği,
 - İşitme engelli kişilerin bulunma ihtimali olmayan alanlarda ışıklı uyarı cihazı kullanılması
- mecburi olmadığı

hükümleri engelli kullanıcılarla ilişkilendirilebilecek maddelerdir (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik).



Şekil 1: Kurtarma yardım alanı olan yangın tahliye merdiveni (TS 9111).

Yine Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te acil durum asansörünün ve yangın güvenlik holünün, yapı yüksekliği 51,50 m'den daha fazla olan yapılarda yapılmasının şart olduğu belirtilmektedir. Güvenlik holü konusunda bodrum katlarla ilgili değişik hükümler bulunsa da bu durum, yapı yüksekliği 51,50 m'den daha az olan yapılarda engelli kullanıcı tahliyesine ilişkin bir öneri getirilmediğini de gözler önüne sermektedir (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik).

3. ENGELLİLERİN BİNADAN TAHLİYESİ İLE İLGİLİ ULUSLARARASI DÜZENLEMELER

Engelli kullanıcıların tahliye imkanlarının sağlanması konusunda, A.B.D., İngiltere, İskoçya ve İrlanda gibi ülkelerde çıkarılmış talimatnameler, yönergeler ve standartlar bulunmaktadır. Bu kaynaklar genellikle American with Disabilities Act (ADA) ve Disability Discrimination Act (DDA) gibi standartlara atıf yapmaktadırlar. Bu belgelerde engelli kullanıcıların durumlarına özel olarak önlemler alınması gerektiği vurgulanmaktadır (NFPA, 2022; HM Government, 2007). Engel türüne bakılmaksızın, Kişisel Acil Durum Tahliye Planı (Personal Emergency Evacuation Plan [PEEP]) hazırlanması ilk düzenlenmesi gereken belge olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Bu plan, engelli kullanıcılar için binadan tahliye stratejilerini ve gereksinimlerini açıklar. Plan hazırlanırken göz önüne alınması gereken bazı ilkeler bulunmaktadır. Bunlar:

- Engelli kullanıcılara çözülmesi gereken bir sorun olarak bakılmamalıdır.
- Planın hazırlanma aşamasında her adımda kullanıcılar bilgilendirilmelidir.
- Kullanıcılara olası tahliye durumunda nasıl bir destek isteyeceği sorulmalıdır.
- Kullanıcılar tahliye prosedürleri hakkında bilgilendirilmelidir.

Bu plan hakkında bir örnek vermek gerekirse, bir ofisteki engelli bir çalışan merdiveni kullanırken zorluk yaşamaktadır. Ofis yönetimi bu kullanıcı için bir tahliye sandalyesi edinir ve bazı personellerine bu sandalyenin kullanım eğitimini verir. Daha sonra ofis yönetimi, kullanıcıyı bu durum hakkında bilgi verir ve hangi personellerin bu eğitimi aldığını bildirir.

Uluslararası yönergelerde engelli kullanıcı tahliyesi konusunda PEEP haricinde de önerilen düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemelerde kullanıcılar engel türlerine göre:

- Hareket kabiliyeti olmayan ya da sınırlı kullanıcılar
- Görme yetisi olmayan ya da sınırlı kullanıcılar
- İşitme zorluğu bulunan ya da hiç duymayan kullanıcılar
- Zihinsel engeli bulunan kullanıcılar
- Konuşma engeli bulunan kullanıcılar

olarak 5'e ayrılmaktadır.

3.1. Hareket Kabiliyeti Olmayan ya da Sınırlı Kullanıcılar

Hareket kabiliyeti olmayan veya kısıtlı olan kullanıcılar genellikle baston, koltuk değnekleri, tekerlekli sandalye gibi ekipmanları kullanmaktadır. Bu kullanıcıların yaşadığı tahliye sorunları genellikle:

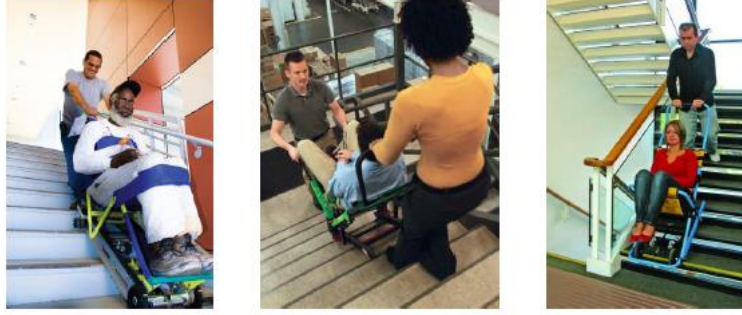
- Dar alanlarda manevra gerektiği durumlarda yaşanan zorluklar
- Çok dik eğimli alanlarda hareket zorluğu
- Yüksek seviyeye erişim problemleri
- Eşit kot seviyesinde olmayan iki bölge arasında geçişlerde yaşanan problemler

olarak sıralanabilir.

Hareket kabiliyeti olmayan veya kısıtlı olan kullanıcılar, olası bir yangın durumunda yangın alarmlarını ve yapılan anonsları duyabilirler. Ayrıca yangın ikaz ışıklandırmalarını da görebilirler. Bu nedenle yangın durumu bildirim konusunda özel bir önleme ihtiyaç duymazlar.

Hareket engeli bulunan kullanıcılar için tercih edilen tahliye yöntemleri; bina dışına ya da aynı katta bulunan bir yangın kompartımanına yatay yönde hareket ile tahliye, yerinde korunma (defend-in-place) yöntemi ve düşey yönde bina dışına ulaşım sağlayan bir yangın tahliye (acil durum) asansörüdür. Yerinde korunma ve yatay yönde tahliye yöntemleri, kaçış merdivenleri ile bağlantılı olmasa bile bina katını iki veya daha fazla duman sızdırmaz

kompartman alanlarına bölmeyi gerektirir. Yani bu yöntemler, kat düzleminde özellikle duman sızıntısına karşı korunumlu kompartman alanları oluşturmayı ve bina kullanıcılarının yangında belirli bir süre boyunca hayatta kalabilmeleri için bu kompartman alanları arasında yatay yönde hareketini gerektirir. Yerinde korunma durumunda düşey yönde tahliye aranmadığı ve yatay yönde hareket gerekmesi nedeniyle hareket engeli bulunan kullanıcılar için insan gücüne daha az ihtiyaç duyulur. Söz konusu yöntemler bulunmuyor veya uygulanamıyorsa, hareket engeli bulunan kullanıcıların yangın merdivenlerinden personel tarafından taşınarak indirilmesi gerekir (Şekil 2). Bu aşamada, binada tahliye sandalyelerinin bulundurulması ve uygun yerlerde konumlandırılması gerekir. Ayrıca bu yöntemde yardımcı olacak personelin taşıma konusunda eğitim almış olması son derece önemlidir.



Şekil 2: İhtiyaç duyan kullanıcıların tahliye sandalyesi yardımıyla eğitilmiş personel tarafından merdivenlerden indirilmesi (NFPA, 2022).

Binalarda birden fazla kaçış yolu bulunabilir. Bazı durumlarda, bu kaçış yollarının sadece bir tanesi hareket engeli bulunan kullanıcılar için uygun şekilde düzenlenmiş olabilir. Bu gibi durumlarda, hareket engeli bulunan kullanıcılara uygun düzenlenmiş kaçış yolları ve rotaları erişilebilirlik simgesi ile gösterilmelidir. Ayrıca bu rotalarda harekete yardımcı olmak üzere duvarlara monte edilmiş küpeşteler bulunmalıdır.

3.2. Görme Yetisi Olmayan ya da Sınırlı Kullanıcılar

Görme yetisi sınırlı olan veya hiç olmayan kullanıcılar, olası bir yangın anında alarmları ve anonsları duyabilmektedirler. Bu nedenle yangın durumu bildirim konusunda özel bir önleme ihtiyaç duymazlar. Bu kullanıcılar genellikle kendileri için yapılacak özel düzenlemelerle tahliyelerini kendi başlarına sağlayabilirler. Bu konuda yapılabilecek bazı düzenlemeler:

- İç mekanlarda kontrastın iyi ayarlanması
- Kaçış yolları ve merdivenlerde küpeştelerin düzenlenmesi
- Yangın merdivenlerinde basamakların uygun olarak tasarlanması ve düzenlenmesi
- Kaçış yollarını belirten döşemelerde değişik malzeme kullanılması ya da değişik renkte kaplanması (Şekil 3)
- Dokunsal kat planlarının oluşturulması ve bu planlarda kaçış yollarının belirtilmesi
- Kaçış yollarını daraltacak bir depolama yapılmamasına dikkat edilmesi

olarak sıralanabilir.



Şekil 3. Çıkışa giden yolun farklı renkte ve dokuda malzeme kullanımıyla ayırt edilebilir hale getirilmesi (NFPA,2022).

3.3. İşitme Zorluğu Bulunan ya da Hiç Duymayan Kullanıcılar

Bazı insanlar, geçici ya da kalıcı şekilde işitme kaybına uğrayabilirler. Bu durumdaki kullanıcılar için önemli nokta, bir yangın durumundan ve tahliye gerekliliğinden haberdar edilmeleridir. Tam işitme kaybı olan kullanıcılar, yangın durumunda sesli ikazları ve anonsları fark etmeyebilirler. Bu nedenle, binalarda sesli ikaz sistemleriyle birlikte ışıklı ikaz sistemleri de bulunması son derece önemlidir (Şekil 4).



Şekil 4: Yangın durumunda kullanılan ışıklı ve sesli ikaz sistemleri (NFPA, 2022)

İşitme kaybı olan insanlar, gündelik yaşantılarında işaret dilini oldukça yoğun kullanırlar. Bu sebeple, görevli personeller içinde işaret dili eğitim almış kişiler bulunması büyük fayda sağlar. Bu nedenle işletme yönetimlerinin, görevli personellerinin bazılarını işaret dili eğitim aldırması uygun olacaktır.

3.4. Zihinsel Engeli Bulunan Kullanıcılar

Farklı türleri olmakla birlikte, zihinsel zorluk yaşayan kullanıcılar genellikle acil durumun farkında olamazlar. Ayrıca tahliye kavramını anlamakta da güçlük yaşarlar. Disleksi, dispraksi ya da otizm gibi hastalıkları bulunan kullanıcılar bu sınıfta değerlendirilir. Öğrenme ve kavrama zorluğu yaşanan bu kullanıcılar aynı zamanda fiziksel engellere de sahip olabilirler. Bazı durumlarda diğer kullanıcılardan daha yavaş hareket edebilirler ve bu da tahliye sürecinin uzamasına neden olabilir.

Bu kullanıcı grubuna tahliye yöntemleri resimli kitaplar yardımıyla öğretilebilir. Aynı zamanda videolar yardımıyla da tahliye ve acil durum kavramları anlatılabilir. “Buddy” sistemi ile bu kullanıcılardan sorumlu bir personel atanarak tahliye tatbikatları ile öğrenimler pekiştirilebilir. Bu sistemde personel eğitimi önemli hale gelmektedir.

3.5. Konuşma Engeli Bulunan Kullanıcılar

Konuşma yetisi sınırlı olan veya hiç olmayan kullanıcılar, olası bir tahliye anında alarmları ve anonsları duyabilmekte, ışıklı ikazları görebilmektedirler. Bu nedenle yangın durumu bildirim konusunda özel bir önleme ihtiyaç duymazlar. Genellikle kendi başlarına tahliye olabilirler ancak bazı durumlarda yardıma ihtiyaç duyabilirler. Bu kullanıcılara tahliye anında yardımcı olunabilmesi için görevli personeller içinde işaret dili eğitim almış kişiler bulunmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Neredeyse tüm insanlar hayatlarının tamamını ya da bir bölümünü fiziksel veya zihinsel engeller ile geçirirler. Bu, hamilelik ya da basit bir ayak alçısı gibi hareketi zorlaştıran geçici bir engel olabileceği gibi tam görme kaybı gibi kalıcı bir engel de olabilir. Bu engel durumunun kişilerin hayatına etkisinin azaltılması amacıyla bu kişilerin hayata katılımı önemsenmekte, teşvik edilmekte ve bu yönde uygulamalar geliştirilmektedir. Yangın gibi can ve mal kaybına sebep olan afet karşısında, ilk hedef can sağlığını korumaktır. Bunun yolu da hızlı ve etkin bir tahliye sürecinden geçmektedir.

Dünya genelinde, engelli kullanıcıların tahliye ve korunma yöntemlerine büyük önem verildiği görülmektedir. Ülkeler, uluslararası çeşitli standartları kendi yönetmeliklerine göre optimize ederek kullanmaktadır. Genellikle Kişisel Acil Durum Tahliye Planı (PEEP) hazırlanması tüm ülkelerde tavsiye edilmektedir. Binalarda bu planlara göre, engelli kullanıcılara uygun şekilde düzenlemeler yapıldığı görülmektedir. Bu düzenlemeler yapılırken kullanıcıların zorluk yaşadığı alanlara odaklanılmakta ve binalarda geliştirmeler yapılmaktadır.

Ülkemizde engelli kişilerin hayata katılımı teşvik edilmekte ve iş yaşamına katılması için özel düzenlemeler yapılmaktadır. Ancak bu teşvikler yapılırken engelli kullanıcıların olası yangınlarda can güvenliğinin sağlanması konusunda yeterli düzenlemeler henüz yapılmamıştır. Örnek vermek gerekirse, Türkiye’de fiziksel ve zihinsel engelli kullanıcıların tedavi amaçlı sıklıkla kullandığı hastane, bakımevi, sağlık merkezi, poliklinik ve muayenahaneler gibi yapılarda çok sayıda yangın meydana gelmektedir. Buna karşın ülkemizde kullanılan yangın yönetmeliğinde engelli kullanıcıların tahliyelerine ilişkin özel durumlara yer verilmemektedir. Söz konusu engelli kullanıcılar olunca zaten başlı başına güç bir operasyon olan tahliyenin daha da güç bir hale gelmesinin önüne geçebilmek için yürürlükteki Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik içerisinde engelli kullanıcıların yangından korunması ve tahliyesi konusunda bir başlık açılmalı ve dünya genelinde uygulanan özel düzenlemeler bu bölüm içerisinde yer almalıdır. Ayrıca, Kişisel Acil Durum Tahliye Planı hazırlanması da bu başlık altında ele alınmalı ve her kuruluş için bu planların hazırlanması bir zorunluluk haline getirilmelidir. Yönetmelik gibi yasal düzenlemelerde konuyla ilişkili maddelerin bulunması ve bunların hayata geçirilmesi engelli kullanıcıların yangın gibi acil bir durumda korunmasına katkı sağlayacak ve tahliye durumunda ortaya çıkabilecek bir kaosu ortadan kaldıracaktır.

Bu konuda diğer önemli bir nokta da personelin eğitimidir. Uluslararası kaynaklarda da görüldüğü üzere, engelli kullanıcıların binalardan tahliyesinde görevli personel etkin rol oynamaktadır. Bu nedenle tahliye görevi alacak yardımcı personelin engelli kullanıcıyı taşıma ve işaret dili konularında eğitim alması olası yangınlarda tahliyenin daha hızlı ve güvenli gerçekleşmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

5378 numaralı Engelliler Hakkında Kanun

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

HM Government (2007). Means of Escape for Disabled People.

Koo, J., Kim, Y., & Kim, B. (2012). Estimating the impact of residents with disabilities on the evacuation in a high-rise building: a simulation study. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 24, 71–83.

NFPA (2022). Emergency Evacuation Planning Guide for People with Disabilities.

Shi, L., Xie, Q., Cheng, X., Chen, L., Yang, Z., Ruifang, Zhang. (2009). Developing a database for emergency evacuation model. *Building and Environment*. 44. 1724-1729. 10.1016/j.buildenv.2008.11.008.

TS 9111 Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gereklere

US Census Bureau. The Population 65 Years and Older in the United States: 2016; American Community Survey Reports; US Census Bureau: Suitland, MD, USA, 2018.

World Health Organization. Disability and Health. (2023). Available online: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (erişim tarihi: 15.03.2023).

MÜZE YANGINLARININ GEÇMİŞ OLAYLAR VE YÖNETMELİKLER KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Dilara Bedir¹

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Korkmaz²

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi^{1,2}

ÖZET

Müzelerde çıkan yangınlar geçmişte olduğu gibi günümüzde de tarihi ve kültürel mirasın zarar görmesine, hatta tamamen yok olmasına sebep olmaktadır. Bu yangınlar sonucu oluşan hasarlar yetkililer tarafından itibar kaybı veya güvensizliğin oluşmaması adına kamuoyu ile zaman zaman paylaşılmamaktadır. Doğru ve tam verilere ulaşılamıyor olması konunun öneminin anlaşılmasına ve gerekli adımların yeterince atılmasına engel olmaktadır. Müze yangınlarının yaralanmalara veya ölümlere sebebiyet vermemesi, müze yapısında ve bünyesindeki koleksiyonlarda hasara yol açmaması için yangının algılanması, yayılmasının önlenmesi ve söndürülmesi amacıyla, mimari tasarım ve uygulama sürecinde alınması gereken önlemler bulunmaktadır. Çıkan yangınlardan çoğunun önlenabilir veya kontrol edilebilir olmasına karşın gerekli önlemlerin alınmadığı ve yangınların geri dönüşü olmayan kayıplara yol açtığı görülmektedir. Bu çalışmada dünya genelinde müzelerde çıkan yangınlar sebep ve sonuçlarıyla incelenerek yangın güvenliğinin sağlanması için alınabilecek önlemler değerlendirilecektir. Bu kapsamda Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve NFPA-101 standartları kaynak olarak kullanılmıştır. Çalışmanın amacı, müze tasarımında ve uygulama sürecinde çalışacak mimar ve mühendislerle, farklı tasarım kriterlerine sahip olan müze yapılarında, yangın güvenli tasarımda dikkat edilecek hususların aktarılacak doğru tasarım sürecini desteklemek ve tarihi ve kültürel mirasın yangına karşı korunmasını sağlamaktır.

Anahtar sözcükler: Müze, kültürel miras, yangın, yangın güvenliği

ABSTRACT

Fires in museums cause damage or complete destruction of historical and cultural heritage today as in the past. Authorities sometimes keep these damages hidden to avoid loss of reputation or mistrust. Without accurate and complete data, the importance of the issue is not understood, and the necessary steps are not taken adequately. To prevent fires in museums from causing injuries, deaths, and damage to museum structure and its collections, there are precautions that can be taken during architectural design, construction, and use to detect, prevent the spread, and extinguish the fire. Although most fires are preventable or controllable, often cause irreversible losses due to the lack of necessary precautions. This study examines fires in museums worldwide, including their causes, consequences, and evaluates precautions that can be taken to ensure fire safety in museums. In this context, the Regulation on Fire Protection of Buildings and NFPA-101 standards were used as sources. This study aims to provide architects and engineers with the information they need to ensure fire safety in museums during the design and application phase, and to protect historical and cultural heritage from fire.

Keywords: Museum, cultural heritage, fire, fire safety

¹ dilarabedir1@gmail.com

² ytumim.ezgikorkmaz@gmail.com

1. GİRİŞ

Müzeler, korudukları ve sergiledikleri öğeler ile geçmiş, bugün ve gelecek arasındaki somut bağları oluştururken, kültürel mirasın koruyucuları olarak kabul edilir ve kültürel sürdürülebilirliğin özünü oluştururlar (Lambert vd., 2014). Kasten ya da ihmal sebebiyle, doğal ya da insan kaynaklı meydana gelen yangınlardan dolayı müzelerin bünyesinde barındırdıkları kültürel miras yok olurken, müzelerde de hasarlar meydana gelmektedir. Bu yangınlar, müze yapılarına ve müzedeki koleksiyonlara verdiği hasarlar nedeniyle maddi ve manevi kayıpların yaşanmasına sebep olmaktadır.

2018 yılında Brezilya Ulusal Müzesi'nde meydana gelen yangın sonrası 2019 yılında Brezilya'da Kültürel Varlıkların Korunması ve Onarımı Araştırma Merkezi (ICCROM), Milletlerarası Müzeler Konseyi-Brezilya (ICOM), Brezilya Müzeler Sistemi (SBM) ve Brezilya Müzeler Enstitüsü (IBRAM) organizasyonluğunda, "Heritage on Fire: Who's next?, Fire risk management for cultural heritage" başlıklı bir seminer düzenlenmiştir. Seminerde çeşitli ülkelerde yaşanan müze yangınlarının istatistikleri üzerinde durulmuştur (ICCROM, 2019). Teknik oturumlarda paylaşılan müze yangınları istatistiklerine göre Brezilya'daki müzelerde yangın riski her 30 yılda bir %40 olarak hesaplanırken, Kanada ve Brezilya'da her yıl 9 müze yangınının yaşandığı bilgisi verilmiştir (Pedersoli Jr., 2019). Londra İtfaiyesi tarafından yayınlanan bilgiye göre, Londra genelinde 2017-2021 yılları arasında müze ve sanat galerisi gibi kültürel yapılarda çıkan 50 yangına müdahale edilmiştir. İngiltere genelinde kültürel miras alanlarında ayda ortalama 100 yangının çıktığı belirtilmiştir (LFB, 2021). 2008 yılında Tétrault tarafından yapılan "Fire Risk Assessment for Collections in Museums" başlıklı çalışmaya göre Kanada'daki müzelerde yangın riski her 30 yılda bir %20 olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, 1994'ten 2004'e kadar Kanada'da müze ve sanat galerilerinde yaşanan 100 yangının rapor edildiği bilgisi verilmiştir. Ancak bu yangınlar ve koleksiyon kayıpları çeşitli sebeplerle zaman zaman kamuoyuna duyurulmadığı için net verilere ulaşılamamakta ve konunun önemi toplum tarafından yeteri kadar anlaşılmamaktadır. Örneğin, 1997 yılında Green Gables'da elektrik sebebiyle çıkan yangın 2,3 milyon dolar maddi kayba sebep olmasına karşın Prens Edward Adası (PEI) itfaiye şefi tarafından rapor edilmemiştir (Baril, 1998). Türkiye İstatistik Kurumu 2022 verilerine göre Türkiye'de 210 tanesi Kültür ve Turizm Bakanlığı bünyesinde, 309 tanesi ise özel müze kategorisinde yer alan toplam 519 adet müze bulunmaktadır (TÜİK, 2022). Türkiye'de oldukça geniş bir veri tabanına sahip olan TÜİK, müzelerde yaşanan yangınlarla ilgili herhangi bir veri sunmamaktadır. Türkiye'de yangından etkilenen müze yapılarına ilişkin bir veri tabanının bulunmuyor olması konunun öneminin ve tahribatın boyutunun algılanamamasına sebep olmaktadır (Uluç vd., 2021). Bu durum da yeni yapılacak müzelerin pasif yangın güvenlik önlemlerinin tasarımı ve mevcut müzelerde gerekli önlemlerin alınması aşamasında eksikliğe yol açmaktadır.

Bu çalışmada dünya genelinde müzelerde çıkan yangınlar sebep ve sonuçlarıyla incelenerek yangın güvenliğinin sağlanması için alınabilecek önlemler değerlendirilecektir. Bu kapsamda Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) ve NFPA-101 standartları kaynak olarak kullanılmıştır. Çalışmanın amacı, müze tasarımı ve uygulama sürecinde çalışacak mimar ve mühendisler, müzelerde yangın güvenli tasarımı dikkat edilecek hususların aktararak doğru tasarım sürecini destelemek, tarihi ve kültürel mirasın yangına karşı korunmasını ve geleceğe güvenle aktarılmasını sağlamaktır.

2. MÜZE YANGINLARI

Müzelerde yaşanan yangınlar, müze yapılarına ve müzedeki koleksiyonlara verdiği hasarlar nedeniyle maddi ve manevi kayıpların yaşanmasına sebep olmaktadır. Çizelge 1’de dünya genelinde yaşanmış bazı müze yangınları sebep ve sonuçlarıyla incelenmiştir.

Çizelge 1: Dünya genelinde müze yangınları

Yapı	Yıl	Sebebi	Sonuç
Taras H. Shevchenko Müzesi, Kanada (Tétreault, 2008)	1988	Kundakçılık	İtfaiyenin bir kilometreden daha kısa bir mesafede bulunmasına ve yangına birkaç dakika içinde müdahale etmiş olmasına rağmen müzedeki yanıcı iç kaplamalar sebebiyle yangının yayılma hızı artmış ve müze tamamen kül olmuştur. Yangın öncesi müzede yangın algılama ve söndürme sistemi mevcut değildir.
Kraliyet Saskatchewan Müzesi, Kanada (Tétreault, 2008)	1990	Kimyasal reaksiyon	Yangın öncesi müzede duman algılama sistemi bulunmasına rağmen inşaat faaliyetleri sırasında sıklıkla meydana gelen yanlış alarmları önlemek için dedektörlerin üzeri plastik malzemelerle kapatılmıştır. İsin neden olduğu tahmini maddi hasar 2 milyon dolar değerindedir. Yangın söndürme sistemi olay öncesinde müzede mevcut değilken yangın sonrasında kurulmuştur.
Kanada Savaş Uçağı Mirası Müzesi, Kanada (Baril, 1998)	1993	Kundakçılık	Yangın sonucu müzede bulunan beş adet İkinci Dünya Savaşı uçağı ve üç adet diğer tarihi uçak yok olmuştur. Yangın öncesi müzede yangın söndürme sistemi mevcut değilken yangın sonrası inşa edilen yeni müzede kurulmuştur. Tahmini maddi hasar 3 milyon dolardan fazladır.
Bilim Merkezi Müzesi, İtalya (Petricca, 2013)	2013	Kundakçılık	Eski sanayi bölgesinde inşa edilen müze yangın sonucu tamamen kül olmuştur. Yangının on iki ayrı noktada başlaması kundakçılık ihtimalini güçlendirmiştir. Müze, yangından iki sene sonra toplanan yardımlarla yeniden inşa edilerek kullanıma açılmıştır.
Cuming Müzesi, İngiltere (Steel, 2013)	2013	Kaynak makinesi kullanımı	Yangın sonucu müze yapısının çatısı, içerisindeki iki sergi ve depodaki koleksiyonlar zarar görmüştür. Dört saatten fazla süren kurtarma operasyonu sırasında hırsızların yanan müze binasına girdikleri ve müze personeline ait bazı kişisel eşyalarla birlikte eserleri de çaldıkları bildirilmiştir.
Glasgow Sanat Okulu, İskoçya (URL-1)	2014	Elektrik kaynaklı	Yangın sonucu müze yapısının çatısı ve içerisinde bulunan eserler zarar görürken kütüphane tamamen kül olmuştur. Duvarlardaki boşluklar ve eski havalandırma kanalları yangının tutunmasını ve kütüphaneye doğru yayılmasını sağlamıştır. Restorasyon çalışmaları için 35 milyon sterlin harcanmıştır.
Medeniyet Müzesi, Kanada (URL-2)	2014	Onarım çalışmaları sırasında yaşanan patlama	Müzede devam eden restorasyon çalışmaları sırasında meydana gelen dört yangın sonucu müze yapısı zarar görürken içerisinde yer alan eserler de söndürme çalışmaları sırasında zarar görmüştür. Müze, yapıda gerçekleşen tadilat sürecinin ardından 2015 yılında tekrar kullanıma açılmıştır.
Portekiz Dili Müzesi, Brezilya (Kordic, 2015)	2015	Elektrik kaynaklı	Yangın sonucu müze yapısı ve sergilenen eserler zarar görmüştür. Müzede yangın güvenlik önlemlerinin düzenli olarak kontrol edildiği ve müzenin yangın sigortasının olduğu bildirilirken, üç saatten fazla süren söndürme çalışmasında bir itfaiyeci dumandan zehirlenerek hayatını kaybetmiştir.
Brezilya Ulusal Müzesi, Brezilya (Tarım ve Ünal, 2022).	2018	Elektrik kaynaklı	Yangın sonucu müzede bulunan 20 milyon nesnenin çoğu yok olurken yapının tüm kanatları yanmış, iki katı yıkılmış ve çatısı çökmüştür. Yangın öncesi müzede duman algılama sistemi bulunmasına rağmen dedektörler çalışmamıştır. Müzede sprinkler sistem mevcut değildir.

Glasgow Sanat Okulu, İskoçya (Lyst, 2022)	2018	Bilinmiyor	Yangın sonucu müze yapısı ve sergilenen eserlerin çoğu büyük zarar görürken komşu yapılar da hasar almıştır. Yangın raporunda kanal sisteminden sınırsız hava beslemesi yapıldığı ve bunun da yangını yoğunlaştırarak, kontrolsüz yangın büyümesine sebep olduğu belirtilmiştir.
Denizcilik Müzesi, Endonezya (URL-3)	2018	Elektrik kaynaklı	Eski işlevi depo olan müze yapısı ve müzede bulunan Hollanda Doğu Hindistan Şirketi gemilerinin modelleri ve geleneksel Endonezya gemileri yangın sonucu zarar görmüştür. Yangın sebebiyle Hollanda sömürge mirasının çoğu yok olmuştur.
Lytton Çin Tarihi Müzesi, Kanada (Chan, 2021)	2021	Orman yangını	Orman yangının resmi miras statüsü kazanan bölgedeki müzeye ulaşması sonucu misyonu, binlerce Çinli madencinin, demiryolu işçisinin, tüccarın ve çiftçinin deneyimlerini ve katkılarını vurgulamak olan müze yapısı ve müzede bulunan 1600'den fazla eser tamamen kül olmuştur.

Yaşanan müze yangınları incelendiğinde yangınların genel olarak kundakçılık, insan hatası, ekipman arızası veya doğal afetler nedeniyle meydana geldiği ve yangınlar sonucu müze yapılarında ciddi yapısal hasarların yanı sıra önemli derecede koleksiyon kaybı da yaşandığı görülmektedir. Sergilenen eserler yangın sırasında oluşan dumandan ve söndürme sırasında kullanılan su, gaz veya köpükten zarar görüp kullanılamaz duruma gelebilmektedir. Yapılarda genel olarak yangın algılama ve söndürme sistemlerinin bulunmaması veya çalışır durumda olmaması sonucu yangın söndürme çalışmalarının uzun süreler aldığı ve yangını kontrol etmede sorun yaşandığı görülmektedir. Eksik olan bu sistemlerin yangın sonrasında yenilenen yapılarda kuruluyor olması yangın yönetmelik ve standartlarına uygun kullanımın önemini göstermektedir.

3. MÜZE YANGINLARININ YÖNETMELİKLER KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Yapılarda yangın çıkışını engellemek %100 mümkün olmasa da çeşitli önlemler ve eğitimler sayesinde yangın sonucu oluşabilecek maddi ve manevi kayıpları en aza indirmek, kültürel mirasın sürdürülebilirliğini sağlamak alınacak önlemlerle mümkündür. Bu önlemler ülkelerde geçerli olan yönetmelik ve/veya standartlarla belirlenmekte ve ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Türkiye’de geçerli olan Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY), her türlü yapının tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı aşamalarında çıkabilecek yangınları önlemek ve yangın sonucu oluşabilecek can ve mal kaybını en aza indirmek üzere, alınacak önlemlerin, eğitimin ve denetimin usul ve esaslarını belirlemektedir (Anonim, 2007). Amerika Birleşik Devletleri’nde geçerli olan NFPA 101-Yaşam Güvenliği Kodu (Life Safety Code), Ulusal Yangından Korunma Kurumu tarafından oluşturulmuş ve Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü tarafından onaylanmış bir standarttır. Bu standardın amacı yapıların tasarımı, işletilmesi ve bakımında geçerli olacak, yangına karşı can güvenliğini sağlamak için asgari gereklilikleri belirlemektir (Anonim, 2021). Bu çalışmada NFPA-101 standartları birçok yönetmelik ve standartların temelini oluşturması, uluslararası geçerliliğinin ve kapsayıcılığının bulunması sebebiyle, BYKHY ise ülkemizde geçerli olan yangın yönetmeliğinin değerlendirilmesi amacıyla kaynak olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında mimarlık tarihinde önemli yere sahip olan Mackintosh Binası ve Brezilya Ulusal Müzesi, geçirdikleri yangın sonucu ciddi yapısal hasarlar almaları, bünyelerinde bulundurdıkları eserlerin çoğunun yok olması ve yangın söndürme çalışmalarının uzun süreler alması sebebiyle yapısal özellikler, yangın kaçış yolları, acil durum yönlendirmeleri, yangın algılama ve uyarı sistemleri başlıkları altında BYKHY ve NFPA-101 maddeleri kapsamında incelenecektir.

3.1. Mackintosh Binası – Glasgow Sanat Okulu (Glasgow, İskoçya)

Mackintosh Binası - Glasgow Sanat Okulu (The Glasgow School of Art), İskoçya'nın Glasgow kentinde Charles Rennie Mackintosh tarafından 1896 ve 1909 yılları arasında aşamalı olarak tasarlanmıştır. Yapı bünyesinde sınıflar, atölyeler, kütüphane ve müze alanı bulunmaktadır ve Art Nouveau'nun dünyadaki ilk örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. 2014 yılında yapıda yanıcı gazların bir projektörün sıcak yüzeyiyle temas etmesi sonucu çıkan ilk yangın, duvarlardaki boşluklar ve havalandırma kanalları sebebiyle kütüphaneye doğru yayılmış ve kütüphaneyi tamamen yok etmiştir. 48 milyon sterline mal olan büyük bir restorasyon çalışmasının sonuna yaklaşıldığı 2018 yılında söndürme çalışmalarının 10 gün sürdüğü bir yangın daha yaşanmıştır. İskoç İtfaiye ve Kurtarma Servisi tarafından hazırlanan yangın inceleme raporunda yangının şiddeti sebebiyle çıkış nedenine işaret edebilecek tüm kanıtların yok olduğu bildirilmiştir. Bu son yangında kanal sisteminden beslenen sınırsız hava kaynağı ve arızalı pencereler sonucu yangın yoğunlaşarak kontrolsüz olarak büyümüş ve hızlı bir şekilde tüm yapıyı ve komşu yapıları etkisi altına almıştır. Yangının binanın doğusu boyunca kontrolsüz bir şekilde odalar, koridorlar, boşluklar ve kanallar aracılığıyla yatay ve dikey olarak yayıldığı ve doğudan batıya doğru ilerlediği belirtilmiştir. Yangın sonucu yapıdaki pencerelerin yaklaşık %97'si kırılmış, kumtaşı dış cephede ciddi dökülmeler meydana gelmiş, çelik kirişler eğilmiş ve binayı çevreleyen iskele yapısında ciddi yangın ve ısı hasarı oluşmuştur. Yapının tüm çatı yapısı yok olmuş ve geriye sadece taş, tuğla ve deforme olmuş çelik yapı elemanları kalmıştır (SFRS, 2021).

3.2. Brezilya Ulusal Müzesi (Rio de Janeiro, Brezilya)

Brezilya Ulusal Müzesi (Incêndio no Museu Nacional), Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde 19. yüzyılda villa olarak tasarlanmıştır. 19. yüzyıl eklektizminin ilk örneklerinden biri olarak kabul edilen yapı 1892'de müze olarak işlevlendirilmiş, 1938'de Brezilya Ulusal Mirası olarak tescillenmiştir. Yapıda 2 Eylül 2018 tarihinde aşırı ısınan klima ünitesinin elektrik sisteminin kısa devre yapması sonucu başlayan yangın, 6 saat boyunca süren söndürme çalışmaları sonucu kontrol altına alınabilmiştir. Yangın sonucu müzede bulunan 20 milyon nesnenin 18,5 milyonu yani yaklaşık olarak %92,5'i yok olmuştur. Tarihi değeri ve içerisinde bulundurduğu eşsiz eserler sebebiyle geri döndürülemeyecek hasarlar almış ve özgünlüğünü yitirmiş olan müzenin sigortasız olması sonucunda yaşanan maddi kayıp da ölçülemez boyutta olmuştur. Yapının büyük bir kısmının ahşaptan yapılmış olması, koleksiyonda alkol ve formaldehit içeren şişelerde tutulan hayvanlar gibi çok sayıda yanıcı malzeme bulunması ve yapıda yangın kapılarının bulunmuyor olması yangının hızla yayılmasına neden olmuştur. Kültürel miras olarak tescillenmiş yapının kırma taş duvarlarla oluşturulmuş dış cephesi ayakta kalabilmiş ancak tüm kanatları yanmış, iki katı yıkılmış, çatısı çökmüş, geriye kararmış koridorlar ve kirişlerden oluşan bir iç mekan kalmıştır. Müze müdür yardımcısı Luiz Fernando Dias Daniel müzede duman dedektörleri ve yangın söndürücü olmasına rağmen duman dedektörlerinin çalışmadığını, sprinkler sistemin olmadığını belirtmiştir. Yapının yakınındaki hidrantlarda su akışının olmaması nedeniyle yangına ilk müdahale yapılamamış ve itfaiye araçları yakındaki bir gölden su almaları için gönderilmiştir (Tarım ve Ünal, 2022).

Mackintosh Binası'nda ve Brezilya Ulusal Müzesi'nde yangın öncesi alınmış olan yangın güvenlik önlemleri BYKHY ve NFPA-101 standartları kapsamında Çizelge 2'de incelenmiştir.

Çizelge 2: Mackintosh Binası'nın ve Brezilya Ulusal Müzesi'nin BYKHY ve NFPA-101 kapsamında incelenmesi

		Yönetmelik maddeleri	Mackintosh Binası		Brezilya Ulusal Müzesi	
Döşemeler	BYKHY	Ek-3/B: Bodrum kat ile zemin kat arasındaki döşeme 90 dk. yangına dayanımlı olmalıdır.	✓	Döşemeler haddelenmiş çelik kirişlerle desteklenen ahşaptır. Kazan dairesinin üzerindeki holde kirişler arasındaki boşluklar betonla doldurulmuştur.	✓	Bodrum kat ile zemin kat arasındaki betonarme döşeme 90 dk. yangına dayanımlıdır.
	NFPA	Özelleşmiş bir madde bulunmamaktadır.	-		-	
	BYKHY	Madde 26-(2): Döşeme kaplamaları en az normal alevlenici olmalıdır.	✓	Yapıda kullanılan döşeme kaplamalarından PVC normal alevlenici malzemeyken (B2), ahşap parke zor alevlenici bir malzemedir (B1).	✓	Yapıdaki döşeme kaplamalarından doğal taş hiç yanmaz bir malzemeyken, ahşap parke zor alevlenici bir malzemedir (B1).
	NFPA	13.3.3.5: Gereklilik yoktur.	✓		✓	
Duvarlar ve Tavanlar	BYKHY	Madde 26-(4): Tavan kaplamaları ve asma tavanların malzemeleri en az zor alevlenici olmalıdır.	✓	Tavanlarda ahşap çıtalar (normal alevlenici-B2) arası kireç sıva (hiç yanmaz-A1) uygulaması yapılmıştır. Diğer mekanlarda kullanılan alçı levha ise zor alevlenici (B1) malzemedir.	X	Tavanda kullanılan alçı bazlı sıva hiç yanmaz bir malzemeyken (A1), ahşap tavan kaplama malzemesi normal alevlenici bir malzemedir (B2).
	NFPA	13.3.3.3: İç duvar ve tavan kaplama malzemeleri, kullanıcı yükü 300'den fazla olan alanlarda A veya B sınıfı, 300'den az olan alanlarda A, B veya C sınıfı olabilir.	✓		✓	
	BYKHY	Madde 29-(3): Duvarlarda iç kaplamalar ile içte uygulanacak ısı ve ses yalıtımları en az normal alevlenici malzemeden yapılır.	✓	Duvarlarda iç kaplama olarak kullanılan ahşap kaplama normal alevlenici (B2), alçıpan duvarlar zor alevlenici (B1), ahşap çıtalar arası kireç sıva hiç yanmaz (A1) bir malzemedir.	✓	Duvarlarda iç kaplama olarak kullanılan alçı bazlı sıva hiç yanmaz (A1) bir malzemedir.
	NFPA	10.2.4.3.1: Gözenekli veya köpüklü plastik malzemeler iç duvar ve tavan kaplama malzemesi olarak kullanılmayacaktır.	✓		✓	
Cephe	BYKHY	Madde 27-(1): Bina yüksekliği 28,5 m'den az olan binalarda dış cephe en az zor alevlenici malzemeden olmalıdır.	✓	Bina yüksekliği 17 m olan yapının dış cephelerinde kullanılan kesme taş ve tuğla üzeri Portland çimentosu hiç yanmaz malzemelerdir.	✓	Bina yüksekliği 28,5 m'den az olan yapıda dış cephelerde kullanılan kırma taş malzeme hiç yanmaz bir malzemedir.
	NFPA	Özelleşmiş bir madde bulunmamaktadır.	-		-	
	BYKHY	Madde 27-(2): Bina yüksekliği 6.50 m'den fazla olan binalarda pencerelerin yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı en az 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme olmalı.	✓	Binanın çoğu pencerelerin üst kenarında hiç yanmaz malzeme olan çelik lento kullanılmıştır. Pencerelerin yan kenarlarında ise hiç yanmaz malzeme olan kesme taş kullanılmıştır.	✓	Binanın dış cephe duvarları kırma taş ile oluşturulduğu için pencere kenarlarında ve üstünde hiç yanmaz malzeme bulunmaktadır.
	NFPA	Özelleşmiş bir madde bulunmamaktadır.	-		-	
Çatılar	BYKHY	Madde 28-(2): Çatı kaplamaları BROOF sınıfı malzemelerden olmalıdır.	✓	Hepsi BROOF sınıfı olan ahşap çatı üzeri arduvaz kaplama, cam ve kurşun levha kaplı olmak üzere 3 farklı çatı türü vardır.	✓	Çatı kaplaması olarak BROOF sınıfı çatı kiremitleri kullanılmıştır.
	NFPA	Özelleşmiş bir madde bulunmamaktadır.	-		-	

Kaçış Yolları	BYKHY	Madde 33-(1): Kaçış yolu yapının mekanlarına hizmet veren koridor ve hol olarak kullanılıyor ise 110 cm'den az genişlikte olamaz.	✓	Kaçış yolları yapının mekanlarına hizmet veren koridorlardır ve her biri 305 cm genişliğindedir.	✓	Kaçış yolları yapının mekanlarına hizmet veren koridorlardır ve her birinin genişliği 110 cm'den fazladır.
	NFPA	7.3.4: Herhangi bir çıkış yolunun genişliği aksi belirtilmemişse 91,5 cm'den az olmamalıdır.	✓		✓	
	BYKHY	Madde 33-(3): Kaçış yolu koridoru yüksekliği 210 cm'den az olamaz.	✓	Kaçış yolu olarak da hizmet veren koridorlar 5 m yüksekliğindedir.	✓	Kaçış yolu olarak hizmet eden koridorun yüksekliği en düşük olduğu yerde 4 m'dir.
	NFPA	7.1.5.1-(1): Çıkış yollarının tavan yüksekliği 213,5 cm'den az olamaz.	✓		✓	
	BYKHY	Madde 33-(6): Her kullanıcı bir çıkışa doğrudan erişim sağlamalıdır.	X	Kullanıcılar çoğunlukla direkt olarak çıkış yollarına ulaşabilirken bazı mekanlarda diğer kullanıcıların kullanımında olan odaya veya mekana geçmek zorunda kalmaktadır.	X	Kullanıcılar çoğunlukla çıkışa erişebilmek için diğer kullanıcıların kullanımında olan odaya veya mekana geçmek zorunda kalmaktadır.
	NFPA	13.2.5.2: Mutfaklar, depolar, tuvaletler, dolaplar, platformlar, sahneler veya 13.3.2'de açıklanan tehlikeli alanlardan çıkış yollarına izin verilmeyecektir.	X		X	
Kapılar	BYKHY	Madde 47-(1): Kaçış yolu kapılarının temiz genişliği 80 cm'den ve yüksekliği 200 cm'den az olamaz ve eşiksiz olması gerekir. Turnikeler çıkış kapısı olarak kullanılamaz.	✓	Zemin kattaki çıkış kapısında turnike, eşik gibi engelleyiciler bulunmamaktadır.	X	Müzenin ana giriş-çıkışa hizmet eden doğu yönündeki 3 kapısında da eşik bulunmaktadır. Bu kapılara ulaşmak için turnikelerden ve şerit bariyerlerden geçmek gerekmektedir. Kapı genişlikleri 80 cm'den fazladır.
	NFPA	7.2.1.2.3.2 Çıkış yollarındaki kapı açıklıkları 81 cm'den daha az genişlikte olmamalıdır. 13.2.2.2.10 İnsanların hareketini kısıtlayan turnikeler herhangi bir toplanma alanına kurulmayacaktır.	✓		X	
	BYKHY	Madde 47-(2): Kullanıcı yükü 50'yi aşan mekanlardaki çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılmalıdır.	✓	Zemin katta ve 1. bodrum katta bulunan çıkış kapıları çift yönlü açılabilir. Zemin katta ve 1. bodrum katta bulunan çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılmalıdır.	X	Müzenin ana giriş-çıkışa hizmet eden doğu yönündeki 3 kapısı da kaçış yönünün tersine açılmaktadır.
	NFPA	7.2.1.4.2 Kullanıcı yükü 50'yi aşan mekanlardaki çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılmalıdır.	✓		X	
Merdivenler	BYKHY	Madde 38-(3): Kaçış merdivenleri yangına en az 120 dk. dayanıklı duvar ve en az 90 dk. dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılır.	X	Kaçış merdivenleri duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılmamıştır.	X	Kaçış merdivenleri duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılmamıştır.
	NFPA	7.2.3.5.1: Kaçış yollarında giriş ve çıkış kapısı dışında açıklık bulunamaz ve 120 dk. yangına dayanıklılık derecesi ile ayrılmalıdır.	X		X	
	BYKHY	Madde 41-(1): Kaçış merdivenlerinin en az yarısının bina dışına açılması gerekir.	X	Kaçış merdivenleri doğrudan bina dışına açılmamaktadır.	X	Kaçış merdivenlerinden biri iç avluya açılırken, diğerleri de doğrudan bina dışına açılmamaktadır.
	NFPA	7.2.3.5.1: Her kaçış yolu kamuya açık bir yola, bir avluya veya sahaya ya da bir çıkış geçidine açılacaktır.	X		X	

Merdivenler	BYKHY	Madde 41-(3): Kaçış merdivenlerinde 17 basamaktan çok ve 4 basamaktan az olmayan aralıkla sahanlıklar düzenlenir.	✓	Kaçış merdivenlerinin iki tanesinde 8, bir tanesinde 15 basamaktan sonra sahanlık düzenlenmiştir. Sahanlıklar arası dikey mesafe 250 cm'dir.	X	Kaçış merdivenleri 17 basamağı aşmasına rağmen sahanlık düzenlenmemiştir. 1. katta sahanlıklar arası dikey mesafe 366 cm'den fazladır.
	NFPA	Tablo 7.2.8.4(a): Kaçış merdivenlerinde sahanlıklar arası dikey mesafe en fazla 366 cm olmalı	✓		X	
Acil Durum Yönlendirmesi	BYKHY	Madde 73-(1): Birden fazla çıkışı olan bütün binalarda acil durum çıkışı işaretlerinin yerleştirilmelidir.	✓	Bina içerisine acil durum çıkışı işaretleri yerleştirilmiştir.	X	Yapıda yer alan hiçbir mekanda acil durum halinde tahliyeyi kolaylaştırmak amacıyla çıkış yolunu tanımlayan herhangi bir işaretle işaretlenmemiştir.
	NFPA	7.10.1.2.1: Ana çıkış kapıları dışındaki çıkışlar, çıkış erişiminin herhangi bir yönünden kolayca görülebilen onaylı bir işaretle işaretlenmelidir.	✓		X	
	BYKHY	Madde 33-(6): Çıkışların ve erişim yollarının açıkça görülebilir olması ve her an kullanılabilmesi için engellerden arındırılmış halde bulundurulması gerekir.	✓	Yangın çıkışları simgelerle gösterilmiştir.	X	Yapıdaki hiçbir çıkışın ve erişim yolunun konumları çıkış yönünü gösterecek şekilde işaretlenmemiştir. Bazı çıkışların ara sıra kapatıldığı belirtilmiştir.
	NFPA	7.7.3.2: Çıkışlar kamuya açık bir yola çıkış yönünü açıkça gösterecek şekilde düzenlenmeli ve işaretlenmelidir.	✓		X	
Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri	BYKHY	Madde 74-(3): Yangın uyarı sisteminin herhangi bir sebeple devre dışı kalması halinde, tekrar çalışır duruma getirilinceye kadar ilave güvenlik personeli ile denetim yapılır ve gerekli tedbir alınır.	✓	Yapıda yangın uyarı sistemi vardır. Sprinkler sistem kurulma aşamasındaydı ama çalışır durumda değildir.	X	Yapıda yangın uyarı sistemi olarak duman dedektörlerinin bulunmasına karşın çalışır durumda değildir. Sprinkler sistem mevcut değildir.
	NFPA	13.3.4.1.1: Kullanıcı yükü 300'den fazla olan mekanlarda yangın alarm sistemi olmalıdır. 13.3.4.2.3: Kullanıcı yükü 300'den fazla olan mekanlarda, sprinkler sistemi bulunmadığı sürece, otomatik algılama sistemi bulunmalıdır.	X		X	

İncelenen yapılar 19. yüzyıl dönemine ait olmaları sebebiyle geleneksel yapım teknikleriyle inşa edilmişlerdir ve yapılarda yapı elemanı olarak; kesme ve kırma taş, betonarme, tuğla duvar ve döşemeler gibi yangına dayanımlı, hiç yanmaz malzemeler kullanılmıştır. Binalar döşeme, duvar, tavan, cephe ve çatı kaplamaları bakımından yönetmelik ve standartlara uygunken, kaçış yollarının ve merdivenlerin düzenlenmelerinde uygunsuzluklar mevcuttur. Pasif yangın güvenlik önlemlerinin çoğuna uygun olan yapılarda yangın sonrası görünen yapısal hasarlar ise gerekli aktif yangın güvenlik önlemlerinin yönetmelik ve standartlara uygun olarak alınmadığını kanıtlamaktadır. Her iki yapıda duman algılama sistemi bulunmasına rağmen Brezilya Ulusal Müzesi'nde bulunan dedektörlerin çalışır durumda olmadığı ve bakımlarının ihmal edildiği ifade edilmiştir. Brezilya Ulusal Müzesi'nde acil durum yönlendirmelerinin bulunmadığı, odaların birbirlerinin içerisine açıldığı ve zaman zaman çıkışların önlerinin çeşitli nesnelerle kapatıldığı belirtilmiştir. Bu haliyle yangının müze ziyaret saatleri içerisinde yaşanması durumunda can kayıpları yaşanması riskinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Hem mimari hem kültürel miras açısından büyük önem taşıyan müze yapılarının geçmiş ve gelecek arasında kurduğu bağın sürekliliğini sağlayabilmek amacıyla yangına karşı alınması gereken önlemler yönetmelikler ve standartlar çerçevesinde eksiksiz olarak uygulanmalıdır. Mackintosh Binası'nda restorasyon çalışmaları sırasında çıkan yangının yapıda yer alan havalandırma kanalları sebebiyle şiddetinin arttığı görülmektedir. Havalandırma kanallarının çoğu, hizmetlerin bina boyunca kanalizasyon edilmesine (elektrik, veri, ısıtma, sıhhi tesisat) izin vermek için açıkta ve korunmasız bırakılmıştır. Kanallarda etkili pasif yangın önlemleri veya boşluk bariyerleri bulunmamakla birlikte, bazı alanlara yangın damperleri takılmıştır ancak çalışır durumda değildir. Benzer şekilde, ilk yangından sonra kurulan sprinkler sistemin ikinci yangın sırasında çalışır durumda olmaması yangının hızla yayılmasına neden olmuştur. Bina inşaatı ve restorasyonu sırasında, pasif ve aktif yangın önlemleri inşaat faaliyetlerinden etkilendiği için binalar yangına karşı daha savunmasız hale gelebilir. Pasif yangın güvenlik önlemleri olan ayırma ve kompartımanlama, duvarlardaki ve zeminlerdeki boşluklar, açık kanal çalışmaları, kısmen tamamlanmış karkas çalışmaları ve geçici kapıların takılması nedeniyle tehlikeye girmiştir. Aktif yangın güvenlik önlemleri olan yangın uyarı ve söndürme sistemleri genellikle planlanan inşaat işleri süresince ya mevcut olmamaktadır ya da yanlış alarmları önlemek için hizmet dışı bırakılmaktadır. Yönetmelikler ve standartlar gereğince yangın algılama ve söndürme ekipmanlarının uygun şekilde yerleştirilmesi, düzenli olarak kontrollerinin sağlanması ve sürekli olarak çalışır durumda olması gerekmektedir. Brezilya Ulusal Müzesi'nde elektrik kaynaklı çıkan yangının yapıda ahşap kaplama ve mobilyaların fazla olması, yangın kapılarının bulunmaması ve yanıcı maddelerin sergileme aracı olarak kullanılması sebebiyle hızla yayıldığı görülmektedir. Yapıda rekonstrüksiyon çalışmalarının yeni bir mimari konseptte düşük karbon emülsiyonlu yeni malzemeler kullanılarak tamamlanması kararlaştırılmıştır. Farklı tasarım kriterlerine sahip olan müze yapılarında, sergilenen ürünlerin de risk değerlendirmelerine dahil edilmesi ve gereken durumlarda özel önlemlerin uygulamaya alınması gerekmektedir. Yangının eserlere ulaşımının sınırlandırılabilmesi için mutlaka yapıda kompartımanlama yapılmalıdır. Yönetmelik ve standartlarda müzelerde sergilenen eserlerin yangın riskini ve yayılma hızını artırabileceği de göz önünde bulundurularak sergileme yöntemlerini de kapsayan maddeler eklenmeli, eserleri yangın sırasındaki isten ve söndürme çalışmaları sırasındaki sudan koruyan önlemler de zorunlu hale getirilmelidir. Brezilya Ulusal Müzesi'nde hiçbir çıkışın ve erişim yolunun çıkış yönünü gösterecek şekilde işaretlenmemesi ve bazı çıkışların önlerinin çeşitli nesnelerle kapatılması yangında can kaybı riskini artırabilecek bir durumdur. Müze yapılarının kullanıcı profillerinin genel olarak yapıyı tanımayan ve acil durum sırasında hangi yöne kaçması gerektiğini karıştırabilecek kişilerden oluştuğu düşünülerek, kaçış yollarının ve çıkış noktalarının görünür bir şekilde tasarlanması ve gerekli simge ve işaretlerle vurgulanması hayati önem taşımaktadır. Çıkış yollarında insanların hareketini kısıtlayacak döner kapılar, turnikeler ve kapı eşikleri bulunmamalı, çıkışların önü herhangi bir engelle kapatılmamalı ve acil durumlarda kullanımın aksamaması için kapılar kilitlenmeden sürekli kullanıma açık halde tutulmalıdır. Her iki yapıda da hiçbir kaçış merdiveninin doğrudan yapı dışına açılmıyor olması da yönetmeliklere aykırı ve yeniden düzenlenmesi gereken bir durumdur. Kullanıcıların kaçış sırasında başka bir mekana girmek zorunda kalmadan doğrudan bir çıkışa veya çıkış yoluna ulaşması gerekmektedir. Yangın güvenli tasarımda alınması gereken pasif ve aktif önlemlerin birbirini tamamladığı göz önünde bulundurularak, çalışmalar kapsayıcı bir şekilde oluşturulmalı ve yapı kullanım aşamasındayken gerekli bakımlar ihmal edilmemelidir. Yeni tasarlanacak olan ve mevcut müze

yapılarında yangın güvenlik önlemleri yönetmelikler kapsamında dikkatle ele alınmalı ancak yönetmeliklerde ve standartlarda belirtilmeyen durumlar için geçmiş olaylar örnek olarak incelenmelidir. Bu kapsamda eksikliklerin belirlenip, uygun önlemlerin alınması kültürel ve tarihi mirasın yangın olayına karşı korunması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim. 2007. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, Ankara.

Anonim. 2021. NFPA 101 Life Safety Code, Quincy.

Baril, P. 1998. Museum Fires and Losses. CCI Notes 2/7 Ottawa: Canadian Conservation Institute, 1-3.

Chan, K. 2021. Chinese history museum amongst buildings destroyed by Lytton wildfire. Daily Hive, <https://dailyhive.com/vancouver/lytton-chinese-history-museum-wildfire> (Erişim Tarihi: 05.02.2023).

ICCROM. 2019. International seminar addresses the issue of heritage on fire. <https://www.iccrom.org/news/international-seminar-addresses-issue-heritage-fire> (Erişim Tarihi: 11.02.2023).

Kordic, A. 2015. Fire Claims a Life as the Museum of the Portuguese Language in Sao Paulo Gets Destroyed. Widewalls, <https://rb.gy/xgiuu> (Erişim Tarihi: 04.02.2023).

Lambert, T. S., Boukas, N., & Yeralia, M.C. 2014. Museums and cultural sustainability: Stakeholders, forces, and cultural policies. International Journal of Cultural Policy, 20(5), 566–587.

London Fire Brigade (LFB). 2021. Brigade urges London's historic landmarks to complete fire emergency salvage plans. <https://rb.gy/5obv0j> (Erişim Tarihi: 07.01.2023).

Pedersoli Jr., J. L. 2019. Fire statistics for cultural heritage. International Seminar - Heritage on Fire: Who's next?, Fire risk management for cultural heritage, Brezilya.

Petricca, M. 2013. Italy: Fire Destroys Interactive Museum 'Città della Scienza' in Naples. Global Voices, <https://rb.gy/aud8f> (Erişim Tarihi: 04.02.2023).

Scottish Fire and Rescue Service (SFRS). 2021. Fire Investigation Report. <https://rb.gy/ob5jx> (Erişim Tarihi: 13.04.2023).

Steel, P. 2013. Investigators believe Cuming Museum fire started by building contractors. Museums Association, <https://rb.gy/4kgnm> (Erişim Tarihi: 05.02.2023).

Tarım, A. ve Ünal, Z. G. 2022. Bir Belleğin Yok Olması: Brezilya Ulusal Müzesi Yangını. The Journal of Academic Social Science Studies, 15(91), 349-372.

Tétreault, J. 2008. Fire Risk Assessment for Collections in Museums. Journal of the Canadian Association for Conservation, 33, 3-21.

TÜİK. 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kulturel-Miras-2021-45687> (Erişim Tarihi: 27.02.2023).

Uluç, A., Şenol Balaban, M., Yıldırım Esen, S. 2021. Kültürel Miras Yangın Risk Yönetimi Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme: İngiltere ve Türkiye Örnekleri. Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi, 205-221.

URL-1. <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-glasgow-west-60112316> (Erişim Tarihi: 05.03.2023).

URL-2. <https://rb.gy/nbudb9> (Erişim Tarihi: 05.02.2023).

URL-3. <https://rb.gy/vm23e> (Erişim Tarihi: 05.02.2023).

KENT VE BİNA ARAYÜZÜNDE YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Kübra Demir¹

Prof. Dr. Mustafa Özgünler²

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi^{1,2}

ÖZET

Yangın kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar yönetilmesi gereken bir risktir. Bu yönetilebilirlik durumu onu ortaya koyan parametrelerin, geçmiş olayların, muhtemel senaryoların ilgili her disiplinle değerlendirmeye alınmasıyla başlar. Yangın bina ölçeğinde büyük bir sorun teşkil ettiği gibi kent ölçeğinde de risk değerlendirmesini gerektiren bir faktördür. Kentlerimizi korumak, güvenli ve sürdürülebilir yaşam alanları sağlayabilmek için kent olgusunu yangın riski optimizasyonlarından ayrı tutmak mümkün değildir. Kent ölçeğine yayılmış, kontrol altına alınamayan, tedbirsizlik ve plansızlık sonucu ortaya çıkan bir yangın o kentin geçmişini yok edebilir; güven, aidiyet problemi oluşturulabilir. 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 düşünüldüğünde riski tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmayacaktır ancak muhtemel yangın senaryolarına yönelik oluşturulacak ilke ve stratejiler önem kazanacaktır. Kent ölçeği ve bina ölçeğinin arakesitindeki tasarım kriterleri her iki ölçek için de risk optimizasyonu açısından kritiktir. Bu çalışmada kent ve yapı tasarımının yangın güvenliği açısından bütüncül ele alınması gerektiğini ortaya koymak adına; kentlerde yangın güvenliği kavramı, geçmiş kent yangınları sebepleri ve sonrasında alınan kararlar ve bu örnekler doğrultusunda kentlerde yangın riskini optimize edebilmek adına ele alınması gereken parametreler incelenecektir.

Anahtar sözcükler: Yapı fiziği, bildiri, yangın, kent

ABSTRACT

Fire risk is a factor that needs to be evaluated from the city scale to the building scale. Being manageable should be taken into consideration by all disciplines who are responsible of all parameters, past cases and potential risks. Fire risk optimization should be thought as a part of overall concept and actions to provide safe and sustainable cities. Fire cases which spread across the city and couldn't be controlled because of imprudence might destroy all common worth of cities and cause reliance and belonging problems. It is possible to say that risk parameters of a potential fire risk at the urban scale are quite diverse. Geographical features of the city as well as changing external factors, factors such as earthquakes may also cause this diversity. When all factors and the existing building stocks are considered, it won't be possible to completely eliminate risks but the principles and strategies for risk management will gain importance in terms of intersection of city scale and building scale. Within the scope of this study, the concept of fire safety in cities, the causes of past city fires with the decisions taken afterwards and the parameters for fire risk will be examined.

Keywords: Building physics, manuscript, fire, city

¹ kbr.demiir@gmail.com

² mustafa.ozgunler@msgsu.edu.tr

1.GİRİŞ

İnsanın mekansal ihtiyaçlarını karşılamak üzere oluşturduğu yapı çevreden beklenen önemli özellik güvenli yaşam alanlarıdır. Bu mekanların beklenen ihtiyacı karşılayacak performansı gösterebilmesi için tasarım ve 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 binaların fonksiyonları değiştirilmiş, yeni risk faktörleri ve senaryoları ortaya çıkmıştır. Bu risklerin yönetilmesi ve risk optimizasyonu güvenlik kavramı için büyük önem taşımaktadır ve güvenliği tehdit eden risk faktörlerinden biri de yangındır.

Bir konuyu, riski yönetebilmek için o konuya ait verileri ortaya koymak, saymak, hesaplamak ve analiz etmek gerekmektedir (Oduncu, 2018). Yangın riski kent ölçeğinden kenti oluşturan bina ölçeğine kadar değerlendirilmesi ve optimize edilmesi gereken bir faktördür. Her afet gibi yangın da yönetilebilen risk faktörlerine sahiptir. Bu yönetilebilirlik durumu ise riski ortaya koyan parametrelerin, geçmiş olayların, muhtemel senaryoların sorumlu olabilecek her disiplinle değerlendirmeye alınmasıyla başlar. Yangın olayları geçmişte olduğu gibi günümüzde de ağır kayıplara neden olabilmektedir. Güvenli ve sürdürülebilir yaşam alanları için kent olgusunu yangın riski optimizasyonlarından ayrı tutmak mümkün değildir.

Sıcaklık, oksijen ve yanıcı maddenin kimyasal reaksiyon yani yanma olayını gerçekleştirecek düzeyde bir arada bulunması ve bunun kontrol edilemeyecek boyutlara ulaşması yangına sebep olur. Bu üç bileşenin her daim ortamda olduğu düşünüldüğünde yangın riskinin her zaman var olduğu söylenebilir. Yangın güvenliğini sağlamak yangın riskini oluşturan parametrelerin doğru tanımlanması, yangın senaryolarının ortaya konulması ve bu senaryolara yönelik tedbirlerin alınmasıyla başlar (Özgünler, 1994).

Kent ölçeğinde yangın riskini kentsel tasarım kararları doğrudan etkilediği gibi kenti oluşturan her bir parçaya ait tasarım ve kurgu kararlarına dair risk faktörleri de kent ile oluşturduğu arakesitte önem arz etmektedir. Mimari ölçekte ele alınan bina bazında potansiyel yangın riski senaryoları sadece bina ölçeği için değil kent ölçeği için de değerlendirilmelidir. Kent ölçeğinde alınan kimi tasarım ve uygulama kararlarının bina ölçeğini etkilediği gibi, 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.

2. KENTTE YANGIN OLGUSU

Nüfus yoğunluğunun artması ve mekan ihtiyacının buna paralel olarak büyümesi yerleşim alanlarından beklentiye değiştirmiş, yapı yoğunluğunun artmasıyla kent kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır. Nüfus artışının kentlerin büyümesindeki temel sebep olmasının yanı sıra, buna temeli hazırlayan en önemli faktörlerden biri de Sanayi Devrimidir. Sanayileşme ile birlikte günümüz kent kavramı ortaya çıkmaya başlamıştır.

Sanayi Devrimi kentlere göçün arttırması ile birlikte risk kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapı ve insan yoğunluğunun artıyor olması, risk ortamı oluşturacak durumların artmasına sebep olmuştur (Kuzucuoğlu, 2013). Bu durum aşılması ve yönetilmesi gereken pek çok problemi beraberinde getirmiştir.

Kentlerde pek çok parametreye göre ortaya çıkabilecek yangınlar bu problemlerin başında gelmektedir. Elektrik tesisatındaki hatalar, geleneksel yapılardaki tedbirsizlikler, bakımsız temizlenmemiş bacalar, yanlış malzeme kullanımı, iklim şartları, kasıt gibi sebeplerle yangınlar ortaya çıkabilmekte; kentsel dokunun yoğunluğu, çarpık kentleşme, ulaşım ağının ve bina yerleşiminin oluşturduğu müdahale zorluğu, hidrant gibi destek sistemlerindeki kurgu hataları ortaya çıkan yangınların kontrol altına alınmasını güçleştirmektedir (Uluç vd., 2021). Yangınlar birincil tehlike olabileceği gibi deprem, volkanik patlama gibi afetlerin sonrasında da ortaya çıkabilmektedir (Kalley, 2020). Yangınlar sadece bina ve can kayıplarına neden olmamakta, beraberinde kent dokusunu, geçmişini, önemli tarihi eserleri, kayıtları yok etmektedir. Brezilya Ulusal Müzesi'nde 2018 yılında meydana gelen yangın 20 milyona yakın eseri yok etmiştir (Uluç vd., 2021). Yangınlar kent dokusunu geri dönüşü olmayacak şekilde yok edebilmektedir. Londra' da 1666 yılında meydana gelen yangında yaklaşık 14000 konut ve 90 kilise yanarak yok olmuştur (Ender, 1975; Ceylan ve Arpacioğlu, 2014). İstanbul'daki kent dokusunun gelişim sürecine bakıldığında da yangınların büyük rol oynadığı görülmektedir. Bitişik nizamlı ahşap yapılardan oluşan yoğun dokuda kasten ya da tedbirsizlik sonucu ortaya çıkan yangınlar geniş alanlara yayılmış, ciddi boyutlarda can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Yangınla mücadele etmek için yol açıları, genişlikleri, bina konumları, bina kütle oranları, yangın duvarları gibi konularda alınan kararlar yapı malzemelerindeki değişim kadar kent dokusunu önemli ölçüde değiştirmeye başlamıştır (Ceylan ve Arpacioğlu, 2014). Mekan kavramı bina ölçeğinden kent ölçeğine kadar insanın hem yaşamını sürdürebilmesi hem de sosyal anlamda var olabilmesi için gerekli en temel unsurdur. Mekan insanın deneyimlerini şekillendiren, biliş ve algılarına yön veren; yeni algılama şekli ile birlikte aidiyetlik anlamı taşıyan yer kavramına dönüşmektedir. Mekan insanı bilişsel ve algısal olarak değiştirdiği kadar, insan da mekanı şekillendirir, değiştirir, dönüştürür (Edgü, 2021). Bu örüntü ise zamanla katmanlaşarak davranış biçimlerini, kültürel değerleri ortaya çıkartır. Büyük tahribatlara neden olan yangınlar ise insanın kültürel değerlerini, davranışlarını biçimlendirdiği kenti yeniden yapılandırmayı, değiştirmeyi gerektirir.

3. BÜYÜK KENT YANGINLARI, NEDENLERİ, ETKİLERİ VE SONRASINDA ALINAN ÖNLEMLER

Aşağıda kent ölçeğine yayılan üç yangın olayı incelenmiştir. İncelenen örneklerin farklı dinamikleri barındırmasına dikkat edilmiş, bu sebeple farklı zaman aralıklarında ve farklı lokasyonlarda gerçekleşen örnekler üzerinde durulmuştur. Her bir örnek nedenleri, etkileriyle beraber ele alınmış ve yangın riskini optimize etmek adına bu riske etki eden parametreler üzerinden alınan önlemler analiz edilmiştir.

3.1. 1856-1911 Aksaray Yangınları

Tarihi yarımada ulaşım ağı açısından önemli bir yere sahip olan Aksaray' da 19. yy. yapı stoğunu 2-3 katlı cumbalı ahşap konutlar oluşturmaktaydı. 1856 yılından önce Aksaray' da ahşap yapı yoğunluğunun fazla olmasından dolayı yangınların kolaylıkla yayılıyor olması bölgede değişiklik yapılmasına neden olmuştur. 1856 yangınından sonra İtalyan mühendis ve mimar Luigi Storari yangın sonrası bölgede en majör değişiklikleri ele alan planlamaları yapmıştır. Bu düzenlemeden önce yangın sonrasında yangına maruz kalan alanların eski halleri korunacak şekilde çalışma yapılırken, Luigi Storari'nin planlarıyla birlikte yeni bir yaklaşım oluşmaya başlamıştır. Bu çalışmalar kentsel düzenlemelerin ve imar çalışmalarının temeli olması açısından büyük önem taşımaktadır (Demir, 2020).

Modernleşme arzusu ve kente dair problemlere çözüm üretme ihtiyacı kentsel tasarım anlayışına da yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bölgeye dair en kritik risklerden biri olan yangın için ana hedef yangının çıkmasını önlemek ve yangından korunmak olmuştur (Çelik, 2010). Bu yangınla birlikte ilk defa yangının meydana geldiği alanların haritası çıkarılmış, yangın stratejik bir şekilde analiz edilmiş ve Luigi Storari'nin hazırladığı planlar bu strateji doğrultusunda ele alınmıştır. Kentsel tasarıma olan bu yeni bakış açısı Aksaray çehresinin köklü bir şekilde değişmesine neden olmuştur. 1911 yılında yine Aksaray' da meydana gelen ve 2.500 yapının yok olmasına neden olan yangın sonrasında ise yine aynı hassasiyetle Fransız mimar Auric tarafından plan çalışmaları yapılmıştır. Bu yapılan düzenlemelerle kentsel tasarımda yapılan değişimler ulaşım arterleri, kütsel değişim ve yapı malzemelerindeki değişim olarak gruplandırılabilir (Demir, 2020).

3.1.1. Ulaşım Arterlerindeki Değişim

Ulaşım arterleri yangın esnasında bölgeye müdahale edebilmek ve tahliyeyi sağlayabilmek için büyük önem taşımaktadır. O döneme kadar bölgede bulunan organik formu yollar ve çıkmaz sokaklar yeni düzenlemelerle yol ve kaldırım genişliklerinin tanımlandığı sistematik bir hale getirilmiştir. Kentsel tasarıma dair yapılan düzenlemelerde kent içinde farklı genişliklerde yollar tanımlanmıştır. 1839 ve 1891 yılları arasında yapılan 6 düzenlemede yol genişliklerinin giderek arttığı görülmektedir. Ana arter ve ara akslara göre sınıflandırılarak belirlenen yol genişlikleri süreç boyunca elde edilen tecrübeler doğrultusunda değiştirilmiştir. Yapı adaları ve yolların belirli akslar üzerinde geometrik bir düzenle yapılmış olması da üzerinde durulan diğer bir önemli konudur. Bu kararın uygulanması biranda gerçekleşmediği için hem organik doku hem de geometrik doku bir arada bulunmuş, zamanla geometrik doku baskınlığını arttırmıştır. Yol düzenlemelerine dair ele alınan bir başka konu ise çıkmaz sokaklardır. İlk etapta alınan yasaklama kararı belirli sınırlamalar getirilerek mecbur kalındığı durumlarda yapılabileceği yönünde değiştirilmiştir (Demir, 2020).

3.1.2. Binaların Kütle Büyüklüğü ve Formunda Değişim

1839' dan 1891' e kadar yapılan düzenlemelerde yapı yüksekliği, saçak, cumba gibi kütleyi etkileyecek faktörlerde değişiklikler yapıldığı görülmektedir. Yapı yüksekliği hem yapının ahşap ya da kagir olmasına göre değişkenlik göstermekte hem de yapının sınır olduğu yolun genişliğine göre değişmektedir. Cumba ve çıkımların ele alınışı şekli yapı yüksekliğinde olduğu gibi yol genişliğine bağlı olarak değişmektedir. Yol genişliklerinin artması binaların kütle oranlarının değişmesinde önemli bir faktör olmuştur. Yolların genişletilmesi için belirlenen mesafede yapılar geri çekilmiş ve parselden belli bir alanı yola terk etmiştir (Demir, 2020).

Bu yangınların çıkmasının ve geniş alanları tahrip etmesinin en temel sebeplerden biri yapıların ahşap oluşudur. Yangının hızlı bir şekilde yayılmasını engellemek adına, bitişik nizamdaki evlerin çatılarının her iki tarafına yaklaşık 1.5m boyunda yangın duvarı yapılması kararlaştırılmış, bu uygulamayı yapmaya imkanı olmayanlar için her 10 ahşap yapı arasında yangın duvarı olabileceği söylenmiştir. Bu karar farklı düzenlemelerde değişikliğe uğramış da, yangın duvarları cephe ve sokak silüetini etkileyen önemli bir değişikliktir (Demir, 2020).

3.1.3. Yapı Malzemelerindeki Değişim

Bölgede genel olarak büyük ölçekli kagir anıtsal yapılar ve ahşap kagir sistemle yapılmış konutlar yer almaktadır. 19. yy da temel gerekçe yangın olmak üzere çeşitli ihtiyaçlar ve modernleşme arzusuyla birlikte malzeme ve yapım yöntemlerinde farklılaşmalar, çeşitlenmeler başlamıştır. 1839 yılında yapılan düzenlemede taşıdığı riskler açısından ahşap yapılar tamamen yasaklanmış, daha sonra bu karar uygulama aşamasında yetersiz kaldığı için belirli önlemlerle ahşap yapıların da yapılabileceği yönünde değişmiştir. Kagir yapılar tam kagir ve yarı kagir olmak üzere iki, ahşap yapılar ise dört farklı türde kategorize edilmiştir. Malzemelerin birbirlerine göre olan avantajları ve dezavantajları tanımlanmış, kullanılan yapım tekniği ve malzemeye göre yapıların ayakta kalma sürelerine bu düzenlemelerde yer verilmiştir. Binalarda yangın esnasında tutuşmayı önlemek amacıyla özellikle dükkan ve çıkmalarda sac kullanımı teşvik edilmiştir. Kentin farklı bölgelerinde alınan kararlar sonrasında bazı bölgelerde ahşap yapılar yasaklanmış bazı bölgelerde ise yapımı devam etmiştir. Bu yaklaşım kent dokusunu etkileyen önemli faktörlerden biridir (Demir, 2020).

3.2. 1995 Kobe Yangını

1995 yılında Japonya' nın Kobe kentinde 7.2 şiddetinde meydana gelen 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 de olabileceğinin bir örneğidir. Deprem bölgesi olan Türkiye için de bu risk dikkate alınması ve gerekli önlem, müdahale stratejilerinin oluşturulması gereken bir durumdur.

Sık sık şiddetli depremlere maruz kalan Kobe'de depremde can kayıplarını minimuma indirmek için ahşap yapılar tercih edilmiştir. Deprem sonrası ortaya çıkan yangın ahşap yapı yoğunluğundan dolayı hızla artmış ve ahşabın kolay tutuşabilen bir malzeme olmasından dolayı geniş alanlara yayılmıştır. 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 bir kılavuz olmuştur. Bu yangından sonra yapılarda ahşap malzeme mümkün olduğunca az kullanılmıştır. Yangınla mücadele edecek büyük bir itfaiye ekibi kurulmuş ve depremden sonra yangın riskini göz önünde bulundurarak kurtarma ekiplerinin tümü söndürme işlemi gerçekleştirebilecek şekilde eğitim almıştır (Shiozaki vd., 2006).

Hyogo Deprem Yapılandırma Araştırma Merkezinde ele alınan İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi tarafından Türkçeye çevrilen Büyük Hanshin Depreminden Alınan Dersler adlı makalede bu deprem sonrası oluşan yangından yola çıkarak büyük şehir yangınlarının sebepleri ortaya konulmuştur. Geniş alanlara yayılmış konut alanları arasında yangın tehlikesi yüksek yapıların ve ahşap yapıların bulunuyor olması yangınların ortaya çıktığı noktada lokalize edilmesini engellemekte ve daha geniş alanlara yayılmasına neden olmaktadır. Altyapı sistemlerinin zayıf olması, buna bağlı olarak fazla sayıda yangın çıkması ve su kaynaklarının, pompalarının yetersiz kalması Kobe yangınının kontrol altına alınmasını mümkün kılmamıştır. Birincil risk de olsa ikincil risk de olsa bir yerleşim alanında yangın çıkma ihtimalinin çok fazla noktada bulunuyor olması kontrolü zorlaştırmaktadır. Kobe depreminden sonra ikincil bir tehlike olarak ortaya çıkan yangın müdahale ekipleri tarafından

geç idrak edilmiş ve müdahale gecikerek hem daha ileri safhada kontrol altına alınmaya çalışılmış hem de müdahale ekipmanları, su kaynakları yetersiz kalmıştır (Shiozaki vd., 2006). Bütün bu risklere karşı alınabilecek önlemler kentlerde yangına karşı güvenli ortamlar oluşturulabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kentlerde yangın güvenliğini sağlamanın en temel yolu kenti yangın risklerinden arındıracak tasarım yaklaşımlarını ele almak, yeşil doku ve su kaynaklarını arttırarak kent dokusunu iyileştirmektir. Var olan dokunun dönüştürülmesi çok kolay olmadığı için risk yönetim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Tehlikenin büyüklüğünü ortaya koyan; gerekli iyileştirme ve hazırlık çalışmalarını belirleyen; uygulamaya koyan; ekipman, kaynak, iş gücü, eğitim, farkındalık gibi sistemleri bir arada bulunduran bir program hazırlanmalıdır. Deprem gibi afetlerden sonra ikincil bir tehlike olabilmesi sebebiyle depreme dayanıklı altyapı sistemleri, su tankları bulundurulmalı, iletişim devamlılığının sağlanabilmesi için bilgi sistemleri iyileştirilmeli, deniz suyu söndürme sistemleriyle entegre edilmelidir (Shiozaki vd., 2006). Deprem, yangın gibi pek çok afete maruz kalan Japonya bunlardan çıkardığı dersler ile örnek alınması gereken bir afet kültürü oluşturmuş ve bu deneyimleri diğer ülkelerle Japonya Uluslararası İş Birliği Ajansı gibi pek çok kuruluş aracılığıyla paylaşmıştır. Bu gibi kuruluşlar ve üniversiteler aracılığıyla risk değerlendirme, yönetim ve haberleşme teknikleri başlıklarının anlaşılmasını, uygulanmasını ve şehirlerde afet hasarlarının minimuma indirilmesini hedeflemektedir. Bu eğitim programında aktardığı ve kentlerde uyguladığı risk analiz ve yönetim sistemleriyle potansiyel yangın risklerinin oluşturacağı muhtemel hasarlar Japonya’ da minimuma indirilmiştir. Bu sistemin doğru çalışabilmesi için risklerin sürekli olarak izleniyor olması önem taşımaktadır (Kuzucuoğlu, 2013).

1995 deprem ve yangın felaketleri sonrası Kobe’de 2005-2015 yıllarını kapsayan, riskleri afet olduktan sonra değil olmadan önce belirlemeyi hedefleyen bir eylem planı hazırlanmış, belirlenen risklerin azaltılmasına yönelik önemli politikalar oluşturulmuş ve bu politikaların uygulanmasına yönelik bütçe planlaması yapılmıştır. Risk yönetimini sağlayabilmek adına yapılan en önemli çalışmalardan biri Coğrafi Bilgi Sisteminin geliştirilmesi ve aktif bir şekilde kullanılmasıdır. Bu sistem geçmiş afetler, onlara yönelik analizler ve çıkarılan dersler, bölgeye dair mevcut durum ve risk tespitlerinin haritalar üzerine işlendiği ve isteyen herkesin web sitesi üzerinden ulaşabildiği bir sistemdir (Kuzucuoğlu, 2013).

Yangına dirençli kentler oluşturabilmenin öncelikli yolları yangına dayanıklı yeni binalar yapmak, mevcut yapı stoğunu geliştirmek, kentlerde yerleşim alanlarında depreme dayanıklı su depoları yerleştirmek gibi yapısal önlemler almaktır. Mevcut yapı stoğunun neden olduğu uygulama zorlukları nedeniyle bu yaklaşım her zaman kolay olmayabilir. Bu gibi durumlarda arazi kullanım yönetimi, müdahale ve kurtarma sistemlerinin oluşturulması ve geliştirilmesi, tahliye planlaması gibi süreçlerle de risk yönetimi sağlanabilir. Tokyo Belediyesi her iki yaklaşımı da bir arada uygulamıştır. Acil tahliyeler için açık alan planlaması yapmış, yapıları yangına dirençli projelendirmiş, güvenli tahliye sağlayabilmek için bu güzergahlar boyunca su depoları, hidrantlar planlamıştır. Ahşap yapı yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda 300m ile 1km arasında değişen uzaklıklarda 46 acil tahliye alanı, toplamda 75 adet açık alan planlamıştır. Büyük ölçekli parklar; küçük semt parkları; tahliye, müdahale, yangın yayılımı açısından önem taşıyan yollar afet önleme bölgesi olarak tanımlanmaktadır. Yolların, parkların, nehirlerin yangın yayılımını azaltacak şekilde düşünülmesi ve afet kırıncılarla yangına dirençli bölgeler oluşturulması teşvik edilmektedir. Afet önleme bölgesi olarak da düşünülen bu açık alanlar arasındaki uzaklığın yürüyerek maksimum yarım saatte ulaşılacak mesafede olması; barınma gereken durumlarda m² ye düşecek insan sayısının nüfusa göre planlanması; radyasyon, ısı, sıcak hava akımlarından etkilenmeyecek şekilde tasarlanması ve yeterli

büyükölğe sahip olması gibi politikalara sahiptir. Japonya’ da çeşitli kuruluşlarda yetişkin ve çocuklara yönelik eğitim programları oluşturulmuş, kendi güvenliğini kendin koru ve kent güvenliğini toplumla beraber koru hedefleri belirlenmiştir. İnsanların kolay erişebilmesini mümkün kılan, bina içlerine de monte edilebilen söndürme hortumlarıyla erken müdahale edilerek yangının yayılmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Tarihi yapıların bulunduğu alanlarda yangın sonrasında devreye giren, bir bariyer gibi yangının yayılmasını engelleyen söndürme sistemleri uygulanmıştır (Kuzucuoğlu, 2013).

3.3. 2017 Londra Yangını

2017 yılında Londra Grenfell Tower’da bir dairede başlayıp, cephe boyunca yayılan yangın büyük can kayıplarına neden olmakla birlikte, 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 yayımlanan kamu soruşturma raporunda belirtildiği gibi bazı iletişim, yönetim ve müdahale eksiklikleri ve hatalarının da olduğu görülmüştür.

Bir yangındaki ana hedef can güvenliğini sağlamak ve gerekli tahliye imkanı verebilmektir. Bu yangının kontrol dışına çıktığı anlaşıldığında strateji değişikliğine gidilip güvenli tahliye için gerekli organizasyonun yapılmadığı anlaşılmıştır. Komuta ve kontrol açısından büyük eksikliklere sahip olan müdahale aşaması durumun risklerine göre alınacak pratik çözüm önerilerinden de yoksun kalmıştır. Acil durum hizmetlerinin çalışmalarındaki eksiklikler, eğitim açığı olduğu gerçeğini ortaya çıkarmıştır. 2017 de meydana gelen bu yangın için hazırlanan rapor iki fazdan oluşmakta; ilk fazında olaya dair bilgiler verilmekte, ikinci fazında 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). Kazalar, afetler, hatalar her ne kadar geri dönüşü olmayan büyük kayıplara neden olsa da onlardan ders çıkarıp geleceğe ışık tutması için gerekli analiz ve değerlendirmeleri yapabilmek de oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma hem bu yangının nedenlerini net bir şekilde ortaya koyabilmek hem de kentte benzer problemlerin varlığına dikkat çekerek bunları önleyebilmek adına önemli bir örnektir.

Grenfell Tower yangınından sonra kentte oluşan güvensizlik duygusu üzerine bu yangının çıkma sebeplerini ortadan kaldırmak adına hükümet bina kullanıcılarına yönelik tavsiye notları yayınlamıştır. İngiliz Standartları Enstitüsü tarafından uzman kişilerce hazırlanarak geliştirilen PAS 9980 topluma danışma aşamasını da içeren bir kılavuzdur ve kentte yangın riski oluşturabilecek cephelerin tüm binalar için ayrıntılı değerlendirilmesi gerektiğini, bunlara yönelik tedbirlerin nasıl yapılacağını ortaya koymuştur. Söz konusu tavsiye notu bina güvenliğine gerekli görülenden daha fazla temkinli yaklaşıma ve orantısız değerlendirmeye neden olduğu için geri çekilmiştir ve tavsiyelere ilişkin ek kılavuzun 2023 yılı içinde yeniden yayınlanması planlanmaktadır. Yangın riski değerlendirmesi gereken çok katlı, çok kullanımlı binalar yetkin kişilerce incelenerek Kamuya Açık Şartname (PAS) 9980b kapsamında değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Gov.uk, 2020).

4. KENT VE BİNA ARAYÜZÜNDE YANGIN RİSKİNE İLİŞKİN PARAMETRELER

4.1 Kentlerde Yangın Güvenliği Üzerine İncelenen Çalışmalara Ait Özet Tablo

Her tecrübe iyi analiz edildiğinde ve elde edilen veriler doğru bir şekilde kullanıldığında gelecek için faydalı birer kılavuzdur. Yukarıda incelenen örneklerin kentlerde yangın riskini yönetme adına attığı adımlar bu çalışma kapsamında kent ve bina arayüzünde yangın güvenliğini etkileyen parametrelerin ortaya konulması adına önemli verilerdir.

Aşağıdaki tabloda incelenen çalışmaların kentlerde yangın güvenliğini sağlamak ve yangın riski yönetimi yapabilmek için attığı adımlar maddeler halinde özetlenmiştir. İncelenen örneklerde hem müdahale ekibi hem de toplum için eğitim ve farkındalığın önemine vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra itfaiye ekiplerinin kent ve kente dair dinamiklere hakim olması; söndürme ekipmanları ve su kaynaklarının potansiyel risklere cevap verir yeterlilikte olması; binaların konumu ve ulaşım arterleri; bina yüksekliği ve kullanılan cephe malzemeleri; kentin ekonomik, coğrafik, demografik ve iklimsel tüm parametreleriyle taşıdığı risklerin ortaya konulması; geçmişteki yangınların analiz edilerek tekrar eden, risk potansiyeli taşıyan uygulamaların iyileştirilmesi gibi konuların üzerinde durulduğu görülmektedir.

Çizelge 1: Kentlerde yangın güvenliği üzerine incelenen çalışmalara dair özet

1856 -1911 İstanbul Aksaray Yangını	1 Yangının çıktığı alanların haritalandırılması ve sebeplerinin analiz edilmesi 2 Yeni imar planı çalışmaları 3 Binaların kütle büyüklüğü ve formunda değişim 4 Yapı malzemelerinde değişimi
1995 Japonya Kobe Yangını	1 İtfaiye ekiplerinin eğitimi 2 İtfaiye ekipman yeterliliği 3 Depreme ve yangına dayanıklı altyapı sistemleri 4 Bina strüktürü ve cephe malzemesi seçimi 5 Su kaynaklarına erişim, deniz suyunun söndürme sistemlerine entegrasyonu 6 Kent yangınlarının lokalize edilebilmesi, kompartımantasyon, bariyer sistemleri 7 Toplum bilinci ve eğitim programları 8 Aktif kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri
2017 Londra Yangını	1 İtfaiye ekiplerinin eğitimi, iletişim ve koordinasyonun güçlendirilmesi 2 Cephe malzemesi ve cephe sistemlerinde risk optimizasyonu 3 Kentte yangın riskleri belirlenmesi ve analiz edilmesi 4 Yangının komisyon tarafından incelenmesi ve kentte benzer durumların tespiti

4.2. Kent ve Bina Arayüzünde Yangın Riski Oluşturan Parametreler

Yukarıdaki örneklere ve alınan önlemlere bakıldığında yangın riskinin çok boyutlu ele alınması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Yangın riskini etkileyen pek çok parametre yer

almakta, her bir parametre özelinde alınması gereken çok sayıda önlemin olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda bina ölçeğinde alınan kimi önlemlerin kent için, kent için alınan kimi önlemlerin de bina için önemli olduğu söylenebilir. Bu yaklaşım modern ve bütünleşik yangın riski yönetimi için *Kent ve Bina Arayüzü* kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bu doğrultuda kent ve bina arayüzünde yangın güvenliği için alınması gereken önlemler Kent Ölçeğinde Bina Ölçeğini Etkileyen Parametreler ve Bina Ölçeğinde Kent Ölçeğini Etkileyen Parametreler olarak iki başlık altında ele alınmış, bu önlemlere aşağıda yer verilmiştir.

Çizelge 2: Kent ve bina arayüzünde yangın riski oluşturan parametreler

<i>Kent Ölçeğinde Bina Ölçeğini Etkileyen Parametreler</i>	1 Ulaşım arterleri; yol genişliği, eğimi, dönüş açısı 2 Güvenli zone ve toplanma alanı planlamaları 3 Parselasyon sistemi, yol-ada-parcel ilişkisi 4 İtfaiye merkezlerinin konumu 5 Hidrant sayısı 6 Kent ölçeğinde alternatif söndürme sistemleri 7 Depreme ve yangına dayanıklı altyapı sistemleri 8 Kent ölçeğinde mevcut risk faktörlerinin belirlenmesi
<i>Bina Ölçeğinde Kent Ölçeğini Etkileyen Parametreler</i>	1 Bina yüksekliği ve formu 2 Bina – bina ilişkisi 3 Bina – yol ilişkisi 4 Strüktür sistemi ve malzemesi 5 Cephe malzemesi 6 Cephe yağmurlama sistemleri 7 Cephe kompartımantasyonu

5. SONUÇLAR

Yangın güvenliğinin tam anlamıyla sağlanabilmesi için hem kent hem de bina ölçeğinde alınacak kararlar oldukça önemlidir. Yangın çok boyutlu bir risktir ve ihtiyaçlara göre değişen kentlerde riski oluşturan faktörler de şekil değiştirmektedir. Güvenli yaşam alanlarını sağlamak belirli periyotlarla yapılmış analiz ve değerlendirmelerle mümkün olacaktır.

Kentsel tasarım aşamasında araziye yerleşim, kullanım ve erişim prensipleri yangın esnasında risk yönetimi açısından oldukça kritiktir. Yolların genişliği, dönüş açıları, eğimi, ağaçların yol ile ilişkisi acil durum araçlarının müdahalesini kısıtlamayacak şekilde planlanmalıdır. Yangın riskinin daha fazla olduğu sanayi alanları, yanıcı maddelerin yoğun bulunduğu binaların yer aldığı 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 çıkabildiği görülmüştür. Bu gibi risklerin her zaman var olduğu düşünülerek altyapı sistemlerinin emniyet limitleri içinde planlanıp, uygulanması gerekmektedir. İtfaiye

yer seçimi, destek sistemlerinin konumları gibi faktörlere kentsel tasarım aşamasında ilgili standartlar çerçevesinde dikkat edilmelidir.

Kentsel tasarım kararları yangın güvenliği açısından sadece kent ölçeğinde değil, bina ölçeğinde de risk oluşturmaktadır. Bina ölçeğindeki kimi risk faktörlerinin de kentlerde yangın tehlikesi oluşturabileceğini söylemek mümkündür. 2017 Londra Grenfell Tower yangına sebep olan cephe malzemesinin kentte büyük bir tehdit oluşturacak kadar yaygın kullanıldığı görülmüştür. Bina yüksekliği, formu; binanın diğer binalarla ve yol ile olan ilişkisi; strüktür sistemi; cephe yağmurlama sistemleri gibi bina ölçeğindeki diğer parametreler ve bunların kent ile olan ilişkisi yangın riski yönetiminde oldukça kritiktir.

Bu doğrultuda güvenliğin sürdürülebildiği yaşam alanları sağlayabilmek adına risk faktörlerinin tekil olarak değil bütünleşik bir senaryonun içerisinde ele alınması, kente ve yaşam alanlarına dair değişen parametrelerle beraber bu senaryoların ve sonrasında alınacak aksiyonların güncellenmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Ceylan, O. & Arpacioğlu, Ü. 2014. Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlıklarında Edilgen Yangın Korunumu. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.

Çelik, Z. 2010. 19. Yüzyılda Osmanlı Başkenti Değişen İstanbul. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Demir, Z. 2020. İstanbul' Da 1856 Aksaray Yangını Sonrası Yangın Bölgesinde Meydana Gelen Değişimleri İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

Edgü, E. 2021. Hayatta Kalma Güdüsü: Bir Mekansal Algı Süreci. Coğrafi Bilimler Dergisi .

Ender, C. 1975. Tarihi Çevre Bilinci. Ankara.

Gov.uk. 2020,11.11. Building Safety Advice For Building Owners, Including Fire Doors. Edinim Tarihi 14.04.2023. <https://www.gov.uk/government/publications/building-safety-advice-for-building-owners-including-fire-doors>

Grenfell Tower Inquiry. 2019. Grenfell Kulesinde 14 Haziran 2017' De Yaşanan Yangınla İlgili Kamu Sor. Raporu.

Kalley, J. 2020. Between Two Disasters: Western Hemisphere. Icomos 6 Iscs Joint Meeting Proceedings Advancing Risk Management For The Shared Future.

Kuzucuoğlu, A. 2013. Kentsel Riskler Ve Japonya Modeli. İstanbul: Hiperlink Yayınları.

Oduncu, O. 2018. Şehir Ölçeğinde Yangın Master Planının Hazırlanması: Sakarya Örneği. Sakarya Ü. Fen Bil. Ens.

Özgünler, M. 1994. Pasif Yangın Güvenlik Önlemlerinde Etkili Olan Tasarım Değişkenleri Ve İlgili Mevzuatın İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Shiozaki, Y. Nishikawa, E. Deguchi, T. Watanabe, R. 2006. Büyük Hanshin Depreminden Alınan Dersler. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Basımevi.

Uluç, A. Şenol Balaban, M. & Yıldırım Esen, S. 2021. Kültürel Miras Yangın Risk Yönetimi Üzerine Bir Değerlendirme: İngiltere Ve Türkiye Örnekleri.

MİMARİ DETAYLARDA PASİF YANGIN DURDURUCU SİSTEMLERİN TASARIM VE UYGULAMA ESASLARI

Tolga Aycı¹
Nullifire¹

ÖZET

Yapılarda yangın güvenliğini sağlamak amacıyla, algılama, aktif söndürme ve pasif yangın koruma sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yapılarda birlikte kullanımı, olası can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi, yangın sonrası risklerin oluşmaması ve yapının tekrar çabuk ve kolayca kullanıma sokulabilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Yangın çıkan mahalde, alev, duman ve ısı transferi düşey olarak döşemelerdeki boşluklardan ve yatay olarak duvarlar üzerindeki boşluklardan ilerleyeceğinden, döşemeler ve yangın duvarları yangının yapı içerisinde yayılmasını engellemek amacıyla pasif yangın durdurucu sistemler ile yalıtılmalıdır. Yangına dayanımlı döşeme ve yangın duvarları üzerinde mekanik, elektrik tesisat geçişleri ve mimari, inşai birleşim detaylarında pasif yangın durdurucu sistemler uygulanmaktadır. Bu çalışmada, pasif yangın durdurucu sistemlerin mimari detaylardaki tasarım ve uygulama esaslarından bahsedilecektir.

Anahtar sözcükler: Pasif yangın durdurucu, mimari, yalıtım, yangın

ABSTRACT

In order to ensure fire safety in buildings, detection, active protection and passive fire protection systems are used. The use of these systems together in buildings is significant in terms of minimizing possible loss of life and property, preventing post-fire risks, and putting the building back into use quickly and easily. In the fire origin area, the flame, smoke and heat transfer are proceed vertically through the gaps in the floors and horizontally through the gaps on the walls. In order to prevent spread of fire within the building, floors and fire walls should be insulated with passive fire protection systems. Passive protection systems are installed in mechanical and electrical penetrations, architectural and constructional joints on fire resistant flooring and fire walls. In this study, the design and installation principles of passive fire protection systems in architectural details will be discussed.

Keywords: Architectural, passive fire protection, insulation, fire

¹ tolga.ayci@cpg-europe.com

1.GİRİŞ

Türk Dil Kurumu yangın sözcüğünü “zarara yol açan büyük ateş” olarak tanımlamaktadır (TDK Sözlük,2023). Oksijen, ısı kaynağı ve yakıt bileşenlerinin bir araya gelmesi ile kimyasal bir tepkime olan yangın oluşmaktadır. Bu kimyasal tepkime ortamda ısı, alev, gaz ve duman oluşumuna neden olmaktadır ve yapılarda konveksiyonel, ısı iletimi ve sıçrama yoluyla yayılmaktadır.

Yapıların yangından korunması ile ilgili 3 temel önlem alınmaktadır. Bunlar;

1. Algılama Sistemleri (Duman algılama alarmları, otomatik kapılar vb.)
2. Aktif Yangın Durdurma Sistemleri (Sprinkler, yangın söndürücüler vb.)
3. Pasif Yangın Önleme Sistemleri (Yangın durdurucular, yangın kapıları vb.)

Yukarıda belirtilen sistemler birbirini tamamlayıcı olup birbirleriyle entegre olarak çalışmalıdır. Algılama sistemleri, yangın sistemleri yangında esnasında yapı kullanıcılarını çeşitli elektriksel tesisatlar yardımıyla haberdar ederek can güvenliğine hizmet etmektedir. Aktif yangın durdurma sistemleri ise yangın esnasında çeşitli mekanik tesisatlar yardımıyla yangını söndürmeyi hedeflemektedir. Son olarak, pasif yangın önleme sistemleri ise yangının yapı içerisinde ilerlemesini engellemeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmada ise, pasif yangın önleme sistemleri içerisinde yer alan pasif yangın durdurucu sistemlerinin tasarım ve uygulama esasları detaylı olarak incelenecektir. Aynı zamanda yangın bölümlendirmede kullanılan diğer pasif yangın önlemleri de tamamlayıcı olarak düşünülmelidir ve göz ardı edilmemelidir.

2. YANGIN İSTATİSTİKLERİ VE PASİF YANGIN DURDURUCU UYGULAMA ALANLARI

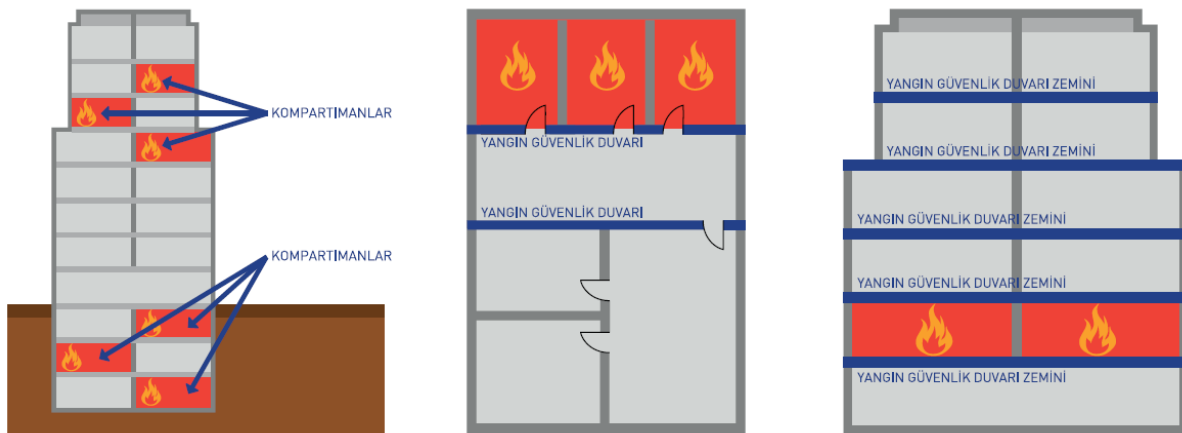
Dünya'daki muhtelif yangın istatistiklerine baktığımızda yangın tedbirlerinin önemi perçinlenmektedir. Dünya'da yılda ortalama gerçekleşen 3.8 Milyon yangında toplam yaklaşık 45.4 Bin ölüm gerçekleşmektedir (CTIF,2016). Ayrıca yangın ölümlerinin %75'i dumandan kaynaklanmaktadır (HALL,2000). Bu istatistik bize yangında ortaya çıkan dumanı pasif yangın önlemler ile ortaya çıktığı alanda kontrol altına almanın önemini göstermektedir. Ek olarak duman yangında hayatta kalanların %47'sinin 3.5 metreden uzağı görememesine de neden olmaktadır. Son olarak, yangın ölümlerinin %57'si yangının kaynak hacminde gerçekleşmemektedir (NFPA,1997) Kısaca, ölümlerin çoğu yangının çıktığı bölümde değil, yangının yayılarak ilerlediği diğer bir bölümünde gerçekleşmektedir. Bahsedilen bu istatistikler, yangında ölümcül dumanın en az alev kadar önemli olduğunu bizlere göstermektedir.

Pasif yangın durdurucu sistemler, yapı 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 girmek ve yolcuları kurtarması için gereken zamanı artırmak.
- Yangını çıkış noktasına hapsetmek.
- 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.

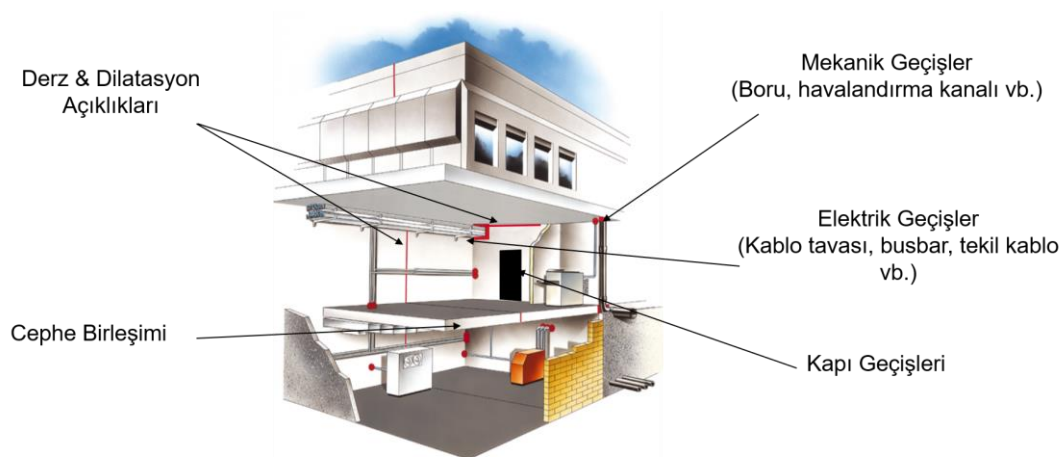


Şekil 1. Yangın bölümlendirme gösterimi

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 2. Pasif yangın durdurucu sistemler uygulama alanları

Bu bölümde verilen istatistikler bize pasif yangın durdurucu sistemlerin can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi, yangın sonrası risklerin oluşmaması ve yapının tekrar çabuk ve kolayca kullanıma sokulabilmesi açısından çok önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca pasif yangın durdurucu sistemlerin mekanik, elektrik, mimari ve inşai disiplinlerinin tümünde uygulandığı ve birbirini tamamladığı görülmüştür.

3. YÖNETMELİKLER, STANDARTLAR VE TASARIM ESASLARI

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 (BYKHY,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 Avrupa standartlara (EN – European Norms) atıfta bulunmaktadır. Aşağıdaki çizelgede pasif yangın durdurucu sistemlerin ulusal test standartları ve onayları belirtilmiştir.

Çizelge 1: Pasif yangın durdurucu sistemlerin test standartları

Standart Kodu	Standart Açıklaması	Kullanım Yeri
(TS) EN 1364-3	Taşıyıcı olmayan elemanlar için yangına dayanıklılık deneyleri Bölüm 3: Giydirme cephe – Tam kurulum (tüm donanım)	Giydirme Cephe - Döşeme Birleşimleri
(TS) EN 1364-4	Yük taşımayan elemanların yangına direnç deneyleri – Bölüm 4: Giydirme cepheler - Bölüm konfigürasyonu	Giydirme Cephe - Döşeme Birleşimleri
(TS) EN 1366-3	Servis tesisatları için yangına direnç deneyleri - Bölüm 3: Servis geçiş contaları	Mekanik & Elektrik tesisatların duvar ve döşeme geçişleri
(TS) EN 1366-4	Tesisat kurulumları için yangına karşı direnç deneyleri – Bölüm 4: Doğrusal bağlantı contaları	Mimari ve inşai derzler, birleşimler (duvar-tavan birleşimi, dilatasyonlar vb.)

Pasif yangın durdurucu sistemlerdeki yangın dayanım sınıfları değişiklik göstermektedir. Yangın dayanımında, bütünlük ve yalıtım temel sınıfları oluşturmaktadır. Aşağıdaki çizelgede performans değerlendirmelerinin notasyonu yer almaktadır.

Çizelge 2. Pasif yangın durdurucu sistemlerin örnek dayanım tablosu

	Performans Kriterleri
Bütünlük (Alev ve gaz yalıtımı)	E-xxx → xxx dakika
Yalıtım (Isı yalıtımı)	El-xxx → xxx dakika

İlgili dayanım süreleri, yangın senaryoları baz alınarak her bir “yangın duvarı” için belirlenmektedir ve pasif yangın durdurucu sistemler için minimum yeterlilik sağlanmaktadır.

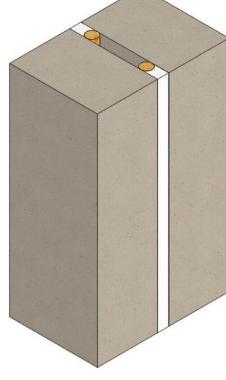
4. MİMARİ DETAYLARDA UYGULAMA ESASLARI

Pasif yangın durdurucu sistemlerin, yapıdaki uygulama alanlarından bir önceki bölümde bahsedilmiştir. Bu bölümde ise mimari detaylarda kullanılan pasif yangın durdurucu sistemlerin uygulama esasları detaylı olarak incelenecektir.

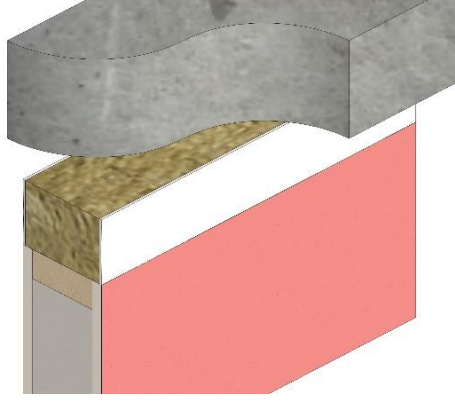
Öncelikle, pasif yangın durdurucu sistemlerin uygulamaları ilgili onay dökümanına uygun olmalıdır. Ayrıca, mekanik tesisat geçişlerindeki pasif yangın durdurucu sistemlerin uygulanmasında, aşağıdaki esaslar dikkate alınmalıdır.

1. Ana malzeme özelliklerini değerlendirilmesi
 - a. Ana malzeme tipi nedir? → Beton, alçıpan, tuğla vb.
 - b. Ana malzeme kalınlığı nedir?
 - c. Ana malzemedeki boşluk boyutları nedir?
2. Mimari detay özellikleri
 - a. Detayın tipi → Duvar – tavan birleşimi, cephe birleşimi, mimari-inşai derzler
 - b. Derz genişliği
3. Yangına dayanım gerekliliğinin belirlenmesi → Örneğin, 120 dakika dayanım
4. Çözümün yönetmelik ve onay dökümanlarına uygunluğunun belirlenmesi
 - a. Onay dökümanları (ETA)
 - b. Ürünlere ait tüm dökümanlar (MSDS, Leed, Performans Beyanı vb.)
 - c. Sahada yapılacak uygulama etiketlemesi
 - d. Uygulayıcının eğitim sertifikası
5. Sistemin ek özelliklerinin belirlenmesi
 - a. Akustik
 - b. Isı yalıtımı
 - c. Hareket kabiliyeti / Deprem performansı
 - d. Su yalıtımı
 - e. Patlama direnci
 - f. Rutubet ve küf

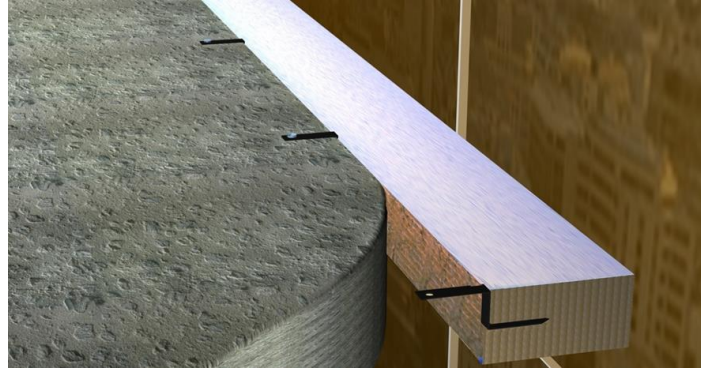
Mimari detaylarda pasif yangın durdurucu sistemlerin uygulama örneklerini aşağıdaki şekillerde bulunmaktadır.



Şekil 3. Mimari birleşim detayı



Şekil 4. Hareketli mimari birleşim detayı



Şekil 5. Cephe birleşim detayı

5. ONAY BELGELERİNİN MİMARİ DETAYLAR ÖZELİNDE İNCELENMESİ

Pasif yangın durdurucu sistemlerin performans testleri 3. Bölümde bahsedilen Avrupa Normları (EN)'na göre yapılmaktadır. Bu standartlar harmonize standart olmadığından yapılacak testler bir kılavuza ihtiyaç duymaktadır. Avrupa Birliği kapsamında Avrupa Teknik Onay Organizasyonu (EOTA)'nın yayınladığı Avrupa Değerlendirme Dökümanı (EAD) kılavuz olarak testlerde kullanılmaktadır. Bağımsız kuruluşlar tarafından bu kılavuzlara göre yapılan testler sonucunda performans değerleri onay belgeleri Avrupa Teknik Onayı (ETA) ile belgelenmektedir.

Mimari detaylarda, EAD 350141-00-1106 “Fire Stopping and Fire Sealing Products – Linear Joint and Gap Seal” döküman referans olarak alınmaktadır.

Avrupa Teknik Onay (ETA) dökümanları sistemlerin yangın dayanım performans değerlerini içermektedir ve tasarım / uygulama aşamasında karar vericilerin mimari detaylara uygun onay belgesini inceleyerek sistem için uygun ürünlerin seçimi yapmalıdır. Bir mimari derz birleşim detayında örnek ETA onay belgesinin görseli aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

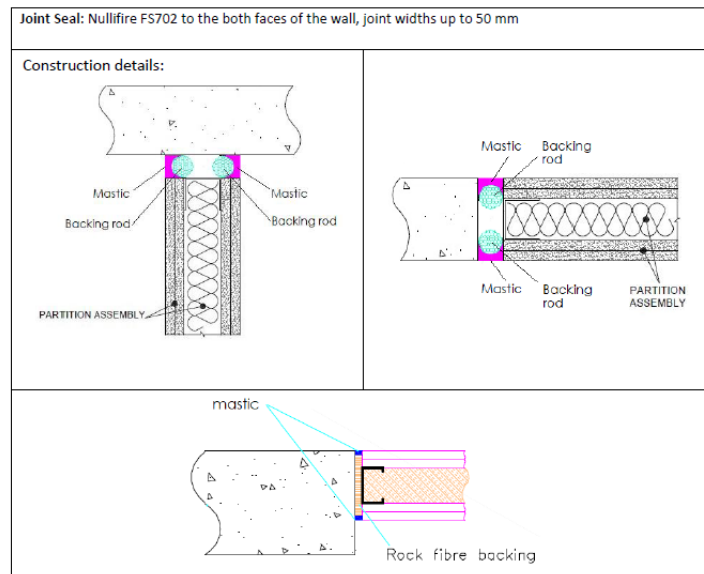
	ETA-Danmark A/S Göteborg Plads 1 DK-2150 Nordhavn Tel: +45 72 24 59 00 Internet: www.eta-danmark.dk	Authorised and notified according to Article 20 of the Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011	
European Technical Assessment ETA-20/1315 of 2021/01/01			
I General Part			
Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011: ETA-Danmark A/S			
Trade name of the construction product:	Nullifire FS702		
Product family to which the above construction product belongs:	Fire Stopping and Sealing Product: • Linear Joint and Gap Seals		
Manufacturer:	Tremco CPG UK Limited Torrington Avenue Coventry CV4 9TJ United Kingdom		
Manufacturing plant:	I001		
This European Technical Assessment contains:	19 pages including 1 annexes which form an integral part of the document		
This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of:	EAD 350141-00-1106 for Linear joint and gap seals, September 2017		
This version replaces:	-		

Şekil 6. ETA onay belgesi kapak görseli

ANNEX A – Resistance to Fire Classification – Nullifire FS702

A.1 Flexible or rigid wall constructions according to 1.2.1 with wall thickness of minimum 100 mm

A.1.1 Linear joint or gap seals, between head of flexible wall and soffit of concrete floor and vertical end of flexible wall and concrete wall



Şekil 7. ETA onay belgesinin içerdiği mimari

Yukarıdaki örnek ETA onay belgesini inceleyecek olursak, döküman kapağında belgenin numarası (ETA/20-1315) olarak verilmiştir. Bu numara o belgeye özel bir numaradır ve dökümanın kimlik numarası olarak düşünülebilir. Ayrıca, onay belgesinde kullanılan ürün adı ve kodu, ürün grubu, üretici firma bilgileri, döküman içeriği ve dökümanın hazırlandığı EAD kılavuzunun detayları yer almaktadır.

ETA onay belgesinin içeriğinde ise, detay çizimleri ve bu çizimler üzerinde kullanılan sistem bileşenleri belirtilmektedir. Her bir detay için yangın dayanım performansları Bölüm 3'teki E, EI kriterlerine göre belirtilmektedir. Sistem bileşenleri Şekil-7'de incelenebilir.

6. SONUÇLAR

Sonuç olarak, pasif yangın durdurucu sistemler yapıların yangından korunması ile ilgili alınan tedbirlerden biridir. Üç sac ayağı olarak bilinen algılama, aktif söndürme ve pasif yangın durdurucu sistemleri birbiri ile entegre olarak çalışmalıdır.

Pasif yangın durdurucu sistemlerin tasarım ve uygulama esaslarında detay onayları temeli oluşturmaktadır ve bu dökümanlar tüm sistemi (beton, boru, uygulama kalınlıkları vb.) tanımlamaktadır. Özellikle, pasif yangın durdurucu sistemler belirlenirken bu detaylara dikkat edilmelidir. Türkiye'de de geçerli ve gerekli olan Avrupa Teknik Onay (ETA) dökümanları her bir detay için incelenerek tasarım ve uygulama aşamasında mimar ve mühendisler tarafından sistem çözümü yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

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..

TÜRK DİL KURUMU, Genel Türkçe Sözlük

Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2015

https://www.eota.eu/download?file=/2014/14-35-0141/ead%20for%20ojeu/ead%20350141-00-1106_ojeu2017.pdf

MİMARİ PROJE SÜRECİNDE YANGIN EMNİYET ÖNLEMLERİ

Cevdet İşbitirici¹

Mustafa Söyler²

Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı¹⁻²

ÖZET

Yapılar mimari olarak tasarlanırken öncelikli olarak kullanılacak olan kişilerin konforu göz önünde tutulur. Hayatımızın büyük bir bölümünü binalarda geçirdiğimizi düşünürsek konfora gereken önemin verilmesi doğaldır fakat ilk olarak konforu düşünmek yanlış olur. İnsan hayatı için yaşadığı yapıların gereken güvenlik ve emniyeti sağladıktan sonra konforlu olarak tasarlanması şarttır. Bir yapının güvenli olarak tasarlanması için yapıyı tehdit eden unsurların iyi analiz edilmesi gerekir. Bu unsurlara genel olarak bakacak olursak deprem, sel, heyelan vb. bölgesel olabilecek afetleri ve bulunduğu bölgeye bakılmaksızın her binada tehdit oluşturan yangını söyleyebiliriz. Yangın konusunda yapı güvenliği için gerekli yönetmelik ve standartlar hazırlanmış olmasına rağmen ne yazık ki tasarım aşamasında çoğu kez göz önünde bulundurulmayıp tasarım yapıldıktan sonra yönetmeliğe bakılmaktadır. Binalar tasarlanmaya başlamadan önce çekirdek yapısı oluşturulurken yangın güvenliği konusuna dikkat edilerek merdiven evleri ve kaçış yolları oluşturulmalıdır. Bu bildiride mimari proje tasarım aşamasında yangın güvenliği için alınabilecek önlemler, ilgili yönetmelik çerçevesinde ele alınarak anlatılacaktır. Bildirinin amacı binaların yangından korunması hakkındaki yönetmeliğe dikkat çekmektir.

Anahtar sözcükler: Yangın, mimari tasarım, yangın yönetmeliği

ABSTRACT

Comfort is considered as a priority when designing buildings. Since we spend our lives in buildings, it is natural to give importance to comfort., but it would be wrong to think about comfort first. For human life, it is imperative that the buildings in which they live should be designed comfortably after providing the necessary safety and security. In order for a building to be designed safely, the elements that threaten the building must be well analyzed. If we look at these factors in general, we can say earthquake, flood, landslide, regional disasters and fire that poses a threat in every building regardless of the region. Necessary regulations and standards for building safety on fire have been prepared, but they are not taken into account during the design phase and the regulation is looked at after the design is made. While creating the core structure of the buildings, stair houses and escape routes should be created by paying attention to the fire safety issue. In the paper, the measures that can be taken for fire safety during the project design phase will be discussed within the framework of the regulation. The aim is to draw attention to fire regulations.

Keywords: Fire, architectural design, fire regulations

¹ cevdet.isbitirici@konya.bel.tr

² mustafa.soyler@konya.bel.tr

1. GİRİŞ

Yapıların yangından korunması için proje tasarım ve inşaat aşamasında alınması gereken önlemler vardır. Öncelikli olarak yapıyı yangın yönünden tehdit eden unsurların belirlenmesi ve bu sorunların giderilmesi gerekir. Yapıyı tehdit eden unsurları, yapıyı kullanan kişilerin dikkatsiz davranışları, kolay alevlenebilen ve parlayıcı, patlayıcı malzeme bulunduran yapılar, yapıda yanlış malzeme kullanımı, yapının tasarım aşamasında yapılan yanlış tasarımlar vb. olarak sıralayabiliriz.

Olası bir yangında, yangının büyümesini engelleyen, insanların tahliye edilmesine imkan sağlayan, olay yerine gelen itfaiye ekiplerinin yangını söndürmesine yardımcı olabilecek önlemlerin alınması gerekmektedir. Yapılarda yangın güvenliği pasif ve aktif yangın güvenlik önlemleri olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir(Berkmen,2000). Mimari proje aşamasında alınacak önlemler pasif güvenlik önlemleri kapsamındadır. Yapının tasarım aşamasında pasif güvenlik önlemlerinin alınması için öncelikli olarak yapının kriterlerinin, faaliyet alanının yani kısaca demografik yapısının belirlenmesi gerekir.

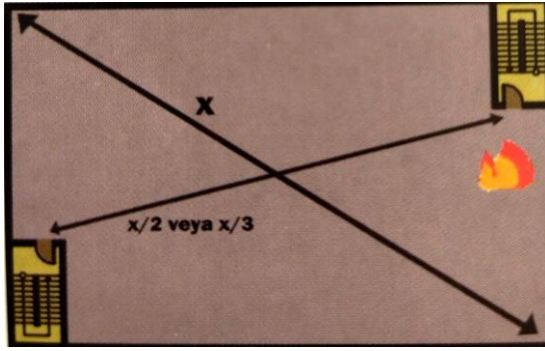
Pasif yangın güvenlik önlemleri:

- Yapı kullanıcılarının yangın durumunda rahatlıkla kullanılabileceği kaçış yolları, yangın merdivenlerinin bulunması,
- Yangın tahliye planının oluşturulması,
- Yangın esnasında bina içinde birikecek olan zehirli gazların tahliyesinin sağlanması,
- Yapıda yangın kompartımanları oluşturulması,
- Yangında oluşacak yüksek sıcaklığa karşı taşıyıcı sistemin mukavemetli olması,
- Kaçış yollarında, yangın merdivenlerinde, yangın kompartımanlarında ve bina dış cephesinde kullanılacak yapı malzemelerinin yangına dayanaklı, tutuşma sıcaklığı yüksek olan malzemeler olması,
- Duman ve zehirli gazların yayılmasını engellemek amacıyla duman perdelerinin yapılması, hedeflerini yerine getirmek amacı ile alınır(Başdemir, 2010; Kaya, 2019).

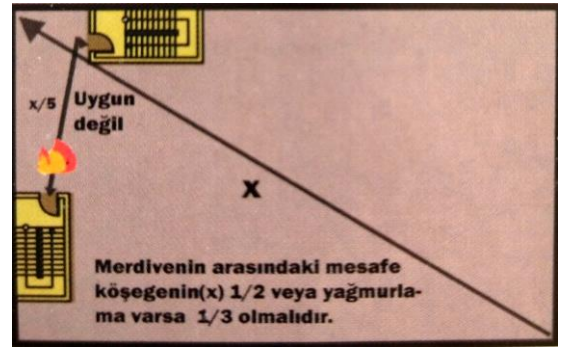
2. YAPILARDA ACİL ÇIKIŞ ZORUNLULUĞU

Yapılarda, acil durumlarda kısa sürede ve güvenli tahliyenin yapılabilmesi için acil durum çıkışlarının yeterli sayıda ve gerekli kriterlere sahip olması gerekmektedir. Bu konuda binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik, madde 39'da şöyle denilmektedir:

- Bütün yapılarda aksi belirtilmedikçe, en az 2 çıkış tesis edilmesi ve çıkışların korunmuş olması gerekir.
- Aksi belirtilmedikçe 25 kişinin aşıldığı yüksek tehlikeli mekanlarda ve 50 kişinin aşıldığı her mekanda en az 2 çıkış bulunması şarttır. Kişi sayısı 500 kişiyi geçerse en az 3 çıkış ve 1000 kişiyi geçerse en az 4 çıkış bulunmak zorundadır.
- Çıkışların birbirine alternatif olacak şekilde uzak olarak konumlandırılması gerekir. Bölünmemiş mekanlarda 2 çıkış gerekiyor ise çıkışlar arası mesafe yağmurlama olması durumunda diyagonal mesafenin 1/3'ünden; yağmurlama yoksa 1/2'sinden az olamaz (Şekil 1,2).

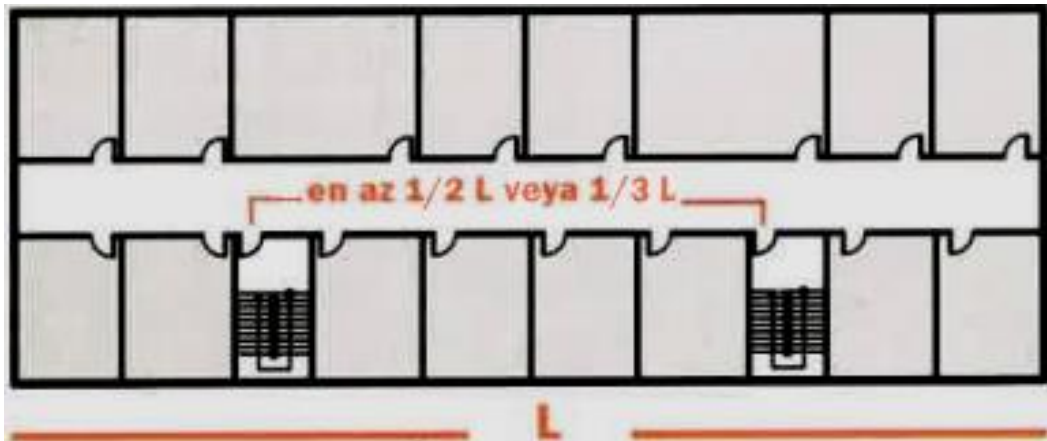


Şekil 1: Birbirine alternatif olarak kabul edilebilir



Şekil 2: Birbirine alternatif olarak kabul edilemez

- Çıkış mesafelerinin kapıdan alındığı bina kullanım sınıflarında, bir koridor içindeki 2 kaçış merdiveni arasındaki mesafe yağmurlama olması durumunda diyagonal mesafenin 1/3'ünden; yağmurlama yoksa 1/2'sinden az olamaz(BYKHY, 2021)(Şekil 3).



Şekil 3: Koridorlarda alternatif merdivenler arası mesafe

2.1 Acil Çıkış Zorunluluğunda Aksi Belirtilen Hükümler

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmeliğin 32, 48, 50 ve 52. maddelerinde yapılarda acil çıkışlar konusunda istisnalar ve aksi belirtilen hükümler yer almaktadır. Yönetmelikte aksi belirtilen hükümleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Zemin katta bulunan işletmelerde kişi sayısı 50'yi geçmediği takdirde ve tek yön kaçış mesafesi 25 m'den az ise tek çıkış yeterli kabul edilir.
- Yapı yüksekliği 21.50 m'den az ise normal merdiven kaçış yolu olarak kabul edilir ve ikinci merdiven aranmaz.
- Toplam yatak sayısı 20'den veya kat sayısı 2'den fazla olan otellerde birbirine alternatif 2 çıkış olması gerekir. Yatak sayısı 20'den az ve yapı yüksekliği 15.50 m'den az olan yerlerde ise merdiven korunumlu yapıldığı ve basınçlandırıldığı takdirde, tek merdiven yeterli kabul edilir.

- Fabrika, imalathane, mağaza, dükkan, depo, büro binalarında en az 2 kaçış merdiveni olmalıdır. Fakat yapı yüksekliği 21.50 m'den az, kattaki kişi sayısı 50'den az ise, yapıda yanmaz malzemeler kullanılmış ve imalathane vb. alanlarda kolay alevlenici madde bulunmuyorsa tek merdiven yeterli kabul edilir.

Mimari proje aşamasında, yönetmelikte belirtilen bu hususlara dikkat edilerek bir tasarım oluşturulması gerekmektedir.

3. BİNALARIN ÇEKİRDEK YAPISININ YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİ KAPSAMINDA TASARLANMASI

Olası bir yangında, öncelikli olarak insanların hızlı bir şekilde tahliye edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yangın güvenlik önlemleri, tahliyeyi kolaylaştırmak için 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(Güllüoğlu, 2008; Arpacıoğlu, 2004).

3.1 Kaçış Yolları Tasarımı

Kaçış yolu, yapının herhangi bir noktasından yer seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yol olarak tanımlanmaktadır(BYKHY, 2021).

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(Kaya, 2019).

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 mekanlarına 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(BYKHY, 2021).

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

3.2 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 şaft kapakları açılmaz.
- Yangın merdivenlerinin her iki yanında duvar, korkuluk veya küpeşte olması gerekir (BYKHY, 2021).

Yangın merdivenleri ve kaçış yolları tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer nokta çıkmaz koridor mesafeleridir. Çıkmaz koridor mesafeleri, kolay alevlenici, parlayıcı, patlayıcı malzeme bulunduran 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 (**Çizelge 1**).

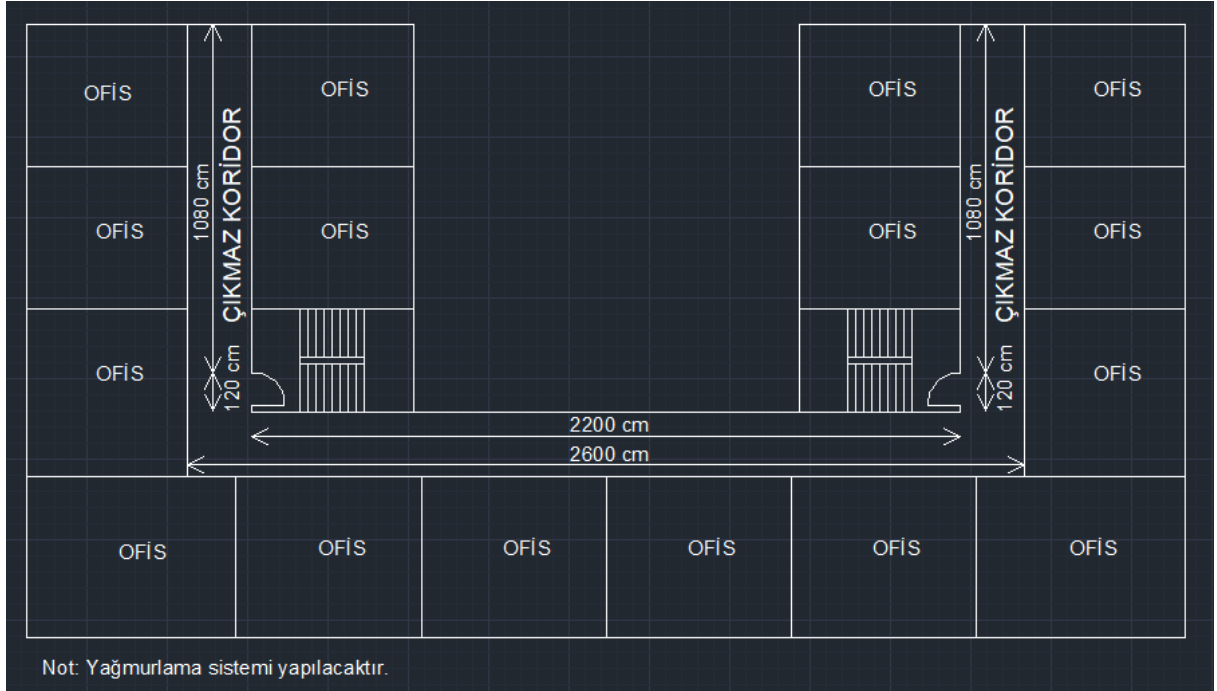
3.2.1 Merdiven Kol Genişlik Hesabı

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 (**Çizelge 1**) belirtilen birim genişlikten geçen kişi sayısına bölümü ile elde edilen değer 0.5 m ile çarpılmasıyla bulunan sonuçtan az olamaz. Örneğin okul ve eğitim yapılarında (okul ve eğitim 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.

Çizelge 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

Yurtlar, Yatakhaneler	15	30	45	75	50	40	30	50	15	20
Mağazalar, Dükkanlar, Marketler	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Otoparklar ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Okul ve Eğitim Yapıları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Toplanma Amaçlı Binalar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Hastaneler, Huzurevleri	15	25	30	45	30	30	15	30	15	20
Oteller, Pansiyonlar	15	20	30	45	50	40	30	50	15	20
Apartmanlar	15	30	30	75	50	40	30	50	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.										



Şekil 4: Yangın merdiveni konumları ve çıkmaz koridorlar açısından uygun olan bir tasarım

Merdiven konumları ve çıkmaz koridor mesafeleri yönünden uygun bir tasarım gösterilmiştir. (Şekil 4) Yağmurlama sistemi olan yapılarda yangın merdivenleri arası uzaklık, toplam koridor mesafesinin 1/3'ünden az olamaz. Tasarımda toplam koridor mesafesi 50 m'dir. Yangın

merdivenleri arası mesafe 16,67 m'den az olamaz. Tasarım incelendiğinde çıkmaz koridor mesafelerinin 10,80 m geldiği ve uygun olduğu görülmektedir.

Tasarım aşamasında çıkmaz koridor konusunda dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise çıkmaz koridoru kullanacak kişi sayısının 50 kişiyi aşmaması gerektiğidir.

4. DÖŞEME, CEPHE, ÇATI YANGINLARINDA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Döşeme, cephe ve çatı terimleri, yapıların farklı bölümlerini ifade etmektedir. Yapı içerisinde bir bütün parçaları olan bu alanlarda alınacak önlemler şu şekildedir:

4.1 Döşeme Yangınlarında Alınması Gereken Önlemler

Döşeme yangınlarının önlenmesinde alınacak ilk önlem bütün döşemelerin yangın duvarı niteliğinde olmasıdır.

Betonarme binaların kat döşemelerinde ön dökümlü dişli döşeme kullanılmamış ise dişler arası dolgu en az zor alevlenici olması gerekir. Yüksek binalarda en az zor alevlenici malzeme kullanılırken, döşeme kaplamaları en az normal alevlenici olmalıdır.

Ancak döşeme kolay alevlenen malzemeden yapılarak kullanılacaksa üzerine en az 2 cm kalınlığında kesicilik amaçlı şap tabakası örtülmelidir. Tekil konutlar dışındaki ayırık tasarlanan binaların asma tavan ve tavanlarındaki malzemeler de en az zor alevlenici olmalıdır.

İçerisinden tesisat geçen döşemelerde ise, tesisatın çevresi açıklık kalmayacak şekilde sarılarak yangın ve duman geçişine karşı yalıtılmalıdır (BYKHY, 2021).

4.2 Cephe Yangınlarında Alınacak Önlemler

Bina yüksekliği 28.5 m'den fazla olan yapılarda dış cepheler zor yanıcı malzemeden yapılırken diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden oluşması gerekir.

Alevlerin katlar arasında geçişini engellemek adına pencere, kapı gibi korunaksız yapı elemanları arasında düşeyde 100 cm yangın dayanımı olan cephe elemanları ile yüzey oluşturulması gerekir ve ya cephenin iç kısmına 2 m'yi geçmeyen aralık ile en fazla 1.5 m mesafeli otomatik yağmurlama sistemi yapılmalıdır.

Geleneksel cephe sistemleri ile ısı yalıtımı uygulanmış yapılarda, ısı yalıtım malzemesi, yapıştırıcısı, sıva filesi, sıvası gibi sistem uygulamaları akredite edilmiş olmalı ve sertifikalandırılmalıdır. Dış cephesi 28.5 m'den az zor alevlenici sistemli yapılarda, zemin kotu üzeri 1.5 m hiç yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır. Yapı yüksekliği 6.5m'den fazla ise pencere, kapı gibi korunaksız alanların yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme ile kaplanmış olmalıdır. Bu mesafeler dışındaki yükseklikte olan bitişik nizam yapıları için ise alçak yapının çatı hizasından başlayarak yüksek yapının cepheleri hiç yanmaz malzeme ile kaplanmış olmalıdır.

Giydirme cephe sistemlerinde cephe elemanları döşemelerin kesişim yerlerinde alevlerin komşu katlara önlemeyecek şekilde yalıtılmalı, derzleri açık ve havalandırılmalı giydirme cephe sistemi varsa yalıtım malzemesi en az zor yanıcı olmalıdır(BYKHY, 2021).

4.3 Çatı Yangınlarında Alınacak Önlemler

Çatının inşa aşamasında çökmesi, çatı yangınının girişi ve çatı yüzeyinin tutuşması, çatının altında ve içinde yangının yayılması, rüzgar etkileri, yangının çatı ışıklığından binaya geçmesi, alev damlalarının oluşarak yangının çatı katmanlarına yayılması bitişik nizam binalarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesi ihtimalleri göz önünde bulundurularak çatı kaplamaları yapılır.

Çatı kaplamaları en az zor alevlenici Broof sınıf malzemelerden oluşmalıdır. Çatı kaplamasında yanmaz malzeme kullanılmış ise, kaplama uygulanan yüzey en az normal alevlenen malzeme olmalıdır.

Bitişik nizam ve yüksek binalarda çatı oturum döşemeleri yangın kesici, taşıyıcı sistem ve kaplamalar ise yanmaz malzeme olmalıdır(BYKHY, 2021).

5. YANGIN KOMPARTİMANLARI

Bir yapı içerisinde, her yanı (tavan – taban – yanal duvarlar – kapılar) en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı yapı elemanları ile duman ve ısıya dayanıklı ayırık alanlara yangın kompartımanı denir.

Binada veya bir bölümünde söndürme sistemleri ve kompartıman oluşturulurken, tasarım sırasındaki tehlike sınıflandırması düşük, orta ve yüksek tehlikeli yerler olarak dikkate alınmalıdır.

Binalarda yangın kompartımanı oluşturulurken bina yüksekliği konut harici binalar için 21.50 m'den, konut binalarında 30.50m'den fazla ise en çok 3 kat tek bir yangın kompartımanı olur.

Yangın kompartımanlarında, kompartımanlar arası yangına dayanıksız açıklık olmamalı, kompartımanı çevreleyen elemanların yangına dayanıklılığı ve birleşme noktaları da sürekli olmalıdır. Pis su tesisat borusu normal alevlenici malzemeden yapılmış ise, yangına dayanıklı kesiciler kullanılmalıdır.

Hastanelerin ve bakımevlerinin 300 m²'den büyük olan her yatak katının, en az yarısı büyüklüğünde iki ya da daha fazla yangın kompartımanına ayrılması gerekir. Yatak odalarına açılan koridor, oda vb. kaçışları tehlikeye sokacak diğer yapıların, yangın kompartımanı ile aynı özellikte olması gerekir.

Karışık kullanım amaçlı binalarda (tiyatro, sinema, salon vb.) çıkış sayı ve kapasitelerinin en az yarısının, kendi kompartımanı kapsamında düşünülmesi gerekir.

Tek hava santrali ile havalandırılan iklimlendirme odalarında ki kompartımanlarda, yangın kompartımanları arasındaki geçişlerde, üfleme ve emiş kanallarında yangın damperi kullanılması gerekir.

Havalandırma ve duman tahliye kanalları yangın kompartımanı duvarlarını delmemesi gerekir. Kanalların yangın kompartımanı duvarını veya katını geçmesi durumunda, yangın katı geçişlerinde yangın damperi, şönt baca veya özel kelepçe gibi elemanlar ile yangın geçişi engellenmelidir.

Yangının yayılmasında rol oynayan tesisat bacasının ve kanallarının, yangın kompartımanları hizasında ve yalıtılmış olmalıdır.

Tarihi yapılarda, ayrı yangın kompartımanı oluşturulmadan kolay alevlenici, parlayıcı ve patlayıcı madde bulundurulmamalıdır(BYKHY, 2021).

6. ATRIUM

İki veya daha çok sayıda katın içine açıldığı, yapı kitlesi içinde ortak hacim olarak tertiplenen, karşılıklı iki kenar arasındaki mesafenin 5 metreden az olmamak üzere tüm katlar boyunca devam ettiği üzeri kapalı boşluklu ve yüksek hacimli yapıya atrium denir.

Atriumlu bölümlere, sadece düşük ve orta tehlikeli sınıf binalarda, alanları 90m²'den küçük olmayan yerler için izin verilir. Ancak 90 m²'den küçük olan atriumlarda, atrium çevresi her katta en az 45 cm yüksekliğinde duman perdesiyle ve yağmurlama sistemi bulunan yapılarda duman perdesinden 15 - 30 cm arası uzaklıkta, araları en çok 2 m olacak şekilde yağmurlama başlığı konulur. Atriumlarda doğal veya mekanik duman kontrolü yapılır(BYKHY, 2021).

7. TEKNİK MAHALLER

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmeliğe göre yapıya ait teknik mahaller de alınacak tedbirlerde bazıları şu şekildedir:

Kazan daireleri Türk Standartlarına uygun, yangına en az 120 dk. dayanıklı bölüm ve ya merkezi bir yerde bütün halde, baca yapılarına ilave temiz ve kirli bacaların yaptırılması, kaçış veya ortak kullanım merdivenine ortak bir hol ve ya koridor içerisinden açılması gerekmektedir. Isıl kapasite 50-350 kW arasında ise en az bir kapı, 350 kW üzerinde ve 100 m² üzerinde yerlerde en az 2 adet yangına 90 dk. dayanıklı, duman sızdırmaz ve kendiliğinden kapanan çıkış kapısı bulunmalıdır. Sıvı yakıtlı kazan dairelerinde sıvı yakıtın yere dökülmemesi ve kazana kolayca boşaltma için kanal sistemi yapılmalıdır. Pis suyun kontrollü olarak sistemden uzaklaştırılması için en az 0,25 m³ yere betondan pis su çukuru yapılmalı veya kot düşük ise pompa ile pis su kanalizasyona bağlanmalıdır. Kazan dairelerinde en az 1 adet yangın dolabı ve 1 adet KKT söndürme tüpü bulunmalıdır.

Transformatör ve jeneratör odalarında tüm duvarlar (tavan ve döşeme dahil) yangına en az 120 dk. süreyle dayanıklı olmalı, ana tesisat odalarından temiz su, pis su, patlayıcı yanıcı gaz tesisatı geçirilmemelidir.

Yukarıda belirtilenlere ek olarak tüm teknik mahal kapıları yangın kapısı olacak ve yangına en az 90 dk. dayanıklı olmalıdır(BYKHY, 2021).

8. SONUÇ

Binalar tasarlanırken, binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik de göz önünde bulundurularak bir tasarım yapılması, yapı güvenliği açısından önemlidir. Aksi halde BYKHY dikkate alınmadan tasarlanan binaların kullanımına başlandıktan sonra yönetmeliğe uygun hale getirilmesi aşaması ya hiç mümkün olmamakta ya da çok zahmetli olmaktadır. Ayrıca Mimari proje aşamasında, çekirdek yapı oluşturulurken, kaçış yolları ve merdiven konumları uygun tasarlanmadığı zaman tekrar revize edilmesi mümkün olmayan yapılar ortaya çıkmaktadır. Yapılar tasarlanırken faaliyet alanları geniş bir çerçevede düşünülerek tasarım yapılmalıdır.

Örneğin büro binası olarak tasarlanan ve yerinde tasarıma uygun olarak yapılan binalar, bünyesinde muayenahaneler, OSGB'ler ve hatta eğitim kursları bile barındırabilmektedir. Bu durum (binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelikte, farklı faaliyet alanları için gerekli şartlar değiştiğinden dolayı) sorun teşkil etmektedir.

Bu hususlar dikkate alınarak, yapıların tasarım aşamasında BYKHY çerçevesinde yangın güvenliği açısından uygun bir tasarım yapılırsa, ayrıca daha geniş faaliyet alanları düşünülerek yapılar tasarlanırsa; uzun vadede yangın güvenliği konusunda sorunsuz çalışan binalar ortaya çıkar.

KAYNAKLAR

Arpacioğlu Ü., 2004. Yangın Olgusu ve Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*

Başdemir H., Demirel F., 2010. Binalarda Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Bağlamında Bir Literatür Araştırması, *Politeknik Dergisi*, Cilt: 13 Sayı: 2, 101-109

Berkmen G., Güney S., Turanlı İ., Akıncıtürk N., Işık F., Özkaya, A., 2000. *Yangın Güvenlik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Kimya Mühendisler Odası, Ankara

BYKHY, 2021. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik

Gönüllüoğlu S., 2008. Yangınla İlgili Mevzuatlar Çerçevesinde Yüksek Ofis Binalarında Kaçış Yollarının Analizi ve Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*

Kaya O., 2019. Yüksek Binalarda Yangın ve Yangın Güvenlik Önlemlerinin Modellenerek İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*

PROJE İNCELEMEDE TESPİT EDİLEN EN YAYGIN HATALAR

Mehmet Ekim¹

İzmir İtfaiye Dairesi Başkanlığı Denetim ve Önleme Şube Müdürlüğü¹

ÖZET

Bilindiği gibi 05.04.2012 tarihli ve 28255 sayılı resmi gazetede yayınlanan yönetmelikten sonra itfaiyenin projelerle ilgili uygun görüşünün alınması hükmü kaldırıldı ve yalnızca yapı ruhsatı vermeye yetkili birim incelemesi ile yapı ruhsatı düzenlenmeye başladı. Bu tarihten sonra İzmir İtfaiye Dairesi Başkanlığı yapı ruhsatı vermeye yetkili idarelerden üst yazı yazılması şartıyla mimari projeleri inceleyip görüş vermeye devam etmektedir ve projelerle ilgili görüşlerini ilgili imar idarelerine bildirmektedir. Bu aşamada yasal zorunluluk olmasa da yüksek yapılar, hastane, alışveriş merkezleri, otel, okul, yüksek tehlikeli işyerleri gibi faaliyet gösteren kapsamlı yapıların mimari projelerinin İtfaiye Dairesi Başkanlığına gönderilmesini tavsiye ediyoruz. Bu sunumda tarafımızca yapılan mimari proje incelemelerinde pasif yangın önlemlerinde en çok karşılaşılan hatalardan kısaca bahsedilecektir. Başlıcaları; imar planlarına uygun faaliyetlerin yerinde yapılmaması, binaya itfaiye araçlarının yaklaşımının dikkate alınmaması, bina kullanım sınıflarının değiştirilmesi, bina tehlike sınıflandırmasının yapılmaması veya tehlike sınıfına uygun yapı malzemesi kullanılmaması, binada kompartıman alanlarının tasarlanmaması, yangının ilerlemesine neden olacak kazan dairesi, mutfak, asansör, trafo, jeneratör, şaft, döşeme, cephe, çatı bölümlerinde uygun malzeme kullanılmaması, kaçış yolları ve kaçış merdivenleri düzenlenirken yapılan hatalar olarak sayabiliriz.

Anahtar sözcükler: Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik, proje inceleme, pasif yangın önlemleri, yapı ruhsatı, yüksek bina

ABSTRACT

As it is known, after the regulation published in the official newspaper 05.04.2012 and numbered 28255, the provision of obtaining the appropriate opinion of the fire department regarding the projects was abolished and construction licenses began to be issued only with the inspection of the unit authorized to issue construction licenses. After this date, İzmir Fire Department continues to review and discuss the attached architectural projects with provided that a cover letter is written from the units authorized to issue construction licenses and give opinions about the projects. In this presentation, the most common faults in passive fire protections in the architectural project reviews made by us will be briefly mentioned. The main ones are; Failure to carry out activities in accordance with the construction plans, not considering the approach of fire trucks to the building, changing the building usage classes, not making the building hazard classification or not using building materials suitable for the hazard class, not designing the compartment areas in the building, failure to use appropriate materials that will cause the fire to progress in the boiler room, kitchen, elevator, transformer, generator, shaft, floor, facade, roof sections, inappropriate escape routes and escape stairs can be counted as mistakes made while designing.

Keywords: Regulation on fire protection of buildings, project review, passive fire protections, construction license, high-rise buildings

¹ mehmetbio39@hotmail.com

1.GİRİŞ

Parselde yapılması planlanan yapının kullanım sınıfına ve tehlike sınıfına uygun olarak mimari proje aşamasında planlanan, bina yapıldıktan sonra da uzun yıllar boyunca işlevini sürdüren önlemlere pasif yangın önlemleri denir. Bu nedenle tasarımcıların yapıyı tasarlarken faaliyeti, faaliyete ve kullanıcıya özel pasif yangın önlemlerini belirlemesi çok önemlidir.

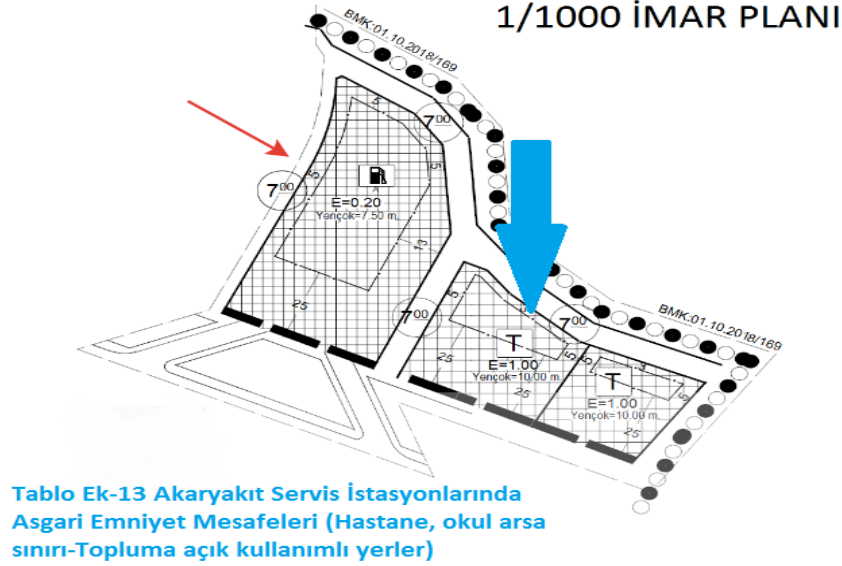
Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte (BYKHY) binanın parselle yerleşimi tanımlanmıştır. Bina kullanım sınıfına-tehlike sınıfına göre komşu parsellerle olan emniyet mesafelerine, bina etrafında acil durumlarda itfaiye araçlarının dolaşımına (itfaiye ring sahası), yanıcı olmayan ya da tutuşma ısı yüksek, duman çıkarmaz yapı malzemeleri kullanımına, taşıyıcı sistemin yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmasına, zehirleyici gaz ve dumanın yapıdan uzaklaştırılmasına, yangın kompartımanları tasarımına, kaçış yolları, kaçış kapıları ve kaçış merdivenleri tasarımına dikkat edilmelidir (Demirel ve Başdemir, 2010).

Çizelge 1. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Bina Tehlike Sınıflandırması

Bina Tehlike Sınıflandırması				
Ek-1/A Düşük Tehlike Kullanım Alanları				
Okullar ve diğer eğitim kurumları (belirli alanları*), bürolar (belirli alanları*), hapishaneler				
* Kullanım alanları, Ek-1.b ve Ek-1.c kapsamına girmeyen alanlar.				
Ek-1/B Orta Tehlike Kullanım Alanları				
KULLANIM TÜRÜ	Orta Tehlike -1	Orta Tehlike -2	Orta Tehlike -3	Orta Tehlike -4
Cam ve seramikler			Cam Fabrikaları	
Kimyasallar	Çimento İşleri	Fotoğraf laboratuvarları, Fotoğraf film fabrikaları	Boyama işlemleri, sabun fabrikaları	Mum ve balmumu fabrikaları, kibrit fabrikaları, boyahaneler
Mühendislik	Metalleme üretimi	Otomotiv fabrikaları, tamirhaneleri	Elektronik fabrikaları, buzdolabı ve çamaşır makinesi fabrikaları	
Yiyecek ve içecekler	Mezbahalar Mandıralar	Fırınlara, bisküvi, çikolata, şekerleme imalathaneleri, bira fabrikaları	Hayvan yemi fabrikaları, meyve kurutma, suyu çıkarılmış sebze ve çorba fabrikaları, şeker imalathaneleri, tahıl değirmenleri	Alkol damıtma
Çeşitli	Hastaneler, oteller, lokantalar, kütüphaneler (kitap depoları hariç), okullar, bürolar	Fizik laboratuvarları, çamaşırhaneler, otoparklar, müzeler	Radyo ve televizyon Yayın evleri, tren istasyonları, tesisat odaları	Sinemalar, tiyatrolar, konser salonları, tütün fabrikaları
Kâğıt			Cilt haneler, mukavva fabrikaları, kâğıt fabrikaları, baskı işleri ve matbaalar	Atık kâğıt işletmeleri
Lastik ve plastik			Kablo fabrikaları, plastik döküm ve plastik eşya (köpük plastik hariç), kauçuk eşya fabrikaları,	Halat fabrikaları

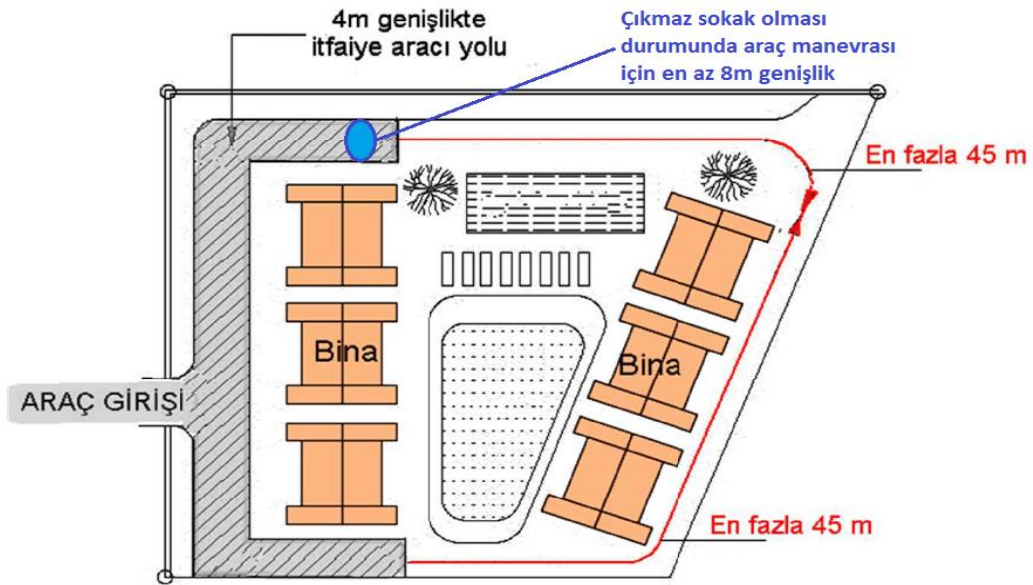
Parselle yapıyı konumlandırırken imar planlarından parsel ve komşularına, komşu parsel faaliyetlerine de bakmak gerekir. Buna göre yapının komşu parsel, yollara olan mesafesi belirlenmelidir. İmar planında Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kuruluna tabi parsel-bina bitişğinde yapılaşma için kurula görüş sorulmalıdır.

Örneğin okul binası yapılması planlanan veya yapı ruhsat tadilatı ile okula dönüştürülmek istenen mevcut bir yapının parselinin komşusu akaryakıt istasyonu ise emniyet mesafelerine uygun konumlandırılmayan yapı ile ilgili bütün yangın önlemleri alınmış olsa bile faaliyet gerçekleştirilemez. Bu sebeple tasarımcıların ve müelliflerin kendi parselleri ile birlikte komşu parselleri de gözlemlemesi buna göre bina veya tesisi konumlandırması uygun olacaktır.



Şekil 1. İmar planında akaryakıt istasyonu ve komşu parsel gösterimi

İtfaiye araçlarının dolaşımı ve yangına müdahalesi için oluşturulacak ring sahası BYKHY Madde 22’de tanımlanmıştır. Buna göre itfaiye araçlarının geçeceği iç ulaşım yollarında en düşük genişlik 4 m olmalıdır. Parsel içinde çıkmaz sokak olması halinde bu genişlik en az 8 m olmalıdır. Parsel içerisinde yapıya sonradan eklenen kazan dairesi, jeneratör, trafo, güneş enerji santrali, su deposu, kimyasal tankları gibi yardımcı tesisler ve tesisatların itfaiye ring sahasını kapatmayacak şekilde konumlandırılmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 2. İtfaiye araçlarının dolaşımı ve müdahalesi için ring sahası (TÜYAK, 2018)

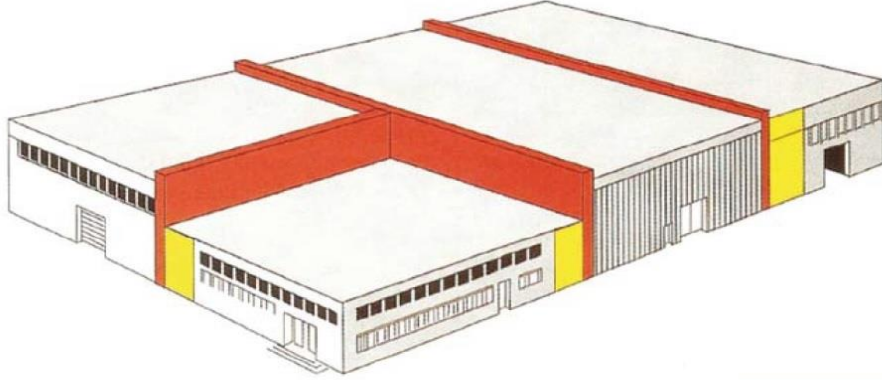
Binanın veya tesisin parselde doğru yerleşiminden sonra doğru yapı malzemelerinin seçilmesi, taşıyıcı sistemin yangına dayanıklı olması gerekmektedir. Faaliyet konusu ve tehlike sınıfına göre yapı malzemelerinin özellikleri BYKHY’de tanımlanmıştır. Buna göre yapıda yangın geçirimsiz bölümler (kompartıman) oluşturulmalı, yanıcı olmayan ya da tutuşma ısı yüksek, duman çıkarmaz yapı malzemeleri kullanılmalıdır.

Dış cepheler, çatılar, bölmeler

Binayı yatay ve düşey yangın bölmeleri ile bölümlere ayırmak gerekli bir yangın önlemidir. Bölmeler yanma direnci süresi güvenlik seviyesine bağlı olarak 30, 60, 90 ve 120 dakika olarak belirlenir.

Düşey iç bölmeler:

Yangına en az 120 dakika dayanıklı olarak projelendirilmelidir.



Şekil 4. Farklı faaliyetlere ve tehlike sınıflarına ait komşu kompartımanlar (Işıkeli, 2013)

Çizelge 2. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik kompartıman alanları tablosu

Ek-4 Binalarda En Fazla Kompartıman Alanları

Bina kullanım sınıfları			En fazla kompartıman alanı (m2)
1	Konutlar		sınırsız
2	Konaklama		4000 ⁽¹⁾
3	Kurumsal Binalar	Sağlık hizmeti amaçlı binalar	1500 ⁽¹⁾
		Eğitim tesisleri	6000 ⁽¹⁾
4	Büro Binaları		8000 ⁽¹⁾
5	Ticaret Amaçlı Binalar ⁽⁴⁾		2000 ⁽²⁾
6	Toplanma Amaçlı Binalar	Yeme içme	4000 ⁽¹⁾
		Eğlence	
		Müzeler ve sergi yerleri	
		Diğer toplanma amaçlı binalar	6000 ⁽¹⁾
7	Endüstriyel Yapılar	Orta Tehlike-3 ve üstü (Bkz. Ek 1)	6000 ⁽¹⁾
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2 (Bkz. Ek 1)	15000 ⁽³⁾
8	a) Depolar	Orta Tehlike-3 ve üstü (Bkz. Ek 1)	1000 ⁽³⁾
		Orta Tehlike-1 ve Orta Tehlike-2 (Bkz. Ek 1)	5000 ⁽³⁾
	b) Kapalı Otoparklar		Sınırlama yok

Not :

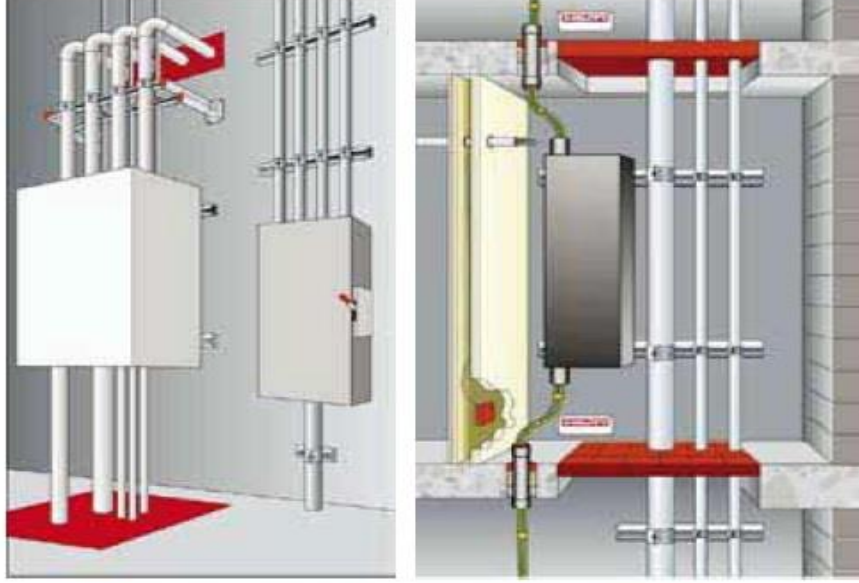
⁽¹⁾ Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi ve duman tahliye sistemi vb.) yapılmış ise, kompartıman alanı 2 katına çıkarılabilir.

⁽²⁾ Binalarda uygun yangın kontrol sistemleri (otomatik algılama, yağmurlama sistemi ve duman tahliye sistemi vb.) yapılmış ise, kompartıman alanı sınırsızdır.

⁽³⁾ Bina tek katlı ise sınırlama yoktur. Bina birden fazla katlı ve yağmurlama sistemi var ise, kompartıman alanları 2 katına çıkarılabilir.

⁽⁴⁾ Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yerler hariç.

Yangının meydana gelmesi durumunda tüm binaya yayılması engellenmeli, zehirli gaz ve duman uygun şekilde uzaklaştırılmalıdır. Herhangi bir katta meydana gelecek olan yangın sırasında oluşacak sıcak hava, duman ve alevlerin diğer katlara ulaşımını engellemek için özellikle shaft boşluklarında katlar arasında yangına dayanıklı malzeme ile izolasyon sağlanmalı, shaft kapakları yangına dayanıklı olmalıdır.



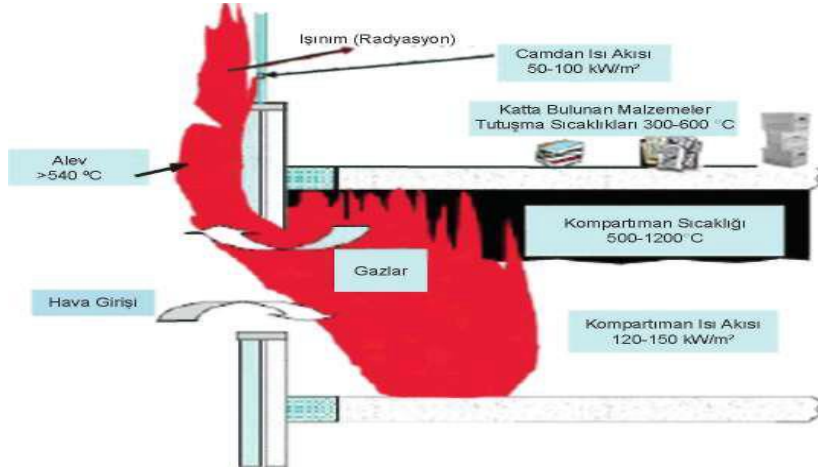
Döşeme geçişlerinde yangın bölümlendirmesi

Şekil 6. Döşeme geçişlerinde ve shaftlarda izolasyon (Arkadakalmaz, 2011)

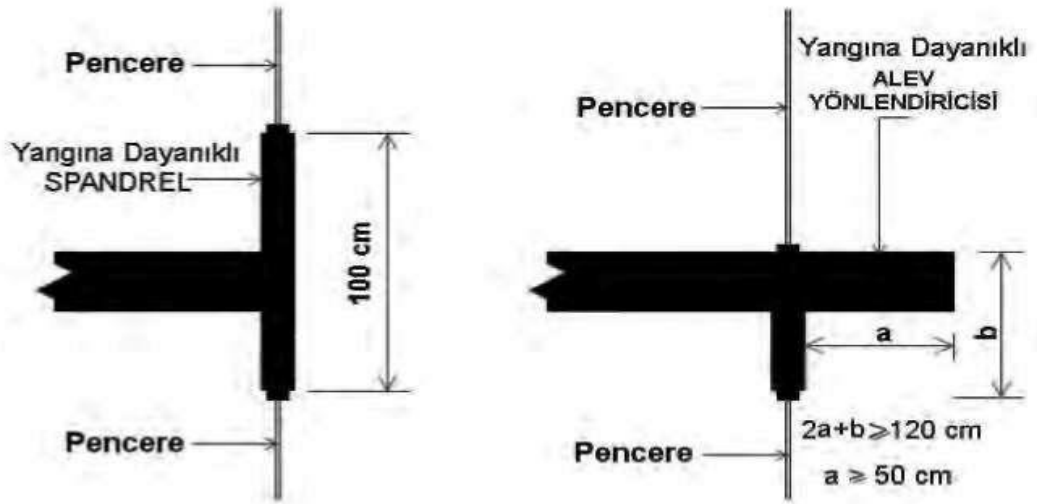
Yüksek binalarda, çöp, haberleşme, evrak ve teknik donanım gibi, düşey tesisat shaft ve baca duvarlarının yangına en az 120 dakika ve kapaklarının en az 90 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz olması gerekir.

Bütün bina ve yapılarda elektrik tesisatının bir yangın bölmesinden diğer bir yangın bölmesine yatay ve düşey geçişlerinde yangın veya dumanın veyahut her ikisinin birden geçişini engellemek üzere, bütün açıklıkların yangın durdurucu harç, yastık, panel ve benzeri malzemelerle kapatılması gerekir.

Dış cephelerin, bina yüksekliği 28.50 m'den fazla olan binalarda zor yanıcı malzemeden ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesini engellemek için iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında, düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elamanıyla dolu yüzey oluşturulur veya cephe iç kısmına en çok 2 m aralıklarla cepheye en fazla 1.5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunur.

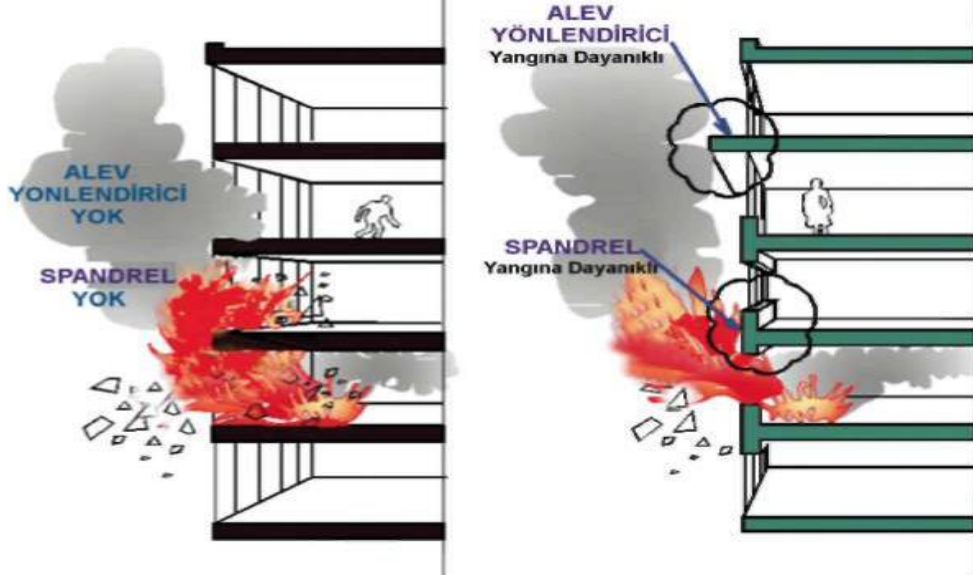


Şekil 7. Cephelerde yangın sırasında alevlerin davranışı (Kılıç, 2012)



Şekil 8. Cephelerde 1 m dolu yüzey ve yangına dayanıklı alev yönlendirici (Kılıç, 2012; Altındaş, 2014)

Yağmurlama sistemi zorunluluğu olan yapılarda cephe koruması için genellikle yağmurlama başlıkları tercih edilirken, yağmurlama sistemi zorunlu olmayan binalarda ise 1 m dolu yüzey oluşturulması tercih edilmektedir. Bazı tasarımcılar ise hem 1 m dolu yüzey oluşturup hem de yağmurlama sistemi ile cephe korumasını sağlamakta ve daha güvenli binalar tasarlamaktadır.



Şekil 9. Cephelerde 1 m dolu yüzey ve yangına dayanıklı alev yönlendirici ile alev davranışı (Kılıç, 2012)

Çatılarda Binaların Yangından Korunması hakkında Yönetmelik madde 28'e uygun yapı malzemesi kullanılmalıdır. Çatılar faaliyet konusu, tehlike sınıfı ve yapı yüksekliğine uygun şekilde tasarlanmalıdır. Çatılarda kazan dairesi, güneş enerji santrali gibi kullanım alanları oluşturulması halinde kaçış merdiveni çatıya çıkarılmalı, kompartıman oluşturma, uygun yapı malzemesi kullanımına dikkat edilmelidir.

Kaçış yollarına duman ve zehirli gazlar dolmayacak şekilde tasarım yapılmalı, kullanıcıların her koşulda kaçış yollarını görmesi ve ulaşması sağlanmalıdır.

Bir kat alanı 2000 m²'den fazla olan katların tahliye projeleri BYKHY Madde 6- 4 'e göre hazırlanmalıdır.

- Tahliye Projeleri mimari projelerden ayrı paftada hazırlanmalı,
- Kaçış mesafeleri bina kullanım sınıfına göre en uzak noktadaki duvarın-alanının 40 cm önünden başlayarak en yakın korunumlu kaçış noktasına (bina dışına çıkış kapısı, yangın merdiveni kapısı, YGH kapısı, yangın kaçış koridoru kapısı) kadar yürüyüş yolu olarak gösterilmeli,
- Bina kullanım sınıfına ve tehlike sınıfına uygun tek yönlü ve çift yönlü kaçış mesafeleri yürüyüş yolu olarak alınmalı (Tablo Ek-5/B),
- Tahliye projelerinde acil kaçış yolları, acil durum itfaiye asansörü, yangın dolapları, su verme ağızları, yangın pompalarının yeri, jeneratörün yeri gösterilmeli

2. SONUÇLAR

İmar planlarından başlayarak parsel yapılmaması planlanan yapının kullanım sınıfı ve tehlike sınıfına göre bir tasarım yapılmalıdır. Yapıyı kullanacakların ihtiyaçları mevzuatta belirtilen önlemlere göre şekillendirilmeli, faaliyet konusu planlamadan önce netleştirilmelidir. Faaliyet konusu belirlendikten sonra faaliyete uygun yapının parselde yerleştirilmesi, bina etrafında ring sahasının oluşturulması, uygun yapı malzemelerinin (çatı, cephe, döşeme) kullanılması, uygun kompartıman alanlarının oluşturulması, uygun yangın tahliyesinin (kaçış kapıları ve

merdivenler) planlanması ve yangına müdahaleye uygun olarak tasarlanması gerekir. Proje tasarım aşamasında düzgün planlanmayan yapılar sonrasında telafisi mümkün olmayan can ve mal kayıplarına sebep olmakta, yeniden düzenlenmesi için zamana ve maddi yüklere ihtiyaç olmaktadır.

Yapılan en büyük hatalardan birisi kullanım sınıfına uygun olmayan faaliyetlerin, uygun olmayan parsellere inşa edilmesi veya hiçbir kullanım amacı olmayan, kimin ne amaçla kullanacağı-kiralayacağını belli olmadığı binaların projelendirilmesidir.

Bu aşamada Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik Madde 6'da belirtilen görev, yetki ve sorumluluklara göre tasarım ve denetim yapılması çok önemlidir. Unutulmamalıdır ki deprem, sel vb doğal afetlerde olduğu gibi yangında da can kayıplarının sebebi yanlış ve kötü tasarlanmış yapılardır.

KAYNAKLAR

Altındaş,S., 2014. Cephelerde Yangın Oluşumu ve Yayılımı. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014, İstanbul

Arkadakalmaz, K.,F., 2011. Pasif Yangın Durdurucu Sistemler İle Bina İçi Yangın Zonlarının Oluşturulması. TÜYAK 2011 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s141-149

Binaların Yangından korunması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Sayı:26735 Tarih:19.12.2007 ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Sayı:27344 Tarih:9.09.2009

Demirel,F., Başdemir,H. 2010. Binalarda Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri Bağlamında Bir Literatür Araştırması. Politeknik Dergisi, Cilt: 13 Say:2, s101-109 (2010)

Işık, K., 2013. Endüstriyel Tesislerin Projelendirilmesinde Pasif Yangın Önlemleri, Patlamada Yırtılan Yapı Kabukları ve Bölmelerde Uygulama Esasları. TÜYAK 2013 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s151-156

Kılıç,A., 2012. Cephe Kaplamaları ve Cephe Yangın Güvenliği. Yangın ve Güvenlik Dergisi Sayı 152, s.8-10

TUYAK İtfaiye Daire Başkanlıkları bilgilendirme sunumları 2018

YANGIN GÜVENLİK ÖNLEMLERİNİ PROJE SÜRECİNDE ELE ALMAK

Elif Çatakli¹
Efectis Era Avrasya¹

ÖZET

Binalarda yangın güvenlik önlemleri iki aşamada incelenmektedir. Aktif yangın güvenlik önlemleri inşaat bittikten sonra binalara uygulanan sistemlerdir. Gereken durumlarda zaman zaman eklemeler yapılabilmektedir. Pasif yangın güvenlik önlemleri ise proje sürecinde, sonradan üzerinde değişiklik yapılması pek mümkün olmayan kararlardır. Öncelikli hedef yangın çıkmasını engellemektir. Bu kapsamda uygun malzeme seçimi ve seçilen malzemelerin doğru uygulanması ön plandadır. Ardından çıkan yangının yayılmasını engellemek adına kompartıman oluşturmaya önem verilmektedir. Son aşamada ise çıkan yangından en az kayıpla kurtulmak istenir. Merdivenlerin konumu ile kaçış mesafelerinin belirtilen sınırlar içerisinde kalması ve tahliyenin kısa sürede tamamlanması sağlanır. Algılama ve söndürme sistemleri ile yangına hızlı müdahale maddi kayıpların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada, mimari proje sürecinde dikkat edilecek hangi hususların yangın güvenliğini artıracığından bahsedilmektedir. Gerek tasarım aşamasında gerek bina tamamlandıktan sonra atılan her doğru adım bize daha güvenli alanlar sağlamaktadır.

Anahtar sözcükler: Yangın güvenliği, yangın güvenli bina tasarımı, yangın güvenlik önlemleri

ABSTRACT

Fire safety measures in buildings are examined in two stages. Active fire safety measures are systems that are applied to buildings after construction is completed. Additions can be made from time to time when necessary. Passive fire safety measures, on the other hand, are decisions that are unlikely to be changed later during the project process. The primary goal is to prevent a fire. In this context, the selection of suitable materials and the correct application of the selected materials are at the forefront. In order to prevent the spread of the fire that followed, importance is given to compartmenting. In the last stage, it is desired to get rid of the fire with the least loss. It is ensured that the location of the stairs and the escape distances remain within the specified limits and the evacuation is completed in a short time. Rapid response to fire with detection and extinguishing systems prevents financial losses. In this study, it is mentioned which points to be considered in the architectural project process will increase fire safety. Every right step taken, both during the design phase and after the building is completed, provides us with safer areas.

Keywords: Fire security, fire safe building design, fire safety measures

¹ elif.catakli@effectis.com

1.GİRİŞ

Yangın güvenlik önlemleri iki ana başlıkta ele alınır. Bunlar aktif yangın güvenlik önlemleri ve pasif yangın güvenlik önlemleridir. Aktif yangın güvenlik önlemleri inşaatı tamamlanan bir yapıya uygulanan algılama, uyarı ve söndürme sistemlerinin tümüdür. Pasif yangın güvenlik önlemleri ise proje aşamasında karar verilen yapı malzemeleri, yapı elemanları ve merdiven konumları gibi sonradan değiştirilemeyecek tasarım unsurlarıdır. Ancak aktif yangın güvenlik önlemlerinin varlığı, pasif yangın güvenlik önlemlerini de etkiler. Bir binada yağmurlama sistemi varsa kaçış mesafeleri artırılmakta, yangın dayanım süreleri azaltılmaktadır.

Binalarda yangın güvenlik önlemlerini ele alırken kullanım sınıfına oldukça önemlidir. Binaların kullanım amacına göre ihtiyaç duyulacak önlemler de değişmektedir. Örneğin bir konaklama binasıyla bir endüstriyel yapının kaçış mesafeleri, yangına dayanım süreleri ve birim genişlikleri birbirinden farklıdır. Kullanım sınıfı gibi tehlike sınıfı da yangın güvenlik önlemlerinde farklılık sağlamaktadır. Binanın özelliklerine ve binada yürütülen faaliyetlere bağlıdır. Örneğin bir tesiste idari ofis binaları orta tehlike – 1 sınıfındayken üretim faaliyetlerini gerçekleştiren yapılar orta tehlike – 3 sınıfındadır. Ancak farklı tehlike sınıfları arasında kompartımanlar oluşturulmamışsa, bir bütün olarak ele alınması ve daha yüksek olan tehlike sınıfına göre kategorilere ayırmak gerekmektedir.

Bir diğer önemli nokta ise yangın güvenliğine şehir planlaması ölçeğinde baktığımızda, binanın / yapının konumlandırılmasıdır. Bu karar da proje aşamasında verilmektedir. Bir binanın parselde yerleşimi, komşu parseldeki yapılara sıçrama ile yangının daha çok yayılmasına sebep olabilir. Ayrıca itfaiye erişim noktasına göre söndürme sorunlarıyla da karşılaşmaktadır.

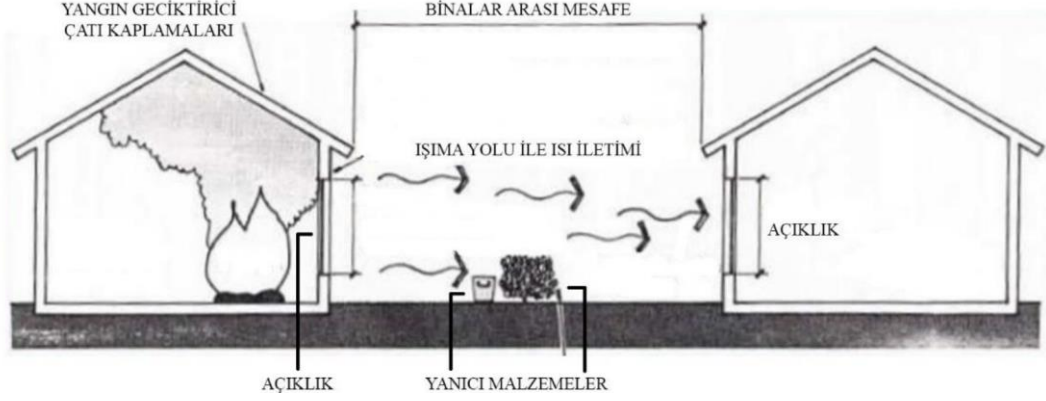
2. BİNA YERLEŞİMİ

Bir yapının tasarımı yapılırken itfaiye erişim yolları, komşu parseldeki yapıların kullanıcı ve tehlike sınıfları gibi yerleşim unsurları göz önünde bulundurulmalıdır. Bir binada, özellikle cephesinde çıkan bir yangında, kopan parçaların rüzgarla yan parseldeki binaya ulaşması, o binada da yangın çıkmasına sebep olmaktadır (**Şekil 1**).

Tarih	İl	İlçe / Merkez	Tür	
31.05.2022	Bursa	İnegöl	Orman Ürünleri Fabrikası	2 kişi hayatını kaybetti 7 kişi yaralandı
04.04.2022	İstanbul	Ümraniye	Geri Dönüşüm Tesisi	Yangın 8 tesise daha sıçradı
02.02.2022	İstanbul	Sarıyer	Restoran	Yangın 3 konuta daha sıçradı
22.02.2022	Bursa	Gürsu	Konut	Yangın 2 konuta daha sıçradı
16.07.2021	Kahramanmaraş	Onikişubat	Tekstil Kimyasalları Fabrikası	Yangın 5 Tesise daha sıçradı

Şekil 1: Başka Yapılara Sirayet Eden Yangınlar

Isı transferi yoluyla bir binada çıkan yangın, kaynağa çok yakın ise komşu binalara sıçrayabilmektedir. Cisimlerin tamamı radyasyon formunda enerji yaydığı için besleyiciyi gerek duymadan elektromanyetik dalga hareketleriyle yangının yayılması sağlanabilmektedir (Nuri Serteser, 2004) (**Şekil 2**).



Şekil 2: Işıma yolu ile yangının binalar arası yayılması (M. David Egan, 1978)

Bina yerleşiminin önemli olmasındaki bir diğer husus da binaya ulaşımıdır. Yangın anında itfaiyenin binaya kolay bir şekilde müdahale edebilmesi gerekmektedir. İç ulaşım yollarının genişliği en az 4 metre, çıkmaz sokak varsa 8 metre olmalıdır. İtfaiye için manevra alanının iç yarıçapı 11 metre, dış yarıçapı 15 metre olmalıdır. Eğim ise en çok %6 olmalıdır. İtfaiye araçlarının ulaşabildiği son nokta ile binanın cephesindeki herhangi bir nokta arası en fazla 45 metre olmalıdır (BYKHY, 2007).

3. YANGIN ÇIKMASINI VE YAYILMASINI ENGELLEME

Yangın güvenliğinde ana ilke yangın çıkmasını ve yayılmasını engellemektir. Bunun için kullanım sınıfına, bina yüksekliğine ve içeride depolanacak malzemelere göre farklı sınıflarda malzemeler kullanılır. Yangın oksijenle beslenir. Bu sebeple açıklıkları olabildiğince kapatmak yangını sınırlandırmayı sağlayacaktır.

3.1. Malzeme

Yangının çıkması ve yayılmasını olabildiğince öteleyen ana unsur kullanılan malzemelerdir. Bazı malzemeler zor yanıcı olup kendiliğinden sönen yapıda iken bazı malzemeler alev yürüterek aksine yangını hızlandırmaktadır. Bu koşullarda uygun malzeme seçimi oldukça önem kazanmaktadır. Aynı zamanda bu malzemelerin oluşturacağı yapı elemanlarının doğru ve uygun montajları sağlanmalıdır. Binalarda kullanılan yapı malzemelerinin ve yapı elemanlarının yangın performansı iki farklı metot ile ölçülür. Yapı malzemeleri için yangına tepki, yapı elemanları için ise yangın dayanımı aranmaktadır.

Yangına tepki, bir malzemenin gelişmekte olan bir yangına ne şekilde ve ne seviyede etki edeceğini gösterir (**Çizelge 1**) (BYKHY, 2007). Örneğin taş yünü, camyünü, mineral yün, membran, kablo gibi malzemelerin yangına tepki testleri akredite test laboratuvarlarında yapılarak yangıcılık sınıfları belirlenir ve belgelendirilir.

Çizelge 1: Malzemelerin Yanıcılık Sınıfları (BYKHY)

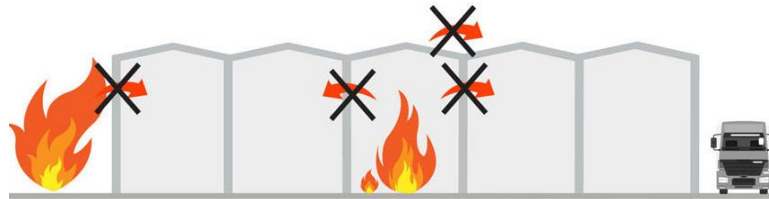
Malzemenin Yanıcılık Özelliği	TS EN 13501- 1
Hiç yanmaz	A1
Zor yanıcı	A2 – s1, d0
Zor alevlenici	A2, B, C – s3, d2
Normal alevlenici	D – s3, d2, E
Kolay alevlenici	F

Yangına dayanım, bina elemanlarının yangın performansının süre bazında ölçülmesidir. Yük taşıma kapasitesi (R), bütünlük (E), yalıtım (I), ısıma kapasitesi (W) ve duman sızdırmazlık (S) kriterlerinin birlikte sınıflandırılması yapılır. Yük taşımayan yapı elemanlarında R kriteri aranmaz.

3.2. Kompartıman

Yapı elemanlarının istenilen yangın dayanımı sağlaması bir yangının yayılmasını engeller. Kompartımanlar, insanların tahliyesi için bizlere zaman kazandırır. Bunun için tavanı, tavanı ve tüm duvarlarını yangına dayanıklı hale getirmek, bu duvarın yangına dayanım süresine uygun kapı seçmek, uygulama esnasında kalan boşluklara gerekli pasif yalıtım malzemeleriyle dolgu yaparak sızdırmazlık sağlamak gerekmektedir (**Şekil 3**) (Qian Wang, 2018).

Ülkemizde kullandığımız ulusal yangın yönetmeliğine göre tüm duvarların yangına dayanıklı olmasına gerek yoktur. Yangın yükü ve riskinin fazla olduğu, yangın çıktığı durumda yangının diğer alanlara yayılmasının daha olası olduğu alanlar için tanımlamalar bulunmaktadır. Örneğin kazan daireleri, yakıt depoları, şaftlar, yangın güvenlik merdiveni yuvaları, holü ve acil durum asansör kuyularının binanın geri kalanından ayırdığı duvarlar yapının boyutundan bağımsız olarak 120 dakika yangına dayanıklı olmalıdır. Pompa daireleri de yangın anında pompanın çalışmayı durdurması sebebiyle manuel olarak çalıştırılacağından için yangına dayanıklı inşa edilir. Diğer mahallerde ise yapının boyutuna bağlı olarak dayanım süreleri değişiklik göstermektedir. Havalandırma kanalları başka bir bölüme geçerken bir duvardan geçiyorsa bu duvar geçişlerine yangın damperleri kullanılmalıdır. Kanallar da bu bölmeleri delmemelidir. Eğer kanal korunmuş bir şaft içerisinden geçiyorsa şaftın girişine ve çıkışına yangın damperi konulmalıdır. Ancak basınçlandırma sistemlerinde yangın damperi kullanılmaz (BYKHY, 2007).



Şekil 3: Kompartımanlara ayırarak sınırlanan yangın

3.3. Pasif Yalıtım

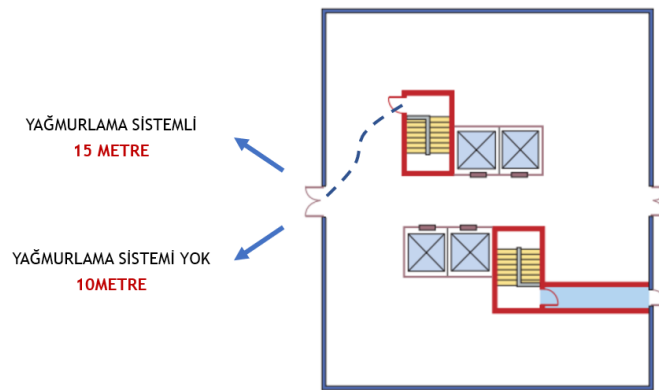
Pasif yalıtım, kompartımanın bir bütün olmasını sağlar. Uygulama sırasında meydana gelen ufak açıklıklar, yangın anında oksijen beslenmesi sağlar. Bu da yangının yayılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yangınlarda insan ölümüne sebep olan ana etken duman zehirlenmesidir. Açıklıklardan sızan zehirli gazlar, tahliye sırasında insan hayatını önemli ölçüde tehlikeye atacaktır. Silikon, mastik, harç ve köpük malzemeler yangın durdurucu görevi üstlenmektedir.

4. TAHLİYE

Yangının çıkması engellenemediğinde hedef, bina içerisindeki tüm canlıları binanın dışında güvenli bir alana çıkarmaktır. Yapı malzemelerinden ve yapı elemanlarından bu tahliye süresi boyunca yangına karşı direnç göstermesi beklenir. Güvenlik kavramı, güvenli alana çıkılacak süre olarak kabul edilmektedir. Bu hususta kaçış yolları, herhangi bir noktadan açık alana kadar olan, üzerinde tahliyeyi geciktirecek engeller bulunmayan, sığınma işlevi gören bütünlük sağlayan bir güzergah olmalıdır.

Yangın merdivenlerinin en az yarısının doğrudan atmosfere açılması gerektiği konusundan uluslararası mevzuatlar hem fikir kalmaktadır. Geri kalan merdivenler için ise yine güvenliği ön planda tutacak farklı uygulamalar mevcuttur. Bu yangın güvenlik unsurunu bilmeden bir tasarım yapmak sonrasında çok fazla uğraşı da beraberinde getirecektir. Özellikle orta kısımlara konumlandırılan merdivenlerin istenen kurala uyması için korunaklı uzun koridorlar gerekmektedir. Bu da hem tasarım konseptinin farklılaşmasına neden olur hem de fazladan maliyete maruz bırakır.

Yangın yönetmeliğinde en az yarısı atmosfere çıkan yangın merdivenleri dışında kalan merdivenler bir hole, fuaye alanına, lobiye ya da koridora çıkabilir. Ancak bu çıkılan nokta ile atmosfere çıkış noktası arasındaki mesafe, yağmurlama sistemli bir binada 15 metreyi geçemez. Yağmurlama sistemi olmayan bir binada ise 10 metreyi geçemez (**Şekil 4**) (BYKHY, 2007).

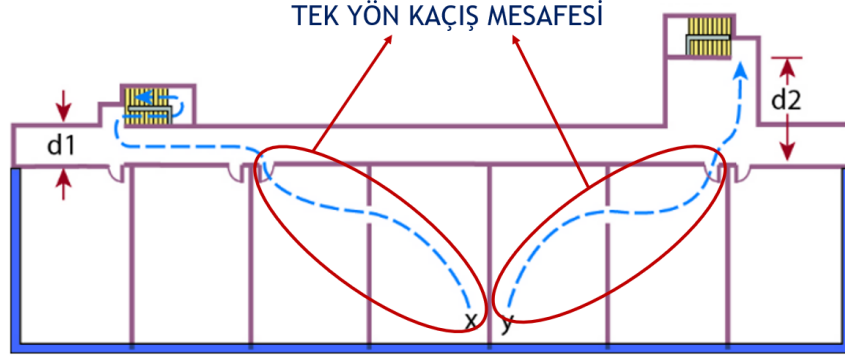


Şekil 4: Tahliye katında merdivenlerin konumlandırılması (BYKHK 2007)

Tahliye konusunda önemli bir diğer madde de tek yön – çift yön uzaklıklardır. Tek yön uzaklık, ikinci bir alternatif çıkışa gitme durumu olana kadarki mesafedir. Çift yön ise bu çıkış mesafesinin tamamıdır. Bu madde göz önüne bulundurularak mahal yerleşimlerine ve kapı

açıklıkları tasarlanmalıdır. Tek ve çift yön mesafesi yetersiz kalan yapılarda mesafeyi sağlayacak alternatif merdivenler veya kapılar, koridorlar istenmektedir. Bu mesafe binada yağmurlama sistemi olup olmamasına göre de değişiklik göstermektedir.

X ve Y noktalarından koridora kadar giden mesafeye tek yön kaçış mesafesi olarak tanımlanmaktadır. Koridora çıkıldıktan sonra artık iki alternatif güzergah bulunmaktadır. X ve Y noktalarından bu merdivenlerden birine ulaşana kadarki mesafeye de çift yön kaçış imkanı tarif etmektedir. (**Şekil 5**) (BYKHY, 2007).



Şekil 5: Tek yön – çift yön mesafeleri (BYKHY, 2007)

Örneğin bir eğitim yapısında yağmurlama sistemi varsa tek yön mesafe 30, çift yön mesafe 75 metredir. Ancak yağmurlama sistemi olmadığı takdirde tek yön mesafesi 15, çift yön mesafesi ise 45 metreye düşmektedir. Aynı şekilde bir otel yapısında yağmurlama sistemi varsa tek yön mesafe 20, çift yön mesafe 45 metre iken yağmurlama sistemi olmayan otel yapılarında tek yön mesafe 15, çift yön mesafe 30 metredir (BYKHY, 2007).

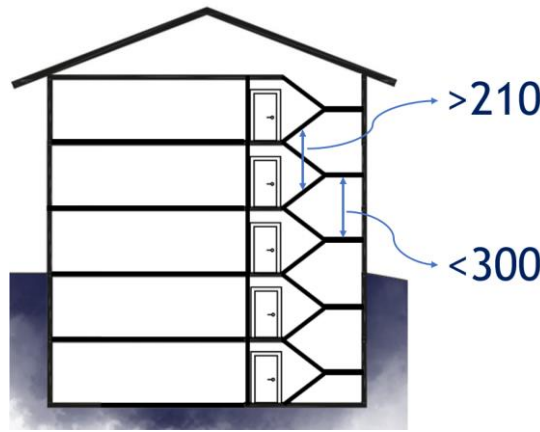
Güvenli tahliye planlamasında kaçış mesafelerinin yanında yangın anında kullanılacak güzergahtaki kapı, merdiven ve koridor adet ve genişlikleri de önemli bir kriterdir. Bu adet ve genişlikler direkt olarak kullanıcı yükü ile ilişkilidir. Kullanıcı yükü, bir binada bulunabilecek maksimumu kişi sayısına anlamına gelmektedir. Kullanıcı yükünü hesaplayabilmek için yönetmeliğimizde yer alan kullanıcı yükü katsayısı ile hesaplanmaktadır. Buna göre de kullanıcı dağılımı yaparak kaç adet merdivene ihtiyaç duyulacağı hesaplanır. Bu durumda bir eğitim yapısı ve bir otel yapısı arasında genişlik ve kaçış yolu sayısı arasında farklılıklar olacaktır. Mahalin metrekaresi bu kullanıcı katsayısına bölündüğünde o mahali kaç kişinin kullanacağı hesaplanmış olur. Bu kullanıcı sayısı da 0.4 ile çarpıldığında kaçış yolunun minimum genişliği bulunmaktadır (**Çizelge 2**) (BYKHY, 2007). Bazı özel durumlarda, örneğin hastanede sedye geçişleri, kullanıcı yüküne bakmadan koridorlarda uygulanması gereken net genişlikler vardır.

Yangın merdivenlerine giriş yapmadan önce yangın güvenlik holleri planlanmalıdır. Yangın güvenlik holleri, merdivene duman geçmesini engelleyen ara bir mahal görevi üstlenmektedir. Bu mahalde acil bir durumda engelliler ve yaralılar bekletilebilmektedir. Ancak yangın güvenlik hollerinin güzergah yönündeki boyutu 180 santimetreden az olamaz. Metrekaresi de 3 ila 6 arasında olmak zorundadır. Kompartıman oluşturulması adına yangın güvenlik merdivenleri ve yangın güvenlik hollerinin tavanı, tabanı ve tüm duvarları 120 dk, bu duvarlardaki tüm kapılar 90 dk yangına dayanıklı yapılmalıdır (BYKHY, 2007).

Çizelge 2: Kaçış Yolu Genişlikleri (BYKHY, 2007)

Değerlendirme	Kaçış Yolu Genişliği (cm)
50 < Toplam Kullanıcı Sayısı < 500	> 100
501 < Toplam Kullanıcı Sayısı < 2000	> 150
2001 < Toplam Kullanıcı Sayısı	> 200
Hol, Koridor Olarak Kullanılan Yerler	> 110
Yüksek Binalarda Kaçış Güzergahındaki Tüm Genişlikler	> 120
Kaçış Güzergahındaki Tüm Genişlikler	> 80

Yangın merdivenlerinin sayısı, konumları ve genişlikleri kullanıcı yüküne göre belirlendikten sonra merdiven içerisinde de bazı şartlara uyulması gereklidir. Bina içerisindeki bir yangın güvenlik merdivenin basamak yüksekliği 18 cm, basamak genişliği 20 cm, kafa kurtarma mesafesi en az 210 cm, en fazla 300 cm olmalıdır (**Şekil 6**). Merdiven içerisinde bulunan sahanlıkların genişliği merdiven genişliğinden az olmamalıdır.



Şekil 6: Baş kurtarma mesafeleri (BYKHY, 2007)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mimari olarak yangın güvenlik önlemlerinin tasarımına başlarken tüm yangın güvenliği ilkeleri göz önünde bulundurulmak zorundadır. Mimari tasarım, yangın güvenlik sistemleri ile bir bütün olarak çalışmaktadır. Elektromekanik sistemler mimari tasarım kriterleri ile direkt olarak ilişkilidir. Malzeme seçimlerine, kaçış mesafelerine önemli derecede etkilemektedir.

Malzemelerin seçiminde ürünlerin yangına tepki ve yangına dayanım performansları çok iyi irdelenmelidir. Malzeme seçimi sadece kendisini ilgilendirmeyip tüm duvar sistemini etkilemektedir. Duvar malzemelerinin proje aşamasında yanlış seçimi sonrasında ürün temininde sorunlar ile karşı karşıya kalınmasına neden olabilir. Çünkü üreticiler belirli şartlar altında yangın testlerine girmekte ve o durumlar için yangın performanslarını kanıtlamaktadır. Yangının çıkması veya yayılmasını engelleyecek doğru malzeme seçimleri ile tasarım aşamasında değerlendirilmelidir.

Binanın kullanım amacına ve boyutuna bağlı olarak uygun yangına dayanım sürelerine sahip kompartımanlar oluşturulmalı, yangının daha geç yayılmasına ve daha az tahribatla sonuçlanmasına imkan verir.

Bütün bu yapısal önlemler yangın anında insanları güvenli şekilde tahliye etmek için zaman kazandırır. Özellikle yangın merdivenlerinin tahliye katındaki konumuna dikkat edilmelidir ki üst katlardan güvenli tahliye katına gelen insanlar atmosfere de güvenli ulaşabilmelidir.

Hem proje aşamasında hem uygulama aşamasında düzenli kontroller sağlanarak güvenli yapılar oluşturulmalıdır. Yangın güvenliği amacıyla mevcut binalarda belli bir dereceye kadar düzeltmeler yapılabilirken yeni yapılan tasarımlarda her şey tasarımcıların elindedir.

KAYNAKLAR

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007, T.C. Resmî Gazete. 12937, 27.11.2007.

Egan, M. D., 1978, Concepts in Building Firesafety, Jhon Wiley&Sons, Inc., New York, USA.

Serteser, N., 2004, Yanan binadan karşısındaki binaya ışınlama yangının yayılımının önlenmesi için güvenli sınır mesafesinin belirlenmesinde bir model önerisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

National Fire Protection Association – 101: Life Safety Code, 2021.

Wang, Q., Zhang, C., 2018, Fire Safety Analysis of Building Partition Wall Engineering. Procedia Engineering, 211, 747-754.

ATIK DEĞERLENDİRME SAHALARINDA PASİF YANGIN GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

Öğr. Gör. Dr. Ali Serdar Gültek¹
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa¹

ÖZET

Belediyeler tarafından koordine edilen evsel atık dökme sahalarının ıslahı ve evsel atık ayrıştırma işlemleri toplum, ekonomi ve çevre için faydalar sağlamaktadır. Benzer şekilde, ilgili bakanlıklar evsel atıkların yanı sıra sanayi atıklarının geri dönüşüm ve gerekiyorsa bertaraf işlemlerini çeşitli yöntemlerle teşvik etmektedir. Yazar tarafından, 2021 ve 2022 yıllarında Bursa, İzmir, Aydın, Samsun, Malatya, Kahramanmaraş illerinde yer alan ve farklı yatırımcılar tarafından işletilen altı ayrı katı atık ayrıştırma ve depolama sahalarında gözlemler gerçekleştirilmiştir. Can ve mal güvenliğini patlama ve yangınlara karşı koruyucu tedbirlerin değerlendirildiği bu çalışmalarda işletme ve belediyelerin bilgi ve uygulama eksiklikleri tespit edilmiştir. Tesislerde dış istif alanlarının büyüklüğü, birbiri arasında ve binalara olan mesafeler olası yangınların sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Tesis içinde işlenen malzemenin miktarı, çalışma alanlarının büyüklüğü, çalışma alanları arasındaki bölmelendirme, yapı malzemesi, söndürme sistemleri konularında eksiklikler tespit edilmiştir. Aynı zamanda, çöp gazı (land fill gas) ve metan gazı üretimi işlemleri ile elektrik enerjisi üretimi yapıldığı için bu tesisler ilave tutuşma tehlikeleri ve patlama riski içermektedir. Uluslararası yasal düzenlemelerde ve kılavuzlarda çeşitli tedbirler yer almaktadır. Son yıllarda ayrıştırma, plastik geri dönüşüm, kağıt geri dönüşüm tesislerinde gerçekleşen yangın olayları sıklıkla medyada yer almaktadır. Tesis çalışanlarının can güvenliği yanı sıra, yakın mesafede bulunan topluma, çevreye zararların azaltılmasına yönelik tedbirler, saha çalışmasından elde edilen tespitlerle birlikte katılımcılara aktarılacaktır.

Anahtar sözcükler: Katı atık depolama, geri dönüşüm, çöp gazı, yangın, patlama

ABSTRACT

Wasteland and waste separation processes coordinated by municipalities provide benefits for society, economy and environment. Similarly, the relevant ministries encourage the recycling and disposal of domestic and industrial wastes. Observations were made by the author at six separate solid waste sorting and storage sites in Bursa, İzmir, Aydın, Samsun, Malatya and Kahramanmaraş provinces operated by different investors in 2021 and 2022. Measures to protect life and property against explosions and fires were evaluated. Lack of knowledge and practice by companies and municipalities have been identified. The size of the external stowage areas, the distances between each other and to the buildings directly affect the results of possible fires. The excessive amount of materials processed, large work areas, lack of partitioning and compartmentation, improper building materials, inadequate extinguishing systems have been identified. These facilities have additional ignition hazards and explosion risk with the energy produced by land fill gas and methane gases. Preventive measures are available in international legal regulations and guidelines. In recent years, fire incidents in these facilities are frequently covered in the media. Measures for life safety of employees, to reduce damages to the community and the environment will be conveyed together with the findings obtained from the fieldwork.

Keywords: Solid waste storage, recycling, landfill gas, fire, explosion

¹ sgultek@iuc.edu.tr

1.GİRİŞ

Türkiye’de 30 büyükşehir belediyesi, 51 il belediyesi, 922 ilçe belediyesi ve 386 ilçe belediyesi olmak üzere toplam 1389 belediye oluşumu vardır.

23 Aralık 2021 tarihinde Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan Atık İstatistikleri, 2020 isimli bültende yer alan bilgilere göre 1389 belediyenin 1387’sinde bir şekilde atık hizmetinin verildiği anlaşılmaktadır. 159 adedi düzenli depolama tesisi olmak üzere, belediye iştirakleri veya özel sermaye iştirakleri tarafında kurulmuş olan 2223 adet tesiste atık işleme / geri kazanım / bertaraf faaliyetleri yürütülmektedir.

Ekonomik faydalarının yanında, vahşi depolama alanlarına göre çevreye olan etkilerin nispeten kontrol edilebildiği düzenli depolama tesisleri ülkemizin birçok ilinde oluşturulmuştur, tamamında oluşturulmaya çalışılmaktadır. Başta Avrupa Birliği’nden sağlananlar olmak üzere çeşitli fonlar ile bu yatırımlar finanse edilmektedir. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizmasından faydalanmak isteyen yatırımcılar sayesinde düzenli depolama sahaları geçtiğimiz yıllarda ülkemizde yaygınlaşmıştır.

2021 ve 2022 yıllarında Bursa, İzmir, Aydın, Samsun, Malatya, Kahramanmaraş illerinde yer alan ve farklı yatırımcılar tarafından işletilen altı ayrı atık işleme tesisinde (katı atık ayrıştırma, biyogaz üretimi ve düzenli depolama sahalarında) gözlemler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda, tesislerde can ve mal güvenliğini patlama ve yangınlara karşı koruyucu tedbirlerin varlığı ile yürürlükteki tedbirlerin ulusal ve uluslararası mevzuatta yer alan düzenlemelere uyumluluğu değerlendirilmiştir.

Düzenli depolama sahalarında (**Şekil 1**)’de görüldüğü şekilde, çöp gazı ve biyometanizasyon işlemleri ile biyogaz üretimi ile elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir. Benzer bir süreç ile biyokütle tesislerinde de elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1: Biyogaz üretim süreçlerinin gösterimi

Düzenli depolama sahalarında elektrik enerjisi üretiminin yanında (**Şekil 2**)’de gösterilen atık ayırma, atıktan türetilmiş yakıt, atık bertaraf, kompost faaliyetleri yürütülürken, yakma faaliyetleri sonunda ortaya çıkan buhar, seracılık ile uğraşan çiftçi ve işletmelere iletilmektedir. Düzenli depolama sahasının kurulumu aşamasında gerçekleştirilen zemin iyileştirme ve izolasyon faaliyetleri ile çöp suyunun yeraltı suları ile ilişkisi, tarım alanları ve orman alanları ile ilişkisi azaltılmaktadır, dolaylı olarak çevrenin korunmasına katkı vermektedir. Belirtilen

bütün bu faydalara rağmen teknik bilgi eksikliği, nitelikli işgücünün eksikliği, denetim faaliyetlerinin sayısı ve hızında yaşanabilen aksaklıklara bağlı olarak atık değerlendirme sahaları ve binalarında yangın olayları yaşanmaktadır.



Şekil 2: Düzenli depolama sahalarında yürütülen diğer faaliyetlerin gösterimi

2. BULGULAR

Her yılın Mayıs ve Eylül ayları arasında frekansı artan yangın olayları yılın tamamında gerçekleşebilmektedir. (Gültek, 2018) yılında yayımlanan çalışmada yer aldığı şekilde, 2014-2018 yılları arasında atık kağıt işleme tesislerinde gerçekleşen yangın olaylarından bazıları medya haberleri araması ile tespit edilmiş ve (Çizelge 1)'de listelenmiştir.

Çizelge 1: Atık kağıt değerlendirme tesislerinde gerçekleşen yangın olayları

Tarih	Yer
04 Ağustos 2014	Fatih, İstanbul
11 Ağustos 2014	Adıyaman
13 Temmuz 2015	Tire, İzmir
09 Ağustos 2015	Kahramanmaraş
19 Eylül 2015	Kahramanmaraş
04 Mayıs 2016	Ergene, Tekirdağ
27 Haziran 2016	Malkara, Tekirdağ
23 Temmuz 2017	Ataşehir, İstanbul
12 Ekim 2017	Kahramanmaraş
25 Ekim 2017	Merzifon
03 Şubat 2018	Kocaeli
12 Eylül 2018	Kocasınan, İstanbul

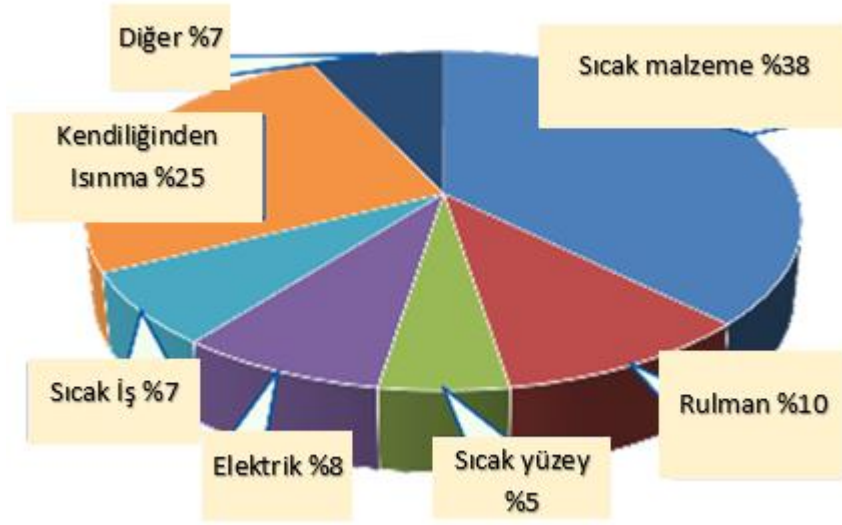
Listelenen 12 yangın olayından 9 tanesi ortalama hava sıcaklığının yılın geri kalanına göre daha fazla yaşandığı dönem olan Mayıs-Eylül ayları arasında gerçekleşmiştir. Genellikle açık sahada, hava koşullarına maruz kalacak şekilde istiflenen kağıt balyalarının güneş ışınları altında hem yüzey sıcaklığının, hem balya içi sıcaklığının yüksek kalması beklenen bir sonuçtur.

(Terraza, 2010) tarafından yayımlanan çalışmada atık sahalarındaki yangın olaylarının sebepleri belirtilmiştir. (Şekil 3)'de gösterildiği şekilde, yaşanan yangın olayları istatistiğine bakıldığında, yangınların %38'inin sıcak kül, köz veya tehlikeli maddeler dolayısı ile oluştuğu

raporlanmıştır. Bu istatistiği oluşturan tehlikeli maddeler, atığın içinde gelen lityum akü, kurşun-asit aküler, diğer piller, gaz silindirleri, parlayıcı sıvılar ve aerosol kaplar şeklinde tespit edilmiştir.

Yangınların %25 oranında önemli bölümü kendiliğinden tutuşma sonucu gerçekleşmektedir. Açık hava ile temas halinde uzun süre bekleyen atığın hem bunker sahasında, hem çöp sahasında tutuştuğu gözlenmektedir.

Yangınların %8'i elektrik tesisatı ve elektrikli ekipman arızalarından, %7'si kaynak, oksijenle kesme gibi çok sıcak kıvılcım çıkaran faaliyetlerden, %5'i ise aşırı ısınan motor yüzeyi, rulman gibi sıcak yüzeylerle temas sonucu gerçekleşmektedir.



Şekil 3: Atık sahalarındaki yangın olaylarının sebepleri

Fendler'in 2015 yılında yayımlanan çalışmada belirtildiği üzere, yaşanan kayıplar sonrası biyogaz tesislerinde tespit edilen genel problemler şunlardır:

- Yetersiz risk farkındalığı
- Teknolojik eksiklikler
- Hem dizayn sürecinde, hem inşaa sürecinde hem de işletme sürecinde bilgi ve becerisi yetersiz çalışanlar
- Bağlayıcı yasal düzenlemelerin olmaması
- Mevcuttaki mevzuata uyum eksiklikleri

Bu eksikliklerin zararını azaltmak amacıyla Avrupa Birliği idari organları tarafından yürürlüğe konmuş sektöre yönelik teknik düzenlemeler mevcuttur, örnek olarak:

- Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği
- Flare ünitelerinin teknik emniyeti
- Patlama güvenliğini sağlamak üzere tehlike bölgesi tanımlaması gösterilebilir.

3. YANGIN GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİ

Biyokütle tesislerinde toz patlaması ve kızışma önemli yangın sebepleridir. Ayrıca, biyogaz, atık ayrıştırma ve transformatör tesislerinde gerçekleşecek yangınların sebepleri ve pasif yangın güvenliği tedbirleri aşağıda yer almaktadır.

3.1. Biyokütle Tesislerinde Yangın ve Patlama Tehlikesi

Biyokütle tesisleri dünya çapına yayılmıştır. Çevrimiçi kaynaklardan toplanan istatistiğe göre, 2000-2018 yılları arasında bu tesislerde 65 yangın olayı gerçekleşmiştir. Bu yangınların %27'sinin kızışma ile oluştuğu raporlanmıştır. Kabaca her 3 yangından 1 tanesinin sebebi stoklanan malzemenin kızışmasıdır.

Biyokütle tesislerinde stoklanan malzeme kolaylıkla parçalanan ve ufalanan yani toz oluşturan özellikte olduğundan bu tesislerdeki bir diğer tehdit toz patlamasıdır. Malın elleçlendiği, bir yerden diğer yere aktarıldığı ve işlendiği ünitelerde ayrıca toz toplama sistemlerinde tozun patlama ihtimali sürekli gözetilmelidir. Çünkü etrafı ve üstü kapalı hacimlerin içinden geçerken tutuşan tozun yaratacağı patlamanın basınç etkisi hazneyi parçalayacak, yakındaki çalışanları zarar verecektir.

NFPA 652 Standard on the Fundamentals of Combustible Dust düzenlemesi, işlenen malzemelerin yanıcılık ve patlayıcılık özelliklerinin standart testler ile sayısal olarak tespit edilmesini, muhtemel toz yangını, deflagrasyon patlaması, muhtemel patlamanın vereceği zararın hesaplanması ve bu tehdidin nasıl yönetileceği unsurlarını içeren toz patlamasından korunma analizinin hazırlanmasına hükmeder.

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik ile TS EN 60079, 10-2, Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Yanıcı toz atmosferler isimli standart, Patlamadan Korunma Dokümanının tesis kurulmadan önce projenin bir bileşeni olarak gerçekleştirilmesini belirtir.

3.1.1. Kendiliğinden Kızışma

Stoklama yapılan binalar, açık saha istifleri, kompost yığınları, ağaç cipsi gibi malzemeler ekzotermik kimyasal reaksiyon ile önce kızışır akabinde tütmeye başlar ardından tutuşur. İstif bünyesindeki suyun biyolojik faaliyeti başlatarak dekompoze olan malzemenin aynı zamanda oksidasyon reaksiyonu oluşturduğu ve reaksiyon çıktısının ısı enerjisi olduğu bilinmektedir.

Kalın tabakalar halinde istiflenen biyokütle malzeme aynı zamanda iyi bir termal yalıtım sağlamaktadır. Bu izolasyon, yığının diplerindeki kızışma ile açığa çıkan ısı enerjisinin bünyede hapsolmesine neden olur. Isı enerjisi uzaklaşmadığı için iç sıcaklığı yükseltmekte, oksidasyon reaksiyon hızını artırmaktadır.

İstif kayması veya üstüne mal yüklemesi ile hafif hareket eden kızışmış yanıcı malzeme hava ile temas ettiğinde yanma üçgeni olarak bilinen koşullar bir araya geldiği için tutuşur. O esnada toz havaya kalkarsa geniş ve hızlı alevler oluşturur hatta patlayabilir.

İstif ebatları arttıkça, yangın ve patlama olasılığı da artmaktadır.

Kızışma malzemenin kendi özelliği değildir. Birlikte istiflenen malzemelerin oranları, malzeme içindeki yabancı maddeler, şekil, toz kütlelerinin kalınlığı, istifin iç katmanlarının hava ile temas etmesi, malzemenin istif halinde bekleme süresi gibi yönetilebilen faktörlerin hepsi kızışma durumunu meydana çıkarır.

İstif bekleme süreleri belirli olmalıdır. Belirlenen süreden daha fazla bekledikçe, kızışma ihtimali artacaktır.

Kırıcı makinesinin iç haznelerinde, itme ünitesinin iç çeperlerinde, kenarda, köşede toz katmanları oluşmamalıdır. Sık periyotta temizlik yapılmalıdır.

3.2. Kapalı stok binaları

NFPA 850, Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants isimli uygulama kılavuzunun 9.5 kısmı hükmüne göre; Kapalı stok binaları otomatik yağmurlama sistemi ile korunmalıdır. Her bir sprinkler nozülünden 10.2 mm/dak debide su boşalmalıdır – (bir sprinkler nozülü için 120 litre/dakika). Yağmurlama sisteminin bir başlığı en fazla 12 m2 alana su boşaltmalıdır. Yağmurlama sisteminin korum alanı 280 m2 olmalıdır – 24 sprinkler aynı anda açılacak şekilde tasarlanmalıdır. (Kuru borulu sistem için 364 m2 koruma alanı, 31 sprinkler başlığına göre tasarım gerekir).

Literatürde otomatik yağmurlama sistemi pasif yangın güvenliği tedbiri olarak yer almasa da, otomatik söndürme sisteminin varlığı yapının elemanlarının yangın dayanım süresini doğrudan etkilediği için bu çalışmada yer verilmiştir.

3.3. Orman ve tarımsal faaliyet yan ürünlerinin depolama, kırma, istifleme ve konveyör sistem ile yakıcı üniteye iletilmesi

NFPA 850, Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants isimli uygulama kılavuzunun 9.5 kısmı orman ve tarımsal faaliyet yan ürünlerinin depolama, kırma, istifleme ve konveyör sistem ile yakıcı üniteye iletilerek elektrik enerjisi üretimine yönelik yangın ve patlama tehlikelerini tanımlar.

Tesisin, malzeme kabul, depolama, açık depolama sahası, kapalı depolama sahasına yönelik tedbirleri aşağıdaki dokümanların hükümleri ile belirlenir:

(1) NFPA 1, Fire Code, (2) NFPA 61, Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities, (3) NFPA 80A, Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures, (4) NFPA 664, Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities

Malzeme kabul, depolama ve malzeme işleme kısımları birbirinden yangın bariyerleri, duvarlar ve istif aralıkları ile ayrılmalıdır.

Üstü kapalı binaların içinde çalışan personelin can güvenliği gözetilmelidir. Yükleme ve iletme işi yapan operatörlerin işlem alanını geniş açı ile görebilmesi gerekir. Operatörler, biyo yakıt yakma ünitesi ve saha yöneticisi ile doğrudan iletişim kurabilmelidir. Operatörler, yangın sistemlerini manuel çalıştıracak eğitime ve beceriye sahip olmalıdır.

NFPA 1 Fire Code, bölüm 10.15 hükümlerine göre; açık sahalarda, yanıcı malzeme, binaların en fazla 3 metre yakınına istiflenebilir; istif yüksekliği 6 metreyi aşamaz.

Bu kurala aykırı bir durumun gösterimi (**Şekil 4**)’de yer almaktadır.



Şekil 4: Uygun olmayan açık saha istifi

Açık sahada istiflenen malzemenin cinsine göre yangın riski (**Çizelge 2**) de özetlenmektedir.

Çizelge 2: Malzeme cinsine göre yangın riski

Malzeme	Yangın Isı Yayma Gücü	Beklenen Yanma Sıcaklığı
Kağıt, karton	Orta	850 °C
Orman ürünleri	Orta	860 °C
Atıktan türetilen yakıt	Orta	900 °C
Plastik	Yüksek	1200 °C
Kauçuk	Yüksek	1150 °C

Açık sahadaki istifin genişliği en fazla 20 metre olmalıdır. İstif uzunluğu en fazla 50 metre olmalıdır. İki istif arasındaki boşluğun mesafesi ise istifin uzunluğuna, yangın gücüne, gevşek yığın veya balya istife göre değişmektedir. Mesafeler (**Çizelge 3**)’ de gösterilmektedir.

Çizelge 3: İstif arasında olması gereken boşluk mesafeleri

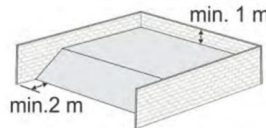
İstif uzunluğu	Orta Yangın Gücü		Yüksek Yangın Gücü	
	Gevşek Yığın	Balyalı İstif	Gevşek Yığın	Balyalı İstif
5 m	5 m	9 m	10 m	14 m
10 m	7 m	13 m	15 m	19 m
15 m	9 m	15 m	18 m	24 m
20 m	10 m	17 m	23 m	27 m
30 m	11 m	20 m	26 m	34 m
50 m	13 m	23 m	31 m	40 m



Şekil 5: Önerilen istif aralıklarına örnek gösterim

Önerilen istif aralıklarına bir örnek, (**Şekil 5**) olarak gösterilmiştir

İstifin duvar ile çevrenmesi önerilir. Ayırıcı duvarın yüksekliği, istifin üst hizasının en az 1 metre yukarısında olmalıdır. (**Şekil 6**)’da örneği yer aldığı biçimde, ayırıcı duvarın yataydaki boyu, istifin taban yüzeyinden en az 2 metre uzun olmalıdır.



Şekil 6: Örnek ölçülerde ayırıcı duvar gösterimi

3.4. Biyogaz Tesislerinde Yangın ve Patlama Tehlikesi

Gaz üretilen tesislerde, gazın boruya girdiği andan yakıldığı ana kadar patlama riski vardır, olası senaryolar aşağıda belirtilmiştir:

- üst örtü koşullarına bağlı olarak, çöp sahasından patlama sınırları içinde gaz/hava karışımı çekilebilir, karışım tutuşması halinde patlayabilir.
- vakum hattından dışarı sızan gaz yüzünden kapalı devre tesisatın içine hava girebilir ve patlayıcı gaz/hava karışımı oluşabilir, karışım tutuşması halinde patlayabilir.
- basma hattındaki kaçak, gaz emisyonuna yol açar, kaçağın yakın çevresinde patlayıcı gaz/hava karışımı oluşabilir, karışım tutuşması halinde patlayabilir.

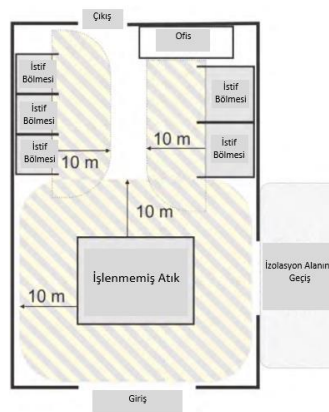
Belirtilen patlama riskine bağlı olarak, gaz akışı, analizör cihazından sürekli izlenmelidir, izlenmektedir. LFG içindeki oksijen (O₂) konsantrasyonu %3 seviyesine çıktığında otomasyon sistemi alarm sinyali üretmelidir. Gaz borusu geçen bina, tesis ve kapalı alanlar sürekli LEL ölçerler ile izlenmelidir. Ortamdaki (CH₄) konsantrasyonu alt yanma sınırının %10'u seviyesine geldiğinde otomasyon sistemi alarm üretmelidir. Ortamdaki (CH₄) konsantrasyonu alt yanma sınırının %20'si seviyesine geldiğinde tesisat ve cihazlar durdurulmalıdır.

3.5. Atık Ayrıştırma Tesislerinde Yangın Tehlikesi

Atık ayrıştırma tesisi cephe ve çatı panelleri yanmaz malzeme olmalıdır. Mevcutta, gün ışığından faydalanmak için kullanılabilen opak plastik paneller yangın sırasında alevin hızlıca çatıda yayılmasına neden olacaktır. Yanan opak paneller eridikçe altındaki makine ve atıkların üzerine yanarak damlayacak ve bina içindeki yangını kontrol edilemez seviyeye getirecektir.

İçinde atık istiflenen binanın istif için kullanılan alanı 1000 m²'den büyükse ve/veya istiflenen atık hacmi 200 m³'den fazla ise binanın sprinkler sistemi ile korunması önerilir. Sprinkler ile korunan binada ise, en fazla 1000 m³ malzemenin istiflenmesi önerilir.

Sprinkler ile korunmayan bina içinde istif yapılması halinde, istifin etrafında 10 metre engelsiz açıklık olmalıdır. Sprinkler koruması olan binada bu mesafe 6 metreye indirilebilir. Açıklıkların gösterimi (**Şekil 7**)' de yer almaktadır.

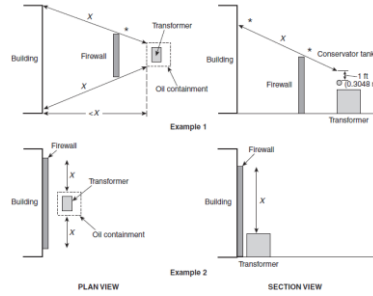


Şekil 7: Bina içi istif bölgesi etrafındaki açıklıkların gösterimi

Bina içindeki istifin tutuşması halinde; istifi dışarı çıkarıp, zemine yayıp, söndürme işlemi uygulayabilmek için bina içi istif yığınının en az 4 katı büyüklükte izolasyon/karantina alanının dış sahada ayrılmış olması gerekir.

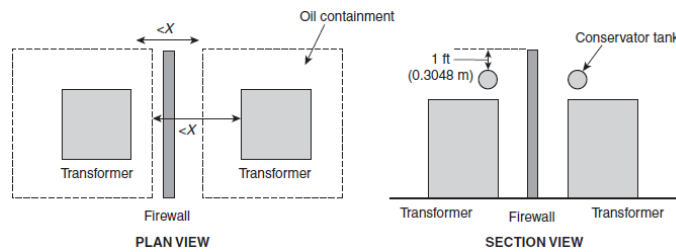
3.6. Transformatör Ünitelerinde Yangın Tehlikesi

NFPA 850, Madde 5.1.4'e göre trafonun 2 saat dayanımlı yangın duvarı ile binadan veya gaz motoru, blower gibi ünitelerden ayrılması ve bu birimlerden en az 7,5 metre uzakta olması gerekir. (Şekil 8)'de belirtilen temsili şekle göre, uygun boy ve genişlikte yangın duvarı inşa edilmesi önerilir.



Şekil 8: Trafo yakınında olması gereken örnek yangın duvarı ölçüleri

Trafolar arasında en az 1.5 metre boşluk olması gerekir. Trafoları birbirinden ayırmak için 2 saat yangına dayanımlı duvar olmalıdır. Duvarın yüksekliği trafo cihazı üst hizasından yukarıda olmalıdır. Örneği (Şekil 9)'da yer almaktadır. Trafoları dış etkilerden koruyan sundurma malzemesi ve izolasyon malzemesi yanmaz olmalıdır. Olası trafo yangınının büyümeden söndürülebilmesi için 12 mm/dakika debide baskın (deluge) tip sulu söndürme sistemi önerilir. Önerilen sistemde köpük-su karışımı da kullanılabilir. Sistemden boşalacak su-yağ karışımının diğer birimlere yayılması için drenaj kanalı ve yangın sisteminden boşalacak su kapasitesinde drenaj suyu toplama çukuru olmalıdır.



Şekil 9: Trafo üniteleri arasındaki mesafenin ve ayırıcı duvarın gösterimi

3.7. Tesislerde Yangın Güvenliği Yönetimi

Yukarıda belirtilen tesislerin bulunduğu tüm sahalarda aşağıda belirtilen ortak idari tedbirlerin uygulanması yangıcı madde ile tutuşma kaynağının buluşmasını engelleyecektir. Pasif yangın güvenlik tedbirleri ile birlikte bütünsel güvenliğin oluşturulmasını sağlayacaktır.

Sigara tüketimi için alanlar tanımlanmalı ve başka yerde tüketilmesine izin verilmemelidir. Seyyar priz, uzatma kablosu kullanımı engellenmelidir. Sahada araç trafiği yönetim sistemi kurulmalıdır. Kaynak, kesme gibi kıvılcım çıkaran, sıcak yüzey oluşturan işler için sıcak iş izin sistemi oluşturulmalıdır. Elektrik ve otomasyon panolarının termal kamera ile düzenli kontrolü güvenli olacaktır. Her türlü tesisatın, binaların içinde yatay veya dikey bölme geçişleri izole edilmelidir. Rulman ve yatakların sıcaklık ve titreşimlerinin düzenli kontrolü güvenli olacaktır. Enerjilendirilmiş bütün cihazların gövde topraklamasının olması gerekir. Topraklama bağlantılarının durumu, panodan değil, işlem noktalarından ölçülerek raporlanmalıdır. Acil durum planı, tesislere özgün senaryolar gözetilerek güncellenmelidir. Elektrik ve otomasyon panolarının termal kamera ile düzenli kontrolü güvenli olacaktır.

4. SONUÇLAR

Ülkemizde önemli miktarda atık işlenirken, işlenemeden ekonomi dışında kalan atıklar sektör için bir potansiyeldir. Kurulu tesislere yeni tesisler eklenecektir. Mevcut tesisler gelişen teknoloji ve tecrübe birikimi ile birlikte daha verimli çalışır hale gelecektir. Çok uzak olmayan vadede gerçekleşmesi beklenebilecek bu duruma bağlı olarak işletmelerin sürekliliği ve sürecin kesintiye uğramaması daha kritik olacaktır. Günümüzde, 750.000 ila 1.000.000 nüfuslu bir ilde kurulu katı atık ayrıştırma tesisinde olan bir yangın vakası, tesisin en az 4 gün durmasına sebep olmaktadır. Gelişen ve büyüyen ülke ekonomisinin ortaya çıkaracağı atık miktarı aynı nispette artacak ve tesislerin yangın olayına bağlı duruşlar yaşaması çevresindeki nüfus için kritik aksamalara yol açabilecektir. Dinamik düzende, malzemenin hareket ettiği bu tesislerde, istif boyutunun artmaması, istifler arası mesafe, istifin binaya olan mesafesinin korunması, yanmaz malzemeden inşa edilen tesisler sayesinde olası yangının ilerlemesi, idari tedbirlerle birlikte sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

23 Aralık 2021, Türkiye İstatistik Kurumu, Atık İstatistikler - 2020 isimli bülten
Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 26.03.2010 tarihli 27533 sayılı Resmî Gazete
Atık Yönetimi Yönetmeliği, 02.04.2015 tarihli 29314 sayılı Resmî Gazete
Atık Ön İşlem Ve Geri Kazanım Tesislerinin Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, 09.10.2021 tarihli 31623 sayılı Resmî Gazete
Biotrend firması 2021 yılı faaliyet raporu
Gültek, A.S., Kendiliğinden Tutuşan Atık Kağıt Yangınları, IPRINTS, 6.Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, Kasım 2018
Terraza, H., Guidance Note on Landfill Gas Capture and Utilization, Inter-American Development Bank (IDB)i Mayıs 2010
Fendler, R., Existing and intended Safety Requirements for Biogas Plants in Germany, Deutsch-Französisches Büro für Erneuerbare Energien: Sicherheit von Biogasanlagen, Paris, Ekim 2015
NFPA 652, Standard on the Fundamentals of Combustible Dust, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2019
Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik
TS EN 60079, 10-2, Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması-Yanıcı toz atmosferler, Türk Standartları Enstitüsü, 2015
NFPA 850, Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2020
NFPA 1, Fire Code, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2018
NFPA 61, Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2020
NFPA 80A, Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2017
NFPA 664, Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities, National Fire Protection Association, Amerika Birleşik Devletleri, 2020
FM Global Property Loss Prevention Data Sheets, 8-27 Storage of Wood Chips, Amerika Birleşik Devletleri, 2000
Australia, New South Wales Community Safety Directorate, Fire Branch, Fire Safety In Waste Facilities, Avustralya 2020
UK, Waste Industry Safety And Health Forum, Reducing Fire Risk At Waste Management Sites, Birleşik Krallık, 2017

İTÜ ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ İÇİN ACIL DURUM AYDINLATMASI TASARIMI

Yalçın Paşaalioglu¹

Dr. Öğr. Üyesi Lale Erdem Atılğan²

İstanbul Teknik Üniversitesi^{1,2}

ÖZET

Acil durum aydınlatması, tren istasyonları, alışveriş merkezleri, havaalanları, eğitim yerleşkeleri, hükümet binaları veya eğlence tesisleri gibi büyük, yoğun kullanımlı, yüksek riskli veya karmaşık tesislerde yaşanabilecek tehlikeli durumlarda bir yaşam çizgisi oluşturmaktadır. Bu özel aydınlatma çeşidi, yangın, deprem, terör saldırısı gibi kullanıcıların tehlike altında olduğu acil durumlarda, binaların güvenli, hızlı ve verimli tahliyesini sağlar. Etkili bir acil durum aydınlatma sistemi, insanlara rehberlik etmenin yanı sıra, kullanıcıların güvenlik ekipmanlarını, sığınma ve toplanma noktalarını bulmalarına da yardımcı olur. Acil durum aydınlatması, gerekli aydınlık düzeylerini sağlayarak paniği azaltır ve hayat kurtarır. Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi'nin yoğun kullanım bölgeleri için bir acil durum aydınlatması tasarımı önerilmiştir. Bu amaçla Elektrik-Elektronik Fakültesi Dialux Evo aydınlatma benzetim programında modellenerek EN 1838:2013 Aydınlatma uygulamaları - Acil Durum Aydınlatması, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve diğer ilgili standart ve yönetmeliklere uygun bir şekilde acil durum aydınlatma sistemi tasarlanmış ve benzetim çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Acil durum aydınlatması, kaçış yolu, yangın güvenliği

ABSTRACT

In large, intensive-use, high-risk or complex facilities such as railway stations, shopping malls, airports, educational premises, government buildings or entertainment facilities, emergency lighting provides a lifeline in dangerous situations. This special type of lighting ensures safe, fast and efficient evacuation of buildings in emergency situations where users are in danger, such as fire, earthquake, terrorist attack, etc. An effective emergency lighting system also helps users find the safety equipment, shelter and assembly areas. Emergency lighting reduces panic and saves lives by providing required illuminance levels. In this study, an emergency lighting design has been proposed for Istanbul Technical University's Faculty of Electrical and Electronics Engineering. For this aim the Faculty was modelled in the Dialux Evo lighting simulation program and an emergency lighting system was designed in accordance with EN 1838:2013 Lighting Applications - Emergency Lighting, Regulation on Fire Protection of Buildings and other relevant standards and regulations.

Keywords: Emergency lighting, escape route, fire safety

¹ pasaalioglu17@itu.edu.tr

² erdeml@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Tüm dünyada artan kentleşmeye bağlı olarak güvenlik tehditleri de yükselmektedir. Bir binanın ziyaretçilerinin, yerleşim düzenine ve bina prosedürlerine aşina olmadığı durumlarda yaşanan zorluklar katlanarak artmaktadır. Bu durum özellikle, tren istasyonları, alışveriş merkezleri, havaalanları, eğitim yerleşkeleri, hükümet binaları veya eğlence tesisleri gibi büyük, yüksek kullanımlı, yüksek riskli veya karmaşık tesislerde büyük önem teşkil etmektedir. Acil durum aydınlatması, bu karmaşık hacimlerde yaşanabilecek tehlikeli durumlarda bir yaşam çizgisi oluşturmaktadır. Bu özel aydınlatma çeşidi, yangın, deprem, terör saldırısı gibi kullanıcıların tehlike altında olduğu acil durumlarda, binaların güvenli, hızlı ve verimli tahliyesini sağlar. Etkili bir acil durum aydınlatma sistemi, insanlara rehberlik etmenin yanı sıra, kullanıcıların güvenlik ekipmanlarını, sığınma ve toplanma noktalarını bulmalarına da yardımcı olur. Acil durum aydınlatması, gerekli aydınlık düzeylerini sağlayarak paniği azaltır ve hayat kurtarır. Bu çalışma kapsamında İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi'nin kullanım yoğun bölgelerinde acil durum aydınlatması tasarlanmıştır. Bu tasarımda, Fakülte içindeki mevcut durumun analizi yapılarak, fakültenin mimarı planına en uygun kaçış yolu tasarlanmıştır. Daha sonra kaçış yolları için, EN 1838:2013 Aydınlatma Uygulamaları - Acil Aydınlatma ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik temel alınarak, fakülte Dialux Evo aydınlatma simülasyon programında modellenmiş ve gerekli acil durum aydınlatması tasarımı benzetim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan acil durum aydınlatma sistemi, insanlara rehberlik etmenin yanı sıra, kullanıcıların güvenlik ekipmanlarına ek olarak sığınma ve toplanma noktalarını bulmalarına yardımcı olacak ve hayat kurtaracaktır.

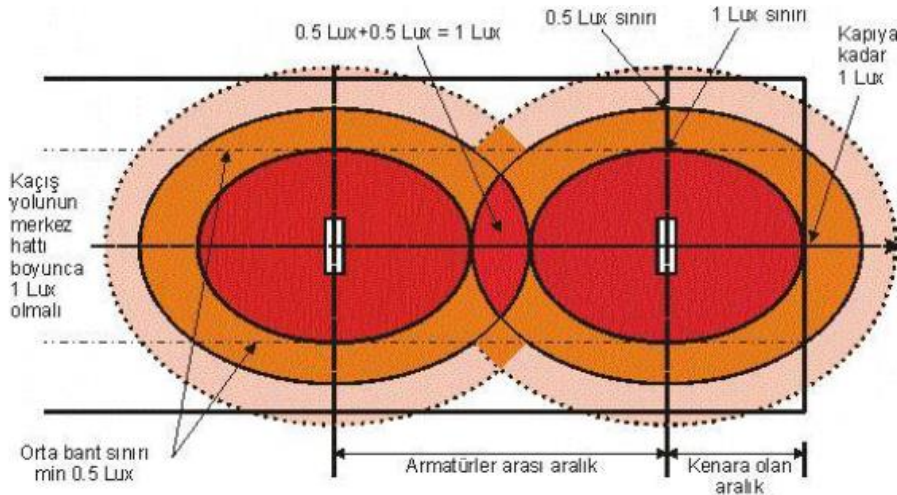
2. ACİL DURUM AYDINLATMASI

Acil Durum Aydınlatması, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'te değişiklik Yapılmasına dair Yönetmelik'te "olağan aydınlatma devrelerinin kesintiye uğraması halinde, armatürün kendi gücüyle veya ikinci bir enerji kaynağından beslenerek sağlanan aydınlatma" olarak tanımlanmaktadır (Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2009). Bu özel aydınlatma çeşidi, genel aydınlatmada bir arıza oluştuğunda can güvenliği açısından tehlike oluşmaması için gerekli miktarda aydınlatmayı sağlayan bir sistemdir. İki temel görevi vardır; bunlar acil kaçış aydınlatması ve enerji kesintisi sırasında yedek amaçlı acil durum aydınlatmasıdır (TSE, 1999). Türk Standartları Enstitüsü'nde acil durum aydınlatması için yürürlükte bulunan standart TS EN 1838:1999'dur, ancak güncel Avrupa standardı EN 1838:2013'tür ve bu çalışma genelinde gerçekleştirilen acil durum aydınlatması tasarımında güncel standart kullanılmıştır (CEN, 2013). Acil durum aydınlatma sistemi enerji kesildikten maksimum 5 saniye sonra gerekli standartlardaki aydınlık düzeyi değerini sağlamalıdır. Ofis binaları, iş yerleri gibi kullanıcı aşinalığı olan yerlerde istenilen acil durum aydınlatmasının devrede kalma süresi en az 1 saattir, ancak diğer yerlerde bu süre 3 saate kadar uzayabilir. Acil durum aydınlatması ile aydınlatmanın yapıldığı alan veya kaçış yolu boyunca tüm geçiş yolları, yangın alarm kontrol noktaları, kaçış işaretleri, yangın önleme araç yerleri ve diğer her türlü tehlike veya engelin kolayca fark edilmesi mümkün kılınmalıdır.

Acil durumlarda kaçış yollarının etkili bir şekilde tanımlanabilmesini ve güvenle kullanılabilmesini sağlamak için planlanmış acil aydınlatma türüne acil kaçış aydınlatması adı verilir. Kaçış yolu aydınlatması, açık alan aydınlatması ve yüksek riskli alan aydınlatması konuları bu başlık altında incelenir.

Kaçış yolu, binalarda olası bir acil durumda insanların can güvenliği için kaçış yapabilecekleri yol veya yolları ifade eder. Bu yollar, yangın merdivenleri, koridorlar, rampalar, merdivenler, asansörler, çıkış kapıları, çıkış pencereleri gibi çeşitli yapısal özelliklere sahip olabilirler. Kaçış yolu aydınlatması, kaçış yolları boyunca ve binanın bitişik alanlarında görsel yönlendirme için yeterli koşulları sağlamalıdır. Yangın söndürme ve güvenlik ekipmanlarının bulunması ve kullanılması kolay olmalıdır. Kaçış yönlendirme aydınlatmasıyla ilgili EN 1838:2013 standardı ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te (BYKHY, 2007) sunulan en önemli noktalar aşağıda özetlenmiştir:

- 2 metre genişliğe kadar olan kaçış yolları için, bir kaçış yolunun merkez çizgisi boyunca zemindeki yatay aydınlık düzeyi 1 lx'ten az olmamalıdır. Bu değer zeminden tercihen 2 cm'yi aşmayacak bir yükseklikte elde edilmelidir; yükseklik 20 cm'ye kadar artabilir.
- Aydınlik düzeyi değeri merkez çizgisinin sağına ve soluna doğru 50 cm mesafede % 50 oranında (0.5 lx) azalabilir.
- Daha geniş kaçış yolları 2 metre genişliğinde şeritler halinde ele alınabilir veya açık alan (anti-panik) aydınlatması sağlanabilir. **Şekil 1**'de örnek bir kaçış yolu ve bu yol üzerinde sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerleri verilmektedir.



Şekil 1: Örnek bir Kaçış Yolunda sağlanması gereken aydınlık düzeyleri (Yıldırım, 2009)

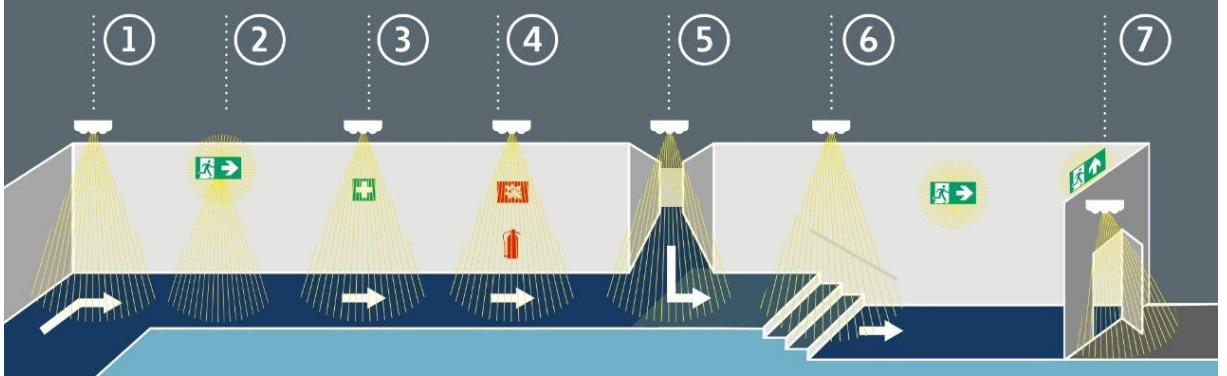
- Kaçış yolu merkez çizgisinde elde edilen minimum ile maksimum aydınlık düzeyinin oranıyla hesaplanan düzgünlük (uniformity) 'U_d' oranı TS EN 12665:2019, Işık ve aydınlatma - Aydınlatma kurallarını belirleyen temel tarifler ve kriterler standardına göre kaçış yolunun orta çizgisi boyunca 1:40'ın altında kalmalıdır (TSE, 2019).
- Görüş alanı içindeki armatürlerin ışık şiddeti sınırlandırılarak yetersizlik kamaşması düşük tutulmalıdır. Standart, yetersizlik kamaşmasının yaşanmaması için kullanılacak armatürlerin montaj yükseklikleri ve bu yüksekliklerde belirli açılar içinde aşılması gereken ışık şiddeti değerlerini ayrıca tanımlamaktadır.
- Armatür ve arka planı arasındaki yüksek kontrast parlamaya neden olabilir. Kaçış yolu aydınlatmasında asıl sorun, armatürlerin parlaklığının göz kamaştırabileceği ve engellerin veya işaretlerin görülmesini engelleyebileceği kamaşma olacaktır.

- Güvenlik renklerini belirlemek için bir ışık kaynağının R_a renksel geriverim endeksi için minimum değer 40 olmalıdır.
- Acil durum aydınlatmasının normal aydınlatmanın kesilmesi halinde en az 60 dakika süreyle sağlanması şarttır. Acil durum çalışma süresinin kullanıcının yükü 200'den fazla olduğu takdirde en az 120 dakika olması gerekir.
- Acil kaçış yolu aydınlatması 5 saniye içinde gerekli aydınlatmanın %50'sine ve 60 saniye içinde gerekli olan aydınlatmanın %100'üne ulaşacaktır.

Şekil 2'de bir kaçış yolunda acil durum aydınlatma elemanlarının konumlandırılması gereken alanlar numaralandırılarak verilmiştir. Buna göre;

1. Her yön değişiminde
2. Tüm çıkış işaret tabelalarında
3. Her ilk yardım dolabında
4. Tüm yangın söndürücü ve yangın ihbar butonlarının yakınında
5. Tüm koridor kesişim noktalarında
6. Tüm merdivenlerde ve kat değişim noktalarında
7. Tüm çıkış kapılarında,

acil durum aydınlatma elemanlarının kullanılarak gerekli aydınlık düzeylerinin sağlanması elzemdir.

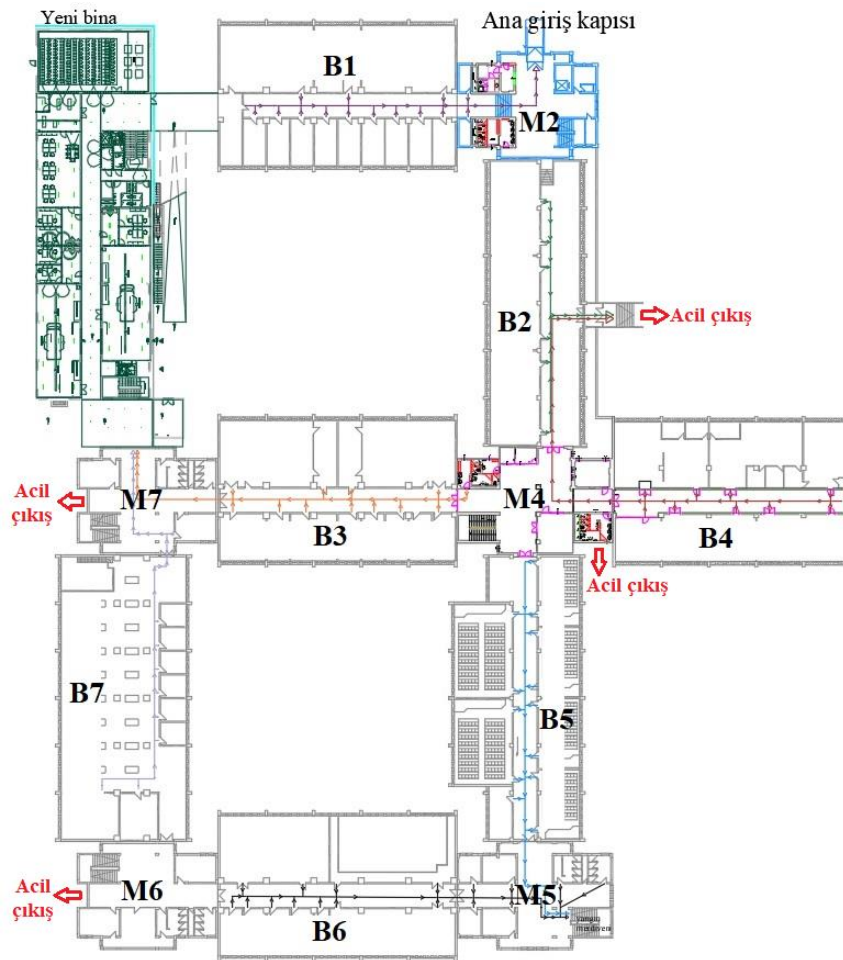


Şekil 2. Acil Durum Aydınlatması Yapılması Gereken Alanlar (Eaton, 2023)

3. İTÜ ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ İÇİN ACIL DURUM AYDINLATMA TASARIMI

Bu çalışmada, literatür taramasında faydalanan standart ve yönetmeliklerin ışığında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Elektrik-Elektronik Fakültesi'nin acil durum aydınlatması ele alınmıştır. Maslak Kampüsü'nde konumlanmış olan ve 40.480 m² kapalı alana sahip Fakülte binası 8 adet bloktan oluşmaktadır; bodrum kat dahil olmak üzere toplam 4 katı vardır. Bina içerisinde sınıflar, laboratuvarlar, toplantı odaları, seminer salonları, tuvaletler, çay ocakları, kantin ve kırtasiye yer almaktadır. Elektrik-Elektronik Fakültesi'nde, inşaatı yakın zamanda

gerçekleşmiş olan yeni blok dışında, hiçbir yerde acil durum aydınlatması bulunmamaktadır. Bu çalışmada 1-7 arası numaralı bloklar incelenmiştir; 8 numaralı blok, yakın zamanda inşa edilmiş olması ve bu bölgenin acil aydınlatma tasarımının yapılmış olması nedeniyle, çalışmaya dahil edilmemiştir. **Şekil 3**'te, Fakülte binasının genel mimari planı verilmektedir. Burada B harfiyle gösterilen bölgeler blok koridorlarını, M harfiyle gösterilen bölgeler bloklar arası mafsalları temsil etmektedir. Binada 5. blokla 6. blok arasındaki M5 numaralı mafsala denk gelen alanda ve yeni inşa edilen 8. blokta yangın kapılarıyla donatılmış 2 farklı yangın merdiveni ve yine 8. blokta bina dışına açılan 3. bir yangın merdiveni yer almaktadır. Fakültenin ana giriş kapısına ek olarak Şekil 3'te işaretlendiği üzere 4 ayrı noktada acil çıkış kapıları yer almaktadır. Fakültenin mimari yapısı, yangın merdivenleri ve acil çıkış kapılarının konumları nedeniyle bloklardaki tüm koridor ve mafsallar acil durum kaçış rotasının bir parçası halindedir. Bu sebeple yapılan acil durum aydınlatma tasarımı tüm bloklar ve mafsalları kapsamaktadır.



Şekil 3. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Mimari Planı

Fakültede yapılan incelemede, yeni yapılan 8 numaralı blok dışında hiçbir blokta acil durum aydınlatma elemanlarının bulunmadığı, bina genelinde yalnızca kendinden fosforlu kaçış yolu işaretlerinin kullanılmış olduğu tespit edilmiştir. Fakültede kullanılan çıkış işaretlerine bir örnek **Şekil 4**'te verilmektedir. EN 1838 Acil Aydınlatma Uygulama Standardı'na göre acil aydınlatma sistemlerinde yönlendirme işaretleri aydınlatılmış olmalıdır (CEN, 2013). Kendinden fosforlu işaretler ise aydınlatılmış cihazlara destekleyici olarak kullanılabilirler. Buna ek olarak binanın eğitim amaçlı kullanılması ve kullanıcı yükünün 200'den yüksek olması nedeniyle, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik'e uygun olarak 2 saatten uzun süre devrede

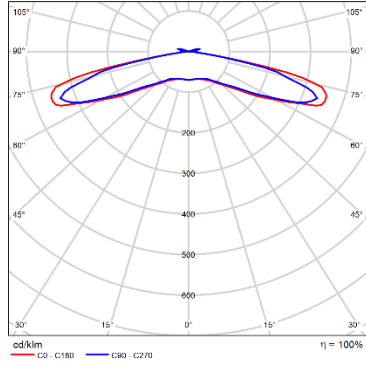
kalacak bir acil durum aydınlatması sistemine ihtiyaç bulunmaktadır (BYKHY, 2007). Bu sebeple, öncelikle binanın mimari yapısı incelenerek bloklardaki en uygun acil durum kaçış rotaları belirlenmiş, daha sonra bu rotalarda Dialux Evo aydınlatma benzetim programından faydalanılarak, çalışmada belirtilmiş olan yönetmelik ve standartlara uygun şekilde acil durum aydınlatması tasarımı gerçekleştirilmiştir.



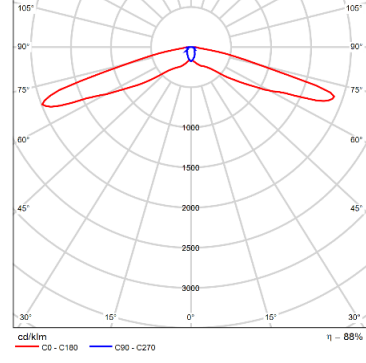
Şekil 4. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi'nden Örnek Bir Yönlendirme İşareti

3.1. Armatür Seçimi

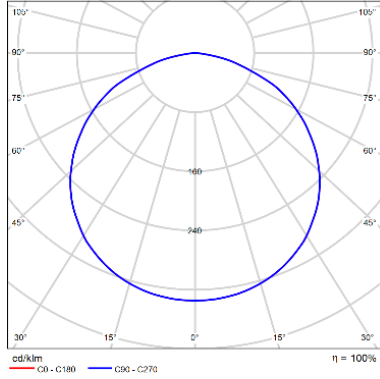
Bu aşamada başta fakültede yapılan analiz sonucu acil durum armatürlerinin ve çıkış işaretlerinin yerleştirilmesi gereken yerler tespit edilmiştir. Bu amaçla kaçış yollarında hedeflenen genel aydınlık düzeylerinin sağlanması için tüm koridor ve mafsallara, her yön değişimine, her ilk yardım dolabına, tüm yangın söndürücü ve yangın ihbar butonlarına, tüm koridor kesişim noktalarına, tüm merdivenlerde ve kat değişim noktalarında ve tüm çıkış noktalarında EN 1838 standardının belirlediği uygun yüksekliklere acil durum aydınlatma armatürleri yerleştirilmiştir. Tüm çıkış işaretleri kendinden aydınlatmalı olarak seçilmiştir. Bu amaçla, EEC Elektronik firmasından her kat için 34 adet SQL-H, 17 adet ERLC, 26 adet ELEGANCE-ELGS-SM15-3H ve 2 adet ELEGANCE-ELG-SM15-3H armatürleri kullanılmıştır. Armatürlerin çalışma süresi kullanım alanına uygun şekilde 1 ila 3 saat arasında seçilebilir özelliktedir. Yangın merdiveninin tümünde ise belirtilen armatürlerden sırasıyla 4, 1, 10 ve 1 adet olmak üzere toplam 16 adet kullanılmıştır. **Şekil 5, 6, 7 ve 8'**de bu armatürlerin ışık dağılım eğrileri ve **Şekil 9, 10 ve 11'**de ise görselleri sunulmaktadır. Fakülte içinde 4 katta toplam olarak 332 adet armatür kullanılmıştır. Projede acil aydınlatma amacıyla kullanılan çıkış işaretlerinin maksimum görülme mesafesi 26 m ve 23 m'dir. Bu mesafeler göz önüne alınarak fakülteye yeni çıkış işaretleri de yerleştirilmiştir.



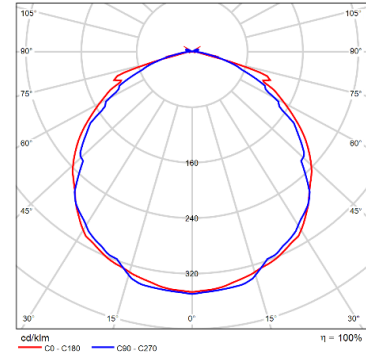
Şekil 5: ELEGANCE-ELG-SM15-3H ışık dağılım eğrisi



Şekil 6: SQL-H ışık dağılım eğrisi



Şekil 7: ERLC ışık dağılım eğrisi



Şekil 8: ELEGANCE-ELGS-SM15-3H ışık dağılım eğrisi



Şekil 9. ELEGANCE Serisi Armatürler



Şekil 10. ERL Serisi Armatürler

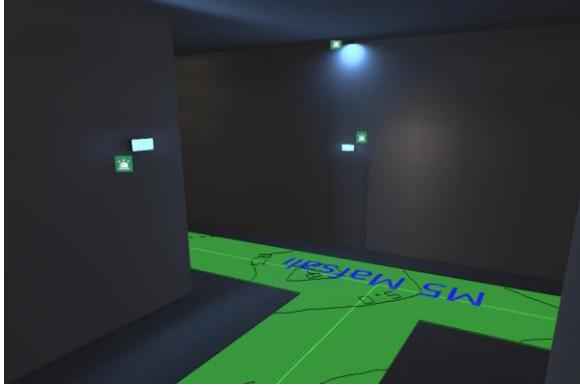


Şekil 11. SQL Serisi Armatürler

3.2. Benzetim Sonuçları

Yapılan benzetim çalışmalarında seçilen armatürler ve konumlandırma tercihlerinin doğru yapılması sonucunda TS EN 1838 standardının gerektirdiği tüm fotometrik değerler sağlanmıştır. Çizelge 1'de Dialux Evo 'da modellemesi yapılan İTÜ Elektrik- Elektronik Fakültesi'nde acil durum aydınlatması tasarımının fotometrik benzetim sonuçları kaçış yolları üzerindeki orta alan minimum aydınlık düzeyleri E_{min} Orta Alan, kaçış yolu orta çizgisinde elde edilen minimum aydınlık düzeyleri E_{min} Orta çizgi ve kaçış yolu üzerindeki minimum aydınlık

düzeyinin maksimum aydınlık düzeyine oranını gösteren U_d düzgünlük değerlerini gösterecek şekilde verilmiştir. **Şekil 12** ve **Şekil 13**'te ise yapılan benzetim çalışmasıyla ilgili örnek görseller verilmiştir.



Şekil 12: M5 Mafsalının acil durum aydınlatma armatürleriyle aydınlatılmış hali



Şekil 13: M2 Mafsalının acil durum aydınlatma armatürleriyle aydınlatılmış hali

Çizelge 1: Elektrik- Elektronik Fakültesi Acil Durum Aydınlatma Tasarımı Benzetim Sonuçları

Kaçış Rotaları	E_{min} Orta Alan	E_{min} Orta çizgi	U_d
1. Blok Koridorlar	0.65 lx (≥ 0.50 lx)	1.13 lx (≥ 1.00 lx)	0.10 (≥ 0.025)
2. Blok Koridorlar	0.61 lx (≥ 0.50 lx)	1.45 lx (≥ 1.00 lx)	0.11 (≥ 0.025)
3. Blok Koridorlar	0.79 lx (≥ 0.50 lx)	1.20 lx (≥ 1.00 lx)	0.37 (≥ 0.025)
4. Blok Koridorlar	0.56 lx (≥ 0.50 lx)	1.18 lx (≥ 1.00 lx)	0.23 (≥ 0.025)
5. Blok Koridorlar	0.54 lx (≥ 0.50 lx)	1.63 lx (≥ 1.00 lx)	0.09 (≥ 0.025)
6. Blok Koridorlar	0.81 lx (≥ 0.50 lx)	1.48 lx (≥ 1.00 lx)	0.12 (≥ 0.025)
7. Blok Koridorlar	0.94 lx (≥ 0.50 lx)	1.38 lx (≥ 1.00 lx)	0.36 (≥ 0.025)
M2 Mafsalı	0.94 lx (≥ 0.50 lx)	1.56 lx (≥ 1.00 lx)	0.11 (≥ 0.025)
M3 Mafsalı	0.73 lx (≥ 0.50 lx)	1.53 lx (≥ 1.00 lx)	0.11 (≥ 0.025)
M4 Mafsalı	0.79 lx (≥ 0.50 lx)	1.78 lx (≥ 1.00 lx)	0.57 (≥ 0.025)
M5 Mafsalı	0.76 lx (≥ 0.50 lx)	1.12 lx (≥ 1.00 lx)	0.09 (≥ 0.025)
M6 Mafsalı	0.76 lx (≥ 0.50 lx)	1.01 lx (≥ 1.00 lx)	0.35 (≥ 0.025)
M7 Mafsalı	0.74 lx (≥ 0.50 lx)	1.02 lx (≥ 1.00 lx)	0.10 (≥ 0.025)

Çizelge 2'de ise M5 mafsalında bulunan yangın merdiveni için tasarlanan kaçış yolları için hesaplanan aydınlık düzeyleri ve düzgünlük oranları verilmektedir. **Şekil 14**'te ise yangın merdiveninin Dialux Evo Benzetim görseli sunulmaktadır.

Çizelge 1 ve **2'**de sunulan değerlerden görüldüğü üzere yapılan acil durum aydınlatma tasarımı ile kaçış yolları üzerinde TS EN 1838 standardına göre gerekli U_d düzgünlük, E_{min} orta alan minimum aydınlık düzeyi ve E_{min} orta çizgi minimum aydınlık düzeyi değerleri sağlanmıştır.

Çizelge 2: Elektrik- Elektronik Fakültesi Yangın Merdiveni Acil Durum Aydınlatma Tasarımı Benzetim Sonuçları

Kaçış Rotaları	E_{min} Orta Alan	E_{min} Orta çizgi	U_d
-1. Kat Taban	0.81 lx (≥ 0.50 lx)	1.12 lx (≥ 1.00 lx)	0.09 (≥ 0.025)
-1. Kat 1. Kat Arası	1.02 lx (≥ 0.50 lx)	1.20 lx (≥ 1.00 lx)	0.15 (≥ 0.025)
-1. Kat Merdiven A	1.15 lx (≥ 0.50 lx)	1.47 lx (≥ 1.00 lx)	0.22 (≥ 0.025)
-1. Kat Merdiven B	1.20 lx (≥ 0.50 lx)	1.58 lx (≥ 1.00 lx)	0.31 (≥ 0.025)
1. Kat Taban	0.96 lx (≥ 0.50 lx)	1.50 lx (≥ 1.00 lx)	0.17 (≥ 0.025)
1.Kat Merdiven A	1.01 lx (≥ 0.50 lx)	1.22 lx (≥ 1.00 lx)	0.28 (≥ 0.025)
1. Kat 2. Kat Arası	0.86 lx (≥ 0.50 lx)	1.06 lx (≥ 1.00 lx)	0.07 (≥ 0.025)
1. Kat Merdiven B	1.05 lx (≥ 0.50 lx)	1.30 lx (≥ 1.00 lx)	0.13 (≥ 0.025)
2. Kat Taban	0.65 lx (≥ 0.50 lx)	1.02 lx (≥ 1.00 lx)	0.15 (≥ 0.025)
2. Kat Merdiven A	1.07 lx (≥ 0.50 lx)	1.21 lx (≥ 1.00 lx)	0.34 (≥ 0.025)
2. Kat 3. Kat Arası	0.83 lx (≥ 0.50 lx)	1.11 lx (≥ 1.00 lx)	0.11 (≥ 0.025)
2. Kat Merdiven B	1.30 lx (≥ 0.50 lx)	2.26 lx (≥ 1.00 lx)	0.18 (≥ 0.025)
3. Kat Taban	0.53 lx (≥ 0.50 lx)	1.16 lx (≥ 1.00 lx)	0.16 (≥ 0.025)



Şekil 14. Mafsal 5 Yangın Merdiveni Dilaux Evo Benzetim Görseli

5. SONUÇ

Acil durum aydınlatma sistemleri, yangın, deprem gibi acil tahliye gerektiren durumlarda kişilerin bulundukları mekanı güvenilir ve sağlıklı bir şekilde terk edebilmeleri için bir gerekliliktir. Aksi takdirde acil durum aydınlatmasının olmadığı veya acil durum aydınlatmasının standartlara uygun bir şekilde tasarlanmadığı binalarda olası bir acil durum

senaryosunda birçok kaza, ölüm ve yaralanma meydana gelebilir. Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi'nin acil durum aydınlatma analizi yapıp, mevcut duruma göre kaçış yolu planları ele alınmıştır. Yapılan analize göre Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve EN 1838 standardı rehber alınarak, Fakülte binası için acil durum aydınlatması tasarlanarak Dialux Evo aydınlatma programında benzetim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada her kaçış rotasında sağlanması gereken E_{min} orta alan ≥ 0.5 lx, E_{min} orta çizgi ≥ 1 lx ve $U_d \geq 0,025$ değerlerinin karşılanması bu benzetimin EN 1838 standardına göre uygun şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Projede acil durum armatürlerinin bakım ve maliyeti gözetilerek bir Türk firmasına ait ürünler tercih edilmiştir. Sonuç olarak, İTÜ Elektrik -Elektronik Fakültesi'nde gerçekleşebilecek herhangi bir acil durum senaryosunda fakülte binasının acil durum aydınlatması, tahliyenin bütün katlardan hızlı ve güvenilir bir biçimde sağlanabileceği şekilde tasarlanmıştır.

KAYNAKLAR

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY), 2007. 19 Aralık 2007 tarihli 26735 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazetesi.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2009. 9 Eylül 2009 tarihli 27344 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazetesi.

Comité Européen de Normalisation (CEN), 2013. EN 1838:2013, Lighting Applications – Emergency Lighting, European Committee For Standardization.

Eaton, 2023. Emergency Lighting Basics, How to Meet Regulations for Emergency Lighting. <https://www.eaton.com/ae/en-gb/markets/buildings/how-we-drive-building-efficiency-and-safety/safe-evacuation/evacuate/basics-emergency-lighting-systems/regulations-for-emergency-lighting.html> adresinden Mart 2023 tarihinde alınmıştır.

Jazayeri, M. 2007. Acil Durum Aydınlatması Kaçış Yolu Aydınlik Düzeyi Minimum Değerlerinin Deneysel İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türk Standardları Enstitüsü (TSE), 1999. TS EN 1838:1999, Aydınlatma Uygulamaları – Acil Aydınlatma.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 2019. TS EN 12665:2019, Işık ve Aydınlatma - Aydınlatma Kurallarını Belirleyen Temel Tarifler ve Kriterler

Yıldırım, S. 2009. Acil Durum Aydınlatmasında Kullanılmak Üzere Işık Kaynağı Olarak Işık Yayan Diyot Kullanan Bir Armatür Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİNDE YANGIN EMNİYETİYLE İLİŞKİLİLENDİRİLEBİLİR FAKTÖRLER

Arş. Gör. Gökçe Saadet Arpacı Coşkun¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstinye Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü¹
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Sürdürülebilirlik kapsamındaki tüm çalışmalarda amaç, gelecekte nesillere kaynakları tükenmemiş ve yaşanabilir bir dünya bırakmaktır. Mevcut yeşil bina sertifika sistemlerinin ortak amacı da bunu sağlamak ve teşvik etmektir. Bina tasarımında yer alan ya da yeşil bina sertifikası almak için işletme sürecinde yapılan tüm değişiklikler, binaya ve kullanıcılarına zarar verebilecek önemli riskler içerebilir. Yeşil binaların yangın performansının değerlendirilmesi için, binanın yangın emniyetini etkileyen ana tasarım ve sonradan oluşabilen birincil değişiklikler üzerine yoğunlaşmış araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yeşil bina sertifika sistemlerine sahip olabilmek için yerel yönetmelik ve standartların dışında alınabilecek yangın emniyet önlemlerinin, binanın sürdürülebilirlik kriterlerini sağlama yönünde bütüncü olması gereklidir. Dünyada yaygın kullanılan 4 ve Türkiye’de kullanılan 1 yeşil bina sertifika sistemi kriterleri, yangın emniyeti açısından incelenmiştir. Sertifika sistemlerinin çoğunda yerel yönetmelik koşullarının sağlanması yeterli bulunurken yapılan çalışmada, sertifika kriterlerini sağlamak için alınan tasarım kararlarının yangın emniyeti açısından içerebileceği potansiyel riskler nedeniyle mevcut yönetmeliklerin bu konuları da dikkate alacak şekilde gözden geçirilmesi gerektiğine işaret edilmektedir. Çalışmada yangın emniyet önlemleri ile ilgili içerik incelemeleri, DGNB, BREEAM, LEED, GreenStar ve B.E.S.T sertifika sistemlerinin kılavuzlarında yürütülmüştür. Sertifika sistemlerinde yapılan incelemelerde yangın emniyetini doğrudan ifade eden kriterler ve yangınla ilişkilendirilebilecek içerikler olduğu saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Yangından korunma, yeşil bina sertifika sistemleri

ABSTRACT

The aim of all studies within the scope of sustainability is to leave a livable world for the future generations. The common purpose of existing green building certification systems is to provide and promote this. All changes in the design of the building or in the operational process to obtain green building certification may involve significant risks that could harm the building and its inhabitants. To evaluate the fire performance of green buildings, studies focusing on main design and subsequent changes that affect the fire safety of the building are needed. Safety measures that can be taken outside of local regulations and standards that are needed to obtain green building certification systems must be complementary to meet the sustainability criteria of the building. The criteria of four green building certification systems commonly used worldwide and one used in Turkey have been examined in terms of fire safety. It is sufficient to meet the local regulation conditions in most of the certification systems. However, there are potential risks that design decisions bear in terms of fire safety to meet the certificate criteria. In this study, it is pointed out that current regulations should be reviewed to take these issues more seriously. Content reviews related to fire safety measures have been carried out with the guidance of DGNB, BREEAM, LEED, GreenStar and B.E.S.T certification systems. During the examination of certification systems, it has been determined that there are criteria directly related to fire safety and content that can be associated with fire in these systems.

Keywords: Fire safety, green building certificate systems

¹ gokce.arpaci@istinye.edu.tr

² serteser@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Çevresel sorunlar, gün geçtikçe küresel boyutlara ulaşmaktadır. Tüketim toplumu, küresel ısınma, iklim değişikliği, doğal bitki örtüsü ve toprak kaynaklarının bozulması, su kaynaklarının azalması, biyo-çeşitliliğin tahribi ve ozon tabakasının zarar görmesi gibi önemli problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar, yoğun miktarda atık oluşumuna neden olmaktadır. Başlangıçta bu atıklar toplumda büyük bir sorun olarak algılanmamış olsa da zamanla büyüyerek dünya ekosistemini tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Çevresel kaygılar, sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır ve bu kavram, inşaat sektörü dahil olmak üzere birçok önemli alanda sürdürülebilir kalkınma bakış açısıyla kabul görmüştür (Sırkıntı, 2012).

Yapı üretiminin neden olduğu olumsuz çevresel etkilerin üstesinden gelebilmek ve çevreyi korumayla ilgili stratejileri özendirebilmek için dünyanın farklı ülkelerinde kullanılan çok sayıda yeşil bina sertifika sistemi mevcuttur. Sertifika almış yapı sayısının artan bir ivme ile çoğaldığı görülmektedir. Yeşil bina sertifikası almak için bina tasarımında veya işletme sürecinde yapılan tüm değişiklikler, binayı ve kullanıcıları etkileyecek önemli riskler taşıyabilir. Bu nedenle, risklerin dikkatli bir şekilde analiz edilmesi ve önlem alınması gerekmektedir. Bu, bina performansının, kullanıcı güvenliğinin ve çevre korumasının sağlanması için önemlidir. Yeşil binaların yangın performansının değerlendirilmesi için, binanın yangın emniyetini etkileyen ana tasarım ve sonradan oluşabilen birincil değişiklikler üzerine yoğunlaşmış araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yeşil bina sertifika sistemlerinde önerilen bazı eklentilerin yaratabileceği tehlikelerin incelenmesi ve gerekli görülen önlemlerin alınması önem arz etmektedir. Bu çalışma, yaygın kullanılan beş yeşil bina sertifika sisteminde potansiyel risk teşkil edebilecek unsurları belirleyerek, yeşil binaların yangın performansını etkileyen ana tasarım ve sonradan yapılan birincil değişikliklere odaklanan araştırmaların önemine vurgu yapmaktadır.

2. YEŞİL BİNALAR VE YANGINDAN KORUNMA

Afetler arasında, doğal ve yapay çevrelerin yanı sıra canlı yaşamını da tehdit eden yangın, karşılaşılmaması halinde ortaya çıkan sonuçları açısından üzerinde ciddiyle durulması gereken bir tehlikedir. Normal bir yangın tehlikesinin yarattığı ek karbon salım oranı, bir binanın tüm yaşam dönemi boyunca oluşturduğu karbon ayak izinin yaklaşık olarak %20'sine eşdeğerdir (Özgünler, Özgünler, & Arpacıoğlu, 2016). Bu sebeple yangın tehlikesine karşı alınan tüm ek önlemlerin de karbon miktarını bu oranın altında kalmasını sağlayacak yeterlilikte olması gerekir. Yangın önlemeye yönelik kullanılan malzeme ve imalat süreci de devreye girdiğinde bu oranı yakalamak oldukça zordur. Bu nedenle binanın yangın riskini azaltıp aktif önlemleri buna göre sınırlandırmak gerekmektedir. Oysa sürdürülebilirlik kriterleri içerisinde yangın riskini artırabilecek birçok değişken bulunmaktadır. Aradaki dengeyi kurabilmek bu nedenle oldukça önemlidir (Arpacı, 2020). Günümüzde çeşitli etkilerin de teşvikiyle “yeşil bina” sertifikası edinmek amacıyla tasarlanan bina sayısı her geçen gün artmaktadır. Yangının etkilerini hafifletmek üzere kurgulanan bir tasarım yaklaşımı olmadıkça yangın emniyeti konusunda ilerleme kaydetmek mümkün değildir. Yangın emniyeti ve sürdürülebilirlik ara yüzünde yürütülen çalışmalar, yeşil bina tasarımı ile yangının oluşturabileceği risklerini anlamak için önem arz etmektedir. Yeşil bina sertifika sistemlerine sahip olabilmek için yerel yönetmelik ve standartların dışında alınabilecek yangın emniyet önlemlerinin, binanın sürdürülebilirlik kriterlerini sağlama yönünde bütünleyici olması gereklidir. Kredilerde yer alan yeşil bina unsurları doğrudan yangın emniyeti ile ilişkili olabileceği gibi, dolaylı risklere

sebeplere olabilecek uygulamalar da mevcuttur (Arpacı, 2020). Bina kabuğunda kullanılan yalıtım malzemeleri, atriumlar, sızdırmazlık-yanmazlık katkıları, PV panelleri, güneş tüpü benzeri aydınlatma elemanları, yatay ve/veya düşey konumlandırılmış peyzaj elemanları, atık depolama bölümleri dolaylı risklere sebep olabilecek uygulamalardan bazılarıdır.

3. YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİNDE YANGIN EMNİYETİ

Yeşil binalara yönelik ölçme sistemleri, bina düzeyindeki projelerin ve bölgesel ölçekteki projelerin (mahalle vb. gibi daha büyük şehir planlama projelerinin) çevre üzerindeki etkileri ve doğal kaynaklara duyarlılıkları hakkında ölçülebilir bir referans sağlamaya çalışan derecelendirme sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Bulut, 2014).

Dünya genelindeki yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin çoğunda, yangın emniyeti ana kriterler arasında yer almamakta ve puanlama sistemini etkilememektedir. Sertifikasyon sistemleri genellikle bölgesel yönetmeliklere atıfta bulunmakta ve bu yönetmeliklerin uygulanması yeterli görülmektedir (Arpacı 2020).

Elde edilen verilere göre diğer alanlardaki çalışmalarla karşılaştırıldığında, yangın ve sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıya yönelik yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Bu konuda yapılmış kapsamlı yayınlardan ilki, The Fire Protection Research Foundation tarafından desteklenen ve Worcester Politeknik Enstitüsü tarafından Kasım 2012'de yayınlanan "Fire Safety Challenges of Green Buildings " adlı araştırmadır. Araştırma hakkındaki en son yayın, 2020 tarihli Brian Meacham ve Margaret McNamee tarafından kaleme alınan "Fire Safety Challenges of Green Buildings and Attributes" başlıklı rapordur. Araştırmada, yeşil binalarda tespit edilen risk unsurları farklı başlıklar altında toplanmış ve risk seviyeleri ve olası yangın senaryoları göz önüne alınarak mevcut yönetmelik koşullarına uygun öneriler sunulmuştur. Yapılan bu çalışmadaki metot esas alınarak DGNB, BREEAM, LEED, GreenStar ve B.E.S.T sertifika sistemlerinin kılavuzları incelenmiş ve potansiyel riskler belirtilmiştir.

3.1. LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design- Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik), Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından 1998 yılında yayınlanmıştır. LEED sertifika sistemine göre binaların çevresel performansları, 110 puan üzerinden değerlendirilmektedir. LEED sertifika sistemi, dünya genelinde en çok kullanılan sertifika sistemi olarak öne çıkmaktadır. Bu sertifika sisteminde, yangın riski oluşturmeyen peyzaj elemanlarının korunması, yangın yönetimini içeren 5-7 yıllık alan yönetimi planı hazırlanması, atıkların korunaklı alanlara bırakılmaması, yangın pompası test suyunun kullanımının azaltılması, yangın pompası test suyunun soğutma kulesinde kullanılması, yangından korunma sistemlerinin işletmeye alınması ve test edilmesi gibi konulara değinilmektedir. Ayrıca minimum enerji tüketimi ve düşük yayıcılığa sahip malzemelerin kullanımı da teşvik edilmektedir.

LEED Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1: LEED Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler

Doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler	Dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler
Bina Dışı Su Kullanımı Azaltımı İşletmeye Alma ve Onaylama	Yönetim Sağlık ve Refah

Kaliteli Manzara Mevcut Bina İşletmeye Alma- Analizler Malzemeler ve Kaynaklar	Enerji Ulaşım Su Kullanımı Malzemeler Atık Arazi kullanımı Kirlilik
---	--

Doğrudan yangın emniyetine yönelik puanlamaya dahil edilen kriterlerin yanında ayrıca dolaylı etkilere neden olabilecek bazı uygulamalar da sertifika sistemi kriterlerine dahildir. “LEED Reference Guide for Building Design and Construction” kılavuzunda yapılan inceleme sonucunda yangın ile ilişkilendirilebilir içerikler olduğu belirlenmiştir. Belirlenen içerikler Çizelge 2’de belirtilmiştir.

Çizelge 2: “LEED Reference Guide for Building Design and Construction” kılavuzunda yer alan yangın ile ilişkilendirilebilir içerikler.

Başlık	Alt başlık	Açıklamalar
Konum ve Ulaşım (Location and Transportation [LT])	Hassas alanların koruması	“Location and Transportation (LT)” başlığı içerisinde hassas alanların korunmasına yönelik çevreci kararlar uygulanırken yapıya yakın bitki örtüsü, afet riski olan bölgelerin seçimi ve olası orman yangını riski dikkate alınmalıdır. Doğal çevrede yeni tahribatlar yaratmamak için mevcut yapı yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerdeki imar planlamasının itfaiye müdahalesine engel teşkil edebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Elektrikli araç şarj istasyonları konumlandırılırken gerekli yangın emniyet önlemleri de planlanmalıdır.
	Çevresel yoğunluk ve farklı kullanımlar	
	Ulaşım	
	Yeşil araçlar	
Su Kullanımı (Water Efficiency [WE])	Dış mekan su kullanımının azaltılması	“Water Efficiency (WE)” başlığı içerisinde ifade edilen dış mekan su kullanımının azaltılmasıyla yapı kabuğunda veya yerleşme alanında konumlandırılmış bitkilerin kuruması, yangın yükünü artırabilir. Bina içi su kullanımının azaltılmasının Türkiye’de söndürme sistemleri için sağlanan kullanım suyu miktarıyla ilgili bir yaptırımı yoktur. Ancak yerel yönetmelik koşullarını sağlama önceliği bu sertifikanın diğer ülkelerde uygulanması durumunda bu etkileşimi doğurabilir.
	İç mekan su kullanımının azaltılması	
Sürdürülebilir Alanlar (Sustainable Sites [SS])	Alanın ve türlerin yeniden geliştirilmesi	“Sustainable Sites (SS)” başlığı içerisinde alan seçimini etkileyen çevreci kararlar uygulanırken yapıya yakın bitki örtüsü, afet riski olan bölgelerin seçimi ve olası orman yangını riski dikkate alınmalıdır. Aynı üst başlık içerisinde belirtilen yağmur suyu yönetimi kriterinde; yağmur suyunun yangın söndürme için kullanımının yağmurlama ve hidrant sistemleriyle ilgili mikroorganizmaların oluşturduğu korozyon sorunlarının oluşmasında etkisi olabilir. Türkiye’de yangın söndürme sistemlerinde yönetmelikte de (BYKHY) belirtildiği üzere yağmur suyu kullanılmamaktadır; ancak dünyanın çeşitli bölgelerinde yağmur suyunun yangın söndürme sistemlerinde kullanılması bazı sorunları beraberinde getirebilir. Yine aynı başlık altında ele alınan ısı adası etkisini azaltma amacıyla yapılacak olan bitkilendirmenin türü, bakımı, konumlandırıldığı yer önemlidir. Cephe ve çatıda konumlandırılacak bitki örtüsünün olası riskleri göz önünde bulundurulmalıdır.
	Yağmur Suyu Yönetimi	
	Isı Adası Azaltma	
	Sağlık kampüslerinde açık alan kullanımı	
Sürdürülebilir Alanlar (Sustainable Sites [SS])	Alanın ve türlerin yeniden geliştirilmesi	“Sustainable Sites (SS)” başlığı içerisinde alan seçimini etkileyen çevreci kararlar uygulanırken yapıya yakın bitki örtüsü, afet riski olan bölgelerin seçimi ve olası orman yangını riski dikkate alınmalıdır. Aynı üst başlık içerisinde belirtilen yağmur suyu yönetimi kriterinde; yağmur suyunun yangın söndürme için kullanımının yağmurlama ve hidrant sistemleriyle ilgili mikroorganizmaların oluşturduğu korozyon sorunlarının oluşmasında etkisi olabilir. Türkiye’de yangın söndürme sistemlerinde yönetmelikte de (BYKHY) belirtildiği
	Yağmur Suyu Yönetimi	
	Isı Adası Azaltma	
	Sağlık kampüslerinde açık alan kullanımı	

		üzere yağmur suyu kullanılmamaktadır; ancak dünyanın çeşitli bölgelerinde yağmur suyunun yangın söndürme sistemlerinde kullanılması bazı sorunları beraberinde getirebilir. Yine aynı başlık altında ele alınan ısı adası etkisini azaltma amacıyla yapılacak olan bitkilendirmenin türü, bakımı, konumlandırıldığı yer önemlidir. Cephe ve çatıda konumlandırılacak bitki örtüsünün olası riskleri göz önünde bulundurulmalıdır.
Yenilikçi Yaklaşım (Innovation)	Yenilikçi uygulamalar	“Innovation” başlığı altında yenilikçi olan diğer yeşil özelliklerin kullanımı yangının başlatılmasını, yangının ve dumanın yayılmasını ve zehirli gaz yayılımını etkileyebilir.
Enerji ve Atmosfer (Energy and Atmosphere [EA])	Minimum enerji performansı Temel soğutucu akışkan yönetimi Gelişmiş Soğutucu Akışkan Yönetimi Yenilenebilir Enerji Üretimi	“Energy and Atmosphere (EA)” başlığı içerisinde ifade edilen yenilenebilir enerji kaynaklarına ait sistemlerin bir projede binada konumlandırılması yangın emniyeti açısından risk teşkil edebilir.
Malzeme ve Kaynaklar (Materials and Resources [MR])	Geri dönüştürülebilir malzemelerin saklanması ve toplanması Bina yaşam döngüsü Esnek tasarım	“Materials and Resources (MR)” başlığı içerisinde geri dönüştürülebilir malzemelerin saklanması ve toplanması, atıkların depolandığı alanlarda yangın emniyetine ilişkin bazı durumları doğurabilir. Olası yangın vakalarının planlanmış yaşam döngüsü maliyetini artırması sebebiyle bu başlık altında yer alan binaların yaşam döngüsü konusu da yangın emniyetiyle ilişkilendirilebilmektedir. Yine aynı üst başlık içerisinde değinilen esnek tasarım bağlamında ele alınabilecek tasarımlarda yangın riskleri düşünülmelidir. Gelecekteki kullanım amacına göre sökülüp takılabilir ara bölücü benzeri malzemelerin bağlantı elemanları ve kontrolsüz boşluklarına dikkat edilmelidir. Planlamaya ait yatay ve dikey boşluklarda muhtemel değişiklikler ele alınmalı, uygulamalar itfaiye müdahalesine engel olmamalıdır.
İç Mekan Kalitesi (Indoor Environmental Quality [EQ])	Minimum İç Hava Kalitesi Performansı Geliştirilmiş İç Hava Kalitesi Stratejileri İç Hava Kalitesi Yönetim Planı İç Ortam Hava Kalitesi Değerlendirmesi Termal Konfor Çevresel tütün dumanı kontrolü Akustik Performans Gün ışığı Kaliteli manzara	“Indoor Environmental Quality (EQ)” başlığı altında bulunan minimum iç hava kalitesi performansı geliştirilmiş iç hava kalitesi stratejileri kapsamında, doğal ve mekanik havalandırma için yangın riskleri ele alınmalıdır. Oluşturulan boşluklar ve bina formu değerlendirilmelidir. Konfor koşullarının sağlanması amacıyla kullanılan malzeme seçimlerinin kompartımanın termal özellikleri üzerinde etkisi olacaktır. Gün ışığından faydalanmak için uygulanan tasarım kararları bazı riskler içerebilir. Doğal aydınlatma için bina formunda yapılacak değişiklikler, bina cephesinde yer alacak gölgelendirme elemanları, binada kullanılacak pencere boyutları vb. birçok açıdan risk unsuru mevcuttur. Bina iç ve dış ilişkisi kurulması için alınan karar kapsamında açılacak boşlukların boyutları, cephede açıklıklarının tüm cepheye oranı planlanırken, olası yangın riskleri de düşünülmelidir.

3.2. BREEAM

1990 yılında BRE tarafından yayınlanan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method- Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu), sertifika sistemlerinin tarihsel gelişimi içinde ilk olarak ortaya çıkan sertifika sistemidir. Bu sistem, yönetim, enerji, ulaşım, su, sağlık ve memnuniyet, atıklar, arazi kullanımı ve ekoloji, malzeme ve kirlilik kriterleri dahilinde toplanan puanlara göre bir değerlendirme yapmaktadır.

BREEAM sertifika sistemi kapsamında, itfaiye istasyonuna yakınlık, tahliye planlaması ve tatbikatların varlığı, belirli aralıklarla durum izlemesi ve alarm sistemlerinin operasyonlarının izlenmesi, yangın risk değerlendirmesi sorgulaması, acil durum planı ve sıvı dökülmesine karşı uygun malzeme seçimine dikkat edilmesi gibi özellikler değerlendirme kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır. BREEAM Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan

puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 3: BREEAM Sertifika Sisteminde yangın emniyetiyle doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler

Doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler	Dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler
Durum Araştırılması Alarm sistemi izleme Risk Yönetimi (MAT 11) Risk Yönetimi (MAT 12) Acil Durum Planı	Yönetim Sağlık ve Refah Enerji Ulaşım Su Kullanımı Malzemeler Sağlık ve Refah Atık Arazi kullanımı Kirlilik

Çizelge 4: BREEAM International New Construction Technical Manual’ de bulunan yangın ile ilişkilendirilebilir içerikler.

Başlık	Alt başlık	Açıklamalar
Malzeme (Materials)	Mat 01 Yaşam döngüsü etkileri	“Materials” başlığı altında ele alınan gelecek adaptasyon kriteri açısından gelecekteki kullanım amaçlarına göre sökülüp takılabilir ara bölücü benzeri malzemelerin bağlantı elemanları ve kontrolsüz boşluklarına dikkat edilmelidir. Planlamaya ait yatay ve düşey boşluklarda muhtemel değişiklikler ele alınmalı, uygulamalar itfaiye müdahalesine engel olmamalıdır.
	Mat 04 Yalıtım	
Atık Yönetimi (Waste)	Wst 03a İşletme atığı (konut dışı binalar)	“Waste” başlığı altında ele alınan kriterlerde atık depolama birimlerinde yangın durumları için emniyet önlemleri alınmalıdır.
	Wst 03b İşletme atığı (konutlar)	
Ulaşım (Transport)	Tra 01 Toplu taşıma erişilebilirliği	“Transport” başlığında ifade edilen toplu taşıma olanaklarına yakınlık, merkezî konumda olmayı gerektirir. Merkezî konumlarda itfaiye erişimi daha kolay olmakla birlikte, sıkışık imar planlaması durumunda itfaiye müdahalesi zorlaşabilir.
	Tra 02 Tesislere yakınlık	
Yönetim (Management)	Man 01 Sürdürülebilir tedarik	Sertifika sisteminde yer alan kriterlerden “Management” başlığı altında ele alınan sürdürülebilir tedarik, paydaş katılımı, yaşam döngüsü maliyeti ve hizmet ömrü planlaması konuları belli açılardan yangın riski ile ilişkilendirilebilir. Sistemlerin devreye alınması ile alakalı başlıkta otomasyon sistemlerinin devreye alınmasından söz etmektedir. Mevcut ve gelecekteki bina kullanıcılarına ve diğer paydaşlara danışılarak erişilebilir fonksiyonel ve kapsayıcı binalar tasarlamak, planlamak ve sunmak. Bu bölüme yangın danışmanlığı da eklenmelidir. Olası yangın vakaları planlanmış yaşam döngüsü maliyetini artıracaktır.
	Man 04 Paydaş katılımı	
	Man 05 Yaşam döngüsü maliyeti ve hizmet ömrü planlaması	
Sağlık ve Refah (Health and Wellbeing)	Hea 01 Görsel konfor	“Health and Wellbeing” başlığında ele alınan saydam-geçirgen alanlar, termal kontrol, havalandırma kontrolleri/gereksinimleri gibi konuların yangın emniyeti açısından belirli riskleri bulunabilir. Sırasıyla saydam-geçirgen alanlarda kullanılan camın türüne bağlı olarak kırılma ile ilgili durum oraya çıkarabilir ve/veya bu durumda itfaiyenin daha sonra gerçekleştireceği yangın yayılımı ve müdahalenin önlenmesi konusunda etkileri olabilir. Termal konfor değerleri için yalıtım ilavesi bölümde bir yangın durumunda iç mekan sıcaklığının kontrolsüz artması durumu yaşanabilir.
	Hea 02 İç mekan hava kalitesi	
	Hea 03 Termal konfor	
	Hea 05a Akustik performans (konut dışı binalar)	
	Hea 05b Akustik performans (konutlar)	

	Hea 07 Tehlikeler	Havalandırma hususundaki konular pencere boyutunu etkileyebilir. Pencere açıklıklarının boyut ve şekillerinin alevlerin yayılımını üzerinde etkiye sahip olması durumu yangın emniyeti açısından çeşitli riskler içerebilir.
	Hea 08 Özel alan	
Enerji (Energy)	Ene 01 Enerji verimliliği	“Energy” başlığı altında ele alınan kriterlerden pek çoğu yangınla ilişkilendirilebilir. PV panellerin kullanımı bazı yangın emniyet riskleri içerebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ait sistemlerin binada konumlandırılması risk taşımaktadır. Enerji kaynağı olarak seçilen çeşitli yöntemlerin binaya ekleyeceği yakıt yükü göz önüne alınmalı, binada konumlandırılmaları ile ilgili gereken önlemlerin alınmış olmasına dikkat edilmelidir.
	Ene 03 Dış aydınlatma	
	Ene 04 Düşük ve sıfır karbon teknolojileri	
	Ene 05 Enerji tasarruflu soğuk hava deposu	
	Ene 06 Enerji tasarruflu taşıma sistemleri	
Su Kullanımı (Water)	Wat 01 Su tüketimi	“Water” başlığı altında yer alan kriterler açısından kısıtlı su olanakları ile ilgili olarak kuraklık vb. dönemlerde uygulanan uzun süreli su kesintilerinin Türkiye’de söndürme sistemleri için ayrılan kullanım suyu miktarı hakkında bir yaptırımı yoktur. Bu amaçla binalarda bir depo bulundurulmaktadır.
	Wat 03 Su kaçağı tespiti ve önlenmesi	
Alan Kullanımı (Land Use)	LE 02 Alanın ekolojik değeri ve korunması ekolojik özellikler	“Land Use and Ecology” başlığı altında alan seçimini etkileyen çevreci kararlar uygulanırken yapıya yakın bitki örtüsü, afet riski olan bölgelerin seçimi ve orman yangını riski dikkate alınmalıdır.
	LE 04 Site ekolojisini geliştirme	

3.3. DGNB

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen- Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi) sertifika sistemi 2008 yılında oluşturulmuştur. Sistem, çevresel faktörlerin yanı sıra ekonomik, sosyo-kültürel ve işlevsel konuları da göz önünde bulundurarak bir değerlendirme yapmaktadır. Güncel durumda uluslararası kullanımda olan sertifika sistemleri içerisinde yangından korunmaya en fazla önem veren yeşil bina sertifika sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknik kalite kriteri değerlendirme ölçütünün 5 alt başlığından birisi, yangından korunmadır. Yangın emniyeti, DGNB sertifika sistemi içinde bir kontrol listesi kullanılarak değerlendirilmektedir ve yapıların DGNB sertifikası alabilmesi için bölgesel yangın yönetmeliklerine uymaları gerekmektedir. Bina asgari yönetmelik gerekliliklerini karşıladığı takdirde aşağıda verilen nitelikler hedeflenerek değerlendirilmeye alınır. Ancak bazı durumlarda değerlendirme yetkilisi, farklı koşulları sağlamak için yönetmeliklerin dışında alternatif yangından koruma önlemlerine izin verebilir. Hedeflenen nitelikler şunlardır:

- Yangın durumunda oluşabilecek zehirli gazların ve dumanın hızlı yayılmasını engellemek amacıyla, yangına neden olabilecek inşaat malzemelerinin (örneğin, damlama yoluyla) kullanımından kaçınılması
- Yangına dayanıklılık derecesinin artırılması
- Duman tahliyesi için gerekli önlemlerin alınması ve uygulamaların yapılması
- Yangının daha az alanda etki göstermesi

DGNB sertifika sisteminde yaşam döngüsü içinde yangın söndürme sistemlerine yer vermesi, korozyon korumayla birlikte yangın geciktirici kaplamaların çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, yangın söndürme, yağmurlama sistemleri, su hatları, hidrantlar ve söndürme cihazlarının varlığının incelenmesi, yangın alarm sistemlerinin incelenmesi, yangın kaçışı için yeterli miktarda düşey sirkülasyon aracına yer verildiğinin kontrolü, halojen içeren maddelerin zararlı etkilerine karşı etkin havalandırma olanaklarının incelenmesi, kaçış yollarının fiziksel engeller de düşünülerek oluşturulmasının sağlanması, kirlenmiş hava için işletme talimatı oluşturulması, yapı elemanları için dayanım sınıflandırılması oluşturulması, yapı ürünlerinin sınıflandırılması, duman kontrolü sağlanması, uzun kuraklık nedeniyle

oluşabilecek orman yangını risklerinin araştırılması gibi yangından korunma hakkında içeriklere sahiptir.

DGNB Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler Çizelge 5'te yer almaktadır.

Çizelge 5: DGNB Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler

Doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler	Dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler
Teknik Kılavuzda yer alan içerik; Genel Gereksinimler Çelik sürgülü kapılar Menteşeli ve pivotlu çelik, kereste ve metal çerçeveli camlı kapılar Çelik kepenk tertibatları Menteşeli ve pervazlı ahşap kapılar ve ahşap çerçeveli pencereler Menteşeli ve döner çelik kapılar Doğal duman ve ısı aspiratörleri Duman ve ısı aspiratörleri Duman engelleri Duman ve ısı tahliye havalandırma sistemleri Duman kanalı bölümleri Yapı malzemelerinin ve yapı elemanlarının yangın sınıflandırması	DGNB Kriteri Eco1.1 DGNB Kriteri Eco2.1 Esneklik ve uyarlanabilirlik DGNB Kriteri Env1.2 Yerel Çevresel Etki DGNB Kriteri Env2.3 Arazi Kullanımı DGNB Kriteri Tec1.2 Ses Yalıtımı DGNB Kriteri Tec1.3 Bina Dış Cephe Kalitesi DGNB Kriteri Env1.2 Yerel Çevresel Etki DGNB Kriteri Env2.3 Arazi Kullanımı DGNB Kriteri Tec1.3 Bina Dış Cephe Kalitesi

Diğer sertifika sistemlerinde de olduğu gibi yangın emniyetine yönelik puanlamaya dahil edilen kriterlerin yanında ayrıca dolaylı etkilere sebebiyet verebilecek bazı uygulamalar da sertifika sistemi kriterlerine dahildir. Çizelge 6'da yangın emniyetiyle ilişkilendirilebilir içerikler belirtilmiştir.

Çizelge 6: DGNB Kılavuzu'nda yangın emniyeti ile ilişkilendirilebilir içerikler.

Başlık	Alt başlık	Açıklamalar
DGNB Kriteri Eco1.1 (DGNB Criterion Eco1.1)	Yaşam Döngüsü Maliyeti	DGNB Criterion Eco1.1 başlığı altında yer alan yaşam döngüsü maliyeti LEED sertifikasında olduğu gibi yangın ile ilişkilendirilebilir özelliklerdendir. Olası yangın vakaları planlanmış yaşam döngüsü maliyetini artıracaktır.
DGNB Kriteri Eco2.1 Esneklik ve uyarlanabilirlik (DGNB Criterion Eco2.1 Flexibility and adaptability)	2. Tavan yüksekliği	"DGNB Criterion Eco2.1 Flexibility and Adaptability" başlığının tavan yüksekliği, dikey erişim, yatay planlama, yapı hizmetleri alt başlıkları yangın emniyetiyle ilişkilendirilebilir konulardır. Katların tavan yükseklikleri çeşitli yangın koşullarını etkilemektedir. Yağmurlama sistemlerinin yerleşimi ve yapılan diğer yangın emniyeti unsurlarına dikkat edilmelidir. Oluşturulacak yatay ve dikey boşlukların duman ve zehirli gaz yayılımında etkisi bulunabilir. Asansör ve merdivenlere ait ilgili yönetmelik koşulları sağlanmalıdır. Kaçış yollarının bitişik birimlerden geçmediği durumlarda, bireysel birimlerin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlanması daha kolaydır. Bu, binanın yeniden geliştirme potansiyelini artırır. Binada kullanılacak iç ve dış bölücülerin (duvarların) planlaması konusunda dikkat edilmesi gereken yangın emniyet unsurları mevcuttur. Fazla sıkışık planlama itfaiye müdahalesinde sorun oluşturabilir. Havalandırma, ısıtma, soğutma ve su kullanımı tesisatlar hakkında teknik bina hizmetlerinin uygulanabilirliği ile ilgili kararlar alınırken yangın emniyeti önlemlerine dikkat edilmelidir.
	4. Dikey Erişim	
	5. Yatay Planlama	
	6. Yapı	
	7. Yapı hizmetleri	

DGNB Kriteri Env1.2 Yerel Çevresel Etki (DGNB Criterion Env1.2 Local Environmental Impact)	Yerel Çevresel Etki	Kriter çok çeşitli inşaat malzemeleri için özel gereklilikler içermektedir. “Kalite sınıfları” özel olarak listelenen malzemeler ve bileşenler için ilgili gereksinimleri içerir. İlgili malzemelerin toksisite ihtimallerine karşı önlemler alınmalıdır. Kullanım yerlerine ilişkin yanıcılık sınıfları uygun seçilmelidir.
DGNB Kriteri Tec1.2 Ses Yalıtımı (DGNB Criterion Tec1.2 Sound Insulation)	Akustik	“DGNB Criterion Tec1.2 Sound Insulation” başlığı altındaki kriterler için kullanılacak kaplamaların bağlantı noktalarına, kontrolsüz boşluklara ve kaplamaların yakıt yüküne katkıda bulunabileceğine dikkat edilmelidir.
DGNB Kriteri Env2.3 Arazi Kullanımı (DGNB Criterion Env2.3 Land Use)	Alan kullanımı	Bu kriter binanın alan tüketimini değerlendirir. Amacı, yerleşim ve otoyol altyapısı tarafından tüketilen alanı azaltmaktır. Bu, sızdırmaz kılınmış ve geçirimsiz hale getirilmiş olan dünya yüzeylerinin oranını azaltmayı, böylece yağmur suyu sızmasını önlemeyi (örn. Asfalt ve beton kaplaması yoluyla) amaçlamaktadır. Mevcut kapalı alanlar mümkün olduğunca geçirgen yüzeylerle değiştirilmelidir. Zaten hazırlanmış alanlar için azami kullanım yapılmalıdır. Bu, yangının meydana gelmesine sebep olabilecek yakıtın zaman zaman toplanmasına yol açan durumları ortaya çıkarabilir
DGNB Kriteri Tec1.3 Bina Dış Cephe Kalitesi (DGNB Criterion Tec1.3 Building Envelope Quality)	1. Yapı bileşenlerinin medyan termal geçirgenlik katsayıları 2. Isı köprüleri 3. Hava geçirgenliği sınıfı 4. Yapı içindeki yoğunlaşma miktarı 6. Güneş ısı koruma	“DGNB Criterion Tec1.3 Building Envelope Quality” başlığı altında ele alınan kriterlerde konfor koşullarının sağlanması amacıyla kullanılan malzeme seçimlerinin kompartımanın termal özellikleri üzerinde etkisi olacaktır. Binaya yerleştirilecek gölgelik elemanları, binada kullanılacak camların özellikleri ve boyutları gibi birçok değişken risk unsuru içerebilir.

3.4. GreenStar

GreenSTAR, Avustralya Yeşil Bina Konseyi (GBCA) tarafından 2003 yılında geliştirilmiş bir sertifika sistemidir. Bu sistem, binaların yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini sürdürülebilirlik ilkesi içerisinde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

GreenSTAR sertifika sisteminde itfaiye istasyonuna yakınlığın aranması, yangın algılama ve duman alarm sistemlerinin varlığı (pompa ve diğer ekipmanlarla birlikte), proje alanı içinde içten yanmalı motorlu araç park alanlarının varlığı, bina içi kirleticiler, yangın geciktirici ve dolgu malzemelerinin kullanımı, yangın sistemi test suyunun sağlanma imkanı, yağmurlama sistemi varlığı, su deposu ve yeniden kullanım sistemlerine ait çizimlerin varlığı, yangından korunma sistemlerinin varlığı, su bazlı yangından korunma sistemlerinin varlığı, su bazlı korunma sisteminin bulunması halinde aylık düzenli teste tabi tutulma durumu, söndürme sistemlerinde kullanılan test ve bakım suyunun kapalı-devre sistem şeklinde kullanım olanakları, bu suların tuvalet temizliği veya sulama amaçlı kullanım olanaklarının varlığı, yapı sahibi tarafından yangından korunma sistemlerinin sağlanma ve devam ettirilme durumu ve bunların bakımlarının sağlanmasına yer verilmiştir.

GreenStar Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler Çizelge 7’de yer almaktadır. Yangın emniyetiyle dolaylı ilişki kurulabilecek içerikler Çizelge 8’de belirtilmiştir.

Çizelge 7: GreenStar Sertifika Sisteminde yangın emniyetiyle doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler.

Doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler	Dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler
4.2 İşletmeye alma, yeniden işletmeye alma (recommissioning), geriye dönük işletmeye alma (retro-	Performans Taahhüdü İç Ortam Kalitesi

commissioning) Yangından Korunma Sistemi Test Suyu 20.2 Test için İçilebilir Su Kullanımı	Tehlikeli maddeler Aydınlatma Konforu Gün Işığı ve Manzaralar Termal rahatlık Akustik Konfor Enerji Ulaşım
---	--

Çizelge 8: “Green Star Performance V1 Submission Guidelines” da yangın emniyeti ile ilişkilendirilebilir içerikler.

Başlık	Alt başlık	Açıklamalar
Performans Taahhüdü (Commitment to Performance)	7.1 Çevresel Bina Performansı Politikası	“Commitment to Performance” başlığının çevresel bina performansı politikası ve kullanım ömrü sonu atık performansı alt başlıkları yangınla ilişkilendirilebilir içerikler arasındadır. Sera gazı etkisi, su kullanımının azaltılması, mekanik havalandırma ve iklimlendirme sistemleri ve atık yönetimi bu bölümde yer almaktadır. Yangın durumu kullanım ömrü sonunda olan atık performansını etkilemektedir.
	7.2 Kullanım Ömrü Sonu Atık Performansı	
İç Mekan Kalitesi (Indoor Environment Quality)	8.2 Dış ortam kirletici kontrolü: karbon monoksit konsantrasyonu	“Indoor Environment Quality” başlığı altında yer alan dış ortam kirletici kontrolü; Karbonmonoksit konsantrasyonu ve iç mekan kirletici kontrolü; Karbondioksit konsantrasyonu konuları toksisiteyi etkileyebilir ve havalandırma yöntemlerine göre ilgili yangın emniyet risklerini barındırabilir.
	8.3 İç mekan kirletici kontrolü: karbondioksit konsantrasyonu	
Tehlikeli Maddeler (Hazardous Materials)	9.1 Konum değerlendirmesi	Tehlikeli maddeleri tanımlamak için bir değerlendirme araştırması yapıldığı ve performans dönemi boyunca bu optimum planlamanın korunması gerekliliği ele alınmıştır. Toksisiteyi etkileyebilir.
Aydınlatma Konforu (Lighting Comfort)	10.1 Aydınlatma armatürü performansı	“Lighting Comfort” başlığı altında ele alınan aydınlatma armatürü performansı, genel aydınlatma konularında yangınla ilişkilendirilebilir niteliktedir. Aydınlatma için alınan kararlar ile bina formu optimize edilirken bina formu yangının bina dışında yayılımını etkileyebilir. Karmaşık formlar tahliye mesafelerini artırabilir.
	10.2 Genel aydınlatma	
Gün Işığı ve Manzaralar (Daylight and Views)	11.1 Gün ışığına erişim oluşturma	“Daylight And Views” başlığında bina formu, gün ışığından yararlanmak adına optimize edilirken alınan bazı kararların yangın emniyeti hususunu etkilemesi mümkündür. Binanın karmaşık formu, bina içerisinde açılacak boşluklar ve bina cephesinde kullanılacak güneş yönlendiriciler risk unsuru teşkil edebilir.
	11.2 Binadan görüş açıları ve manzara	
Termal Konfor (Thermal Comfort)	12A.1 İç sıcaklık	“Thermal Comfort” başlığında ısı kaybını en aza indirmek için bina kabuğunun genel termal performansını iyileştirmek için yalıtımın artırılması; yangın durumunda kompartımanın iç ortam ve yüzey sıcaklıklarını, yapı direncini veya tahliye etkileyebilir.
	12A.2 Bağıl nem	
Akustik Konfor (Acoustic Comfort)	13.1 İç mekan gürültü düzeyleri	“Acoustic Comfort” başlığı altında iç mekan gürültü düzeyleri kriterinde duvarları ve döşemeleri birbirine bağlamak için esnek bağlantılar gerekebilir. Ayrıca bağlantı elemanları dumanın yayılması için kontrolsüz boşluklar oluşturmamalıdır. Bölümlendirme özellikleri, yangın ve duman yayılımını etkileyebilir. Kullanılan malzemelerin yanıcılık sınıfları da önemlidir.
Enerji (Energy)	16A Karşılaştırılabilir binaya göre %20 daha az enerji kullanımı	Alınan önlemlerin risk unsurunu en aza indirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.
Ulaşım (Transport)	Sürdürülebilir Ulaşım Yöntemleri	Merkezi konum toplu taşımaya yönelimi kolaylaştırırken itfaie ulaşımına da olumlu yönde etki eder.

3.4. BEST Konut Sertifikası

ÇEDBİK tarafından Türkiye’de 2015’te pilot versiyonuyla çıkan sertifika sisteminin güncel hali 2019’da yayınlanmıştır. Kılavuzda yangın emniyeti ile ilgili olarak şu açıklama bulunmaktadır:

“Bina üreten tüm kuruluşlar yeni projeleri için yeşil bina sertifika başvurusunda bulunabilirler. Proje yerel yönetmeliklere (BYKHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik vb.), ilgili belediyelerin İmar Yönetmeliklerine ve imar planlarına uygun olarak tasarlanır ve inşa edilir”. Bu sertifikayı alabilmek için yerel yönetmeliklere uygunluk şartı aranmaktadır. Afet Riski, Kirleticilerin Kontrolü, Güvenlik ve Bina Kullanım ve Bakım Kılavuzu, Bina Kullanım ve Bakım Kılavuzu içinde yangın emniyetine doğrudan atıfta bulunan maddeler mevcuttur. BEST Konut Sertifika Sisteminde yangın emniyetine yönelik doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler Çizelge 9’da yer almaktadır.

Çizelge 9: BEST Konut Sertifika Sisteminde yangın emniyetiyle doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler ve dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler

Doğrudan puanlamaya dahil edilen kriterler	Dolaylı olarak yangınla ilişkilendirilebilir kriterler
2.2. Afet Riski 5.4. Kirleticilerin Kontrolü 7.2. Güvenlik 8.3 Bina Kullanım ve Bakım Kılavuzu	3. Su Kullanımı 4. Enerji Kullanımı 5. Sağlık ve Konfor 8. İşletme ve Bakım

Çizelge 10: BEST Kılavuzu yangın emniyetiyle ilişkilendirilebilir içerik.

Başlık	Alt başlık	Açıklamalar
3. Su Kullanımı	3.1 Su kullanımını azaltma	“3. Su Kullanımı” başlığı altında yer alan bazı kriterler diğer sertifika sistemlerinde olan sebeplerle yangınla ilişkilendirilebilir.
	3.2 Su kayıplarını önleme	
4. Enerji Kullanımı	Ön Koşul 2 Enerji Verimliliği	“4. Enerji Kullanımı” başlığı altında olan kredilerden puan alabilmek adına yapılmış olan uygulamaların bina formunda yapmış oldukları değişikliklerin dolaylı olarak yangın emniyeti konusunda etkileri bulunmaktadır.
	4.1 Enerji Verimliliği	
	4.2 Yenilenebilir Enerji Kullanımı	
5. Sağlık ve Konfor	5.1 Isıl Konfor	“5. Sağlık ve Konfor” başlığı altında yer alan ısı konfor, görsel konfor, taze hava, işitsel konfor alt başlıkları içerisinde değerlendirilen kriterlerin yangınla ilişkilendirilebilir etkileri mevcuttur. Doğal aydınlatma, havalandırma, karmaşık bir yapı formu gerektirir. Bina içinde yer alan boşluklarda kontrolsüz yayılım etkileri mümkündür. Önlemler alınmalıdır.
	5.2 Görsel Konfor	
	5.3 Taze Hava	
	5.5 İşitsel Konfor	
8. İşletme ve Bakım	8.1 Atıkların Yerinde Ayrılması ve Kullanıcı Erişimi	“8.1 Atıkların yerinde ayrılması ve kullanıcı erişimi” başlığı altında yer alan kriterlerden puan almak için atık veya geri dönüştürülebilir malzemelerin depolanması yangın yüklerini artırabilir (B.E.S.T- Konut Sertifika Kılavuzu, 2019).

4. SONUÇLAR

Yangın ve benzeri afetler binanın yaşam döngüsünü, dolayısıyla sürdürülebilirliğini etkilemektedir. Küresel ölçekteki DGNB, BREEAM, LEED, Green Star, Green Mark ve ulusal ölçekteki B.E.S.T sertifikaları, yangın emniyeti ile ilgili kriterleri açısından incelenmiştir.

Bazı yeşil bina sertifikasyon sistemleri, yangından korunma unsurlarını doğrudan puanlama kriterlerine dahil ederken, diğer sistemlerde bu unsurlar destekleyici ölçütler olarak belirtilmektedir. Sertifikasyon sistemlerinin yangından korunma açısından hem güçlü hem de zayıf yönleri mevcuttur. Yangından korunmaya daha ayrıntılı bir yer veren DGNB, GreenSTAR gibi sertifikasyon sistemlerinin yanı sıra, bölgesel yönetmeliklere uygunluğu yeterli kabul eden sistemler de mevcuttur.

Yeşil bina projeleri için paydaşların yürüteceği çalışmaların, sadece çevre dostu yaklaşımlarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda yangın emniyetini de dikkate alması gereklidir. Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan yeşil bina sertifikasyon sistemleri arasında, "yangın

emniyeti" konusunun içeriği ve niceliği, sertifika sistemlerinin kullanıldığı ülkelerin konuya verdiği öneme göre farklılık göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre bazı yeşil bina sertifika sistemlerinde, binanın yangın performansını etkileyebilecek riskli eklentiler önerilmekte veya uygulanmaktadır. Bu eklentilerin bazıları yangın alarm sistemleri, otomatik yangın söndürme sistemleri, yangın kapıları ve yangın duvarları gibi yangın emniyeti için kritik öneme sahip unsurların standardına uygun olmayabilir. Ayrıca bazı sertifika sistemlerinde, binanın doğal havalandırma sistemleri veya dış cephe kaplamaları gibi yeşil uygulamalar, yangın emniyetini olumsuz etkileyebilecek şekilde tasarlanmış olabilir. Bu nedenle yeşil bina sertifikasyonu sürecinde, yangın emniyeti ile ilgili standartların göz önünde bulundurulması ve riskli eklentilerin kullanılmaması gerekmektedir. Yangın emniyeti için gerekli önlemler alınarak hem yeşil bina sertifikası alınabilir hem de bina ve kullanıcılarının emniyeti sağlanabilir.

Belirlenen sertifikaların incelenmesi sonucunda belli başlıklar altında toplanan kriterlerin bütün etkilerinin incelenmesi bu metotlar ile mümkün olmayıp, söz konusu yangın emniyet risklerine yönelik daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Deneyler ve/veya simülasyonlar ile alev, duman ve benzeri etkenlerin, çeşitli yeşil bina öğeleri ile yapmış olduğu etkileşimlerinin incelenmesi için sayısal veriler ve deney sonuçlarının işlenmesi önem arz etmektedir. Sonuç olarak elde edilen verilere göre, yeşil bina sertifikalarında yangın emniyeti ile ilgili risklerin belirli bir oranda bulunduğu ve bu konuda yeterli sayıda çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu nedenle, daha kapsamlı çalışmalara ve veri tabanı altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Yangın emniyetinin binanın yaşam döngüsü boyunca tasarımdan kullanım ömrü sonuna kadar her aşamada öncelikli bir konu olarak ele alınması gereklidir. Bunun için sertifika sistemleri, yangın emniyeti risklerini azaltmaya yönelik öneriler içermelidir.

Ülkemizde de yeşil bina tasarımıyla ilgili tüm yasal düzenlemeler, "yangın emniyeti" konusunda yeterli düzeyde kriterler içermelidir. Bu kriterlere uygun olarak tasarlanacak binalar, yangın emniyeti bakımından da sürdürülebilir binalar olacaktır.

KAYNAKLAR

- Arpacı, G. S. 2020. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinde Yangından Korunma. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bulut, B. 2014. Yeşil Bina Sertifika Sistemleri: Türkiye İçin Bir Sistem Önerisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Meacham, B., Poole, B., Echeverria, J., Cheng, R. 2012. Fire Safety Challenges of Green Buildings. Massachusetts: Worcester Polytechnic Institute.
- Meacham, B., McNamee M., 2020. Fire Safety Challenges of Green Buildings and Attributes. NFPA
- Özgünler, M., Özgünler, S., & Arpacıoğlu, Ü. 2016. Sürdürülebilir Binaların Çatı ve Cephelelerinde Oluşan Yangın Risklerinin Analizi. 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. İstanbul.
- Sırkıntı, H. 2012. "Sürdürülebilirlik Kapsamında Yeşil Yapım Uygulamaları ve LEED Sertifika Sistemine Öneriler". Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- B.E.S.T- Konut Sertifika Kılavuzu. 2019. ÇEDBİK.
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. 2018.
- BREEAM In-Use International Technical Manual. 2016.
- BREEAM International New Construction Technical Manual. 2016.
- DGNB System – New Buildings Version 2020 International. 2020.
- Green Star Communities v1 Submission. 2015.
- Green Star Performance Submission Guideline. 2015.
- LEED Reference Guide for Building Design and Construction. 2016.
- LEED Reference Guide for Building Operation and Maintenance. 2016.

YÜKSEK KATLI BİNALARDA ACİL DURUMLARDA ASANSÖR TESİSLERİNİN NİTELİKLERİ VE DAVRANIŞLARI

Arş. Gör. Eren Kalay¹

Öğr. Gör. Dr. Adem Candaş²

Prof. Dr. Cevat Erdem İmrak³

İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Asansör Teknolojileri Laboratuvarı, Beyoğlu 34439, İstanbul^{1,2,3}

ÖZET

Akıllı kentlerin ve akıllı binaların günümüzde yaygınlaşması ile yüksek katlı binalarda kullanımı kaçınılmaz hal alan asansör tesislerinin yangın, deprem benzeri acil durumlarda davranışları ve özellikle asansörden hizmet talep edenlerin yangın güvenliği büyük önem kazanmıştır. Binalarda insanların düşey trafiğine cevap veren yaygın kullanılan asansörler ile acil durumda tahliye ve yangınla mücadele için kullanılan itfaiyeci asansörleri farklı teknik yapıya ve senaryolara sahip olmalıdır. Bu çalışmada, günlük kullanılan asansörler ile acil durumda kullanılacak asansörlerin sahip olması gereken teknik özellikler ve mevzuata uygun imalat ve montaj şartları değerlendirilerek örnekler üzerinden tartışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Acil durum, yangın, asansör, yüksek katlı bina

ABSTRACT

With the widespread use of smart cities and smart buildings today, the behaviour of elevator installations, which have become inevitable in high-rise buildings, in emergencies such as fire and earthquake, and especially the fire safety of those who request service from elevators, have gained great importance. Widely used elevators that respond to the vertical traffic of people in buildings and elevators used for emergency evacuation and firefighting of firefighter elevators should have different technical structures and scenarios. In this study, the technical characteristics, manufacturing and assembly conditions in accordance with the legislation of daily used elevators and elevators to be used in emergency situations are evaluated and discussed through examples.

Keywords: Emergency, fire, elevator, high-rise building

¹ kalaye@itu.edu.tr

² candas@itu.edu.tr

³ imrak@itu.edu.tr

1.GİRİŞ

Bina yüksekliği 21,5 metreden, yapı yüksekliği 30,5 metreden fazla olan binalar yüksek binalardır. Bodrum ve asma katların dahil edilmiş yüksekliği yapı yüksekliği iken, binanın kot aldığı noktadan saçak seviyesine kadar olan mesafe de bina yüksekliğidir. Yüksek binalarda kullanılan asansörlerin yangın durumunda davranışları normal binalardakinden farklı olmak zorundadır. Zira bu asansörler binalardaki insanların tahliyesi, itfaiye donanımlarının taşınması ve kurtarma işleri için elverişli olması gereklidir(Minegishi 2021).

Duman, yangındaki en tehlikeli eleman olarak görülmektedir(Black 2009). Yangın anında ölümcül vakaların % 75'i duman ve gazdan, % 25'i ise diğer yüksek sıcaklık sebeplerinde olmaktadır. Bu durumda yangın anında tahliye işlemi önem kazanmaktadır. Bazı yaşlı ve engelli kişilerin yangın merdivenlerini kullanarak, zamanında tahliye işlemini gerçekleştirmeleri de önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır(Ding et al. 2014).

Binalarda çeşitli sebeplerden dolayı meydana gelen yangınlara müdahale etme durumundaki itfaiyenin karşılaştığı sorunlar binaların yüksekliklerinin artmasıyla fazlaştırmıştır (Chen, Shang, and Wang 2021). En büyük sorun üst katlarda meydana gelen yangına müdahale etmek için itfaiyecilerin teçhizatlarını taşımak için asansörlerden faydalanmak kaçınılmaz olmuştur

Asansörlerin yangın durumunda emniyetli olmamasının nedenleri şunlardır:

1. İnsanlar kaçmak için hiç gelmeyecek asansörleri bekleyerek zaman kaybedebilirler.
2. Asansör, yangın katından olabilecek çağrılara yanıt verebilir.
3. Bir panik anında aşırı kalabalık ve tıkanma nedeniyle kapılar kapanmayabilir ve asansör hareketi durabilir.
4. Yangında anında elektrik kesilerek asansör içinde mahsur kalma durumu ortaya çıkabilir.

Asansörlerin yangınlarda başarı ile kullanılmaları ve beklenenlere cevap vermesi, asansörlerin ekspres şekilde sadece istenilen katlarda durması ve asansörlere gelen güç kaynağının yangından etkilenmemesine bağlıdır.

Binalarda yangından korunma ve yangın anında uyulması gerekenler hakkında gerekli standartlarda asansör için gerekenler şunlardır:

1. Asansör hava bacaları basınç altında olmalıdır.
2. Kat kapıları önü her katta basınçlanmış olmalıdır.
3. Asansör kabin içi basınçlanmalıdır.

Basınçlandırmanın amacı yangın asansörlerine duman girişinin önlenerek insanların dumana maruz kalmayacak şekilde tahliyesinin sağlanması ve itfaiye görevlilerine yangına müdahale için uygun ortamın hazırlanmasıdır (Klote, Consulting, and Klote 2013).

Basınçlandırma sistemi çalıştığı zaman, bütün kapılar kapalı ise basınçlandırılan asansör kuyusu ile bina kullanım alanları arasındaki basınç farkı 50Pa olmalıdır. Açık bekleyen asansör kat kapısı varsa bu basınç farkı 15Pa olmalıdır.

4. Asansör için gerekli olan havanın giriş yaptığı hava bacası ve lobi dumansız yerde olmalıdır
5. Bütün asansör lobileri duman detektörü ile korunmalıdır.
6. Asansör sistemleri suya dayanıklı olmalıdır.
7. Bir güç kaybı olduğunda bütün asansörler belirlenen seviyeye dönmelidir.
8. Bütün asansörler bir acil durum güç jeneratörü donatılmalıdır.
9. Asansör lobileri başka bir yangın alanından geçmeden yangın merdivenine veya çıkışa açılmalıdır.
10. Yangın durumunda asansör işletimiyle önceliklere yönelik bir program geliştirilmelidir.

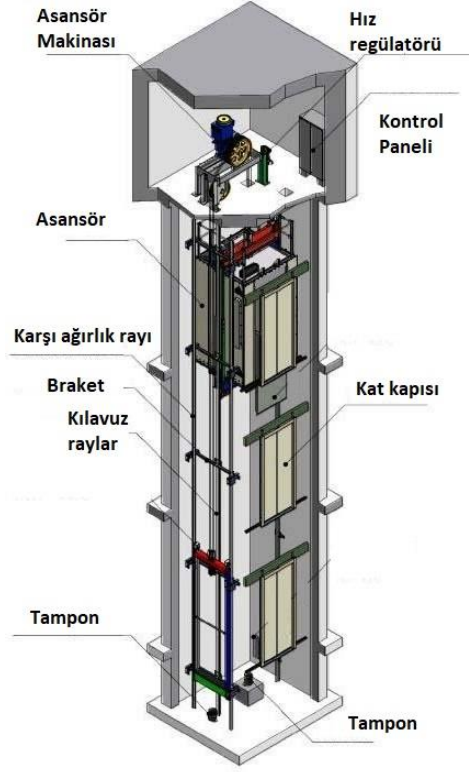
2. ASANSÖR GENEL BÖLÜMLERİ

Binalarda yaygın olarak kullanılan, halat ile tahrik edilen asansörlerin genel bölümleri ile kullanılan makina parçaları Şekil 1’de gösterilmiştir.

Asansör kuyusu asansör hızı ve kabin boyutlarına göre dizayn edilen ve kabin ile karşı ağırlığın düşey doğrultu boyunca içinde hareket ettiği, etrafı yanmaya karşı dayanıklı duvarlarla çevrilmiş olan boşluktur. Kabinin en son duraklarda bulunma durumuna göre, üstte ve altta belirli miktarlarda emniyet boşlukları vardır. Üst boşluğa baca, alt boşluğa kuyu adı verilebilir. Asansör boşluğu duvarları tabandan tavana kadar tuğla, beton perde, çelik konstrüksiyon ile yapılmış olmalıdır. Kuyu duvar malzemesi olarak ahşap malzeme kesinlikle kullanılmamalıdır.

Asansör makinası ve kumanda tablosunun, ana şalter, hız regülatörü ve saptırma makarasını da bulunduğu kapalı mekana makina dairesi denir. Makina dairesi, çok kez asansör boşluğu üstünde olduğu gibi, altta veya yanda da yapılabilir. Makina dairesi dış etkenlerden korunmuş, rutubetsiz, yeteri aydınlıkta (en az 200 lüks), geçiş yolu ve kapıların en az 1.8 metre yüksekliğinde ve 0.6 metre genişliğinde olduğu, iyice havalandırılmış, ortam sıcaklığı 5° C ila 40° C olmalı ve aşmayan kapalı mekan olmalıdır.

Asansör kabini yük ve insanların katlar arasında taşınmasında kullanılan çelik profil iskeleti ile askı halatlarına bağlı, kapılı veya kapısız olabilen çelik konstrüksiyonlardır. Kabinler çelik bir zemin ve taşıyıcı bir iskeletten meydana getirilir. Kabin iskeleti yan duvarlar ve tavanla kaplanarak kapalı bir hacim yaratılır.



Şekil 1: Asansör (Selek, Terzioğlu, and Kazan 2015)

Kabin ve karşı ağırlık ayrı ayrı kılavuz rayına patenler ile alt ve üst kısımlarından kılavuzlanmaktadır. Kayan, dönen ve tekerlekli patenler gibi kullanım yerlerine göre farklı türleri mevcuttur. Kayan patenler, 2 m/s altındaki orta ve düşük hızda çalışan asansörlerde kullanılmaktadır. Döner patenler ise yüksek hızlı asansörlerde tercih edilmektedir.

Kılavuz raylar asansör tesisinde kabini ve karşı ağırlığı düşey hareketlerde ayrı ayrı kılavuzlamak ve yatay hareketlerini minimuma indirmek, paraşüt tertibatının çalışması durumunda kabini durdurmak maksadıyla kullanılır. Kabin ve karşı ağırlığın düşey doğrultularını korur, dönmesini engellerler. Aynı zamanda, paraşüt düzeninin kabini tutmak için kullanacağı elemanlar raylardır.

3. ASANSÖRÜN GÜVENLİ OLARAK DÜZENLENMESİ

Asansör girişlerine ve makina dairesine yerleştirilen sulama sisteminin uygun olması ve asansör kullanımını tehdit etmeyecek tarzda olmalıdır. Asansör hava bacaları basınç altında olmalı ve dumanın makina dairesine dolup asansör kontrol sistemini çalışmaz kılması önlenmelidir. Yaratılan hava akımı asansör kapılarından asansör kuyusuna doğru olmalıdır.

Yangın durumunda, merdiveni kullanabilme imkanına sahip olmayan kişiler ve yangın mahalline gelen itfaiyecilerin, müdahale anında verimli kullanabilecekleri çok maksatlı asansörlere ihtiyaç vardır (Bennetts et al. 2005). Bu gaye için ancak “yangın mücadele asansörü” kullanılmalıdır. Binada bulunan ve yangın merdiveniyle tahliye edilmeyenler için yangın mücadele asansörü ulaşılabilir bir araç olarak görülmelidir. Bu tip asansörler BS 5888 standardının 5. ve 8.ci kısımlarında tarif edilmiştir.

Yüksek binalarda kullanılan bu asansörlerin katlar arasında 1 dakikadan kısa zamanda çalışması zorunludur. Güvenlik nedeniyle yangın asansörü minimum 8 kişilik olarak

belirlenmelidir. Kabin içinde ilk yardım ekipmanları bulunmalıdır. Kabin içi parlayıcı yanıcı malzemeler ile kaplı olmamalıdır. Ayrıca asansör özel bir anahtarla çalıştırılıyor olmalıdır. Kabin ve kat kapıları duman, alevlere ve suya dayanıklı olmalıdır (C. C. Lai and Lin 2017). Kapıların yalıtımında kullanılan malzemeler 205 °C da özelliklerini korumalıdır.



Şekil 2: Asansör kapısı yüksek sıcaklık testi (C.-C. Lai and Lin 2017)

Bu asansörlerde bulunan “acil durma düğmesi” yardımıyla yangın söndürme sırasında ilk çağrılan katta durur ve sonraki çağrıları iptal eder, böylece itfaiye ekiplerine hataları giderme şansı verilir ve asansör çağrıları kontrol altına alınır.

Asansörlerde kullanılan çağrı düğmeleri de yangın sırasında sıcaklık veya başka sebeplerden dolayı fonksiyonlarını yitirebilirler. Ayrıca diğer elektrik-elektronik donanımda aşırı sıcaklık ve basınçlı su nedeniyle fonksiyonlarını yitirmeyecek tarzda olmalıdır.

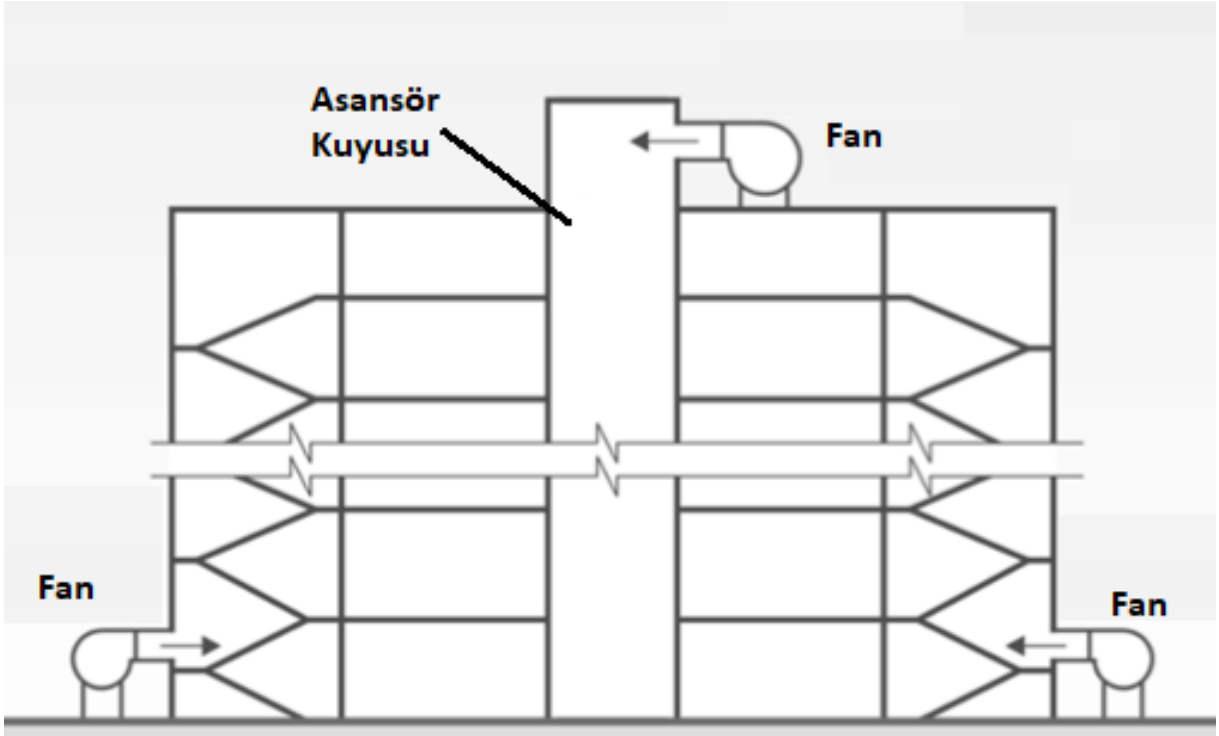
Yangın mücadele asansörlerinin bulunduğu yerden yangının katlardan birbirine sıçraması önlenmelidir. Bu asansörler haricinde tüm asansörlerin ana girişe yönelmiş olması ve orda kapıları açık şekilde beklemeleri ve geçici olarak hizmet dışı olmaları sağlanmalıdır. Asansörden acil durumda 30 dakikalık sürekli bir hizmet beklenir. Bu da ancak makina dairesinde yeterli bir elektrik kaynağının yaratılması ile mümkündür. Makina dairesi uygun tarzda yangın riskinden korunmalı ve özellikle yangın söndürmede kullanılan sudan uzak bulunmalıdır. Makina dairesinde yanıcı özelliği olmayan malzemeler kullanılmamalıdır. Plastikler kolay tahrip ve deforme olacağından tercih edilmemelidir.

Tavanlarda bulunan su püskürtme sistemlerinin çalışmasıyla asansörlerin devre dışı kaldığı gözlenmiştir. Bunu gidermenin yolu ise su püskürtme sistemlerinin asansörlerden uzak yerlere yerleştirilmesidir.

Su püskürtücüleri ve itfaiyecilerden gelen sular, asansöre bağlı elektrik sistemlerine etki ederek asansörün doğru çalışmasını engelleyerek, kuyu içindeki yapılara zarar verebilir. Su asansör boşluğuna, makina dairesine veya ilgili elektrik donanımına ve güç kaynağına ulaştığında asansör devre dışı kalacaktır. Bu bölümleri su sızmalarını önlemek için önce asansör ve elektrik tasarımlarının uygun yapılması gerekir, ayrıca asansör tabanı için su tahliye kanalları ve kat kapıları için yeterli eğimler verilmelidir. Makina dairesine ve asansör boşluğuna su fiskiyesi yerleştirilmemelidir.

4. ASANSÖRDE BASINÇLAMA

Asansör tahliye işini yapabilmesi için uygun şekilde temiz hava basılması gerekir. Dumanın asansörün içerisine yönelmesi tahliyedeki en tehlikeli durum olarak görülmektedir. (Alianto, Nasruddin, and Nugroho 2022). Dumanın lobi ve asansör kabinine sızmasını önlemek için hava basma lobi bölümünde yapılmalıdır. Yangın anında meydana gelen duman kontrol altına alınması ve asansör çalışmasını etkilememesi temel hedeftir. Bunu için binada bulunan doğal havalandırma yeterli olmadığında başvurulacak yöntem ise basınçlama yöntemidir (Xie and Wang 2023). Boşluktaki fanlara giden elektrik kesildiğinde makina dairesindeki bir kanaldan doğal havalandırma sürmelidir. Makina dairesinin ayrıca havalandırma imkanı mevcut olmalıdır.



Şekil 3: Asansör kuyusu basınçlandırma

Basınçlama yönteminde mekanik olarak hava akımı yaratılmakta ve yangında başarılı sonuçlar alınmaktadır (Miller 2011). Basınç merdivenlerde ve asansörlerde elde edilebilir. Bu

işleme girişte elde edilecek ilave basınç eklenecek olursa etkisi daha da artar. Basınç altındaki asansörde yangın olursa, bu basıncın dumanı uzaklaştırmasına bağlı olarak asansör temiz bir rotada çalışmasını sürdürecektir.

Çok maksatlı olan yangın mücadele asansörleri grupta bulunan diğer asansörler ile aynı boşluğu paylaşabilir. Ancak bu durumda basınçlama için gerekli donanım artmakta ve maliyet yükselmektedir. Bunu gidermek ve basınçlanacak hacmi küçük parçalara ayırmak için asansör boşluğunu ayıran bir ayırıcı bölme ilave edilebilir. Bu bölme en az 2 adet hızlı asansörü aynı boşlukta barındırıp, bu asansörlerin çalışmasında oluşan hava akımı için iki yanında yeterli pay bırakılarak normal ve ters etkili baca tertibatı bulunmalıdır. Asansör kuyusunun üstünde asansör boşluğuna hava gidebilmesini sağlayan havalandırma deliği ve bir duman tahliye deliği öngörülmelidir.

5. SONUÇ

20.yy'ın başlarından itibaren yüksek katlı binalarda (özellikler iş merkezlerinde) sürekli işlem gören ve depolanan kağıtların ve dekorasyon için yangına dayanıksız mobilyaların kullanımıyla modern gökdelenlerde yangın tehditleri artış göstermiştir. İş saatlerinde yüksek binalardaki kontrol dışı yangınlar itfaiyeciler için korkulu bir rüya halini almıştır. Üst katlara müdahale etmek ve tahliye için yüksek binalarda asansörlerin kullanımı zorunlu bir hal almıştır. Bunun için binanın konumu ve durumu itibarıyla yangın anında uyulacak hükümler önceden tespit edilmeli ve gerekli teçhizatın donatılması ve bakımı düzenli sağlanmalıdır. Bu özelliklere sahip çok maksatlı bir yangın mücadele asansörünün maliyeti diğerlerine göre yüksek olmakla birlikte yüksek katlı iş merkezlerinde yangın anında oynadıkları önemli rol gereği tesis edilmeleri kaçınılmaz hal almıştır. Ancak tüm asansörlerin bu özellikte olmalarını beklemek de gereksizdir.

KAYNAKLAR

Alianto, Beline, N. Nasruddin, and Yulianto Sulisty Nugroho. 2022. "High-Rise Building Fire Safety Using Mechanical Ventilation and Stairwell Pressurization: A Review." *Journal of Building Engineering* 50(February): 104224. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104224>.

Bennetts, I. D., K. A.M. Moinuddin, C. C. Goh, and I. R. Thomas. 2005. "Testing and Factors Relevant to the Evaluation of the Structural Adequacy of Steel Members within Fire-Resistant Elevator Shafts." *Fire Safety Journal* 40(8): 698–727.

Black, W. Z. 2009. "Smoke Movement in Elevator Shafts during a High-Rise Structural Fire." *Fire Safety Journal* 44(2): 168–82.

Chen, Shu, Menghan Shang, and Jianping Wang. 2021. "Evacuation Strategies for Vertical Ship Lift during Initial Fire: Integrated Application of Stairs and Elevators." *Frontiers of Engineering Management* 8(1): 135–47.

Ding, Ning, Hui Zhang, Tao Chen, and Peter B. Luh. 2014. "Evacuees' Behaviors of Using Elevators during Evacuation Based on Experiments." *Transportation Research Procedia* 2: 594–602. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2014.09.100>.

Klote, John H, Fire Consulting, and John H Klote. 2013. "Subjects : Elevator Pressurization in Tall Buildings Elevator Pressurization in Tall Buildings." *International Journal of High-Rise Buildings* 2(4): 341–44.

Lai, Chih-Chung, and Cherng-Shing Lin. 2017. "An Analysis of the Design of a Fire-Resistant Elevator Landing Door." *Journal of the Chinese Institute of Engineers* 40(5): 428–40. <https://doi.org/10.1080/02533839.2017.1336116>.

Lai, Chih Chung, and Cherng Shing Lin. 2017. "An Analysis of the Design of a Fire-Resistant Elevator Landing Door." *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A* 40(5): 428–40. <http://doi.org/10.1080/02533839.2017.1336116>.

Miller, Richard S. 2011. "Elevator Shaft Pressurization for Smoke Control in Tall Buildings: The Seattle Approach." *Building and Environment* 46(11): 2247–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.007>.

Minegishi, Yoshikazu. 2021. "Occupant Evacuation Elevators as a Measure for Crowd Management and Evacuation for People with Mobility Impairments in High-Rise Buildings." *Japan Architectural Review* 4(2): 391–402.

Selek, Murat, Hakan Terzioğlu, and Fatih Alpaslan Kazan. 2015. "The Design of Training Elevators for Effective Learning." *Proceedings - 2015 2nd International Conference on Information Science and Control Engineering, ICISCE 2015* (April): 956–59.

Xie, Mengxiao, and Jian Wang. 2023. "Determination of Pressure Difference Coefficient of Shuttle Elevator Doors in Super High-Rise Buildings under Stack Effect." *Building and Environment* 232(January): 110076. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110076>.

AHŞAP KOMPOZİT MALZEMELERİN ÇOK KATLI YAPILARDA KULLANIMININ YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ANALİZİ

Prof. Dr. Ayfer Dönmez Çavdar¹

Doç. Dr. Nilhan Vural²

Selen Kalkışım³

Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü¹

Karadeniz Teknik Üniversitesi Heyelan Uygulama Araştırma Merkezi^{1,2}

Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü²

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü³

ÖZET

Ahşap, biyo-esaslı yapı malzemelerinin başında yer almaktadır. Performansa Dayalı Tasarım kavramının yaygınlaşması ile birçok bina yönetmeliği biyo-bazlı yapı ürünleri için pazar açmıştır ancak, ülkelerdeki düzenlemeler arasında büyük farklılıklar mevcuttur ve biyo esaslı yanıcı özellikte olan yapı ürünlerinin kullanımı hala çok sınırlıdır. Ahşap malzemenin sürdürülebilirliğe ve çevresel kavramlara olumlu etkisi sonucu kompozit bir malzeme olarak geliştirilmesi, çok katlı yapıların taşıyıcı sisteminde de ahşap yapı malzemesinin kullanılmasında tercih nedeni olmuştur. Yapılan bu çalışma ile ahşap kompozit malzemenin yangın dayanımı incelenmiş ve ahşabın çok katlı yapı taşıyıcı sisteminde kullanımı; ülkelerin ahşap yangın yönetmelikleri, alınacak pasif ve aktif yangın önlemleri kapsamında örnek yapılar üzerinden analiz edilmiştir. Çalışma, sürdürülebilir bir yapı malzemesi olan ahşabın güvenli şekilde yapılarda kullanılabilmesi için alınacak önlemleri hem malzeme bazında hem de yapısal düzeyde ortaya koyarak bu konudaki bilinci artırmayı ve ahşabın yapı tasarımlarında tercih edilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar sözcükler: Ahşap kompozit malzeme, çok katlı ahşap yapılar, yangın güvenliği

ABSTRACT

Wood is one of the well-known bio-based building materials. With wide spreading the Performance Based Design (PBD), many building regulations have opened the market for bio-based building materials. However, great differences in regulations between countries, and the use of bio-based combustible building products is still very limited. However, with the development of engineered wood composite material as a result of the effect of wood material on sustainability and environmental concepts, wood construction material has also been used in load bearing systems of multi-storey buildings. In this study, the fire-safe use of wood composites is discussed and the use of wood in the load-bearing system for the multi-storey building; wood fire regulations of countries, and passive and active fire precautions are analyzed. Also, the study aims to increase awareness of this issue and to contribute to the preference for wood in building designs by revealing the measures for using wood and enhancing reaction to fire for wooden materials in structural application.

Keywords: Wood composite materials; multi-storey building; fire safety

¹ adonmez@ktu.edu.tr

² nvural@ktu.edu.tr

³ selenhocaoglu@gmail.com

1.GİRİŞ

Önleyici yangın güvenliği, çok katlı yapıların tasarımında, planlanmasında, teknik çiziminde, inşasında, kalite güvencesinde ve işletilmesinde inşa edildiği yapı malzemesi ne olursa olsun önemli bir rol oynar (Winter,2018).

Ahşap yanıcı bir yapı malzemesidir, bu nedenle yangın durumunda binanın yangın yükünü artırabilir. Geçmişte kentlerde meydana gelen ve ahşap yapıların büyük oranda yanmasına neden olan yangınlar nedeniyle ahşabın yapı taşıyıcı sisteminde kullanılması sınırlandırılmıştır. (Winter,2018). Öte yandan ahşap yenilenebilir bir inşaat malzemesi olarak kullanılmasından kaynaklanan sürdürülebilirlik avantajları ile öne çıkmaktadır ve mimari trendler yapılan araştırmalar ile gelişimini sürdüren yapısal ahşap kompozit malzemelerin yüksek binaların tasarımında ve inşasında kullanımının giderek arttığı yönündedir (Hoehler vd., 2018).

Genellikle 10 kat ve üstünde inşa edilen ahşap yapılar, çok katlı ahşap yapı olarak tanımlanabilir. Bunun nedeni, yüksekliği on katın altındaki bir ahşap yapının, yüksekliği on kat ve üstü bir ahşap yapıya göre daha az yangın düzenlemesine gereksiniminin olmasıdır. IBC'ye (International Building Code) göre yapıdaki insan sayısı arttıkça yangın kapsamında alınan önlemler de artmaktadır (Şentürk, 2019).

Yapılan bu çalışma ile çok katlı ahşap yapılarda ahşap kompozit malzemenin yangın dayanımı incelenmiş ve ahşabın çok katlı yapı taşıyıcı sisteminde kullanımı; ülkelerin ahşap yangın yönetmelikleri, alınacak pasif ve aktif yangın önlemleri kapsamında 5 örnek yapı üzerinden analiz edilmiştir. Yapıların seçiminde 10 kat ve üzerinde ve farklı ülkelerde inşa edilmiş olması dikkate alınmıştır.

2. AHŞAP KOMPOZİT MALZEMELERİN YANGIN DAYANIM ÖZELLİKLERİ

Biyo-esaslı yapı malzemelerinin başında yer alan ahşap malzemenin sürdürülebilirliğe ve çevresel kavramlara olan etkisi sonucu masif malzemeye göre daha yüksek dayanım özelliklerine sahip yapısal ahşap kompozit malzemeler geliştirilmekte, çok katlı yapıların taşıyıcı sisteminde ahşap yapı malzemesi kullanımı için çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

Yapıştırılmış ahşap yapı elemanı (Glulam ya da GLT), çapraz lamine ahşap (CLT), lamine kaplama ahşap (LVL), ahşap-beton kompozit (TCC) kullanımları yaygın olmakla birlikte özellikle ABD ve Avrupa'nın birçok ülkesinde bu yapısal ahşap kompozitler arasında çapraz lamine ahşap (CLT) malzeme kullanımı öne çıkmış ve yapılarda birincil yapısal eleman olarak kullanımı ivme kazanmıştır (Barber, 2018).

De Aroujo vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, beş ana ticari CLT panel üreticisinin ürettiği ürünlerin yanma performansları özetlenmiştir (Çizelge 1). Ürünlerin ortalama duman yoğunluğuna sahip ve alev damlacıkları içermeyen "D-S2, d0" orta seviyede yanıcı ürünler sınıfında olduğu belirtilmektedir.

Çizelge 1. Beş ana CLT üreticisine ait CLT panellerin yangına tepki performansları

Üretici*	Yangına Tepki Sınıfı	Kömürleşme Oranı(mm/dak)	Yangına tepki sınıfları	Duman ve damlacık oluşumu
A	D-S2-d0	-	A1 : Hiç Yanmaz	s0 : Duman oluşumu yok
B	D-S2-d0	0.6-1.3	A2 : Zor Yanıcı	s1 : Duman oluşumu çok az
C	D-S2-d0	0.6-0.8	B,C: Zor Alevlenici	s2 : Duman oluşumu az
D	D-S2-d0	0.7-0.9	D :Orta (Normal) Alevlenici	d0 : Damlacık oluşumu yok
E	D-S2-d0	0.6-0.9		

Çapraz lamine ahşap ürünlerinin yanma performansını etkileyen iki önemli parametre vardır. Birinci parametre kullanılan yapıştırıcıların seçimidir ve öncelikle malzemenin mekanik özelliklerini karşılaması üzerine yapılmaktadır. Malzemenin çok fazla tutkal tabakasına sahip olması yanma süresince delaminasyona neden olabilmektedir. Bu durum ise yapının bütünlüğünü tehdit eden bir durumdur. İkinci parametre ise çapraz lamine ahşap ürünlerin tipik olarak büyük bir boyutsal kalınlığa sahip olmasıdır. Genellikle bu > 200 mm olabilir ve ahşap içindeki sıcaklık dağılımı yanma davranışını ve mekanik özellikleri etkiler. Tutkal tabakasının termal stabilitesi yüksek reçineler kullanılarak yapısal ahşap kompozitlerin yanma dayanımı arttırılabilir. Ahşap malzemelerin demir ve çelik gibi diğer yapı malzemelerine göre doğal olarak yüksek özgül ısıya sahip olması ve kömürleşme özelliğinin bazı yangın geciktirici maddelerin tutkal çözeltisine eklenerek arttırılması ile ahşabın nispeten daha düşük sıcaklıklarda yanıcılık özellik göstermesinin önüne geçilebilir.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki model oluşturma yasaları; yangın güvenliği ve yapısal performansla ilgili endişeler nedeniyle ahşap inşaatı için bina yüksekliğini 25,9 m ile sınırlandırmaktadır (Barber, 2018). Avrupa'da CLT'nin yangın güvenliği tasarımı, diğer tüm yapı ürünlerinde olduğu gibi, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği ve onun temel gereksinimleri tarafından yönetilmektedir. Bu gereksinimler, tüm Avrupa ülkelerinde kullanılmak üzere zorunludur. İsveç'te 1994 yılından itibaren iki kattan daha yüksek ahşap çerçeveli binaların inşasına izin verilmektedir (Bahrami vd., 2023). CLT yapı elemanlarının yangına dayanıklılık tasarımı, ahşap için yapısal Eurocode olan Eurocode 5'e dahil değildir, ancak Avrupa standartlarına göre test edilebilir veya yakın zamanda geliştirilen tasarım yöntemleri kullanılarak hesaplanabilir (Ana-Lisa Ötsman vd, 2018). Yine Ötsman'ın 2022 yılında yaptığı çalışmada Avrupa ülkelerinde yangın güvenliği bakımından tüm Avrupa ülkelerinin ahşap yapılara ait yönetmelikler ülkeler bazında incelenmiş ve sonuçta ciddi farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Ahşap yapılar için izin verilen kat sayısı yada yüksekliklerin farklılıkları; iç ve dış uygulamalarda görünür ahşap yüzey miktarlarında farklılıklar olduğu belirtilirken bir çok ülkede ahşap yapılara ilişkin spesifik bir yönetmelik olmadığı da görülmüştür. Avustralya ve Yeni Zelanda'da ise ahşap binaların tasarımı için bir çerçeve sağlanmış olsa da, geleneksel yaklaşım her bina için ayrı ayrı çözümler geliştirmek yönündedir. Bu nedenle, mevcut kılavuz, diğer ülkelerdekinden daha az kuralcı ve kısıtlayıcıdır ve kabul edilebilir bir çözüm üretmek için tasarım ekibine büyük ölçüde güvenir (Buchanan vd., 2018). Ülkemizde ise ahşap yapılar için özel bir yönetmelik olmamakla birlikte tüm yapısal elemanlar için 2007 yılında yayınlanan ve 2009, 2015 ve 2021 yıllarında güncellenen “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” hususları dikkate alınmaktadır. Yönetmelikte performans bazlı analize izin veren bir yaklaşım yerine tasarım, yönetmelik içerisinde belirtilen kriterlere göre yapılmak durumundadır. Yönetmelikte 30.50 m'den fazla olan yapılarda sprinkler (yağmurlama) sistemi uygulanması zorunlu olup tüm bina kullanım sınıfları için yangın dayanım (direnç) değerlerinin en az 120 dk olması gerektiği belirtilmiştir (URL-1).

3. AHŞAP KOMPOZİT MALZEMELERİN ÇOK KATLI YAPILARDA KULLANIMININ YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ANALİZİ

Yangın önleme temel olarak, ısı kaynağını veya yanıcı malzemeleri kontrol ederek malzemelerin sürekli tutuşmasını önlemeyi amaçlar. Bu önlemler, binanın ve içeriğinin uygun tasarımını, yapımını ve bakımını içerir (White ve Dietenberger, 2010). Yapılan çalışmada tasarım ve bakım ile ilgili alınacak önlemler kapsam dışı bırakılmış, çok katlı ahşap yapılarda yangından korunmak için alınabilecek yapı ile ilgili önlemler pasif ve aktif yöntemler olarak iki başlıkta değerlendirilmiştir:

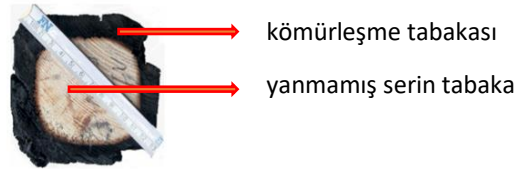
3.1. Pasif Yöntemler

İnsanların güvenli bir şekilde tahliye edilebilmesi için yapının taşıyıcı elemanlarının belirli bir süre işlevini yerine getirebilmesi gerekmektedir. Bu süre bina yangın yönetmeliklerinde yangına dayanıklılık olarak belirtilmiştir. Pasif yangın güvenliği için malzeme, ürün ve elemanların kullanımı ile binanın yangından korunma yöntemleri belirlenir (Jong, 2017). Bu çalışmada pasif yöntemler olarak kömürleşme tabakası ve boyutlandırma, kapsülleme, hibrit strüktür tasarımı, yangın geciktirici kaplamalar ve yangın durdurucu bariyerler ele alınarak özetlenmiştir:

3.1.1. Kömürleşme Tabakası ve Boyutlandırma

Ahşap panelin yüzeyi, 400 °C'yi aşan bir yangına maruz kaldığında sabit bir oranda tutuşarak yanar (URL-2). Yangına maruz kalan yüzeylerde kömürleşmiş bir yangın tabakası oluşur ve kömür tabakasının kalınlığı yangın ilerledikçe büyüyerek malzemenin enine kesitini azaltır (Klippel ve Schmid, 2017). Ahşabın ısı iletkenlik katsayısı da nispeten düşüktür ($\lambda \leq 0,13 - 0,17 \text{ W/mK}$), bu nedenle yanmamış iç alan serin kalır ve yük taşımaya devam eder (Şekil 1) (Winter, 2018).

Masif ahşap elemanlar tasarlanırken, kömürleşmiş ahşap tabakanın derinliğini bir dizi formülle hesaplayarak, ahşabın mukavemetine katkıda bulunmayan ek bir mukavemetsiz kalınlık eklenir. Ahşabın taşıma kapasitesi de olası bir yangının ardından hesaplanan sağlam kalan kısmın kalınlığına göre belirlenir (Lineham vd., 2016).



Şekil 1. Ahşap kömürleşme tabakası ve yangının ilerlemediği serin tabaka (Winter, 2018).

3.1.2. Kapsülleme

Kapsülleme yönteminde amaç, ahşap malzemenin alev ile temasını gerekli yangına dayanıklılık süresi boyunca bir kaplama malzemesi yardımı ile kesmektir. Ahşap elemanlar; alçı panel, çimentolu yonga levha, yangına dayanıklı cam veya yanıcı olmayan bir yalıtım malzemesi (taş yünü, cam yünü, cam köpüğü vb.) ile kaplanabilir (Jong, 2017).

3.1.3. Hibrit Strüktür Tasarımı

Ahşap yapının bir bölümünün betonarme veya çelik malzeme kullanılarak tasarlanması ile oluşan hibrit yapı, binanın taşıyıcılığına ve yangından korunumuna destek olmaktadır.

Merdiven, asansör gibi bina çekirdeğinin ve zemin katın betonarme inşası çok katlı ahşap yapılarda sıklıkla görülen bir uygulamadır (URL-3). Bu durum, bazı ülke yönetmeliklerinde de kesin kurallar ile belirtilmiştir.

3.1.4. Yangın Geciktirici Kaplamalar

Çok katlı binalarda ahşap malzemeye sürülerek uygulanan yangın geciktirici kaplamalar malzemesi, taşıyıcı ahşap elemanların ve iç mekan ahşap ürünlerinin yangından korunması için kullanılır. Ahşap malzemenin doğal dokusunun görünürlüğünü engellemek için genellikle saydam ve yarı saydam kaplama malzemesi seçilmektedir (URL-4). Kaplamaların dezavantajı, geri dönüşümü etkilemeleridir. İç hava kalitesi üzerindeki etkileri de gözden geçirilmelidir (Winter, 2018).

3.1.5. Yangın Durdurucu Bariyerler

Yangın durdurucu bariyerler (yangın şeritleri, köpükler, alçı esaslı harçlar, silikon mastik vb.), malzemelerin bir araya gelerek oluşturduğu yüzeylerin birleşim noktalarından yangın esnasında çıkan gaz ve alevin sızıntısını belirli bir süre boyunca engellemeyi sağlamaktadır. Ahşap malzemede açılan boşlukların, çelik montaj elemanlarının, duvar-döşeme ve tavan birleşim noktalarının, cephe boyunca devam eden boşluklardan kaynaklı yangın yayılımını önlemeyi hedeflemektedir (URL-5,6,7).

3.2. Aktif Yöntemler

Aktif yöntemler, yangını büyüme aşamasında söndürmek ve parlamayı önlemek için bir yangının hızlı algılanmasını sağlar. Buna bağlı olarak insanlara tahliye olmaları ve eşya vb. malzemelerini çıkartmak için zaman verir. Bu yöntemlerin kullanıldığı binalarda sınırlı hasar olabilir ancak bina çökmez. Sprinkler ve duman veya ısı algılama sistemleri aktif yöntemlerde benimsenen yangın söndürme önlemleridir ve özellikle 10 kattan daha yüksek olan ahşap binalarda bu sistemlerin kullanımına sıklıkla rastlanır (Jong, 2017).

3.2.1. Sprinkler Sistemleri

Otomatik yangın sprinklerlerine su, bir boru sistemi aracılığıyla gelir ve bu sistemler yangını söndürmek veya itfaiye gelene kadar kontrol altında tutmak için yeterli suyu otomatik olarak dağıtabilecek şekilde düzenlenir (Moinuddin ve Thomas, 2014). Amerikan NFPA (National Fire Protection Association) kuruluşunun kayıtlarına göre incelenen 80 binin üzerindeki yangında sprinkler sistemlerin %96.2' lik bir yüzdeyle yangınları söndürdüğü görülmüştür (Kılıç, 2003).

4. YAPI ÖRNEKLERİ ANALİZİ

Çalışma kapsamında kat sayısı 10'un üzerinde olan ve taşıyıcı sisteminde ahşap kompozit malzemenin kullanıldığı 5 adet ahşap yapı, yapım aşamasında alınan yangın önlemleri bağlamında analiz edilmiştir:

4.1. Mjostarnet

Mjostarnet binası 2019 yılında Norveç'te Voll Arkitekter tarafından tasarlanmıştır. 18 katlı yapı 85,4 m yüksekliğindedir ve 15000 m² toplam alana sahiptir. Binanın kolonlarında, kirişlerinde ve diyagonallerinde GLT; iç duvarlarında, asansör boşluklarında, balkonlarında ve merdivenlerinde CLT panel kullanılmıştır (URL-8,9).



Şekil 2. Mjostarnet binası ve sprinkler başlıkları (URL-10,11)

Mjostarnet binasının yangın danışmanlığını Sweco Norge AS firması üstlenmiştir. Yapıya daha fazla su tutabilen gelişmiş sprinkler sistemi ve su deposu entegre edilmiştir. Kaçış yollarındaki görünür ahşap elemanların yanı sıra ana merdiven ve asansörlerdeki iç duvarların tümü yangın geciktirici boya ile kaplanmıştır. Her bir kat, yangının yayılımını engelleyecek biçimde bir yangın hücresi olarak tasarlanmıştır. Dış duvarlar yangın geciktirici malzeme ile işlem görmüş olup, cephede yangının üst katlara çıkmasını engelleyecek yangın durdurucu bariyer kullanılmıştır. Çelik bağlantılar yangın şeritleriyle korunmuş ve yangın durumunda GLT taşıyıcı, yangını yavaşlatan kalın bir kömür tabakası oluşturacak şekilde tasarlanmıştır (URL-10,11).

4.2. Hoho Wien

2019 yılında Avustralya’da RLP Rüdiger Lainer+Partner tarafından tasarlanan 84 m yüksekliğindeki karma kullanımlı yapı, 25.000m² toplam alana sahiptir. Yapı 9, 15 ve 24 katlı 3 bloktan oluşmaktadır. Bu blokların %75’i ahşap, %25’i betonarme olarak inşa edilmiştir. Üç bloğun da çekirdek kısmı betonarmedir. Kolonlarda GLT, döşemede ahşap (CLT)-beton kompozit [TCC] malzeme kullanılmıştır (URL-12,13) (Şekil 3).

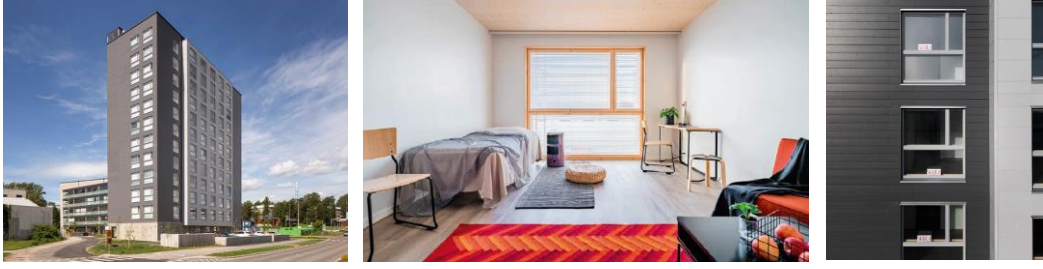


Şekil 3. Hoho Wien binası ve hibrit strüktür (URL-12,14)

Yapının yangın danışmanlığı Kunz Die Innovativen Brandschutzplaner Gmbh tarafından üstlenilmiştir. Sprinkler sistemi ile korunan yapıda düşey kaçış yolları betonarme malzemeden inşa edilmiştir. Ahşap strüktür bölümünde shaft yoktur. Dış duvarlarda RF2 sınıfı masif ahşap paneller seçilmiştir. Döşemede ahşap (CLT)-beton kompozit [TCC] döşeme panelleri tercih edilmiştir (URL-15).

4.3. Hoas Tuuliniity

2021 yılında Finlandiya’da Jukka Turtiainen tarafından tasarlanan konut binası 42 m yüksekliğindedir ve 13 katlıdır. Zemin kat betonarme inşa edilmiştir ve ortak kullanım alanları bu katta bulunmaktadır (Şekil 4). Taşıyıcı eleman olarak duvarlarda CLT panel, kirişlerde LVL kullanılmıştır. LVL kirişlerin arasına ses ve yangın yalıtımı için mineral yün yerleştirilmiş, alçı panel ile kapatılmış, üstüne ise beton dökülerek sistem sonlandırılmıştır. (URL-16,17).



Şekil 4. Hoas Tuuliniity binasının iç ve dış görselleri (URL-16,17)

Finlandiya Yapı Yönetmeliğine (National Building Code of Finland) göre tasarlanan yapının yangın danışmanı KK-Palokonsultti Oy'dur. Yapıda sprinkler sistemi kurgulanmış, tüm CLT yüzeylere montajdan önce şeffaf yangın koruyucu uygulanmıştır. CLT panellerin kesit kalınlığı, olası bir yangın sonrası taşıma kapasitesi dikkate alınarak artırılmıştır. İç duvarlarda çift katmanlı alçı panel arasında taş yünü yalıtım malzemesi yerleştirilmiştir (URL-16,18).

4.4. Brock Commons

2017 yılında Kanada'da Acton Ostry Architects tarafından tasarlanan 18 katlı yapı 53 m yüksekliğindedir ve öğrenci yurdu olarak işlevlendirilmiştir. Yapının taşıyıcı sistemi ahşap beton-çelik hibrit sistemdir. Temel, zemin kat, ikinci katın döşemesi ve çekirdek betonarme iken; üst katlar GLT kolon, çelik bağlantılı PSL kolon ve 5 katmanlı CLT döşeme panelinden oluşmuştur (Şekil 5) (Moudgil,2017) (CWC, 2018) (URL-19).

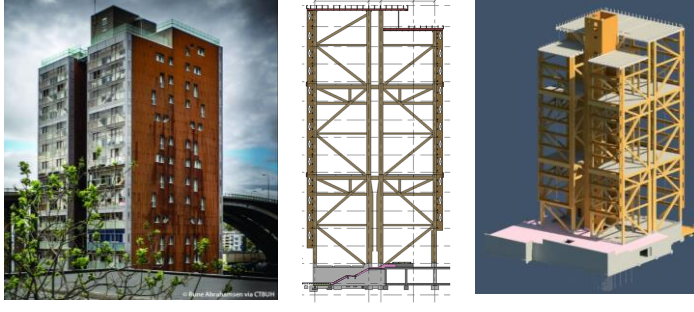


Şekil 5. Brock Commons yapısının cephesi ve inşaatı sırasında çekilen görseller (URL-19).

Kanada Yangın Yönetmeliği (UBC) esaslarına göre tasarlanan yapının yangın danışmanlığını Stantec Ltd. koordine etmiştir. Kanada'da ahşap yapılar, yapı kodunda 6 kat ile sınırlandırılmış olmasına rağmen Brock Commons projesi bu sınırı aşmaktadır. Özellikle CLT çekirdek kullanımı konusunda karmaşık izin süreçlerine girilmemesi için bu kullanımdan vazgeçilmiş, betonarme ve alçı panel uygulamaları projeye dahil edilmiştir. Yapıda yangın pompasıyla desteklenen bir otomatik sprinkler sistemi bulunmaktadır (URL-20).

4.5. Treet

Norveç'in Bergen kentinde yer alan Treet, ahşap (CLT)- beton hibrit sistem ile inşa edilmiş 14 katlı konut yapısıdır. 49 metre yüksekliğinde 5830 m² net alana sahip yapıda ahşap modüler sistem ve 4 katta bir beton döşeme paneli kullanılmıştır. Kolon ve kirişleri GLT'dir, döşemede betonarme ve çekirdekte CLT malzeme kullanılmıştır (Abrahamsen vd.,2014).



Şekil 6. Treet binası ve taşıyıcı strüktürüne ait görseller (Abrahamsen vd.,2014)

Eurocode 5'e göre tasarlanan yapının yangın danışmanlığını Skansen Consult AS firması üstlenmiştir. CLT yapı elemanı 90 dakika boyunca yapının yangından korunmasına uygun olarak boyutlandırıldığından herhangi bir kaplama ya da kapsülleme yöntemi uygulanmamıştır. Kolonlar ve kirişler arasındaki boşluklar yanmaz derz dolgularıyla doldurulmuştur. Döşemde betonarme kullanılmıştır ve sprinkler sistemi mevcuttur. (Abrahamsen vd.,2014).

5. SONUÇLAR

Ahşabın yenilenebilir bir kaynak olması, bünyesinde karbon depolaması, yapısal kompozit ahşap malzemenin üretiminde diğer strüktürel malzemelere göre daha az enerji harcanması ahşap malzemenin çok katlı yapılarda kullanılmasında en büyük tercih sebebi olmaktadır.

Yapısal ahşap kompozit malzeme olarak Glulam (GLT), CLT, LVL ve TCC kullanımları ön plana çıkmaktadır. Ahşap kompozit malzeme üretiminin gelişmiş olduğu ülkelerde bu konuda ilgili çalışmalar yapılmaktadır ve çok katlı yapıların tasarımında ve inşasında ahşap malzeme kullanımı yangın ile ilgili yönetmelikler bağlamında tanımlanmıştır. Özellikle 10 kat ve üzeri yapılarda kullanıcı sayısı arttıkça yangın kapsamında alınan önlemler artmakta ve ülke yönetmeliklerine göre değişim görülmektedir. Bundan dolayı çalışma kapsamında kat sayısı 10'un üzerinde olan ve taşıyıcı sisteminde ahşap kompozit malzemenin kullanıldığı, farklı ülkelerde inşa edilmiş olan 5 adet ahşap yapı, yapım aşamasında alınan pasif ve aktif yangın önlemleri bağlamında analiz edilmiştir. İncelenen yapılarda pasif önlemler olarak ahşabın yangın anında kömürleşme tabakası dikkate alınacak şekilde boyutlandırıldığı taşıyıcı özelliğini sürdüreceği, alçı panel gibi yangına dayanıklı bir malzeme ile kaplanabileceği, ahşabın görünür olması adına yangın geciktirici maddelerin yüzeye sürülebileceği, genellikle betonarme strüktürün ahşap ile hibrit kompozisyonda kullanımı ile yangın direnci sağlanılabileceği, yangın durdurucu bariyerler ile yangının yayılmasının engellenebileceği görülmüş, bunun yanında aktif önlem olarak gelişmiş sprinkler sistemlerinin de kurulumuyla yapısal ahşap kompozit malzemeler ile çok katlı yapı yapmanın mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Abrahamsen, R. B., ve Malo, K. A. 2014. Structural Design And Assembly Of “ Treet ” - A 14-Storey Timber Residential Building In Norway”, World Conference on Timber Engineering (WCTE), 10-14 Ağustos 2014, Quebec City.

- Bahrami, A., Jakobsson, J., & Söderroos, T. (2023). Factors Influencing Choice of Wooden Frames for Construction of Multi-Story Buildings in Sweden. *Buildings*, 13(1), 217.
- Barber, D. 2018. Fire safety of mass timber buildings with CLT in USA. *Wood and Fiber Science*, 50, 83-95.
- Bartlett, A., Hadden, R., Bisby, L., & Lane, B. (2016, July). Auto-extinction of engineered timber as a design methodology. In 2016 World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016).
- Bartlett, A., Wiesner, F., Hadden, R., Bisby, L., Lane, B., Lawrence, A., ... & Frangi, A. (2016, July). Needs for total fire engineering of mass timber buildings. In 2016 World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016).
- Canadian Wood Council (Cwc). 2018. Brock Commons Tallwood House University Of British Columbia Vancouver Campus, the Advent of Tall Wood Structures in Canada: A Case Study.
- Collingwood, R. G. 1946. Historical Evidence. *The Idea of History*. Oxford: Oxford University Press.
- De Araujo, V., Aguiar, F., Jardim, P., Mascarenhas, F., Marini, L., Aquino, V., ... & Christoforo, A. (2023). Is Cross-Laminated Timber (CLT) a Wood Panel, a Building, or a Construction System? A Systematic Review on Its Functions, Characteristics, Performances, and Applications. *Forests*, 14(2), 264.
- De Jong, R.L. 2017. Tall Timber Buildings, Yüksek Lisans Tezi, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- Dussen, J. V. D. 2012. *History as a Science: The Philosophy of R.G. Collingwood*, London, Springer.
- Foster, R. M., & Ramage, M. H. (2017). Briefing: Super tall timber–oakwood tower. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, 170(3), 118-122.
- Hadden, R. M., Bartlett, A. I., Hidalgo, J. P., Santamaria, S., Wiesner, F., Bisby, L. A., ... & Lane, B. (2017). Effects of exposed cross laminated timber on compartment fire dynamics. *Fire Safety Journal*, 91, 480-489.
- Hoehler, M., Su, J., Lafrance, P. S., Bundy, M., Kimball, A., Brandon, D., & Östman, B. (2018). Fire safety challenges of tall wood buildings: Large-scale cross-laminated timber compartment fire tests. In *SIF 2018-The 10th International Conference on Structures in Fire*, Belfast, UK. New University of Ulster.
- Kılıç, M. 2013. Yapılarda Yangın Güvenliği ve Söndürme Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8, 1.
- Klippel, M. Ve Schmid, J. 2017. Design of Cross-Laminated Timber in Fire, *Structural Engineering International*, 27,2, 224-230.
- Lineham, Sean & Thomson, Daniel & Bartlett, Alastair & Bisby, Luke & Hadden, Rory. 2016. Structural response of fire-exposed cross-laminated timber beams under sustained loads, *Fire Safety Journal*, 85, 23-34.
- Martínez López, Y., Paes, J. B., & Martínez Rodríguez, E. (2018). Propiedades ignífugas de tableros de madera plástica producidos con diferentes especies forestales y termoplásticos reciclados. *Madera y bosques*, 24(2).
- Mohammadi, J., & Ling, L. (2017). Can wood become an alternative material for tall building construction?. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 22(4), 04017014.
- Moinuddin, K.A.M ve Thomas, I.R. 2014. Reliability of sprinkler system in Australian high rise office buildings, *Fire Safety Journal*, 63, 52-68.
- Moudgil, M. 2017. Feasibility Study of Using Cross-Laminated Timber Core for the Ubc Tall Wood Building, Master Thesis, The Faculty Of Graduate And Postdoctoral Studies (Civil Engineering) at The University Of British Columbia, Vancouver.
- Östman, B. 2022. National fire regulations for the use of wood in buildings–worldwide review 2020. *Wood Material Science & Engineering*, 17, 2-5.

Smith, R. B. 2007. R.G. Collingwood's Definition of Historical Knowledge. *History of European Ideas*, 33, 350-371.
Şentürk,H. 2019. *21. Yüzyılda Üretilen Çok Katlı Ahşap Yapıların Yapım Sürecinin Değerlendirilmesi*.Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Winter,S. 2018. Protective Functions. *Manual of Multistorey Timber Construction*. Detail.

URL-1. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.200712937.pdf>).

URL-2. <https://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-fire-resistance-and-rating/> Erişim tarihi : 03.02.2023

URL-3. <https://acetra.rs/news/mass-timber-hybrid-structure/>Erişim tarihi:10.12.2021

URL-4.<https://www.nordtreat.com/en/fire-retardants/nt-deco> Erişim tarihi:15.12.2021.

URL-5.<https://www.ul.com/news/ul-solutions-updates-firestop-system-numbering-scheme>.Erişim tarihi:21.03.2023

URL-6.<http://www.eplusb.com/tr/urunler?urun-gruplari=105&sektor=129&marka=0> Erişim tarihi:21.03.2023

URL-7.<https://www.firesafe.no/product/firesafe-fire-wrap/>) Erişim tarihi:21.03.2023

URL-8. www.sweco.dk/showroom/mjoestaarnet Erişim tarihi: 10.03.2023

URL-9. www.designbuildnetwork.com/projects/mjosa-tower-mjostarnet Erişim tarihi: 25.12.2021

URL-10.www.moelven.com/news/news-archive2/2018/how-the-worlds-tallest-timber-building-withstands-fire. Erişim tarihi: 20.12.2021

URL-11.<https://www.archdaily.com/934374/mjostarnet-the-tower-of-lake-mjosa-voll-arkitekter>. Erişim tarihi: 20.08.2022

URL-12.www.hoho-wien.at Erişim tarihi: 15.03.2023

URL-13.www.woschitzgroup.com/projekte/hoho-wien-holzhochhaus Erişim tarihi: 21.12.2021

URL-14. <https://www.wienwood.at/objekte2021/projekt/hoho-wien-wienwood> Erişim tarihi:25.03.2023

URL-15. <https://www.intechopen.com/online-first/77393>. Erişim tarihi: 08.03.2023

URL-16.<https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/block-of-flats/hoas-tuuliniitty-worlds-tallest-modular-wooden-building-completed-in-espoo/?lang=en>. Erişim tarihi: 10.03.2023

URL-17. <https://www.intechopen.com/online-first/77393>. Erişim tarihi: 08.03.2023

URL-18. <https://www.nordtreat.com/de/referenzen/hoas-tuuliniitty> Erişim tarihi: 12.12.2021

URL-19.http://cwc.ca/wp-content/uploads/2018/07/CS-BrockCommon.Study_.23.lr_.pdf Erişim tarihi: 17.03.2023

URL-20.<https://www.archdaily.com/879625/inside-vancouvers-brock-commons-the-worlds-tallest-timber-structured-building>. Erişim tarihi:17.03.2023

BİTİŞİK NİZAM YAPILARDA CEPHE YANGINLARININ YAYILMASINA RÜZGARIN VE AÇIKLIKLAR ARASI YATAY MESAFENİN ETKİSİ

Nilüfer Gizem Yazkan¹

Doç. Dr. Nuri Serteser²

İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı¹

İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü²

ÖZET

Cephelerdeki açıklıkların, yangının komşu mahallere yayılmasında önemli bir etkisi vardır. Yangında oluşan duman ve alev, cephe açıklıklarından dışarı çıkar ve yukarı yönde hareket ederek yükselir. Yükselen duman ve alev, üst katlarda bulunan diğer açıklıkları etkileyerek mekan içindeki yanıcıların tutuşma sıcaklığına ulaşmasına dolayısıyla yeni bir yangının başlamasına neden olur. Müdahale edilmediği takdirde bu durum tekrarlayarak yukarıdaki tüm katları etkisi altına alır. Bu riskin önüne geçmek için Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY)'te, iki katın pencere gibi boşlukları arasında en az 100 cm yangına dayanıklı cephe elemanı olması gerektiğiyle ilgili bir düzenleme bulunmaktadır. Cephedeki açıklıktan dışarı çıkan alev ve dumanın hareketini inceleyen birçok araştırmada rüzgar etkisi dikkate alınmamıştır. Normal şartlarda alev ve dumanın sadece dikey yönde değil, rüzgarın etkisiyle yatay yönde de hareket ettiğini gösteren araştırmalar mevcuttur. Ancak yönetmeliklerde, yatayda birbirini takip eden açıklıklar hakkında sınırlama bulunmamaktadır. Ülkemizde, özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde bitişik nizam, sıkça karşılaştığımız bir yapılaşma düzenidir. Bu bildiride, PyroSim programı kullanılarak bitişik nizam yapılarda oluşabilecek bir cephe yangınında, yatayda birbirine yakın açıklıklardan yangının yayılma riski ve bu yayılmada rüzgarın etkisi incelenmiştir. Bitişik nizamli iki bina sayısal ortamda modellenmiş ve bu binaların birbirine komşu cephe açıklıkları arasındaki mesafe değiştirilerek duman ve alevin yayılma durumu gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Yangın yayılımı, cephe yangınları, yangında rüzgarın etkisi, bitişik nizam yapılarda yangın.

ABSTRACT

The openings in the facades have a significant effect on the spread of the fire to other compartments. Smoke and flame from fire come out through the opening in the facade and rise by moving upwards. The rising smoke and flame affects the other openings on the upper floors, causing the combustibles in the space to reach the ignition temperature, thus starting a new fire. If not intervened, this situation will repeat and affect all the floors above. In order to prevent this risk, there is a regulation in the Turkish Regulation on the Protection of Buildings from Fire (BYKHY) that there must be at least 100 cm of fire resistant facade elements between the openings of two floors, such as windows. In many studies researching the façade fire, the wind effect has been ignored. There are studies showing that, under normal conditions, flame and smoke move not only in the vertical direction, but also in the horizontal direction with the effect of the wind. However, there are no restrictions on horizontal successive openings in the regulations. In our country, especially in densely populated areas, adjacent buildings are the building order we frequently encounter. In this paper, a facade fire in attached buildings is modeled using the PYROSIM program, and the risk of fire spreading from horizontally close openings of the building and the effect of wind on this spread are investigated. Two adjacent buildings are modelled, and the spread of smoke and flame is investigated by changing the distance between the openings of different structures.

Keywords: Fire spread, facade fires, effect of wind on fire, fire in adjacent buildings

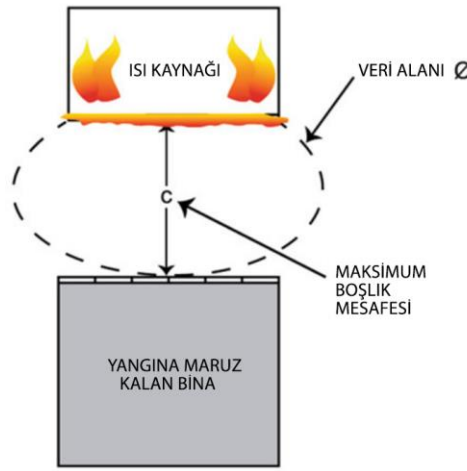
¹ yazkan20@itu.edu.tr

² serteser@itu.edu.tr

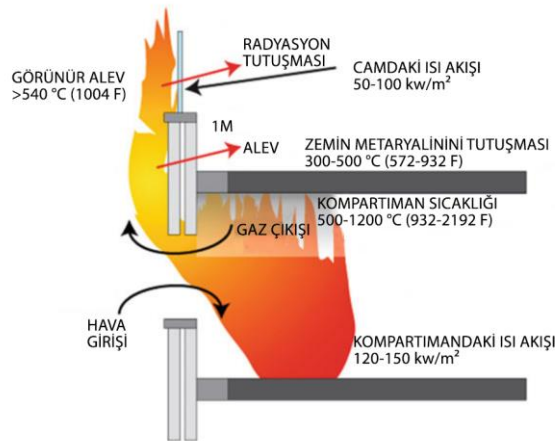
1.GİRİŞ

Yapıyı dış çevreden ayıran cephelerin tasarımında tasarım dili, açıklık oranları, ısı yalıtımı gibi birden fazla faktör göz önüne alınır. Tüm bunlar düşünülürken bir cephe tasarımında yangın riskleri genellikle göz ardı edilir. Oluşabilecek bir yangın, önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olabilecek riskler taşır. Bu sebeple günümüz yapı formlarında yangın riski göz alınarak tasarım yapılması gerekir.

Cephe yangınları, cephenin karşısında yanmakta olan bir binanın meydana getirdiği ısınım etkisiyle cephe malzemesini tutuşturup başlayabileceği gibi (Şekil 1) yapının içerisindeki bir yangının cephede bulunan bir açıklık sayesinde diğer mahallere yayılması şeklinde de meydana gelebilir (Şekil 2). Bu konuda yapılan araştırmalarda özellikle yangının üst katlara yayılmasında hangi faktörlerin etkili olduğu incelenmiştir.



Şekil 1: Bina dışında oluşan bir yangının cepheye etkisi (O'Connor, 2016)



Şekil 2: Bina içinde oluşan bir yangının cephe yoluyla diğer katlara yayılması (O'Connor, 2016)

Yapı içerisinde başlayan yangının oluşturduğu duman ve alev pencere gibi bir açıklıktan dışarı çıkar. Dışarı çıkan duman ve alev cephede bulunan başka bir açıklıktan tekrar içeri girerek yangının başka kat ve mahallere yayılmasına sebep olur. Yapılan çalışmalarda cephede bulunan açıklıklarının boyutu ve birbirlerine göre konumunun cephenin yangın

performansında oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Tang vd., 2011; Delichatsios vd., 2016). Açıklıktan dışarı çıkan alevin dikey hareketiyle üst katlara yayılmasını önlemek için neler yapılabileceği teoride çalışmalarla ortaya konmuş ve uygulamada yönetmeliklerle desteklenmiştir. Bu konuya, BYKHY Madde-27'nin 2. fıkrasında "Alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesini engellemek için iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında, düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elamanıyla dolu yüzey oluşturulur veya cephe iç kısmına en çok 2 m aralıklarla cepheye en fazla 1.5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunur." şeklinde yer verilmiş ve önlem alınmıştır. Ancak çalışmaların genelinde deneyler yapılırken bina dışı faktörler dikkate alınmamıştır. Rüzgar, açıklıktan dışarı çıkan alevin yönünü etkileyecek önemli bir dış etkidir. Yapılan çalışmalarda rüzgarın alev yüksekliğini etkilediği görülmüştür (Hu vd., 2017). Bir diğer çalışmada, rüzgarla birlikte alev yüksekliği azalırken cephede yüksek sıcaklığa sahip alanın büyüklüğü artmıştır. Bu durum yangının düşey yerine yatayda yayıldığını göstermektedir (Abu-Zidana vd., 2022). Bu konudaki çalışmalar, dış faktörlerin ihmal edildiği çalışmaların aksine cephe yangınlarında yayılma riskinin üst katlarla birlikte yan mahaller için de yüksek olduğunu ve üzerinde daha çok çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir. Nüfusun çok olduğu ve bunun sonucu olarak bitişik nizam yapılaşmanın yüksek olduğu şehirler düşünüldüğünde, cephe yangınlarının rüzgar etkisiyle yatay yönde yayılması önemli bir risk olarak ele alınmalıdır.

Bu bildiride, bitişik nizam yapılarda cephe yangınının dikeyde yayılmasını önlemek için yönetmeliklerle alınan önlemlerin yatayda da alınması gerekip gerekmediği üzerine odaklanılmıştır. Bunun için bitişik nizamdaki iki binanın cephelerindeki komşu açıklıklar arasındaki mesafenin yangının yayılmasını nasıl etkilediği sayısal benzetim yöntemiyle incelenmiştir.

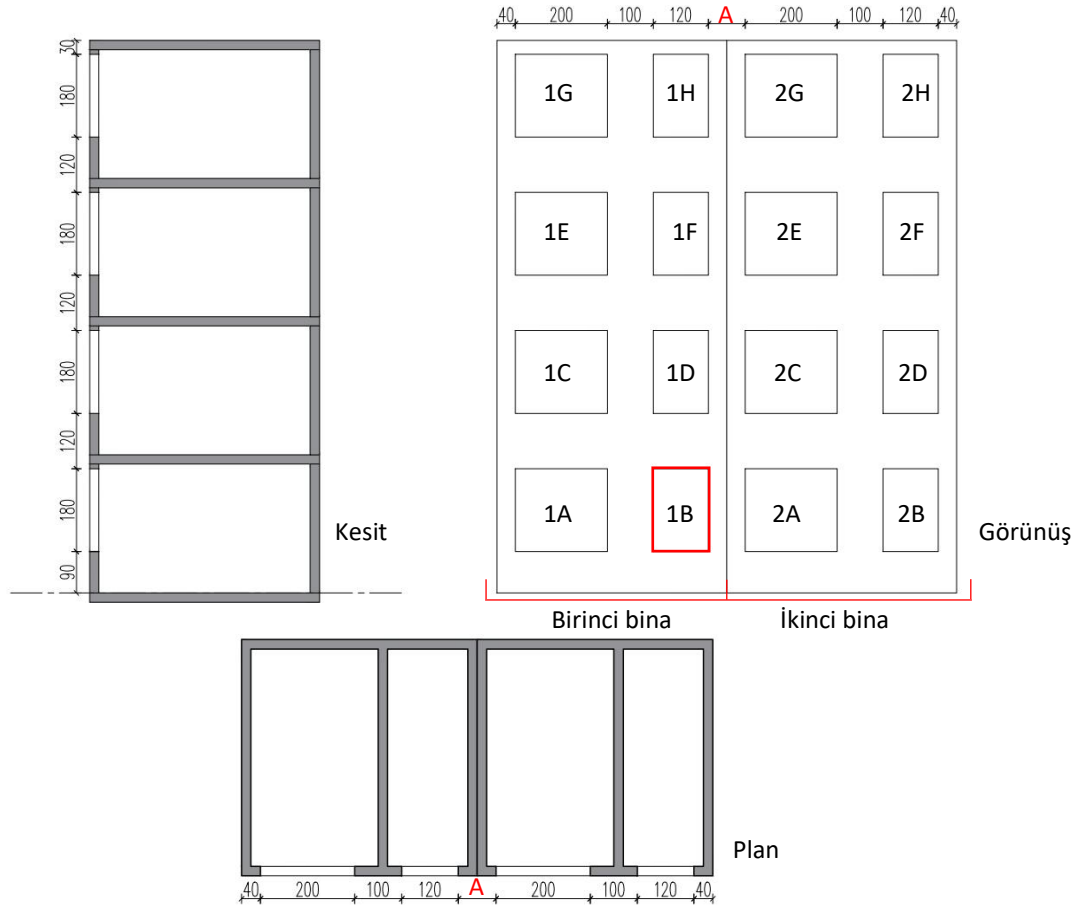
2. SAYISAL MODEL VE BENZETİM

Sayısal benzetim için PyroSim, 2022 yazılımı kullanılmıştır. 3 m kat yüksekliğine sahip ve 4 kattan oluşan bitişik nizam iki bina sayısal ortamda modellenmiştir. Yapıların ön cephesi 5 m genişlikten oluşmakta ve planda cepheye bitişik farklı mahallere ait açıklıklar bulunmaktadır (**Şekil 3**). Açıklıklara Şekil 3'te gösterildiği gibi numaralar verilmiştir.

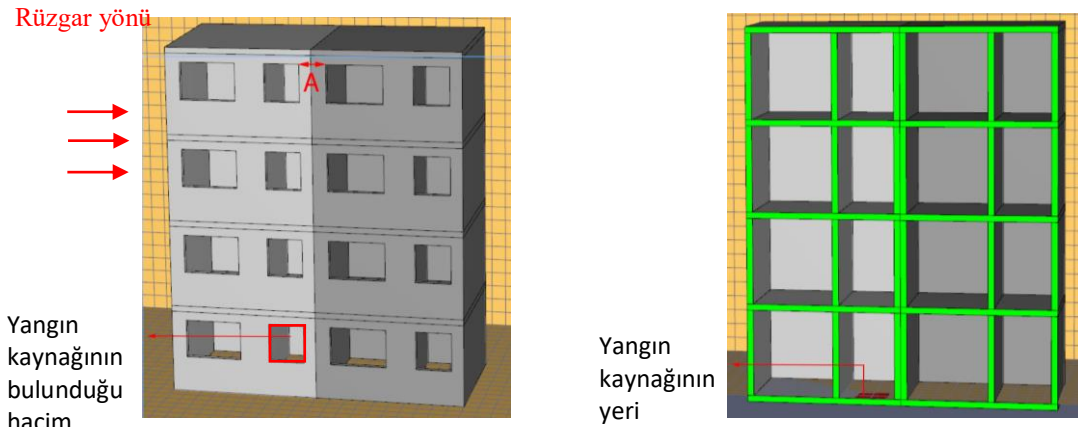
Modelde ızgara (mesh) boyutu 0,5x0,5x0,5 m olarak belirlenmiştir. Yanıcı madde olarak poliüretan kullanılmıştır. Yangın kaynağı 1.0x1.0 m olarak boyutlandırılmış ve birinci binanın zemin katına yerleştirilmiştir (**Şekil 4**). Yangın kaynağının ısı salınım oranı 3.000 kW'tır.

Sayısal benzetimde birinci bina bitişik nizamdan oluşan bir yapılaşmada köşe bina olarak düşünülmüştür. Rüzgar hızı 4 m/s, yönü de Şekil 4'te gösterildiği gibi, binanın esas cephesine paralel olarak belirlenmiştir.

Benzetimde, "A" değeri ve rüzgar hızı değiştirilerek 5 farklı senaryo hazırlanmıştır. İki binanın cephe açıklıkları arasındaki mesafenin etkisini görmek için Şekil 3'te "A" ile gösterilen mesafe 40 cm, 60 cm, 100 cm ve 120 cm olacak şekilde değiştirilerek senaryo 2, 3, 4 ve 5 oluşturulmuştur. Rüzgar faktörünün etkisini araştırmak için senaryo 1'de rüzgar hızı 0 m/s olarak belirlenip "A" değeri senaryo 3 ile aynı alınmıştır (**Çizelge 1**). Tüm senaryolarda açıklık boyutları sabit tutulmuş olup iki bina arasında sadece komşu açıklıklar arası yatay mesafeler değiştirilmiştir.



Şekil 3: Sayısal benzetimde kullanılan modelin plan, kesit ve görünüşü



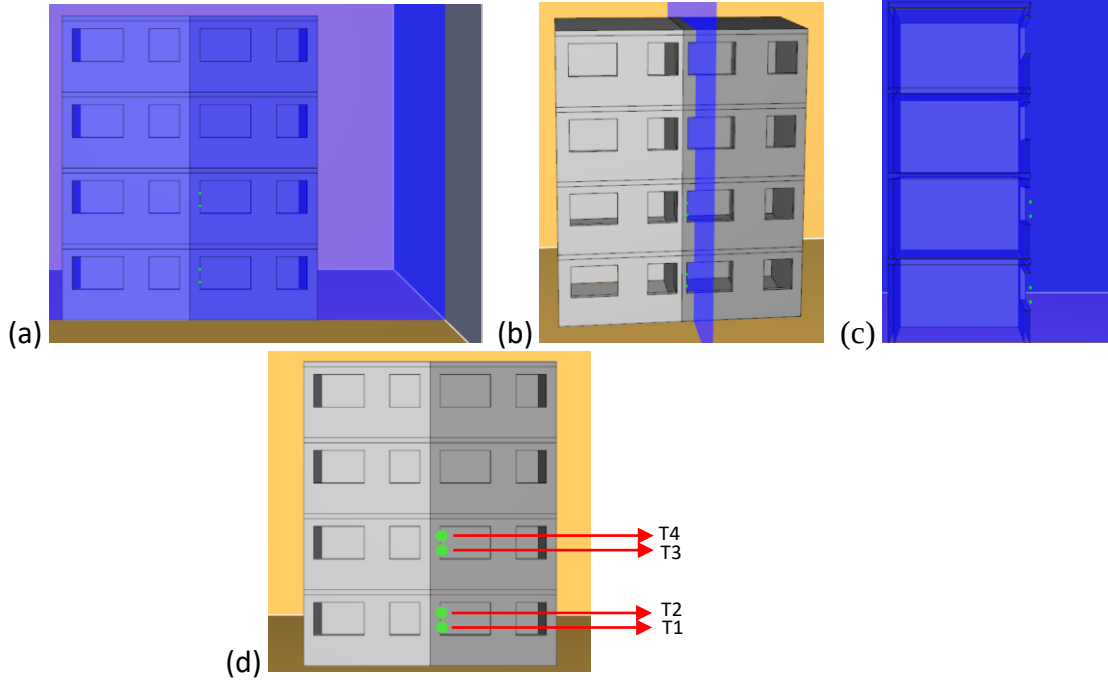
Şekil 4: Sayısal model

Çizelge 1: Benzetimde gerçekleştirilen senaryolar

SENARYO	RÜZGAR HIZI (m/s)	ISI SALINIM ORANI (kW)	"A" DEĞERİ (cm)
1	0	3000	80
2	4	3000	40
3	4	3000	80
4	4	3000	100
5	4	3000	120

Tüm senaryolarda:

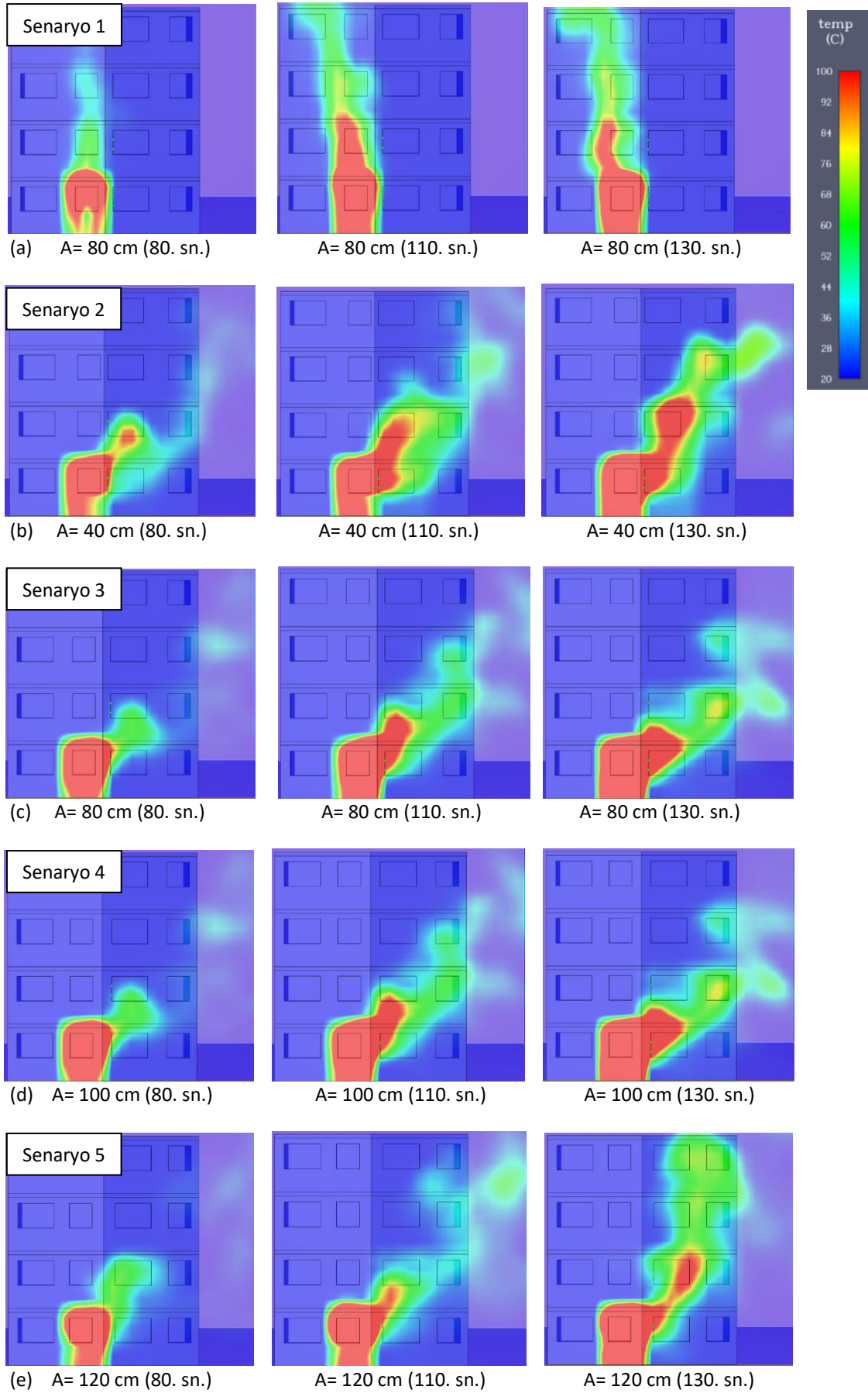
- 1- Ön cephenin sıcaklığı gözlemlenmiştir (**Şekil 5a**).
- 2- İkinci binanın açıklığından kesit alınarak sıcaklığın ikinci binanın içerisine doğru nasıl yayıldığı gözlemlenmiştir (**Şekil 5b-5c**).
- 3- İkinci binanın giriş ve birinci katlarındaki açıklıkların köşelerine ısı çiftleri (thermocouple) yerleştirilmiştir (**Şekil 5d**). Açıklıklar arasındaki mesafe "A" değiştirildiğinde ısı çiftlerinin de bitişik binadaki komşu açıklık ile mesafesi değişmiştir. Bu şekilde 2. binanın açıklıklarında, sıcaklığın en fazla kaç C°'ye çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5: Sayısal modelde gözlem yapılan ölçütler

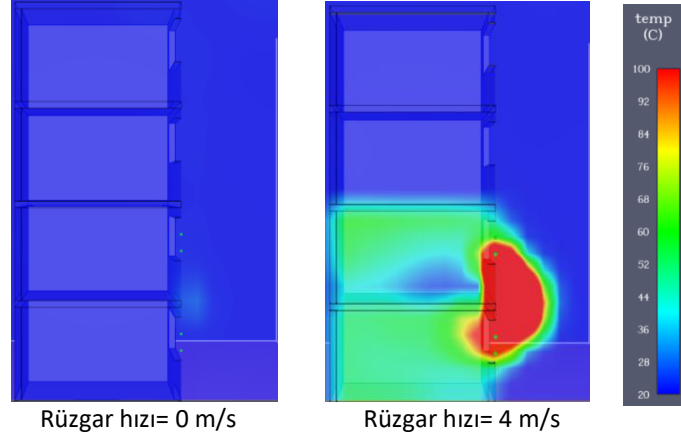
3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Yangın birinci binanın zemin katında başlatıldıktan 20 sn. sonra duman, açıklıktan dışarı çıkmaya başlamıştır. Dışarı çıkan alev ve sıcak duman rüzgar faktörünün göz ardı edildiği birinci senaryoda dikey yönde hareket etmiş ve üst katların yüzey sıcaklıkları artmıştır (**Şekil 6a**). Alev ve dumanın yukarı yöndeki bu hareketi, yangının başlatıldığı hacmin üstündeki 1D ve 1F açıklıklarının yangının üst katlara yayılmasında potansiyel bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu durum, rüzgar faktörünün dikkate alınmadığı önceki çalışmalarla benzerlik göstermiştir (Tang vd., 2011; Delichatsios vd., 2016). Ancak, rüzgar faktörünün dahil edildiği diğer senaryolarda duman ve alev, rüzgar yönüyle aynı doğrultuda eğildiği gözlemlenmiştir (**Şekil 6b-6c-6d-6e**). Bu durum, 1D ve 1F açıklıklarının yangının dikeyde yayılması üzerinde etkili olduğu gibi 2A ve 2C açıklıklarının da yangının yatayda yayılmasına katkı sağlayabilecek potansiyel bir faktör olduğunu göstermektedir.



Şekil 6: Tüm senaryolarda 80., 110. ve 130. sn.de ön cephedeki sıcaklık değerleri

İkinci binanın kesitine bakıldığında rüzgarın olmadığı senaryo 1 ve rüzgar hızının 4 m/s olduğu senaryo 3'te ölçülen sıcaklık değerlerinde büyük farklılık görülmektedir. Senaryo 1'de ikinci binada bulunan hacimlerde önemli bir sıcaklık değeri oluşmazken senaryo 3'te rüzgarın alevleri eğmesiyle birlikte 2A ve 2C açıklıklarının bulunduğu hacimlerin içerisindeki sıcaklığın arttığı gözlemlenmiştir (**Şekil 7**).

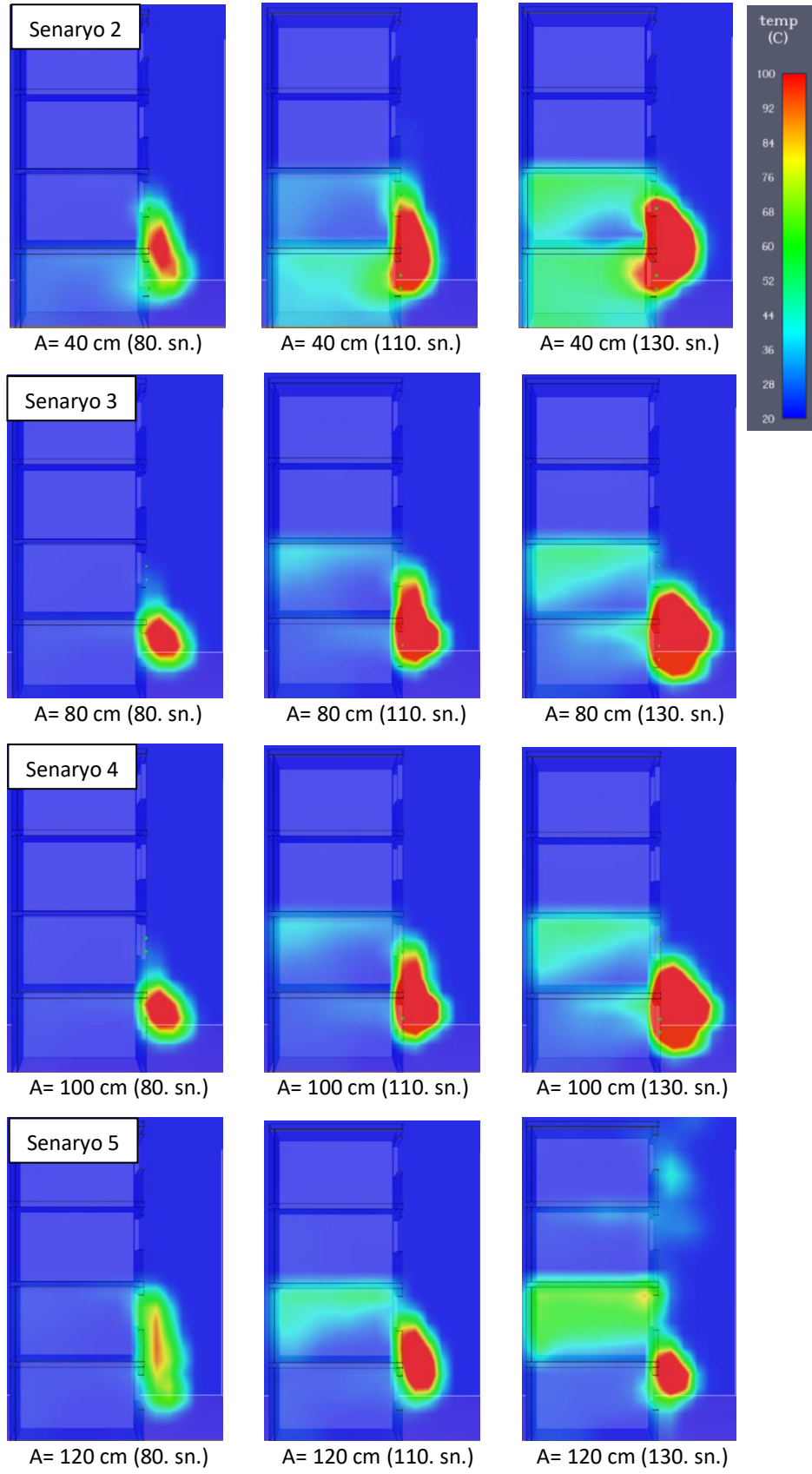


Şekil 7: Senaryo 1 ve 3'ün 130. saniyesinde ölçülen sıcaklıklar

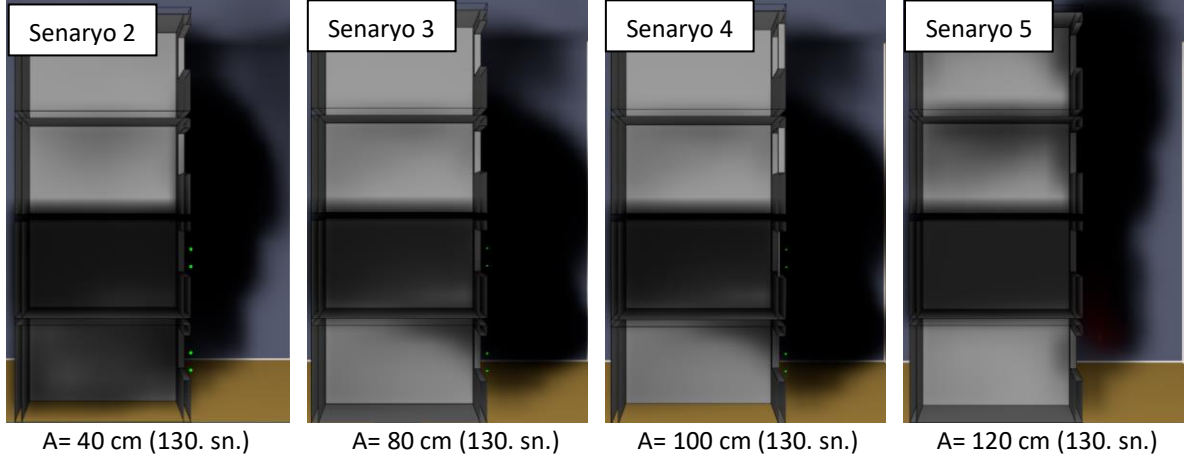
Rüzgarın 4m/s olduğu ve "A" değerinin değiştirildiği senaryolar karşılaştırıldığında cephedeki ve hacimlerin içerisindeki sıcaklık değerlerinde farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Senaryo 2'de 1B açıklığından çıkan alevler ve duman 2A ve 2C açıklığından içeri girmiş ve hacim içerisindeki sıcaklığı artırmıştır (**Şekil 8**). Bu durum, yayılan sıcaklığın içerideki eşyaları tutuşturarak yangının yatayda da yayılabileceğini göstermektedir. Etkisine bakıldığında yangının, en çok cepheden yayıldığı açıklığın bitişiğinde bulunan 2A'yı, sonrasında çaprazında bulunan 2C'yi etkilediği gözlemlenmiştir (**Şekil 9**).

"A" değerinin artırıldığı senaryo 3'te sıcaklığın yatayda yayılması, senaryo 2'ye göre azalmıştır. Bu değişiklik açıklıklar arası mesafenin yangının yatay doğrultuda yayılmasında önemli olduğunu göstermektedir. Senaryo 2 ve senaryo 3 karşılaştırıldığında, 2A'nın bulunduğu hacmin sıcaklığı 2C'nin bulunduğu hacmin sıcaklığına göre daha düşüktür (**Şekil 8**). Bu durumda duman en çok yangın kaynağının çaprazında bulunan 2C'yi, sonrasında bitişiğinde bulunan 2A'yı etkilemiştir (**Şekil 9**).

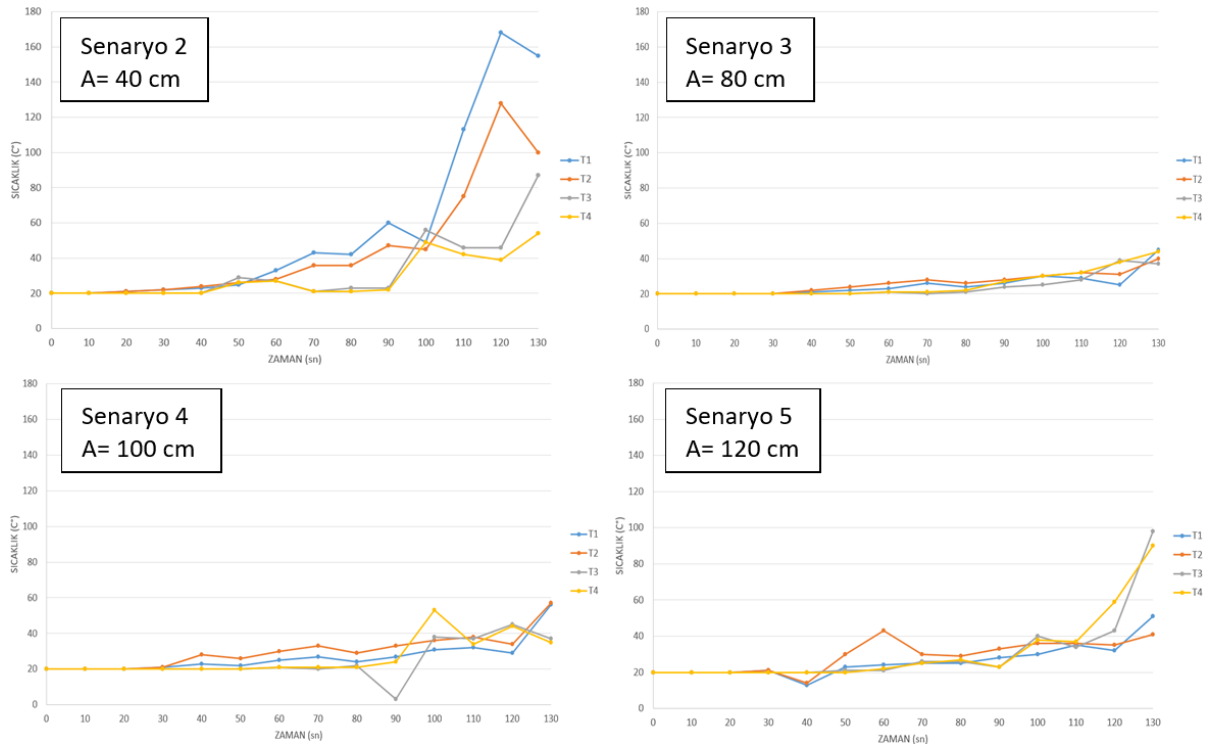
"A" değerinin 100 cm olduğu senaryo 4'ün sonuçları ise büyük oranda senaryo 3 ile benzerlik göstermiştir (**Şekil 8**). Senaryo 5'te ise yangın kaynağının bitişiğindeki 2A'nın bulunduğu hacmin sıcaklığı diğer senaryolarla karşılaştırıldığında büyük ölçüde azalmış ve en düşük sıcaklık Senaryo 5'te ölçülmüştür. Ancak 2C'nin bulunduğu hacme bakıldığında yangının en çok bu hacmi etkilediği görülmüştür ve hacim içerisindeki sıcaklık en fazla senaryo 5'te ölçülmüştür (**Şekil 8**). Senaryolarda hacimlerin içerisindeki sıcaklık artışlarına bakıldığında en iyi performans "A" değerinin 80 cm ve 100 cm olduğu senaryolarda görülmektedir. Bununla birlikte "A" değeri arttıkça yangın etkisinin ikinci binada üst katlara doğru yöneldiği gözlemlenmiştir. Şekil 10'daki grafiklerde de ikinci binanın açıklıklarında ölçülen sıcaklıklara bakıldığında, senaryo 2'de sıcaklığın 170 C'lere kadar çıktığı ancak senaryo 3 ve 4'te bu sıcaklığın ve dalgalanmanın azaldığı görülmektedir. Aynı zamanda A= 40 cm iken 2A açıklığında ölçülen T1 ve T2 sıcaklığı 2C açıklığında ölçülen T3 ve T4 sıcaklığından fazlayken A= 120 cm 'de T3 ve T4 sıcaklığı T1 ve T2 sıcaklığından fazladır.



Şekil 8: İkinci yapıdan alınan kesitte oluşan sıcaklık değerleri



Şekil 9: İkinci yapıdan alınan kesitte duman hareketi



Şekil 10: Isıl çiftlerle ölçülen sıcaklık değerleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, rüzgar faktörüyle cephe yangınlarının yayılma yönünün nasıl değiştiği ve iki açıklık arası yatay mesafenin bu yayılmayı nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bunun için PyroSim yazılımı kullanılarak bitişik nizamda iki bina sayısal ortamda modellenmiştir. Öncelikle rüzgarın olmadığı ve olduğu durumlar karşılaştırılmıştır. Daha sonra iki binaya ait açıklık arası mesafeler değiştirilmiştir. Bu benzetimde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Cephe yangınlarında açıklıktan çıkan alev ve sıcak duman rüzgarın etkisiyle rüzgarla aynı yöne eğilir. Bu durum cephe yangınlarının yukarı yönde yayılma riski kadar yatay yönde yayılma riskinin de üzerinde durulması ve önlem alınması gereken bir konu olduğunu göstermektedir.

- Yatayda iki açıklık arası mesafe yangının yatay yönde yayılmasını etkilemiştir. Mesafenin artmasıyla duman ve alevin yataydaki yayılması önce azalmış daha sonra yan binanın üst katlarında artmaya başlamıştır. Açıklıktan çıkan alev ve duman hareketi düşünüldüğünde açıklıklar arası yatay mesafenin artması zemin kattaki açıklıkları duman ve alevden uzaklaştırmıştır. Ancak mesafe artmaya devam ettikçe üst katlardaki açıklıkların duman ve alevden daha çok etkilendiği görülmüştür (**Şekil 6**).

KAYNAKLAR

Abu-Zidana, Y., Rathnayakab, S., Mendisb, P. , Nguyena, K. 2022. Effect Of Wind Speed And Direction On Facade Fire Spread In An Isolated Rectangular Building, *Fire Safety Journal*

Delichatsios, M., Ryan, J., Tian, N., Zhang, Z. 2016. Vertical Safe Separation Distance Between Openings In Multi-storey Buildings Having A Fire Resistant Spandrel, *Second International Seminar for Fire Safety of Facades*

Hu, L., Hu, K., Ren F., Sun, X. 2017. Facade Flame Height Ejected From An Opening Of Fire Compartment Under External Wind, *Fire Safety Journal*

O'Connor, D.J. 2016. The Building Envelope: Fire Spread, Construction Features and Loss Examples, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*

Tang, F., Hu, L.H., Delichatsios, M.A., Lu, K.H., Zhu, W. 2012. Experimental Study On Flame Height And Temperature Profile Of Buoyant Window Spill Plume From An Under-ventilated Compartment Fire, *International Journal of Heat and Mass Transfer*

CEPHE TASARIMINDA KULLANILAN KOMPOZİT MALZEMELERİN YANGINA KARŞI PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Doç. Dr. Mehmet Serkan Yatağan¹
İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi¹

ÖZET

Özellikle mimarlık alanında önem kazanan cephe tasarımında beklenen özelliklerden biri de yangın güvenliğidir. Son zamanlarda yalıtım malzemesi kullanımından dolayı cephede çıkan yangınlar hem tasarım hem de bina performansını etkilemektedir. Cephe tasarımında kullanılan ısı yalıtım ve cephe malzemelerinin yangına karşı dirençli olması beklenmektedir. Cephe tasarımında sızdırmazlık, dayanım gibi özelliklerle birlikte yangın sınıflarının belirlenmesi de önemlidir. Cephe tasarımında çok farklı malzemeler kullanılmaktadır. Günümüzde polimer esaslı kompozit malzemelerin kullanımı uygulama ve durabilite açısından avantajlı olması nedeniyle cephe tasarımında kullanımı artmıştır. Ancak bu kompozit malzemelerin yangın dirençlerinin cephe tasarımına etkili olduğu, bina yangın performansını etkilediği görülmektedir. Özellikle hangi kompozit malzemelerin cephe yangın performansını sağladığı tasarım aşamasında malzeme seçiminde etkili olacaktır. Bu çalışmada cephe tasarımında kullanılan farklı polimer esaslı malzemelerin yangın davranışları yapılan deneylerle elde edilen yangın sınıfları ile değerlendirilecektir ve cephe tasarımında kullanımlarının etkileri incelenecektir.

Anahtar sözcükler: Cephe, yangın sınıfı, polimer, tasarım

ABSTRACT

One of the expected features in facade design, which has gained importance especially in the field of architecture, is fire safety. Recently, fires on the facade due to the use of insulation materials affect both the design and the performance of the building. It is expected that the thermal insulation and facade materials used in the facade design will be resistant to fire. It is also important to determine fire classes along with features such as impermeability and strength in facade design. Many different materials are used in the facade design. Today, the use of polymer-based materials has increased in facade design due to its advantage in terms of application and durability. However, it is seen that the fire resistance of these composite materials is effective on the facade design and affects the fire performance of the building. In particular, which composite materials provide the facade fire performance will be effective in the selection of materials at the design stage. In this study, the fire behavior of different polymer-based materials used in facade design will be evaluated with the fire classes obtained from the experiments and the effects of their use in facade design will be examined.

Keywords: Façade, fire classes, polymer, design

¹ yataganm@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Cephelerde ortaya çıkan yangınları, dahili (kapalı hacim yangınları) ve harici (komşu binadaki yangınlar ve cephe ile çevresinde oluşacak yangınlar) yangınlar olarak sınıflandırmak mümkündür. Dahili yangınlar; kapalı hacimde ortaya çıkarak cepheyi etkisi altına alan yangınlardır. Dahili yangınlarda, cephelerde kurgulanan açıklıklar, malzeme ve katman detayları, kat ve mekan geçiş boşlukları yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. Harici yangınlar; bina cephelerine dış ortamdan sirayet eden yangınlardır. Işınım etkisi, rüzgarın etkisi, binalar arası mesafeler, bina bitişiğinde bulunan kent donatıları gibi unsurlar harici yangının ortaya çıkmasında etkili olmaktadır (Kılıç, 2012).

Cephe yangınları gerekli önlemler alınmadığı durumlarda cephe sistemlerinde yatay ve dikey yönde yayılmaktadır. Yangının yayılması ile birlikte bina kullanıcılarının tahliye edilmesi gereken süre kısalmaktadır. Ayrıca hızlı bir şekilde yayılan yangına müdahale etmek daha güç duruma gelmektedir. Bu nedenle cephede yangının yayılma senaryolarının bilinmesi ve proje tasarım aşamasında önlemlerin alınması gerekmektedir.

Cephede yangının ortaya çıkması ve yayılmasında cephe katmanlarında bulunan malzemelerin yangına tepkisi, nicelikleri ve kullanım sırası önemli olmaktadır. Çift katmanlı cephelerde ve giydirme cephelerde katmanlar arasında hava boşluğunun bulunması yangının yayılmasını hızlandırmaktadır (Giraldo ve diğ., 2013). Cephelerde oluşturulan hava boşluğunda yangının yayılmasının önlenmesine yönelik hassas bölgelerin ve cephe açıklıklarının (kapılar ve pencereler) sızdırmaz özellikte olması önemli bir etken olmaktadır. Sistem içi hava cephe malzemeleri yangın güvenliği için dikkat edilmesi gereken en küçük yapısal bileşenlerdir. Yangının ortaya çıkması ve yayılması malzemelerin ısıya ve alev verdikleri reaksiyon (yangına tepki) ile gerçekleşmektedir. Bu amaçla tasarım aşamasında ve bakım/onarım çalışmalarında kullanılacak olan cephe malzemelerine karar verilirken dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Bunlar:

- Yangın yükü
- Tutuşma kolaylığı
- Yangının yayılma hızı
- Duman ve zehirli gazların oluşumu
- Mekanik zarara karşı hassaslık
- Cephede kullanılan malzemenin yangına dayanıklılığıdır (Wade ve Clampett, 2000).

Cephe sistemlerinde kullanılacak olan malzemelerin belirlenmesinde, yangın sırasındaki davranışlarına yönelik çeşitli test standartları mevcuttur. Malzemelerin yanıcılık sınıfları ile birlikte sistem içerisindeki davranışları da yangın güvenlik önlemleri çerçevesinde ele alınmalıdır. Büyük ölçekli, orta ölçekli ve küçük ölçekli test standartları cephe yangın güvenlik önlemleri kapsamında incelenmeli ve araştırılmalıdır.

Cephelerde yanıcı malzemelerin kullanılmaması, yangın oluşma risklerinin azaltılması ve yangının cephe sistemi içerisinde yayılmasının engellenmesine yönelik detay ölçeğinde çeşitli önlemler alınmalıdır. Giydirme cephelerde, döşeme ve cephe panel elemanlarının birleştiği noktalarda alev ve duman yayılımı açısından uygun sızdırmazlık özelliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu bağlamda spandrel panel uygulamasının doğru şekilde

detaylandırılması gerekmektedir (Ogino, 2019). Mineral yünlerle (yanmaz malzemeler) boşluklar doldurularak ve mastik elemanlarla (pasif yangın durdurucu) tam sızdırmazlık sağlanmalıdır

Cephede yangın güvenliği de pasif yangın güvenliği planlamasının içinde değerlendirilebilir. Fakat yüksek yapı yangınlarının birçoğu cepheden diğer katlara yangın yayılımıyla sonuçlanmıştır. Cephede yangın yayılımı, kullanılan malzeme ve cephe geometrisi ile doğrudan ilişkilidir. Yüksek yapıda bu bölgedeki yangın riski ve yayılımı, müdahalenin zor olması nedeniyle büyük öneme sahiptir. Cephe yangınlarını malzeme kullanımı kadar, malzemenin alev maruz kalmasını etkileyen cephe açıklıklarının boyutları da etkilemektedir. Alçak ve geniş pencerelerden kaçınılması kaplamanın tutuşma riskini düşürmektedir.

Dış kaplamanın yanıcılığıyla ilgili yangın yayılımının riskini iki etken kontrol etmektedir, kaplamanın tutuşma riski ve kaplamanın alev yayılım eğilimi. Tutuşma riski yangının küçük kalmasını sağlayarak düşürülebilmektedir (bölümlere ayırma ve Sprinkler sistemi kurma gibi). Ayrıca, binanın cephesinin alev dili ile ısı iletimini sınırlandırarak, alev saptırıcı özelliği olan balkon ve çıkıntılar kullanılarak, binanın cephesinde dikey kanal formlarından kaçınılarak başarılabilmektedir. Özellikle giydirme cepheler için katlar arasında yangın geçişinin engellenmesi büyük öneme sahiptir. Giydirme cephe ile kat döşemesi arasındaki boşluğun yangın yayılımına izin vermeyecek uygun detaylarla çözülmesi gerekmektedir. (Arpacioğlu, 2004).

Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğin 27.Maddesinde, “Dış cephelerin, yüksek binalarda yanmaz malzemeden ve diğer binalarda ise, en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlamasını engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak süre kadar yalıtılır” denilmektedir.

Cephe projelendirilmesinde çeşitli önlemler alınmasına rağmen, kullanılan malzemenin yangın sınıfının yönetmeliğe uygun olmaması, hem yangının yayılmasına hem de tehlikeli durumlar oluşturmaya sebep olmaktadır. Bu çalışmada, cephe kaplama malzemesi olarak farklı malzemelerin yangın sınıflarını belirlenmesi ile yangın yüklerine katkıları incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda binaların yangından korunma yönetmeliğine uygunluğu değerlendirilmiştir.

2.DENEYSEL ÇALIŞMA

Belirlenen cephe kaplama malzemelerinin yangın dayanımı kapsamında tek alev kaynağı ile tutuşabilirlik ve alev yayılması deneyleri yapılmıştır.

TS EN ISO 11925-2 standardına göre tek alev kaynağıyla tutuşabilirlik deneyinde numunelere belirli mesafeden alev kaynağıyla alev maruz bırakılmaktadırlar. Numuneler standartta belirtilen düzeneğe yerleştirildikten sonra kenardan ve ortadan küçük boyutlu alev maruz bırakılmışlardır. Alev kaynağı uygulaması 15-30 sn içinde veya alev kaynağının yüksekliği 15 cm'e ulaştığı zaman bitirilmelidir.

EN ISO 1182 standardına göre yapılan yanmazlık deneyinde, ağırlıkları tartılmış olan numuneler kül fırına yerleştirilerek sıcaklık 800°C'ye kadar arttırılır. Deney sırasında fırının sıcaklığı ölçülür. Duman çıkışının fazla olduğu ve sıcaklık 800°C'ye ulaştığında deney sona erdirilir. Fırından çıkartılan numuneler soğutulduktan sonra tekrar tartılır ve numunede oluşan hasarlar kontrol edilir.

2.1 Malzeme

Deneyisel çalışmada kullanılan malzemeler son zamanlarda cephe tasarımında kullanılan cam lifi takviyeli polyester, alçı, beton ile % 70 oranında fenol, % 30 oranında ahşap yongasından oluşan hem cephede hem döşemede kullanılan ahşap-polimer kompozit malzeme, % 30 oranlı fenol esaslı taş tozlu yapay taş ve taş yünü dolgulu sandviç paneller seçilmiştir.

2.2 Cam Lifli Polimer Esaslı Yapay Taş Malzemenin Yangın Dayanımı

Cephe malzemesi olarak cam lifi takviyeli polimer esaslı malzemenin tek alev kaynağı ölçümünde kullanılacak numunelerin boyutu 250 mm x 90 mm, kalınlığı 40 mm'dir. Numuneler alev kaynağı altında 30 saniye sonra tutuşmamıştır ve 60 saniye sonunda alev yüksekliği 150 mm'yi aşmamıştır. Tutuşabilirlik ölçümünde ise numunelerin boyutları 300 x 300 mm'dir. 4 adet numune kullanılmıştır. Yapılan kontroller sonucunda numunelerin yanıcı kısımlar içerdiği görülmüştür. Ancak ağırlık kaybı % 50 altında kaldığı ve numunelerde herhangi bir bozulma veya damlama oluşmamaktadır. Bu durum, yangın yüküne fazla etkisi olmadığını göstermektedir.

Yangın performans deneyinin sonucuna göre kaplama malzemesinin yanıcı kısımlar içerdiği ancak yanma damlaları veya tanecikleri oluşmadığını görülmüştür. Duman oluşumu vardır. Ayrıca kaplama malzemesi boyutlarında ve şeklinde bozulma olmamıştır. TS EN 13501-1 'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre bu tür kaplamalar **A2 s1 d1** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.

2.3 Ahşap-Polimer Kompozit Malzemenin Yangın Dayanımı

Bir diğer cephe malzemesi olarak ahşap-polimer kompozit numune 20 saniye süreyle köşesinden çakmak büyüklüğündeki ateş kaynağına tutulmuştur. Deney sonucunda tutuşma olmuş, duman çıkmış ve alev yüksekliği 5-6 cm yüksekliğine kadar çıkmıştır. Ancak herhangi bir damlama olmamıştır (**Şekil 1**).



(a)Deney başlangıcı



(b)Deney sonu

Şekil 1.Yangın deneyi; tek alev kaynağı

TS EN ISO 9239-1 standardına (ısı akı değeri $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$ olmalıdır) göre yapılan deneyde 20 saniye süreyle numune altından yaklaşık 300°C alev tutulmuştur. Numune yüzeyinde yanma, duman oluşumu ve damlama olup olmadığı incelenmiştir. Numunenin yandığı ve üstten itibaren yanmanın içe doğru nüfus ettiği bu esnada duman oluşturduğu ancak herhangi bir damlamanın olmadığı görülmüştür (**Şekil 2**).



(a) Alev yayılması (b) Duman oluşumu
Şekil 2. Alev yayılması

TS EN 13501-1'e göre ahşap-polimer kompozit malzemesinin yangın sınıfı **C s1 d0** olarak belirlenmiştir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamamaktadır.

2.4 Cam Lif Takviyeli Alçı ve Polimer Malzemenin Yangın Dayanımı

Deneyde kullanılacak numunelerin boyutu 250 mm x 90 mm, kalınlığı 40 mm'dir. Numuneler alev kaynağı altında 30 sn sonra tutuşmamıştır ve 60 sn sonunda alev yüksekliği 150 mm'i aşmamıştır. Dolgu miktarı fazla olan numunelerde sadece duman çıkışı görülmektedir (**Şekil 3**). Yangın performans deneyinin sonucuna göre dekoratif amaçlı kompozit iç ve dış duvar ve tavan panellerin yanıcı kısımlar içerdiği ancak yanma damlaları veya tanecikleri oluşmadığını görülmüştür. Bu durum, yangın yüküne fazla etkisi olmadığını göstermektedir. Duman oluşumu vardır. Ayrıca dekoratif amaçlı kompozit iç ve dış duvar ve tavan panel boyutlarında ve şeklinde bozulma olmamıştır. TS EN 13501-1'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre bu tür kaplamalar **A2 s1 d0** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.



Şekil 3. Yangın Performans Ölçüm Düzeneği

2.5 Cam Lif Takviyeli Beton ve Alçı Malzemelerin Yangın Dayanımı

Deneyde kullanılacak GRC ve GRG numunelerinin boyutu 30 mm x 30 mm, kalınlığı 200 mm'dir. Numuneler standartta belirtilen düzeneğe yerleştirildikten sonra kenardan ve ortadan 7 cm uzaklığından küçük boyutlu alev maruz bırakılmışlardır (**Şekil 4**).



Şekil 4. Noktasal alev altında ölçüm düzeneği

Numuneler alev kaynağı altında alev almadı, herhangi bir damlama ve duman oluşumu da gözlenmemiştir (**Şekil 5**). TS EN 13501-1'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre GRC ve GRG kaplamalar **A1 s1 d0** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.



Şekil 5. Alev kaynağı uygulanmış yüzeyde oluşan damlama durumu

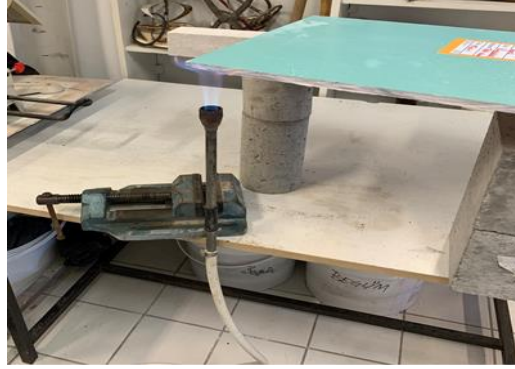
Bir başka cam lif takviyeli beton malzemenin deneyde kullanılacak numunelerinin boyutu 30 mm x 30 mm, kalınlığı 200 mm'dir. Alev kaynağı uygulaması 15-30 sn içinde alevlenmesi veya oluşan alevin yüksekliği 15 cm'e ulaştığı zaman bitirilmelidir (**Şekil 6**). Numuneler alev kaynağı altında alev almadı, herhangi bir damlama ve duman oluşumu da gözlenmemiştir. TS EN 13501-1'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre kaplamalar **A1 s1 d0** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.



Şekil 6. Noktasal alev altında ölçüm düzeneği

2.6 Cam Lifi Takviyeli Çimento ve Polyester Malzemenin Yangın Dayanımı

Deneyde kullanılacak numunelerin boyutu 460 mm x 100 mm, kalınlığı 10 mm'dir. Numuneler alev kaynağı altında 30 sn sonra tutuşmaya başlamış ve 60 sn sonunda alev yüksekliği 150 mm'i aşmıştır (Şekil 7). Alev yüksekliği arttığı zaman az miktar duman oluşumu meydana gelmiştir. Alev kaynağı kesildikten sonra alevin ilerlemesi kesilmiştir.



Şekil 7. Noktasal alev altında ölçüm düzeneği

Alev kaynağı uygulanan yüzeyde herhangi bir yanma olayı görülmemiştir. Alevin sıcaklığıyla çevresel yanma ve damlacık oluşumu meydana gelmiştir. Ancak akıcı bir damlama gözlenmemiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Alev kaynağı uygulanmış yüzeyde oluşan damlama durumu

TS EN 13501-1 'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre bu tür kaplamalar **A2 s1 d0** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.

2.7 Cam Lif Takviyeli Polimer Malzemenin Yangın Dayanımı

Deneyde kullanılacak numunelerin boyutu 250 mm x 90 mm, kalınlığı 40 mm'dir. Numuneler alev kaynağı altında 30 sn sonra tutuşmamıştır ve 60 sn sonunda alev yüksekliği 150 mm'i aşmamıştır. Dolgu miktarı fazla olan numunelerde sadece duman çıkışı görülmüştür (**Şekil 9**).



Şekil 9. Noktasal alev altında ölçüm düzeneği

Yangın performans deneyinin sonucuna göre polimer esaslı kompozit panelin yanıcı kısımlar içerdiği ancak yanma damlaları veya tanecikleri oluşmadığını görülmüştür. Bu durum, yangın yüküne fazla etkisi olmadığını göstermektedir. Duman oluşumu yoktur. Polimer esaslı kompozit panel boyutlarında ve şeklinde bozulma olmamıştır. TS EN 13501-1 'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre bu tür kaplamalar **A2 s1 d0** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamaktadır.

2.8 Polimer Esaslı Yapay Taş Malzemenin Yangın Dayanımı

Deneyde kullanılacak numunelerin boyutu 250 mm x 90 mm, kalınlığı 40 mm'dir. Numuneler alev kaynağı altında 30 sn sonra tutuşmaya başlamış ve 60 sn sonunda alev yüksekliği 150 mm'i aşmıştır (**Şekil 10**).



Şekil 10. Noktasal alev altında ölçüm düzeneği

TS EN ISO 1182 standardına göre yapılan yanmazlık deneyinde ise numunelerin boyutları 300 x 300 mm'dir. 4 adet numune kullanılmıştır. Ağırlıkları tartılmış olan numuneler kül fırına yerleştirilerek sıcaklık 800°C'ye kadar arttırılır. Deney sırasında fırının sıcaklığı ölçülür. Duman çıkışının fazla olduğu ve sıcaklık 800°C'ye ulaştığında deney sona erdirilir. Fırından çıkartılan numuneler soğutulduktan sonra tekrar tartılır ve numunede oluşan hasarlar kontrol edilir.

Yapılan kontroller sonucunda numunelerin yanıcı kısımlar içerdiği ve bir miktar erime yaptığı görülmüştür (**Şekil 11**). Ancak ağırlık kaybı % 50 altındadır. Damlama ve duman oluşmamıştır. Bu durum, yangın yüküne fazla etkisi olmadığını göstermektedir. Kısa sürede sönen tanecik oluşumu vardır. TS EN 13501-1 'e göre Yangına Tepki Sınıflarına göre bu tür kaplamalar **B s0 d1** sınıfına girmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamamaktadır.



Şekil 11. Yanıcı kısımların ve tanecik oluşumu

2.9 Taş Yünü Dolgulu Sandviç Panel

50 x 50 cm boyutunda numuneler üzerinde tutuşabilirlik deneyi yapılmıştır. Standart numune kalınlığının 60 mm'den fazla olmamasını istemektedir. Kullanılan numunelerin kalınlığı 50 mm olarak ölçülmüştür. Sandviç panellerde çekirdek malzemeye ve kaplamaya tek alev uygulaması yapılarak tutuşabilirlik deneyi gerçekleştirilmiştir. Çekirdek malzeme ve metal kaplamada herhangi bir alev oluşumu olmamıştır (**Şekil 12**). Çekirdek malzeme yangın sınıfı A1 Yanmaz sınıfıdır.



Şekil 12. Tutuşabilirlik deneyi

TS EN 1365-2 standardına göre yapılan yangın performansı deneyinde 100 x 100 cm boyutunda numuneler düzeneğe yerleştirilmiştir. 20 saniye süreyle numune altından yaklaşık

300°C alev tutulmuştur. Numune yüzeyinde yanma, duman oluşumu ve damlama olup olmadığı incelenmiştir. Az miktarda duman oluşumu görülmüştür. Yapılan ölçümler sonucu numunelerin yangın sınıfı **B s2 d1** olarak belirlenmiştir. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğinde belirtilen **A2** yangın sınıfını sağlamamaktadır.

3. SONUÇLAR

Cephe kaplaması olarak kullanılan farklı malzemelerin yangın sınıflarının ölçümlerinin sonucunda birçok malzeme yönetmeliğin istediği A2 yangın sınıfını sağlamıştır. Özellikle, cam lifin düşük yangın sınıfı polimer malzemenin yangın sınıfını yükselttiği görülmektedir. Ayrıca malzemenin yangın yüküne etkisini de azaltmaktadır. Taş yünlü alüminyum sandviç paneller ise her ne kadar taş yünü malzemenin yanmaz olmasına rağmen yönetmeliğe uymadığı görülmüştür. Cephe tasarımında kullanılan malzemelerin alev yayma ölçümleri yangının yayılma riskini değerlendirmede önem kazanmaktadır. Polimer oranı yüksek olan malzemelerin yangın yüküne ve yayılmaya etkisi daha fazladır. Polimer esaslı malzemelerin kullanılması durumunda yayılma riskini azaltacak sızdırmazlık veya sistem içi hava oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca kullanılan malzemelerin yangın direncini sağlamak için levha şeklinde üretilmeye çalışıldığı gözlenmiştir. Sonuç olarak son zamanlarda cephe kaplaması olarak kullanılmaya başlanan kompozit malzemelerde cam lifin hem malzemeyi hafifletmesi hem de yangın dayanımını arttırması sebebiyle kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Arpacioğlu, Ü. 2004. Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. *Çatı ve Cephe Fuarı*, CNR, İstanbul.
- Giraldo, M.P. Lacasta, A., Avellaneda, J. and Burgos, C. 2013. Computer-Simulation Study on Fire Behaviour in the Ventilated Cavity of Ventilated Facade Systems. *1st International Seminar for Fire Safety of Facades*, Paris
- Kılıç, A. 2012. Cephe Kaplamaları ve Cephe Yangın Güvenliği. *Yangın ve Güvenlik*, 152, 8-10.
- Ogino, A. 2019. Assessing Leap-Frog Risk: A New Testing Method. *Building Enclosure Webinar*, USA
- TS EN 1365-2 Yangına dayanıklılık deneyleri-Yük taşıyıcı elemanlar-Bölüm 2: Döşemeler ve çatılar
- TS EN 13501-1 Yapı mamulleri ve yapı elemanları, yangın sınıflandırması bölüm 1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma
- TS EN ISO 1182 Yapı mamullerinin yangın deneylerine tepkisi - Tutuşmazlık deneyi
- TS EN ISO 9239-1 Döşemelerin yangına tepki deneyleri - Yanma davranışının radyan ısı kaynağı kullanılarak tayini
- TS EN ISO 11925-2 Yapı malzemeleri - Yangın dayanımı deneyleri - Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik - Bölüm 2: Tek alev kaynağıyla deney
- Wade, C.A., Clampett, J.C. (2000). Fire Performance of Exterior Claddings. Fire Code Reform Centre. Sydney, Australia, Project Report. FCRC PR 00-03

HAVALANDIRMALI GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ

Mehmet Bulca¹

Timur Diz²

İZODER Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği^{1,2}

ÖZET

Ülkemizdeki yüksek yapı stokunda havalandırmalı giydirme cepheler oldukça yaygın bir uygulamadır. Havalandırmalı giydirme cephe sisteminde kullanılan taşıyıcı ve kaplama malzemelerinin tamamının uygun malzemelerden teşkil edilmemesi durumunda yangın katlar arasında hızla yayılır. 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. Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'e giydirme cepheler ile ilgili tanımlar ve hükümler 2015 yılında ilave edilmiştir. Aradan geçen 8 yıl içerisinde giydirme cephelerde yangın güvenliği konularında Avrupa Birliği ve İngiltere'de standartlar ve uygulama alanında büyük bir ilerleme olmuştur. Bu çalışmada; giydirme cepheler için ülkemizdeki mevzuatlarda tanımlanan yangın güvenliği tedbirleri ele alınmış ve yüksek yapılarda uygulanabilecek yurt dışındaki uygulamalar ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Havalandırmalı giydirme cephe, ısı yalıtımı, yangın güvenliği yönetmeliği, yangın durdurucu

ABSTRACT

Ventilated facades are a very common application in the high-rise building stock in our country. If all the elements of ventilated facades such as exterior cladding material, thermal insulation and sub structural framing systems, are not designed regarding to fire safety concerns with proper materials, the fire will spread between floors. If any element of external cladding system contributes to fire, there will be risk of fire spread to any other stories. When fire enters internal spaces might cause deaths and damage of goods. Definitions and provisions related to ventilated facades were added to the Turkish Regulation on the Fire Safety of Buildings, in 2015. In the past 8 years, there has been a great progress in the field of standards and implementation in the European Union and England regarding to fire safety measures for ventilated facades. In this study; the fire safety measures defined ventilated facades in our legislation are discussed and compared with the other applications of different countries for high-rise buildings.

Keywords: Ventilated facade, thermal insulation, fire safety regulation, fire stopping materials.

¹ mehmet.bulca@fischer.com.tr

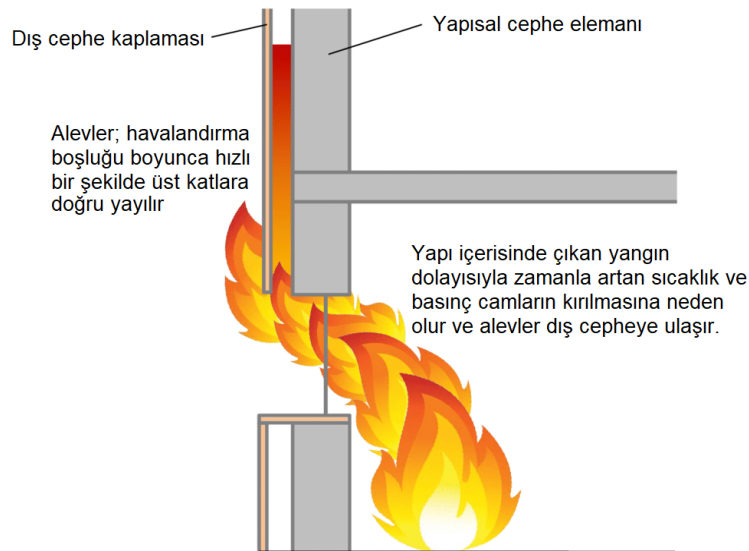
² timur@izoder.org.tr

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.

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 sağlama potansiyeline sahiptir. 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 havalandırmalı giydirme cephe çözümleri oldukça yaygın uygulamalardır. Bu cephe türüne sahip binalar tasarlanırken cephenin mekanik dayanıklılığı, ısı davranış ve ısı yalıtımı, kullanım ömrü gibi kriterlerle beraber yangın güvenliği de göz önüne alınmalıdır.



Şekil 1: Havalandırmalı giydirme cephelerde yangın yayılımı

2. HAVALANDIRMALI GİYDİRME CEPHELERDE YANGIN YAYILIMI

Son yıllarda 17 Temmuz 2012 tarihinde İstanbul Fulya'da bulunan 122 metre boyunda, 42 katlı Polat Towers yangını, 26 Eylül 2011 ve 05 Nisan 2018 tarihlerinde iki kez cephesi yanan T.C. Sağlık Bakanlığı Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi yangını gibi 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. Kamuoyunda yankı uyandıran tüm bu cephe yangınlarının ortak noktası; havalandırmalı giydirme cephe detaylarına sahip olması ve detaylarda dış cephe kaplaması ve/veya ısı yalıtım malzemesinin yanıcı ürünlerden teşkil edilmiş olmasıdır.

T.C. Sağlık Bakanlığı Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 05.04.2018 tarihinde çıkan ikinci yangında herhangi can kaybı meydana gelmemiş olmaması sevindirici olmakla birlikte bahse konu hastanenin başka bloklarında 26 Eylül 2011 tarihinde yangın meydana gelmiş olmasına rağmen aynı tasarım hatalarının tekrar yapılmış olması yönüyle dikkat çekicidir. 2018 yılında meydana gelen ikinci vakaya dairi Gaziosmanpaşa Taksim İlk Yardım Hastanesi Yangını Değerlendirme Raporuna göre yangın 2. bodrum katta bulunan morg girişi karşısındaki evsel atık konteynırlarının arkasındaki atık cam şişe kumbarasında, yanından geçenler tarafından atılan veya düşürülen bir ateş kaynağının kumbaranın etrafındaki çöpleri tutuşturmasıyla başlamıştır. Çöplerin tutuşmasıyla kısa sürede yayılan yangın dış cephe kaplama malzemelerine ve altındaki yalıtım malzemesine sirayet etmiştir. Binanın bu bölüme bakan bloklarının tüm dış cephesine, kısmen iç kısımlarına ve çatısına yayılmıştır (Beyhan, 2018).



Şekil 2: Taksim İlk Yardım Hastanesinde meydana gelen cephe yangını

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 aralıklarla 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

süreyle 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 [2].

Ülkemizde 07 Mart 2018 tarihinde İzmir Basmane’de bulunan Alican Hotel’de, 28 Eylül 2018’de İstanbul Sultangazi Huzurevi’nde ve Trabzon’da Avrasya Üniversitesinde 12 Mart 2019’de meydana gelen dış cephe yangınları benzer tasarım hatalarının çok yaygın bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

Meydana gelen cephe yangınlarının ardından Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te 09 Temmuz 2015’de yapılan değişiklikle Yönetmeliğe yangın davranışları birbirinden farklı olan geleneksel cephe ve giydirme cepheler için farklı yangın güvenliği tedbirleri tanımlanmıştır.

3. HAVALANDIRMALI GİYDİRME CEPHELER VE YANGIN MEVZUATI

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 çerçevede giydirme cephelere yönelik olarak Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te 09 Temmuz 2015’de yapılan değişiklikle bir dizi tedbir tarif edilmiştir.

3.1. Detayda Kullanılacak Malzemelerin Yangına Karşı Tepki Sınıfının Sınırlandırılması

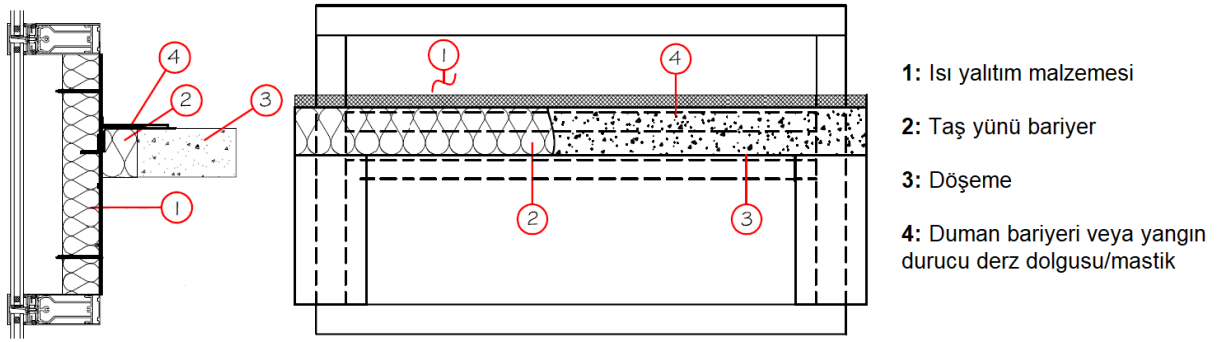
Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te 09 Temmuz 2015’de yapılan değişiklikle Yönetmeliğe derzleri açık veya havalandırmalı giydirme cephe sistemlerinde kullanılan dış cephe kaplaması ve yalıtım malzemeleri de dahil olmak üzere taşıyıcı sistem vb. her türlü malzemenin yangına tepki sınıfının en az A2-s1,d0 (zor yanıcı) olması şartı getirilmiştir [1].

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.

3.2. 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 havalandırılmalı 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 3: 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 15cm taşırılarak yangın durucu derz dolgusu üreticisinin tavsiyesi doğrultusunda uygulanır ve kürlenmeye bırakılarak uygulama tamamlanır.

3.3. İngiltere Örneği

İngiltere'deki Yangın Yönetmeliği; yangın güvenliği tedbirlerini "konutlar" ve "konut dışı binalar" olmak üzere iki bölümde ele almaktadır. Yönetmelikte prensip olarak cephelerin de dahil olduğu bina dış kabuğunun yangının binanın bir bölümünden başka bir bölümüne yayılmasına katkı sağlamayacak şekilde tasarlanmasını esas alınmaktadır. Yönetmelikte dış cephelerin; komşu binalarda dahil olmak üzere bina dışında meydana gelen yangınlardan veya bina içinde meydana gelen yangınlardan etkilenmemesi için çeşitli önlemler tarif edilmektedir.

Komşu binalarda meydana gelen yangınların yayılımının sınırlandırılmasına yönelik olarak Yönetmelikte binalar arası mesafe, cephelerde izin verilen korumasız açıklık oranları ve dış cephenin veya çatının en dışında kullanılan kaplamanın (dış cephe/çatı kaplaması) yangına tepki sınıfı göz önünde bulundurulmuş önemli parametrelerdir. Bu çalışmada, binalar arası mesafe ve korumasız boşluk oranlarına dair sınırlamalar ele alınmamıştır.

Bina içinde çıkan yangınlar dikkate alındığında ise; dış cephe kaplamasının ve detayda kullanılan diğer malzemelerin yangına tepki sınıfı ile boşluklar ve boşluklarda kullanılan yangın bariyerleri ele alınmaktadır. İngiltere'deki Yangın Yönetmeliğinde binanın yüksekliği ve kullanım amacına bağlı olarak dış cephe kaplamaları (yani en dıştaki dış malzeme) için asgari yangına tepki ile ilgili sınıfları aşağıda verilen tanımlamalar yapılmıştır.

Çizelge 1: Dış yüzey için İngiltere Yangın Yönetmeliğinde tanımlanan asgari yangına karşı tepki sınıfları [3,4]

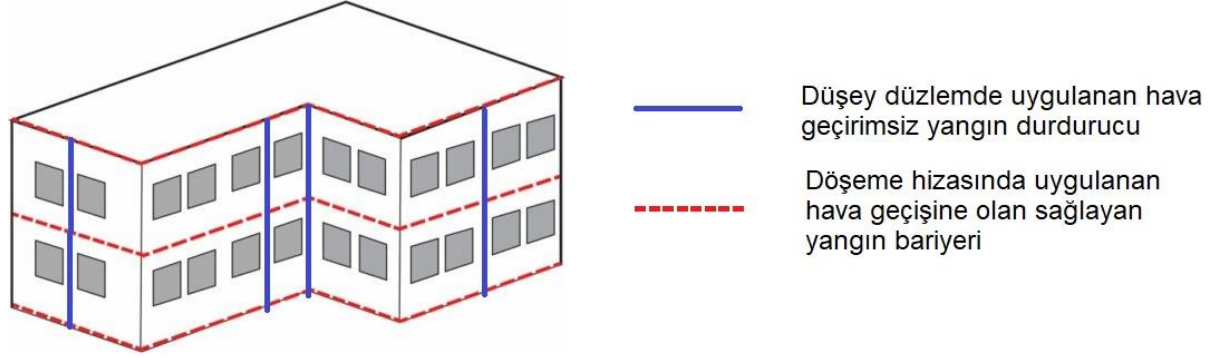
Bina tipi	Bina yüksekliği	Yangına karşı tepki sınıfı	
		Bina sınırından 1000mm'den daha yakın	Bina sınırından 1000mm'den daha uzak
Tüm konaklama amaçlı binalar	> 11 m	En az A2-s1, d0	En az A2-s1, d0
	≤ 11 m	En az B-s3, d2	Sınır yok
	> 18 m	En az B-s3, d2	Zemin seviyesinden 18m'ye kadar: En az C-s3, d2 18m ve üzeri: En az B-s3, d2
Toplanma ve rekreasyon alanları	> 18 m	En az B-s3, d2	Zemin seviyesinden 10m'ye kadar: En az C-s3, d2 10m'ye kadar kamuya açık çatı veya bölümleri olan binalarda: En az C-s3, d2 10m ve üzeri: minimum performans kriteri yok
	≤ 18 m	En az B-s3, d2	Zemin seviyesinden 18m'ye kadar: En az C-s3, d2 18m ve üzeri: En az B-s3, d2
	> 18 m	En az B-s3, d2	18m ve üzeri: En az B-s3, d2
Diğer bina tipleri	> 18 m	En az B-s3, d2	18m ve üzeri: En az B-s3, d2
	≤ 18 m	En az B-s3, d2	Sınır yok

İngiliz Yönetmeliğinde son kat olarak kullanılan dış cephe kaplamalarının yanı sıra duvar teşkilinde kullanılan malzemelere dair de kısıtlamalar tanımlanmaktadır. Yönetmeliğe göre kat yüksekliği 18 m veya daha fazla olan konaklama amaçlı olmayan binalarda cephede kullanılan metal kompozit panellerin, sandviç panellerin ve pencere pervazlarında conta ve sızdırmazlık elemanları hariç yalıtım malzemesi, dolgu malzemesi gibi ürünler en az A2-s3, d2 sınıfı olmalıdır. Kat yüksekliği 11 m veya daha fazla olan konaklama binalarda cephede çekirdek malzeme olarak kullanılan yalıtım malzemesi, dolgu malzemesi gibi ürünler en az A2-s1, d0 sınıfı olmalıdır.

Binalarda bulunan yapısal boşluklar, duman ve alev yayılması için uygun bir güzergah sağladığından tehlikelidir. Yönetmelikte döşeme ile cephe elemanları arasındaki yangınların geçebileceği boşlukların, döşemenin yangın dayanımına eşit performansa sahip yangın durdurucular ile yalıtılması gerektiği ifade edilmektedir. Yönetmeliğe göre yangın bariyerlerinin minimum yangına dayanım sınıfı EI 30 olmalıdır.

Cephelerde yangın yayılımının sınırlandırılması için önerilen hususlardan biriside cephedeki boşluğun kompartımanlara bölünmesidir. Her kat seviyesinde bulunan yatay yangın bariyerlerin kullanılması, yangının çıkış yerinden yukarıdaki katlara yayılmasını önleyecektir. Düşeyde yapılacak yangın durdurucu uygulamaları ile birlikte oluşturulacak kompartımanlar 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 kompartımanlarına bölünebilir. Böylelikle cephenin hem yapı fiziği gerekli olan havalandırma fonksiyonu korunurken ve aynı zamanda etkin yangın koruması sağlanır.



Şekil 4: Cephede yangın kompartımanı örneği

4. SONUÇLAR

Sonuç olarak havalandırılmalı giydirme cephe sistemlerde oluşan yangınların büyümesi ve yayılım hızı, kullanılan malzemelerin yanıcılık özelliklerine ve cephe tasarım detaylarına göre değişmektedir. 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. Gerekmesi durumunda mevzuatta tanımlanan asgari şartların üzerinde tedbirler ele alınmalıdır. Malzeme seçimi ve cephe tasarımıyla beraber mutlaka uygun pasif yangın durdurucu uygulaması da seçilmelidir. Yangın güvenliği önlemlerinin estetik kaygılar ile aksatıldığı giydirme 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.

KAYNAKLAR

- [1] Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [2] Beyhan, F. 2018. Gaziosmanpaşa Taksim İlk Yardım Hastanesi Yangını Değerlendirme Raporu, 11.
- [3] Approved Document B: Fire safety –Dwellings
- [4] Approved Document B: Fire safety – Buildings other than dwellings

SIVALI DIŞ CEPHE ISI YALITIM SİSTEMLERİNDE YANGIN GÜVENLİĞİ

Timur Diz¹

Bulut Senyücel²

İZODER Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği^{1,2}

ÖZET

2021 yılı enerji verilerine göre, ülkemizin toplam enerji tüketiminin %31,1'i, 27 Avrupa Birliği ülkesi tarafından kullanılan enerjinin yaklaşık %40'ı binalarda gerçekleşmektedir. Isı yalıtımı sağlamış olduğu verimlilik ile gelişmiş ülkelerin ilk başvurduğu tedbirdir. 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 (ETICS), görselliğin öne çıktığı hizmet binalarında ise giydirme cephe uygulamalarıdır. Son yıllarda meydana gelen ve medyada ses getiren giydirme cephe yangınlarının ardından Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'te 2015 yılında revizyon yapılmış, mevzuatımıza cepheler ile ilgili tanımlar ve hükümler ilave edilmiştir. Yönetmeliğimizde cepheler; geleneksel cepheler ve giydirme cepheler olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır. Bu çalışmada; konut türü binalarda tercih edilen mevzuatımızda geleneksel cephe olarak ele alınan sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri için ülkemizdeki mevzuatlarda tanımlanan yangın güvenliği tedbirleri ele alınmış ve yurt dışındaki uygulamalar ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Geleneksel cephe, ısı yalıtımı, sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri, yangın güvenliği yönetmeliği

ABSTRACT

According to the energy data's, 31.1% of the total energy consumption of our country and approximately 40% of the energy used by the 27 European Union countries is realized in buildings. Thermal insulation is the first measure applied by the countries with the efficiency potential it provides. Due to many factors such as increasing energy costs, dependency on energy, international agreements with environmental targets, etc., thermal insulation applications are becoming more popular every day in our country. The most common insulation application on facades is external thermal insulation composite systems with rendering (ETICS) in residential type buildings, and curtain wall systems in Service buildings where visuality is important. Following the fires on ventilated facades that took place in recent years, the Turkish Regulation on the Fire Safety of Buildings was revised in 2015, and definitions and provisions related to facades were added to our legislation. The facades divided two headings as traditional facades and curtain wall facades in our regulation. In this study; the fire safety measures defined on external thermal insulation composite systems with rendering, which is considered as the traditional facade in our legislation, are discussed and compared with the other applications of different countries.

Keywords: Traditional facade, thermal insulation, external thermal insulation composite systems with rendering, fire safety regulation.

¹ timur@izoder.org.tr

² bulut.senyucel@betek.com.tr

1.GİRİŞ

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından açıklanan 2021 yılı Enerji Dengesi raporuna göre enerjisinin yaklaşık %70,7'sini ithal eden ülkemizde enerji tüketimi, 2020 yılına göre %9,1'lik artışla 123,1 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir [1]. Türkiye’de ilk enerji dengesi raporunun yayımlandığı son 50 yıllık süreç içerisinde yayımlanmış tüm raporlar incelendiğinde “sanayi” ve “bina” sektörlerinin en büyük enerji tüketimlerinin gerçekleştiği sektörler olduğu görülmektedir. 1972 yılında nihai enerji tüketiminin %50’si binalarda, %25’i sanayide kullanılırken ülkemizin sanayileşmesine bağlı zamanla binaların nihai enerji tüketimindeki düşerken sanayinin payı yükselmiştir. 2021 yılı için “Konut” ve “hizmet” sektörlerinden oluşan “Bina” sektörü toplam nihai enerji tüketiminin %31,1’lik bir payından sorumludur. Gelişmiş ülkelerde de nihai enerji tüketiminde bina sektörünün payı öne çıkmaktadır. AB’de enerji tüketiminin %40’ı binalarda gerçekleşmektedir. Sağlamış olduğu %60’ın üstündeki enerji verimliliği potansiyeli ile ısı yalıtımı uygulamaları tüm gelişmiş ülkelerde öne çıkmış ve çağdaş yapı konseptinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

Ülkemizde ısı yalıtımı ile ilgili ilk mevzuat, 1. petrol krizi sonrasında 03 Kasım 1977 tarihinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği’dir. Yakıt tasarrufu sağlanması ve hava kirliliğinin azaltılması amacıyla yayımlanan ilk Yönetmelik yeni ve mevcut binalar ile endüstriyel tesisleri kapsıyordu.

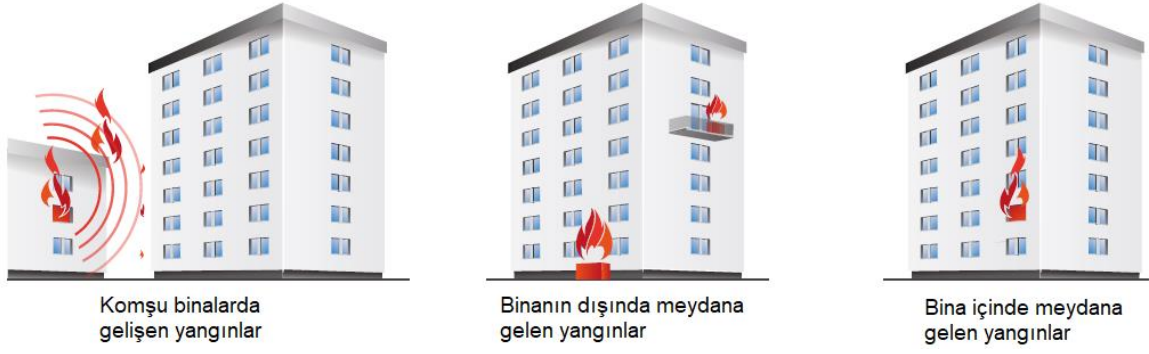
1970’li yıllarda çatı döşemelerine cam yünü serilmesi, 1980 ve 1990’lı yıllarda sandviç duvar uygulamaları yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ilk yönetmelik 1977 yılında yayımlanmış olsa da 08 Mayıs 2000 tarihinde yayımlanan Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği ısı yalıtımı uygulamalarının gelişimi için milat olarak kabul edilebilir. Bu yönetmelik ile 14 Haziran 2000 tarihinden sonra yapılan binalar için ısı yalıtımı zorunlu hale getirilmiştir. Öte yandan sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri (ETICS) çözüm olarak ilk kez bu yönetmelikte tarif edilmiştir. Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin paket olarak pazara sunulmasının ilk örnekleri, 1989 yılında başlasa da paket sistem üretiminin yaygınlaşması, yönetmeliğin yayımlanmasının ardından 2000’li yıllarda gerçekleşir [2].

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.

2. SIVALI DIŞ CEPHE ISI YALITIM SİSTEMLERİ VE YANGIN

2.1. 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 yangınların yayılımının sınırlandırılması için göz önünde bulundurulması gereken belli başlı 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 ısı yükü; yangının meydana geldiği bina ile arasında olan mesafeye bağlıdır. Binalar arasındaki mesafe ne kadar büyük olursa, bir yangının yayılma olasılığı o kadar az olur. Mesafe arttıkça alevlerin komşu binaya temas etmesi olasılığı ortadan kalkar. Yangının yayılımı sadece ısı yalıtım yoluyla gerçekleşebilir. Isı yalıtımının şiddeti ise yangının hangi aşamada olduğuna göre değişir. [3]

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 yapılarında ise yangının yayılımı, bina içerisinde meydana gelen yangınlar ile aynı şekilde gerçekleşeceğinden, dış cephede alınması gereken tedbirler de birbirine benzerdir. Bina içerisinde bir odada başlayan yangın zamanla gelişerek basınç ve sıcaklığın artmasına neden olur. Camların kırılması neticesinde alevler cepheye ulaşır. Cepheye ulaşan yangının yayılmaması için cephede kullanılan malzemelerin yangına karşı tepki sınıfları göz önüne alınması gereken en önemli parametredir. 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.

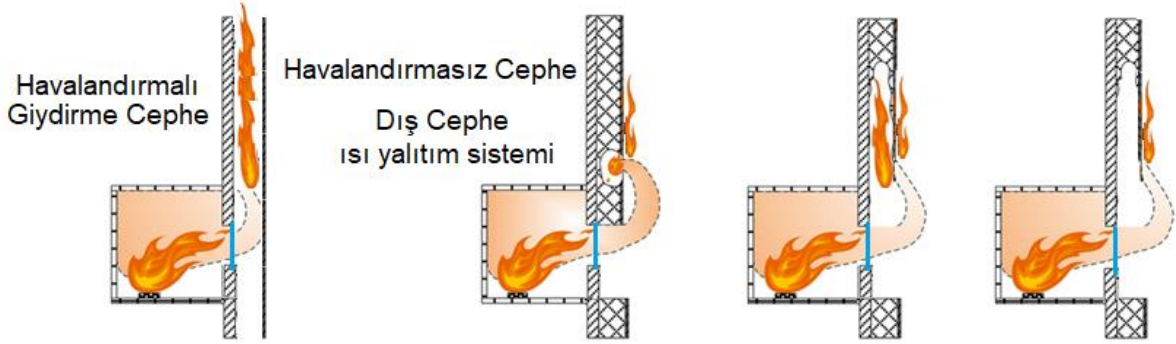
Zemin kotunda binanın önünde veya yakınında olan çöp konteynırları ve park halindeki araçlarda yangın çıkması durumunda yangın yüküne bağlı olarak alev ve sıcak gazlar yükselir ve hava akımlarının (rüzgar) alevleri cepheye doğru iter. Alevlerin yüksekliği, yangın yüküne bağlı olarak artar. Yangın alanının nispeten küçük ve yanıcı madde miktarının sınırlı olması nedeniyle açığa çıkan enerji de düşüktür. Yangın yayılımının sınırlandırılması için alevlerin temas edebileceği yüzeylerin yangına karşı tepki sınıfı dikkate alınması gereken en önemli parametredir. Benzer durum, balkonlarda meydana gelebilecek yangınlar için de geçerlidir.

2.2. Yangın Yayılım Şekilleri

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 baca etkisi yaparak alevlerin cephede 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 [8]. 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 büzüşebilir 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

Havalandırma boşluğu içeren ve içermeyen cephe detaylarında yangın yayılımı karakteristiği farklı olduğu için alınması gereken yangın güvenliği tedbirleri de farklıdır. Buradan hareketle; 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 [4].

3. SIVALI DIŞ CEPHE ISI YALITIM SİSTEMLERİ VE YANGIN MEVZUATI

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.

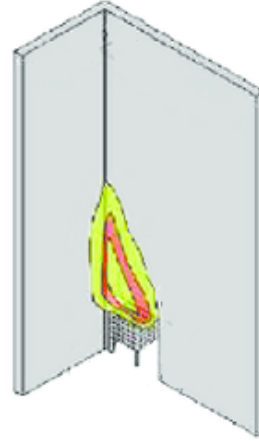
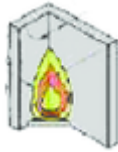
Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında geleneksel cepheler ile ilgili olarak hükümler;

- Dış cephe ısı yalıtım sisteminin bir bütün olarak yangına tepki sınıflandırmasına tabi tutulması ve sınıflandırma raporunun piyasaya arz dokümanları arasında yer almasına yönelik idari unsurlar ve
- Bina yüksekliğine bağlı olarak sistemin asgari yangına karşı tepki sınıfı ve yangın yayılımının sınırlandırılmasına yönelik bariyer, pencereler arası mesafeler gibi tedbirler olmak üzere iki ana başlıkta ele alınabilir.

3.1. Piyasaya Arz

Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik uyarınca; ısı yalıtım malzemesi, ısı yalıtım sıvası, ısı yalıtım yapıştırıcı, sıva filesi, dübel gibi bileşenlerden geleneksel cephe sistemlerinin ilgili standartlar kapsamına akredite bir laboratuvar tarafından test edilmesi ve ilgili raporların piyasaya arz dokümanlarında yer alması gereklidir. Dikkat edilirse bu hükümlerin yer aldığı Yönetmeliğin 27. Maddesinin 2 bendinde doğrudan bir standarda atıfta bulunulmaktan kaçınılmıştır. Birçok AB ülkesinde dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin bir bütün olarak yangın davranışı; SBI deneyi (SBI Single Burning Item) ve büyük ölçekli deney (Large Scale Test) olmak üzere 2 temel deney ile ortaya konulmaktadır. Büyük ölçekli deneylerde ülkeler arasında gerek test düzeneğinin büyüklüğü gerekse de deneyde öngörülen yangın yükleri arasında esaslı farklılıklar mevcuttur. Bu sebeple ülkemizde sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinin bir bütün olarak yangına karşı tepki performansı; TS EN 13823 standardına göre SBI testinin yapılarak TS EN 13501-1 standardına göre düzenlenmiş sınıflandırma raporu ile ortaya konulmaktadır.

**Yangına Karşı Tepki Deneyleri
(Malzeme Deneyleri)**
SBI
TS EN 13823



**Büyük Ölçekli
Deneyler
(Sistem Deneyleri)**
ISO 13785
BS 8414
DIN 4102-20

Şekil 3: Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerine uygulanabilecek yangın deneyleri

Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri; bir bütün olarak takım malzeme (paket sistem) olarak TS EN 13499 veya TS EN 13500'e göre G işareti ile ETAG 004 (yeni rehber numarası: EAD 040083-00-0404)'e göre belgelendirilerek CE işareti ile pazara arz edilebilir. Buna karşılık tüm bileşenler ilgili oldukları standartlara göre münferiden de piyasaya arz edilebildiğinden ve müteahhit tarafından bu bileşenler ayrı ayrı temin edilip yerinde birleştirilerek (toplama sistem) de uygulanabilirler. TS EN 13499 ve TS EN 13500 standartları ile ETAG 004 teknik değerlendirme esası uyarınca; piyasaya arz öncesi tüm bileşenler bir arada yangına karşı tepki testine tabi tutulmakta ve sistemin yangına karşı tepki sınıfı etiketlerde beyan edilmektedir. Dolayısıyla TS EN 13499 veya TS EN 13500'e göre G belgeli, ETAG 004'e göre CE

işareti ile pazara arz edilen ürünler Yönetmeliğin 27. Maddesinin 2. Bendindeki yangına tepki sınıfının belgelendirilmesi şartını sağladıklarını ortaya koyabilmektedir. Öte yandan müteahhit tarafından toplanan sistemlerin Yönetmeliği sağlaması için uygulama öncesi akredite bir laboratuvara gönderilerek TS EN 13823'e göre SBI testinin yapılması ve TS EN 13501-1'e göre sınıflandırma raporunun temin edilmesi gereklidir. Deney süreçlerinin uzunluğu dikkate alındığında Yönetmelikte yer alan bu şartın yerine getirilmesi imkansız olmamakla birlikte oldukça zordur.

3.2. Yangın Güvenliği Tedbirleri

Dış cepheler; bina içerisinde meydana gelen ve gelişen yangınların cephe aracılığıyla bir kattan diğerine atlaması ve cephe boyunca yayılımının önlenmesi şeklinde tasarlanmalıdır. Bu hedef doğrultusunda;

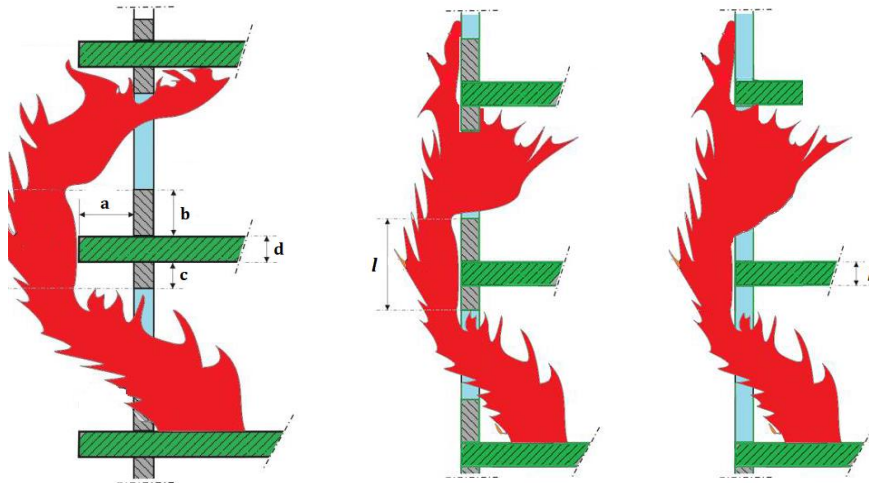
- Yangın yayılım mesafesine dair düzenlemeler,
- Bina yüksekliğine bağlı olarak cephede kullanılacak sistem veya malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarına bazı sınırlamalar ve
- Bazı durumlarda alevlerin temas edeceği yüzeylere zor yanıcı ürünler ile yangın bariyeri oluşturularak ilave tedbir alınması şartı getirilmiştir.

Bina dışında meydana gelen yangınlarda ise yangının cepheye sirayet ederek yayılımını sınırlandırılacak tedbirler alınmalıdır. Bu amaçla; zemin kotunda bina dışında çıkabilecek yangınların etki edeceği yüzeylerde kullanılacak malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarına dair sınırlamalar getirilebilir.

3.2.1. 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 [5].

$$l = a + b + c + d \quad (1)$$

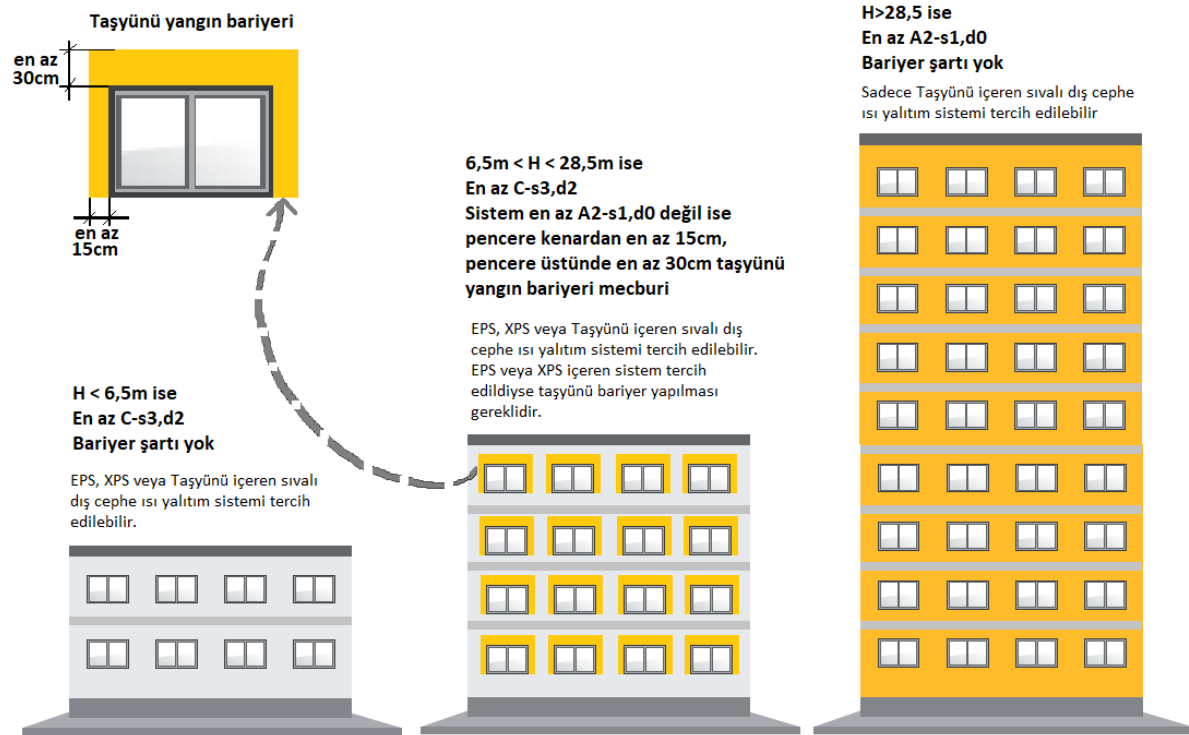


Şekil 4: Farklı tasarımlar için yangın yayılım mesafeleri

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 100cm'nin oldukça altında olduğu boydan boya pencere sistemlerinin bulunduğu binalarda Yönetmelik, cephelerin iç kısmına en çok 2m aralıklarla 1,5m 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.

3.2.2 Bina yüksekliğine bağlı sınırlamalar ve yangın bariyeri uygulamaları



Şekil 5: Bina yüksekliğine göre sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri tasarımı esasları

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 28,50m'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 taşıyıcı ile yangın bariyerleri oluşturulması gereklidir. Bina yüksekliği 6,5m'nin altında olması durumunda ise bariyer yapılması gerekli değildir.

Almanya'daki mevzuata göre bina yüksekliğinin 21m'nin altında olduğu binalarda, EPS ısı yalıtım levhası kalınlığının 10cm'nin üzerinde 30cm'nin altında olduğu sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri için;

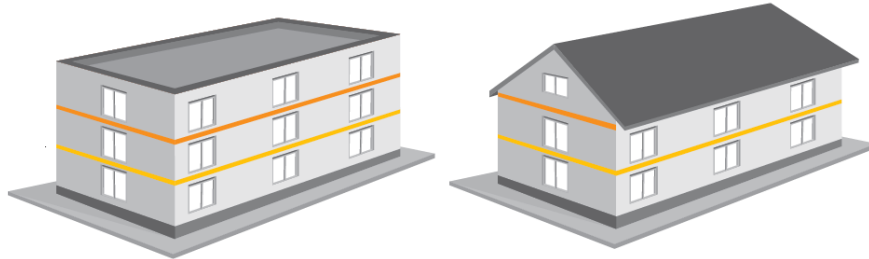
- Pencere gibi korumasız açıklıkların üst kısmına açıklık genişliğinin her iki tarafından en az 30'ar cm daha uzun olacak şekilde en az 20 cm yüksekliğinde (Bariyer Tip-a) ve/veya
- En fazla her iki katta bir pencerenin en fazla 50cm üstüne bina çevresince uygulanan en az 20 cm yüksekliğinde (Bariyer Tip-b) yanmaz (A1) veya zor yanıcı sınıfta (A2 – s1, d0) malzemeden teşkil edilmiş yangın bariyeri yapılması gereklidir [6].



Şekil 6: Yangın bariyeri alternatifleri (yalıtım kalınlığı 10cm'nin üzerinde 30cm'nin altında ise)

Taşıyıcı yangın bariyerleri yapıştırıcı ve çelik çivili dübellere ile cepheye uygulanmalıdır. Şerit şeklindeki taşıyıcı yangın bariyerleri sadece sağlam mineral yüzeylere yapıştırılmalıdır. Çelik çivili dübellere; en az 20cm yüksekliğindeki şerit şeklindeki taşıyıcı yangın bariyerinin ortasına uygulanmalı, her bir taşıyıcı levha en fazla 60cm aralıklarla yerleştirilmiş en az 2 çelik çivili dübel ile cepheye tatbik edilmelidir [7].

Normalde en fazla her iki katta bir döşeme altına bina çevresince uygulanan yangın bariyerleri 3 kata kadar olan binalarda da uygulanabilir. İki katlı bir binada şerit şeklindeki yangın bariyeri zemin katın üzerinde, 3 katlı binalarda ise zemin katın veya 1. katın üzerinde konumlandırılabilir [7].



Şekil 7: 3 katlı binalarda alternatifli yangın bariyeri konumları

Bina dışında zemin kotunda meydana gelebilecek yangınlar için ise Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte yangının etki edeceği yüzeylerde kullanılacak

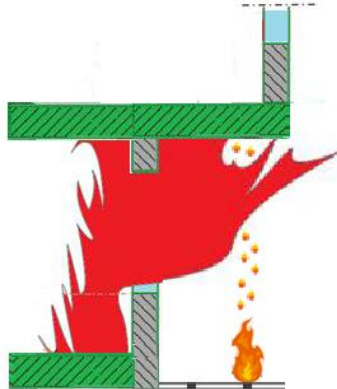
malzemelerin yangına karşı tepki sınıflarına dair düzenlemekle getirilmiştir. Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik uyarınca; yüksekliği 28.50 m'den az olan binalarda dış cephesi zor alevlenici (en az C-s3, d2) malzeme veya sistemden oluşabilmektedir. Bu sistemlerde çimento esaslı A sınıfı son kat kaplamalar kullanılabildiği 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 ekstürüde 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 1,5m'lik kısmında kullanımının engellenmesine yöneliktir.

4. SONUÇLAR

Ülkemizde sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemleri gerek yeni binalarda gerekse de mevcut binalarda yapılan ısı yalıtımı tadilatlarında en çok tercih edilen ısı yalıtımı uygulamasıdır. Bina içerisinde veya dışında çıkan yangınların cephede yayılımının sınırlandırılması için;

- Bina yüksekliğine bağlı olarak dış cephe ısı yalıtım sisteminin yangına tepki sınıfının sınırlandırılması,
- Pencere kenarlarına ve üstüne bariyer uygulaması,
- İki kattaki pencereler arası mesafelerin tanımlanması ve
- Zemin kotunun belli bir mesafesindeki dış yüzey kaplamasının yangına tepki sınıfının tanımlanması bu tedbirlerden en önemlileridir.

Genel olarak 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.



Şekil 8: Dış cephe yangınlarının damlacık teşekkülü dolayısıyla yayılması

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 yapılmalıdır.

Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte yer alan hükümler özellikle Almanya gibi orta Avrupa’da yer alan ülkelerin uygulamaları ile benzer unsurlar içermektedir. Almanya’da tanımlanmış tedbirlerin 10cm ile 30 cm arasında yalıtım kalınlıkları için tanımlanmış olduğu, ülkemizdeki uygulama kalınlıklarının henüz bu seviyelerin çok uzağında olduğu düşünüldüğünde yangın güvenliği yönüyle mevzuatlarımızın daha talepkar olduğu söylenebilir. Buna karşılık 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 bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi kritik öneme sahiptir.

Özellikle ülkemizin Paris antlaşmasına taraf olması, enerji fiyatlarının artışı, enerji arzındaki sıkıntılar vb. nedenler ile ülkemizde enerji verimliliği ile ilgili mevzuatlar gelişmektedir. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde 19 Şubat 2022 tarihinde yapılan değişiklikle 01 Ocak 2023’ten itibaren toplam inşaat alanı 5000m²’nin üzerinde olan binaların neredeyse sıfır enerjili bina (nSEB) konseptinde yapılması şartı getirilmiştir. 01 Ocak 2025’ten itibaren mevzuatta tanımlanan nSEB şartı toplam inşaat alanı 2000m²’nin üzerindeki binalara uygulanacaktır [9]. Ayrıca TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları standardının 2023 yılı içerisinde yenilenerek enerji limitlerinin iyileştirilecek olması cephelerde uygulanması gereken yalıtım kalınlıklarının artmasını beraberinde getirecektir. Bu noktada Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümlerine uyulması daha da önemli hale gelecektir.

KAYNAKLAR

- [1] T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı 2021 yılı Enerji Dengesi raporu
- [2] Türkiye Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
- [3] İZODER Türkiye Yalıtım Gerçeği Raporu
- [4] Technische System information WDVS und Brandschutz Kompendium, VDPM Verband Für Dammsysteme Putz and Mörtel e.V.
- [5] Prof. Dr. Vidaković B., The mechanism of fire spread across facade International Conference Energy in Buildings 2017
- [6] DIN 55699: Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)
- [7] WDV-Systeme zum Thema Brandschutz, Professional Association Thermal Insulation Composite Systems eV
- [8] 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.
- [9] Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

DEĞERLENDİRME

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu, iki gün boyunca 9 oturum ve Bilim Kurulu tarafından kabul edilen 30 bildiri ile gerçekleştirilmiştir.

Sempozyumda, özellikle mimari tasarım süreci başta olmak üzere binaların kullanım, işletme ve restorasyon süreçlerinde karşılaşılabilecek yangın risklerine karşı alınabilecek önlemler ele alınmış; bu süreçlerde karşılaşılan zorluklar, eksiklikler ve beklentilere değinilmiştir.

Oturumlarda: Yangın esnasındaki insan davranışları incelenmiş, alınacak önlemler açısından bina kullanıcılarının önemine değinilmiştir. Binalar, kullanıcılardan bağımsız düşünölemeyeceği için bina kullanım sınıfına ve bu binalarda yer alması muhtemel kullanıcı gruplarına, bu kullanıcıların bir yangın durumunda davranışlarının tahminine yönelik çalışmalar paylaşılmıştır.

Kaçış yolları ve tahliye senaryolarına ilişkin sunulan bildirilerde, yüksek kullanıcı yükünün yer aldığı cami gibi kullanım sınıflarında tahliye etkinlikleri değerlendirilmiş; binalarda kaçış yollarında kullanılan kapıların ve kaçış merdivenlerinin etkinlikleri incelenmiştir. Binalardan insan tahliyesinin dijital ortamda yapılmasına ilişkin oluşturulan senaryolar ele anılmış; bir ofis binasından gerçek ve dijital ortamda yürütölen tahliyelerin karşılaştırmaları yapılmıştır.

Yangın emniyetinde bilgisayar uygulamaları konusunda yapı bilgi modelleme (BIM) yöntemlerinin yangın emniyeti için kullanım olanakları araştırılmış; CLT ströktürde tasarlanan bir bina ile betonarme ströktürde tasarlanan başka bir binada meydana gelen bir yangının oluşturduğu etkiler sayısal benzetim yöntemiyle incelenmiştir. Eğitim binalarında yangın durumunda yapılmış tahliye simölasyonları değerlendirilmiş; yangın emniyetinin öğrenme sürecinin bir oyun modeli üzerinden gerçekleştirilmesine ilişkin çalışmalara değinilmiştir.

Tarihi binalarda yangın emniyet önlemleri başlığında, tarihi binalarda alınabilecek yangın önlemleri konusu ele alınmış; tarihi binalar özelinde yerel ve yabancı yangın yönetmelik ve düzenlemelerde kompartımanların oluşturulmasına ilişkin önlemler incelenmiştir. Ayrıca tarihi yapıların restorasyon sürecinde kullanılan çeşitli yapı malzemelerinin yangın emniyeti bakımından önemi değerlendirilmiştir. Tarihi binalar konusunda özellikle ölkemizdeki Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik içeriğinin sınırlı oluşuna, yeterli düzeyde bilgi ve uygulama maddesi bulunmadığına vurgu yapılmıştır.

Yangın yönetmelikleri ve standartları konusunda engelli bireylerin binalardan tahliyesi ile ilgili ulusal ve uluslararası düzenlemelere yer verilmiş; dünyanın farklı

lkelerinde gerekleŖen müze yangınları özelinde eŖitli yönetmeliklerde yer alan içerikler incelenmiŖtir.

Mimari tasarım sürecinde yangın önlemleri, kent ve bina ara yüzünde ele alınmıŖ; mimari detaylarda kullanılan pasif yangın durdurucuların tasarım ve uygulama esaslarına deėinilmiŖtir. Mimari tasarım sürecinde sağlanması gereken yangın önlemleri mevcut yönetmelik hükümleri açısından değerlendirilerek mimari projelerin değerlendirilme sürecinde yapılan yaygın hatalar ifade edilmiŖtir. Özellikle bu konu baŖlıėı altında yapılan sunumlarda, mimari projelerin yangın emniyeti bakımında uygunluk sürecinin değerlendirilmesinde, değerlendirmeyi yapan ekiplerin gereken düzeyde yetkinliğe sahip olmalarının önemi vurgulanmıŖ; Yönetmelik hükümlerinin tarihi binalar dahil olmak üzere gerek mevcut gerekse yeni yapılarda yerine getirilmemesi durumunda sorumlu durumda olanlara karŖı yasal yaptırımların yürütülmesinin önemine deėinilmiŖtir. Ayrıca mevcut yönetmeliğin zaman içinde deėiŖen koŖullara uygunluğunun sağlanması, daha kapsamlı hale getirilmesi ve performansla dayalı olarak düzenlenmesinin, konuyla ilgili standartlarda da güncellemeler yapılmasının bir gereklilik olduğu belirtilmiŖtir.

Binalarda yangın emniyetiyle ilgili karma konular içerisinde atık değerlendirme sahalarında uygulanabilecek pasif yangın önlemleri ele alınmıŖ; İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi için tasarlanan acil durum aydınlatmasının etkinliği incelenmiŖtir. YeŖil Bina sertifikasyon kriterlerinin binalarda oluŖturabileceėi yangın risklerine deėinilmiŖ; yüksek binalarda acil durum asansörlerinin nitelik ve davranıŖları hakkında yapılan değerlendirmelere yer verilmiŖtir.

Yapı kabuğu ve yapı malzemelerinde yangın emniyeti konusunda, ahŖap kompozit malzemelerin çok katlı yapılarda uygulanmasının yangın güvenliği bakıŖ açısıyla incelemesi yapılmıŖ; bitiŖik nizam yapılarda cephe kaynaklı yangınların rüzgar etkisiyle birbirini etkilemesi durumu açıklık mesafesine bağlı olarak deėerlendirilmiŖtir. Ayrıca cephede kullanılan kompozit esaslı yapı malzemelerinin yangın performansları ele alınmıŖ; havalandırmalı giydirme cephe ve sıvalı dıŖ cephe ısı yalıtım sistemlerinin uygulandığı binalardaki yangın güvenliği riskleri incelenmiŖtir.

Mimarlık ve Yangın Sempozyumu'nda yer alan tüm bildirilerin, mimari tasarım ve yangın emniyeti arakesitine ıŖık tuttuğuna ve bu ıŖıėın bu alanda yapılan alıŖmalara geniŖleyerek katkı sağlayacağına inanıyorum.

Doç.Dr. Nuri SERTESER
Sempozyum Düzenleme Kurulu BŖk.

